

ISISAN ÇALIŞMALARI NO.305

KLİMA TESİSATI



İSİSAN

GEA

Buderus

Goodman

CLIMA

1. KANAL SİSTEMİ TASARIMINA GENEL YAKLAŞIM

1.1. STANDART KANALLAR VE ELEMANLARI

Yuvarlak kanal sistemlerinin elemanları standartlaştırılmıştır. Böylece kolayca standart seri üretim yapmak, üretimi stoklamak ve kısa zamanda müşteriye teslim edebilmek mümkün olmuştur. Buna karşılık dikdörtgen kesitli kanallar ve bağlantı parçaları için böyle bir standart boyut söz konusu değildir. Dikdörtgen kesitli kanallar ve fittingsi müşterinin istediği boyutlarda ve çoğu zaman şantiyede, yerinde üretilir.

Tablo 1.1'de görülen standart çap değerleri ISO tarafından kabul edilmiş olup bütün dünya için geçerlidir.

Yuvarlak kanallar şantiyede istenilen boylarda kesilebilir. Böylece değişikliklere daha iyi cevap verebilmektedir. Halbuki dikdörtgen kesitli kanallar tam ölçülerinde yapılmak zorundadır. Şantiyede herhangi bir değişiklik ve ayar çok daha zordur.

Standart nominal iç çap	1 m kanal uzunluğunun yüzey alanı	Standart nominal iç çap	1 m kanal uzunluğunun yüzey alanı
mm	m ²	mm	m ²
63	0.198	500	1.571
80	0.251	560	1.760
100	0.314	630	1.979
125	0.393	710	2.229
160	0.502	800	2.512
200	0.628	900	2.826
250	0.785	1000	3.142
315	0.990	1120	3.517
355	1.115	1250	3.927
400	1.257	1400	4.400
450	1.413	1600	5.030

Tablo 1.1. STANDART YUVARLAK KANAL ÇAPLARI

1.2. HAVA DAĞITIMI

Kanal sistemi tasarımında (dizayn) öncelikle hava üfleme ve emme menfezlerinin yerleri ve her bir menfezin kapasitesi, tipi ve büyüklüğü belirlenmelidir. Bu hava verme ve emme menfezlerinin standart tipte ve biçimde olmasına ve bilinen bir firma ürünü olmasına dikkat edilmelidir. Bu tip ciddi firma ürünleri için hazırlanmış olan kataloglarda hava atış mesafeleri, düşme ve hava hareketi biçimleri, eleman çıkış hızları, basınç düşümleri, ses ve tavan yükseklikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Aynı kol üzerinde olan besleme havası açıklıklarındaki basınç düşümü arasındaki fark 12,5 Pa değerini aşmamalıdır.

Aynı kol üzerinde tavan tipi difüzörlerle, duvar tipi menfezlerin karışık kullanılmamasına dikkat edilmelidir.

1.3. ÖN TASLAK ÇİZİM

Daha sonraki adım, kanal sisteminin şematik olarak çizilmesidir. Bu şematik ön çizimde hesaplanan hava miktarları, çıkış yerleri ve en

ekonomik ve uygun kanal güzergâhı gösterilir. Bu çizimin mimarı plânlardan üretilen işler üzerine yapılması tavsiye edilir. Böylece kanal tasarımının yapının ve diğer servislerin sınırlamalarına uygun olması temin edilir.

Bundan sonra ileride anlatılacak yöntemlerden birine göre kanallar boyutlandırılarak çeşitli elemanlardaki basınç kayıpları hesaplanır. Bulunan değerler şematik çizimlere işlenir. Kanal hesaplarında bulunan boyutlar yuvarlak kanallar içindir. Eğer dikdörtgen kanallar kullanılacak ise eşdeğer kanal çapından, dikdörtgen kanal boyutlarına geçilir.

Tasarımı hesaplanan çıplak kanal boyutlarının üzerine, kanal mukavemeti ile ilgili destekler ve çevresel birleşmeler için ve kanalların taşınmasında gerekli elemanlar için ihtiyaç duyulan hacimleri gözönüne alınmalıdır. Ayrıca izoleli kanallarda izolasyon için gerekli hacim kanal boyutlarına ilave edilmelidir. Duvarlardan, diğer boru, kablo ve yapı elemanlarından açıklıklar ve asma tavan elemanlarının sökülebilmesi için yeterli boşluklar bırakılmalıdır.

Kanal sistemini boyutlandırma ve güzergâhını belirlemede diğer dikkat edilecek nokta; hava terminalleri, karıştırma kutuları, V.A.V. kutuları, yangın damperleri, hava ayar damperleri gibi eleman ve aksesuarlar için ve bunlara ulaşabilme için gerekli hacimlerin ve imkânların yaratılmasıdır.

1.4. KANAL DİZAYN YÖNTEMLERİ

Otomatik olarak en ekonomik kanal sistemini veren hiçbir kanal tasarım (dizayn) yöntemi yoktur. Bunun yerine teklif edilmiş ve bugün kullanılan çeşitli dizayn yöntemleri bulunmaktadır. Farklı durumlarda bu yöntemlerden biri seçilerek hesap yapılır.

Bu yöntemlerden hangisinin seçileceği, aslında maliyet kalemlerinin dikkatlice değerlendirilmesi ile kararlaştırılmalıdır.

Bu kısımda farklı dizayn yöntemlerinin özellikleri ve hangi hallerde kullanılmasının tavsiye edildiği üzerinde durulacaktır. Bu yöntemlerin kendileri ise ilgili bölümde anlatılmıştır.

1. Eş Sürtünme Yöntemi

Kanal dizaynında belki de en geniş kullanılan yöntemdir. Bu sistemde bütün kanal boyunca birim uzunluktaki sürtünme kaybı aynı tutulur.

Besleme, egzoz ve dönüş kanallarının boyutlandırılmasında kullanılabilir. Normal olarak yüksek basınçlı sistemlerin boyutlandırılmasında (750 Pa üzerinde) kullanılamaz. Bu yöntemde besleme kanallarında akış yönünde hız otomatik olarak giderek azalır. Böylece ses üretimi ihtimali de giderek azalır.

Bu yöntemin ana dezavantajı çeşitli kanal kollarındaki basınç düşümlerinin eşitlenmesi yönünde hiçbir önlem getirmemesidir. Bu nedenle simetrik sistemler veya dallanmayan tek kanallar için uygundur.

2. Statik Geri Kazanma Yöntemi

Bu yöntem her basınç ve hızdaki besleme kanalları için uygulanabilir. Ancak normal olarak dönüş ve egzoz kanalları için kullanılmaz. Hesap olarak eş sürtünme yöntemine göre daha karmaşık olmasına karşın, teorik olarak bütün kollarında ve çıkışlarda üniform basınç düşümü yaratması açısından daha güvenilir bir yöntemdir.

Kanaldaki hızlar sistematik olarak azaltılır. Her bir kanal parçasının önünde hız düşürülerek, dinamik basınç (hız basıncı) statik basınca dönüştürülür ve bu parçadaki basınç kaybının karşılanmasında kullanılır. Ortalama kanal sistemlerinde bu statik geri kazanma %75 oranındadır. İdeal şartlarda bu oran %90'a kadar yükseltilir.

Kanal elemanı	Alın hızı, m/s
Jaluziler:	
Emiş, 3300 L/s ve daha büyük	2
Emiş, 3300 L/s den daha küçük	Şekil 1.3'den
Egzoz, 2400 L/s ve daha büyük	2,5
Egzoz, 2400 L/s den daha küçük	Şekil 1.3'den
Filtreler:	
Panel filtreler	
Viskoz çarpmalı	1-4
Kuru tip genişletilmiş yüzeyli	
Düz (düşük verimli)	Kanal hızında
Katlanmış malzeme (orta verimli)	3,8'e kadar
HEPA	1,3
Yenilenebilir malzemeli filtreler	
Hareketli-perde viskoz çarpmalı	2,5
Hareketli-perde kuru malzemeli	1
Elektronik hava temizleyiciler	
İyonizasyonlu tipler	0,8-1,8
Isıtıcı Serpantinler	
Buhar ve sıcak su	2,5-5
Elektrikli	
Açık telli	üretici verisi
Kanatlı borulu	üretici verisi
Nem alıcı serpantinler	2-3
Hava yıkayıcılar	
Sprey tipi	1,5-3
Hücre tipi	üretici verisi
Yüksek hızlı sprej tipi	6-9

Tablo 1.2. HVAC BİLEŞENLERİ TİPİK DİZAYN HIZLARI

Bu sistemin avantajı kanal sisteminin dengede (ayarlanan şekilde) kalmasıdır. Çünkü kayıp ve kazançlar hızla orantılıdır. Yüke bağlı olarak debilerin azalması sistemdeki reglajı (balansı) bozamaz. Bu nedenle V.A.V. sistemleri için ideal bir yöntemdir.

Statik geri kazanma yönteminin dezavantajı uzun kolların sonlarında, özellikle bu kanal kolu diğerlerine göre çok uzunsa, aşırı büyük kanal boyutları vermesidir. Ayrıca bu bölgelerde hızlar da çok düşüğünden kanalın ısı kayıp ve kazançlarına karşı izolasyonu gerekir.

3. Uzatılmış Plenumlar

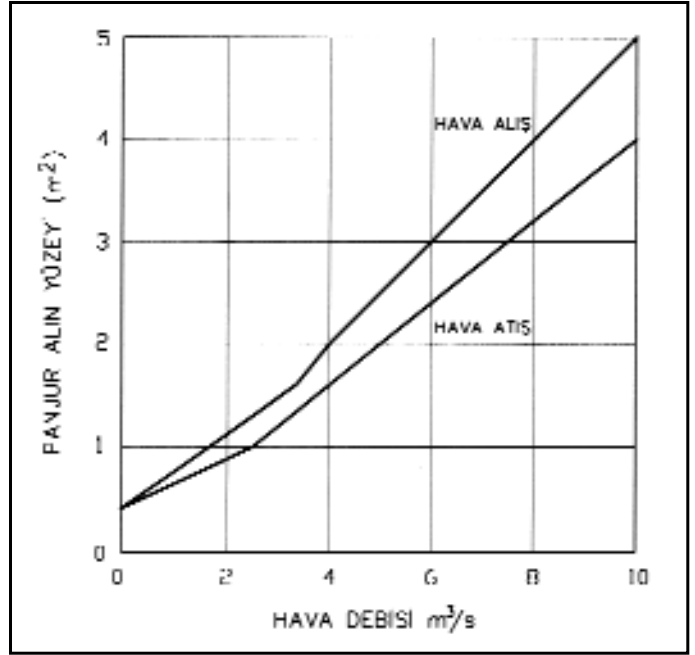
Uzatılmış plenum, bir geniş kanal veya uzun bir plenum olarak tariflenir ve genellikle fan çıkışındadır. Bu plenum üzerinde çeşitli hava çıkış açıklıkları veya kol çıkışları bulunmaktadır. Plenumlar sulu sistemlerdeki kollektörlere benzer bir fonksiyona sahiptir. Bu sistemin dezavantajı düşük hava hızları nedeniyle büyük ölçüde ısı kayıp ve kazançlarına neden olmasıdır. Genellikle sıcak hava ile konut ısıtması gibi küçük fakat çok dallı sistemlerde kullanılır.

4. T-Yöntemi

Bu yöntem yeni geliştirilmiş bir kanal dizaynı optimizasyon yöntemidir ki, sistemin ilk yatırım maliyeti, işletme maliyeti, enerji maliyeti, çalışma saati, yıllık enflasyon oranı, faiz oranları vs. gibi parametrelerini de gözönüne alarak hesap yapar. Bu yöntemin uygulanmasında esas olarak uygun bilgisayar programlarından yararlanır.

5. Hız Yöntemi

Tecrübeli bir projeci kanal sistemi boyunca uygun hızlar takdir ede-



Şekil 1.3 PANJUR SEÇİM DİYAGRAMI

rek basit bir şekilde kanal boyutlandırmasını gerçekleştirebilir. Bir kaç çıkışı olan ve kolayca dengelenebilen basit kanal sistemlerinin dışında, bu yöntemi başkaları kullanmamalıdır. Bu yöntemde hız kanal boyunca giderek azaltılır.

6. Sabit Hız Yöntemi

Yine tecrübe ile optimum bir hız seçerek, bütün kanal sistemi boyunca bu hızı koruyacak şekilde boyutlandırma yapılabilir. Bu yöntem en çok yüksek basınçlı kanal sistemlerinde kullanılır. Bu kanal sistemlerinde havayı kullanım alanlarına dağıtmadan önce hızı ve sesi düşürmek üzere genişletilmiş terminal kutuları kullanılır.

Sabit hız yönteminin kullanıldığı ikinci ana uygulama alanı ise endüstriyel toz toplama kanal boyutlandırmasıdır.

Tozların ve tekstil endüstrisinde olduğu gibi elyafın taşınabilmesi için belirli bir minimum hız değeri bulunmaktadır.

Dolayısı ile bu tür endüstriyel egzoz kanallarında hız değeri söz konusu sınır değerinin altına düşmeyecek şekilde boyutlandırma yapılır.

7. Toplam Basınç Yöntemi

Bu yöntem statik geri kazanma yönteminin daha özleştirilmiş halidir. Bu yöntem projeciye kanal sisteminin her kısmında gerçek sürtünme ve dinamik kayıpları belirleme imkânı yaratır. Avantajı kanal bölümlerindeki gerçek basınç kayıplarının ve temin edilmesi gerekli toplam fan basıncının bilinmesidir.

1.5. KANAL SİSTEMİNDE HIZLAR

Çeşitli havalandırma elemanlarındaki tipik hızlar, Tablo 1.2'de verilmiştir. Panjurlardaki hızlar özel olarak ele alınmalıdır. Panjur tipine göre serbest geçiş alanı ve performans çok değişir. Hava giriş ve çıkış panjurlarında hız değerleri normal hallerde 2-2,5 m/s mertebelerindedir. Şekil 1.3'de panjur ön boyutlandırması ile ilgili bir grafik verilmiştir. Tablo 1.6'da ise farklı basınç sınıfındaki kanallarda izin verilen max. hız. değerleri gösterilmiştir.

Tablo 1.4'de Alman Literatürüne göre tavsiye edilen kanallardaki

Düşük Basıncılı Sistemlerde	Konfor Uygulaması	Endüstriyel Uygulama
Besleme menfezleri	1.5 - 3	3 - 4 m/s
Emiş ve egzoz menfezleri	2 - 3	4 - 8 m/s
Dış hava panjuruları	3 - 4	4 - 6 m/s
Ana kanallar	3.5 - 7	7 - 12 m/s
Tali kanallar, bağlantılar	3 - 5	5 - 8 m/s
Yüksek basınçlı kanallarda, Bağlantı hatları 8 - 12 m/sn	Ana kanallarda 15 - 20 m/sn	Tali kanallarda 12 - 18 m/s

Tablo 1.4

hava hızları verilmiştir. Tablo 1.5'de ise Carrier tarafından tavsiye edilen hız değerleri verilmiştir.

1.6. BASINÇ SINIFLANDIRMASI

Kanal sistemi üzerinde statik basınç sınıfının belirtilmesi, kanal mukavemeti ve maliyet hesapları açısından yararlıdır.

Kanal sistemindeki SMACNA tarafından verilen basınç sınıfları Tablo 1.6'da verilmiştir.

Prensip olarak ihale projelerinde her bir kanal sistemi bölümünün statik basınç sınıfı belirtilmiştir. SMACNA standartlarına göre her bölümdeki basınç sınıfı üçgen bayraklar içinde proje üzerine işlenmektedir.

V.A.V. sistemlerinde kanaldaki basınç sınıflarına özel bir dikkat gösterilmelidir. Bu sistemlerde besleme kanallarında en düşük hava debisi koşullarında fan basıncını en uçtaki V.A.V. kutusunda bile aynen bulmak mümkündür. Böyle hallerde kanal statik basınç sınıfı bütün sistem için aynı olacaktır ve bu da fan basıncı ile belirlenecektir.

Aynı şekilde tehlike şartları çalışmalarına da özel dikkat gösterilmelidir. Örneğin duman kontrol sistemi devreye girdiğinde veya yangın damperleri sistem tam yükte iken kapandığında, bu ani basınç değişimlerinin söz konusu bölümde dağıtım kanallarına zarar vermeyeceği mukavemet değerinin, bir başka anlatımla basınç sınıfının seçilmesi gerekir.

Yuvarlak kanallarda, kanal formunun uygunluğu dolayısı ile aynı basınç şartlarında daha ince sac malzeme kullanmak mümkündür. Özellikle spiral sarılmış yuvarlak kanallarda mukavemet daha yüksektir ve malzeme et kalınlığı daha da düşürülebilir. Tablo 6 ve 7'de İsveç ve İngiliz standartlarına göre kanal üretimi için sac kalınlıkları verilmiştir. Buna göre gerek malzemenin incelenmesi, gerekse daha az malzeme ile aynı eşdeğer geçiş kesitinin oluşturulması nedeniyle yuvarlak kanal sistemleri, aynı kapasitedeki tipik dikdörtgen kanallara göre %30-40 daha hafiftir. Bu nedenle ϕ 200 mm'ye kadar olan yuvarlak kanalları 1 kişi monte edebilir.

Uygulama	Ses Kriteri	Ekonomik Kriter			
		Ana Kanal		Tali Kanal	
		Besleme	Dönüş	Besleme	Dönüş
Konutlar	3 m/s	5	4	3	3
Apart Otel, Hastane, Yatak Odası	5 m/s	7.5	6.5	6	5
Özel Ofis, Kütüphane, Yönetici Odası	6 m/s	10	7.5	8	6
Tiyatro, Konser Salonu	4 m/s	6.5	5.5	5	4
Genel Ofisler, Lokantalar, Alışveriş, Bankalar	7.5 m/s	10	7.5	8	6
Ortalama Dükkan ve Kafeteryalar	9 m/s	10	7.5	8	6
Endüstri	12.5 m/s	15	9	11	7.5

Tablo 1.5. CARRIER TARAFINDAN TAVSİYE EDİLEN HIZLAR

Statik Basınç Sınıfı	Çalışma Basıncı	Basınç Tipi	Sızdırmazlık Sınıfı	Max. Hız
Pa	Pa	-	-	m/s
125	125'e kadar	Poz. / Neg.	C	10
250	125 - 250	Poz. / Neg.	C	12.5
500	250 - 500	Poz. / Neg.	C	12.5
750	500 - 750	Poz. / Neg.	B	20
1000	750 - 1000	Poz.	A	20
1500	1000 - 1500	Poz.	A	Belirlendiği gibi
2500	1500 - 2500	Poz.	A	Belirlendiği gibi

Tablo 1.6. KANAL BASINÇ - HIZ SINIFLANDIRMASI

Kalınlık mm	Çap				
	0 - 80	80 - 160	160 - 315	315 - 800	800-1250
	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2

Tablo 1.7. İSVEÇ STANDARTLARINA GÖRE KANAL SAC KALINLIĞI

Kalınlık mm	Maksimum Çap (mm)			
	205	762	1020	1525
	0.6	0.8	1.0	1.2

Tablo 1.8. İNGİLİZ STANDARTLARINA GÖRE KANAL SAC KALINLIĞI

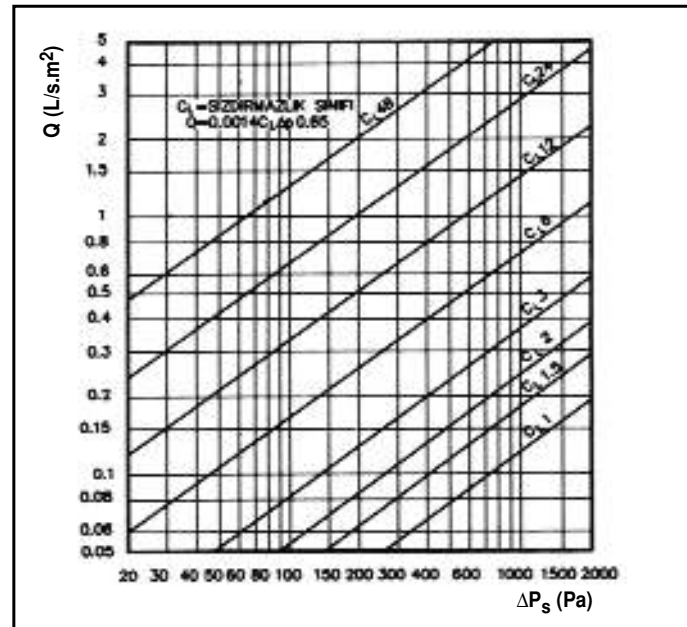
1.7. KANAL SIZDIRMAZLIĞI

Bugün için kanal basıncı ve sızdırmazlık sınıfı belirtildiğinde kanal sisteminden müsaade edilen hava kaçağı hesaplanabilmektedir. Bu sızma veya kaçak miktarları kanal yüzeyi cinsinden (L/s.m²) olduğu gibi toplam hava debisinin yüzdesi cinsinden de ifade edilebilir. ASHRAE ve SMACNA standardına göre sızdırmazlık sınıfları ve kanal kaçak sınıflandırması

- $C_L = 720 \cdot Q / (\Delta P_s)^{0.65}$ ifadesine göre yapılmaktadır. Burada;
 Q = Sızdırma veya kaçak miktarı, L/s. m² (yüzey alanı)
 C_L = Sızdırmazlık sınıfı (750 Pa basınçta sızdırma miktarı)
 ΔP_s = Kanal içi ile dışı arasındaki basınç farkı
(Kanal içindeki statik basınç)

Şekil 1.9'de yukarıdaki denkleme dayanan sızdırmazlık sınıfları gösterilmiştir.

Tablo 1.10'da ise kaliteli bir kanal sisteminde pratikte ulaşılabilecek sızdırmazlık sınıfları verilmiştir. Burada menfez, anemostat gibi elemanların kanala bağlantıları ile ilişkili değerler test verilerinde temsil edilmemektedir. Tasarımcıya yardımcı olabilmek açısından Tablo 1.11 kanal sızdırmazlık sınıfının belirlenmesi için bir rehber olarak kullanılabilir. Kanal sızdırmazlık seviyesinin istenebileceği



Şekil 1.9. KANAL SIZDIRMAZLIK SINIFLANDIRMASI

Kanal Tipi	Tahmin edilen kanal sızdırmazlık sınıfı C_L	
	Contalı	Contasız
Esnekler hariç Yuvarlak ve düz oval	3	30 (12-70)
Dikdörtgen < 500 Pa (Negatif ve pozitif basınçlı)	12	48 (12-110)
> 500 ve < 2500 Pa (Negatif ve pozitif basınçlı)	6	48 (12-110)
Flexible metal, Alüminyum	8	30 (12-54)
Metal olmayanlar	12	30 (4-54)
Cam yünü		
Dikdörtgen Yuvarlak	6 3	- -

Tablo 1.10 KANAL SIZDIRMAZLIK SINIFLARI

Kanal tipi	Sızdırmazlık sınıfı	Kaçak oranı 250 Pa'da L/(s.m ²)
Metal Yuvarlak	3	0,15
Oval	3	0,15
Dikdörtgen	6	0,3
Fleksibil	6	0,3
Fiberglas Yuvarlak	3	0,15
Dikdörtgen	6	0,3

Tablo 1.11. KANAL TİPİNE GÖRE TAVSİYE EDİLEN KANAL KAÇAK SINIFLARI

Kanal yeri	Kanal tipi			
	Besleme		Egzoz	Dönüş
	≤500 Pa	>500 Pa		
Dış ortam	A	A	A	A
Şartlandırılmayan hacimler	B	A	B	B
Şartlandırılan hacimler (gizlenmiş kanal)	C	B	B	B
Şartlandırılan hacimler (açıkta kanal)				
Ofis tipi alanlar	A	A	B	B
Fabrika tipi alanlar	C	B	B	B

Tablo 1.12.A TAVSİYE EDİLEN KANAL SIZDIRMAZLIK SEVİYELERİ

Sızdırmazlık seviyesi	Sızdırmazlık gerekleri
A	Bütün çevresel birleşmeler, boyuna dikişler ve kanal duvarındaki girişler (vida gibi)
B	Bütün çevresel birleşmeler, boyuna dikişler
C	Sadece çevresel birleşmeler

Tablo 1.12B. KANAL SIZDIRMAZLIK SEVİYELERİ

değerleri Tablo 1.12'de verilmiştir. Tablo 1.13'da ise toplam hava debisi yüzdesi olarak hava kaçakları ifade edilmiştir. Kabul edilebilir sızdırmazlık sınıfını belirlemede projeci sorumludur. Hava kaçaklarının yaratacağı enerji maliyetleri ile ilk yatırım maliyetlerini dengeleyerek optimum çözümü bulmalıdır. Sınıf 3 sızdırmazlık değerine; iyi bir işçilik ve dikkatli bir birleşme yöntemi ve sızdırmazlık elemanı seçerek bütün kanal sistemlerinde ulaşılabilir. Avrupa standartlarında ise üç sızdırmazlık sınıfı tarif edilmektedir.

Bu sızdırmazlık sınıfları

- A. En düşük sınıf 400 Pa'da 1,320 L/s.m² kaçak
 B. Orta sınıf 400 Pa'da 0,440 L/s.m² kaçak
 C. En yüksek sınıf 400 Pa'da 0,15 L/s.m² kaçak olup, Şekil 1.14'de gösterilmişlerdir.

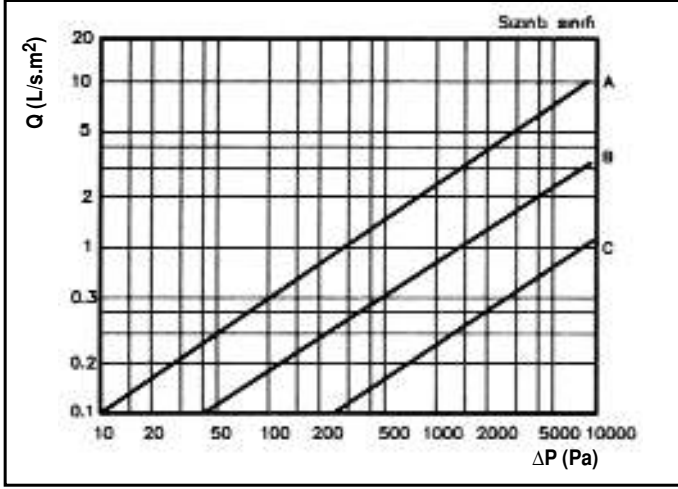
Kanal sisteminde belirlenen kaçak miktarı, sistem toplam hava miktarına (dolayısı ile fan debisine) ilave edilmelidir.

