



tmmob
makina mühendisleri odası
izmir şubesi

MEKANİK TESİSAT
MÜHENDİSLİĞİ
TEMEL BİLGİLENDİRME
SEMİNERLERİ

GELECEĞİN MEKANİK TESİSAT MÜHENDİSLERİNİ HAZIRLIYORUZ

•Havalandırma ve İklimlendirme
Tesisatı

29 Nisan 2017, Cumartesi // 10:00

KONUŞMACI

Mak. Müh. Ali POLAT



MMO Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi
Anadolu Cad. No: 40 (Ege Salonu) Bayraklı - İZMİR

**MMO İzmir Şubesi Mekanik Tesisat Mühendisliği Komisyonu Etkinliğidir.
Katılım Ücretsizdir.**



Mekanik Tesisat Mühendisliğinin temel kollarından birisi havalandırma – iklimlendirmedir. Meslek yaşantınızda karşınıza kimi yerde HVAC olarak çıkacaktır.

Heating, Ventilating and Air Conditioning / Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme
(hava koşullandırma-soğutma-klima)



Standartlar

- TSE (TS 3419 Havalandırma ve iklimlendirme tesisleri projelendirme kuralları)
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating (Amerika Isıtma Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği) (ASHRAE 62.1)
- ANSI (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü) (US 209E)
- DIN (Alman Standartlar Enstitüsü) (DIN 1946/4)
- BSI (İngiliz Standart Enstitüsü) (UK BS 5295)
- VDI (Alman Mühendisler Birliği) (VDI 2083)
- ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü) (ISO14644/1)

Kanunlar

- İmar Kanunu
- Enerji Verimliliği Kanunu



Yönetmelikler

- Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği
- Yangın Yönetmeliği
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
- Sığınak Yönetmeliği
- Özel Hastaneler Yönetmeliği

Paket programlar

- Isı kaybı-kazancı, santral batarya, nemlendirici, hava kanalı kritik devre, boru kritik devre hesaplama,
- Klima santral dizayn,
- VRF-VRV dizayn

gibi paket programlar bulunmaktadır. Bunların bir kısmı ücretli bir kısmı üretici firmalardan ücretsiz temin edilmektedir.



Yayınlar

- Havalandırma ve Klima Tesisatı (Bayındırlık İskan Bakanlığı Teknik El Kitapları - 9)
- Klima Tesisatı (MMO/2001/296)
- Havalandırma Tesisatı (MMO/2001/297)
- Otomatik Kontrol Tesisatı (MMO/2003/318)
- Havanın Nemlendirilmesi (MMO/599)
- Hastane İklimlendirme Tesisatı ve Denetim Esasları (MMO/2008/481)
- Hastane ve Klinikler için HVAC Tasarım Kılavuzu (MMO/2009/503)
- Psikometri (MMO 261)
- Soğutma Tesisatı (MMO/2001/295)
- Sığınak Havalandırma Projesi Hazırlama Esasları (MMO/554)
- Klima Tesisatı (Isısan 305)
- Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu (Sağlık Bakanlığı)



Havalandırma nedir?



Kapalı bir yerin havasını değiştirmek amacıyla çeşitli yöntemler ve araçlar kullanarak dışarıdan temiz hava verme, havayı dışarı atma veya hava akımı oluşturma işlemidir.

Havalandırma çeşitleri

- Doğal havalandırma



- Doğal-mekanik havalandırma



- Mekanik havalandırma





Mekanik havalandırma cihazları



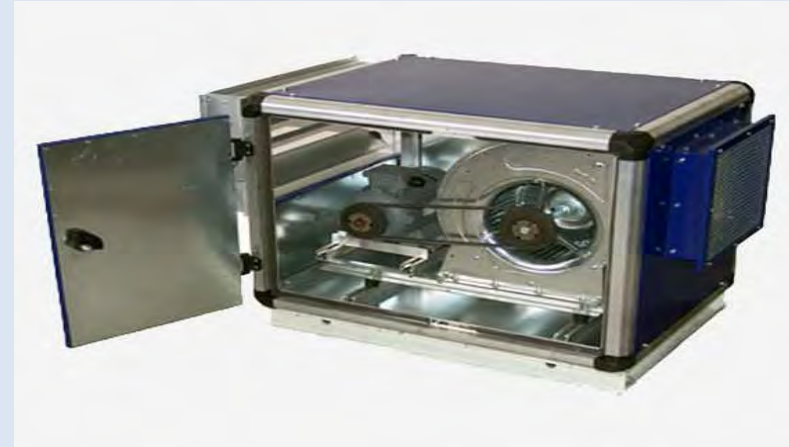
Çatı tipi fan



Kanal tipi fan



Isı geri kazanım cihazı



Hücreli aspiratör/vantilatör



Mekanik havalandırma çeşitleri

- Doğal girişli mekanik çıkışlı (aspiratörlü)
(WC aspiratör, davlumbaz aspiratör, duman tahliye vb.)
- Mekanik girişli doğal çıkışlı (vantilatörlü)
(merdiven basınçlandırma vb.)
- Mekanik giriş ve çıkışlı (vantilatör ve aspiratörlü)
(kazan dairesi havalandırma)

Havalandırma debisi

Havalandırma debisi tasarım sistemine göre üç kriterle belirlenir

- 1) Taze hava ihtiyacı
- 2) Hava çevrim katsayısı
- 3) Egzoz kriteri



Taze hava ihtiyacı

İki farklı yöntemle belirlenir.

1) Kişi başına

a) TS 3419 göre 25 ile 30 m³/h

b) ASHRAE 62 (2001) göre

Sigara içilmeyen ofislerde: 10 L/s

Lobi, resepsiyon alanlarında: 7,5 L/s

Bar, sigara odası vb. yerlerde: 30 L/s

Sınıflarda: 7,5 L/s

Laboratuarlarda: 10 L/s

2) Mahalin ve/veya bölümün özelliğine göre

[Klima Tesisatı - Isısan Yay.No: 305](#)



Hava çevrim katsayısı

Mahalin havalandırma debisi, mahal havasının bir saatteki çevrim katsayısı ile belirlenir.

Hava çevrim katsayıları standart, yönetmelik ve literatürlerde belirtilmektedir. Ancak bu konuda tam bir birliktelik olduğu ifade edilemez.

Büro ile atölyede, havanın kirlenmesi, taze havaya duyulan ihtiyaç gibi çeşitli nedenlerle birbirinden farklıdır. **Dolayısı ile mahallerin kullanım türüne göre saatteki hava çevrim katsayıları farklılık göstermektedir.**

TS 3419'a göre

Klima Tesisatı (Isısan Yayın no 305)



İklimlendirme nedir?



Kapalı bir ortamın sıcaklık, nem, temizlik ve hava hareketini insan sağlığına ve konforuna veya yapılan endüstriyel işleme en uygun seviyelerde tutmak üzere bu kapalı ortamdaki havanın şartlandırılmasıdır.



İklimlendirme türleri

İklimlendirme temelinde, mahalın ısıtılması ve soğutulması esas olmakla birlikte, taze hava veya çevrim hava ihtiyacının karşılanması, nemlendirilmesi veya özel koşulların sağlanması (örneğin hijyen) özelliklerine bağlı olarak iklimlendirmeyi havalandırma durumuna göre iki farklı şekilde değerlendirmek uygundur.

- 1) Kısmi iklimlendirme
- 2) Tam iklimlendirme



Kısmi iklimlendirme

Ortam için öngörülen şartlardan;

- Sıcaklık kontrolünün
 - **Yaz**
 - **Kış**

yapıldığı sistemlerdir.

Ortama taze hava beslemesi ve/veya çevrim hava beslemesi yapılmamaktadır. Bu nedenle santral, ısı geri kazanım cihazı vb. ekipman sistemde yer almaz.

Kısmi iklimlendirme sistemleri

Mahal içinde bulunan cihazlara gelen akışkan vasıtasıyla ısıtma ve soğutma yapılmaktadır. Buna göre iki tür sistem bulunmaktadır.

- Sulu
- **Soğutucu gazlı**

Sulu sistemler

Isıtılan ve soğutulan suyun mahalde bulunan ve fan coil olarak adlandırılan cihazlardaki bataryalar vasıtasıyla kısmi iklimlendirme yapılmaktadır.

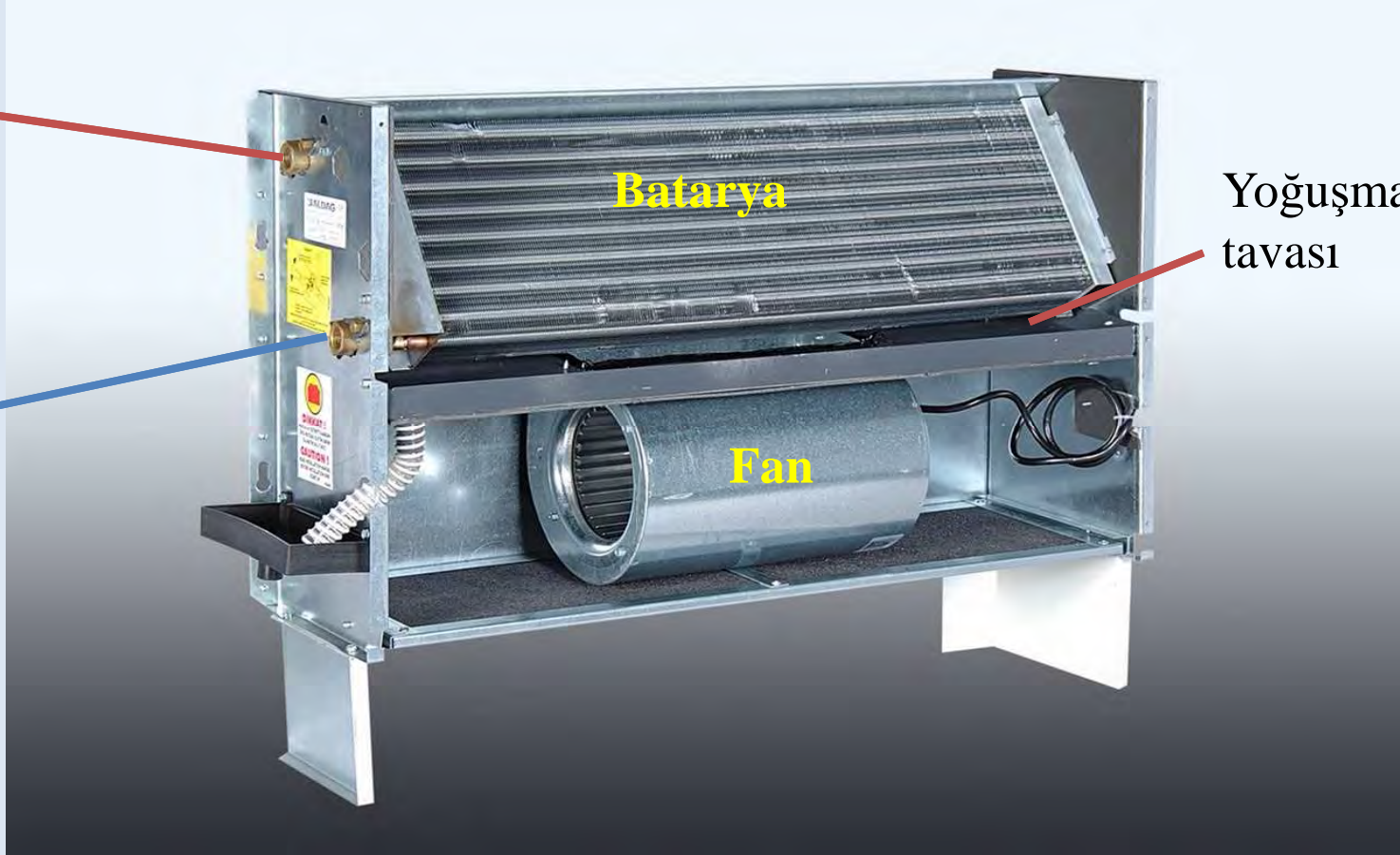




Fan coil cihazları

Batarya
çıkış

Batarya
giriş



Yoğuşma
tavaşı

Batarya

Fan



Fan coil örnekleri

Döşeme tipi



4 yöne üflemlili kaset tipi



Gizli tavan tipi

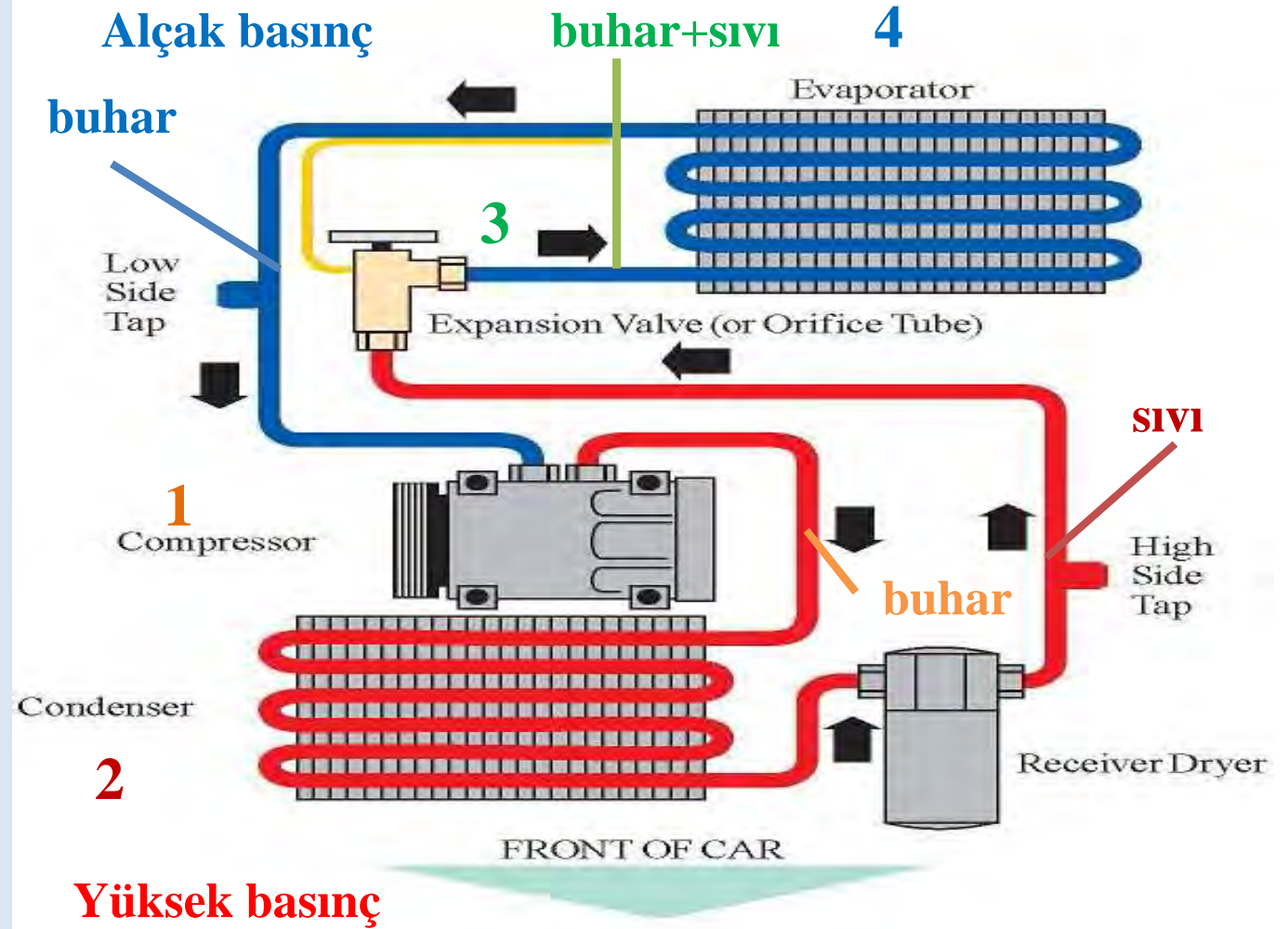


Soğutucu gazlı sistemler

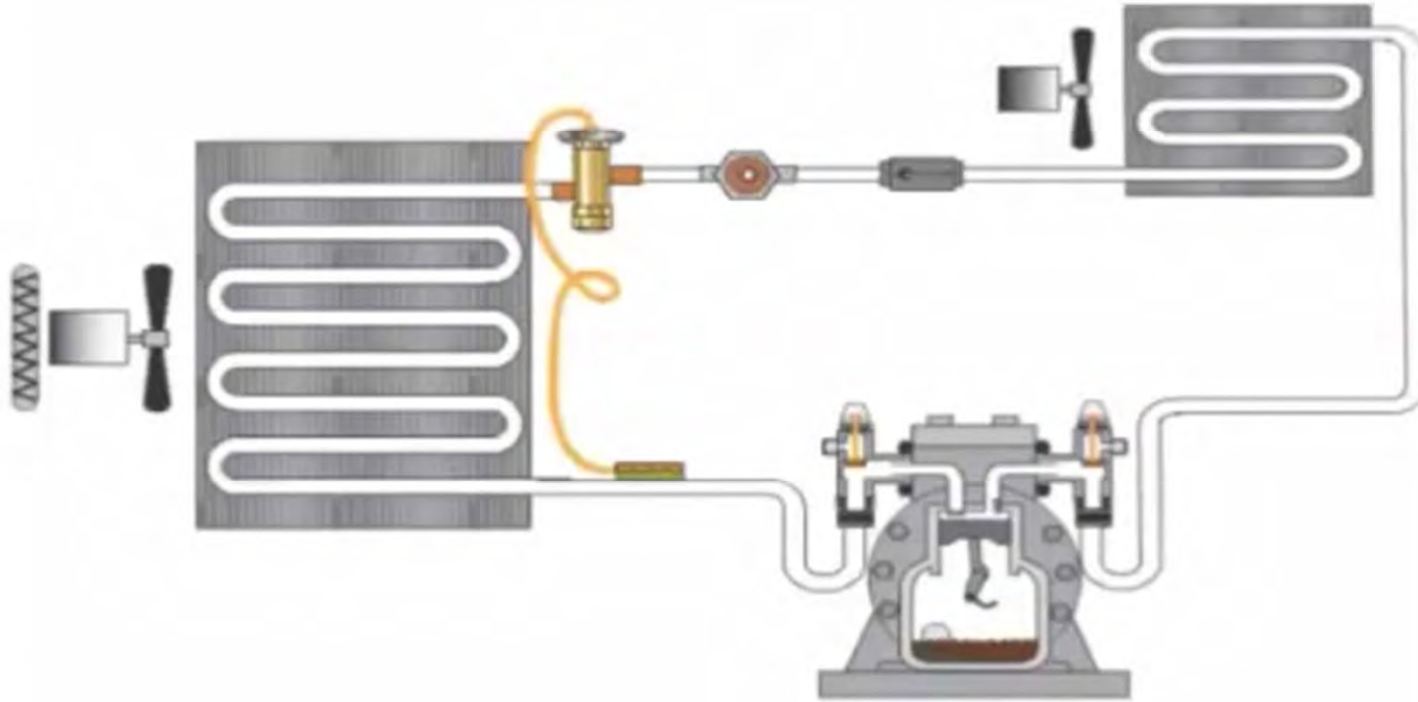
Genel olarak klima diye adlandırılan sistemlerdir. Mahal içinde bulunan iç ünite bataryasına gelen soğutucu akışkan vasıtasıyla soğutma ve ısıtma yapılmaktadır.

Soğutma çevrimi

- 1) Sıkıştırma
- 2) Yoğuşma
- 3) Genleşme
- 4) Buharlaştırma

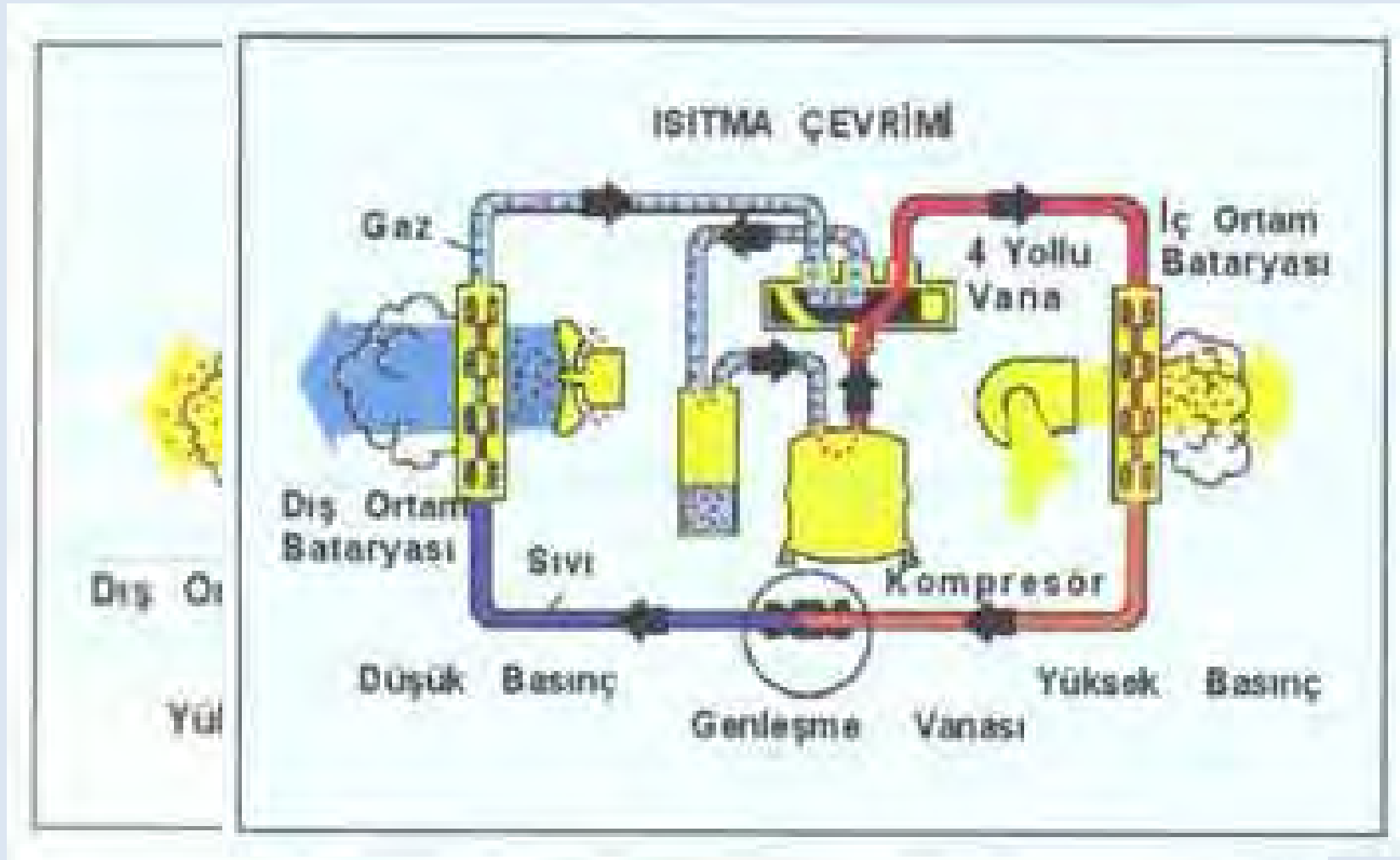


Soğutma çevrimi



Yaz-Kış çalışma prensibi

Yaz çalışma prensibi Kış çalışma prensibi



Soğutucu gazlı sistem çeşitleri

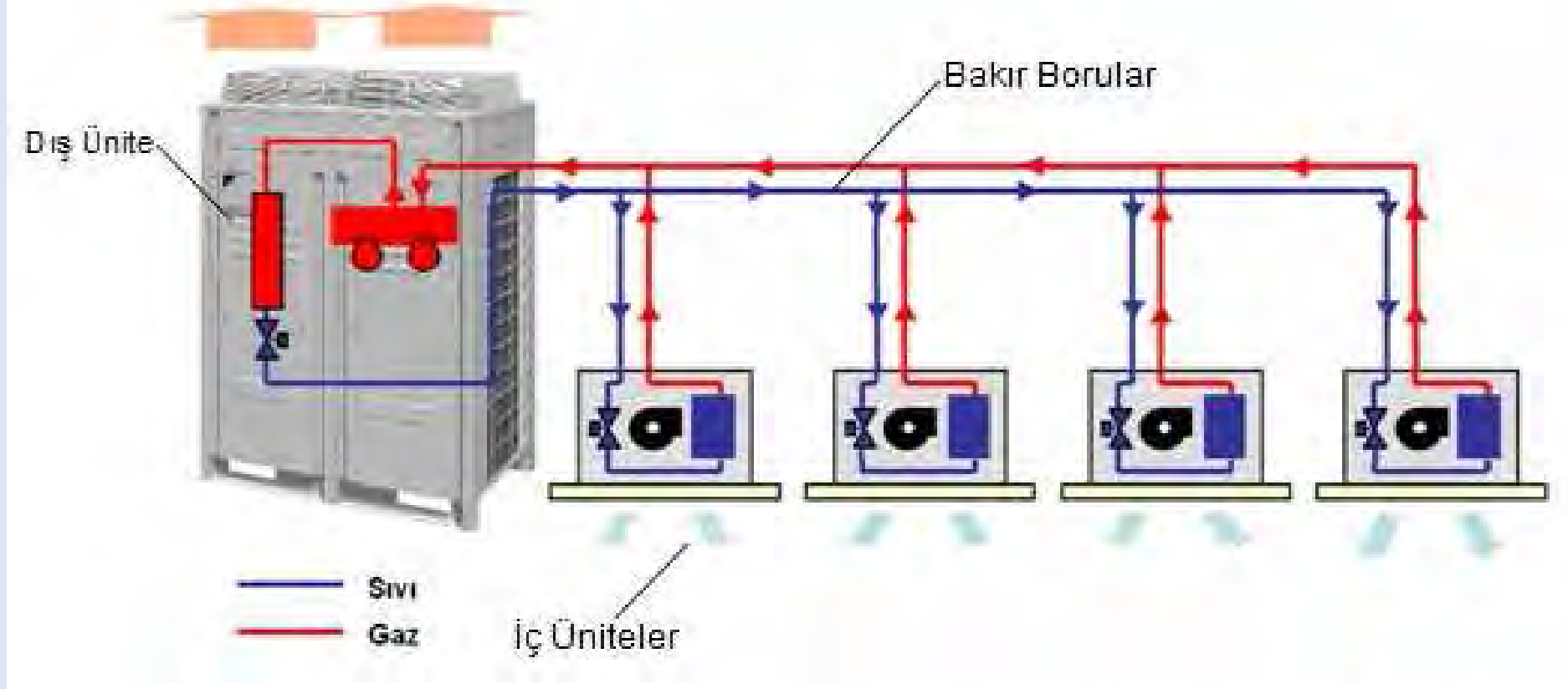


Tekli (mono) klima
1 dış / 1 iç ünite



Çoklu (multi) klima
1 dış / 2-3-4-5 iç ünite

Merkezi klima sistemi



- VRF (Variable Refrigerant Flow): Değişken Soğutucu Akışkan Debili
- VRV* (Variable Refrigerant Volume): Değişken Soğutucu Akışkan Hacimli

* VRV, Daikin firmasınınca tescillenmiştir.



Soğutucu akışkan debili sistemler

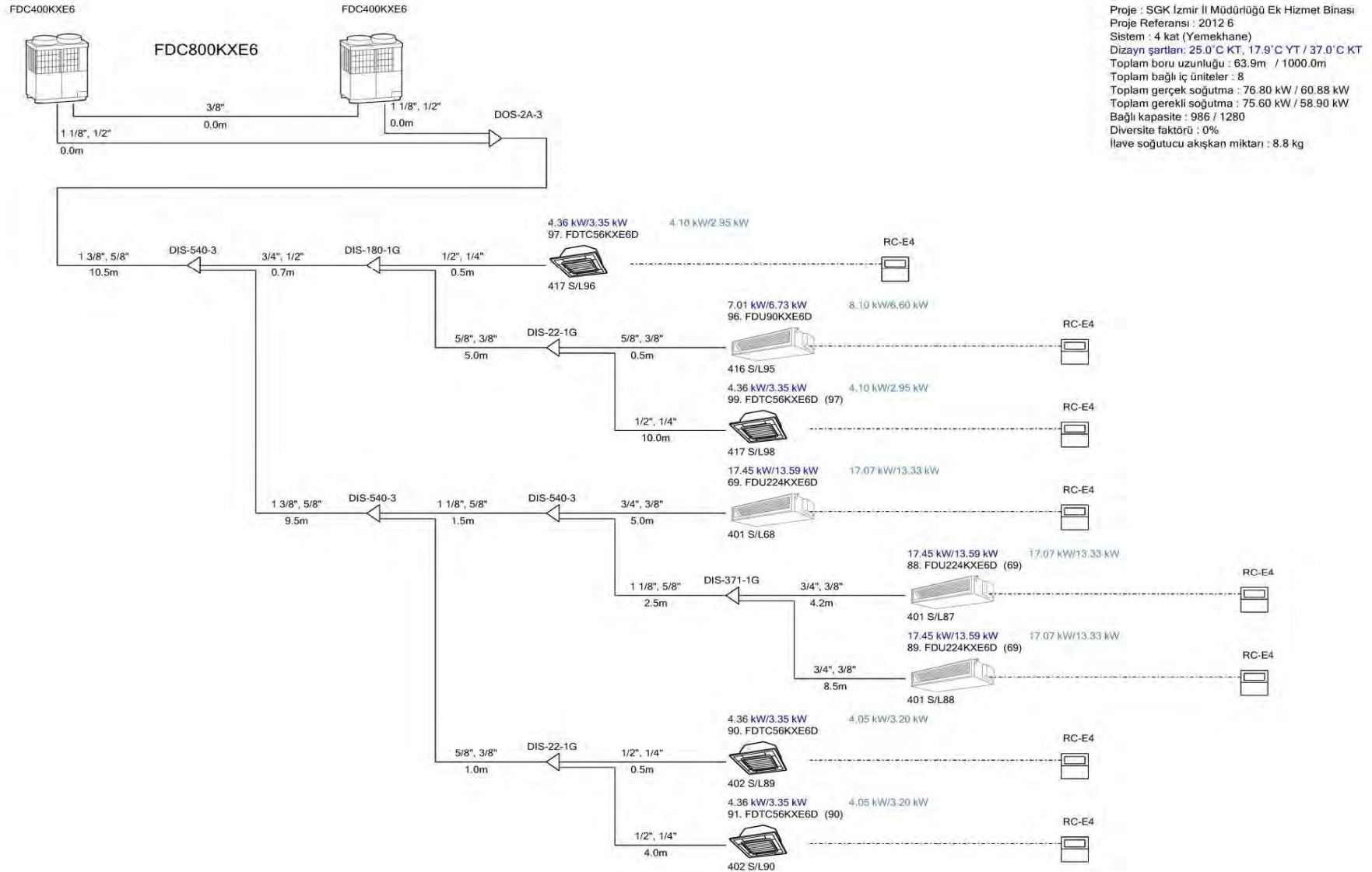
Bu sistemlerde iç-dış sıcaklığa bağlı olarak mahal ısı kaybı ve kazancını karşılayacak iç ünite ile borulama mesafesine bağlı olarak, ile dış ünite kapasitesi her marka için farklı olabilmektedir.

Bu nedenle iç-dış sıcaklık ile mahal ısı kaybı ve kazanç değerleri dikkate alınarak VRF sistemlerde paket programlarda iç ve dış ünite seçimlerinin ve sistem dizaynlarının yapılması uygundur.

İç ünite seçim tablosu

Ünite	Oda	Gerekli kapasite (kW)			Düzeltilmiş Kapasite			Tip	Fan Hızı	Model	Mikt	S/L No	S / L adresi		
		Soğutma	Isıtma	TK	Soğutma	Isıtma	TK						DK	TK	D/Ü	İ/Ü
69	401	51.20	40.00	27.60	20.81	15.02	22.60	Yüksek Statik Basıncılı Kanallı Tip	Yüksek	FDU224KXE6D	3	1	4	68	
88	401				20.81	15.02	22.60	Orta Statik Basıncılı Kanallı Tip		FDU224KXE6D		1	4	87	
89	401				20.81	15.02	22.60	Orta Statik Basıncılı Kanallı Tip		FDU224KXE6D		1	4	88	
90	402	8.10	6.40	3.60	5.20	3.71	5.70	Dört Yöne Üflemlerli Tavan Kaset Tipi(600x600)	Yüksek	FDTC56KXE6D	2	1	4	89	
91	402				5.20	3.71	5.70	Orta Statik Basıncılı Kanallı Tip		FDTC56KXE6D		1	4	90	
92	414	17.00	13.60	8.20	20.81	15.02	22.60	Yüksek Statik Basıncılı Kanallı Tip	Yüksek	FDU224KXE6D	1	1	5	91	
93	414	12.00	10.00	5.00	13.01	10.48	14.46	Yüksek Statik Basıncılı Kanallı Tip	Yüksek	FDU140KXE6D	1	1	5	92	
94	415	21.90	17.70	9.60	13.01	10.48	14.46	Yüksek Statik Basıncılı Kanallı Tip	Yüksek	FDU140KXE6D	2	1	5	93	
95	415				13.01	10.48	14.46	Orta Statik Basıncılı Kanallı Tip		FDU140KXE6D		1	5	94	
96	416	8.10	6.60	3.70	8.36	7.70	9.04	Yüksek Statik Basıncılı Kanallı Tip	Yüksek	FDU90KXE6D	1	1	4	95	
97	417	8.20	5.90	4.10	5.20	3.71	5.70	Dört Yöne Üflemlerli Tavan Kaset Tipi(600x600)	Yüksek	FDTC56KXE6D	2	1	4	96	
99	417				5.20	3.71	5.70	FDTCA		FDTC56KXE6D		1	4	98	

Soğutucu akışkan debili sistem dizayn şeması





Diversite

VRF sistemlerinde; iç ünite kapasitesi toplamının dış ünite kapasitesi toplamına oranını belirtir.

$$Q_i / Q_d = \% \dots$$

Sistem dizaynına ve bina türüne bağlı olarak iç ünitelerin hepsinin aynı anda ve maksimum kapasitede çalıştığı durum çok nadirdir. Bu sebeple dış ünite kapasitesi toplam iç ünite kapasitesinden düşük seçilir. Özellikle konut türü binalarda değerlendirilmesi gerekir.

Bu oran genelde %130 civarındadır.



Tam iklimlendirme

Ortam için öngörülen;

- Sıcaklık kontrolü
- Hava kalitesi

şartların sağlandığı sistemlerdir.

Ortamın ihtiyaç duyduğu taze hava beslemesi ve/veya çevrim havası beslemesi yapılmaktadır. Bu nedenle sistemde müstakil olarak klima santralı veya fan-coil / klima ile birlikte havalandırma santralı veya IGK kullanılır.

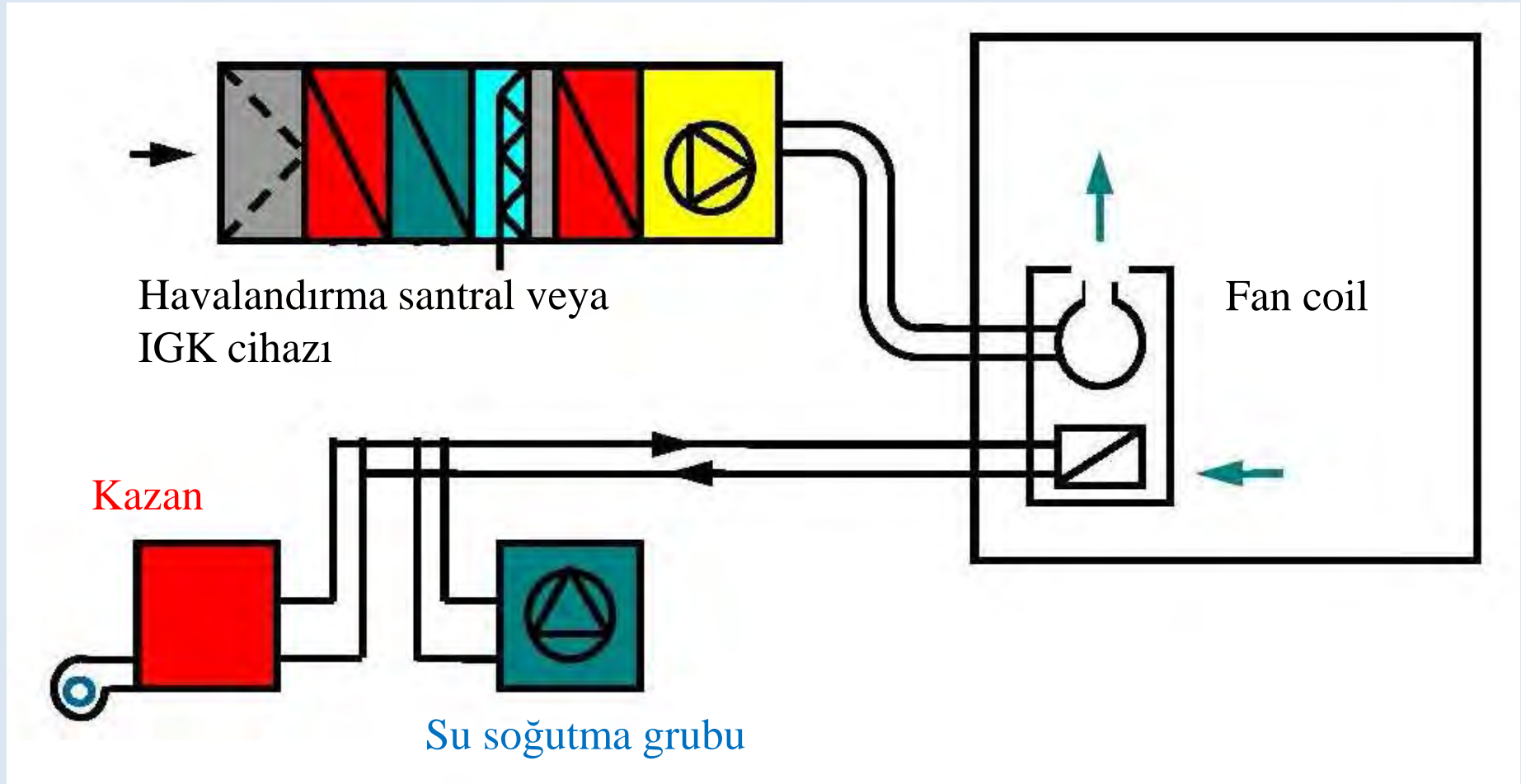
Tam iklimlendirme sistemleri

Üç ayrı gruba ayırmak mümkündür.

- 1) Hava+sulu (Fan coil + IGK/Santral)
- 2) Hava+soğutucu gazlı (VRF + IGK/Santral)
- 3) Tamamen hava'lı (Klima santralı)

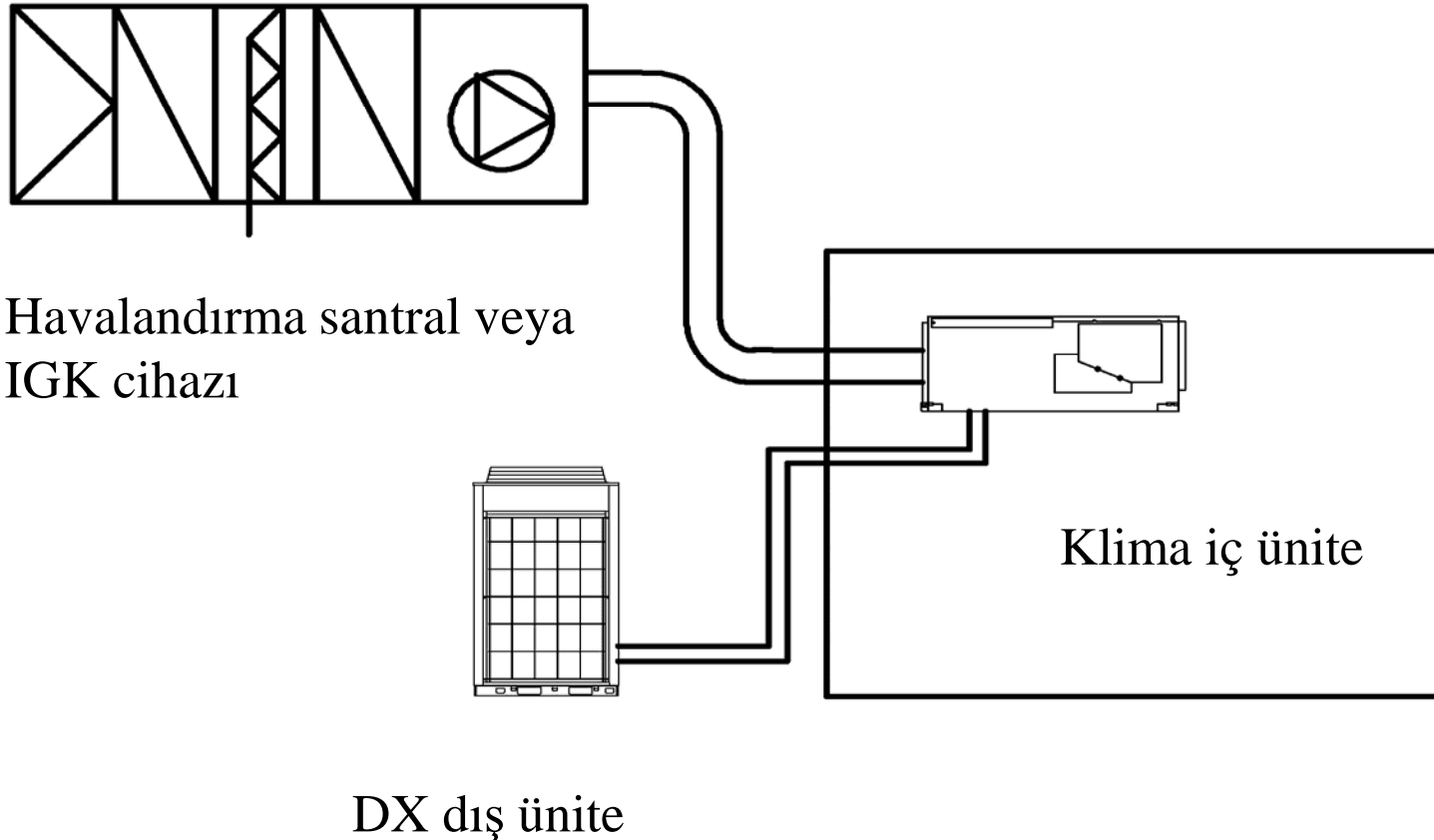
Hava+sulu tam iklimlendirme sistemleri

Bu sistemlerde ortamın ısıtılması ve soğutulması fan coil ile yapılmaktadır.



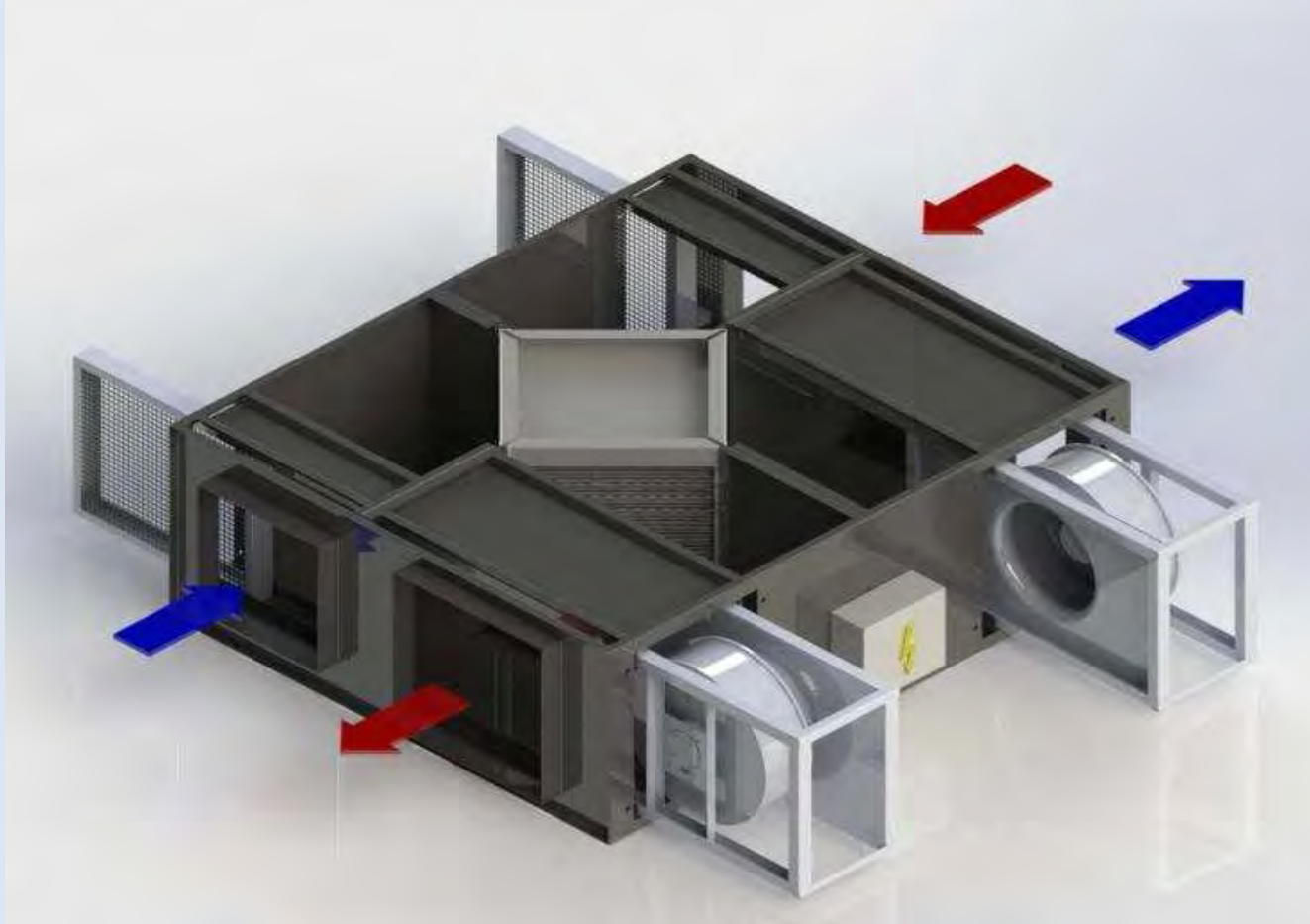
Hava+gazlı tam iklimlendirme sistemleri

Bu sistemlerde ortamın ısıtılması ve soğutulması klima ile yapılmaktadır.



Hava + su veya gazlı sistemlerinde taze hava bağlantısı

Havalı-sulu ve havalı-gazlı sistemler genelde ortamın taze hava ihtiyacının karşılandığı sistemlerdir.

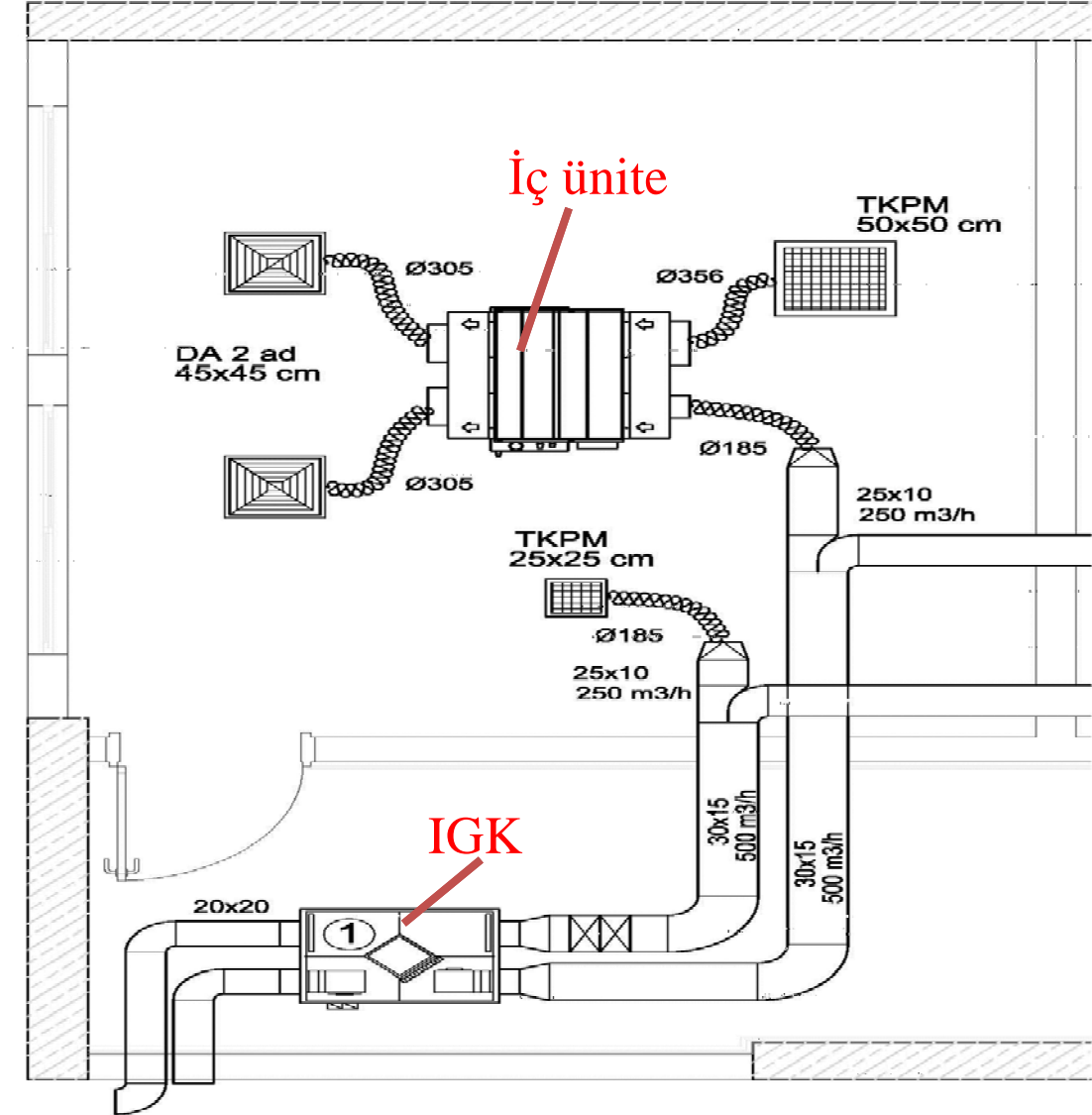


Taze hava ihtiyacı, ısı geri kazanım üniteli havalandırma santrali veya Isı Geri Kazanım (IGK) cihazı ile sağlanmaktadır.

Havalandırma santrallerinde ve IGK'lerde, havanın mahal için öngörülen sıcaklığa göre şartlandırması esastır.

Su veya gazlı + havalı sistemlerinde taze hava bağlantısı

Havanın sıcaklık şartlandırması yapılmayan veya kısmi yapılan havalandırma santralı ile standart IGK'larda taze havanın iç üniteye bağlanması konfor açısından tercih edilmelidir.