1.8. KANAL SIZDIRMAZLIĞININ ÖLÇÜLMESİ

Kanal sızdırmazlığı testi SMACNA "HVAC Air Duct Leakage Test Manual (1985)" esaslarına göre yapılabilir. Kanal sızdırmazlığı özel bir cihazla ölçülür. Kanal içinde pozitif basınç olması halinde ölçüm cihazının kanal sistemine bağlantısı ve elemanları Şekil 1.15'de gösterilmiştir. Bu şekilde 1 numara ile fan gösterilmiştir. Konik uç, fanın istenilen tarafına bağlanarak hava yönü değiştirilebilir. Böylece kanal sisteminde basınç veya vakum yaratılabilir. Fan devir ayar-

Sızdırmazlık Sınıfı	m ² kanal yüzeyi başına sistem debisi m ³ /h	Statik Basınç (Pa)					
		125	250	500	750	1000	1500
48	10	15	24	38	49	59	77
	12.7	12	19	30	39	47	62
	15	10	16	25	33	39	51
	20	7.7	12	19	25	30	38
	25	6.1	9.6	15	20	24	31
24	10	7.7	12	19	25	30	38
	12.7	6.1	9.6	15	20	24	31
	15	5.1	8.0	13	16	20	26
	20	3.8	6.0	9.4	12	15	19
	25	3.1	4.8	7.5	9.8	12	15
12	10	3.8	6	9.4	12	15	19
	12.7	3.1	4.8	7.5	9.8	12	15
	15	2.6	4.0	6.3	8.2	9.8	13
	20	1.9	3.0	4.7	6.1	7.4	9.6
	25	1.5	2.4	3.8	4.9	5.9	7.7
6	10	1.9	3	4.7	6.1	7.4	9.6
	12.7	1.5	2.4	3.8	4.9	5.9	7.7
	15	1.3	2.0	3.1	4.1	4.9	6.4
	20	1.0	1.5	2.4	3.1	3.7	4.8
	25	0.8	1.2	1.9	2.4	3.0	3.8
3	10	1.0	1.5	2.4	3.1	3.7	4.8
	12.7	0.8	1.2	1.9	2.4	3.0	3.8
	15	0.6	1.0	1.6	2.0	2.5	3.2
	20	0.5	0.8	1.3	1.6	2.0	2.6
	25	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9
2	10	0.5	1.0	1.4	1.7	2.0	2.4
	12.7	0.4	0.8	1.1	1.4	1.6	2.0
	15	0.3	0.7	0.9	1.2	1.3	1.6
	20	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2
	25	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0
1.5	10	0.5	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8
	12.7	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5
	15	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2
	20	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9
	25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
1	10	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2
	12.7	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0
	15	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8
	20	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
	25	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5

Tablo 1.13. HAVA MİKTARINA GÖRE SIZDIRMA ORANI



Şekil 1.14.

lıdır. Debişi bir reosta yardımı ile istenilen değere ayarlanabilir. 2 numara ile ölçme borusu gösterilmiştir. Değişik çapta iki boru ile fanın bütün debi aralığında hassas debi ölçümü gerçekleştirilebilir. 4 numarada gösterilen diferansiyel U manometreden ölçme borusundaki basınç düşümü okunur. Bu basınç düşümü ile ilgili kalibrasyon eğrilerinden debi okunur.

5 numara bağlantı hortumunu gösterir. Bu hortum uçları bantlarla sızdırmaz hale getirilmelidir. Test basıncını gösteren ve yine 4 numara ile ifade edilmiş bir başka U manometre daha vardır. Bu manometreden kanal içindeki basınç değeri okunur.

Testin Yapılması:

Sızdırmazlık testi tercihan montaj sırasında yapılmalıdır.

Test aşağıdaki adımlardan oluşur.

1- Uygun test edilecek kanal alanını belirlenir. Bu, belirlenen sızdırmazlık sınıfı ve uygulanacak basınç gözönüne alınarak yapılır. Bu amaçla Şekil 1.14'den yararlanılabilir.

Örneğin test 800 Pa basınçta yapılacaksa ve seçilen sızdırmazlık sınıfı B ise (Avrupa normu) 100 mm. ölçü borusu kullanarak en fazla 193 m² kanal alanı test edilebilir. Eğer 50 mm. ölçme borusu kullanılırsa, test edilebilecek alan 65 m² değerine iner.

2- Kanalın test edilecek bölümündeki bütün menfez açıklıkları, bransmanlar vs. gibi bütün açıklıklar sızdırmaz biçimde kapatılır. Bu kapatma işlemi çok dikkatli yapılmalıdır. Aksi halde yanlış sonuçlara ulaşılır.

3- Test cihazı uygun biçimde kanal sistemine bağlanır.

4- Fan çalıştırılır ve fan hızı kanal sisteminde basınç belirlenen değere (örnekte 800 Pa) ulaşmaya kadar hızı artırılır.

5- Fanın 3-5 dakika çalışmasına devamı sağlanır ve bütün ölçülen değerlerin stabil bir hal almasına kadar beklenir.

Bu durumda ölçme borusuna bağlı manometre okunur.

6- Manometrede okunan basınç değeri, ölçme borusu kalibrasyon eğrisi yardımı ile debi değerine dönüştürülür. Böylece kanal sistemine beslenen (veya emilen) hava debisi bulunmuş olur.

7- Bulunan hava debisi test yapılan kanal bölgesindeki kaçaklara karşı gelmektedir. Bu debi değeri kanal alanına bölünerek, m² başına hava sızıntısı belirlenir.

8- Bu değer Şekil 1.14'de işaretlenerek kanalın sızdırmazlık sınıfı belirlenir.

1.9. KANAL İZOLASYONU, ISI KAYIP VE KAZANÇLARI

Yüksek olmayan konut yapıları hariç, bütün yeni yapılacak klima hava dağıtım kanallarının izole edilmesi gerektiği ASHRAE 90.1 no.lu standardı ile şart koşulmuştur. Yeni yüksek olmayan konutlardaki kanal izolasyonları ASHRAE Standart 90.2 tarafından tanımlanmıştır. Mevcut binaların kanal izolasyonu ise ASHRAE Standart 100 koşullarını sağlamalıdır. Bu standartlardaki izolasyon kalınlıkları minimum değerlerdir. Ekonomiklik hesapları sonucu daha kalın izolasyon değerleri gerekebilir.

Kanal yüzeyinden kaybolan ısı miktarı,

$$Q = K.F \left[\frac{(t_g + t_c)}{2} - t_d \right]$$

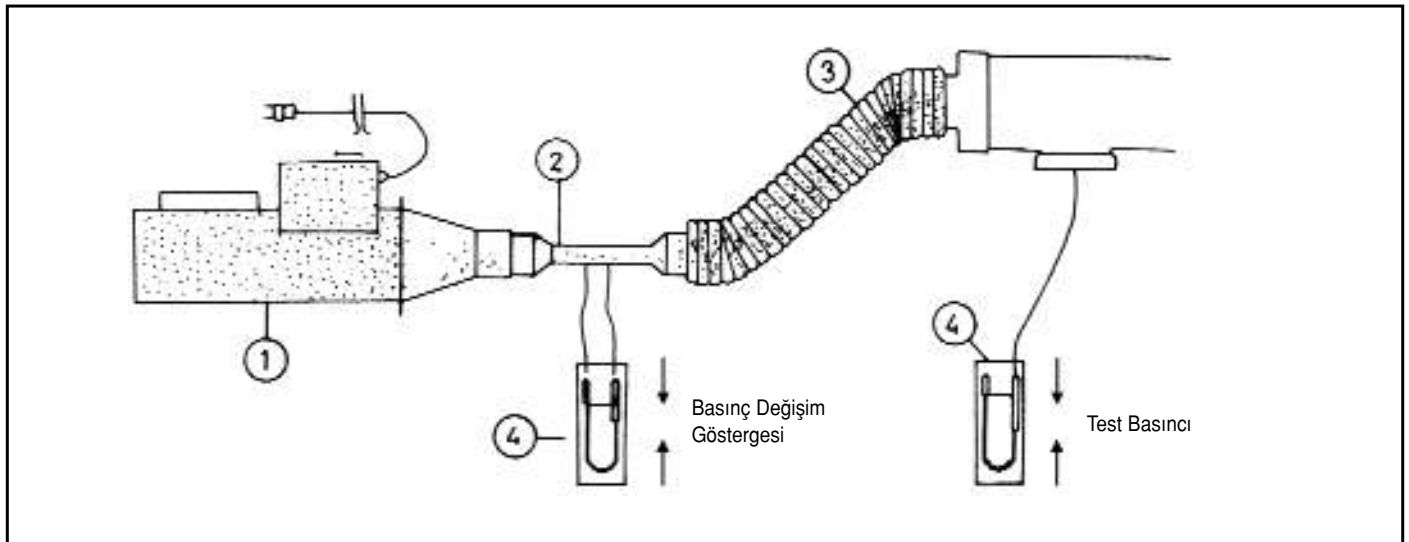
ifadesi ile belirlenebilir. Burada;

K = Kanal duvarının toplam ısı geçiş katsayısı, (W/m²K)

F = Kanal yüzeyi (m²)

Q = Isı kaybı veya kazancı (W)

t_g = Kanala hava giriş sıcaklığı (°C)



Şekil 1.15 POZİTİF BASINÇ ALTINDA SIZDIRMAZLIK TESTİ

t_c = Kanaldan hava çıkış sıcaklığı (°C)

t_d = Kanalı çevreleyen ortamın sıcaklığı (°C)

Şekil 1.16'de izoleli ve izolesiz kanallardaki K toplam ısı geçiş katsayıları verilmiştir.

Enerji maliyetlerindeki artışa paralel olarak standartlar yukarıda ifade edildiği gibi izolasyonu daha fazla şart koşturmaktadır. Özellikle şartlandırılmayan hacimlerden geçen klima kanallarının ısı izolesi enerji kaybı açısından çok önemlidir.

ASHRAE 90 A (1980) standartına göre kanal duvarında sağlanması gerekli ısı direnç (iç ve dıştaki hava film dirençleri hariç), $R = \Delta t / 47,3$ olmalıdır. Burada;

Δt = Kanal iç ve dışındaki hava arasındaki fark (°C)

R = Film dirençleri hariç kanal cidarının ısı direnci ($m^2.K/W$)

(Buradaki R değeri 1/K değerinden iç ve dıştaki hava film dirençlerinin çıkarılması ile bulunur. Ortalama ve yaklaşık olarak iki film

direnci toplamı $0,16 m^2.K/W$ değerindedir.)

Sistem toplam maliyetlerinin optimize edilmesi açısından, kanal kesitlerinin büyümesi fan enerji giderlerini azaltırken; ısı kayıp veya kazançlarını artırarak kazan veya chiller enerji giderlerini artırır. Şartlandırılmış ortamlardaki kanallarda ise ortama olan kazançlar nedeniyle hava miktarlarında ayarlama gerekir.

Soğuk yüzeylerdeki yoğuşma olayı, izolasyonu gerektiren bir başka önemli nedendir. Sıcak hava taşıyan kanallar ve sıcak su taşıyan borularda izolasyon sadece ısı tasarrufu nedeniyle yapılır. Eğer kanal ve boru içinde taşınan akışkanın sıcaklığı düşüğe ve bu kanal/boru daha sıcak ve nemli ortamlardan geçiyorsa, bu durumda soğuk kanal/boru yüzeylerinde nemin yoğuşma ihtimali vardır. Eğer kanal/boru yüzey sıcaklığı, ortamın çiş noktası (yoğuşma) sıcaklığından daha düşüğe yoğuşma gerçekleşir. Bu hem korozyon açısından, hem de hijyen ve temizlik açısından istenmeyen bir durumdur.

Yoğuşmanın önlenmesi için soğuk akışkan taşıyan kanal ve boruların dıştan izolasyonu gerekir. ısı izolasyon tabakasının yüzeyindeki sıcaklık, ortamın çiş sıcaklığından daha yüksek olacak şekilde izolasyon tabakası kalınlığı seçilir. Genellikle soğuk akışkandan olan ısı kaybının azaltılması için gerekli ekonomik izolasyon kalınlığı, yoğuşmanın önlenmesi için gerekli kalınlıktan daha fazladır.

Soğuk akışkan taşıyan kanal ve borularda ısı izolasyonu (ve yoğuşmanın önlenmesi) için kullanılacak malzemenin cinsi önemlidir. Eğer bu amaçla cam yünü gibi lifli ve açık hücreli yapısı olan izolasyon malzemesi kullanılırsa, havadaki nem izolasyon tabakası içerisinde difüzyonla ilerler ve sıcaklığın yoğuşma sıcaklığı altına indiği noktada yoğuşur. Böylece izolasyon malzemesi ıslanır ve kısa zamanda fonksiyonunu yerine getiremez duruma gelir. Bu nedenle soğuk akışkan taşıyan boru ve kanal izolasyonunda kapalı hücreli izolasyon malzemesi, örneğin polietilen köpük malzeme veya elastomerik kauçuk köpüğü kullanılmalıdır.

Isı yalıtımı ile ilgili akışkan sıcaklığına bağlı tercih; sıcak hatlarda ($100\text{ }^\circ\text{C}$ 'den yüksek) cam veya kaya yünü malzeme, soğuk hatlarda ($10\text{ }^\circ\text{C}$ 'den düşük) polietilen köpük veya elastomerik kauçuk köpüğü malzeme, ikisi arasındaki ılık hatlarda ise her iki tür malzeme şeklinde olmalıdır.

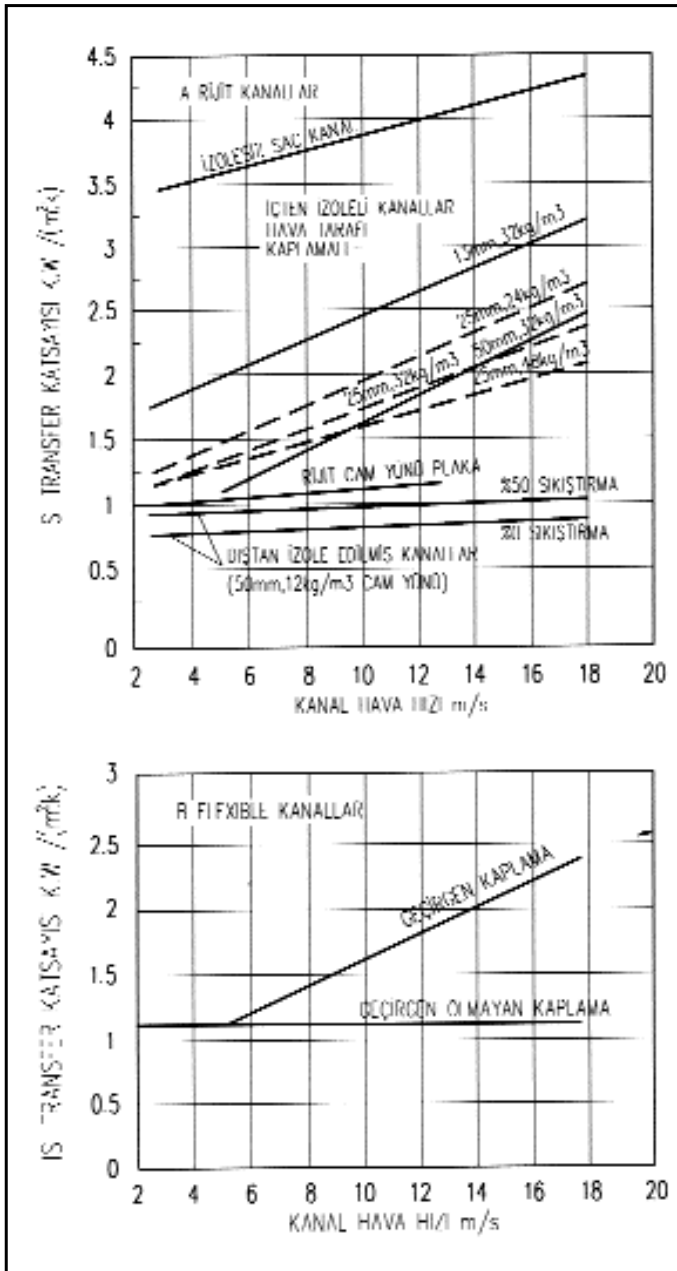
Projelendirme ve uygulamalarda kanalları ve boruları birbirine çok yakın geçirmemelidir. Dar ve sıkışık bölgelerde hava sirkülasyonu azalır.

1.10. YANGIN VE DUMAN KONTROLU

Kanal sistemi duman, sıcak gazlar ve yangını bir bölümden diğer bölüme taşıyabileceğinden sistem tasarımında yangın güvenliği esas kriterlerden biridir. Kanal tasarımı ve sistemde kullanılan elemanlar yangın güvenlik standartlarına uygun olmalıdır. Bu alanda NFPA 90 A Standardı örnek verilebilir.

Kanal sisteminde kullanılan yangın güvenliği ile ilgili en önemli elemanlardan biri yangın damperleridir. Yangın damperleri 1,5 ve 3 saat yangına dayanıklı olarak sınıflandırılır. Duman damperleri ise sıcaklığa ve sızdırmazlık değerlerine göre sınıflandırılır.

Yangından korunma ve duman kontrolü ile ilgili daha detaylı bilgi 2000 ASHRAE Handbook - Systems and Equipment 2. Bölüm, 1997 ASHRAE Handbook - Fundamentals 26. Bölüm, NFPA Fire Protection Handbook (1991)'de ve bu kitapta ilgili bölümde bulunabilir.



Şekil 1.16. KANAL ISI TRANSFER KATSAYILARI

1.11. KANALLARDA SES VE TİTREŞİM

Kanal tasarımının son aşamalarında akustik bir önlem alınıp alınmayacağı analiz edilmelidir. Eğer gerekli ise susturucular, kanal kaplamaları, titreşim izolatörleri gibi elemanlar sisteme dahil edilmelidir. Gerekli akustik önlemlerin alınması halinde, kanal sisteminin hesapları yeniden gözden geçirilerek gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

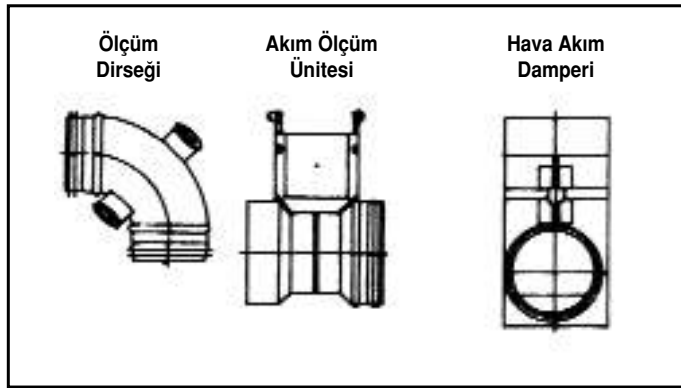
Kanal sisteminde ana ses ve titreşim kaynağı fanlardır. Daha sonra menfezler, fittings ve kanalın kendisi gelir. Ses ve titreşim kontrolü ile ilgili olarak ASHRAE Handbook 1999 Bölüm 42. SMACNA HVAC Systems Duct Design, Bölüm 11'e ve bu kitapta ilgili bölüme bakılmalıdır.

1.12. TEST, AYAR VE BALANS (TAB)

Kanal sistemi dizayn işleminde en önemli adımlardan biri, sistemin tamamlanmasından sonra sistemdeki hava akışının ölçülmesi, ayarlanması ve dengelenmesi için gerekli fiziksel imkânların yaratılmasıdır. Bu amaçla ulaşılabilir alanlarda yeterli uzunlukta düz kanal girişleri oluşturmak, kritik kanal kollarına ayar damperleri koymak alınması gereken önlemler arasında sayılabilir. Konstrüksiyonu takiben TAB personeli bu imkânları kullanarak kanallardaki hava debilerini ölçebilir ve gerekli ayarları damperler yardımı ile yapabilir. Bu konu ile ilgili ASHRAE Handbook 1999 Bölüm 34'e başvurulabilir.

1.13. YUVARLAK KANALLARDA HAVA AKIŞI ÖLÇÜMÜ

Yuvarlak bir kanaldan geçen havanın ölçülmesi, dikdörtgen kesitli bir kanala göre daha kolaydır. Hazır yuvarlak kanal üretiminde, bu amaçla üretilmiş fittings vardır. Şekil 1.17'de görülen özel olarak dizayn edilmiş hava debisi ölçme elemanları hazır kanal pazarlarında mevcuttur.

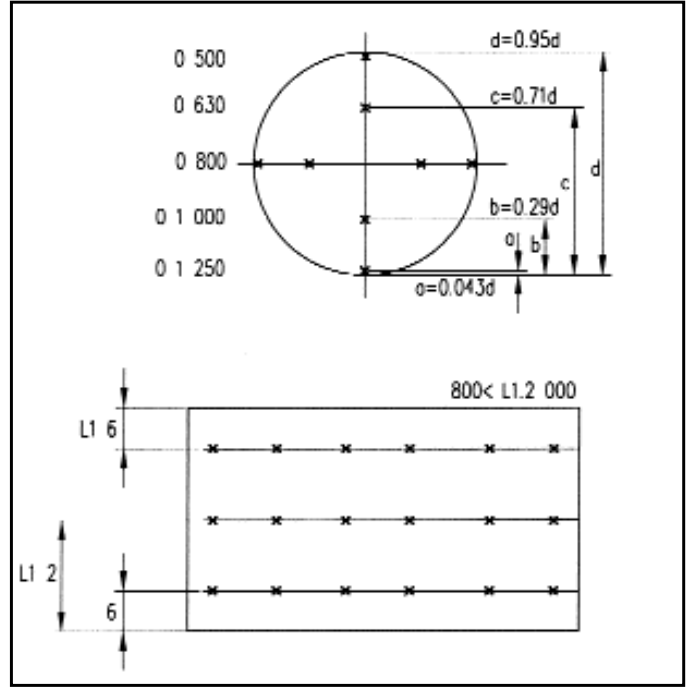


Şekil 1.17. HAVA DEBİSİ ÖLÇME ELEMANLARI

Bu hassas fakat pahalı olmayan elemanları kanal sistemi tasarımında kullanarak, işletmeci ve uygulayıcıya hava debisini sürekli olarak ölçme veya kontrol etme imkânı yaratılmalıdır. Bu elemanlara takılacak sürekli monitörlerle veya zaman zaman ölçmeler yaparak sistem balansı daima korunabilir. Bu elemanlar kullanıldığında, sadece bağlantı noktaları arasındaki basınç farkını ölçmek yeterlidir. Hazır diyagramlar yardımı ile buradan debiye geçilebilir.

Öte yandan kontrol amacı ile şantiyede hız ölçmeleri yapılması yuvarlak kanal halinde daha kolaydır. Klasik Prandtl yöntemi kullanıldığında yuvarlak kanallarda boyuttan bağımsız olarak sadece 2 de-

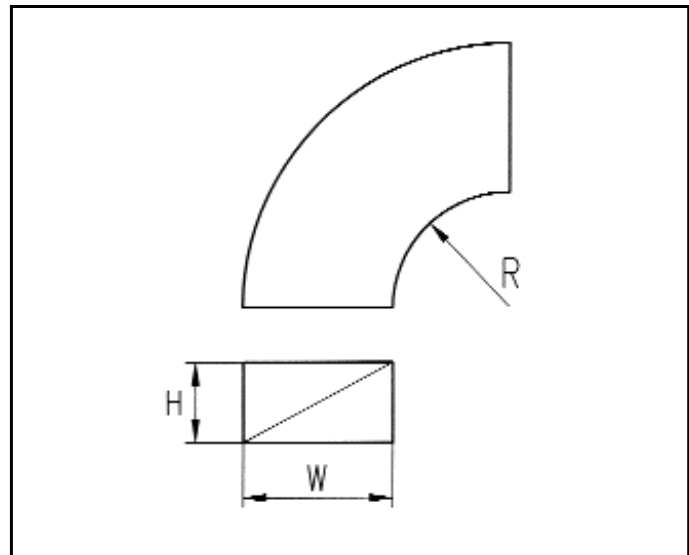
lik açılması yeterlidir. Bu iki delikten Şekil 1.18'de görüldüğü gibi 2 eksen boyunca belirli noktalarda hız ölçmek yeterlidir. Halbuki dikdörtgen kesitli kanallarda hız ölçümü için daha çok deliğe ihtiyaç bulunmaktadır. Kanal ne kadar büyük olursa delik sayısı ve ölçme noktası sayısı o kadar artacaktır.