Isı geri kazanım cihazlarının özellikleri

- 1) Eşanjör verimi maks. % 60 (Al. plakalılarda)
- 2) **Minimum EU3 (G3) kalite filtre bulunur,**
- 3) Elektrikli ısıtıcı, sulu batarya veya DX batarya ilave edilebilir,
- 4) **Alüminyum plakalı, selülozik ve rotatif eşanjörlü modelleri vardır,**
- 5) Dinamik akuple plug veya çift/tek emişli radyal fanlar kullanılır,
- 6) **Isı pompalı modelleri vardır.**



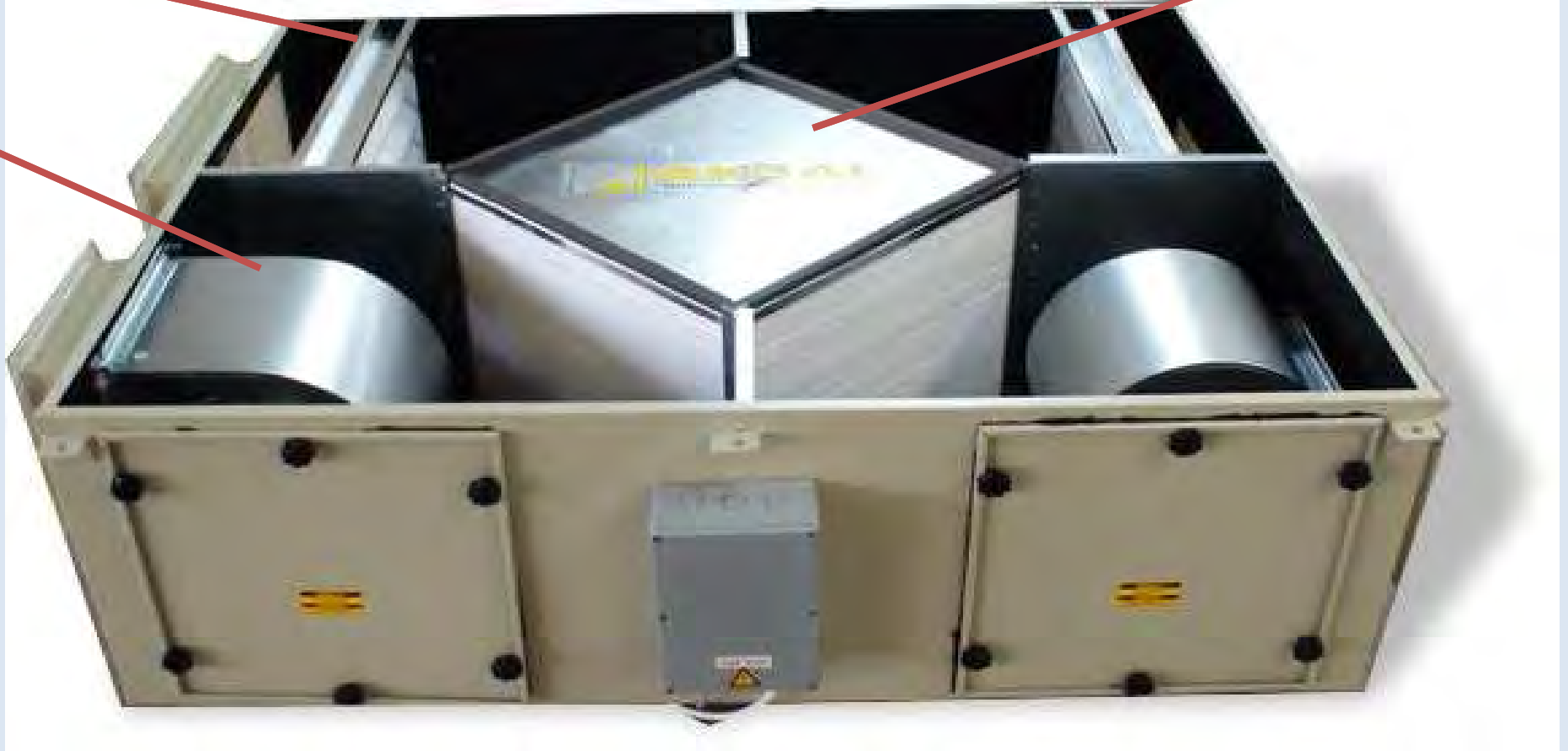


Radyal fanlı, selülozik eşanjörlü IGK

Filtre

Selülozik eşanjör

Radyal
fan





Plug fanlı, rotatif eşanjörlü IGK

Rotatif
eşanjör

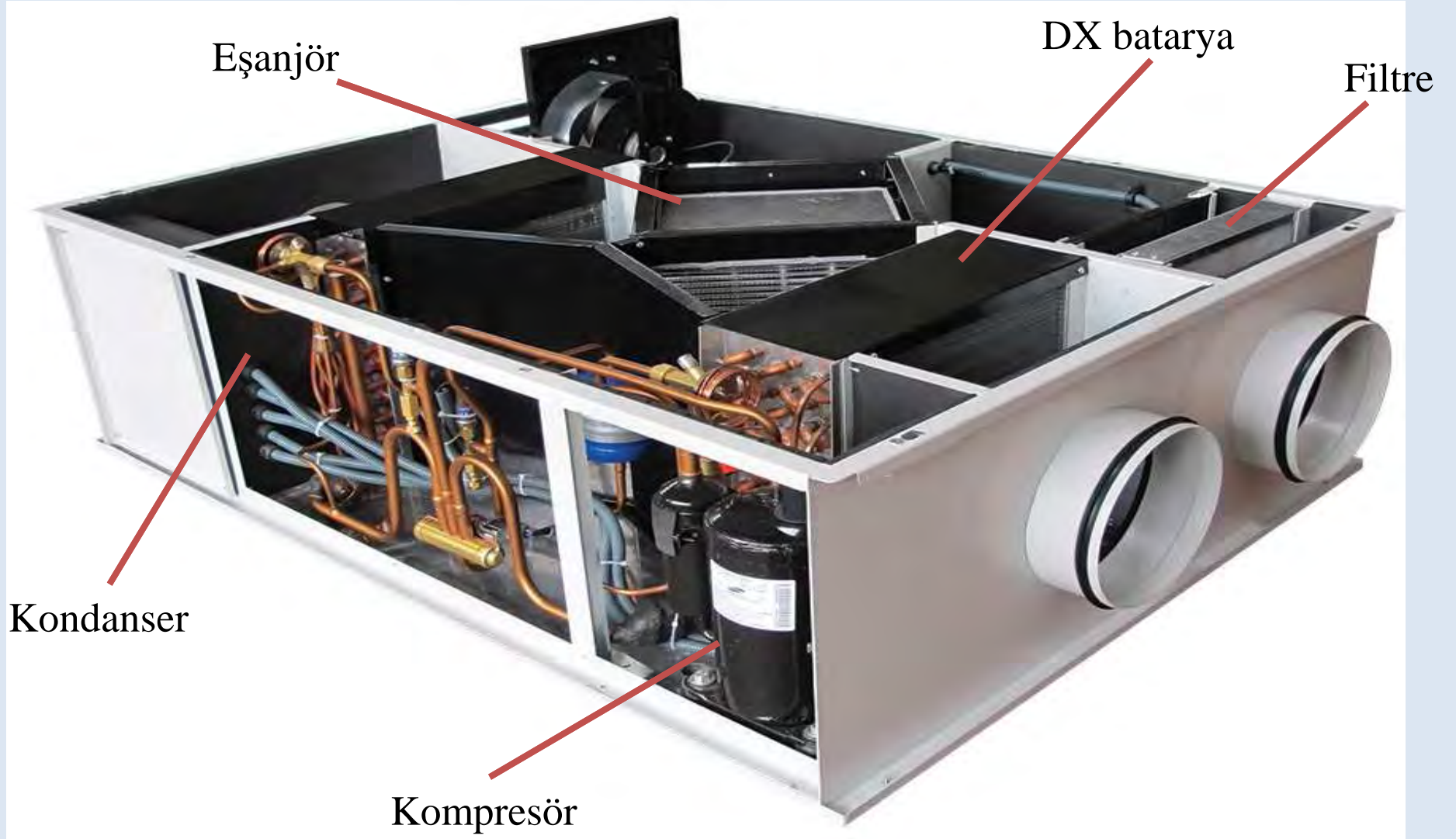




Plug fanlı, Al plakalı eşanjörlü IGK

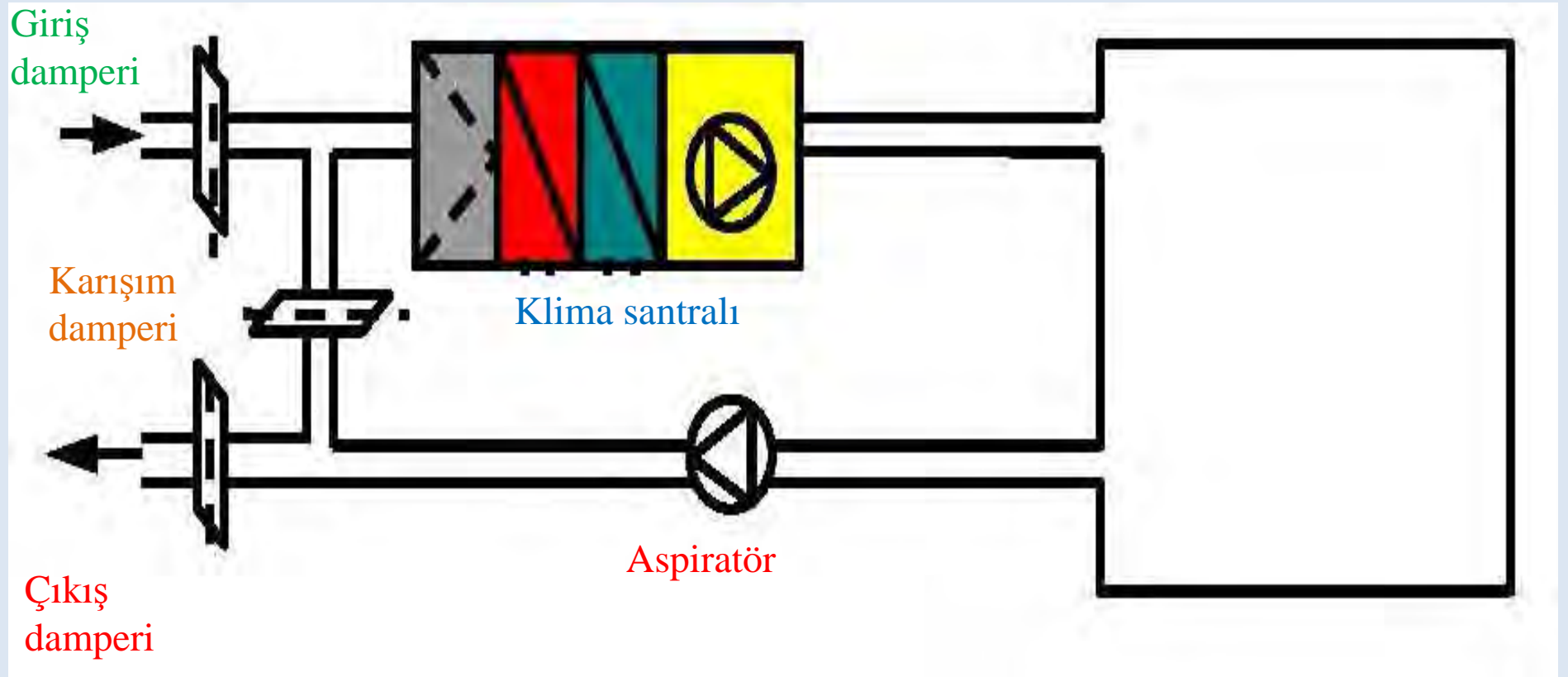


Isı pompalı ısı geri kazanım cihazı



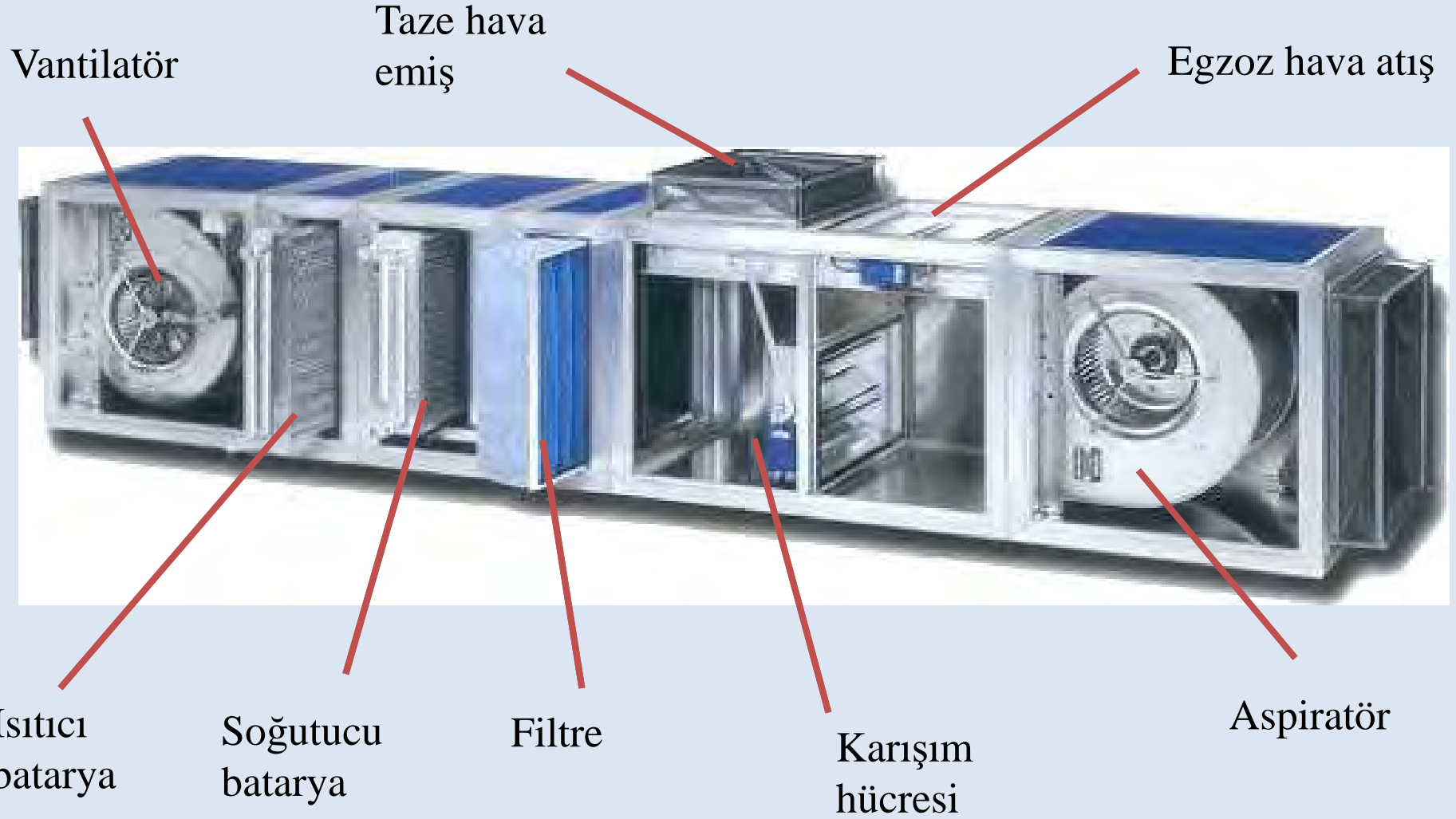
Tamamen hava'lı (klima santralli) tam iklimlendirme sistemleri

Bu sistemlerde ortamın ısıtılması ve soğutulması da klima santrali ile yapılmaktadır.



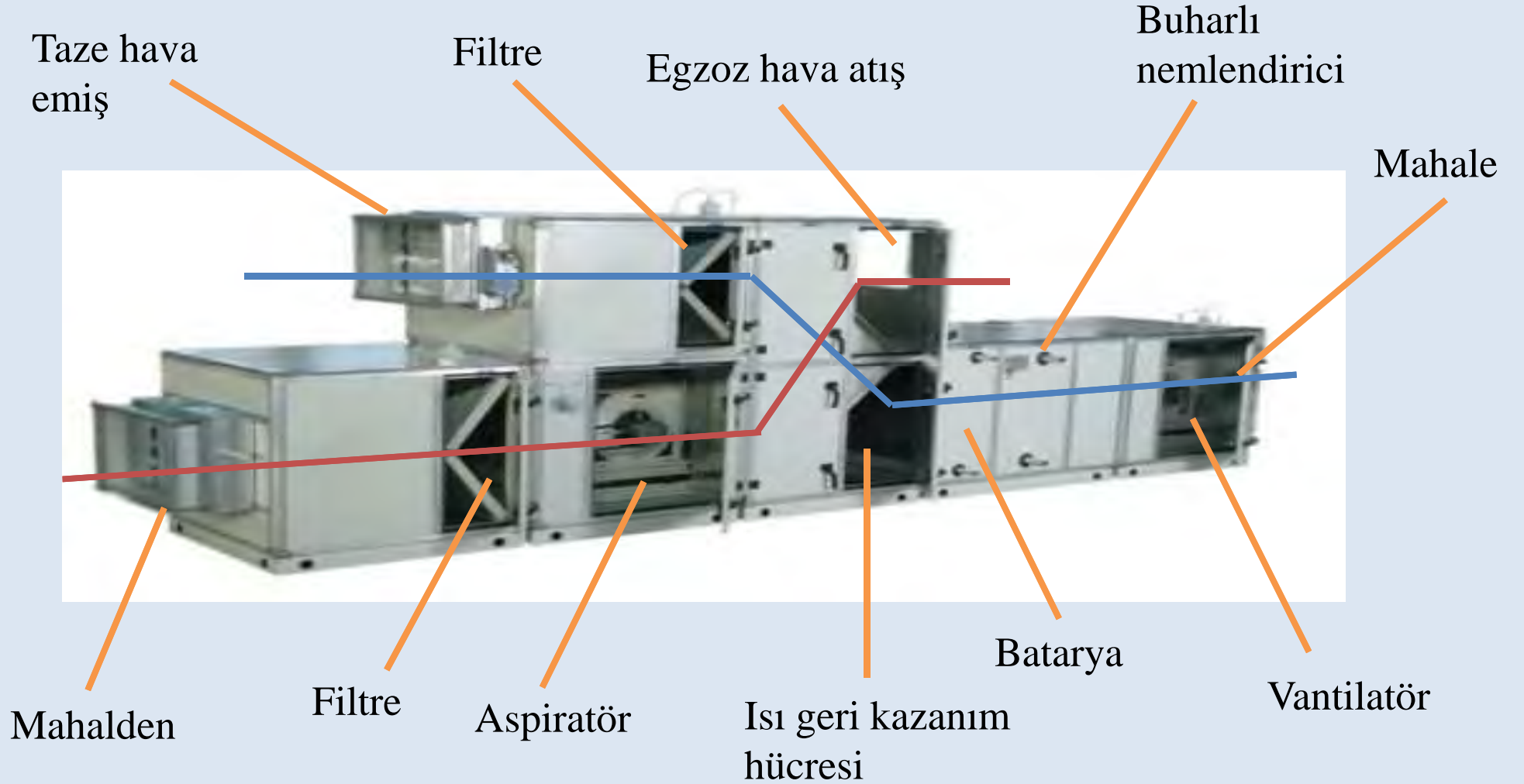


Karışım havalı klima santrali





%100 dış hava beslemeli, ısı geri kazanım üniteli, DX bataryalı klima santrali



Klima santrali bataryaları

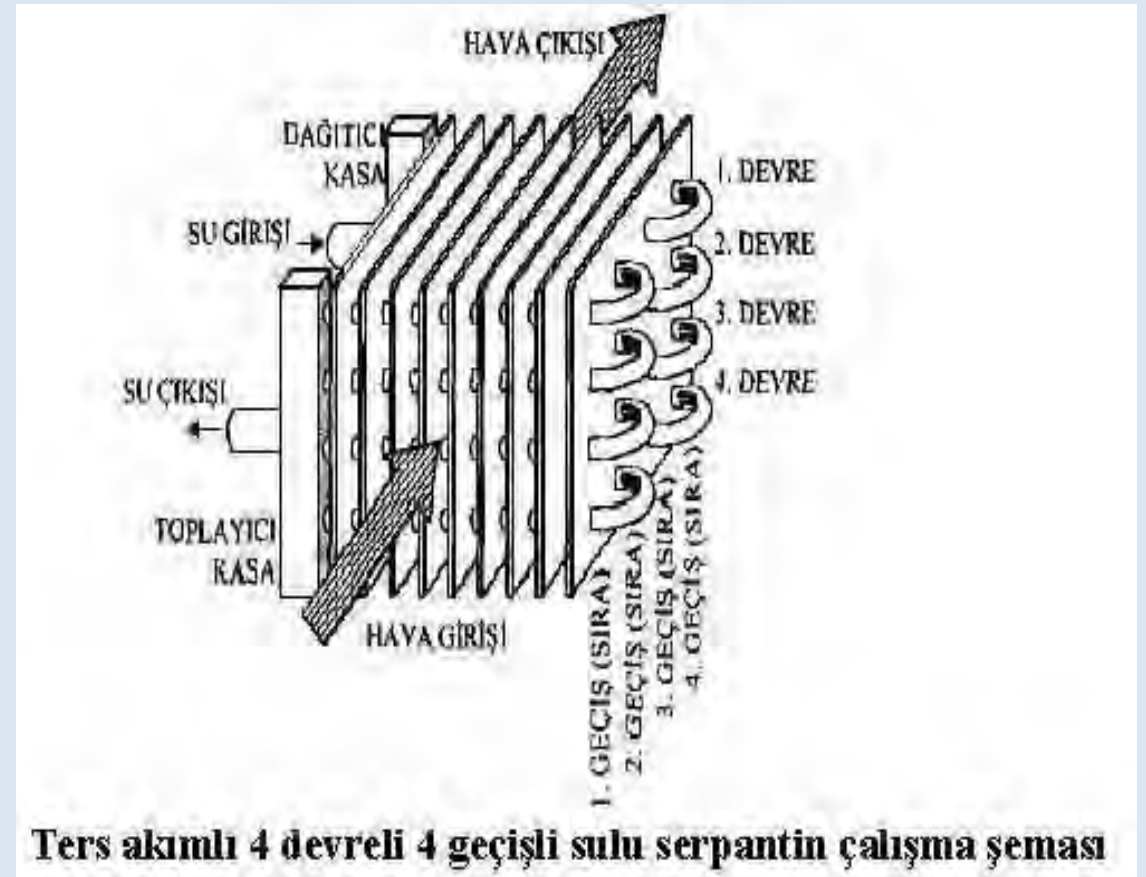
Klima santrallerinde havanın ısıtılması ve soğutulması bataryalar vasıtasıyla olur.

En çok kullanılan batarya türü bakır boru alüminyum kanatlıdır.



Genel olarak;

- Sulu
- Soğutucu gazlı (DX batarya)





Sulu bataryalı sistem

Isıtıcı bataryada kazandan gelen sıcak su veya alçak basınç buhar kullanılır.

Genel olarak ısıtıcı bataryalarda:

Giriş suyu sıcaklığı 90-70 °C

Çıkış suyu sıcaklığı 70-50 °C

Soğutucu bataryada, hava veya su soğutmalı kondenserli su soğutma grubundan gelen soğuk su kullanılır.

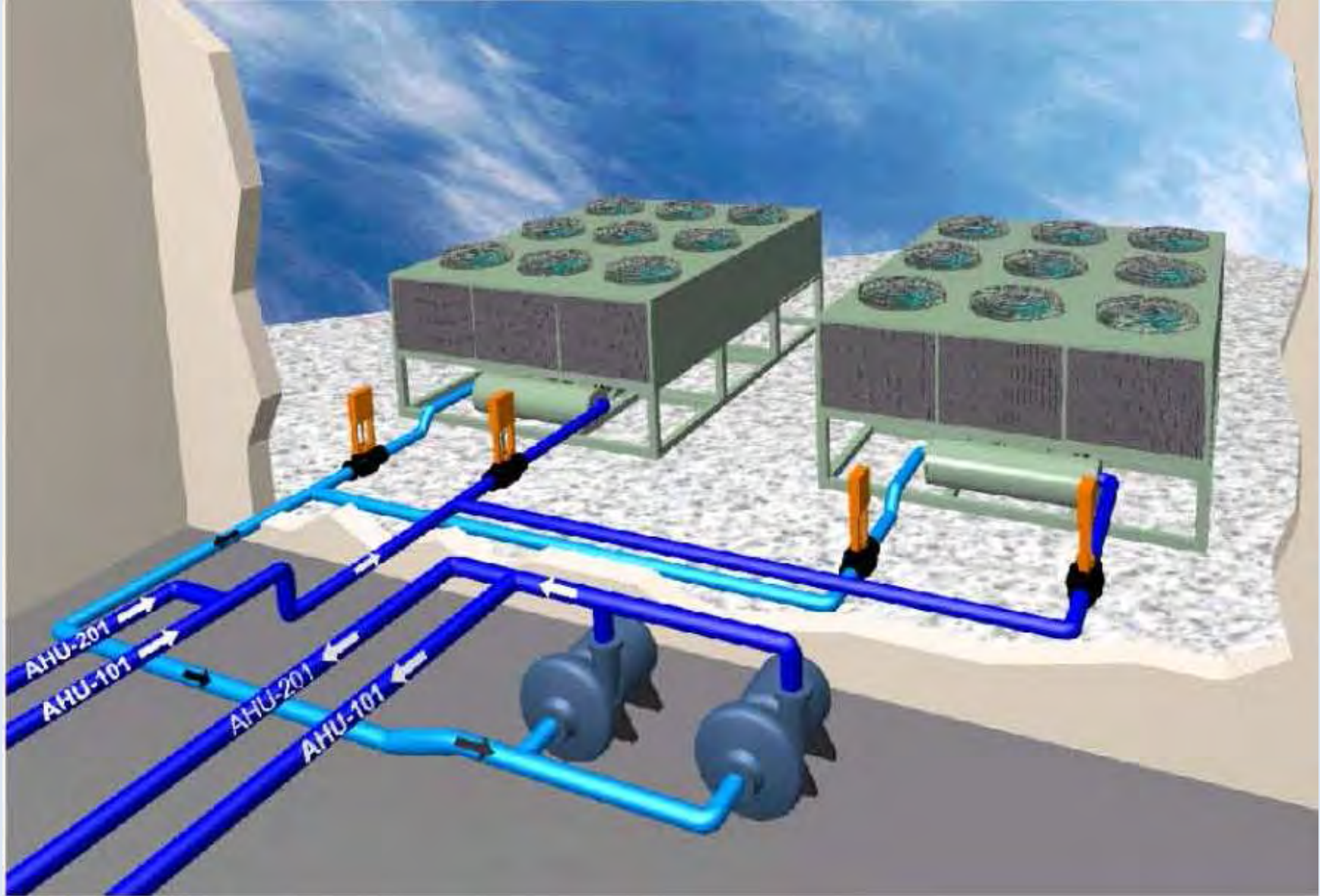
Genel olarak soğutucu bataryalarda:

Giriş suyu sıcaklığı 7 °C

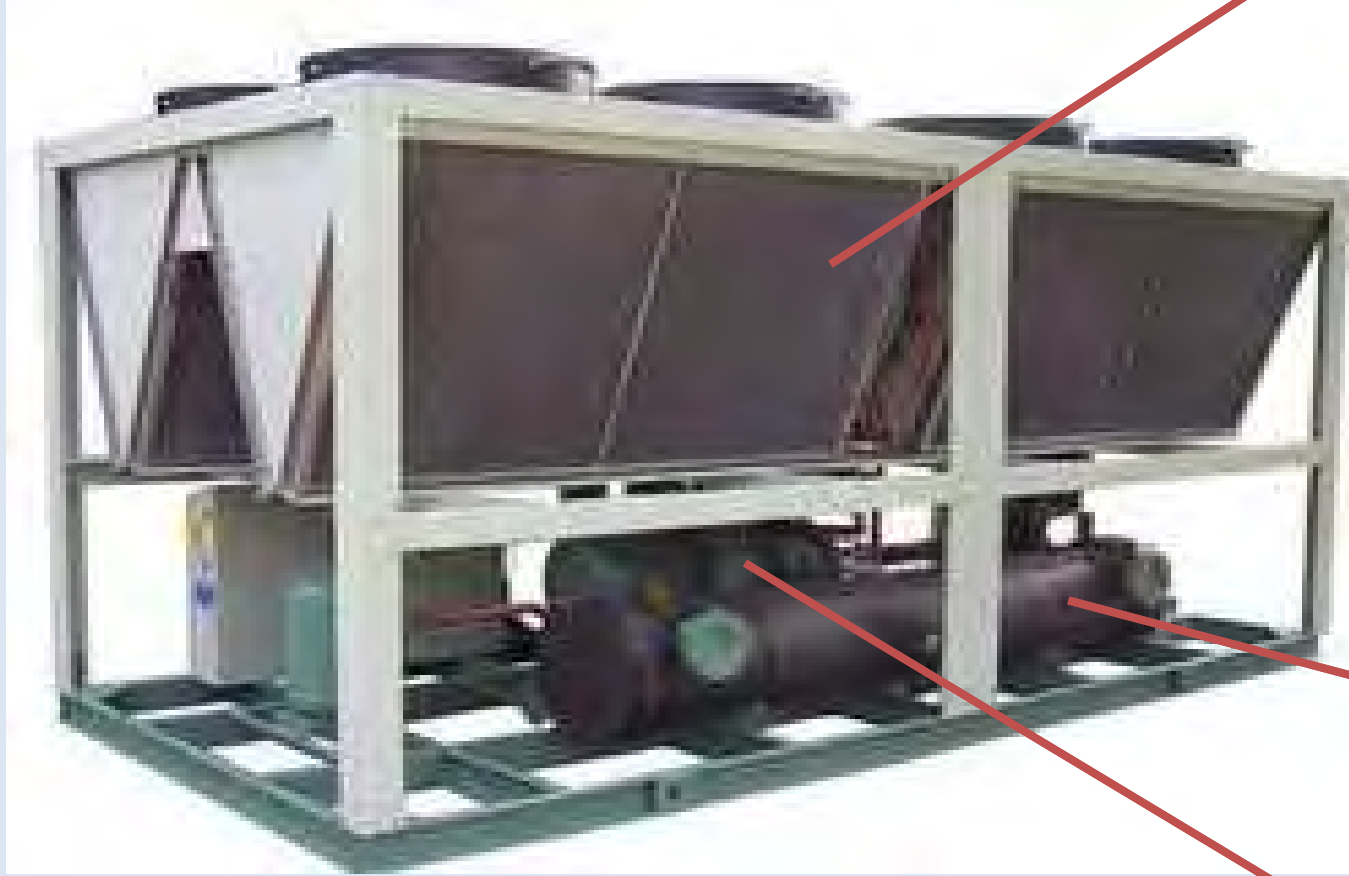
Çıkış suyu sıcaklığı 12 °C



Sulu bataryalı sistem – hava soğutmalı su soğutma sistemi



Sulu bataryalı sistem – hava soğutmalı su soğutma grubu



Kondenser

Verimleri 2,5-3
EER düzeyindedir.

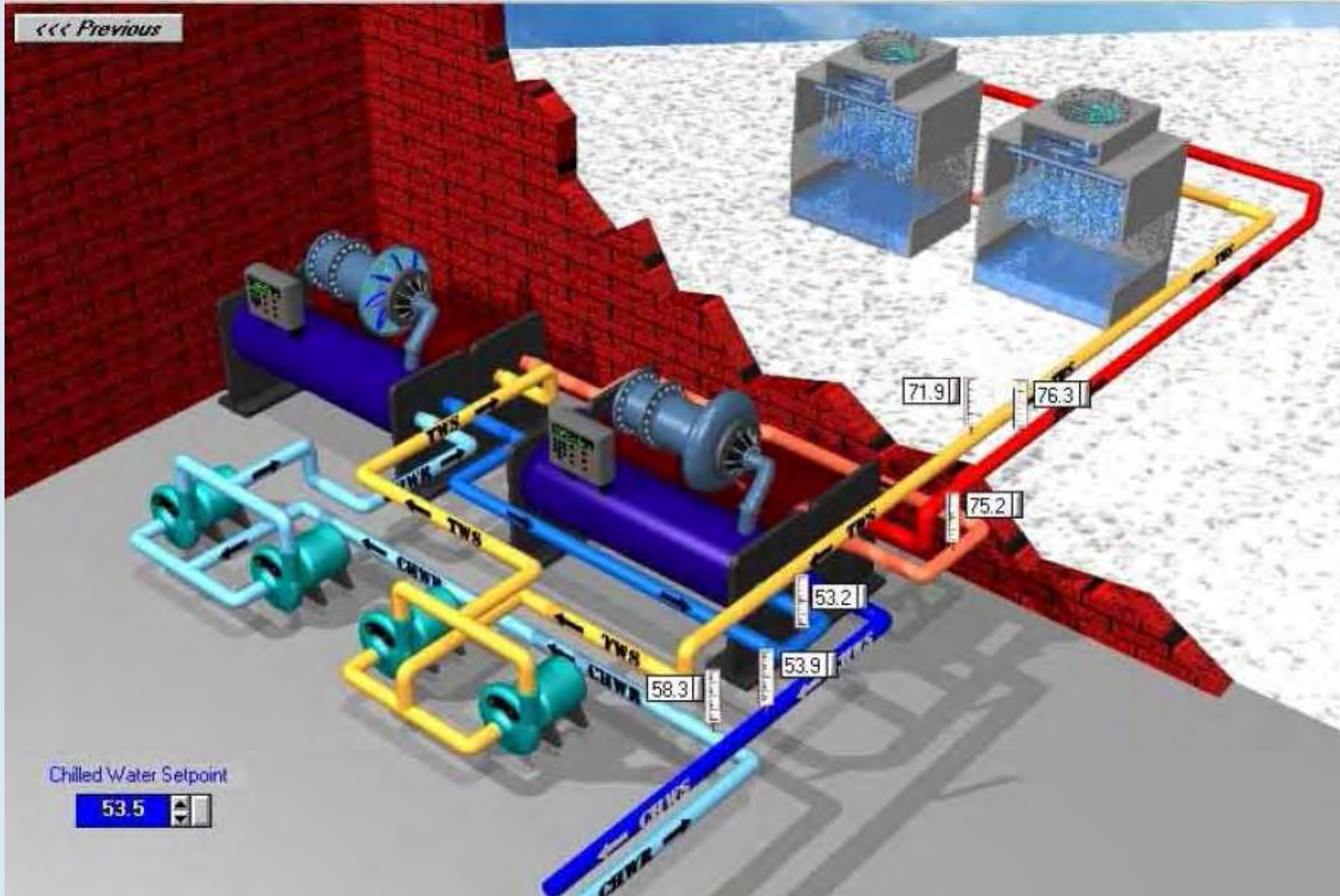
Kapasiteleri
1.250.000 Kcal/h
kadar çıkmaktadır.

Evaporatör

Kompresör



Sulu bataryalı sistem – su soğutmalı su soğutma sistemi



Sulu bataryalı sistem - su soğutmalı su soğutma sistemi ekipmanları

Sistem kapasitesi 5.000.000 Kcal/h kadar çıkmaktadır.



Chiller



Su soğutma kulesi

DX bataryalı sistem

Tek bataryaya gelen soğutucu gaz ile havanın ısıtılması ve/veya soğutulması sağlanmaktadır.

Merkezi klima dış ünitesi kullanılmaktadır.

Kış şartları sert olmayan ılıman iklimli bölgelerde kullanılır.

Klima
santrali





Fanlar

Başlıca türleri

- Aksiyal (eksenel) fanlar
- Radyal (santrifüj) fanlar
- Karışık akışlı (aksiyal-radyal) fanlar

olarak gruplandırılır.

Aksiyal (eksenel) fanlar

Havanın fan çarkı ile aynı ekseninde yön değiştirmeden, hareket ettiği fanlardır.



Eksenel Çark

- Hava akışı mile paraleldir
- Hava genellikle yönlendirici kanatlarla yeniden yönlendirilir

Yüksek hava debileri (10.000 – 150.000 m³/h) ve düşük basınç sınıfına (0 – 500 Pa) sahip sistemler için uygun fanlardır.



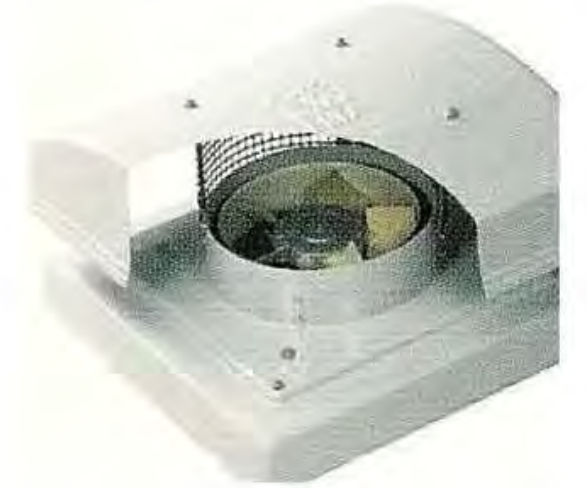
Aksiyal (eksenel) fanlar



DUVAR TİPİ



KANAL TİPİ

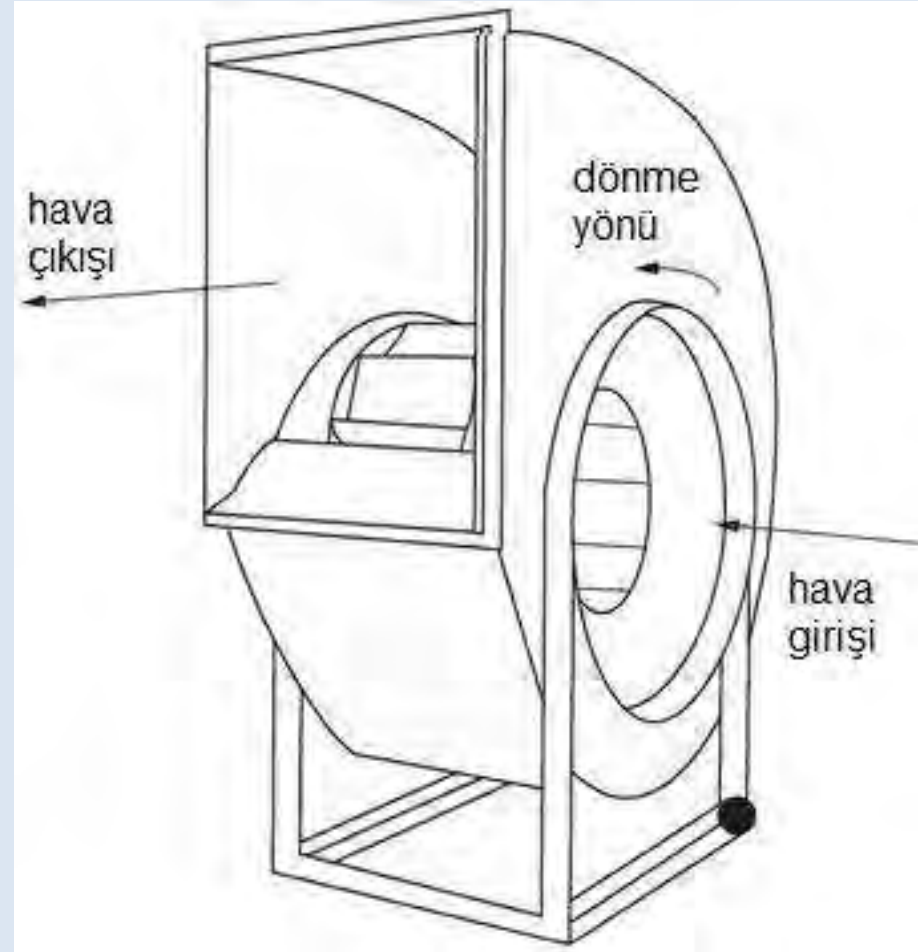


ÇATI TİPİ

Kullanım yerine göre aksiyal fan tipleri

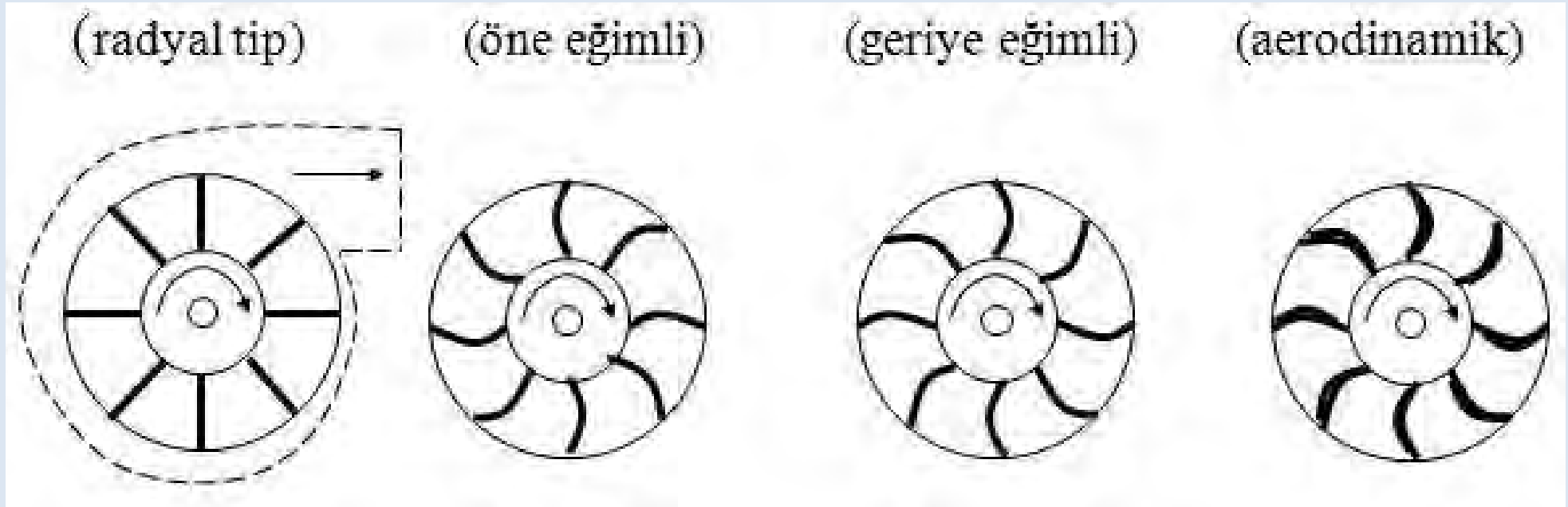
Radyal (santrifüj) fanlar

Havanın fan çarkını, emiş ağzına göre 90° açı yaparak kanatlara teğet olarak terk ettiği fanlardır.



Radyal (santrifüj) fanlar

Radyal tip fanlar eğimsiz (radyal) tip, öne eğimli kanatlı tip, geriye eğimli kanat tip ve aerodinamik kanatlı tip olmak üzere dört kısma ayrılır.



Emiş türüne göre radyal (santrifüj) fanlar



Çift emişli radyal fan
(geriye eğik seyrek kanatlı)



Tek emişli radyal fan
(öne eğik sık kanatlı)

Radyal (santrifüj) fanlar

Plug fanlar da radyal fanların bir türüdür.

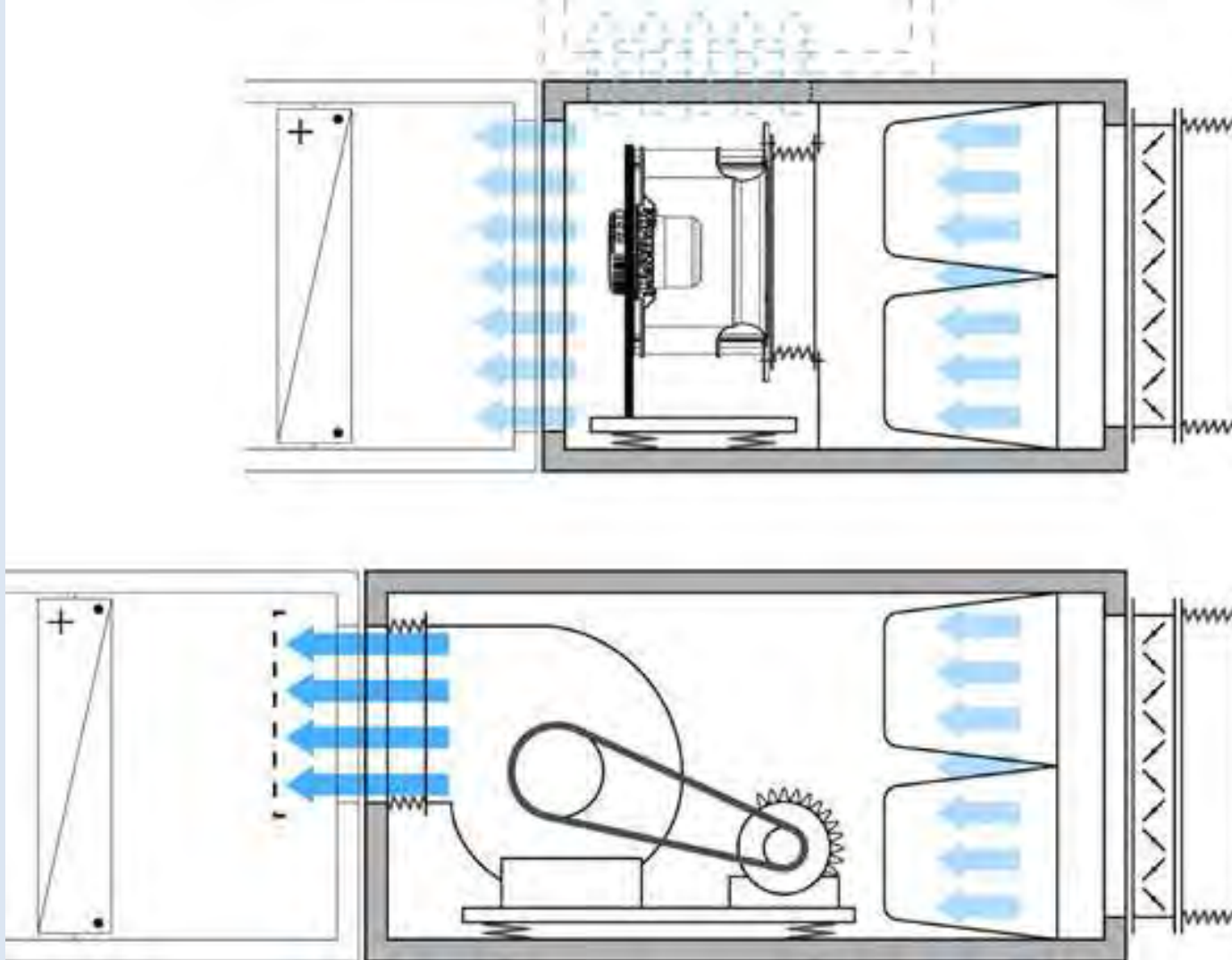


Doğrudan tahrikli plug fan



Kayış tahrikli plug fan

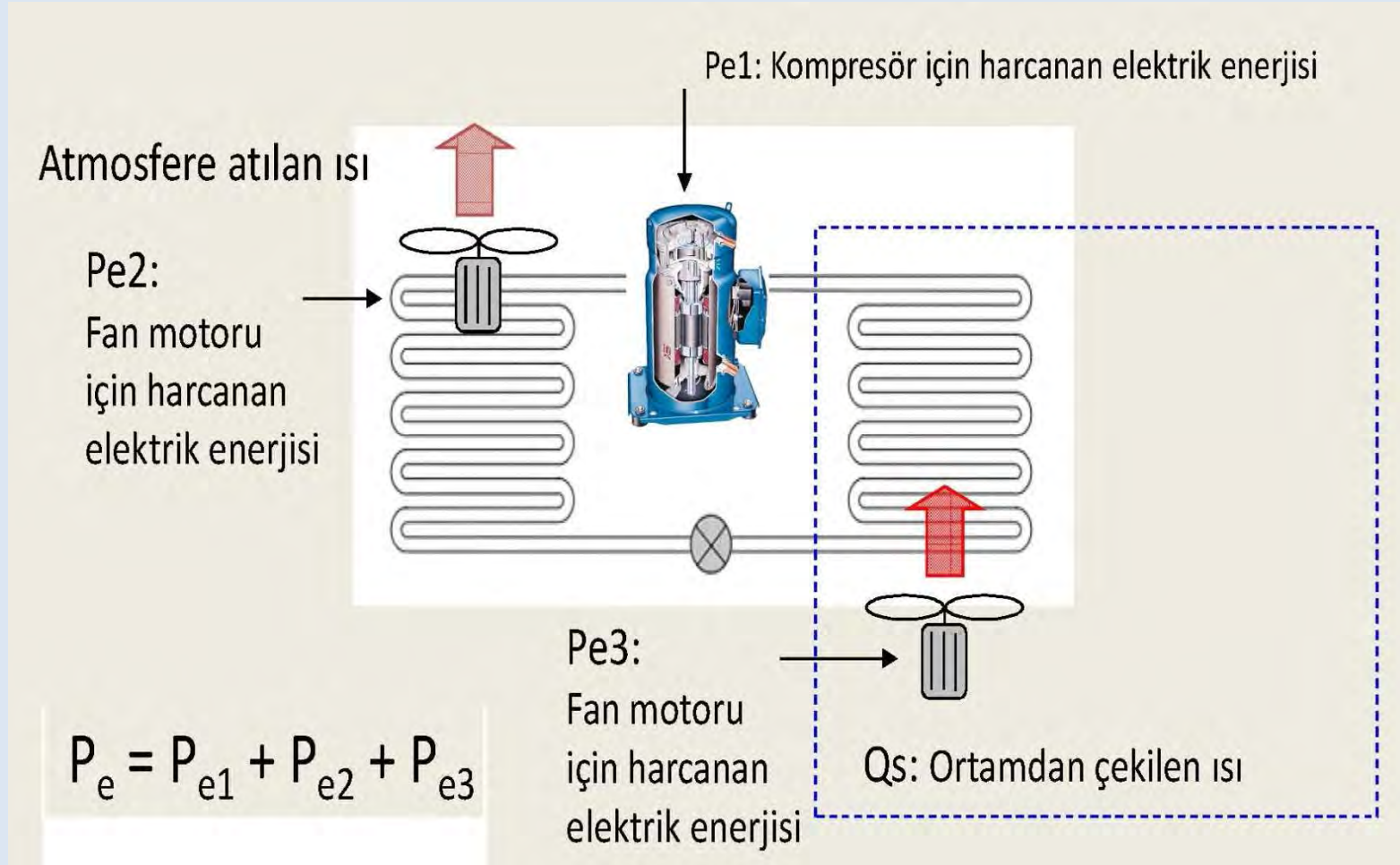
Radyal (santrifüj) fanlar



Plug fanlı

Salyangoz tipi fanlı

Enerji verimliliği





Enerji verimliliği

Isıtmada enerji verimliliği

COP (Coefficient of Performance) : Performans katsayısı

$$\text{COP} = Q_1 / P_e$$

Dış hava sıcaklığı +7 °C KT

İç hava sıcaklığı +20 °C KT

Soğutmada enerji verimliliği

EER (Energy Efficiency Ratio) : Enerji tasarruf oranı

$$\text{EER} = Q_s / P_e$$

Dış hava sıcaklığı +35 °C KT

İç hava sıcaklığı +27 °C KT



Sezonsal enerji verimliliği

Sistemin belli dış hava sıcaklık değerlerindeki enerji verimlilikleri dikkate alınarak bulunmaktadır.

- Soğutmada SEER (+20 °C, +25 °C, +30 °C, +35 °C) Mevsimsel enerji verimliliği oranı
- Isıtmada SCOP (-7 °C, +2 °C, +7 °C, +12 °C) Mevsimsel performans katsayısı

Soğutmada mevsimsel enerji verimliliği oranı hesabı

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

$EER_{100\%} = Q_s / P_s$	%100 kapasitedeki, 35 ^o C Dış hava sıcaklığında enerji verim oranı
$EER_{75\%} = Q_s / P_s$	%75 kapasitedeki, 30 ^o C Dış hava sıcaklığında enerji verim oranı
$EER_{50\%} = Q_s / P_s$	%50 kapasitedeki, 25 ^o C Dış hava sıcaklığında enerji verim oranı
$EER_{25\%} = Q_s / P_s$	%25 kapasitedeki, 20 ^o C Dış hava sıcaklığında enerji verim oranı



Proje

- Proje koşulları
- Tasarım kriterleri
- Sistem seçimi
- Sistem ön hesapları
 - Isı kaybı hesabı
 - Isı kazancı hesabı
 - Taze / çevrim hava debisi hesabı
 - Hava debisi belirlenmesi
- Ön cihaz belirleme ve seçimleri
 - Mahal cihazları (menfez, hepa filtre, klima / fan-coil iç ünite vb.)
 - Sistem cihazları (IGK, VAV – CAV üniteleri vb.)



Proje

- Tasarım
 - Cihaz yerleşimi
 - Hava kanalı
 - Borulama (su ve/veya soğutucu gaz)
- Sistem son hesaplamaları ve ana cihaz kapasite belirlenmesi
 - Hava kanalı kritik devre
 - Boru kritik devre (sulu sistem)
 - Yardımcı sistem cihazları (pompa, kazan, eşanjör, batarya vb.)
 - Ana sistem cihazları (santral, dış ünite, su soğutma grubu vb.)
- Raporlama



Proje koşulları

İzmir meteorolojik koşulları

Konum: İzmir 38° 24' K 27° 10' D

Kış KT : 0 °C rüzgarlı

Kış YT : -1,2 °C

Yaz KT : 37 °C

Yaz YT : 24 °C

Δt : 12,8 °C (dış günlük sıcaklık fark)



Tasarım kriterleri

Sistemin veya sistemlerin hitap edeceği yerin kullanım türüne göre standart, yönetmelik veya literatürlerde belirtilmektedir.