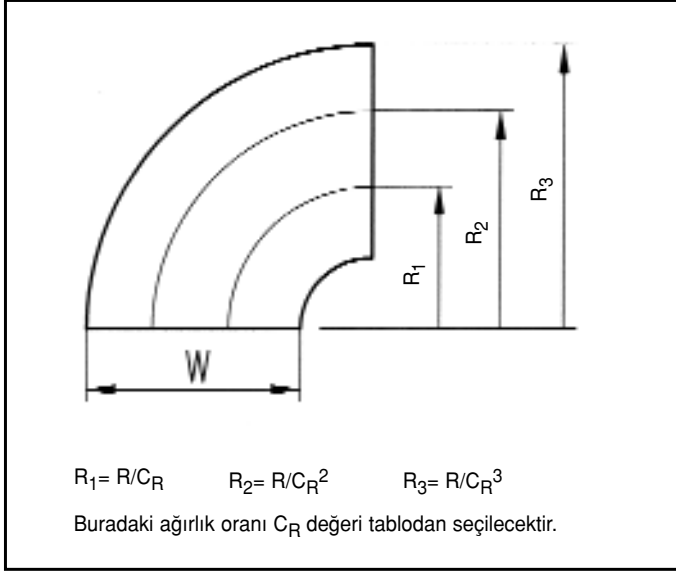
Şekil 1.18. HIZ ÖLÇME NOKTALARI

1.14. DİRSEKLER VE YÖNLENDİRİCİ KANATLAR

Dirsek tarifinde en önemli büyüklük radyüs oranı (eğrilik oranı) R/W değeridir. Burada dikdörtgen kanalın eğrilik yarıçapı ile aynı düzlemde olan W boyutu (genişliği) önemlidir (Şekil 1.19). Yuvarlak kanallarda ise W yerine kanal çapı kullanılacaktır. 90°'den daha küçük dirseklerde kaybın dönme açısı ile orantılı olduğu kabul edilebilir. Dolayısı ile 45° bir dirsekte kayıp, aynı büyüklükteki 90° dirsekteki kaybın yarısı kadardır.



Şekil 1.19. YÖNLENDİRİCİ KANATLAR



Şekil 1.20. YÖNLENDİRİCİ KANAT YERLEŞİMİ

Kanat Sayısı	C_R	R_1	R_2	R_3	C
Kanatsız	-	-	-	-	0.39
1 Kanatlı	0.447	2.23 R	-	-	0.11
2 Kanatlı	0.585	1.71 R	2.92 R	-	0.04
3 Kanatlı	0.669	1.49 R	2.23 R	3.33 R	0.02

Tablo 1.21. YÖNLENDİRİCİ KANAT TABLOSU

Eğer bir dirsek, eşdeğer çapın en az dört misli uzunlukta düz bir kanal parçası ile devam ediyorsa ve eğrilik oranı R/W değeri, 1 veya daha büyükse yönlendirici kanatlara gerek yoktur. Dolayısı ile eğer yer yeterli ise, R/W oranı 1 olan kanatsız bir dirsek kullanılmalıdır.

Eğer yer durumu eğrilik oranının 1 değerinden daha az olmasını gerektiriyorsa, kanatlar kullanılabilir. Eğer dirsekten hemen sonra kanal atmosfere açılıyorsa veya başka bir fittings geliyorsa yönlendirici kanatlar mutlaka kullanılmalıdır.

Tek yönlendirici kanat kullanmak daha çok uygulanır. İki yönlendirici kanat ise daha az kullanılır. Yönlendirici kanatlar, ana dirseği adeta iki veya daha fazla sayıda R/W oranı daha büyük olan dirseklerle ayırmış ve kaybı azaltmış olurlar. Bu durum Şekil 1.20'de açıkça görülmektedir.

Şekil 1.20 ve Tablo 1.21 yardımı ile hem yönlendirici kanatlar yerleşim yerleri hem de kayıp katsayısı değerleri belirlenebilir.

Bu şekilde tariflenen R/W oranı eğer 0,25 değerinde ve H/W oranı 2 değerinde ise eğrilik oranı C_R , kanat yerleri R_1 , R_2 ve R_3 ve kayıp katsayısı C değerleri Tablo 1.21'da verilmiştir.

Buna göre kanatsız halden 2 kanatlı hale gidildiğinde tablodan görüldüğü gibi basınç kayıp katsayısı 0,39 değerinden 0,04 değerine inmektedir.

1.15. KANAL BOYUTLANDIRMASI HESAP ESASLARI

Bir kanaldaki hava akışı teorik olarak Bernoulli Denklemi ile ifade edilebilir. Kanal içindeki akış için yükselti farkı ihmal edilirse, 1 ve

2 noktaları arasında Bernoulli Denklemi:

$$\Delta p = (P_{s1} + \frac{\rho \cdot V_1^2}{2 \cdot g_c}) - (P_{s2} + \frac{\rho \cdot V_2^2}{2 \cdot g_c}) \quad (1)$$

olarak yazılabilir. Burada,

ΔP = Sürtünmeye ve dinamik kayıplara bağlı 1 ve 2 noktaları arasındaki toplam basınç kaybı, (Pa)

P_{s1} ve P_{s2} = Söz konusu noktalarındaki statik basınçlar, (Pa)

V_1 ve V_2 = Söz konusu noktalarındaki hava hızı, (m/s)

ρ = Kanal içindeki havanın yoğunluğu, (kg/m³)

g_c = Boyut sabiti, [1 kg.m/N.s²]]

Bu ifadedeki $V^2/2$ terimi dinamik basınç veya basıncı olarak isimlendirilir ve

$$P_v = \rho \cdot V^2/2 \quad (2)$$

şeklinde gösterilir. Standart şartlardaki hava için hız basıncı,

$$P_v = 0,602 \cdot V^2 \quad (3)$$

olarak bulunur. V burada m/s olarak hava hızıdır. Hız basınç değerleri bu ifadeden hesaplanabileceği gibi Ek 1.1.'de hıza göre tablo halinde de verilmiştir. Buna göre akışkanın herhangi bir noktasındaki toplam basınç,

$$P_t = P_s + P_v \quad (4)$$

olarak statik ve dinamik basınçların toplamı şeklinde ifade edilir.

1.16. AKIŞA GÖSTERİLEN DİRENÇ

Akış sırasında akışkanın mekanik enerjisi kayıplarla ısıya dönüşür. Sürtünme kayıpları ve dinamik kayıplar olarak iki tip kayıp vardır.

1.16.1. Sürtünme Kayıpları

Akışkanın viskozitesine bağlı olarak gerek kanal cidarları ile ve gerekse akışkanın kendi molekülleri arasındaki sürtünmeler dolayısı ile oluşan kayba sürtünme kaybı denir. Sürtünme kaybı Darcy Kanununa göre;

$\Delta P_f = (f \cdot L/D_h) \cdot \rho \cdot V^2/2$ ifadesine göre hesaplanabilir. Burada:

ΔP_f = Sürtünme kaybı, (Pa)

f = Boyutsuz sürtünme kayıp katsayısı

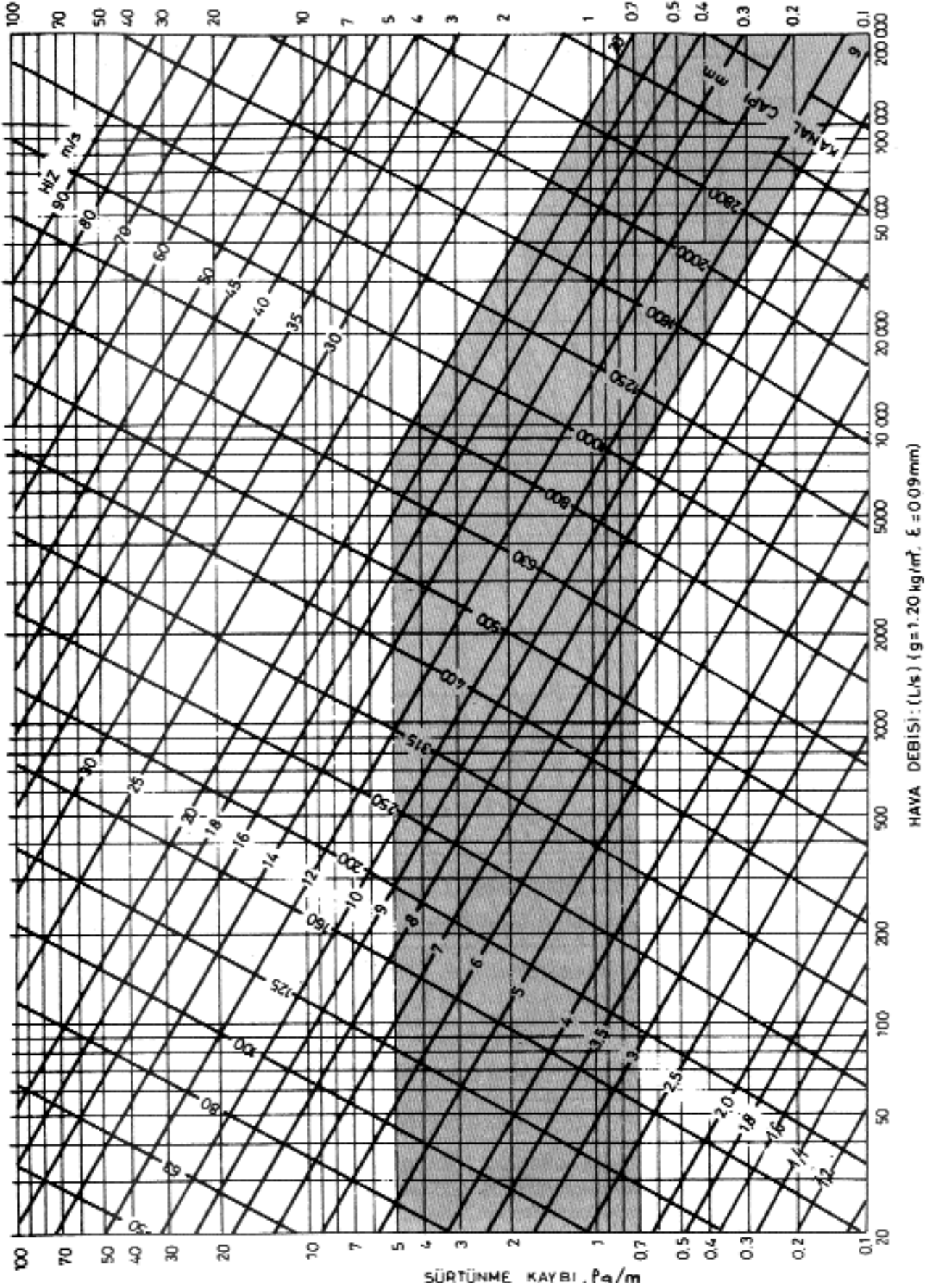
D_h = Kanal hidrolik çapı, (m)

L = Kanal uzunluğu, (m) olarak tariflenmiştir.

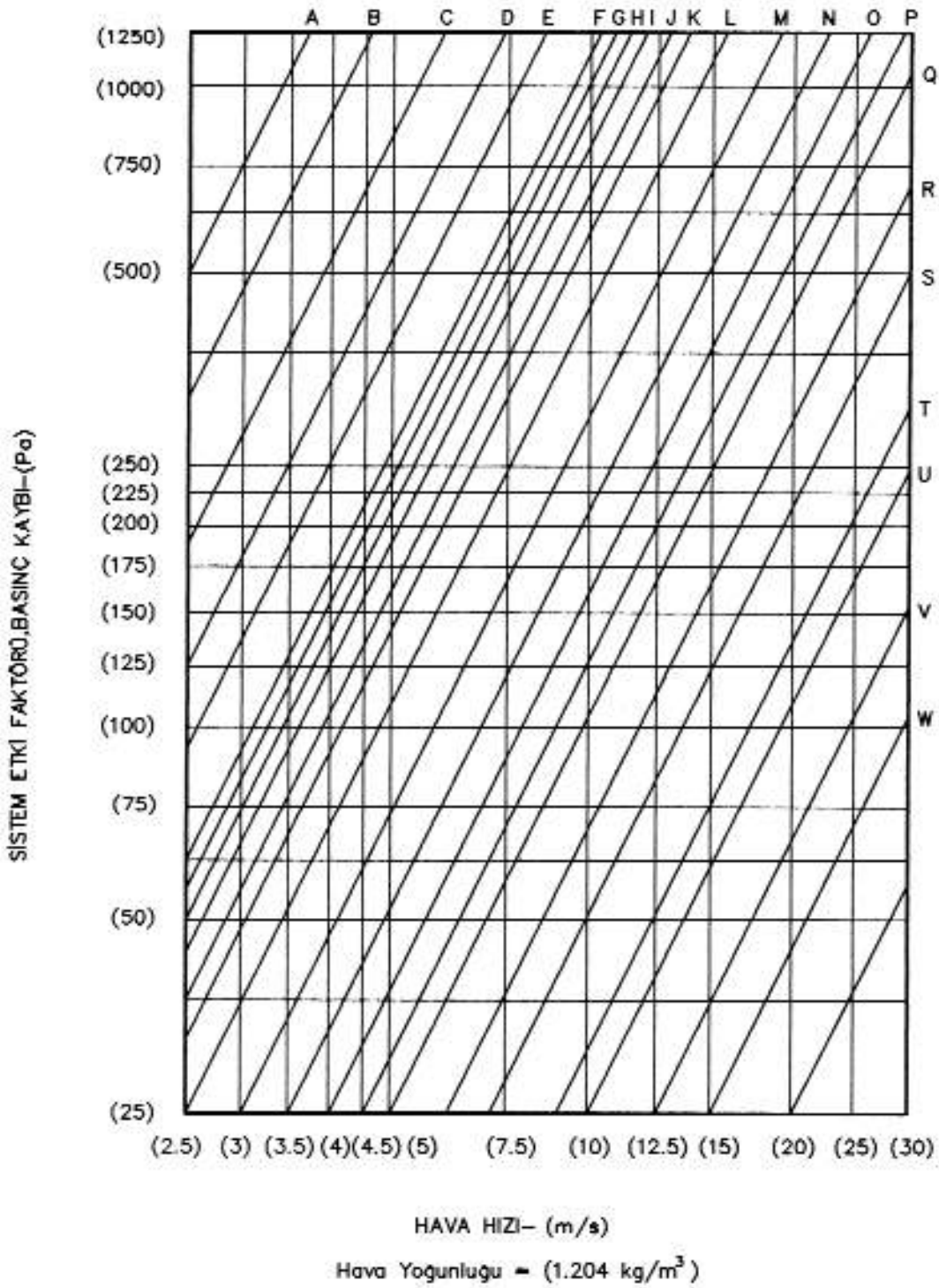
Bu ifadedeki boyutsuz sürtünme katsayısı, cidarın pürüzlülüğüne, akışkan cinsine, kanal çapına ve akışın Re sayısına bağlıdır. Sürtünme kaybının bulunabilmesi için standart sürtünme diyagramları hazırlanmıştır. Yuvarlak galvanizlenmiş çelik kanallarda akan standart hava için hazırlanan sürtünme diyagramı Şekil 1.22'de verilmiştir. Bu diyagram yardımı ile standart kanallardaki hava debisi ve kanal çapı biliniyorsa, kanaldaki hava hızını ve kanalın birim uzunluğu başına özgül sürtünme kaybını bulmak mümkündür.

Eğer dikdörtgen kanallar söz konusu ise Ek 1.2 yardımı ile eşdeğer kanal çapı bulunabilir.

Standart malzeme dışındaki malzemelerden yapılan kanallardaki sürtünme kayıplarının bulunması için Ek 1.3'de görülen düzeltme katsayıları diyagramı kullanılabilir. Bu diyagramda kanal malzemesinin Ek 1.4'de tarif edilen pürüzlülük derecesine ve çap değerine göre kullanılacak düzeltme faktörü verilmiştir. Şekil 1.22'deki diyagramdan okunan özgül sürtünme kaybı değeri, Ek 1.3'ten oku-



Şekil 1.22. SÜRTÜNME DİYAGRAMI



Şekil 1.23. SİSTEM ETKİ EĞRİLERİ

nan düzetme katsayısı ile çarpılmalıdır.

Eğer kanal içindeki hava yoğunluğu standart şartların dışında ise (500 m deniz seviyesinden daha yüksek ve sıcaklık 40 °C'den daha fazla) bu durumda **Ek 1.5'te** verilen düzeltme katsayıları kullanılmalıdır.

1.16.2. Dinamik Kayıplar

Dinamik kayıplar (yerel kayıplar) çeşitli bağlantı elemanlarında akışın yön veya kesit değiştirmesi gibi rahatsızlıklar nedeniyle ortaya çıkar. Bu bağlantı elemanları arasında giriş ve çıkış ağızları, kesit değiştiriciler (redüktörler) birleşme ve ayrılmalar ve dirsekler sayılabilir.

Bu elemanlarda ortaya çıkan basınç kaybı karakteristik bir katsayı ile ifade edilir. Yerel kayıp katsayısı denilen bu katsayı,

$$C = \Delta P / P_v \quad (5)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada;

C = Yerel kayıp katsayısı, (boyutsuz)

ΔP = Bağlantı elemanındaki toplam basınç kaybı, (Pa)

P_v = Hız basıncı (Dinamik basınç), (Pa)

Buna göre C katsayısı biliniyorsa, elemandaki kayıp,

$$\Delta P = C \cdot P_v = C \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} \quad (6)$$

ifadesinden bulunabilir.

Ayrılma (ve birleşme) elemanları hariç herhangi bir elemandaki dinamik kayıp hesaplanırken elemanın tablolarda belirtilen kesiti esas alınır ve $\Delta P = C_o \cdot P_{v,o}$ olarak hesaplanır.

Burada (o) indisi söz konusu kesiti ifade etmektedir. Söz konusu kesitteki hız basıncı ve kayıp katsayısı kullanılacaktır.

Çeşitli elemanlara ait yerel kayıp katsayıları **Ek 2'deki** tablolarda verilmiştir. Bir ayrılma elemanındaki basınç kaybı hesaplanırken düz (ana) koldaki dinamik kayıp;

$$\Delta P = C_{c,s} \cdot P_{v,c}$$

Ayrılan koldaki dinamik kayıp;

$$\Delta P = C_{c,b} \cdot P_{v,c}$$

olarak alınır. Burada sırası ile;

$P_{v,c}$ = Girişteki hız basıncı,

$C_{c,s}$ = Düz koldaki yerel kayıp katsayısı,

$C_{c,b}$ = Ayrılan koldaki yerel kayıp katsayısıdır.

1.16.3. Kanal Bağlantı Elemanları İçin Veri Tabanı

Bilgisayarlar yardımı ile kanal hesaplarının yapılabilmesi için, bağlantı elemanlarının dinamik kayıp katsayılarına gereksinim bulunmaktadır. Bu amaçla ASHRAE (1997) tarafından 228 yuvarlak ve dikdörtgen kanal bağlantı elemanı için bir veri tabanı geliştirilmiştir. Kanal hesap programlarının hazırlanmasında bu veri tabanından yararlanılabilir.

1.16.4. Kanal Sistemi Bölümlerindeki Kayıplar

Kanal sisteminin herhangi bir bölümündeki toplam basınç kaybı, söz konusu bölümdeki sürtünme kayıpları ile dinamik kayıpların toplamına eşittir.

Dolayısı ile iki ifadeyi birleştirerek bir kanal bölümündeki toplam kayıp,

$$\Delta P = (f \cdot L / D_h + \sum C) \cdot \rho \cdot V^2 / 2$$

şeklinde ifade etmek mümkündür.

Eğer elle hesap yapılacak ise genellikle yukarıdaki ifadeye uygun olarak hazırlanmış hesap tabloları kullanılır. Bu tablolar ve bunların doldurulması örnek hesaplarda gösterilmiştir.

1.17. FAN - SİSTEM ETKİLEŞİMİ

Fan performans verileri, uygulamada ölçülenlerden farklı olmaktadır. Fan testleri sırasında giriş serbesttir ve çıkışta ise çıkışla aynı kesitte ve yeteri kadar uzunlukta düz kanal bulunur. Bu fan performansı açısından en uygun durumdur.

Halbuki uygulamada fan giriş ve çıkışında uygun olmayan bağlantılar söz konusudur. Bu durumda hesaplanan sistem hava debisi ve basınç kaybına göre seçilecek fan yetersiz kalacaktır. Bunun önlenmesi için fan-sistem etkileşimini dikkate alan ilave basınç kaybı gözönüne alınmalıdır.

Burada sözü edilen fan-sistem etkileşimi tesisin tamamlanmasından sonra test ve ayar işlemi sırasında ölçülemez. Bu nedenle tasarım sırasında projeci tarafından sistem etkisi hesaplanıp fan seçimi buna göre yapılmalıdır.

Sistem etkisinin belirlenmesi amacı ile AMCA 201 no.lu yayından alınan **Şekil 1.23** verilmiştir. Bu şekilde çeşitli harflerle gösterilen 24 sistem eğrisi görülmektedir.

Fan giriş veya çıkışındaki hız yardımı ile ilgili eğriden sistem etkisi olarak ifade edilen basınç kaybı okunabilir. Bu şekilde görülen harfler için bu kısımda verilen tablo ve harflerden yararlanılabilir.

Fan çıkış ağız etkileri için **Şekil 1.24 ve Tablo 1.25 A ve B'den** yararlanılabilir. **Tablo 1.25'de** görülen üfleme alanı/çıkış ağız alanı oranı için fan kataloglarına başvurulmalıdır. Hem bu oranın tarifi ve hem de etkin kanal uzunluğu yüzdesi için **Şekil 1.26** verilmiştir.

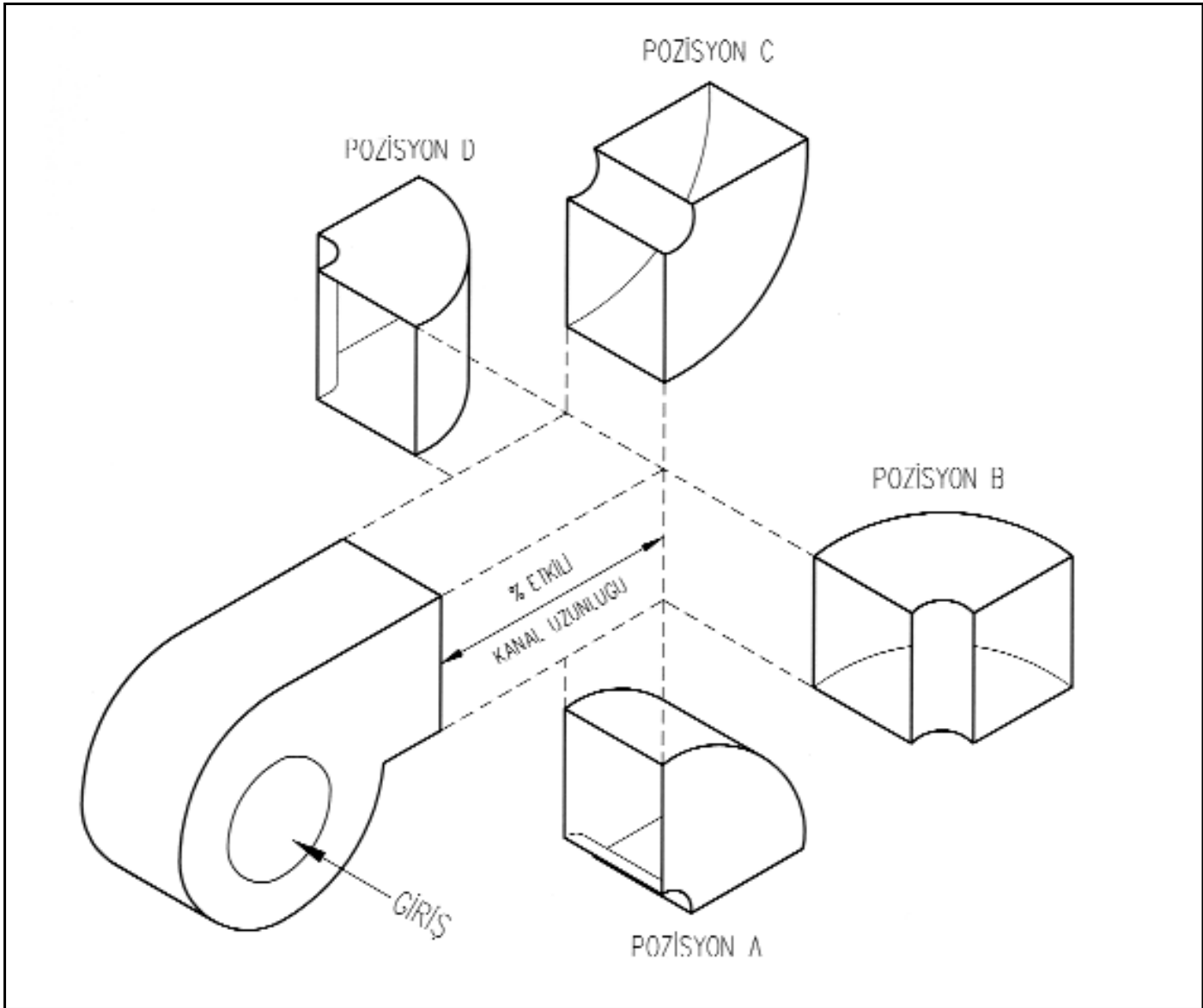
Debi kontrolü için fan çıkışında damper kullanılacak ise bunlar "çapraz kanatlı" tipte olmalıdır. Fan girişlerindeki sistem etkileri ile ilgili olarak **Şekil 1.27**, dikdörtgen kesitli kanal bağlantıları için **Şekil 1.28**, plenum ve kapalı kabin içine yerleştirilmiş fanlar için **Şekil 1.29** kullanılabilir. Bu şekiller yine **Şekil 1.23** ile birlikte kullanılacaktır. Fan girişinde ortaya çıkabilecek bir dönme hareketi fan performansını önemli ölçüde değiştirir. Bunun için düzeltici kanatlar kullanılması tavsiye edilir. **Şekil 1.30'de** çeşitli düzeltici kanat yerleşimleri gösterilmiştir.

Sistem etkisi genellikle pek çok faktöre bağlıdır. Yukarıda verilen değerlerin fikir vermek amacı ile ortalama değerler olduğu ve eğer mevcutsa bu konuda üretici kataloglarındaki değerlerin kullanılması tavsiye edilir.

1.18 KANAL BOYUTLANDIRMA YÖNTEMLERİ

Kanal tasarımında genel prosedür aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Bina planları çalışılır. Her hacme en uygun hava dağıtımını temin edecek besleme ve dönüş açıklıklarının yerleri belirlenir. Hesaplanan hava debilerinde ısı kazancı ve sızmalar nedeniyle olabilecek düzeltmeler yapılır. Ayrıca ortam basınçlandırılması öngörülüyor ise, hacme olan toplam besleme ve egzoz havası miktarları kontrol edilir.
2. Çıkış açıklıklarının boyutları üretici kataloglarından belirlenir.
3. Çıkış açıklıklarıyla hava girişi arasındaki kanal sistemi çizilir.