İç ortam değerleri

Yaz : 26 °C (KT) - % 50 RH

Kış : 22 °C (KT) - % 50 RH

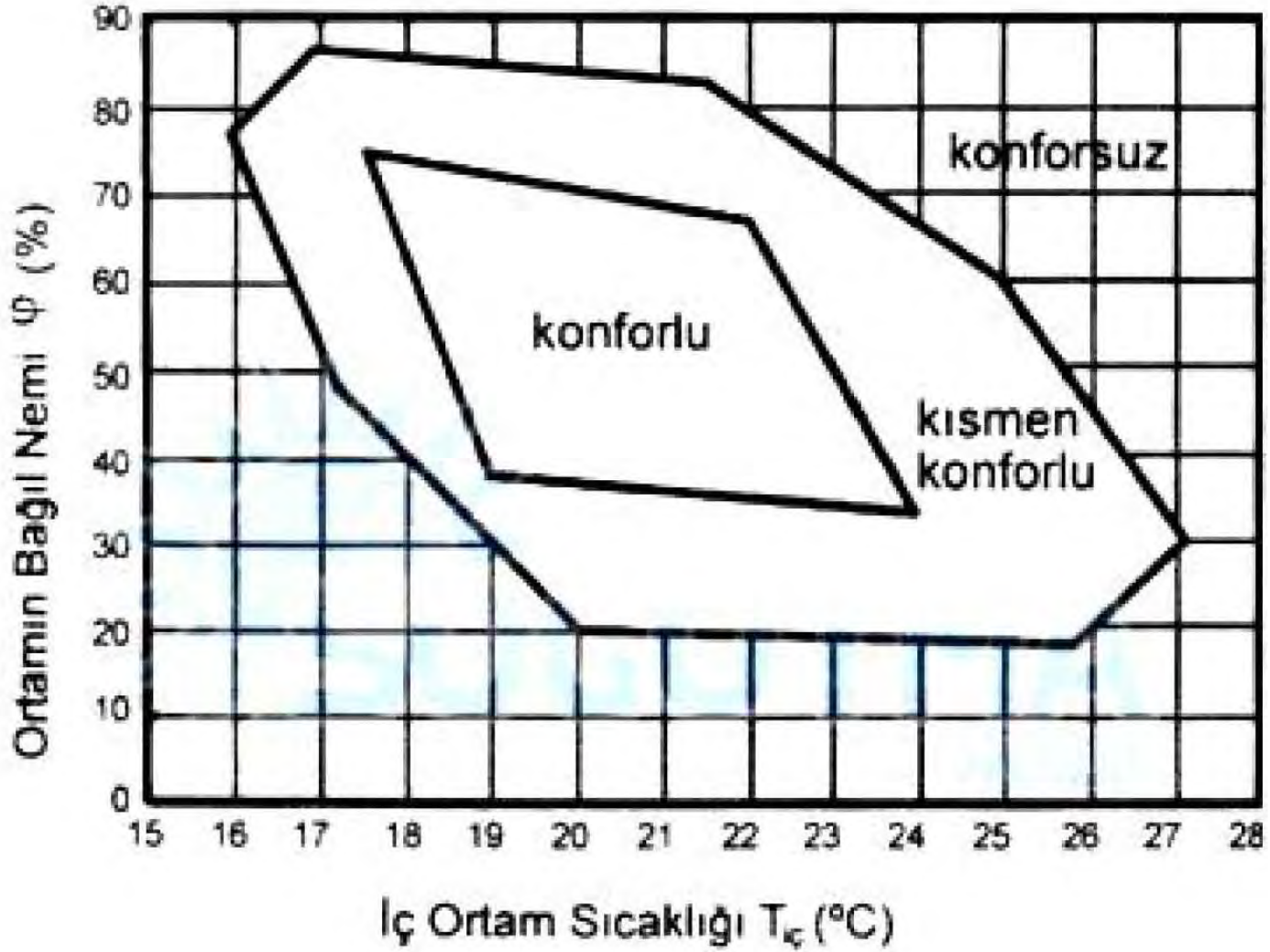
Sağlık tesisleri ile ilgili olarak DIN 1946/4 standardında, TS3419 standardında, MMO yayınlarında, Sağlık Bakanlığı Tasarım Standartları Kılavuzunda tasarım kriterleri yer almaktadır.

Ameliyathane iç ortam değerleri

Yaz : 18 °C (KT) - % 50 RH

Kış : 26 °C (KT) - % 50 RH

Tasarım kriterleri



Kış şartları için konfor sıcaklık/nem aralığı



Isı kaybı-kazancı

Mahallerin ısı kayıp ve kazancı hesapları sonucu mahalın ısıtma ve soğutma ihtiyacı belirlenmiş olur.

Isı kayıp ve kazanç hesapları, havalandırmalı sistemlerde mahal hava debisinin belirlenmesi için gereklidir.

Günümüzde paket programlar vasıtasıyla yapılmaktadır.

- Soğuk iklimli bölgelerde ısı kaybı
 - Sıcak bölgelerde ısı kazancı
- cihaz seçiminde, hava debisi belirlenmesinde etkindir.



Isı kazancı hesabı

Tablo 12.1 İklimlendirme Yükü Hesap Cizelgesi

SAYFA	İŞİN ADI	MÜŞTERİ NO :	TARİH		
HAZIRLAYAN	İŞİN YERİ	İŞ NO	KONTROL		
MAHALİN KULLANIM AMACI :		HESABA KONUSUN OLAN GÜN:	PIK YÜKÜN OLUŞTUĞU GÜN:		
BOYUTLARI		SAAT:	SAAT:		
YÜK BİLEŞENİ	ALANI VEYA MİKTARI	EŞDEĞER SICAKLIK FARKI VEYA BİRİM SOĞUTMA YÜKÜ	ÇARPAN VEYA KATSAYI	WATT SOĞUTMA YÜKÜ	
CAMLARDAN GÜNEŞ İŞİNİMİ KAZANCI					
CAM	m ²				
CAM	m ²				
CAM	m ²				
CAM	m ²				
TEPE CAMI	m ²				
DIŞ DUVARLARDAN VE ÇATIDAN İLETİMLE İSİ KAZANCI					
DUVAR	m ²				
DUVAR	m ²				
DUVAR	m ²				
DUVAR	m ²				
ÇATI-GÜNEŞLİ	m ²				
ÇATI-GÖLGELİ	m ²				
DIŞ DUVARLAR VE ÇATI DIŞINDAKİ YÜZEYLERDEN İLETİMLE İSİ KAZANCI					
TÜM CAMLAR	m ²				
BÖLMELER	m ²				
TAVAN	m ²				
DÖŞEME	m ²				
HAVA SIZMASI	m ³ /s				
İÇ KAYNAKLARDAN İSİ KAZANCI					
İNŞANLAR	kişi				
AYDINLATMA	adet				
MOTORLAR	adet				
CIHAZLAR v.b.	adet				
DİĞER					
ARA TOPLAM EMNİYET ÇARPANI					
(ODI) ODA DUYULUR İSİSİ				①	
VERİŞ KANALI VE FAN KAZANÇLARI					
KANAL İSİ KAZANCI	ODI	%			
KANAL HAVA KAÇAKLARI	ODI	%			
FANLAR	FAN GÜCÜ	(1 - η)			
BAYPAS HAVASINDAN İSİ KAZANCI					
DIŞ HAVA	m ³ /s	°C	(BO)		
(EODI) ETKİN ODA DUYULUR İSİSİ				③	
GİZLİ İSİ KAZANÇLARI					
HAVA SIZMASI	m ³ /s	kg/kg			
İNŞANLAR	kişi				
BUHAR	adet	kg/s			
CIHAZLAR v.b.	adet				
DİĞER					
BUHAR GEÇİŞİ	m ³	Pa			
ARA TOPLAM EMNİYET ÇARPANI					
(OGI) ODA GİZLİ İSİSİ				②	
VERİŞ KANALI KAZANÇLARI					
KANAL HAVA KAÇAKLARI	OGI	%			
BAYPAS HAVASINDAN İSİ KAZANCI					
DIŞ HAVA	m ³ /s	°C	(BO)		
(EOGI) ETKİN ODA GİZLİ İSİSİ				⑥	
(EOTI) ETKİN ODA TOPLAM İSİSİ				⑦	
DIŞ HAVA İSİSİ					
DUYULUR	m ³ /s	°C	(1-BO)		
GİZLİ	m ³ /s	kg/kg	(1-BO)		
DÖNÜŞ KANALI KAZANÇLARI					
KANAL İSİ KAZANCI		%			
KANAL HAVA KAÇAKLARI		%			
SOĞUTMA SUYU DEVRESİNDEN KAZANÇLAR					
POMPALAR	POMPA GÜCÜ	(1 - η)			
BORU KAYIPLARI		%			
ARA TOPLAM					
(TSY) TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ				⑤	
MÜŞTERİ NO :		TARİH			
İŞ NO		KONTROL			
HESABA KONUSUN OLAN GÜN:		PIK YÜKÜN OLUŞTUĞU GÜN:			
SAAT:		SAAT:			
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ					
SARTLAR	KTs	YTS	NEM	ÇN	NEM
	°C	°C	%	°C	kg/kg
DIŞ HAVA	⑫				
MAHAL	⑨				
FARK					
DIŞ HAVA HESABI					
HAVALAN-DIRMA	kişi × m ³ /s kişi =	m ³ /s			
	m ² × m ³ /s m ² =	m ³ /s			
HAVALANDIRMA (m ³ /s)					
HAVA SIZMASI					
DÖNER KAPILAR	kişi × m ³ /s kişi =				
AÇIK KAPILAR	kapi × m ³ /s kapi =				
EGZÖZ FANI					
ÇATLAK	m × m ³ /s m				
HAVA SIZMASI (m ³ /s)					
CIHAZDAN GEÇEN DIŞ HAVA ⑬ (m ³ /s)					
CIHAZ ÇİĞ NORTASI (CCN)					
ETKİN DUYULUR İSİSİ ORANI	EDIO = EODI / EOTI =	⑧			
CCN	Hesap CCN = °C	Seçim CCN = ⑩	°C		
NEMİ ALINAN HAVA MİKTARI					
SICAKLIK YÜKSELMESİ	(1-BO) × (T _{oda} - T _{ccn}) =	⑫	°C		
NEMİ ALINAN HAVA DEBİSİ	p × c _p × ΔT _{em, ynk} =	⑬	m ³ /s		
VERİŞ MENFEZİ SICAKLIK FARKI (T _{oda} - T _{vb})	ODI				
	p × c _p × Q _{menfez} =				
VERİŞ HAVASI MİKTARI					
VERİŞ HAVASI	ODI				
	p × c _p × ΔT _{verış} =	⑭	m ³ /s		
BAYPAS HAVASI	Q _{hav, bay} - Q _{menfez} =				
	BO = ⑪				
CIHAZA GİRİŞ VE ÇIKIŞ ŞARTLARI					
GİRİŞTEKİ KTS	T _{vb1} + $\frac{Q_{dir, hawa}}{Q_{ver, hawa}}$ + (T _{dir} - T _{vb1}) =	°C			
ÇIKIŞTAKİ KTS	T _{vb2} + BO × (T _{rkts} - T _{vb2}) =	°C			
YTS (Giriş/Çıkış)	Psikrometrik diyagramdan.				
NOTLAR					



A) Duyulur ısı kazancı

- 1- Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı
- 2- Dış duvar ve çatıdan güneş radyasyonu ve transmisyon ile ısı kazancı
- 3- Pencere, iç duvar, tavan, döşeme vb. transmisyon ısı kazancı
- 4- İnsanlardan
- 5- Güç kaynaklarından
- 6- Aydınlatmadan
- 7- Aletlerden
- 8- İlave ısı kazancı kaynaklarından
- 9- Kanallardan
- 10- Dışa hava sızıntı ısı kazancı



B) Gizli ısı kazancı

- 1- İnfiltrasyon ısı kazancı
- 2- İnsanlardan
- 3- Buhar
- 4- Aletlerden
- 5- İlave ısı kazancı kaynaklarından
- 6- Buhar ısı kazancı
- 7- Dış hava sızıntı ısı kazancı



Isı kazancı hesabında belirleyici etkenler

- Mahalin yönü
 - Güneş radyasyon oranı
 - Eş değer sıcaklık farkını
- Cam özelliği (ısı yutan, renkli vb)
- Gölgele faktörü (açık/koyu renk, perde, jaluzi vb.)
- İnsanların aktivitesi
- Elektrikli cihazların gücü



Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı

$$Q_G = A \times F_G \times q_G$$

Q_G = Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı

A = Pencere alanı

F_G = Gölgeleme faktörü = $F_Y \times F_C$

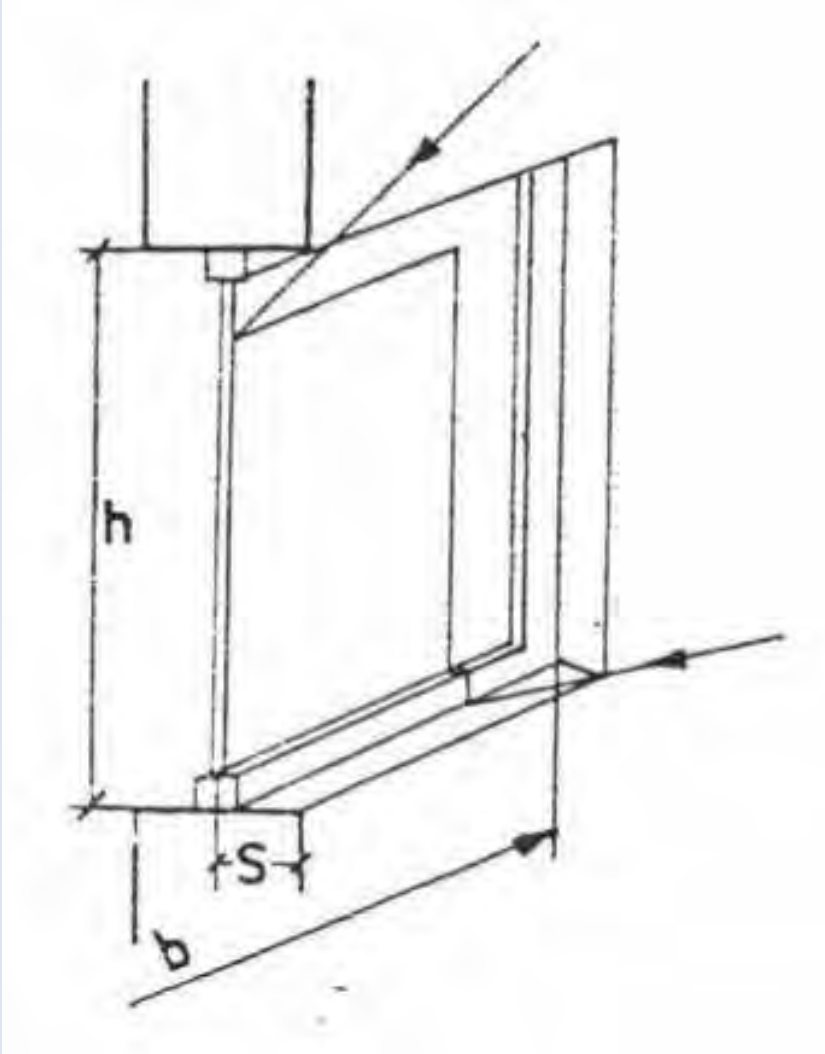
q_g = Birim pencere alanından geçen radyasyon ısısı

F_C = Cam gölgeleme faktörü

F_Y = Pencerenin radyasyon geçirme oranı

$$F_Y = F_R / F = 1 - (r_1 \cdot \text{tg} \beta / \cos \gamma) - r_2 \cdot \text{tg} \gamma + (r_1 \cdot r_2 \cdot \text{tg} \gamma / \cos \gamma)$$

Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı



$$r1 = S / h$$

$$r2 = S / b$$

s= denizlik genişliği

b= pencere genişliği

h= pencere yüksekliği

β = Güneş yükseklik açısı

γ = Duvar-güneş azimut açısı

Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı

Tablo 14 β Güneş yükseklik açısı ile muhtelif cihetteki duvarlar için γ duvar-güneş azimut açısının değerleri (18° Kuzey sapması için hesaplanmıştır) (1 Ağustos)

Enlem	Güneş zamanı		Güneş yükseklik açısı β	Duvar-Güneş azimutu γ //					
	↓ Öğ.évvel →			K	KD	D	GD	G	GB
30° Kuzey	6	18	9,0	74	29	16	61		
	7	17	21,5	81	36	9	54		
	8	16	34,5	88	43	2	47	Gölge	
	9	15	47,5	Gölge	51	6	39	84	
	10	14	60,0		62	17	28	73	
	11	13	72,0		83	38	7	52	Gölge
	12		78,0		Gölge	90	45	0	45
40° Kuzey	5	19	0,5	66	21	24	69		
	6	18	11,5	76	31	14	59		
	7	17	23,0	85	40	5	50	Gölge	
	8	16	34,5	Gölge	50	5	40	85	
	9	15	45,5		61	16	29	74	
	10	14	56,0		76	31	14	59	Gölge
	11	13	64,5		Gölge	55	10	35	80
12		68,0			90	45	0	45	
50° Kuzey	5	19	4,5	67	22	23	68		
	6	18	13,5	78	33	12	57		
	7	17	23,5	90	45	0	45	90	
	8	16	33,0	Gölge	57	12	33	78	
	9	15	42,0		70	25	20	65	
	10	14	50,0		87	42	3	48	Gölge
	11	13	56,0		Gölge	64	19	26	71
12		58,0			90	45	0	45	
	Öğ.sonra ↑ →			K	KB	B	GB	G	GD

γ = Duvar-güneş azimut açısı



Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı

Tablo 5 Senenin muhtelif ayları ve günün muhtelif zamanlarına göre çeşitli enlemlerdeki β Güneş yükseklik ve α azimut açıları.

Kuzey Enlem	Güneş zamanı	Oc 21		Şb 20		Mı 22		Nı 20		My 21		Haz 21		Tem 23		Ağ 24		Ey 22		Ek 23		Kı 21		Ar 22		Güneş zamanı	
		β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α				
Enlem 40°	6 Oğ.E																									6 Oğ.E	
	7			5	70	12	81	19	89	24	97	26	100	24	97	19	89	12	81	5	70					7	
	8	2	55	15	61	23	70	30	78	35	87	37	91	35	87	30	78	23	70	15	61	8	55	5	53	8	
	9	17	44	24	49	33	58	41	67	47	76	49	80	47	76	41	67	33	58	24	49	17	44	14	42	9	
	10	24	31	32	35	42	42	51	51	57	62	60	66	57	62	51	51	42	42	35	35	24	31	21	29	10	
	11	28	16	37	18	48	23	58	29	66	37	69	42	66	37	58	29	48	23	37	18	28	16	25	15	11	
	12	30	0	39	0	50	0	61	0	70	0	73	0	70	0	61	0	50	0	39	0	30	0	27	0	12	
	13 Oğ.S	28	16	37	18	48	23	58	29	66	37	69	42	66	37	58	29	48	23	37	18	28	16	25	15	13 Oğ.S	
	14	24	31	32	35	42	42	51	51	57	62	60	66	57	62	51	51	42	42	35	35	24	31	21	29	14	
	15	17	44	24	49	33	58	41	67	47	76	49	80	47	76	41	67	33	58	24	49	17	44	14	42	15	
	16	8	55	15	61	23	70	30	78	35	87	37	91	35	87	30	78	23	70	15	61	8	55	5	53	16	
	17			5	70	12	81	19	89	24	97	26	100	24	97	19	89	12	81	5	70					17	
	18								7	99	13	106	15	108	13	106	7	99									18

β = Güneş yükseklik açısı

Camlardan güneş radyasyonu ile ısı kazancı

Tablo 13: Çeşitli cam cinsleri ve gölgelikler için gölgeleme faktörleri
(Not: Bu faktörler sadece camdan geçen toplam radyasyon'a uygulanacaktır)

Gölgeliğin tipi	Güneşin bakan tarafındaki RENK	Gölgeleme faktörleri							
		Tek kat normal cam 1		Çift(yahut üç) kat normal cam 2		Tek kat ısı yutan cam 3		Cam blokları 4	
		Tam Kapalı	Yarı Kapalı	Tam Kapalı	Yarı Kapalı	Tam Kapalı	Yarı Kapalı	Tam Kapalı	Yarı Kapalı
Tente gölgelik, yanları ve üstü binaya sıkıca bağlı Tente gölgelik, yanları ve üstü binadan açık Tente gölgelik, yanları ve üstü binaya sıkıca bağlı Tente gölgelik, yanları ve üstü binadan açık	Koyu veya orta	0,35	...	0,35*	...	0,32*	...	0,30*	...
	Koyu veya orta	0,25	...	0,25*	...	0,22*	...	0,20*	...
	Beyaz veya alüminyum	0,25	...	0,25*	...	0,22*	...	0,20*	...
	Beyaz veya alüminyum	0,20	...	0,20*	...	0,18*	...	0,15*	...
İç tarafta perde	Beyaz	0,45	0,72	0,50	0,75	0,55	0,78	0,72	0,86
	Krem	0,50	0,75	0,55	0,78	0,64	0,82	0,75	0,88
	Açık kahve	0,60	0,80	0,64	0,82	0,67	0,84	0,80	0,90
	Koyu yeşil yahut kahverengi	0,80	0,90	0,82	0,91	0,85	0,93	0,90	0,95
İç tarafta jalousi, kanatları 45° durumda	Beyaz	0,60	0,80	0,64	0,82	0,67	0,84	0,80	0,90
	Krem, bej	0,68	0,84	0,71	0,86	0,73	0,87	0,84	0,92
	Alüminyum	0,68	0,84	0,71	0,86	0,73	0,87	0,84	0,92
	Açık gri	0,75	0,88	0,78	0,89	0,80	0,90	0,88	0,94
İç tarafta jalousi, kanatları 45° durumda	Orta renkler	0,80	0,90	0,82	0,91	0,93	...	0,90	0,95
	Koyu renkler	0,90	0,95	0,91	0,96	...	...	0,95	0,97
Dışta jalousi, kanatlar 45°, pencereyi tamamen örtüyor	Alim. yahut krem	0,30	...	0,30*	...	0,25*	...	0,20*	...
	Dışta açık renk fakat kanatların iç tarafında koyu renk	0,20	...	0,20*	...	0,18*	...	0,15*	...
Dışta jalousi, kanatlar 45°, kenarlar bir tente gibi pencerenin tek 2/3 ünu örtüyor	Alim. yahut krem	0,40	...	0,40*	...	0,33*	...	0,28*	...
	Dışta açık renk fakat kanatların iç tarafında koyu renk	0,35	...	0,35*	...	0,30*	...	0,20*	...
Dışta pancer (Tablo 15 e bak)	...	...	...	...	...	...	...	...

$F_C =$ Cam gölgeleme faktörü



Dış duvar ve çatıdan güneş radyasyonu ve trasmisyon ile ısı kazancı

$$Q_D = k \times A \times \Delta T_{E\text{Ş}}$$

k = duvar veya çatının ısı iletim katsayısı

A = Duvar veya çatının alanı

$\Delta T_{E\text{Ş}}$ = eşdeğer sıcaklık farkı

$$\Delta T_{E\text{Ş}} = \Delta T_E + \Delta T_D$$

ΔT_E tablodan alınan düzeltilmemiş eşdeğer sıcaklık farkı (iç-dış sıcaklık farkı = 8 °C ve günlük sıcaklık farkı 11 °C)

ΔT_D düzeltme sıcaklığı

ΔT_E duvar

ΔT_E çatı

Çatı maksimum saat

Dış günlük sıcaklık farkı	$\Delta T =$	12,8
Sıcaklık farkı düzeltmesi (11 C için)	$\Delta T_d =$	-0,9
Dış sıcaklı	T_d	37
İç sıcaklık	T_i	22
iç dış sıcaklık farkı	$\Delta T =$	15
Sıcaklık farkı düzeltmesi (8 C için)	$\Delta T_{id} =$	7
Düzeltilme toplam değeri	$\Delta T_f =$	6,1



Pencere, iç duvar, tavan, döşeme vb. transmisyon ısı kazancı

$$Q_T = k \times A \times \Delta T$$

k = ısı iletim katsayısı

A = Yapı elemanı alanı

1- Pencereleler

$$\Delta T = T_D - T_i$$

T_D : dış sıcaklık

T_i : iç sıcaklık

2- Komşu mahaller

$$\Delta T = T_K - T_i$$

ΔT : Tablolardan alınmaktadır.

$\Delta T =$ Klimatize edilen hacim ile komşu hacim arasındaki sıcaklık farkı



İnsanlardan duyulur - gizli ısı kazancı

ÇALIŞMA ŞEKLİ	MAHÂL	Zelilğin insanın ısı için tepkisi Kcal/h	Ortalama tepkisi Kcal/h	Odanın kuru termometresi									
				27,8°C		26,7°C		25,6°C		23,9°C		21,1°C	
				Kcal/h		Kcal/h		Kcal/h		Kcal/h		Kcal/h	
				DUYULUR	GİZLİ	DUYULUR	GİZLİ	DUYULUR	GİZLİ	DUYULUR	GİZLİ	DUYULUR	GİZLİ
Sakin oturma	Tiyatro, ilkokul	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	66	23
Oturarak çok hafif çalışma	Orta okul	113	100	45	55	45	52	54	47	61	40	69	32
Burada çalışan	Büro,otel, apartman, yüksek okul	120	113	45	68	50	63	54	59	62	52	72	42
Ayakta yavaş yürüyen	Büyük dükkan dükkan	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Yürüme oturma	Eczahane	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Ayakta yavaş yürüme	Banka	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Oturarak çalışma	Lokanta	126	139	48	91	55	83	61	78	71	68	81	58
Hafif atelye tezgahı	Hafif iş fabrika	202	189	48	141	55	134	62	127	74	115	92	97
Danş. vtime	Danş. salonu	227	214	55	159	62	152	62	145	82	132	101	113
Yürüme 5km/h	Fabrika oldukça ağır iş	252	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Ağır iş	Fabrika	378	366	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213

$$Q_i = s \times Z$$

s : İnsan sayısı

Z : Kişi başına
ortama verilen ısı



Aydınlatmadan duyulur - gizli ısı kazancı

$$Q_A = Q_{TA} \times k_1 \times k_2$$

Q_{TA} : Mahaldeki toplam aydınlatma gücü

k_1 : Kullanma faktörü (1,0 – 0,25)

k_2 : Özel armatür faktörü (1,0 – 1,25)

Mahaldeki toplam aydınlatma gücü (Q_{TA}) bilinmiyorsa

$$Q_{TA} = A \times k_3$$

A : Mahal alanı

k_3 : m² başına aydınlatma miktarı

- Konutlar, otel odaları : 20 W/m²
- Ofisler, konferans salonları : 30-50 W/m²
- Mağazalar, showroomlar : 100-150 W/m²
- Süpermarketler (yiyecek bölümü) : 60-80 W/m²
(avize bölümü) : 600-900 W/m²
(elektronik eşya) : 300-500 W/m²



Cihazlardan, aletlerden, güç kaynaklarından duyulur - gizli ısı kazancı

Mahal içindeki ekipmanların duyulu – gizli ısı kazançları bilinmiyorsa

Klimatize edilen alanın içindeki bir ekipman elektrik motoru ile çalıştırılıyorsa, ısı eşdeğeri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır:

$$q_m = (P/E_m) \cdot F_1 \cdot F_u$$

q_m = motor ısı eşdeğeri, (kW)

P = motor gücü (kW)

E_m = motorun verimi, ondalık oran olarak $< 1,0$

F_1 = motor-yük faktörü

Yüksüz motorlarda $F_1 = 1$

F_u = motor-kullanma faktörü (1,0 – 0,25)

Aksi bir durum yoksa ısı kazancınının;

- %70'i radyasyon
- %30'u konveksiyon



İnfiltrasyon duyulur - gizli ısı kazancı

$$Q_{iD} = V \times 0,29 \times (t_D - t_i) \times n$$

$$Q_{iG} = V \times 0,716 \times (X_D - X_i) \times n$$

V : Oda hacmi

n : Hava sızıntı katsayısı

t_D : Dış sıcaklık

t_i : İç sıcaklık

X_D : Dış hava özgül nem

X_i : İç hava özgül nem

Pencere ve harici kapı yok > n = 3/4

Pencere ve kapılar 1 duvarda > n = 1

Pencere ve kapılar 2 duvarda > n = 1 1/2

Pencere ve kapılar 3 veya 4 duvarda > n = 2

Mağazalar > n = 2



Dış hava sızıntı duyulur - gizli ısı kazancı

Batarya sızıntılarından (by-pass) dolayı

$$Q_{SD} = V_S \times BF \times 0,29 \times (t_D - t_i) \times n$$

$$Q_{SG} = V_S \times BF \times 0,716 \times (X_D - X_i) \times n$$

V_S : Sevk havası

BF : By-pass faktörü (0,05 ÷ 0,2)

t_D : Dış sıcaklık

t_i : İç sıcaklık

X_D : Dış hava özgül nem

X_i : İç hava özgül nem

Santral, tek bir mahale hitap etmiyorsa hesaplanmasına gerek yoktur.