Şekil 1.24. KANAL DİRSEK ÇIKIŞLARI

Bunun üzerinde santral da görülmelidir. Kanal için bırakılan boşluklar genellikle kanal düzenlemesini ve şeklini belirleyen ana faktördür. Fizibil olduğu sürece yuvarlak kanallar tercih edilmektedir.

4. Kanal sistemi bölümlere ayrılır ve her bölüme bir numara verilir. Bölümlerin oluşturulmasında akışım, boyutun ve şeklin değiştiği noktalar esas alınır. Her bölümdeki fittingler belirlenir.
5. Seçilen hesap yöntemine göre kanal boyutlandırılır. Toplam basınç kaybı hesaplanır ve buna göre fan seçilir.
6. Sistemin detaylı kanal çizimi yapılır. Değişiklik gerekiyorsa, buna göre hesaplarda bu değişiklik dikkate alınır.
7. Ayrım ve birleşme noktalarında basınç dengelemesinin gerçekleştirilmesi için, kollar ve kanal bölümleri gerekiyorsa tekrar boyutlandırılır.
8. Yapılan tasarım, hedeflenen gürlüğü düzeyi doğrultusunda analiz edilerek, gerekiyorsa susturucular seçilir.

Bu bölümde daha önce sözü edilen kanal boyutlandırma yöntemle-

rinden sadece ikisi üzerinde durulacaktır.

1.18.1. Eş Sürtünme Yöntemi

Bu yöntemde öncelikle birim kanal uzunluğu başına olan statik basınç kaybı yani özgül sürtünme kayıp değeri seçilir. Seçilen bu değer bütün kanal uzunluğu boyunca sabit tutulacak şekilde kanal boyutlandırması yapılır. Seçilen bu sabit özgül sürtünme kayıp değeri tamamen projenin tecrübesine ve arzusuna kalmıştır.

Bu değer büyük seçilmesi ilk yatırım maliyetlerini azaltırken, enerji maliyetlerini artırır. Dolayısı ile maliyet değerlerine bağlı olarak optimum değer ülkeden ülkeye ve zaman içinde değişmektedir.

Kanal sistemi için bir ön proje şeması çizilir ve sistem bölümlere ayrılır. Kanal sisteminde kesitin her değiştiği yerde veya her kol ayrılma veya birleşme noktasında yeni bir bölüm başlamalıdır. Hesap için her bir bölüme bir numara veya harf verilir. Ana besleme kanalını boyutlandırmak için, Şekil 1.22 kullanılarak bir ilk hız değeri

	Kanalsız	%12 Etkin Kanal	%25 Etkin Kanal	%50 Etkin Kanal	%100 Etkin Kanal
Basınç Geri Kazanma	%0	%50	%80	%90	%100
Üfleme Alanı Çıkış Alanı	Sistem Etkisi Eğrisi				
0.4	P	R-S	U	W	-
0.5	P	R-S	U	W	-
0.6	R-S	S-T	U-V	W-X	-
0.7	S	U	W-X	-	-
0.8	T-U	V-W	X	-	-
0.9	V-W	W-X	-	-	-
1.0	-	-	-	-	-

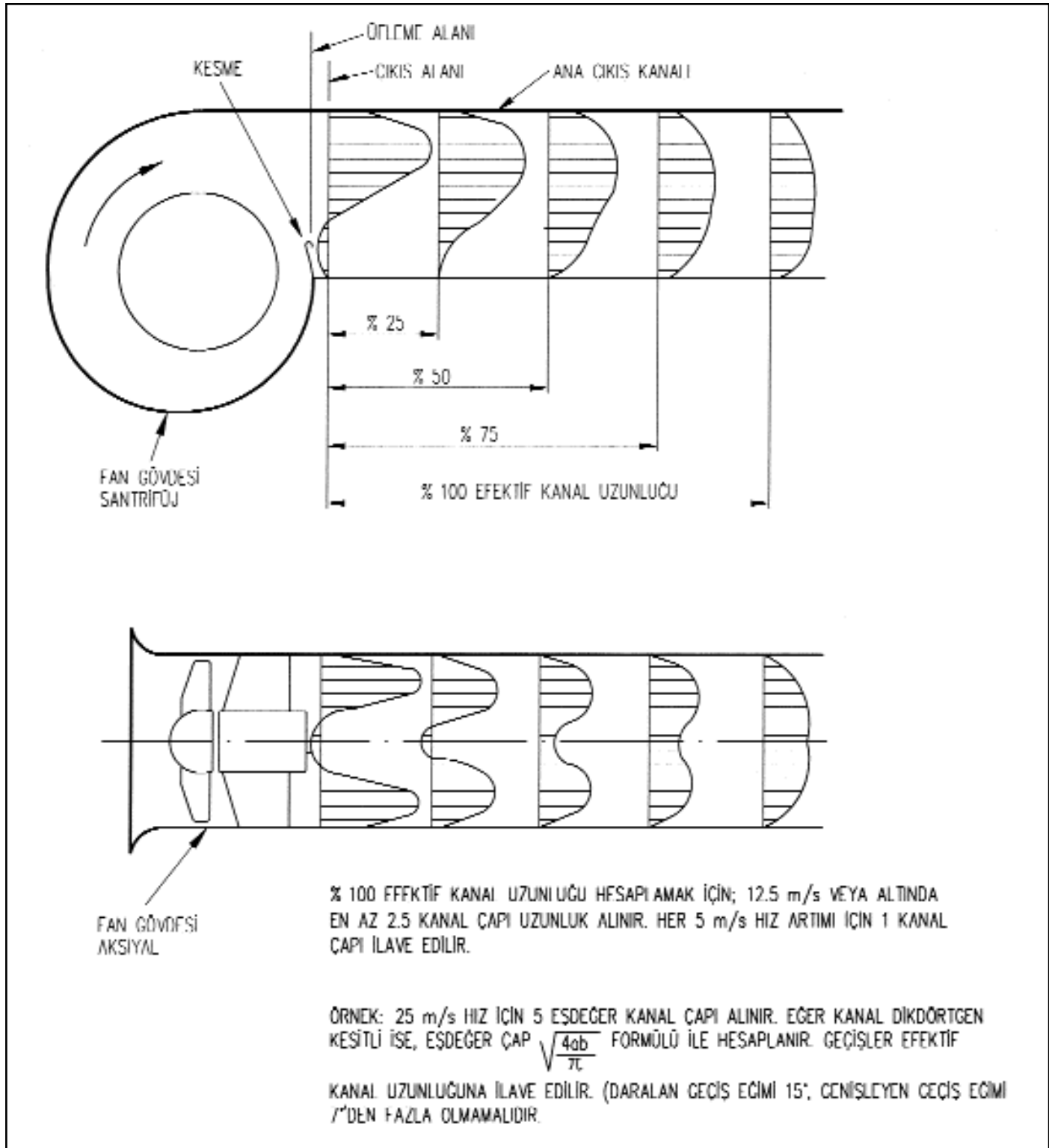
Tablo 1.25-A. ÇIKIŞ KANALLARI İÇİN SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

seçilir. Bu hız değeri şekildeki grafikte gölgeli alan içinde seçilmelidir. Belirlenen hız değeri ve hava debisi yardımı ile **Şekil 1.22'den** özgül sürtünme kaybı okunur. **Alçak basınçlı kanal boyutlandırılmalarında genel olarak tavsiye edilen kayıp değeri 0,8-1,0 (Pa/m) mertebelerindedir.** Ancak yukarıda da işaret edildiği gibi, değişen uygulama tipine ve şartlara göre, daha küçük veya büyük değerler de kullanılabilir. Sabit özgül sürtünme kaybı değeri belirlendikten sonra **Şekil 1.22** yardımı ile bütün kanal sistemindeki hava debileri ve eşdeğer yuvarlak kanal çapları bulunur. Eğer kanal sisteminde farklı malzeme veya konstrüksiyon kullanılıyorsa, bu durumda **Ek 1.3 ve Ek 1.4** yardımı ile düzeltme katsayısı bulunarak özgül sürtünme kaybı düzeltilmeli ve bundan sonra eşdeğer yuvarlak kanal çapı, diyagramdan belirlenmelidir. Eğer kanal sistemi yuvarlak kanallardan oluşuyorsa, boyutlar belirlenmiştir. Eğer dikdörtgen kanallar kullanılıyorsa, bulunan çap yardımı ile **Ek 1.2'den** eşdeğer dikdörtgen kanal kesiti belirlenir. Kanal sistemi boyutlandırıldıktan sonra her bir bölümdeki sürtünme ve dinamik basınç kayıpları hesaplanır. Bu hesaplar **Tablo 1.32'de** görülen tablo doldurularak gerçekleştirilir. Bölümlerdeki kayıplar toplanarak da gerekli fan basıncı bulunur.

Üfleme Alanı Çıkış Alanı	Çıkış Dirseği Pozisyonu	Çıkış Kanalı Yok	%12 Etkin Kanal	%25 Etkin Kanal	%50 Etkin Kanal	%100 Etkin Kanal
0.4	A	N	O	P-Q	S	Sistem Etkisi Faktörü Yok
	B	M	M+N	O	R	
	C	L-M	M	N	Q	
	D	L-M	M	N	Q	
0.5	A	P	Q	R	T	
	B	N-O	O-P	P-Q	S	
	C	M-N	N-O	O-P	R-S	
	D	M-N	N-O	O-P	R-S	
0.6	A	Q	Q-R	R-S	U	
	B	P	Q	R	T	
	C	N-O	O-P	P-Q	S	
	D	O	P	Q-R	S-T	
0.7	A	S-T	T	U	W	
	B	R-S	S	T	U	
	C	Q-R	R	S	U-V	
	D	R	R-S	S-T	U-V	
0.8	A	S	S-T	T-U	V-W	
	B	R	R-S	S-T	U-V	
	C	Q	Q-R	R-S	U	
	D	Q-R	R	S	U-V	
0.9	A	S-T	T	U	W	
	B	R-S	S	T	V	
	C	R	R-S	S-T	U-V	
	D	R-S	S	T	V	
1.0	A	R-S	S	T	V	
	B	S-T	T	U	W	
	C	R-S	S	T	V	
	D	R-S	S	T	V	

SWSI FANLAR İÇİN SİSTEM ETKİSİ FAKTÖRÜ EĞRİLERİ DWDI fanlar için yukarıdaki sistem etkisi faktörü eğrileri kullanılabilir. Sistem etkisi faktörünü (ΔP) bulmak için ise, **Şekil 20'de** verilen değerler aşağıdaki katsayılar ile çarpılmalıdır.
 Dirsek pozisyonu B = $\Delta P \times 1.25$
 Dirsek pozisyonu D = $\Delta P \times 0.08$
 Dirsek pozisyonu A ve C = $\Delta P \times 1.00$

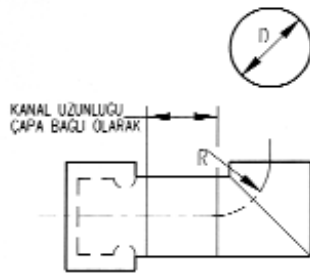
Tablo 1.25-B. ÇIKIŞTAKİ DİRSEKLER İÇİN SİSTEM ETKİSİ FAKTÖRÜ EĞRİLERİ



Şekil 1.26. KONTROLLÜ DİFÜZYON VE DÜZ ÇIKIŞ KANALINDA DÜZGÜN HIZ PROFİLİ TEŞKİLİ

Küçük kanal sistemlerinde her hava çıkış ağzına veya terminal ünitesine kadar ölçülen toplam basınç düşümleri arasındaki fark 12 (Pa) değerinden fazla olmamalıdır. Aynı şekilde büyük sistemlerde, **her koldaki toplam basınç düşümleri arasında fark 12 (Pa) değerinden fazla olmamalıdır.** Eğer basınç düşümleri arasındaki fark bundan fazla olursa damper kullanılması gerekir. Damperler ise ses yaratma potansiyeli taşıdıklarından, dikkatli olunması gereklidir.

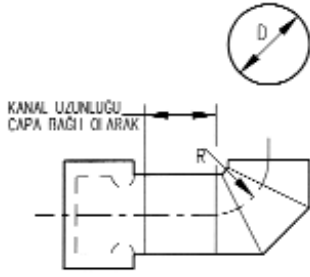
Simetrik olmayan kanal sistemlerinin boyutlandırılmasında Değişirilmiş Eş Sürtünme Yöntemi kullanılabilir. Kısa ve uzun kolların bulunduğu sistemlerde damper kullanımı yerine, kısa kollarla daha büyük sürtünme kayıpları yaratılarak, sistemi dengelemek mümkündür. Bu amaçla sistemde bazı kollarla daha büyük özgül sürtünme kayıp değerleri kullanılabilir. Kanal sisteminin ne kadar iyi dizayn edildiğine bakılmaksızın, yine de gerekli yerlerde (ana kanal-



a İKİ PARÇALI 90° YUVARLAK DİRSEK – KANATSIZ

SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

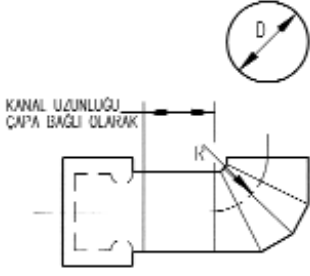
R/D	DÜZ KANALSIZ	2D DÜZ KANAL	5D DÜZ KANAL
-	N	P	R-S



b ÜÇ PARÇALI 90° YUVARLAK DİRSEK – KANATSIZ

SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

R/D	DÜZ KANALSIZ	2D DÜZ KANAL	5D DÜZ KANAL
0.5	O	Q	S
0.75	Q	R-S	T-U
1.0	R	S-T	U-V
2.0	R-S	T	U-V
3.0	S	T-U	V



c DÖRT VEYA DAHA ÇOK PARÇALI 90° YUVARLAK DİRSEK – KANATSIZ

SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

R/D	DÜZ KANALSIZ	2D DÜZ KANAL	5D DÜZ KANAL
0.5	P-Q	R-S	T
0.75	Q-R	S	U
1.0	R	S-T	U-V
2.0	R-S	T	U-V
3.0	S-T	U	V-W

Şekil 1.27. ÇEŞİTLİ SAYIDA PARÇALI KANATSIZ DİRSEKLER İÇİN SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

dan ayrılan kolların başlangıcında veya plenum çıkışlarında) ayar damperleri kullanılması tavsiye edilir.

1.18.2. Eş Sürtünme Yöntemi Uygulama Örneği

Eş sürtünme yönteminin uygulanmasına örnek olmak üzere Şekil 1.31'deki sistem ele alınmıştır. Hesap Tablo 1.32 doldurularak yapılmıştır.

Ele alınan sistemde herbiri 4000 L/s debide biri egzoz, diğeri besleme olmak üzere iki fan bulunmaktadır. Dolayısı ile odalarda basınç nötr olmaktadır. Kullanılan menfez, anemostat gibi hava çıkış elemanları ihtiyaca göre seçilmiş ve bunlarla ilgili gerekli bilgiler şekil üzerine işlenmiştir.

Sistem şekilde görülen bölümlere ayrılarak, yapılan hesaplar adımlar halinde anlatılmıştır:

lar halinde anlatılmıştır:

1- Besleme Fanı Santral

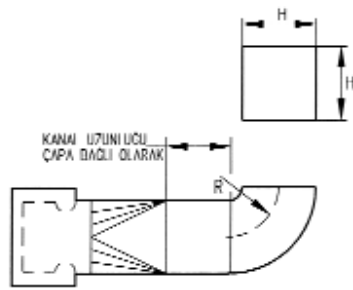
Üretici firma kataloglarından alınan bilgiler yardımı ile hava santralında bulunan ısı geri kazanma cihazı, filtre ve ısıtma serpantinlerindeki statik basınç kaybı değerleri Tablo 1.32'deki L kolonuna yazılmıştır.

Fanın kanal sistemine bağlantısı aynı çaplı ve düz bir kanalla gerçekleştirildiğinden çıkışta bir fan-sistem etkileşimi söz konusu değildir. Aynı şekilde girişteki kayıp da ihmal edilebilir. Sonuç olarak santral kayıp toplamı 225 (Pa) M kolonu, 3. satıra işlenir.

2- Besleme Kanalları

2.1. BC Bölümü:

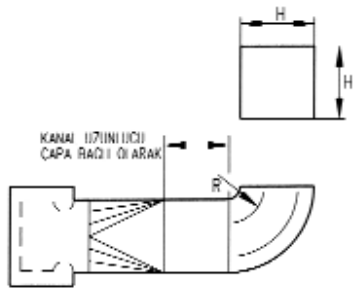
600 x 800 mm. fan çıkış kanalı, eşdeğer çapı 755 mm. olarak Ek 1.2'den okunur.



a) KARE KESİTLİ DİRSEK - KANATSIZ

SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

R/D	DÜZ KANALSIZ	2D DÜZ KANAL	5D DÜZ KANAL
0.5	O	Q	S
0.75	P	R	S-T
1.0	R	S-T	U-V
2.0	S	T-U	V



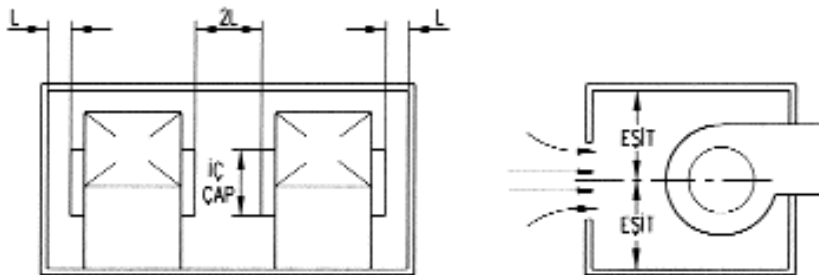
b) KARE KESİTLİ DİRSEK - 3 UZUN DÜZ FİTNE KANATLI

SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ

R/D	DÜZ KANALSIZ	2D DÜZ KANAL	5D DÜZ KANAL
0.5	S	S-U	V
1.0	I	U-V	W
2.0	V	V W	W-X

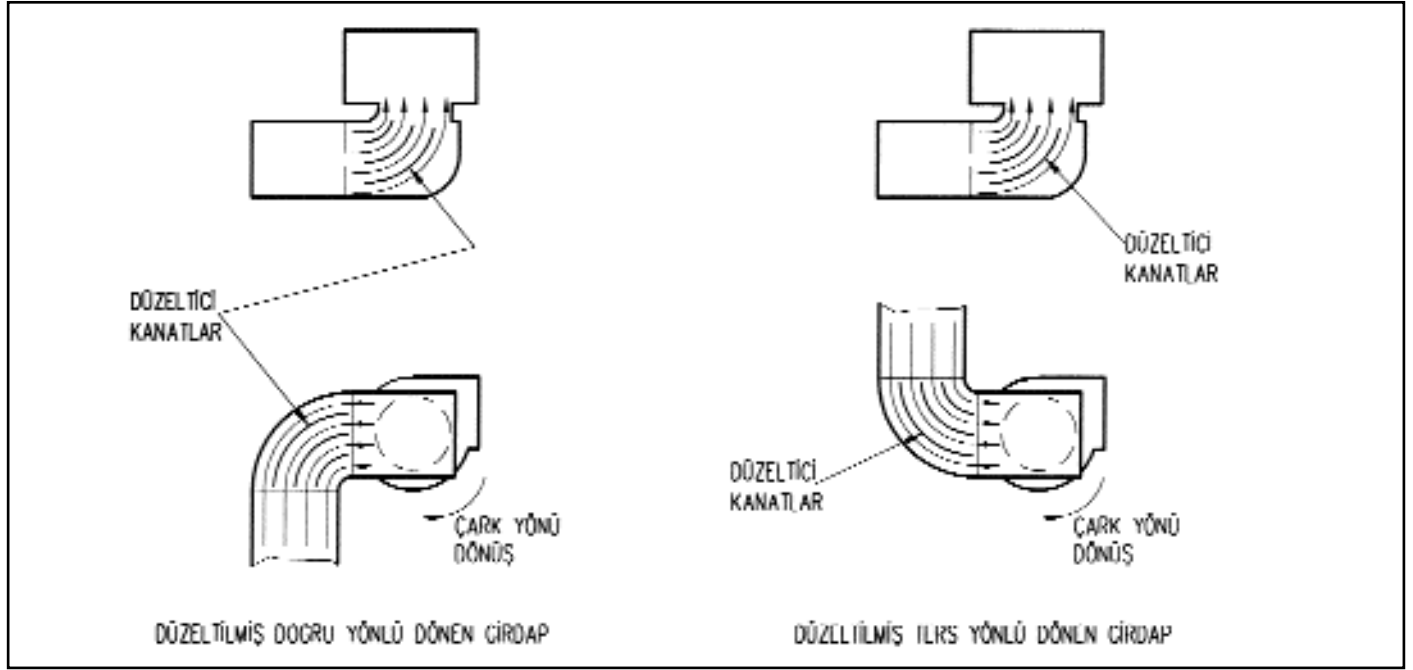
KARE KANALIN İÇ KESİT ALANI (HXH) FAN GİRİŞİNDEKİ YUVARLAK AĞIZ KESİT ALANINA EŞİTTİR. HERHANGİ BİR DARALAN GEÇİŞ ELEMANINDA MÜSAADE EDİLEN EĞİM AÇISI 15° GENİŞLEYEN GEÇİŞ ELEMANINDA İSE 7,5° DEĞERİNİ AŞMAMALIDIR. $D = \frac{2H}{\sqrt{7\pi}}$

Şekil 1.28. KARE KESİTLİ DİRSEKLER İÇİN SİSTEM ETKİLERİ

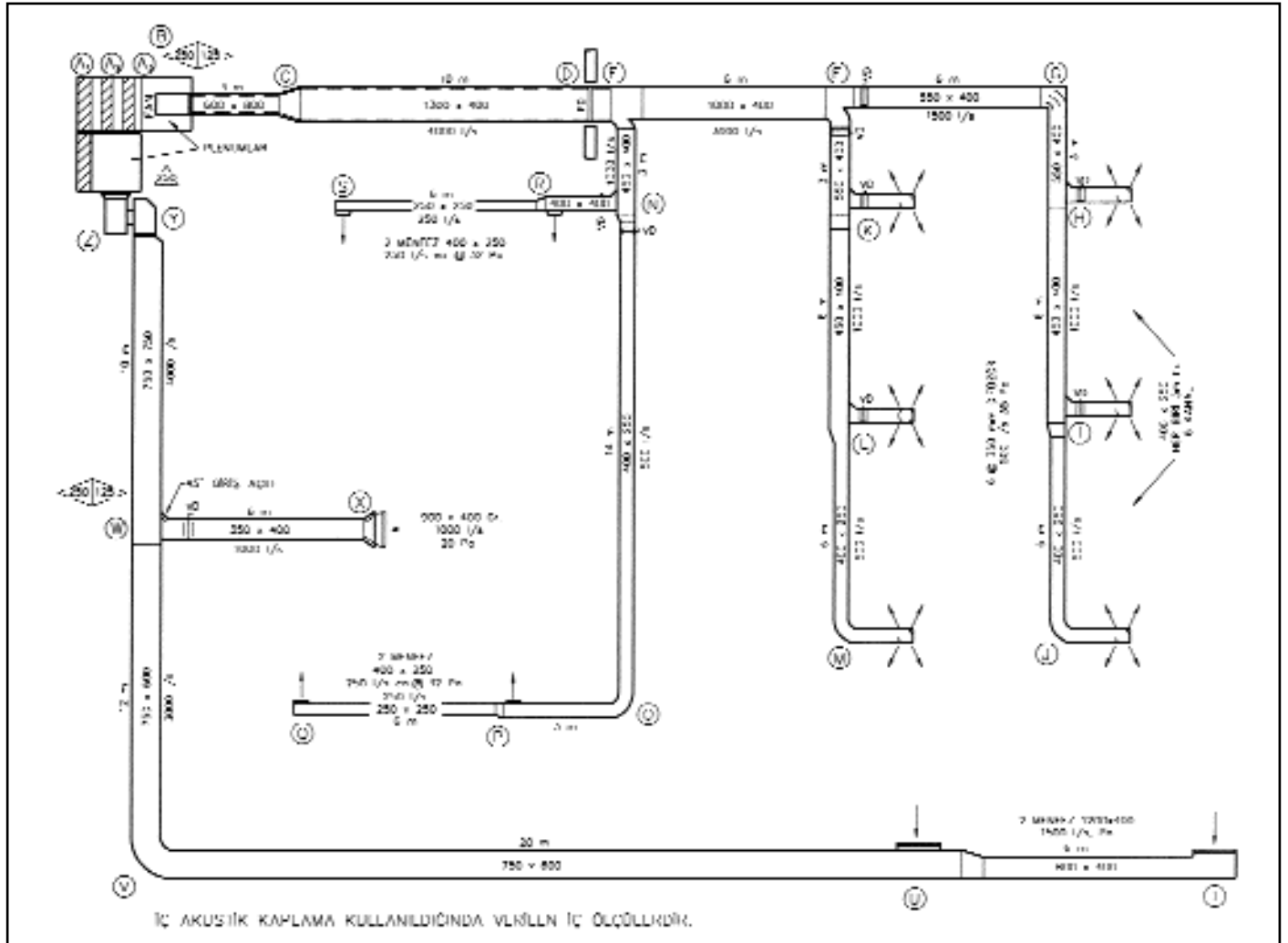


L MESAFESİ GİRİŞTEN DUVARA	SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ
0.75 X GİRİŞ ÇAPI	V-W
0.5 X GİRİŞ ÇAPI	U
0.4 X GİRİŞ ÇAPI	T
0.3 X GİRİŞ ÇAPI	S
0.2 X GİRİŞ ÇAPI	R

Şekil 1.29. PLENUM VE KAPALI KABİNLERE YERLEŞTİRİLEN FANLARIN FARKLI DUVARDAN GİRİŞE MESAFELERİ İÇİN SİSTEM ETKİSİ EĞRİLERİ



Şekil 1.30. GİRİŞ GİRDAPLARI İÇİN DÜZELTMELER



Şekil 1.31. ÖRNEK SİSTEM

PROJE : Örnek Proje YER : Birinci Kat SİSTEM : Besleme Havası															
	A Kanal Bölümü	B Kısım	C Adı		D Akış Debisi (L/S)	E Metre Başına Sürtünme	F Hız (m/s)	G Vp (pa)	H Kayıp Kat- sayısı	I Eş Değ. Çap	J Dikdörtgen Kesit Ölçüleri	K Düz Faktörü	L Her Parça için Kayıp	M Her Bölüm için Kayıp	N Top- lam Kayıp
1	Plenum B	A1	-	Panjur	4000	-	2.5	-	-	-	-	75	-	365	
2	Plenum B	A2	-	Filtre	4000	-	2.0	-	-	-	-	40	-	-	
3	Plenum B	AD	-	Serpantin	4000	-	2.8	-	-	-	-	110	225	-	
4	Bölüm BJ	BC	3m	Kanal	4000	0.95	9.0	-	-	755	*600x800	1.35	4	4	-
5	Bölüm BJ	CE	10m	Kanal	4000	0.95	9.0	-	-	755	*1300x400	1.35	13	-	-
6	Bölüm BJ	C	-	Geçiş	4000	-	8.3	35.7	0.25	-	600x800 1300x400	-	10	-	-
7	Bölüm BJ	D	-	Yangın Damp.	4000	-	-	-	-	-	1300x400	-	15	38	-
8	Bölüm BJ	EF	6m	Kanal	3000	0.95	8.4	-	-	676	1000x400	-	6	-	-
9	Bölüm BJ	E	90°	Ayrılma Parçası	4000 3000	-	7.7	35.7	-0.05	-	1300x400 1000x400	-	-2	4	-
10	Bölüm BJ	FH	10m	Kanal	1500	0.95	7.0	-	-	510	550x400	-	10	-	-
11	Bölüm BJ	F	90°	Dönüş Parçası	3000 1500	-	7.5	33.9	0.05	-	1000x400 550x400	-	2	-	-
12	Bölüm BJ	F	-	Volum Damperi	1500	-	6.8	27.8	0.04	-	550x400	-	1	-	-
13	Bölüm BJ	G	90°	Dirsek	1500	-	6.8	27.8	0.24	-	550x400	-	7	20	-
14	Bölüm BJ	HI	6m	Kanal	1000	0.95	6.4	-	-	456	450x400	-	6	-	-
15	Bölüm BJ	H	-	Yaka	1500 1000	-	6.8	27.8	0.05	-	550x400 450x400	-	1	7	-
16	Bölüm BJ	IJ	10m	Kanal	500	-	5.4	-	-	340	400x250	-	10	-	-
17	Bölüm BJ	I	-	Yaka	1000 500	-	5.6	18.9	0.05	-	450x400 400x250	-	1	-	-
18	Bölüm BJ	J	90°	Dirsek	500	-	5.0	15.1	0.17	-	400x250	1.29	3	-	-
19	Bölüm BJ	J	-	Volum Damperi	500	-	5.0	15.1	0.04	-	400x250	-	1	-	-
20	Bölüm BJ	J	-	Dönüş Fit.	500	-	5.0	15.1	1.2	-	400x250 350 ø	-	18	-	-
21	Bölüm BJ	J	-	Fittings difüzer	500	-	-	-	-	-	3500 ø	-	35	67	-
22															
23															
24															
25															

* Kanal iç akustik kaplama yapıldığını ve bunun iç ölçülerini gösterir.