Kanallardan olan ısı kazancı

$$Q_K = V_S \times 0,24 \times \Upsilon \times \Delta t_K \times L$$

V_S : Sevk havası

$\Upsilon = 1,22 \text{ kg / m}^3$ (yoğunluk)

t_K : Kanal içindeki havadaki sıcaklık artışı

L : Klimatize edilmeyen mahalden geçen kanal uzunluğu

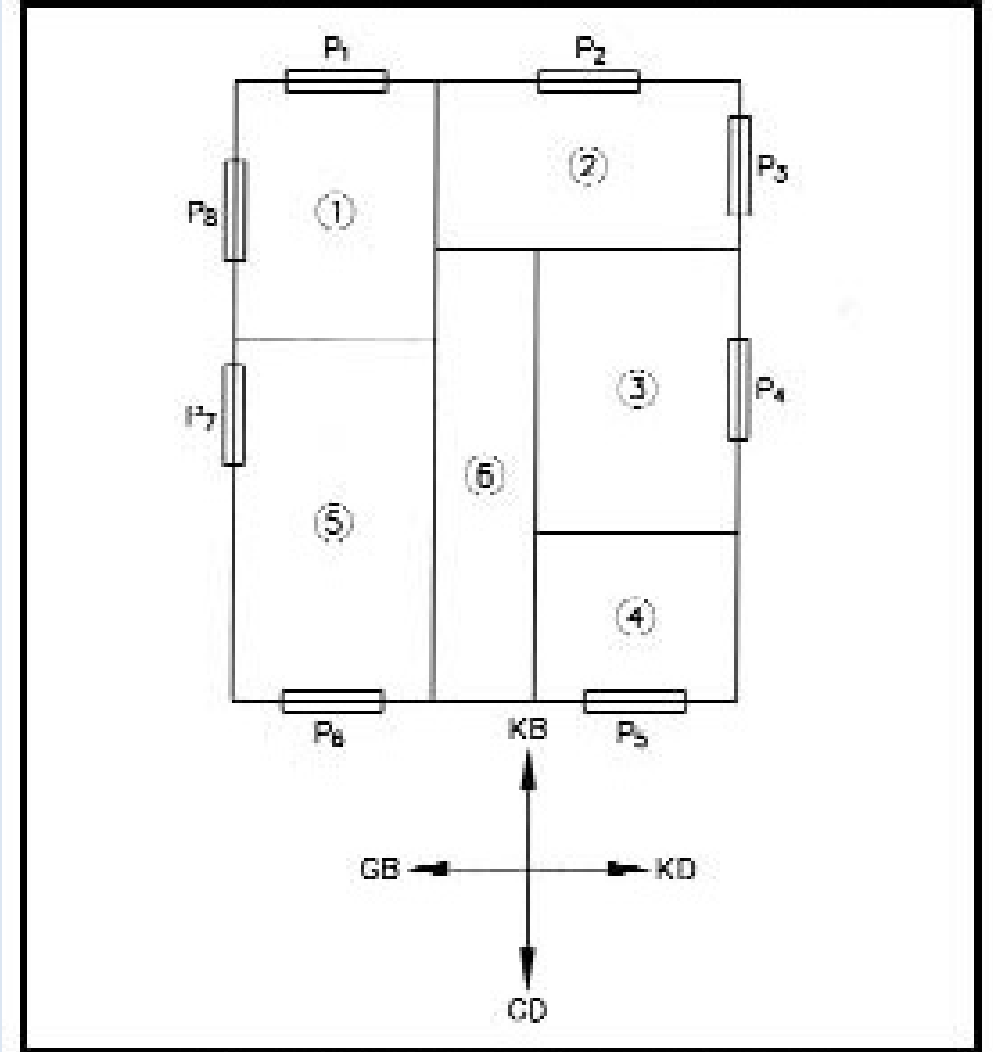
Genel olarak $\Delta t_K = 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ civarında olmaktadır.

Bu nedenle batarya hesabında % 3 ÷ 5 oranında yapılacak artış kanallardaki ısı kazancını karşılamaktadır.

Pik yük

YÖN	SAAT 08.00	SAAT 12.00	SAAT 16.00
BATI	50	50	500
DOĞU	500	50	50
GÜNEY	50	200	50
KUZUY	50	50	50
KUZUY DOĞU	350	50	50
GÜNEY DOĞU	350	150	50
GÜNEY BATI	50	150	350
KUZUY BATI	50	50	350

- P1, P2, P5, P6 = 3 m²
- P3, P8 = 4 m²
- P4 = 5 m²
- P7 = 6 m²





Mahal no		Alan	Yön	08.:00		16:00		Mahal max	Mahal nominal
1	P1	3	KB	50	150	350	1050	2450	2450
	P8	4	GB	50	200	350	1400		
2	P2	3	KB	50	150	350	1050	2450	1550
	P3	4	KD	350	1400	50	200		
3	P4	5	KD	350	1750	50	250	1750	1750
4	P5	3	GD	350	1050	50	150	1050	1050
5	P6	3	GD	350	1050	50	150	3150	2250
	P7	6	GB	50	300	350	2100		
				6050		6350		10850	9050

Nominal yük : 9.050

Pik yük : 6.350



Isı kaybı-kazancına göre hava debisi

ODI: Oda duyulur ısı kazancı

OTI: Toplam ısı kazancı

$c = 0,24 \text{ kJ / kg.C}$ (özgül ısı)

$\Upsilon = 1,22 \text{ kg / m}^3$ (yoğunluk)

$t_r =$ mahal sıcaklığı

$t_s =$ üfleme sıcaklığı

$V_s =$ sevk havası m^3/h

$V_s = \text{ODI} / [(\Upsilon * c * (t_r - t_s))]$

Isıtmada ODI veya OTI yerine oda ısı kaybı (Q_1) kullanılır.

Oda gizli ısısının yüksek olduğu diğer değişle oda duyulur ısı oranının $[\text{ODI} = \text{ODI} / (\text{ODI} + \text{OGI})]$ küçük olduğu veya garantili hesaplama yapmak için ODI yerine $\text{OTI} = \text{ODI} + \text{OGI}$ alınabilir.

$\Delta t_m = (t_r - t_s) = 4 \div 12 \text{ C}$

arasındadır. Δt_m artıkça mahal hava debisi (V_s) azalacaktır.

Ancak düşük üfleme sıcaklığı insanda rahatsızlık yaratmaktadır.



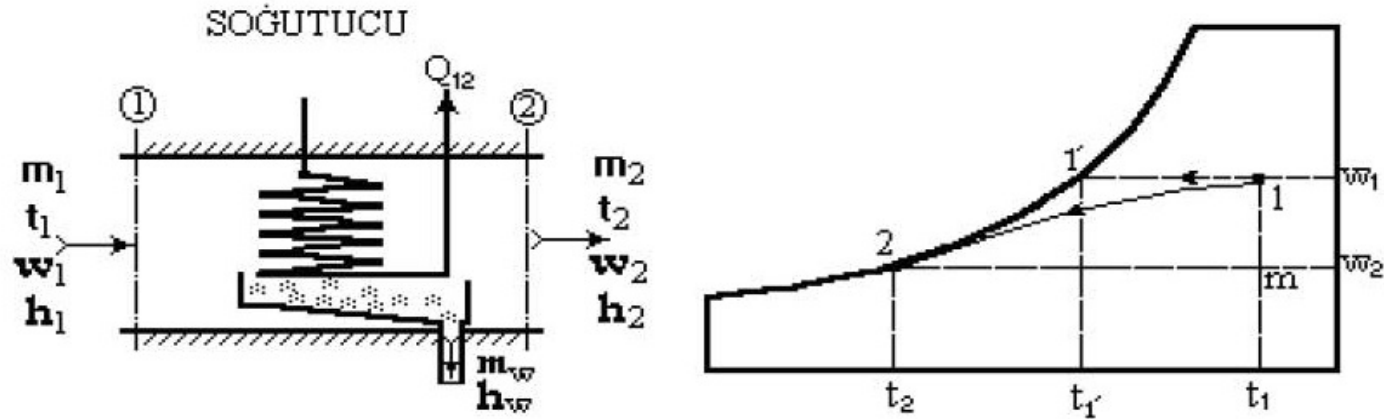
Isı kaybı-kazancına göre hava debisi

Tamamen havalı sistemlerde; V_t (taze hava debisi), V_h (hava çevrim debisi ve V_{1y} [ısı yükü (ısı kaybı-kazancı hava debisi)] değerinden büyük olan mahal hava debisi olarak seçilir.

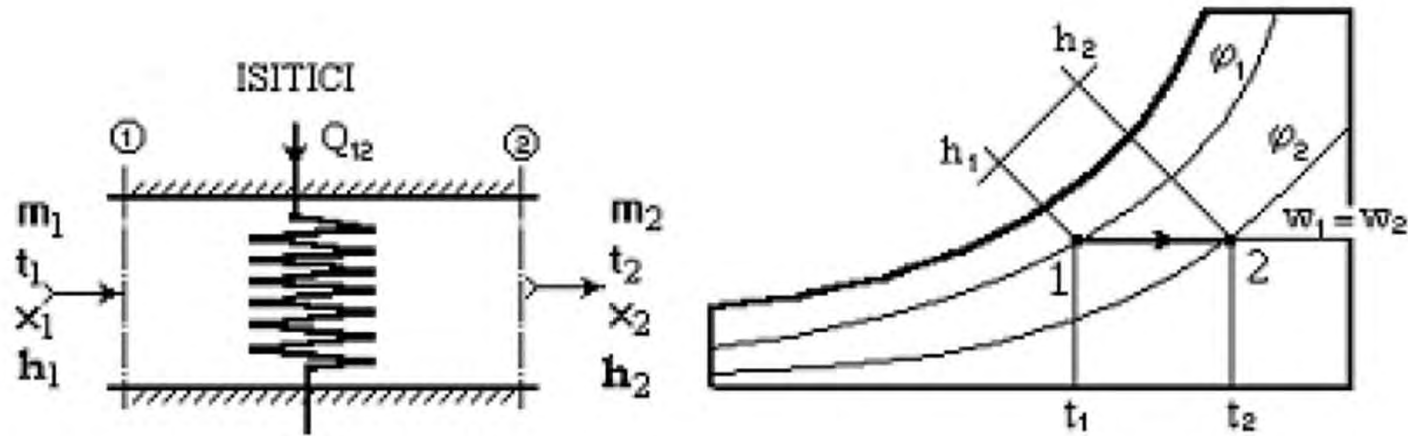
Genelde soğuk iklim bölgelerinde ısı kaybına dayalı V_{1y} , sıcak iklim bölgelerinde ısı kazancına dayalı V_{1y} mahal hava debisi olarak çıkarsa da özellikli koşullarda (örneğin ameliyathanelerde) V_h mahal hava debisi olabilmektedir.

Şartlandırılmadan veya ısı geri kazanım ünitesi ile kısmi şartlandırılan taze hava beslemeli borulu sistemlerin mahal ısı kazancı-kayıbı hesaplarında, taze hava debisi göz önünde bulundurulmalı ve buna göre iç ünite seçimi yapılmalıdır.

Psikrometrik diyagramda soğutma ve ısıtma

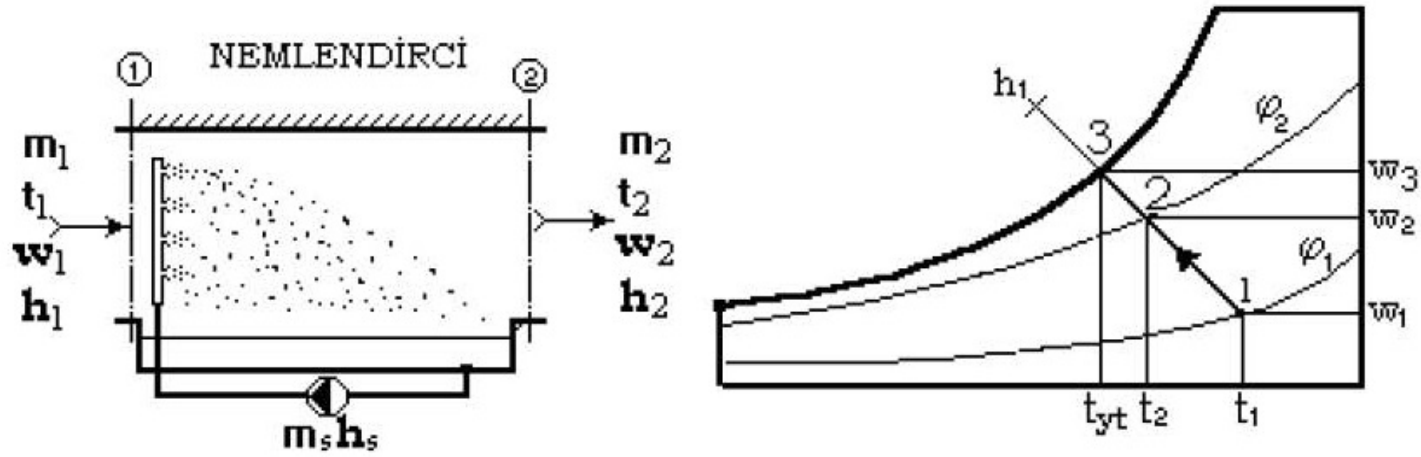


Nemli havanın neminin alınarak soğutulması.



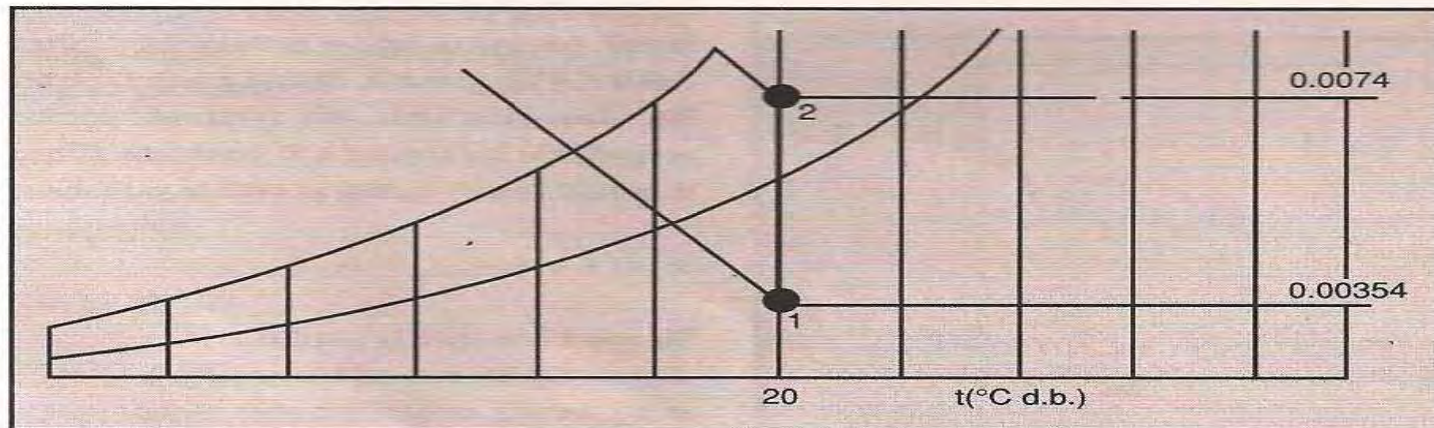
Nemli havanın duyulur olarak ısıtılması

Psikrometrik diyagramda nemlendirme



Adyabatik nemlendirme.

Buharlı Nemlendirme



Batarya hesabı

Soğutucu batarya

$$Q_s = V_s \times \Upsilon \times (h_d - h_ç)$$

V_s : Sevk havası

h_d : Dış hava entalpi

$h_ç$: Çiğ nokta entalpi

$\Upsilon = 1,22 \text{ kg / m}^3$ (yoğunluk)

Isıtıcı batarya

$$Q_1 = V_s \times c \times \Upsilon \times (t_{\ddot{u}} - t_d)$$

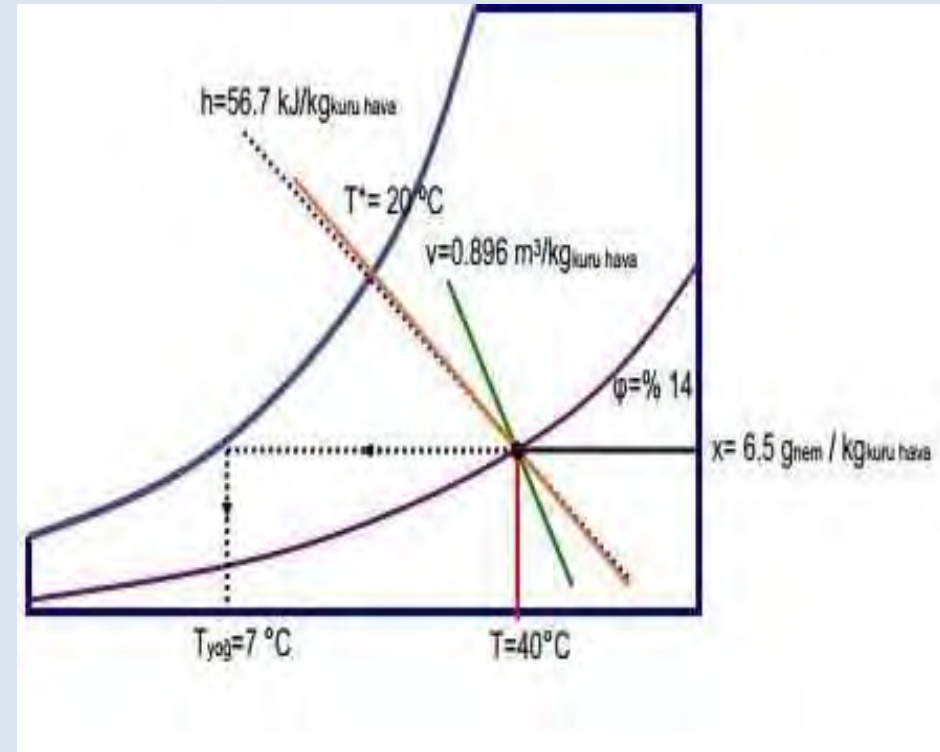
V_s : Sevk havası

$t_{\ddot{u}}$: Üfleme hava sıcaklığı

t_d : Dış hava sıcaklığı

$c = 0,24 \text{ kJ / kg.C}$ (özgül ısı)

$\Upsilon = 1,22 \text{ kg / m}^3$ (yoğunluk)



PANEL KLİMA SANTRALLARI

SİSTEMİN HESAPINA VE ÇİHAZLARIN SEÇİLMESİNE AIT ÖRNEK

KONU: Bir sinema salonunun klima sistemi

DONELER:

- Salon hacmi : 1400 m³
- Seyirci sayısı : 650 kişi
- Stajira örtme : yok
- Mahall durumu : Deniz seviyesi
- Yaz ısı kazancı : Qd = 120.000 kcal/h
- Donatma yükü (kış) : Qd = 30.000 kcal/h
- Toplam yük : Qd = 50.000 kcal/h
- Kış toplu ısı kaybı : Qc = 250.000 kcal/h
- Çiğ hava şartları : t₁ = 25 °C YT
- Yaz : t₁ = 33 °C KT : φ₁ = % 80 RH
- Kış : t₁ = -3 °C KT : φ₁ = % 80 RH
- İç hava şartları : Yaz : t₂ = 26 °C KT : φ₂ = % 50 RH
- Kış : t₂ = 20 °C KT : φ₂ = % 50 RH
- Konfor ısı kazancı : Q_k = 13.300 kcal/h

HESAPLAR:

1) Çiğ hava debisi:
Sahnin başına çiş hava miktarı (15 m³/h) alınarak
Vd = 850 x 15 = 9750 m³/h bulunur.

2) Toplu hava debisi:

Yaz şartlarında iç hava ile üfleme havası arasında t₂-t₁ = 9 °C kuru termometre sıcaklık farkı kabul yapılarak toplu hava debisi bulunur

$$V_1 = \frac{Q_d}{\delta \times c \times (t_2 - t_1)} = \frac{120000}{1,22 \times 0,24 \times 9} = 45500 \text{ m}^3/\text{h}$$

3) İç hava debisi:

$$V_1 = V_1 - V_d = 45500 - 9750 = 35750 \text{ m}^3/\text{h}$$

4) a) Yaz karışım havası:

$$t_3 = \frac{V_1 \times t_1 + V_2 \times t_2}{V_1 + V_2} = \frac{9750 \times 33 + 35750 \times 26}{45500} = 27,5 \text{ °C}$$

$$t_3 = 27,5 \text{ °C KT} \quad t_3 = 20,2 \text{ °C YT} \quad t_3 = 13,8 \text{ Kcal/kg}$$

b) Duyulur ısı oranı:

$$\frac{Q_d}{Q_1} = \frac{Q_d + Q_g}{Q_1} = \frac{120000}{150000} = 0,80$$

c) Üfleme havası:

2-5 doğrultu: $\frac{Q_d}{Q_1} = 0,80$ doğrultusuna paralel ve t₂ - t₃ = 9 °C olacak şekilde 5 noktası bulunur

$$t_4 = 17 \text{ °C KT} \quad t_4 = 14,0 \text{ °C YT} \quad t_4 = 9,8 \text{ kcal/h}$$

d) Çihaz çıkış havası:

$$t_5 - t_4 = \frac{Q_k}{V_1 \times \delta \times c} = \frac{13300}{45500 \times 1,22 \times 0,24} = 1 \text{ °C}$$

$$t_4 = t_5 - 1 = 18 \text{ °C}$$

$$t_4 = 18 \text{ °C KI} \quad t_4 = 14,3 \text{ °C YT} \quad t_4 = 9,8 \text{ kcal/kg}$$

e) Çihaz soğutma kapasitesi:

$$Q_1 = V_1 \times \delta \times (t_4 - t_3) = 45500 \times 1,22 (13,8 - 9,8) = 233.000 \text{ kcal/h bulunur}$$

5) a) Batarya güç havası:

Batarya giriş havası çiş sıcaklığı = 16,7 °C

Batarya çıkış havası yaz termometre sıcaklığı = 12,4 °C YT

Sekil (1) deki Çiğlik havası kuru termometre abajından

Batarya çıkış havası kuru termometre sıcaklığı = 12,6 °C KI bulunur.

$$t_6 = 12,6 \text{ °C KT} \quad t_6 = 12,4 \text{ °C YT} \quad t_6 = 8,35 \text{ kcal/kg}$$

b) Bataryadan geçen hava debisi:

$$V_{\text{batarya}} = \frac{Q_2}{\delta (t_6 - t_5)} = \frac{233.000}{1,22 (13,8 - 8,35)} = 35.000 \text{ m}^3/\text{h bulunur}$$

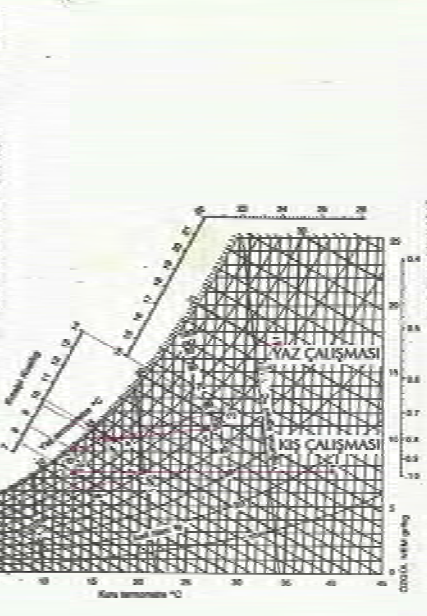
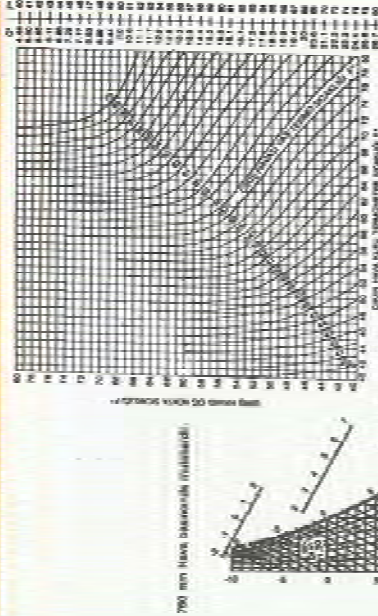
c) Batarya (nabit veya hareketli) by-pass hava debisi:

$$V_{\text{by pass}} = V_1 - V_{\text{batarya}} = 45.500 - 35.000 = 10.500 \text{ m}^3/\text{h olur}$$

6) Kış çalışması:

a) Kış karışım havası:

$$t_7 = \frac{V_d \times t_1 + V_2 \times t_2}{V_1} = \frac{9750 \times (-3) + 35.750 \times 20}{45.500} = 15 \text{ °C}$$



$$t_5 = 15 \text{ °C KT} \quad t_5 = 10,7 \text{ °C YT} \quad t_5 = 7,4 \text{ kcal/kg}$$

b) Yıkayıcı çığık:

B noktasından t₅ = t₁₀ olacak şekilde çizilen doğru ile 7 noktasından

çizilen yalpaın kesilme noktası olan 10 noktasıdır. Yıkayıcı hücre

çığığında % 80 izafi neme ulaşmış) kabul edilir.

$$t_{10} = 12,5 \text{ °C KT} \quad t_{10} = 10,7 \text{ °C YT} \quad t_{10} = 7,4 \text{ kcal/kg}$$

burada t₁₀ ısıtıcı çığık sıcaklığı olarak, çığık ile 11 noktası olan 39 °C dir.

c) Isıtıcı kapasitesi:

$$Q_1 = V_1 \times \delta \times (t_5 - t_{10}) + Q_2 = 45.500 \times 1,22 \times 0,24 (20 - 12,5) + 250.000$$

$$Q_1 = 348.000 \text{ kcal/h bulunur}$$

d) Çihaz çıkış havası:

$$t_{11} = t_{10} + \frac{Q_1}{V_1 \times \delta \times c} = 12,5 + \frac{348.000}{45.500 \times 1,22 \times 0,24} = 39 \text{ °C olarak bulunur}$$

$$t_{11} = 139 \text{ °C KI} \quad t_{11} = 20,2 \text{ °C YT} \quad t_{11} = 13,8 \text{ kcal/kg}$$

7) Çihaz Seçimi:

Karışım filtre + soğutma (yaz) + nemlendirme + ısıtma (kış) + Ventilasyon

a) Hava debisi PKS 100 özelliklerinin içinde kalmaktadır.

b) Karışım filtre için ağız koruması seçilir. Ventilator hücreleri ağız koruması

seçilir ve ağız koruması PKS 100 - 78-28-4-68-7-B-R gibi bir

modelden seçilir. Ventilator hücreleri, filtre edilir.

(Isıtıcı, soğutucu seçimi, ventilator güç ve devri; donatılabilir satır

menümüzize bildirmenizi rica ederiz.)

HABERLEŞME ADRESİ VE SATIŞ:



ALARKO
ALFENAŞ

ALARKO FENNİ MALZEME SATIŞ VE İMALAT A.Ş.

İSTANBUL
Necatbey Cad. No: 84
80030 Katırcıy-İSTANBUL
Telefon : 151 24 00 PBX
Teleks : 24000 ate tr.
Fax : 144 15 23

İZMİR

Gazi Bulvarı No: 3/6
35250 İZMİR
Telefon : 13 25 60 PBX
Teleks : 53552 esi tr.
Fax : 25 25 13

ADANA

Ziyapasa Bulvarı, Çiğli Aş.
No: 14/A 01130 ADANA
Telefon : 17 62 23 PBX
Fax : 13 05 84

ANTALYA

Anatolular Cad. No: 15/11
07050 ANTALYA
Telefon : 16 99 46 - 47
Fax : 16 70 32

FABRİKA:






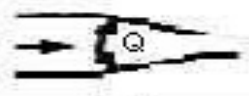



ALARKO
ALSAC



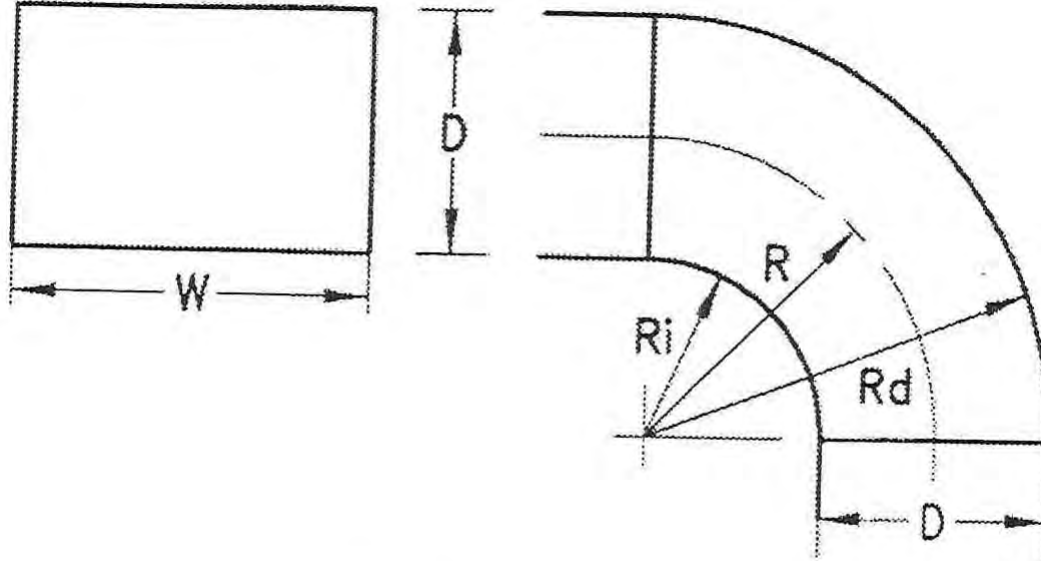
Hava kanalı

- **Hız düşümü:** Hız, kanal boyunca giderek azaltılır. **Çeşitli kanallardaki basınç düşümleri hesaplanır ve en büyük basınç düşümü, vantilatörün çalışması gereken statik basıncı belirler.**
- **Sabit basınç düşüşü (Eşdeğer basınç kaybı):** **Bütün kanal boyunca birim uzunluktaki sürtünme kaybı aynı tutulur.** Bu yöntemle yapılan hesaplar sonucunda da elde edilen hava hızları; ana kanaldan branşmanlara geldikçe düşme yönündedir.
- **Statik basınç kazanılması (Statik regain):** **Amaç tüm kanal boyunca toplam basıncın sabit tutulmasıdır.** Hava kanalı içerisinde akmakta olan havanın toplam basıncı, havanın hızından kaynaklanan **dinamik basınç ile statik basıncın toplamıdır.** Bu amaçla ana kanaldan branşmanlara doğru gidildikçe hava hızı düşürülür. *Dönüş ve egzoz kanalları için kullanılmaz.*

Tablo 4. Bağlantı elemanlarının basınç kaybı katsayıları[6].

BAĞLANTI ELEMANI		KAYIP KATSAYISI (K)									
Ani genişleme		$A_1/A_2=0.1$ $K=0.81$	0.2 0.64	0.30.4 0.49	0.5 0.36	0.6 0.25	0.7 0.16	0.8 0.09	0.9 0.04	0.01	
Ani daralma		$A_1/A_2=105$ $K=0.366$	0.34	3.33 0.31	2.5 0.27	2 0.221	1.66 0.16	1.42 0.103	1.25 0.05	1.11 0.01	
Yavaş genişleme		$q=5^\circ$ $K=0.17$	7° 0.22	10° 0.28	15° 0.45	20° 0.59	30° 0.73	40° 0.73			
Konik daralma		$q=30^\circ$ $K=0.02$	45° 0.04	60° 0.07	90° 0.12						
Yuvarlak dirsek		$R/D=0.5$ $K=0.90$	0.73 0.45	1.0 0.33	1.5 0.24	2.0 0.19					
Dikdörtgen dirsek			$B/H=0.25$	0.5	1	2	4				
		$R/H=10$	$K=1.1$	0.95	0.8	0.7	0.55				
		$R/H=5$	0.85	0.75	0.6	0.53	0.43				
		$R/H=2.5$	0.60	0.50	0.35	0.30	0.25				
		$R/H=1.6$	0.42	0.35	0.25	0.20	0.17				
Keskin dirsek			45° $K=0.2$				90° 0.5				

Bağlantı elemanlarının direnç katsayıları çeşitli kaynaklarda farklı ve detaylı olarak verilmektedir.



Daire kenarlı dirsek boyutları.

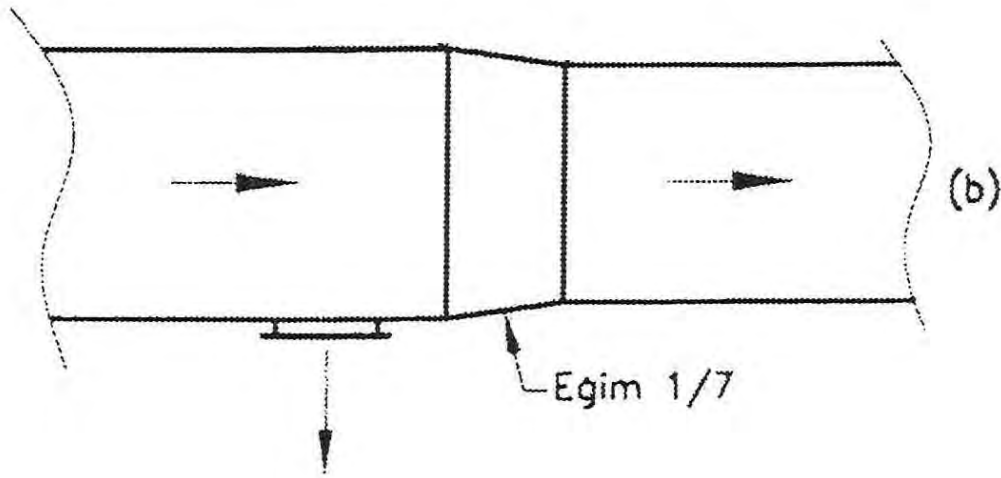
Dirsek iç çapında ideal olan

$$R_i = 0,75 D$$

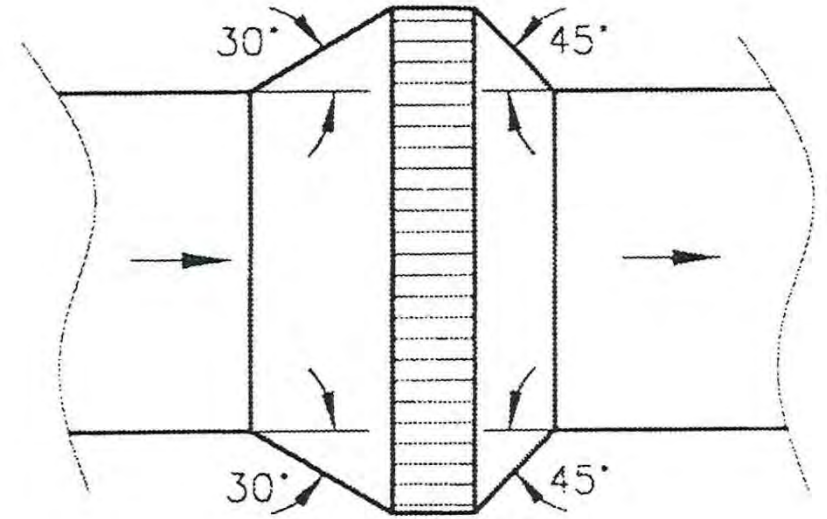
Ancak bunun sağlanamadığı
durumlarda azami

$$R_i = 0,5 D$$

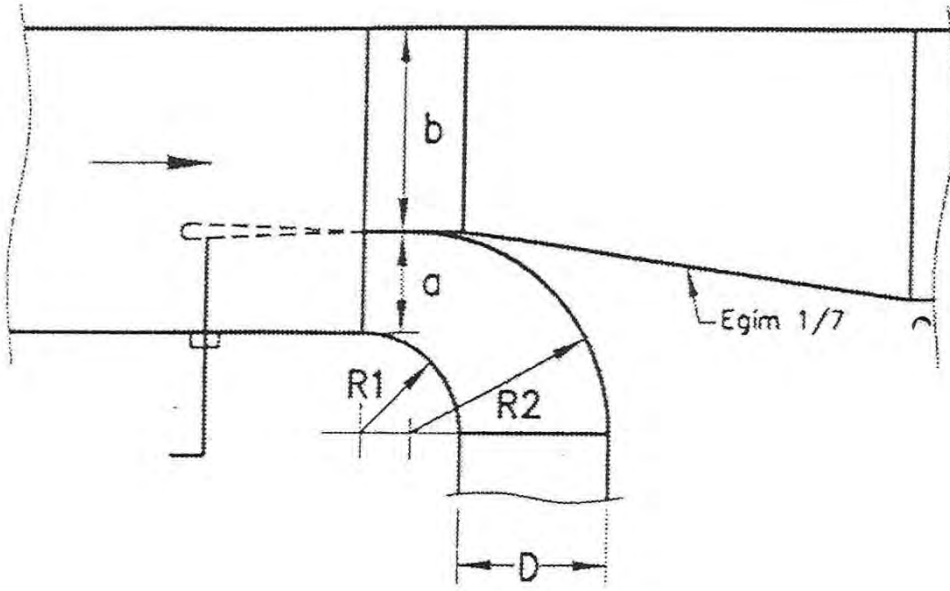
yapılabilir.



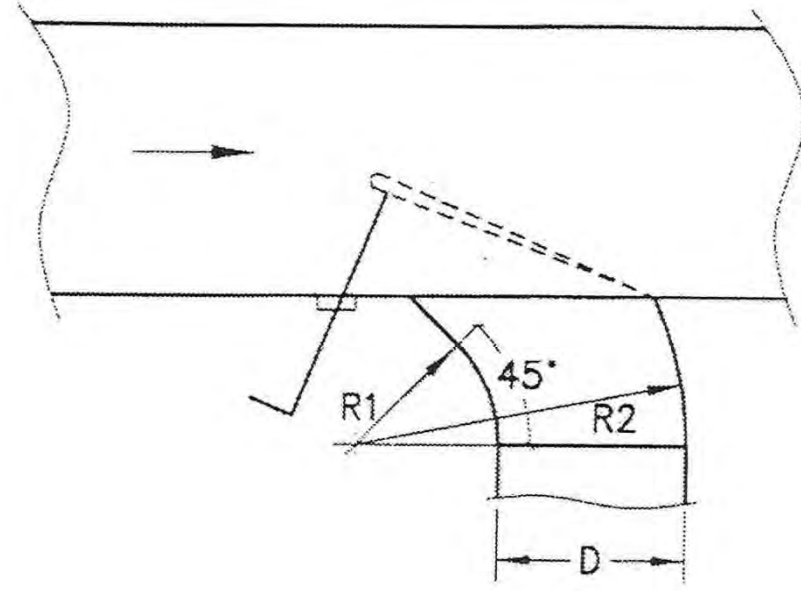
Hava kanallarında kesit küçülmesi.



Kanal içine yerleştirilen cihazlarda geçişler.



Ayrılma detayı.



Az miktarda hava ayrılması için bir bağlantı şekli.



Otomatik kontrol sistemleri

Tek bir santralın, sistemin veya birbirine bağlanan bir çok sistemin aynı anda kontrol edilmesi ve yönetilmesi otomasyon sistemleri ile yapılmaktadır.

Otomasyon sistemlerini;

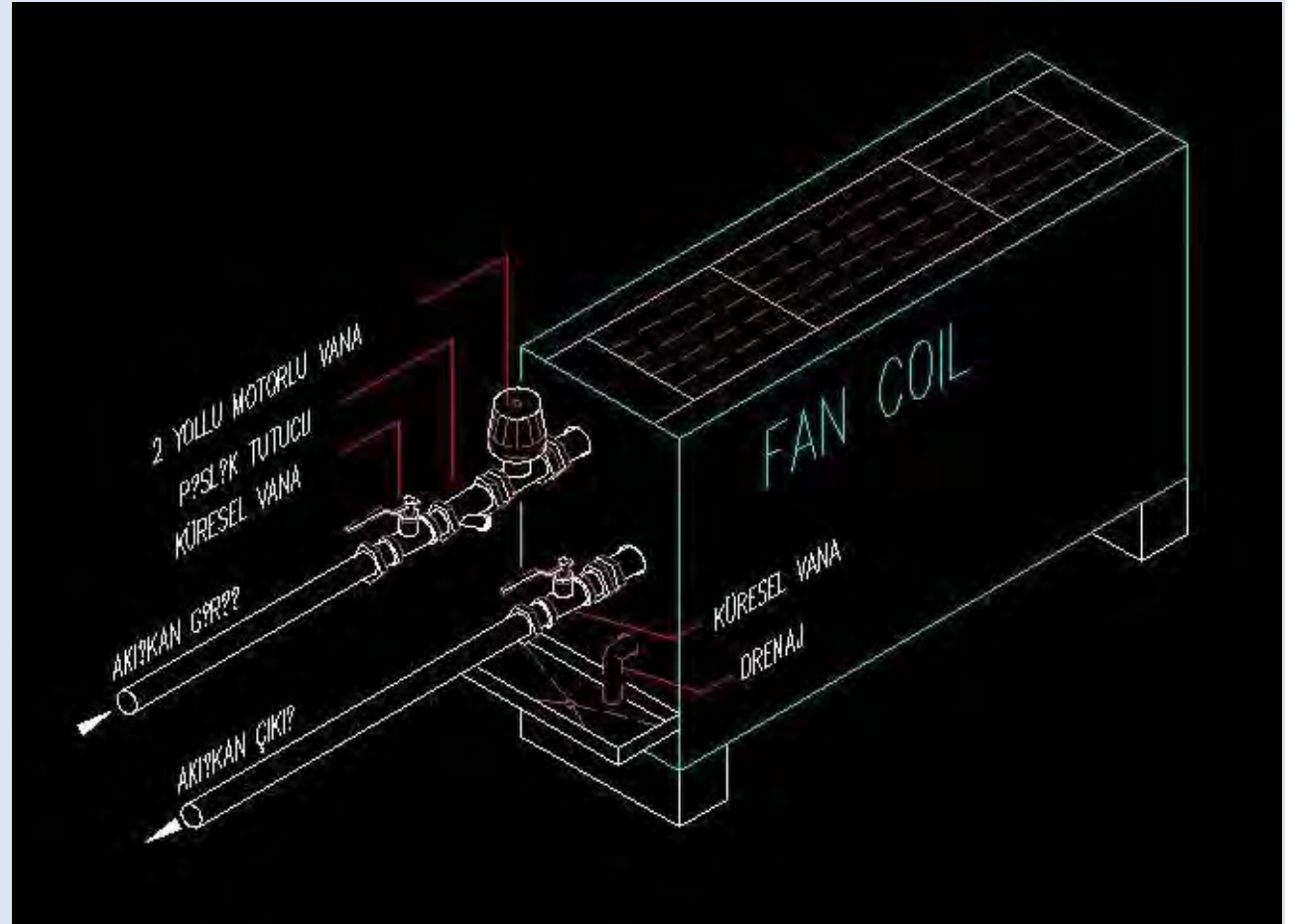
- 1) Fan coil kontrolü
 - 2) VRF sistem otomasyonları
 - 3) Havalandırma-klima otomasyonları
 - 4) Bina otomasyonları
- olarak bölümlere ayırabiliriz.

Fan coil kontrolü

Fan coil üniteleri mahal içine monte edilen oda termostatları ile kontrol edilmektedir. Sıcaklık kontrolü için batarya giriş-çıkışının 2 veya 3 yollu vanalı olması gerekmektedir.



Oda termostatu



VRF kontrol sistemi

VRF sistemlerde üreticilerin iç ve merkezi kumanda panoları ile iç üniteler kontrol edilmekte ve yönetilmektedir.



Kablosuz iç ünite
kumanda



Kablolu iç ünite kumanda



VRF kontrol sistemi

Merkezi kumanda örnekleri

Monitor Mode 04/05/2009 Mon. 02:20 PM Status: On

All Large Group Top Up Down List

Office A On Cool 21.5°C	Office B On Heat 21.0°C	PC Room On Cool 26.0°C
Room 101 Off	Restrant On Auto 24.0°C	Entrance On Auto 24.0°C
Meeting 1 On Heat 21.5°C	Meeting 2 Off	Meeting 3 On Heat 21.0°C
Conference A On Heat 21.5°C	Conference B On Auto 22.0°C	Parking lot Off

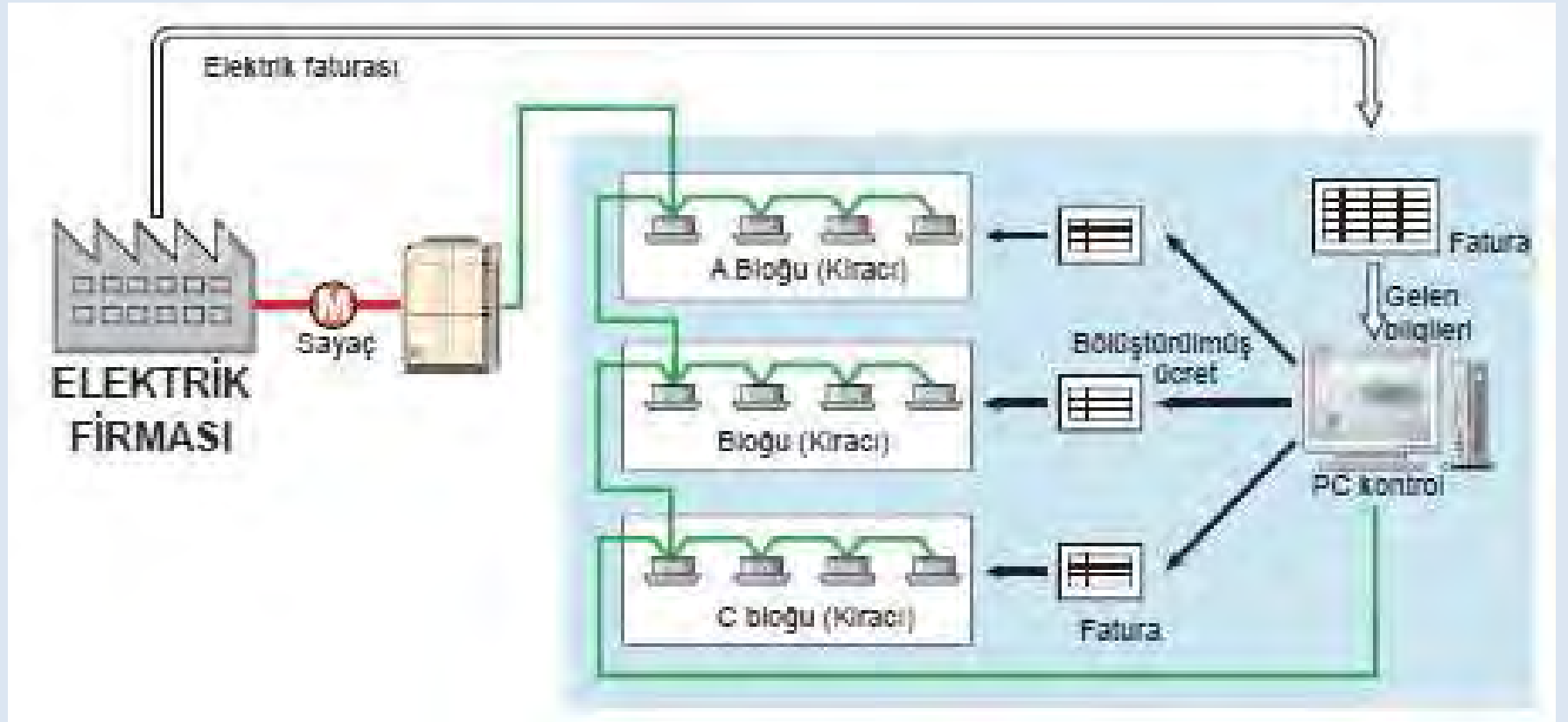
Setting
Schedule
Select All
Clear All
Operation
On
Off

Group Schedule Op. Controlled Mode
Error Filter Sign Op. Restricted SetTemp



VRF kontrol sistemi

PC kontrolleri ile iç ünitelerin dolayısı ile mahal veya bölümlerin güç tüketimi verisi alınabilmektedir.



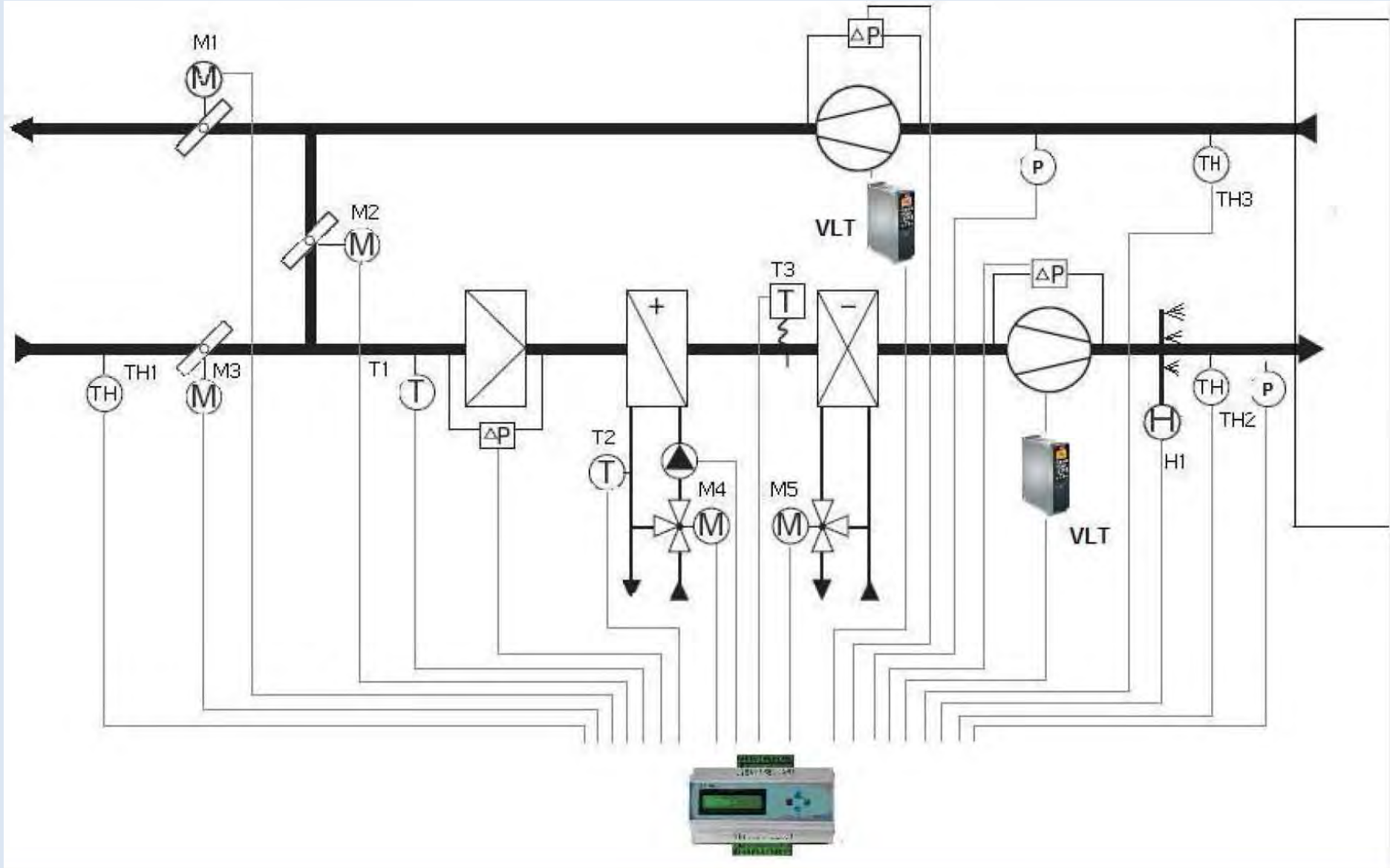


Havalandırma-Klima santral otomasyon sistemi

Havalandırma veya klima santrallerinin otomasyonu bina otomasyonuna bağlı değilse elektronik sıcaklık kontrol paneli ile yapılmaktadır.



Oransal sıcaklık kontrol paneli





Havalandırma-Klima santral otomasyon sistemi

Bina otomasyon sisteminde birkaç sistemi (santral, kazan, soğutma grubu, pompa, aydınlatma) aynı anda kontrol ve yönetmek mümkündür.

Dijital input ve dijital output en temel olarak 1 veya 0 olarak yani var veya yok olarak tanımlanabilir. Kısaca bilgi alımı içindir.

Analog input ve analog output ise belirli bir aralıkta değişen voltaj veya gerilim değeridir. Kısaca bağlı olduğu cihazın kontrolünün sağlanması içindir.

[Bina otomasyona bağlı havalandırma sistemi](#)



Özellikli projeler

- Hijyenik özellikli bina veya bölümler
 - Hastaneler
 - Bilgi işlem merkezleri
 - İlaç tesisleri
 - Deney laboratuvarları
 - Gıda işleme, test bölümleri
- Kapalı yüzme havuzları
- Müzeler, kütüphaneler
- Kongre merkezleri
- Opera vb. kültür yapıları



Hastaneler

Hastanelerin havalandırma-iklimlendirme hesaplamaları ve tasarımları bununla ilgili standart ve yönetmeliklere göre yapılmaktadır. Hijyenik veya temiz oda kurallarının uygulanması gerekmektedir.