Tablo 1.32. KANAL ÖLÇÜLENDİRİLMESİ, BESLEME HAVASI SİSTEMİ

Şekil 19 yardımı ile 4000 L/s debi için 9,0 m/s hız ve 0,95 Pa/m özgül sürtünme kaybı seçilir. Bu bilgiler 4. satıra işlenir.

Ses yutulması amacı ile kanal E noktasına kadar içten cam yünü ile kaplanmıştır. Bu nedenle kanal boyutu 600 x 800 mm. *işareti ile gösterilmiştir. Bu işaret kaplama hariç kanal serbest kesitinin 600 x 800 mm. olduğunu işaret etmektedir. Cam yünü kaplama orta kaba pürüzlülükte olup, Ek 1.3 ve 1.4'den düzeltme faktörü 1,35 elde edilir. Bu değer K kolonuna işlenir. Buna göre BC kanalındaki statik basınç kaybı;

$$\Delta P_s = 3 \text{ (m)} \cdot 0,95 \text{ (Pa/m)} \cdot 1,35 = 3,8 \text{ (Pa)} = \sim 4 \text{ (Pa)}$$

bulunur ve L kolonuna işlenir. Başka kayıp olmadığından aynı değer M kolonuna da işlenir.

2.2. CE Bölümü:

(Bina konstrüksiyonu nedeniyle kanal boyut oranı değişik) Aynı özgül sürtünme kaybı, debi ve eşdeğer çap değerleri geçerli. Çaptan eşdeğer dikdörtgen kesit olarak 1300 x 400 mm. seçildi.

Statik basınç kaybı;

$$\Delta P_s = 10 \cdot 0,95 \cdot 1,35 = 128,8 \text{ (Pa)} = \sim 13 \text{ (Pa)}$$

Geçiş bağlantı parçası için kesitler;

$$A_0 = 600 \times 800 = 0,48 \text{ m}^2 \quad A_1 = 1300 \times 400 = 0,52 \text{ m}^2$$

$$A_1 / A_0 = 0,52 / 0,48 = 1,08 \text{ (Genişleyen kesit)}$$

$$\text{Girişte hız, } V = \frac{4.0 \text{ m}^3/\text{s}}{0.48 \text{ m}^2} = 8.3 \text{ m/s}$$

Ek 2'den $\theta = 30^\circ$, $A_1 / A_0 = 2$ için $C = 0,25$

Hız basıncı, $P_v = 0,602 \cdot V^2$ ifadesi veya Ek 1.1.'den

$$P_v = 41,8 \text{ Pa}$$

Sonuç olarak bağlantı parçasındaki dinamik kayıp,

$$\Delta P_d = C \cdot P_v = 0,25 \cdot 41,8 = 10,45 \text{ Pa} \approx 10 \text{ Pa}$$

Yangın damperi için üretici firma kataloğundan elde edilen basınç kaybı, $\Delta P_s = 15 \text{ (Pa)}$

Bu L kolonundaki üç basınç kaybının toplamı

(5,6 ve 7. satırlar) CE bölümündeki toplam kaybı verir.

$$\Delta P = 38 \text{ (Pa)}$$

2.3. EF Bölümü:

Bu bölümde debi 3000 L/s ve özgül sürtünme kaybı yine 0,95

PROJE : Örnek proje YER : Birinci Kat SİSTEM : Hava Besleme Sistemi															
	A Kanal Bölümü	B Kısım		C Adı	D Akış Debisi (L/S)	E Metre Başına Sürtünme	F Hız (m/s)	G Vp (pa)	H Kayıp Kat-sayısı	I Eş Değ. Çap	J Dikdörtgen Kesit Ölçüleri	K Düz Faktörü	L Her Parça için Kayıp	M Her Bölüm için Kayıp	N Toplam Kayıp
1	A, F	-	-	1'den 9'a TÜM HATLAR TOPLAMI Tablo 29							-	-	-	270	367
2	Bölüm FM	F	90°	Ayrılma parçası	3000 1500	-	7.5	33.9	0.52	-	100x400 550x400	-	18	-	-
3	Bölüm FM	F	-	Volum damperi	1500	-	6.8	27.8	0.04	-	550x400	-	1	-	-
4	Bölüm FM	FK	3m	Kanal	1500	0.95	7.0	-	-	510	550x400	-	3	22	-
5	Bölüm FM	KM	-	14'den 21'e TÜM HATLAR TOPLAMI Tablo 29							-	-	-	74	-
6															
7	A,E	-	-	1'den 7'e TÜM HATLAR TOPLAMI Tablo 29							-	-	-	267	355
8	Bölüm EQ	EN	3m	Kanal	1000	0.95	6.4	-	-	456	450x400	-	3	-	-
9	Bölüm EQ	E	90°	Ayrılma parçası	4000 1000	-	7.7	35.7	0.44	-	1300x400 450x400	-	16	19	-
10	Bölüm EQ	NP	17m	Kanal	500	0.95	5.4	-	-	340	400x250	-	16	-	-
11	Bölüm EQ	N	-	Yaka	1000 500	-	5.6	18.9	0.05	-	450x400 400x250	-	2	-	-
12	Bölüm EQ	N	-	Volum damperi	500	-	5.0	15.1	0.04	-	400x250	-	1	-	-
13	Bölüm EQ	O	90°	Dirsek	500	-	5.0	15.1	0.12	-	400x250	-	2	21	-
14	Bölüm EQ	PQ	6m	Kanal	250	0.95	4.6	-	-	270	250x250	-	6	-	-
15	Bölüm EQ	P	-	Yaka	500 250	-	5.0	15.1	0.06	-	400x250 250x250	-	1	-	-
16	Bölüm EQ	Q	90°	Dirsek	250	-	4.0	9.6	0.90	-	250x250 400x250	1.08	9	-	-
17	Bölüm EQ	Q	-	Izgara	250	-	-	-	-	-	400x250	-	32	48	-
18	AN	-	-	YUKARIDAKİ 7-9 SATIRLARI TOPLAMI							-	-	-	286	352
19	Bölüm NS	NR	3m	Kanal	500	0.95	5.4	-	-	340	400x250	-	3	-	-
20	Bölüm NS	N	45°	Giriş pahı	1000 500	-	5.6	18.9	0.74	-	450x400 400x250	-	14	-	-
21	Bölüm NS	N	-	Volum damperi	500	-	5.0	15.1	0.04	-	400x250	-	1	18	-
22	Bölüm NS	RS	6m	Kanal	250	0.95	4.6	-	-	270	250x250	-	6	-	-
23	Bölüm NS	R	-	Yaka	500 250	-	5.0	15.1	0.06	-	400x250 250x250	-	1	-	-
24	Bölüm NS	S	90°	Dirsek	250	-	4.0	9.6	0.90	-	250x250 400x250	1.08	9	-	-
25	Bölüm NS	S	-	Izgara	250	-	-	-	-	-	400x250	-	32	48	-

Tablo 1.32. KANAL ÖLÇÜLENDİRİLMESİ, BESLEME HAVASI SİSTEMİ (Devam)

(Pa/m) olup,

Şekil 1.22'den kanal çapı = 676 mm. ve hız = 8,4 m/s bulunur.

Eşdeğer dikdörtgen kanal boyutları 1000 mm. x 400 mm. seçildi.

Bu bölümde kaplama olmadığından düzeltme gerekmez.

Statik basınç kaybı;

$$P_s = 6 \text{ (m)} \cdot 0,95 \text{ (Pa/m)} = 5,7 \text{ Pa} \approx 6 \text{ Pa}$$

90° kanal ayrılma parçasındaki dinamik kayıp:

Kayıp katsayısının bulunabilmesi için A_b / A_s , A_b / A_c ve

Q_b / Q_c değerlerinin bulunması gerekir. Buna göre eşdeğer çaplar cinsinden,

$$A_c = \pi \cdot d^2/4 = \pi \cdot 7552/4 = 44883 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \pi \cdot 6762/4 = 358908 \text{ mm}^2$$

A_b = için kol ayrılmanın eşdeğer çapı belirlenmelidir.

Debi = 1000 L/s,

Özgül kayıp yerine 0,95 Pa/m değerler ile **Şekil 1.22'dan**,

Eşdeğer çap = 450 mm., buradan da

$$A_b = \pi \cdot 4502/4 = 159043 \text{ mm}^2$$

Sonuç olarak;

$$A_b / A_s = 0,44; A_b / A_c = 0,35 \text{ ve}$$

$$Q_b / Q_c = 1000 / 4000 = 0,25 \text{ bulunur.}$$

Bu değerlerle **Ek 2'den** C = -0,05 okunur.

Bağlantı parçasına girişte hız;

$$V = \frac{4 \text{ (m}^3\text{/s)}}{1,3 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m}} = 7,7 \text{ m/s ve Hız basıncı;}$$

$$V_p = 35,7 \text{ Pa bulunur.}$$

90 °C kanal ayrılma parçası düz kolundaki kayıp:

$\Delta P = -0,05 \cdot 35,7 = -1,79 = \sim -2 \text{ Pa}$ olup, burada bir statik basınç kazancı olduğu görülmektedir.

EF bölümü için L kolundaki 8 ve 9. satırlardaki kayıpların cebrik toplamı $\Delta P = 6 - 2 = 4 \text{ Pa}$; M kolunda 9. satıra yazılır.

2.4. FH Bölümü:

Bu bölümde sürtünme statik basınç kaybı bir öncekine benzer şekilde bulunabilir. Burada debi = 1500 L/s, Özgül kayıp = 0,95 Pa/m, **Şekil 1.22** yardımı ile çap = 510 mm, Hız = 7 m/s, eşdeğer dikdörtgen kesit = 550 x 400 mm. değerindedir.

Sürtünme kaybı;

$$\Delta P_s = 10 \cdot 0,95 = 9,5 = \sim 10 \text{ Pa bulunur.}$$

F kol ayrılma parçasının düz kolundaki kayıp yukarıdakine benzer şekilde hesaplandığında:

$$\Delta P = 2 \text{ Pa bulunur.}$$

Bu değerler 10. ve 11. satırlara işlenmiştir.

Damper (klape) için kayıp katsayısı **Ek 2'den** okunur. Tam açık halde C = 0,04 bulunur.

$$\text{Hız} = 1,5 \text{ (m}^3\text{/s)} / (0,55 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}) = 6,8 \text{ m/s ve}$$

$$\text{Hız basıncı: } P_v = 27,8 \text{ Pa değerini kullanarak,}$$

damperdeki kayıp,

$$\Delta P = 0,04 \times 27,8 = 1,1 \text{ Pa} \approx 1 \text{ Pa bulunur.}$$

Bu bölümde görülen keskin dirsek; S = 83 mm. aralıklı ve eğrilik yarıçapı R = 114 mm.lik tek kalınlıklı dönüş kanatları bulunmaktadır. **Ek 2** kullanılarak kayıp katsayısı C = 0,24 okunur. Hız basıncı = 27,8 Pa değeri ile dirsekteki kayıp,

$$\Delta P = 0,24 \times 27,8 = 6,7 \text{ Pa} = 7 \text{ Pa}$$

FH bölümündeki toplam kayıp;

$$\Delta P_t = 10 + 2 + 1 + 7 = 20 \text{ Pa bulunur.}$$

2.5. HI Bölümü:

Yukarıdakilere benzer şekilde, 1000 L/s debi ve 0,95 Pa/m özgül kayıp ile Çap = 456 mm ve Hız = 6,4 m/s bulunur.

Eşdeğer dikdörtgen boyut 450 x 400 mm. belirlenir. Statik sürtünme kaybı,

$$\Delta P_s = 6 \times 0,95 = 5,7 \text{ Pa} \approx 6 \text{ Pa değerindedir.}$$

H noktasındaki redüksiyon için **Ek 2'den**

$$q=30^\circ \text{ ve } A1 / A = (500 \times 400) / (450 \times 400) = 1,22 \text{ değerleri ile } C = 0,05 \text{ bulunur.}$$

Girişteki hız = $1,5 / (0,55 \times 0,40) = 6,8 \text{ m/s}$ ve Hız basıncı, $P_v = 27,8 \text{ Pa}$ olduğundan, kayıp

$$\Delta P = 0,05 \times 27,8 = 1,4 \text{ Pa} \approx 1 \text{ Pa bulunur.}$$

Bu bölümde toplam kayıp 7 Pa değerindedir.

2.6. IJ Bölümü:

Bu bölümdeki sürtünme kaybı ve I noktasındaki redüksiyon kaybı aynen yukarıda anlatıldığı gibi bulunur. Değerleri Tablo'da 17 ve 18. satırlara işlenmiştir. Bu bölümde görülen dirsek yuvarlatılmış olup, kanatsızdır.

Ek 2'den R/W oranı = 2 ve H/V oranı = 250/400 = 0,63 değerleri ile enterpolasyon ile C = 0,17 bulunur.

Dirsekteki Re sayısı hesaplanırsa **Ek 2'deki** Not. 3'e göre bir düzeltme yapmak gerektiği anlaşılmaktadır. Bu düzeltme ihmal edilerek, $\Delta P = 0,17 \times 15,1 = 2,57 \text{ Pa} \approx 3 \text{ Pa}$ bulunur.

Bu bölümün ucundaki difüzör aşağı doğru üflemede olduğundan kanalda havanın 90° dönüşü söz konusudur. Bunu keskin dirsek olarak kabul etmek suretiyle **Ek 2'den** kayıp katsayısı C = 1,2 okunur. Burada oluşan kayıp ise,

$$\Delta P = 1,2 \times 15,1 = 18,1 \text{ Pa} \approx 18 \text{ Pa olur.}$$

Sistem şemasında görülen J noktasındaki 350 mm. çapındaki difüzörde, ayar klapeleri de dahil basınç kaybı üretici firma kataloğunda, $\Delta P = 35 \text{ Pa}$ verilmiştir.

Bu son değer de gerekli yere yazıldıktan sonra, bu bölümdeki toplam kayıp,

$$\Delta P_t = 67 \text{ Pa bulunur.}$$

2.7. Kritik Hattaki Toplam Basınç Kaybı:

C-J hattındaki toplam basınç kaybı, buradaki bölümlerdeki kayıpların toplamı olup;

$$\Delta P_{C-J} = 67 + 7 + 20 + 4 + 38 + 4 + 225 = 365 \text{ Pa bulunur.}$$

Buna göre seçilecek fan 4000 L/s debi, 365 Pa basınç değerine sahip olmalıdır.

2.8. FM Bölümü:

F'den M'ye kadar olan kanal kolu ile G'den J'ye kadar olan kanal kolu birbirinin aynıdır. Dolayısı ile aynı kesitte alınmaları mümkündür. Burada sistemin dengesi açısından F noktasında kol ayrılma ortaya çıkan kaybın, FG arası 7 m. kanalda sürtünme ile ve G'deki dirsekte ve F'deki düz geçişte dinamik olarak meydana gelen toplam $7 + 7 + 2 = 16 \text{ Pa}$ değerindeki kayıba denk olması veya aralarında 12 Pa değerinden fazla fark olmaması gerekir.

F noktasındaki kol ayrılma kaybı için yine **Ek 2** yardımı ile (daha önce hesaplanan aynı oranlarla) ayrılan kol için kayıp katsayısı

$$C = 0,52 \text{ bulunur. Buradan kayıp,}$$

$$\Delta P = 0,52 \times 33,9 = 17,6 \text{ Pa} \approx 18 \text{ Pa bulunur.}$$

Bu değer daha büyüktür. Ancak fark 2 Pa olup, 12 Pa'dan daha az olduğundan kabul edilebilir. Ayrıca F'deki kol ayrılmanın her iki çıkışındaki damperler yardımı ile gerekli ayar yapılabilir. Hesaplar **Tablo 1.32'de** görülebilir.

2.9. EN Bölümü:

EN arasında 3 m. boruda sürtünme kaybı ve E'de kol ayrılma dinamik kaybı vardır.

$$\text{Sürtünme kaybı} = 3 \times 0,95 = 2,9 \text{ Pa} \approx 3 \text{ Pa}$$

Kol ayrılma kaybı daha önce E'de hesaplanan oranlar yardımı ile yukarıdaki gibi $C = 0,44$ (enterpolasyonla) bulunur.

$$\text{Basınç kaybı} = 0,44 \times 35,7 = 15,7 \text{ Pa} \approx 16 \text{ Pa}$$

$$\text{Toplam kayıp} = 3 + 16 = 19 \text{ Pa bulunur.}$$

Değerler Tablo 29'da işlenmiştir.

2.10. NP Bölümü:

Bu bölümde sürtünme kaybı için,

$$\text{Özgül kayıp} = 0,95; \text{ Debi} = 500 \text{ L/s;}$$

$$\text{Hız} = 5,4 \text{ m/s; } \text{Çap} = 340 \text{ mm.}$$

$$\text{Eşdeğer dikdörtgen kesit} = 400 \times 250 \text{ mm.}$$

$$\text{Sürtünme kaybı} = 17 \times 0,95 = 16,2 \text{ Pa} \approx 16 \text{ Pa}$$

Yerel kayıplar:

N noktasında NS kol ayrılması için 45° açılı giriş elemanı ve kesit daraltmak için 30° redüksiyon kullanılmıştır. **Ek 2'den** redüksiyon için $A_1/A = 1,8$ ve $q = 30^\circ$ değerleri ile $C = 0,05$ bulunur.

Yerel kayıplar:

N noktasında NS kol ayrımı için 45° giriş açılı T'nin düz kolu ve devamında kesit daraltmak için 30° redüksiyon kullanılmıştır. Kol ayrımı için **Ek 2** kullanılacaktır. Bu tablonun dip notuna göre **Ek 2'ye** bakılacaktır. Burada

$$V_c = 1,0 / (0,45 \times 0,4) = 5,6 \text{ m/s}$$

$$V_s = 0,5 / (0,45 \times 0,40) = 2,78 \text{ m/s}$$

$$V_s / V_c = 0,5 \text{ olup, } \text{Ek 2'den } C = 0,09 \text{ bulunur.}$$

$$P_v = 18,9 \text{ olup, } P = 0,09 \times 18,9 = \sim 2 \text{ Pa}$$

$$\text{Redüksiyon için } A_1/A = 450 \times 400/250 \times 400 = 1,8 \text{ değeri}$$

$$\text{ile } q = 30^\circ \text{ için } \text{Ek 2'den } C = 0,05 \text{ bulunur.}$$

$$\text{Girişte } P_v = 4,65 \text{ olduğundan,}$$

$$\Delta P = 0,05 \times 4,65 = 0,2 = \sim 0 \text{ Pa}$$

Redüksiyondaki basınç kaybı ihmal edilebilir.

Damper için daha önce F'de bulunan $C = 0,04$ sayısı kullanılabilir.

$$\text{Hız} = 0,5 / (0,25 \times 0,4) = 5 \text{ m/s } P_v = 15,1 \text{ olup,}$$

$$\Delta P = 0,04 \times 15,1 = 0,6 = \sim 1 \text{ Pa}$$

0 noktasındaki düzgün dirsekte 1 adet ayırma kanadı bulunmaktadır. **Ek 2'de**

$$R/W = 0,25; H/W = 250/400 = 0,63 \text{ değerlerinden enterpolasyon ile } C = 0,12 \text{ bulunur. Kayıp;}$$

$$\Delta P = 0,12 \times 15,1 = 1,8 = \sim 2 \text{ Pa}$$

$$\text{Bu bölümdeki toplam kayıp, } 2 + 1 + 2 + 16 = 21 \text{ Pa.}$$

2.11. PQ Bölümü:

Bu kolun son bölümü olan PQ daha önce anlatılanlara benzer şekilde $250 \times 250 \text{ mm.}$ kesitinde belirlenmiştir. 6 m. uzunluktaki sürtünme basınç kaybı,

$$\Delta P_s = 6 \times 0,95 = \sim 6 \text{ Pa değerindedir.}$$

P noktasındaki redüksiyon $q = 45^\circ$ olup, **Ek 2'den,**

$$A_1 / A = 1,6 = \sim 2 \text{ değeri ile } C = 0,06 \text{ bulunur.}$$

Hız = 5 m/s, $P_v = 15,1$ değerlerinden de

$$\Delta P = 0,06 \times 15,1 = \sim 1 \text{ Pa}$$

Q noktasında 90° keskin dirsek kabulü ile **Ek 2'den;**

$$H/W = 250/250 = 1,0; W_1/W = 400/250=1,6$$

Hız = $0,25 / (0,25 \times 0,25) = 4 \text{ m/s; } P_v = 9,6 \text{ Pa}$ değerleri ile ve Re

sayısı düzeltilmesi ihmal edilerek okunan $C = 0,9$ değerinden;

$$\Delta P = 0,9 \times 9,6 = \sim 9 \text{ Pa}$$

Üretici firma kataloğundan $400 \times 250 \text{ mm.}$ menfez için basınç kaybı 32 Pa okunur ve bu değer de **Tablo 1.32'ye** işlenir.

Buna göre bu bölümde toplam basınç kaybı:

$$\Delta P = 32 + 9 + 1 + 6 = 48 \text{ Pa bulunur.}$$

Öte yandan başlangıçtan bu kolun sonuna kadar olan kayıpların toplamı ise 355 Pa bulunur.

Bu durumda A_1M kanal kolu basınç kaybı 367 Pa iken, A_1Q kolu 355 Pa değeri ile 12 Pa daha düşük kayba sahiptir.

Bu fark sınır içinde kaldığında kabul edilebilir ve iyi bir tasarım olduğu sonucuna varılabilir. Kaldı ki kollar üzerinde bulunan ayar damperleri ile bu fark giderilebilir.

2.12. NS Bölümü:

A_1 'den N'e kadar olan kayıp toplamı 286 Pa değerindedir.

Bu değer **Tablo 1.32'ye** işlenir. Bu son bölüm için de yukarıdakilere benzer bir hesap yapılacaktır.

$$\text{NR sürtünme kaybı} = 3 \times 0,95 = \sim 3 \text{ Pa}$$

45° giriş pahlı dik kol ayrılma için;

$$V_c = 5,6 \text{ m/s idi.}$$

$$V_b = 0,5 / (0,4 \times 0,25) = 5,0 \text{ m/s buradan}$$

$$V_b / V_c = 0,89 = \sim 1$$

$$Q_b / Q_c = 500/1000 = 0,5 \text{ Ek 2'den } C = 0,74 \text{ okunur.}$$

$$P_v = 18,9 \text{ Pa (5,6 m/s için) olup,}$$

$$\text{Dinamik kayıp} = 0,74 \times 18,9 = 14 \text{ Pa}$$

Ayar damperi kaybı diğer koldakine eşit olup, kayıp = 1 Pa'dır. RS arası PQ bölümü ile aynı olup, burası için olan değerler aynen girilebilir. Sonuç olarak bu bölümdeki toplam kayıp,

$$\Delta P_1 = 32 + 9 + 1 + 6 + 1 + 14 + 3 = 66 \text{ Pa}$$

$$A_1S \text{ kolundaki toplam kayıp } 286 + 66 = 352 \text{ Pa bulunur.}$$

Bu değerde en yüksek kayıba sahip koldan 15 Pa daha düşük kayıba sahiptir. Bu kayıp kol üzerinde bulunan damperle ayarlanabilir. Böylece besleme kanallarının eş sürtünme yöntemine göre boyutlandırılması ve basınç kayıplarının hesabı tamamlanmış olmaktadır.