Ülkemizde genel olarak DIN 1946/4 standardı esas alınarak hesaplama ve tasarımlar yapılmaktadır.

Hijyenik alan sınıflandırması

- **Class 1** **Tam steril**
- **Class 2** **Yarı steril**



Class 1

- Ameliyathaneler

Class 1.a – Kritik operasyon

Class 1.b – Normal operasyon

- Ameliyathanelere doğrudan dahil olan odalar (koridorlar, steril malzeme deposu vb.),
- Ameliyat öncesi ve sonrası hazırlık odaları,
- Sterilizasyon,
- Yoğun bakım üniteleri,
- Yenidoğan bakım odaları vb.



Class 2

Ameliyathane süitinin dışındaki bölümlerdir.

- Doğum odası
- Laboratuvarlar
- Endoskopi odaları
- Radyoloji görüntüleme odaları
- Ayılma / derlenme odaları
- Sterilizasyon odaları
- Personel odası
- Temiz eşya / malzeme odaları
- Kirli eşya / malzeme odaları
- Koridorlar ve holler



Hava akış yönleri

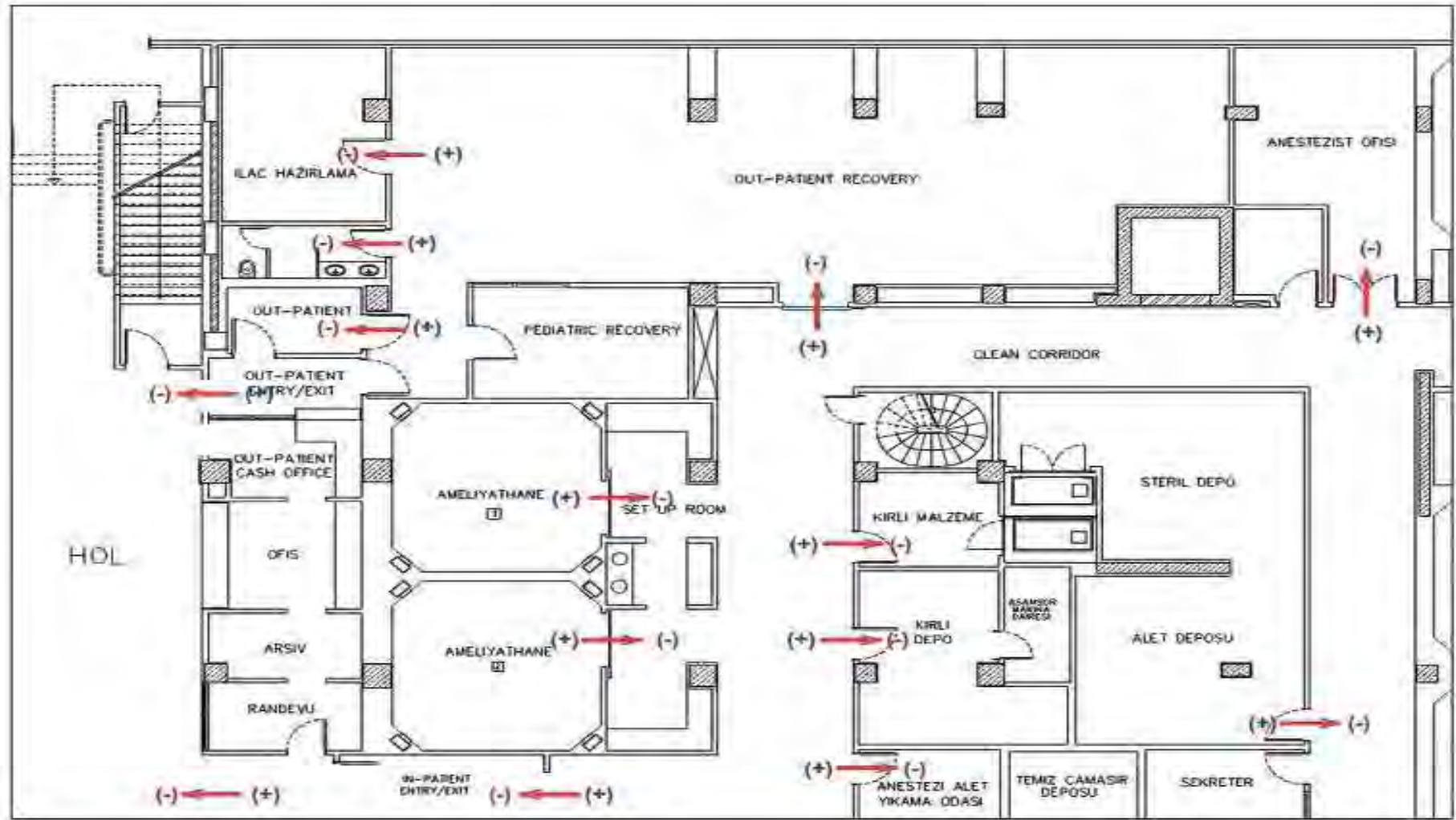
Çevrim hava debileri ve hava akış yönleri DIN 1946/4 ve diğer standart ve kaynaklarda belirtilmiştir.

[DIN 1946/4](#)
[-1999'a göre](#)
[hava akış](#)
[yönleri](#)

Tablo 1: Ameliyathanelerde Hava Akış Yönleri 8)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 Aseptik ameliyathane																							
2 Septik ameliyathane																							
3 Yıkama odası																							
4 Giriş holü																							
5 Çıkış holü																							
6 Cihaz odası, temiz (direkt ameliyathane)																							
7 Tedarik holü/steril malzeme deposu 9)																							
8 Ameliyathane koridoru																							
9 Cihaz hazırlama, temiz																							
10 Cihaz hazırlama, kirli																							
11 Sterilizasyon, temiz taraf																							
12 Sterilizasyon, kirli taraf																							
13 Aylama odası (ameliyathane içinde)																							
14 Personel odası																							
15 Temizlik malzemeleri deposu																							
16 Personel soyunma, iç temiz oda																							
17 Personel soyunma, iç kirli oda																							
18 Tuvaletli personel soyunma, dış kirli oda																							
19 Hasta girişi																							
20 Malzeme girişi																							
21 Kullanılmış malzeme çıkışı																							
22 Hastanenin diğer bölümleri																							
23 Dış Hava																							

Hava akış yönleri



Hava akış yönleri örneği



Hava akış yönleri

Mahaller arası hava akışları basınç farkı sayesinde gerçekleşmektedir. Oda içerisindeki fazla havanın hesap edilen akış alanından sızarak istenilen basınç farkını yaratacak debiyi sağlayıp sağlamadığının kontrol edilmesi gerekmektedir.

Akış debisi ve basıncı eşitliği açılımı:

$$Q = 0,83 A \sqrt{P}$$

$$Q = \text{Sızmasına müsaade edilen / sızan hava miktarı, debi, (m}^3\text{/s)}$$

0,83 Sabit katsayı, boyutsuz

A = Akış alanı, (m²) (Hava sızmasının sağlandığı iki bölüm arasındaki yapı elemanının sızıntı boşluk alanı)

P = İki ortam arasındaki basınç farkı, (Pa)

$$P = (Q / 0,83A)^2$$



Filtreleme

Class 1 ve Class 2 sistemlerde farklı filtreleme kademeleri vardır.

Class 1 sistemlerde;

- Ön filtre : G4 (kaba filtre)
- 1. Kademe: F7 (torba filtre)
- 2. Kademe: F9 (miniplate filtre)
- 3. Kademe: H13 – H14 (hepa filtre)

Class 2 sistemlerde;

- Ön filtre : G4 (kaba filtre)
- 1. Kademe: F7 (torba filtre)
- 2. Kademe: F9 (miniplate filtre)



Hava kalitesi standartları

Hastanelerde oda sınıflarının yaklaşık olarak ISO14644/1 standardına denk gelen karşılıkları;

- Sınıf I steril mahaller

Sınıf Ia operasyon odaları ~ ISO 5

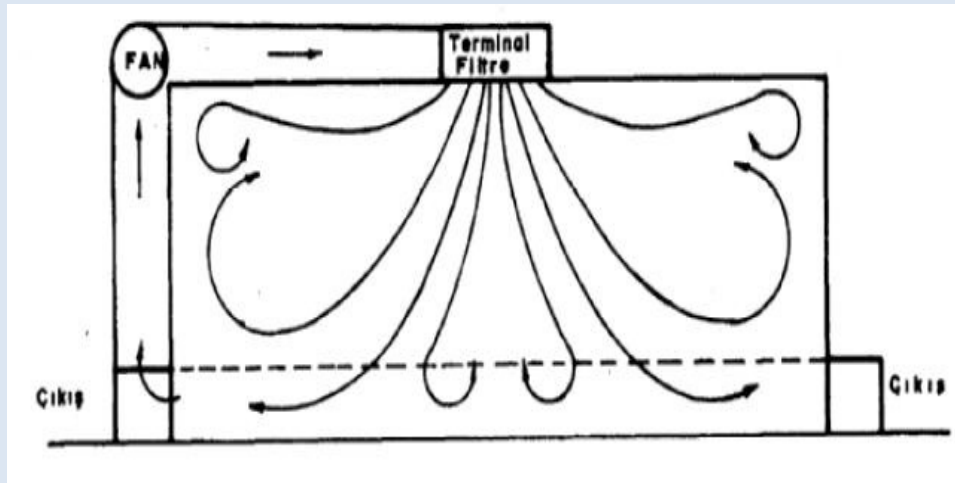
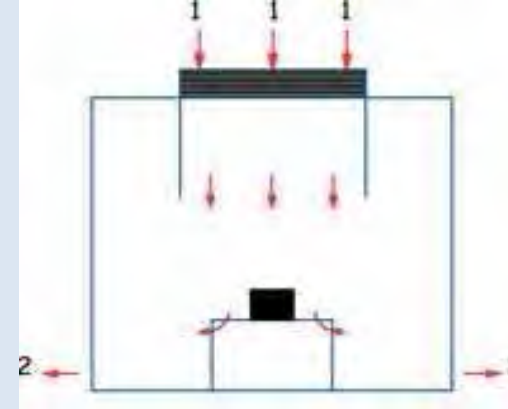
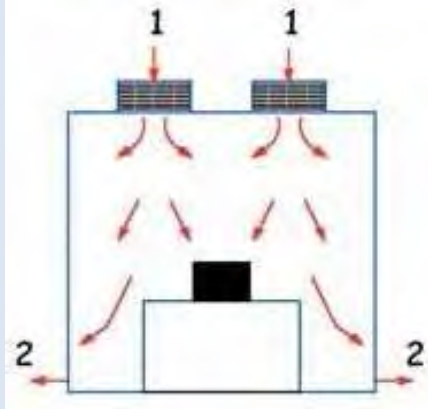
Sınıf Ib operasyon odaları ~ ISO 7

- Sınıf II mahaller ~ ISO 8

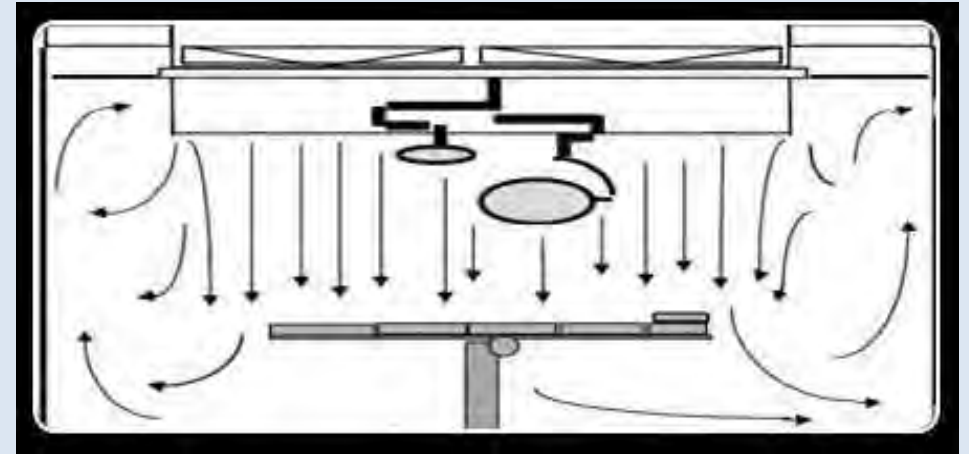
- Tüp Bebek Üniteleri = ISO 5 ve ISO 7

ISO Sınıf Numarası (N)	Değerlendirmeye alınan boyutlardan daha büyük ve eşit partiküller için en yüksek konsantrasyon düzeyleri (partikül/m ³ hava) (a)					
	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1.0 µm	5.0 µm
1	10	d	d	d	d	e
2	100	24 (b)	10 (b)	d	d	e
3	1000	237	102	35 (b)	d	e
4	10 000	2 370	1 020	352	83 (b)	e
5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	d,e,f
6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
7	c	c	c	352 000	83 200	2 930
8	c	c	c	3 520 000	832 000	29 300
9	c	c	c	35 200 000	8 320 000	293 000

Ameliyathane salonlarında hava akış türleri



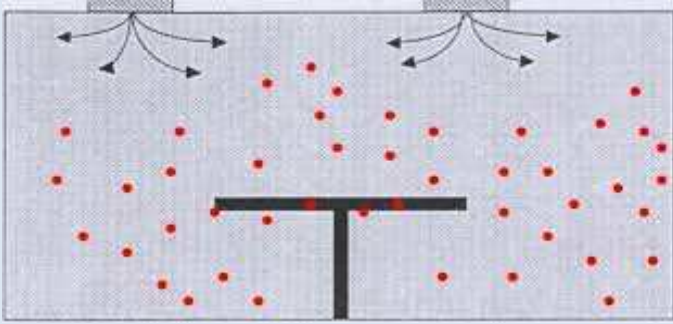
Türbülanslı akım



Laminer akım

Türbülanslı hava akımı

Türbülans akımda, havadaki tanecikler ameliyat masası çevresinde de yer almaktadır.



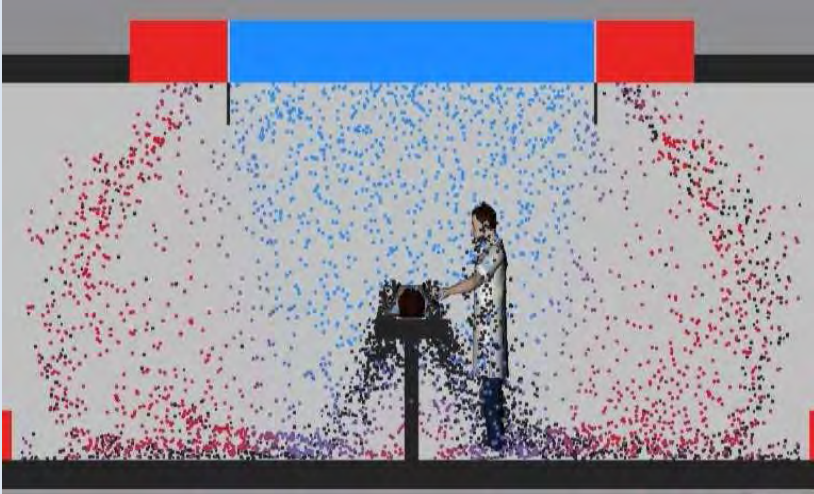
Swirl difüzörlü hepa filtre



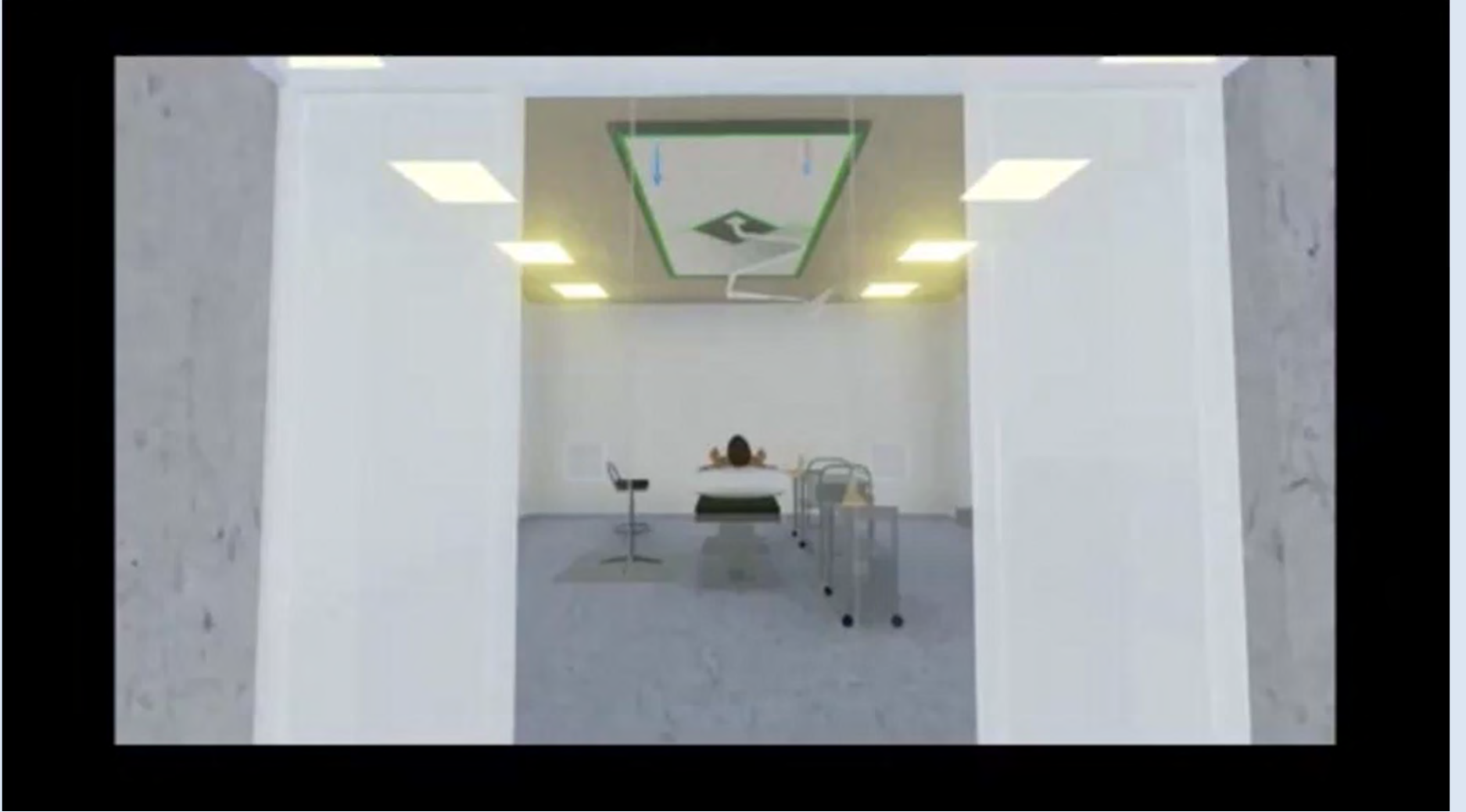


Laminer hava akımı

Laminer akımda, ameliyat masası üzerinde ve yakın çevresinde üfleme havası kalitesi üst düzeyde bulunmaktadır.



Laminer flow





Egzoz emiş yerleri

Egzoz salonun
köşelerinden yapılır.



Lif tutucu menfez



Egzoz debisinin
min. 1/3'ü

Egzoz debisinin
min. 2/3'ü

16 / 1 / 2011

Hijyenik sistem hava kontrolü

Ameliyat bölümlerinin havalandırma-iklimlendirme sistemleri hijyenik denge açısından hava akışının bozulmaması ve sistemin 24 saat çalışmak zorundadır.

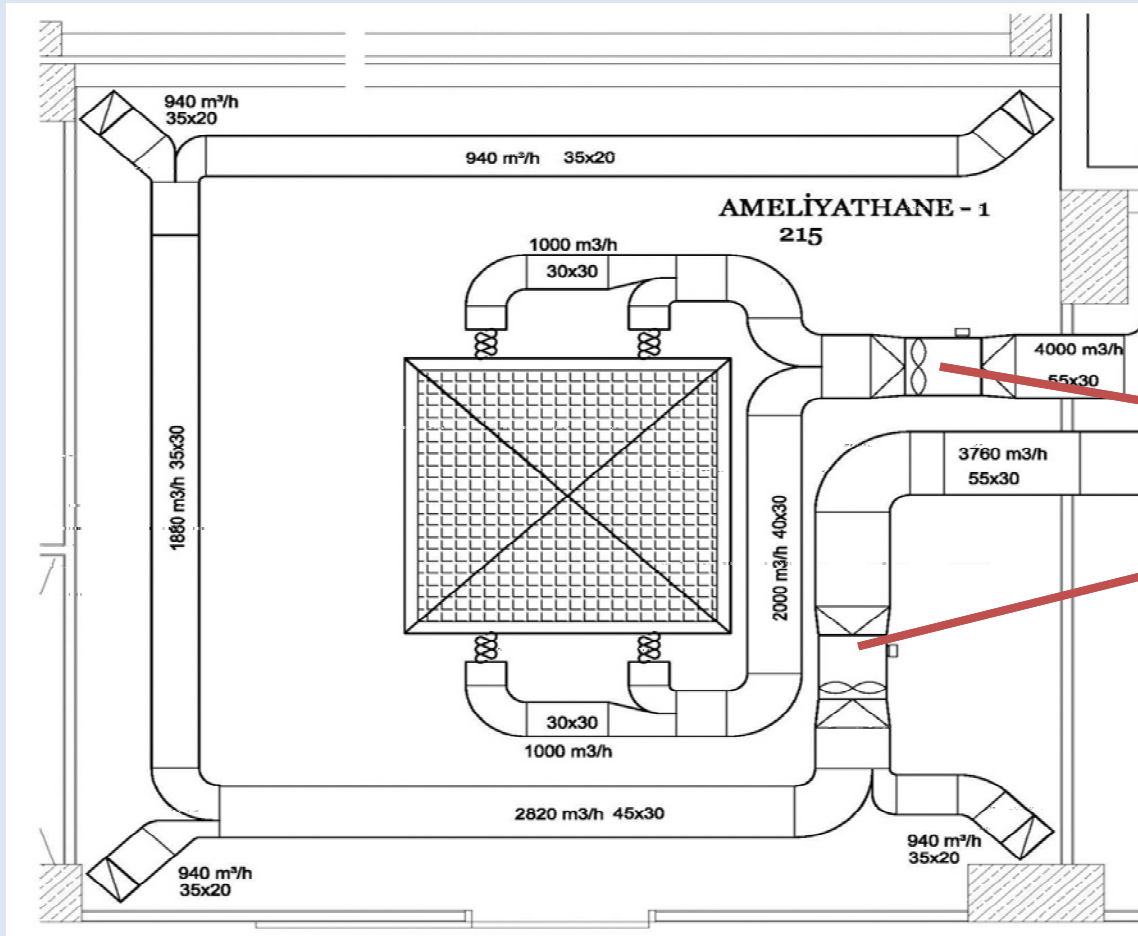
Ameliyathane salonları dışındaki mahaller tam debi ile çalışırken ameliyathane salonları aktif durumda % 100, aktif olmadıkları durumda %50 kapasiteyle çalışırlar.

Ameliyathane salonlarında bulunan kumanda panelleri salonun on-off durumunu ayarlamak ve iç ortam sıcaklığı, nem durumu görmek için kullanılır.



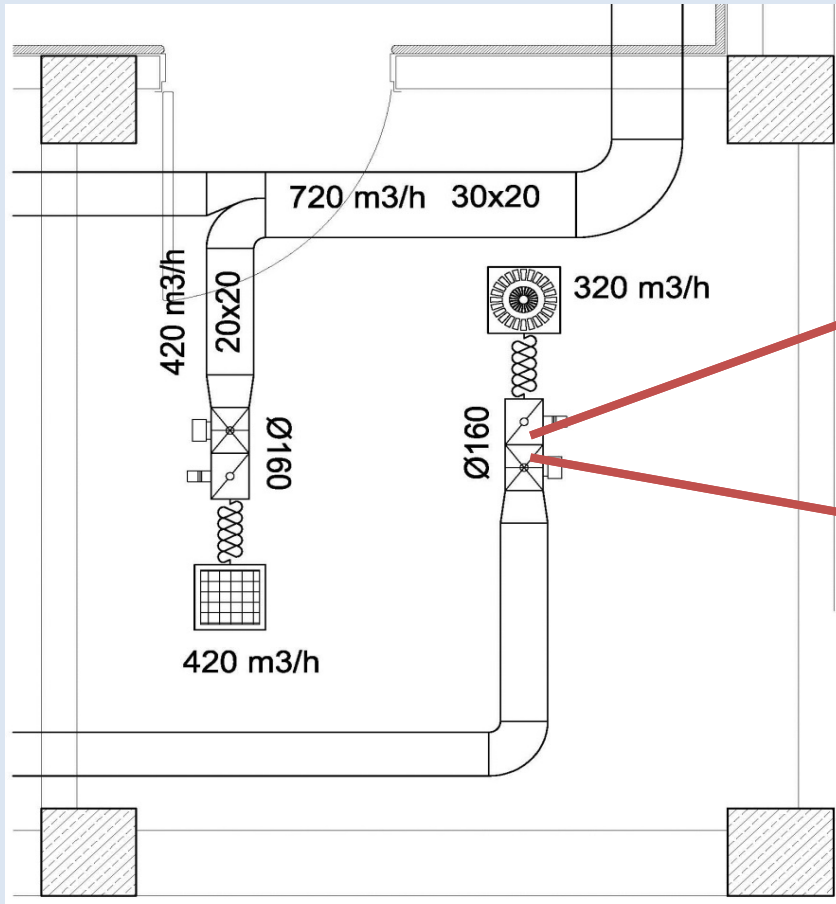
Hijyenik sistem hava kontrolü

Ameliyathane salonları havalandırma hatlarında %100 ve %50 debi ile çalışmayı sağlayacak VAV (Variable Air Volume) yani değişken hava debili/hacimli cihazlar kullanılır.



Hijyenik sistem hava kontrolü

Diğer alanların hatlarında ise CAV (Constant Air Volume) yani sabit hava debili/hacimli cihazlar bulunur. Bu hatlarda hepa bulunması durumunda ayrıca Shut-off damper de yer kullanılır.



CAV



Shut-off
damper



Hijyenik sistem hava kontrolü



Aynı santrale bağlı mahallerde farklı sıcaklık istenildiği durumlarda kanal tipi ısıtıcı kullanılır.

Ses seviyesinin yüksek olduğu durumlarda kanal tipi susturucu kullanılması gereklidir.





Proje Örnekleri

- 1) VRF
- 2) VRF + IGK
- 3) VRF + Santral
- 4) Karışım havalı santral
- 5) % 100 dış havalı sistem (hastane)