3- Egzoz Kanalları

Egzoz kanalları ile ilgili hesaplar **Tablo 1.33'da** verilmiştir.

3.1 Egzoz Havası Plenumu:

Burada ısı geri kazanma ünitesi kaybı, üretici firma kataloglarından, 75 Pa olarak belirlenmiştir. Bu değer 1. satıra yazılmıştır. Plenumdaki ikinci kayıp fanın plenuma serbest üflemesinden kaynaklanır. Bununla ilgili kayıp katsayısı, **Ek 2'den** $C = 1,5$ olarak okunur. Fan çıkışındaki hızla ilgili hız basıncı (dinamik basınç) fan kataloğundan 40 Pa okunmuştur.

$$\text{Buna göre fan dinamik kaybı; } \Delta P = 1,5 \times 40 = 60 \text{ Pa bulunur.}$$

Bu değer 2. satıra işlenir.

3.2 Fan Giriş Kutusu:

Fan giriş kutusu için kayıp katsayısı $C = 1,0$ olarak verilmiştir. Kutu girişindeki hız ise;

$$V = 4 / (0,6 \times 1,16) = 5,8 \text{ m/s ve}$$

Hız basıncı $P_v = 20,3 \text{ Pa}$ olup,

Kayıp: $\Delta P = 1,0 \times 20,3 = \sim 20 \text{ Pa}$

Bu değerde 3. satıra girilmiştir.

3.3 YT Kolu ve Fan Basıncı:

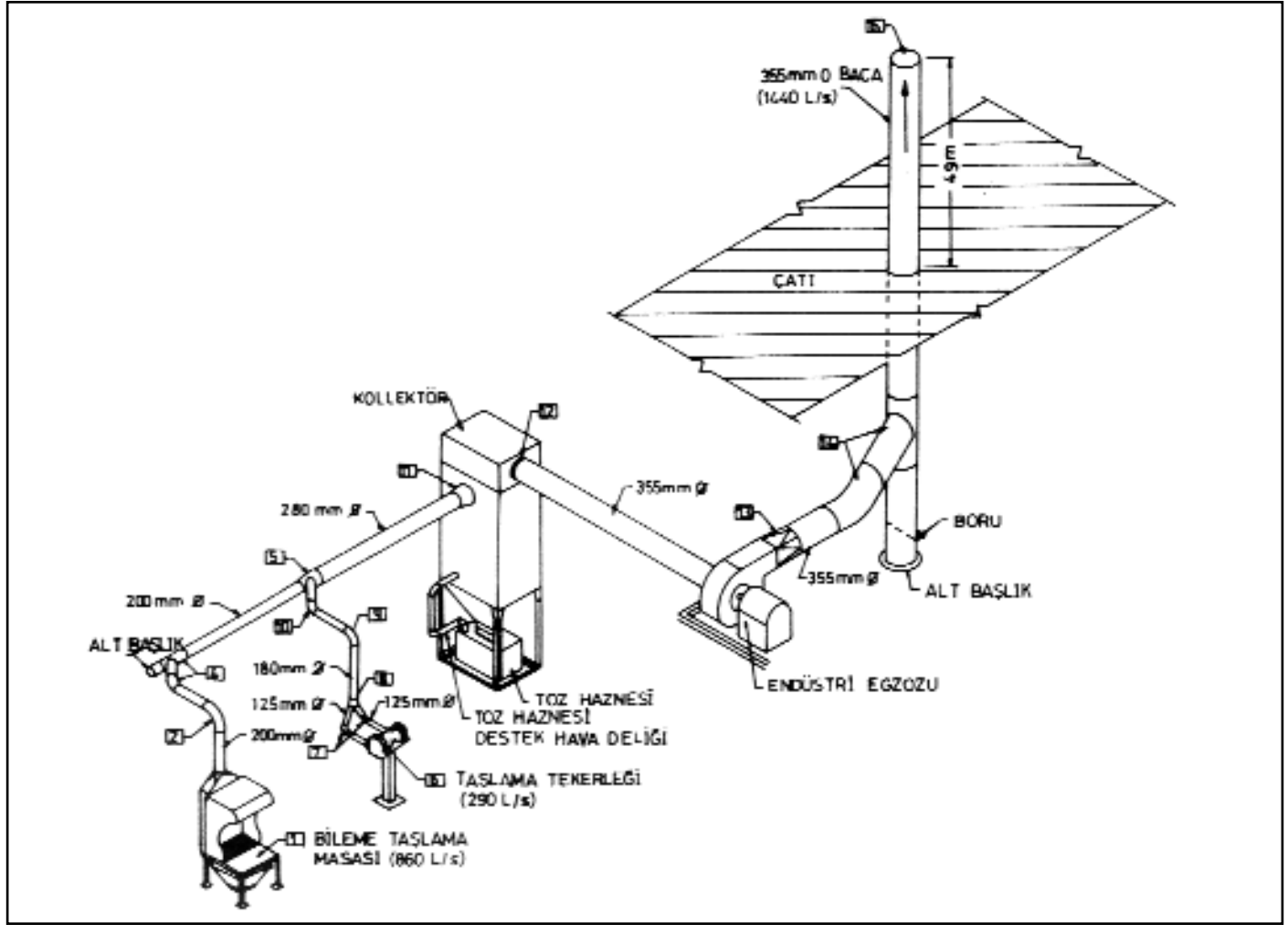
Fan girişindeki ana kanalda hız 8 m/s ve buradan özgül sürtünme kaybı 0,7 Pa/m seçilerek daha önce besleme kanalları için anlatılan benzer bir hesap ile egzoz kanalları boyutları ve basınç kaybı bu-

lanabilir. Değerler **Tablo 1.33'da** gösterilmiştir. Burada hesap detayları anlatılmayacaktır.

Egzoz kanalı için eş sürtünme kaybı 0,7 Pa/m olarak besleme kanallarına göre daha düşük seçilmiş, böylece işletme maliyetlerinin düşük olması amaçlanmıştır. Buna karşılık kanal boyutları biraz daha büyük olmaktadır. TA₁ kolunda toplam basınç kaybı 265 Pa bulunmuştur. Egzoz fanı buna göre seçilecektir.

PROJE : Örnek Hesap YER : Birinci Kat SİSTEM : Egzoz Havası															
	A Kanal Bölümü	B Kısım	C Adı		D Akış Debisi (L/S)	E Metre Başına Sürtünme	F Hız (m/s)	G Vp (pa)	H Kayıp Kat- sayısı	I Eş Değ. Çap	J Dikdörtgen Kesit Ölçüleri	K Düz Faktörü	L Her Parça için Kayıp	M Her Bölüm için Kayıp	N Top- lam Kayıp
1	Plenum Z	A,Z	-	Panjur	4000	-	2.5	-	-	-	-	75	-	265	
2	Plenum Z	Z	-	Fan	4000	-	8.0	38.5	-	-	-	60	135	-	
3	Bölüm YT	Y	-	Giriş Kutusu	4000	-	5.8	20.3	1.0	-	600x1160	-	20	-	-
4	Bölüm YT	YW	10m	Kanal	4000	0.7	8.0	-	-	800	750x750	-	7	-	-
5	Bölüm YT	Y	-	Geçiş	4000	-	7.1	30.4	0.25	-	750x750 600x1160	-	8	35	-
6	Bölüm YT	WV	32m	Kanal	3000	0.7	7.4	-	-	730	750x600	-	22	-	-
7	Bölüm YT	W	45°	Kol. Ayr.	4000 1000	-	7.1	30.4	0.33	-	750x750	-	10	-	-
8	Bölüm YT	W	-	Geçiş	4000 3000	-	6.7	27.0	0.20	-	750x750 950x600	-	5	-	-
9	Bölüm YT	V	90°	Dirsek	3000	-	6.7	27.0	0.16	-	750x600	-	4	41	-
10	Bölüm YT	UT	6m	Kanal	1500	0.7	6.2	-	-	540	600x400	-	4	-	-
11	Bölüm YT	U	90°	Kol. Ayr.	3000 1500	-	6.7	27.0	0.53	-	750x600	-	14	-	-
12	Bölüm YT	U	-	Geçiş	4000 1000	-	6.3	23.9	0.25	-	750x750 600x400	-	6	-	-
13	Bölüm YT	T	90°	Dirsek	1500	-	3.1	5.8	1.8	-	600x400 1200x400	-	10	-	-
14	Bölüm YT	T	-	Menfez	1500	-	-	-	-	-	1200x400	-	20	54	-
15															
16															
17	Bölüm WX	WX	6m	Kanal	1000	1.7	8.0	-	-	400	*350x400	1.93	20	-	-
18	Bölüm WX	W	45°	Kol. Ayr.	4000 1000	-	7.1	30.4	-0.37	-	750x750 350x400	-	-11	-	-
19	Bölüm WX	X	180°	Geçiş	1000	-	7.1	30.4	0.30	-	350x400 900x400	-	9	-	-
20	Bölüm WX	X	-	Menfez	1000	-	-	-	-	-	900x400	-	20	-	-
21	Bölüm WX	W	Set 23°	Vol. Damp.	1000	-	7.1	30.4	1.88	-	350x400	-	57	95	-
22															
23															
24															
25															

Tablo 1.33. ÖRNEK HESAP TABLOSU



Şekil 1.34. METAL İŞLERİ EGZOZ SİSTEMİ

3.4 WX Bölümü:

WX bölümündeki basınç düşümünün WT kolundan çok daha az olacağı ve 12 Pa değeri ile sınırlı kalmayacağı hemen görülmektedir. Bu basınç düşümünü damperle dengelemek yerine “DEĞİŞTİRİLMİŞ EŞ SÜRTÜNME YÖNTEMİ” uyarınca bu bölüm için özgül sürtünme kaybı daha fazla seçilebilir.

Bu amaçla bu kolda hız = 8 m/s ve özgül basınç kaybı = 1,7 Pa/m seçilmiştir. Bu kanal içi sese karşı izole edilmiştir. Yine **Tablo 1.33**'da verilen hesaplara göre bu durumda WX bölümünde,

Sürtünme basınç kaybı	=	20 Pa
45° açılı kol birleşme kaybı	=	-11 Pa
(Statik basınç kazancı)		
Girişte keskin kesit daralma	=	9 Pa
Menfez kaybı	=	20 Pa
Toplam	=	38 Pa

WT kolundaki 95 Pa düşüme karşılık WX bölümünde 38 Pa basınç düşümü olmaktadır. Aradaki 95 - 38 = 57 Pa ayar damperleriyle düşürülecektir. Buna göre damperin kayıp katsayısı,

$$C = \Delta P_i / P_v = 57/30,4 = 1,88 \text{ olmalıdır.}$$

Ek 2'den damperin set değerinin 23° mertebesinde olması gerektiği anlaşılmaktadır. Koldaki damper bu değere ayarlanırsa her iki koldaki basınç düşümleri eşitlenecektir.

1.18.3. Endüstriyel Egnoz Sistemleri Kanal Dizaynı

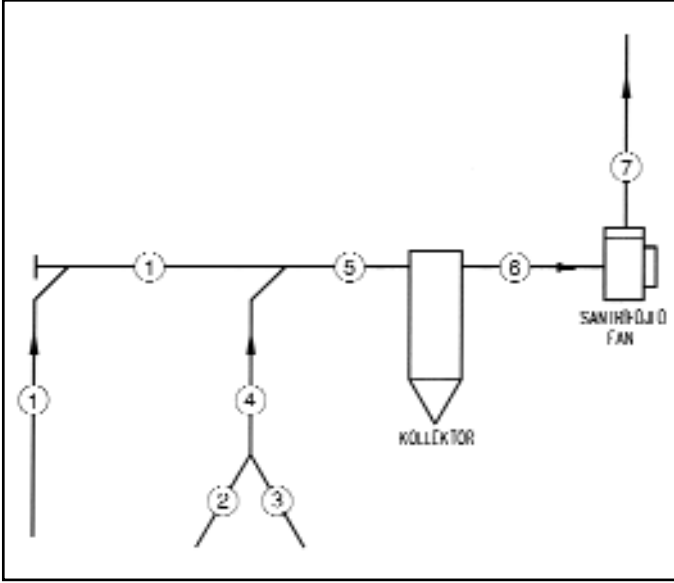
Buhar, gaz ve duman taşıyan egnoz sistemlerinin dizaynı için eş sürtünme, statik geri kazanma veya T-metodu kullanılabilir. Özellikle toz taşıyan egnoz sistemlerinin dizaynında ise tozları taşımaya yeterli hızlardan hareketle sabit hız yöntemi kullanılır. Çeşitli kirletici maddelerin taşınımı için tavsiye edilen hızlar 1999 ASHRAE Application Handbook'ta verilmiştir.

Endüstriyel egnoz sistemlerinin dizaynında iki basınç dengeleme yöntemi kullanılabilir. Birincisinde damperler gibi dengeleme elemanları kullanılır. Ancak tozların bu damperlerde toplanma olasılığı nedeniyle bu yöntem uygun değildir. Özellikle patlayıcı, radyoaktif ve zehirli maddelerin taşınmasında bu uygulama tamamen yasaktır. İkinci yöntem ise kanal boyutlarının ayarlanması ile sistemin dengelenmesidir ki bu tercih edilmelidir.

Toz içeren havanın taşınmasında geniş dirsekler kullanılmalıdır. r/D oranı 1,5 değerinden küçük olan dirseklerin ömrü kısa olur. Redüksiyon veya genişlemelerde ise 30° açı tercih edilmelidir.

Örnek;

Endüstriyel toz toplama ve egnoz sistemi ile ilişkili olarak **Şekil 1.34**'deki sistemin hesabı örnek olarak verilecektir. Sistemde basınç dengelenmesi kanal boyutları ve akış hızları ayarlanarak yapılacaktır. **Şekil 1.34**'de görülen sistem şematik olarak, **Şekil 1.35**'de veril-



Şekil 1.35. BÖLÜM NUMARALARI İLE SİSTEM ŞEMASI

Deneme No.	1 No.lu Kanal Çapı	ΔP_1	ΔP_{2+3+4}	ΔP_1 ile ΔP_{2+3+4} arasındaki fark
	mm	Pa	Pa	Pa
1	224	411	794	-383
2	200	762	850	-88
3	180	1320	712	+609

Tablo 1.37. HESAP SONUÇLARI

çok artar. 1 no.lu kolun kanal çapı 200 mm. seçilecektir. Bu durumda, direncin 88 Pa daha düşük olmasına bağlı olarak bu kolda debi artacaktır. Deneme yanılma yöntemi ile hesap yapılarak, bu durumda yeni debinin 860 L/s olacağı gösterilebilir.

Tablo 1.38'de kanal sistemindeki seçilen çap değerleri ve hesaplanan basınç kayıpları özetlenmiştir. Kollektörden sonraki 6 no.lu kanal çapı olarak fan giriş ağız çapına uyan 355 mm. seçilmiş, 7 no.lu baca parçasında ise $Hız = 9 \times 1,5 = 13,5$ m/s alınmıştır.

Bağlantı parçalarındaki dinamik kayıpların hesap özeti ise Tablo 1.39'da görülebilir. Sistemdeki basınç kayıpları toplamı 1992 Pa olup, bu değer fan toplam basıncına eşit olmalıdır.

1.18.4. Statik Geri Kazanma Yöntemi

Statik geri kazanma yönteminin amacı her kanal kol ayrılma noktası çıkışında statik basıncı aynı tutmaktır.

Bunun için daha önce verilen (1) denklemi düzenlenirse ve yükseklik etkisi ihmal edilirse,

$$P_1 - P_2 = \Delta P - [\rho \cdot V_1^2 / 2 - \rho \cdot V_2^2 / 2] \quad (7)$$

elde edilir. Statik geri kazanma yönteminin tarifinden 1 ve 2 noktalarındaki statik basıncın aynı olması gerekmektedir.

Buna göre:

$$\Delta P = \rho \cdot V_1^2 / 2 - \rho \cdot V_2^2 / 2 \quad (8)$$

ifadesi elde edilir. Burada ΔP , 1 no.lu ayırım noktası girişinden, 2 no.lu ayırım noktası girişine kadar olan toplam basınç kayıplarını göstermektedir. Bu kayıpların, 1 ve 2 noktalarındaki hız basınçları arasındaki farkla karşılanması gerekmektedir. Dolayısı ile fandan çıkış ağızlarına doğru ilerledikçe bu yöntemde hızlar düşecektir. 1 ve 2 noktası arasındaki ΔP basınç kaybı V_2 hızına bağlı olduğundan (8) no'lu denklemin çözümü deneme yanılma ile gerçekleştirilebilir. Öncelikle V_2 hızı tahmin edilecek, sonra bu hızla 1-2 arası kanal boyutlandırılarak ve basınç kayıpları hesaplanarak (8) denkleminde yerine konulacaktır. Denklem sağlanmaması halinde yeni V_2 tahmini ile yeniden deneme hesabı yapılacaktır.

Denklemin sağlanması halinde bu bölüm boyutlandırılmış ve basınç kayıpları belirlenmiş olur ve bir sonraki bölüme geçilir.

Sistemin hesabına fan çıkışındaki ana kanalla başlanır. Bu bölüm için maksimum bir hız seçilir. Şekil 1.22'deki taralı alan bu amaçla kullanılabilir. İlk ana kanal seçilen hıza göre boyutlandırılıp basınç kayıpları hesaplandıktan sonra diğer bölümler hep yukarıda sözü edildiği gibi iteratif bir yöntemle hesaplanır. Bu nedenle statik geri kazanma yöntemi daha çok bilgisayar ile hesap yapmak için uygundur. Bu yöntemin elle hesap yaparak uygulanması zor ve zaman alıcıdır. Burada yöntemin uygulanışının anlaşılması açısından basit ör-

Kanal Bölümü	Hesap Hava Debisi	Gerekli Taşıma Hızı	Kanal Çapı	Kanaldaki Hız
	L/s	m/s	mm	m/s
1	850	20	224	21.6
2.3	290 (herbiri)	23	125	23.6
4	580	23	180	22.8
5	1430	23	280	23.2

Tablo 1.36. HIZLAR VE KANAL ÇAPLARI

miştir. Burada sistem bölümleri ve elemanlar numaralanarak gösterilmiştir.

1 numaralı kanal bölümünde tarif edilen minimum hız 20 m/s değerindedir. 2,3,4 ve 5 numaralı kanal bölümlerinde ise minimum hız 23 m/s olmalıdır. Kanallar standart galvanizli çelik yuvarlak kanal olup, ISO Standartlarına göre yuvarlak kanal çap değerleri Tablo 1.1'de verilmiştir. Çap olarak bu tablodaki değerlerden biri seçilecektir.

Yapı tek katlı olup, rüzgâr hesap hızı 9 m/s değerindedir. 7 numaralı baca kısmında, hız rüzgâr hızının 1,5 misli olmalıdır. Ayrıca baca çatıdan 4,9 m. yüksekte olmalıdır. Bacanın üzerinde şapka olmalıdır. (Bakınız Ek 2.)

Çözüm:

Toz toplamadan önceki kanal parçalarında hızlar ve kanal boyutları Tablo 1.36'da özetlenmiştir. Burada Şekil 1.22'deki sürtünme diyagramından yararlanılmıştır.

1 ve 4 numaralı kanalların birleşme noktasına kadar olan iki kanal kolunda (1 no.lu kol ve 3 veya 2 + 4 no.lu kollar) basınç düşümlerinin aynı olması gerekir. Bu amaçla her iki koldaki toplam basınç düşümleri hesaplandığında arada fark görülmektedir. Basıncın dengelenmesi için 1 no.lu kol çapı değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Hesap sonuçları Tablo 1.37'dedir.

Deneme 2'de 1 no.lu kolda çap, bir standart çap küçültülmüştür. Bu durumda fark 88 Pa değerine düşer. En uygun çap budur. Eğer bir çap daha düşülürse 3. denemede görüldüğü gibi direnç

Kanal Bölümü	Kanal Elemanı	Hava Debisi	Kanal Ebatları	Hız	Hız Basıncı	Kanal Uzunluğu	Fittings Direnç Katsayısı	Kanal Basınç Kaybı	Toplam Basınç Kaybı	Bölüm Basınç Kaybı
		L/s		m/s	Pa	m.		Pa/m	Pa	Pa
1	Kanal	860	ø200 mm	27.4	-	7.0	-	40	280	785
	fittings	860		27.4	451		-	1.12		
2.3	Kanal	290	ø 125 mm	23.6	-	2.7	-	54	146	502
	fittings	290		23.6	336		-	1.06		
4	Kanal	580	ø 180 mm	22.8	-	3.84	-	32	123	283
	fittings	580		22.8	313		-	0.51		
5	Kanal	1440	ø 280 mm	23.4	-	2.7	-	20	54	126
	fittings	1440		23.4	329		-	0.22		
-	Kollektör fabrik	1440	-	-	-	-	-	-	750	750
6	Kanal	1440	ø 355 mm	14.5	-	3.7	-	6	22	22
	fittings	1440		14.5	127		-	0.00		
7	Kanal	1440	ø 355 mm	14.5	-	8.5	-	6	51	309
	fittings	1440		14.5	127		-	2.03		

Tablo 1.38. BÖLÜMLERDEKİ TOPLAM BASINÇ KAYBI

nek bir çözüm üzerinde durulacaktır.

Örnek:

Şekil 1.40'da yüksek basınçta bir kanal sistemi görülmektedir. Yuvarlak kesitli Spiro hazır kanallardan ve Spiro hazır bağlantı elemanlarından oluşan sistemde V.A.V. kutuları kullanılmıştır.

Sistemin simetrik olması gözönüne alınarak sadece bir taraf hesaplanacaktır. Yapılan hesaplar Tablo 1.41'de verilmiştir. Kanal sisteminin başlangıcında mümkün olduğu kadar yüksek bir hız seçilecek ve öncelikle en fazla direncin olduğu C-S hattı hesaplanacaktır.

1. Plenum

Kanal sistemi boyutlandırılmadan önce plenumdaki kayıplar hesaplanmalıdır. Fan üreticisi kataloglarından, fan çıkış ağız 1100 x 810 mm. ve çıkış hızı 11 m/s olarak belirlenmiştir. Çıkışta bulunan B dirseğinde yaratılan "Sistem Etkisi" Şekil 1.26 yardımı ile hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Eşdeğer çap} &= 1065 \text{ mm. olup, Burada,} \\ \text{Etkin kanal yüzdesi} &= \frac{\text{Düz kanal uzunluğu} \times 100}{(\text{Hız}/5 \text{ (en az } 2,5) \times \text{Eşdeğer Çap})} \\ &= \frac{(660 \times 100)}{(2,5 \times 1065)} = \%24,8 = \sim \%25 \end{aligned}$$

Üfleme alanı oranı = 0,6 değerleri ile, Tablo 1.25 B'den sistem etki eğrisi olarak R-S bulunur. Bu değerle ve 11 m/s hız değeri ile Şekil 1.26'dan sistem etkisi (veya basınç kaybı 72 Pa) bulunur. Bu değer Tablo 1.41'de 1. satıra işlenir.

B noktasındaki dirsek için kayıp katsayısı $C = 0,15$ olup, ($R/W = 1,5$ ve $H/W = 1100/810 = 1,36$ değerleri ile), dinamik basınç, $P_v = 76$ Pa (11 m/s hız için) değeri ile kayıp, $\Delta P = 0,15 \times 76 = 11,4 = \sim 11$ Pa bulunur.

Bu değerler 2. satıra işlenir.

2. CF Bölümü

Bu yuvarlak kanal sistemi için kullanılacak kanal çapları standart

olup, Tablo 1.1'de verilmiştir. 10.000 L/s debi taşıyan ana kanal için Şekil 1.22 yardımı ile,

Çap = ø 900 mm, Hız = 16 m/s, Özgül kayıp = 2,4 Pa/m seçilmiştir.

Bu bölümde, sürtünme kaybı

$$= 27 \times 2,4 = 64,8 = \sim 65 \text{ Pa}$$

C noktasındaki geçiş için,

$$C = 0,05 \text{ (} A_1/A = 1,4; \theta = 20^\circ; \text{ Ek 2)}$$

Hız = 16 m/s; Hız basıncı = 154 Pa

$$\text{Basınç kaybı} = 0,05 \times 154 = \sim 8 \text{ Pa}$$

D noktasındaki ses yutucuda basınç kaybı = 65 Pa (Katalogdan)

E noktasındaki hazır dirsek için,

(BFU 90° - 900, Debi = 10.000 L/s)

Basınç kaybı = 30 Pa

CF bölümündeki toplam basınç kaybı

$$= 65 + 8 + 65 + 30 = 168 \text{ Pa.}$$

3. FH Bölümü

Bu bölümün başlangıcı F'deki pantolon ayrılmanın girişi, sonu ise H'daki kol ayrılmanın girişidir.

Bölge başlangıcında,

$$\phi 900, V_1 = 16 \text{ m/s, } P_{v1} = 154 \text{ Pa değerindedir.}$$

Bölge boyunca, ø 800, $V_2 = 10$ m/s, $P_{v2} = 60$ Pa değerindedir.

(Bölge boyundaki çap ve hız değeri deneme yanılma yöntemi ile bulunmuştur. Burada denemeler verilmeyecek, sonunda bulunan en uygun standart çap değeri ve hız verilecektir.)

Kullanılabilecek statik basınç geri kazanımı,

$$P_{v1} - P_{v2} = 154 - 60 = 94 \text{ Pa}$$

Bu değerler 7. ve daha sonraki satırlarda uygun kolonlara işlendikten sonra basınç kayıpları sıra ile hesaplanır.

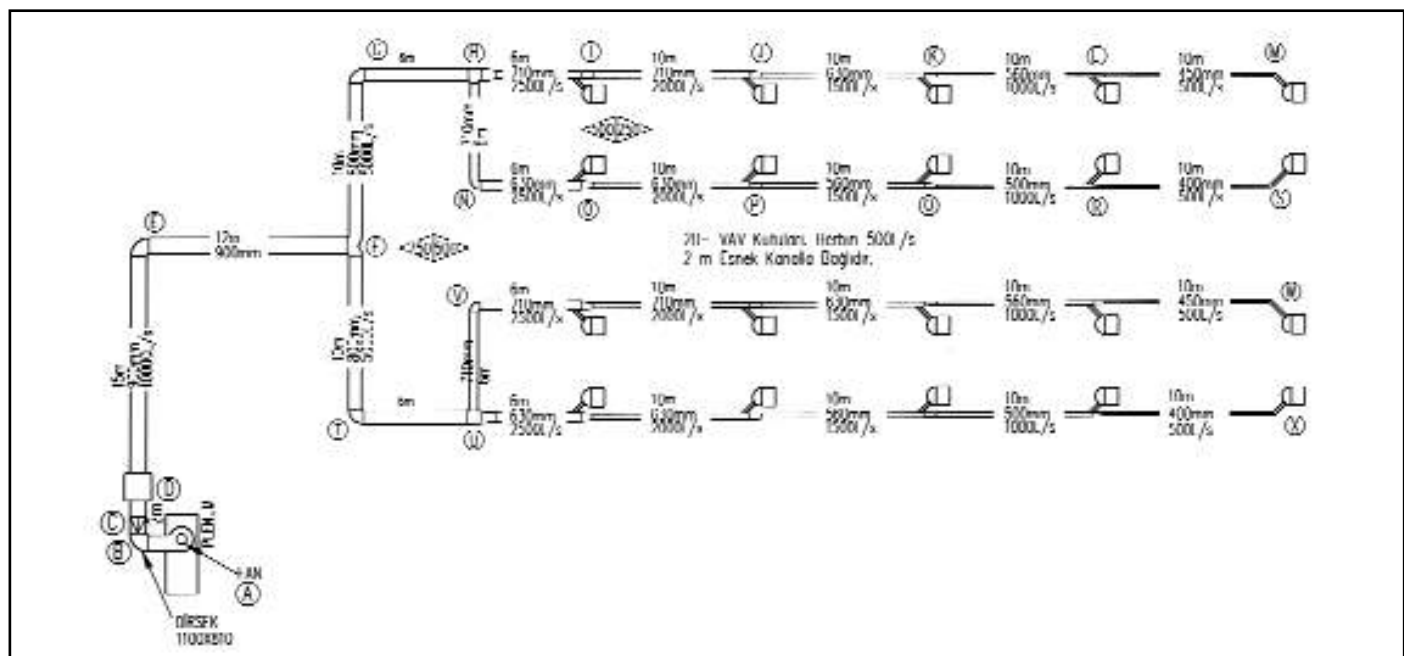
FH boyunca sürtünme kaybı,

ø 800 mm, Hız = 10 m/s, Debi = 5000 L/s, Özgül kayıp = 1,1 Pa/m

$$\Delta P_s = 1,1 \times 16 = \sim 18 \text{ Pa}$$

Kanal Bölümü	Fitting Numarası	Fitting Tipi	İlgili Tablo No:	Parametreler	Kayıp Katsayısı, C
1	1	Davlumbaz	-	Davlumbaz açıklığı 0.9 x 1.2 m	0.25
	2	Dirsek	-	90°, 7 parçalı r/D = 2.5	0.11
	4	Kapaklı çatal (45°) 45° dirsekle	-	Ab/Ac = 1	0.64
	5	Çatal (30°) düz kol	-	Qs/Qc = 0.60 As/Ac = 0.51 Ab/Ac = 0.413	0.12
				TOPLAM	1.12
2.3	6	Davlumbaz	-	Üretici firma bilgileri	0.40
	7	Dirsek	-	90° 3 parçalı r/D = 1.5	0.34
	8	Simetrik çatal 60°	-	Qb/Qc = 0.5 Ab/Ac = 0.482	0.32
			TOPLAM	1.06	
4	9	Dirsek	-	90°, 7 parçalı r/D = 2.5	0.11
	10	Dirsek	-	60° 3 parçalı r/D = 1.5	0.19
	5	Çatal (30°) kol ayrılma	-	Qb/Qc = 0.4 As/Ac = 0.510 Ab/Ac = 0.413	0.21
			TOPLAM	0.51	
5	11	Çıkış, konik difüzörle bağlantı	-	600 mm L = 2.14 A1/A0 = 16	0.22
6	12	Giriş, çan ağzı bağlantı	-	r/D1 = 0.20	0.00
7	13	Difüzör, fan çıkışı	-	Fan çıkışı 260x310 mm A0/A1=1.563 L=460mm	0.39
	14	Kapaklı çatal (45°) 45° dirsekle	-	Ab/Ac = 1	0.64
	15	Şapka	-	De/D = 1	1.0
			TOPLAM	2.03	

Tablo 1.39. ENDÜSTRİYEL EGZOZ UYGULAMASI KAYIP KATSAYILARI HESAP ÖZETİ



Şekil 1.40. HAVA KANAL SİSTEMİ BOYUTLANDIRMASI

No.	Bölüm	Eleman	Özelliği Niteliği	Debi	Özgül Sürtünme	Hız	Hız Basıncı	Kayıp Katsayısı	Kanal Boyutu	Eleman Kaybı	Bölüm Toplam Kaybı	Statik Basınç Kazanımı	Net Toplam Basınç Gerekisini
				L/s	Pa/m	m/s	Pa		mm.	Pa	Pa	Pa	Pa
1	Plenum	A	Sistem etkisi	10000	-	11.0	-	-	1100x810	72	-	-	-
2	Plenum	B	Dirsek	10000	-	11.2	76	0.15	1100x810	11	83	-	83
3	CF	CF	27 m.	10000	2.4	16	-	-	ø900	65	-	-	-
4	CF	C	Geçiş	10000	-	16	154	0.05	1100x810	8	-	-	-
5	CF	D	Ses yutucu	10000	-	-	-	-	ø900	65	-	-	-
6	CF	E	90° dirsek	10000	-	-	-	-	ø900	30	168	-	168
7	FH	FH	16 m.	5000	2.4	10	60	-	ø900	18	-	-	-
8	FH	F	Pantolon	10000/5000	-	16	154	0.37	ø900/800	57	-	-	-
9	FH	F	45° dirsek	5000	-	-	-	-	ø800	7	-	-	-
10	FH	G	90° dirsek	5000	-	-	-	-	ø800	14	96	94	2
11	HO	HO	12 m.	2500	0.48	6	21.7	-	ø710	5	-	-	-
12	HO	H	Kol ayrılma	5000/2500	-	10	60	0.51	ø800/710	31	-	-	-
13	HO	H	Damper	2500	-	6	21.7	0.20	ø710	4	-	-	-
14	HO	N	90° dirsek	2500	-	-	-	-	ø710	5	45	38.3	7
15	OP	OP	10 m.	2000	0.35	5	15.1	-	ø710	4	-	-	-
16	OP	O	Geçiş ayrılma	2500/2000	-	6	21.7	0.01	ø710	0	4	7	-3
17	PQ	PQ	10 m.	1500	0.32	4.5	12.3	-	ø630	3	-	-	-
18	PQ	P	Geçiş ayrılma	2000/1500	-	5	15.1	0.01	ø710	0	-	-	-
19	PQ	P	Redüksiyon	1500	-	-	-	-	ø710/630	1	4	3	1
20	QR	QR	10 m.	1000	0.3	4.5	12.3	-	ø560	3	-	-	-
21	QR	Q	Geçiş ayrılma	1500/1000	-	4.5	12.3	0.01	ø630	0	-	-	-
22	QR	Q	Redüksiyon	1000	-	-	-	-	ø630/560	1	4	3	1
23	RS	RS	10 m.	500	0.27	3.2	6.2	-	ø450	2.7	-	-	-
24	RS	R	Ayrılma	1000/500	-	4	9.6	0.01	ø560	0	-	-	-
25	RS	R	Redüksiyon	500	-	-	-	-	ø560/450	0.7	-	-	-
26	RS	S	45° dirsek	500	-	3.2	6.2	0.15	450	0.9	-	-	-
27	RS	S	Esnek kanal 2m.	500	0.27	3.2	6.2	-	450	0.5	5	3.4	1.6
28	RS	S	VAV KUTUSU	500	-	-	-	-	-	140	-	-	140
29													-
30													-
31													400

Tablo 1.41. STATİK GERİ KAZANMA YÖNTEMİ ÖRNEK HESAP TABLOSU

F noktasında 45° açılı pantolon parça,

$C = 0,37$ (Ek 2'den $V_{1b}/V_c = 10/16 = 0,625$)

$\Delta P = 0,37 \times 154 = \sim 57$ Pa

F noktasında 45° açılı hazır dirsek

(BFU 45° - 800, Debi = 500 L/s) Basınç kaybı = 8 Pa

G noktasında 90° hazır dirsek

(BFU 90° - 800, Debi = 500 L/s) $\Delta P = 14$ Pa

Bu bölümdeki toplam kayıp = 96 Pa olup, yaklaşık olarak 94 Pa kazanç değerine eşittir.

Buna göre çap seçimi uygundur.

4- HO Bölümü

Bölge başlangıcı H'daki kol ayrılmanın girişi, sonu ise O'daki kol

ayrılmanın girişidir.

Bölge başlangıcında

$\phi 800$ mm, $V_1 = 10$ m/s, $P_{V1} = 60$ Pa

Bölge boyunca $\phi 710$ mm, $V_2 = 6$ m/s, $P_{V2} = 21,7$ Pa

$P_{V1} - P_{V2} = 38,3$ Pa

Sürtünme kaybı, özgül kayıp = 0,48 Pa/m,

$\Delta P_s = 12 \times 0,48 = \sim 5$ Pa

H noktasında kol ayrılma (Ek 2. $V_b/V_c = 0,6$, $q = 45^\circ$)

$C = 0,51$, $\Delta P = 0,51 \times 60 = \sim 31$ Pa

H noktasında damper (Ek 2. $q = 0$)

$C = 0,20$, $\Delta P = 0,20 \times 21,7 = \sim 4$ Pa

N noktasında 90° hazır dirsek

(BFU 90° - 710, Debi = 2500 L/s) $\Delta P = 5$ Pa

Bu bölümdeki toplam kayıp = 45 Pa olup, kazanç değeri 38 Pa'ya yaklaşık eşittir. Çap seçimi uygundur.

5- OP Bölümü

Bölge başlangıcında

ϕ 710 mm, $V_1 = 6$ m/s, $P_{V1} = 21,7$ Pa

Bölge boyunca

ϕ 710 mm, $V_2 = 5$ m/s, $P_{V2} = 15,1$ Pa

$P_{V1} - P_{V2} = \sim 7$ Pa

Sürtünme kaybı,

Özgül kayıp = 0,35 Pa/m, $\Delta P_s = 0,35 \times 10 = 4$ Pa

O noktasında kol ayrılmanın düz kısmı, $C = 0,01$

$\Delta P = 0,01 \times 21,7 = \sim 0$ (Kayıp yok)

Toplam kayıp 4 Pa, statik basınç kazancı 7 Pa olup, çap seçimi uygundur.

6- PQ Bölümü

Bölge başlangıcında

ϕ 710 mm, $V_1 = 5$ m/s, $P_{V1} = 15,1$ Pa

Bölge boyunca

ϕ 630 mm, $V_2 = 4,5$ m/s, $P_{V2} = 12,3$ Pa

$P_{V1} - P_{V2} = \sim 3$ Pa

Özgül kayıp = 0,32 Pa/m,

Sürtünme kaybı = $10 \times 0,32 = \sim 3$ Pa

P noktasında kol ayrılma düz geçiş, $C = 0,01$,

$\Delta P = 0,01 \times 15,1 = \sim 0$

P noktasında redüksiyon (RCLU - 710 - 630, 1500 L/s) $\Delta P = 1$ Pa

Toplam kayıp 4 Pa, Statik basınç kazancı 3 Pa olup, çap seçimi uygundur.

7- QR Bölümü

Bölge başlangıcında

ϕ 630 mm, $V_1 = 4,5$ m/s, $P_{V1} = 12,3$ Pa

Bölge boyunca

ϕ 560 mm, $V_2 = 4$ m/s, $P_{V2} = 9,6$ Pa

$P_{V1} - P_{V2} = \sim 3$ Pa

Özgül kayıp = 0,3 Sürtünme kaybı = $10 \times 0,3 = 3$ Pa

Yukarıdakine benzer şekilde,

P noktasındaki kayıplar,

$\Delta P = 0,01 \times 12,3 = \sim 0$

$\Delta P = 1$ Pa (Redüksiyon)

Toplam kayıp 4 Pa, Statik basınç kazancı 3 Pa olup, çap seçimi uygundur.

8- RS Bölümü

Bölge başlangıcında

ϕ 560 mm, $V_1 = 4$ m/s, $P_{V1} = 9,6$ Pa

Bölge boyunca ϕ 450 mm, $V_2 = 3,2$ m/s, $P_{V2} = 6,2$ Pa

$P_{V1} - P_{V2} = \sim 3,4$ Pa

Özgül kayıp = 0,27 Pa/m,

Sürtünme kaybı = $10 \times 0,27 = 2,7$ Pa

R noktasında $\Delta P = 0,01 \times 9,6 = 0,1$ Pa

$\Delta P = 0,7$ Pa (Redüksiyon)

S noktasında $\Delta P = 0,15 \times 6,2 = 0,9$ Pa (45° dirsek)

$\Delta P = 2 \times 0,27 = 0,5$ Pa (Esnek kanalda sürtünme)

Toplam kayıp 5 Pa, statik basınç kazancı 3,4 Pa olup, çap seçimi uygundur.

9- V.A.V. Kutusu

Üretici firma kataloğundan V.A.V. kutusu için gerekli olan basınç 140 Pa okunarak ilgili satıra işlenmiştir.

10- Fan Basıncı

Statik geri kazanma yönteminin sonucu olarak fanın karşılayacağı toplam basınç, V.A.V. kutusu, plenum ve kanal sisteminin ilk bölümü olan CF'deki kayıpların toplamından oluşur.

Buna göre; Fan basıncı = $83 + 168 + 140 = 391$ Pa bulunur.

11- HM Kolu

Bu kol için hesap tekrar edilirse aşağıdaki standart çap değerleri bulunabilir.

HI Bölümü: ϕ 630 mm.

IJ Bölümü: ϕ 630 mm.

JK Bölümü: ϕ 560 mm.

KL Bölümü: ϕ 500 mm.

LM Bölümü: ϕ 400 mm.

Bu kol için hesaplar verilmemiştir.

1.18.5. Evsel Sistemler Kanal Dizaynı

Evsel cihazların üreticileri paket cihaz (gazlı ısıtıcı veya klima) ile beraber bir fan verirler. Ana amaç HVAC cihazı ile birlikte verilen fanın uyumlu çalışabileceği bir kanal sisteminin tasarlanmasıdır. Bu amaca ulaşmak için, kanal sistemi öyle tasarlanmalıdır ki, sistemdeki akış direnci (statik basınç düşümü cinsinden) fanın cihaz dışı statik basınç değeriyle istenen hava debisinde uyumalıdır.

Bu kavram **Şekil 1.42'de** açıklanmaktadır. Bu durumda fan 5 mmSS dirence karşı çalışırken yaklaşık 1700 m³/h hava debisi sağlayabilmektedir. Bu nedenle, kabul edilebilir bir kanal tasarımı, debi 1700 m³/h olduğunda direnci 5 mmSS olan sistemi temel almalıdır.

Basınç Düşümü Ve Özgül Basınç Düşümü

Basınç düşümü bir kanal sistemi içerisindeki herhangi iki nokta arasında meydana gelen toplam basınç kaybını ifade eder. Örneğin, **Şekil 1.42'de** gösterilen 91 m uzunluğundaki kanalda meydana gelen basınç kaybı 5 mmSS değerindedir.

Özgül basınç düşümü bir kanal sistemi içerisinde yer alan ve aralarında 1 m mesafe olan iki nokta arasında meydana gelen basınç kaybıdır. Örneğin, **Şekil 1.42'te** verilen kanal için özgül basınç düşümü 0,055 mmSS/m'dir. Bu değer aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$FR = PD/TEU$$

FR: Özgül basınç düşümü [mmSS/m]

PD: Basınç kaybı [mmSS]

TEU: Toplam eşdeğer uzunluk [m]

Özgül basınç düşümü bilindiğine göre kanal ölçüleri bir sürtünme tablosu veya hava kanalı cetveli yardımıyla bulunabilir. Tasarım özgül basınç düşümü 0,055 mmSS/m ve istenen hava debisi 1700 m³/h olduğunda, kanal çapı 380 mm olmalıdır.

Eşdeğer Uzunluk

Kanallar düz bölümler ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır; her iki bileşende de bir basınç kaybı olmaktadır. Bu nedenle, bir kanal sistemindeki toplam basınç kaybı düz kanallarda ve her bağlantı noktasında meydana gelen basınç kayıplarının toplamıdır.

Bazen bir bağlantı elemanında meydana gelen basınç düşümü, çok uzun düz bir kanaldaki düşüm ile aynı mertebede olabilmektedir.

Örneğin, bir fitting 18 m uzunluğundaki düz bir kanalla aynı değer de bir direnç oluşturabilmektedir. Bu durumda, bu fitting için '18 m eşdeğer uzunluğa sahiptir' denmektedir. Fittingste eşdeğer uzunluğun kullanılması, basınç düşümlerini tanımlamak için iyi bir yöntemdir. Çünkü bu şekilde, bu değerler kolaylıkla düz kanal parçalarının uzunluklarına eklenebilir.

Örneğin, Şekil 1.42'deki kanal sistemine eşdeğer uzunluğu 24 m olan birkaç ek yapılabilir (Şekil 1.43). Bu durumda, fan performansı ve hava debisi aynı kalırken, kanal uzunluğu 24 m artmıştır (TEU=115 m). Kanal daha uzun olduğundan, direnç artacaktır ve daha büyük bir kanala ihtiyaç olacaktır. Bu örnekte kanaldaki özgül basınç düşümü,

$$FR = 5 / 115 = 0,044 \text{ mmSS/m}$$

değerindedir. Özgül basınç düşümü bilindiğine göre, kanal ölçüsü bir sürtünme tablosu ya da hava kanalı cetveli yardımıyla bulunabilir: Metal sacdan imal edilecek ve 1.700m³/h debiyi sağlayacak ve tasarım özgül basınç düşümü 0,044 mmSS/m olan kanalın çapı yaklaşık 400mm olmalıdır.

Dönüş Kanallı Sistemler

Önceki iki örnekte bir dönüş kanalı yoktu, böylece fan sadece basma kanalında hava hareketini sağlamak için kullanılıyordu. Sisteme kanallı bir dönüş hattı eklendiğinde (Şekil 1.44), sistem basma kanalı tarafında daha az bir basınca sahip olacaktır, çünkü fanın sağladığı basınç havayı dönüş kanalında hareket ettirmek için de kullanılacaktır. Gerçekte bu sistem öncekilerden farklı bir sistem değildir. Yalnızca 30 m'lik bir eşdeğer uzunluğa sahip bir dönüş kanalı eklenmiştir. Fan performansı ve istenen hava debisi aynı kalırken, bu durumda kanal uzunluğu 146 m'ye çıkmaktadır. Toplam eşdeğer uzunluk daha uzun olduğundan daha küçük bir direnç söz konusudur ve bu da daha büyük kanal çapını gerektirmektedir. Ölçülendirme hesapları 146 m'ye göre yapıldığında, tasarım özgül basınç düşümü 0,034 mmSS/m olacaktır.

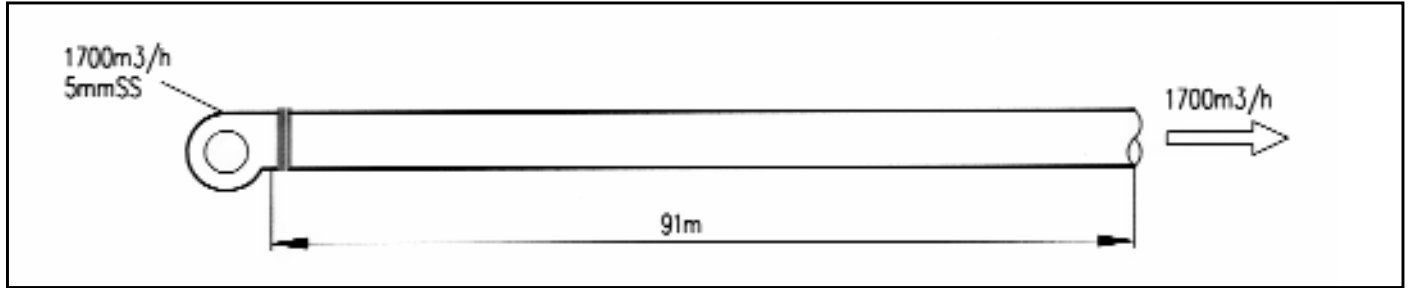
$$FR = 5 / 146 = 0,034 \text{ mmSS/m}$$

Özgül basınç düşümü bilindiğine göre, sistemin iki tarafına da uygulayabiliriz. Bu durumda, hava kanalı cetveli metal sacdan imal edilmiş ve 1700 m³/h debiyi verebilen ve 0,034 mmSS/m tasarım özgül basınç düşümüne sahip olan kanalın çapının 430 mm olması gerektiğini göstermektedir.

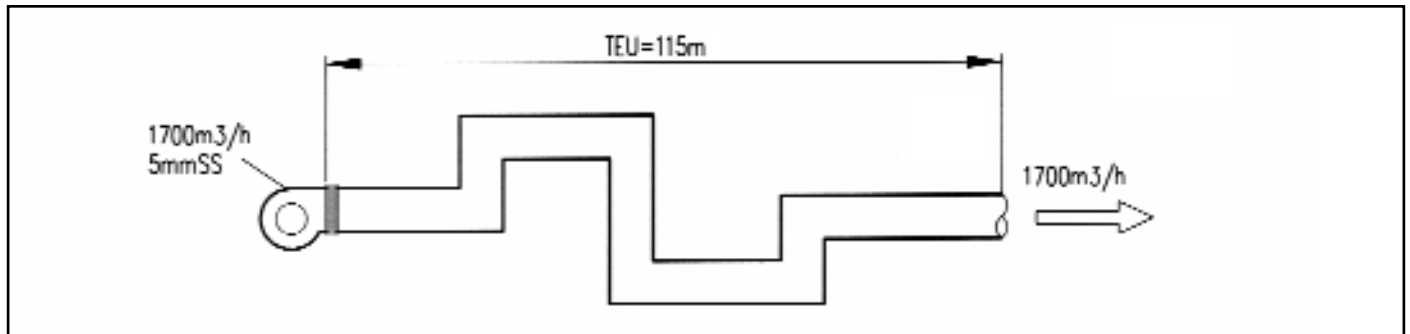
Branşmanlar

Basma kanalının birden fazla üfleme noktası varsa, dönüş kanalının da birden fazla emiş noktası vardır. Örneğin, Şekil 1.45 üç tane üfleme noktası ve iki tane emiş noktası bulunan bir sistemi göstermektedir. Bu durumda, sistemde birkaç tane eşdeğer uzunluk vardır. Temelde, bu sistemin tasarımını bir önceki sistem için uygulanan yöntemle yapmak mümkündür. Bu durumda, kabul edilebilir bir tasarım için en yüksek eşdeğer uzunluğa sahip kanalla, yani basma tarafında 115 m ve dönüş tarafında 30 m ile çalışmalıyız. Fan en uzak basma noktasında yeterli miktarda hava sağlayabiliyor ve en uzak noktadan yeterli miktarda hava çekebiliyorsa, kesinlikle diğer noktadaki ihtiyaçları karşılayacaktır. Yukarıda gösterildiği gibi hesaplar 146 m uzunluk üzerine yapılırsa, tasarım özgül basınç düşümü 0,034 mmSS/m olmaktadır. Bu oran ana hatları ve branşmanları ölçülendirmekte kullanılabilir. Bu değeri kullanarak hava kanalı cetvelinin yardımıyla kanal ölçüleri bulunabilir (Tablo 1.46).

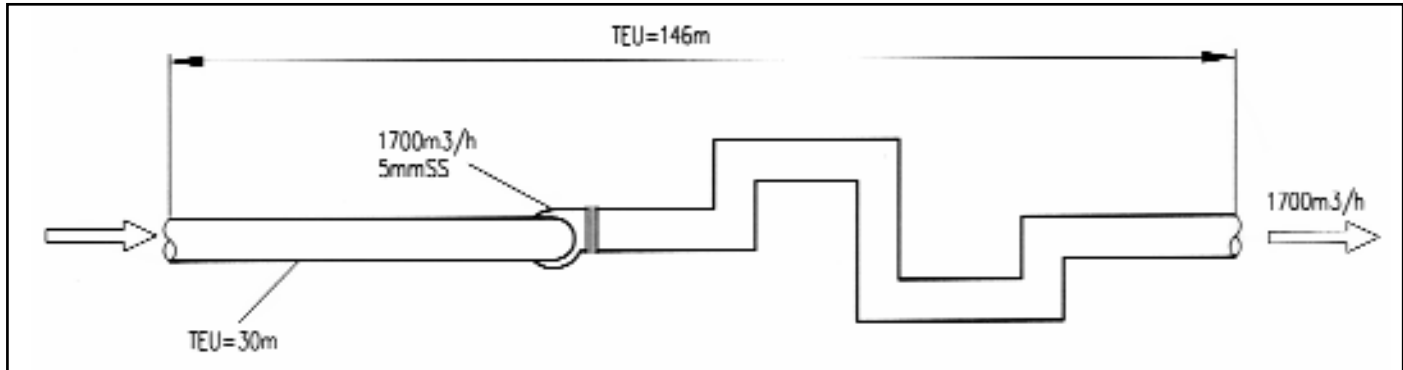
Tablo 1.46'da verilen kanal ölçüleri mükemmel dengelenmiş bir sistemi bize garanti etmez. Bütün ölçüler en kötü durumdaki özgül basınç düşümüne göre belirlendiğinde, en uzun kanallardaki ölçüler doğru olacaktır, ancak diğer kanallardaki ölçülendirme biraz cömert olacaktır. Bunun sonucunda kısa kanallarda bir miktar gerekenden fazla hava üflenmesi/emilmesi meydana gelecektir. Bu durumu düzeltmek için branşmanların başına dengeleyici damperler monte edilmelidir. Damperler ayarlandığında her kanalın toplam eşdeğer uzunluğu aynı olacaktır ve istenen hava debisini sağlayacaktır.



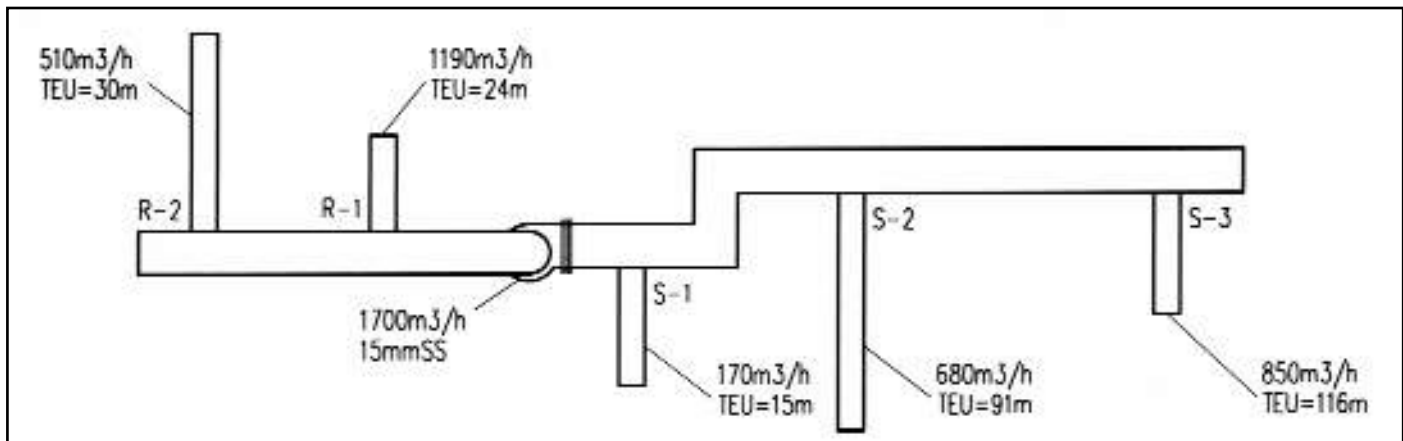
Şekil 1.42. EVSEL KANAL TASARIMI



Şekil 1.43. EŞDEĞER UZUNLUK



Şekil 1.44. DÖNÜŞ KANALLI SİSTEM



Şekil 1.45. BİRDEN FAZLA SAYIDA ÜFLEME NOKTASI HALİ

Ana Hatlar	Debi [m³/h]	FR [mmSS/m]	Çap [mm]
Fandan S-1'e	1.700	0,034	430
S-1'den S-2'ye	1.530	0,034	400
S-2'den S-3'e	850	0,034	330
Fandan R-1'e	1.700	0,034	430
R-1'den R-2'ye	510	0,034	280
Branşmanlar	Debi [m³/h]	FR [mmSS/m]	Çap [mm]
S-1	170	0,034	180
S-2	680	0,034	300
S-3	850	0,034	330
R-1	1.190	0,034	380
R-2	510	0,034	280

Tablo 1.46. HAVA KANALI ÖLÇÜLERİ

Cihazlarda Meydana Gelen Basınç Kayıpları

Hava akış yolu üzerine monte edilmiş bir cihaz (ör. filtre, serpantin, damper, anemostat veya menfez) bir direnç oluşturacaktır. Bu da cihazın önü ile arkası arasında bir basınç kaybı olduğu anlamına gelir. Basınç kaybının boyutu hava debisine bağlıdır. Şekil 1.47 elektrikli bir ısıtıcının hava tarafı performansını göstermektedir. Artan hava debisi ile beraber basınç kaybının da hızla arttığına dikkat edilmelidir. Cihazlarda meydana gelen basınç kayıpları çok önemlidir.

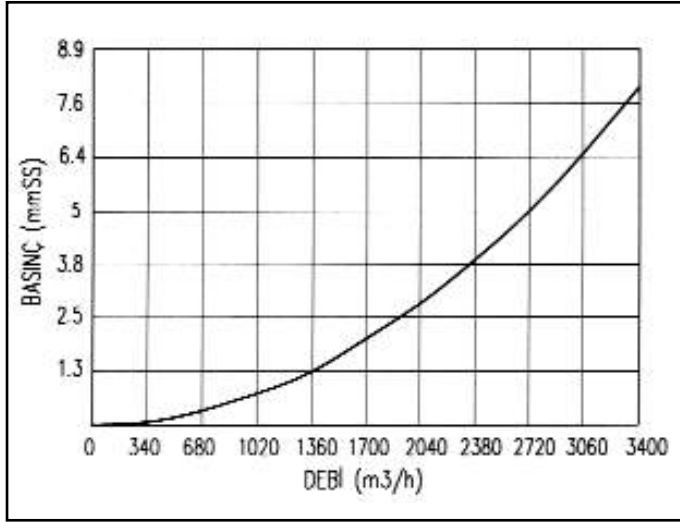
Çünkü bu değer hava kanalı içerisinde hava hareketini sağlayan basınç değerinden çıkartılmalıdır. Bu kanal ölçüleri fanın sağladığı basınca (fanın basma yüksekliğine) bağlı değildir. Ancak esas alınması gereken kanalların içinden ve fittings üzerinden havayı hareketlendiren net basınçtır. Bu nedenle elimizde olan belli bir fan basıncı için harici cihazların yarattığı basınç kaybını karşılamak amacıyla kanal ölçülerinin daha büyük olması gerekmektedir.

Bu kavram Şekil 1.48'de gösterilmektedir. Bu durumda, 5 mmSS dirence karşı fanın sağladığı debi 1700 m³/h, ancak serpantinde meydana gelen basınç kaybı 2 mmSS olmaktadır. Bu nedenle, kabul edilebilir kanal ölçüsü 3 mmSS dirençte 1700 m³/h hava debisi verilmelidir. 3 mmSS değerini baz alırsak özgül basınç düşümü 0,02 mmSS/m ve kanal çapı 470 mm olmaktadır. Bir serpantin monte edilmeseydi kanal hesabı 5 mmSS basınç kaybına göre yapılacaktı ve sonuçta 0,034 mmSS/m özgül basınç düşümü ve 420 mm kanal çapı ortaya çıkacaktı.

Hız Sınırları

Yukarıda anlatılan prosedür ile her zaman doğru miktarda hava temini ve emişi sağlanacaktır. Bu nedenle, eğer yeterli hava miktarı tek tasarım kriteri olsaydı, kanal içinde akan havanın hızı ihmal edilmiş olurdu. Nitekim durum böyle olmamalıdır. Çünkü yüksek hızla beraber türbülanslı akış, sınırların çok üstünde bir gürültü doğurabilir. Bu yüzden de özgül basınç düşümünü sağlayan bir kanal seçtikten sonra hızlar Tablo 1.49'da verilen değerleri aşmayacak şekilde kanal ölçüsü artırılır.

Hız için tasarım değerine ulaşıldıktan sonra bir sürtünme tablosu



Şekil 1.47. SERPANTİNDEKİ BASINÇ DÜŞÜMÜ

veya hava kanalı cetveli yardımıyla istenen hız değerine uyan bir kanal ölçüsü kabul edilmelidir. Örneğin, 1700 m³/h'lik bir debi ve 4,6 m/s'lik maksimum izin verilen hız için, 370 mm çaplı bir kanala ihtiyaç vardır.

Şekil 1.50'de hız sınırlarının son kanal ölçülerini nasıl etkilediği gösterilmektedir. Bu durumda, sistemde nispeten daha yüksek bir basınçta 1700 m³/h debi sağlayan bir fan kullanılmaktadır. Şekil, eldeki basıncın 15 mmSS olduğunu göstermektedir ve toplam eşdeğer

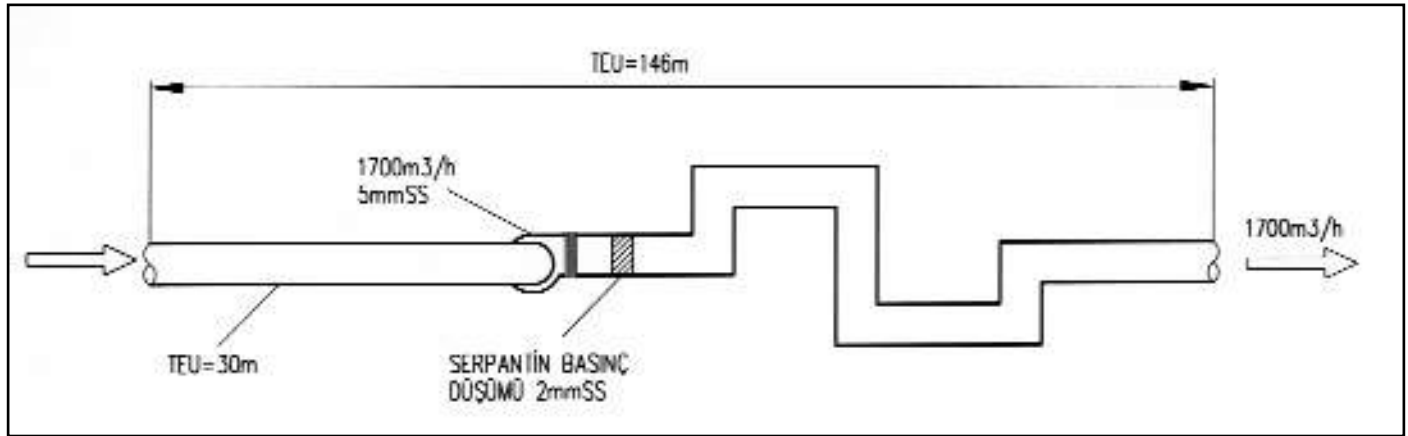
uzunluğunun 146 m olduğu görülmektedir. Böylece özgül basınç düşümü 0,1 mmSS/m olmaktadır. Kanallar hız değerleri Tablo 1.49'da tavsiye edilen değerlerden fazla olmadığı sürece bu orana göre ölçülendirilebilir.

Tablo 1.51 yukarıda anlatılan hesapları özetlemektedir. Bu örnekte debi için tasarlanan çoğu kanal çapı, hız sınırı şartlarını (Tablo 1.49) sağlamak için çok küçüktür. Bu durumda tasarım çapı hız sınırı şartına uyan çap seçilecektir.

Demek ki her kanal için iki tane çap söz konusudur: debi şartını sağlayan çap ve hız şartını sağlayan çap. Tasarım çapı her zaman ikisi arasında en büyük olanıdır. (Büyük çap hız şartı ile belirlendiyse, kanal sadece debi şartını sağlayan küçük çaptan daha az direnç gösterecektir. Daha az direnç olduğundan hava debisi istenenden daha yüksek olacaktır. Bu nedenle, istenen debileri elde etmek için dengeleyici damperler monte edilmeli ve ayarlanmalıdır.)

1.19. HAVA KANALLARI UYGULAMA ALTERNATİFLERİ

Yatay kanal uygulamalarında, kanallar normalde kat tavanlarına asılarak monte edilirler. Genelde bu kanallar ayrıca dışarıdan görülmelerini diye asma tavan içine yerleştirilirler. Bilgi işlem odaları gibi, yükseltilmiş döşeme kullanılan özel odalarda, kanallar döşeme içine de yerleştirilebilirler. Toprağa oturan döşemesi olan yerlerde yatay kanallar döşeme betonunun altına veya içine yerleştirilebilir. Havalandırma kanallarının bir kat döşemesine yerleştirilmesi ancak çok küçük kapasite ve ölçülerde mümkündür. Dikey kanallar şaftlar içinde toplanarak uygulanabilir. Merkezi dikey dağıtımda kanallar



Şekil 1.48. ISITICI SERPANTİNLİ KANAL SİSTEMİ

Tavsiye Edilen Hızlar [m/s]								
	Basma Kanalı				Dönüş Kanalı			
	Tavsiye Edilen		Maksimum		Tavsiye Edilen		Maksimum	
	Rijit	Esnek	Rijit	Esnek	Rijit	Esnek	Rijit	Esnek
Ana Hatlar	3,6	3,1	4,6	3,6	3,1	3,1	3,6	3,6
Branşmanlar	3,1	3,1	4,6	3,6	2	2	3,6	3,6
Atış Menfezi	Atış İçin Ölçülendirin		3,6		-		-	
Emiş Menfezi	-		-		-		2,5	
Filtre Menfezi	-		-		-		1,5	

Tablo 1.49. EVSEL KANALLARDA TAVSİYE EDİLEN HIZ DEĞERLERİ

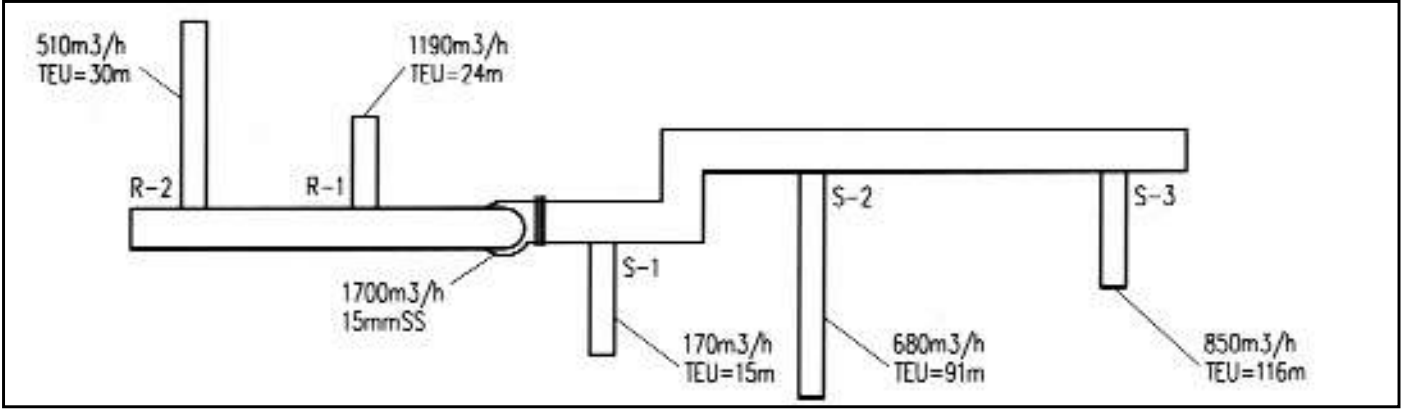
genellikle taşıyıcı veya kör dikmelerden götürülürler.

Yatay Kanal Uygulaması

Tavan Altına Tespit Etme

Havalandırma kanalları köşebent demirinden askılar üzerine monte edilirler ve bu askılar vidalı somunlar ile tavana sabitlenirler (Şekil

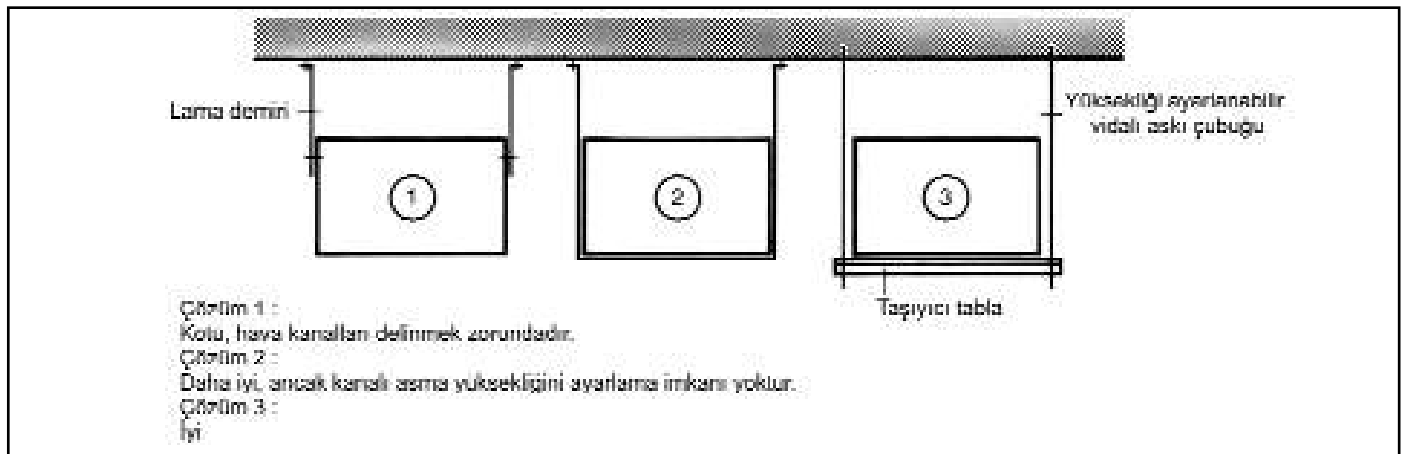
1.52). Böylece somunlar ile oynanarak kanalların asma yüksekliği ayarlanabilir. Vidaların tavana sabitlenmesinde zincir veya dübel kullanılabilir. Küçük ve hafif kanallarda kendi boyunca kayabilen, kendiliğinden tutan yaylar kullanılabilir. Titreşimle ses taşınmasını engellemek için tavana sabitleme esnasında ses yutucu elemanlar kulla-



Şekil 1.50. HIZ SINIRLARININ KANAL ÖLÇÜLERİNE ETKİSİ

Ana Hat	Debi [m³/h]	FR [mmSS/m]	Debi için Çap [mm]	Hız [m/s]	Tasarım Hızı [m/s]	Hız için Çap [mm]	Tasarım Çapı [mm]
Fandan S-1'e	1700	0,1	340	5,3	4,6	370	380
S-1'den S-2'ye	1530	0,1	330	5,1	4,6	350	360
S-2'den S-3'e	850	0,1	260	4,5	4,6	260	280
Fandan R-1'e	1700	0,1	340	5,3	3,6	420	430
R-1'den R-2'ye	510	0,1	220	4,0	3,6	230	230
Branşmanlar	Debi [m³/h]	FR [mmSS/m]	Debi için Çap [mm]	Hız [m/s]	Tasarım Hızı [m/s]	Hız için Çap [mm]	Tasarım Çapı [mm]
S-1	170	0,1	140	3,0	4,6	110	150
S-2	680	0,1	240	4,3	4,6	230	250
S-3	850	0,1	260	4,5	4,6	260	280
R-1	1190	0,1	300	4,9	3,0	380	380
R-2	510	0,1	220	4,0	3,0	240	250

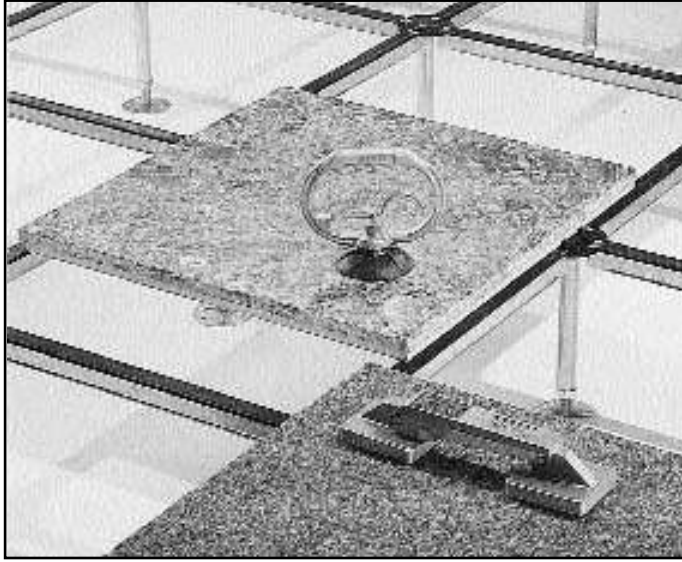
Tablo 1.51. HESAP ÖZETİ



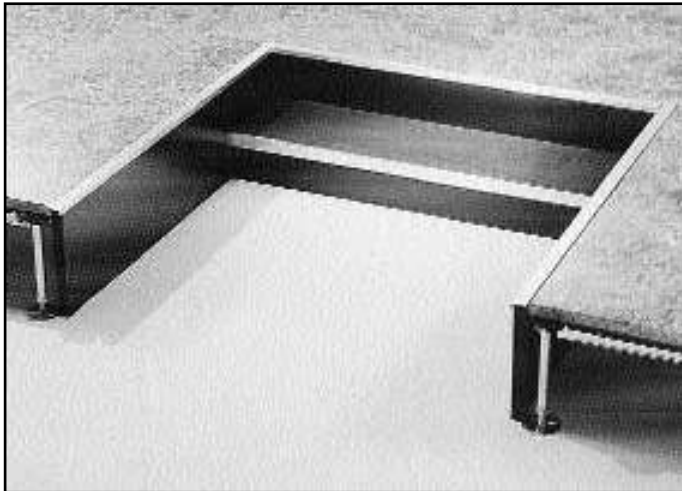
Şekil 1.52. HAVA KANALLARININ FARKLI ASMA ŞEKİLLERİ



Şekil 1.53. TAŞIYICI AYAK ÖRNEĞİ



Şekil 1.54. YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEME KONSTRÜKSİYONU



Şekil 1.55. BİTMİŞ YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEME

nilabilir. Bu elemanlar metal bir gövde içinde sert plastik muflardan oluşurlar ve betonlanabilirler veya dübel ile monte edilebilirler. Kanalların düşey duvara yatay montajı da mümkündür. Bunun için konsol kullanılır.

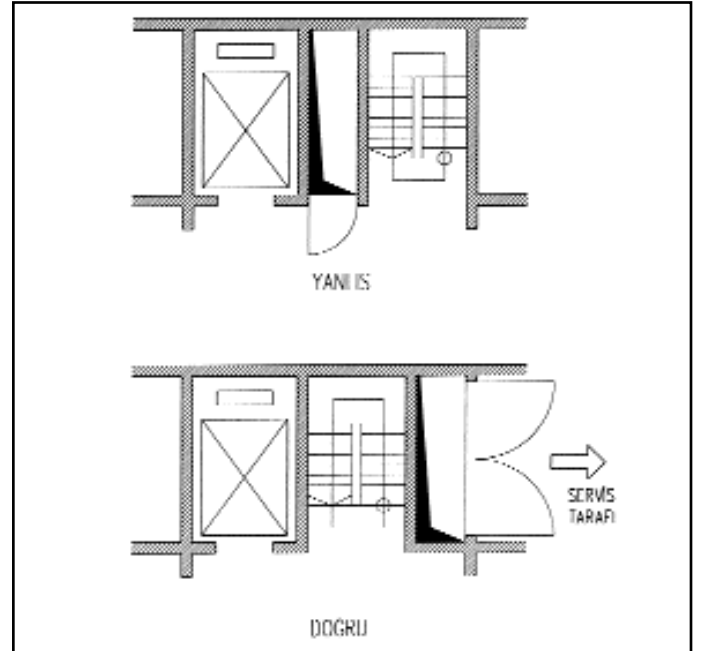
Yükseltilmiş Döşemede Montaj

Bilgi işlem vs. gibi özel odalarda yükseltilmiş döşeme gerekli olabilir. Yükseltilmiş döşemeler ile istenilen noktalarda telefon, elektrik, bilgisayar gibi hatların çıkışlarının alınabilmesi ve tesisata kolay ulaşım imkanı yaratılır. Taşıyıcı tabana döşeme alt konstrüksiyonu yapılması gerekir. Kaba taban ile döşeme arasında boşluk bırakılır ve kanalların buradan geçmesi sağlanır. Kaldırılabilen taban plakaları ile hatlara ve kanallara kolayca ulaşılır. Şekil 1.53- 1.55 yükseltilmiş döşemelerde konstrüktif yapı örneklerini göstermektedir.

Dikey Kanal Uygulaması

Şaftlarda Montaj

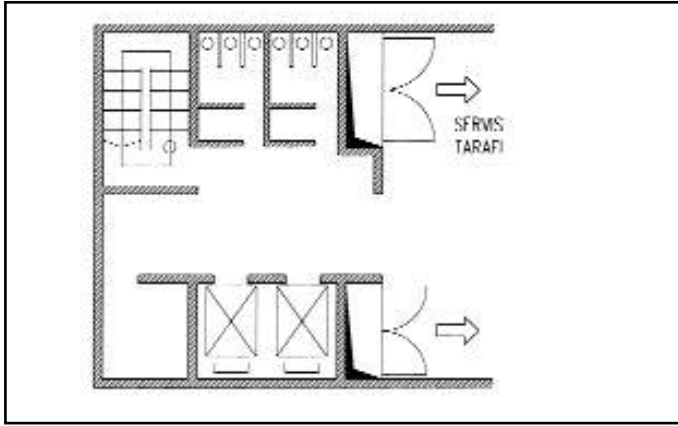
Dikey kanal uygulamalarında şaft kullanımı söz konusu ise, şaftlar mümkün olduğunca sınırlı alanda kullanılmalıdır. Bina çekirdeğinin dışı (sabit noktalar), en uygun yerlerdir. Şaftların, çekirdeklerin iç zonlarına yerleştirilmeleri genelde yatay dağıtımda zorluklar getirmektedir (Şekil 1.56). Şaftlar kolay ulaşılabilecek yerlerde olmalıdır. Bu sebepten dolayı sabit noktaların geçiş noktalarından geçilebilecek şaftlar iyi çözümlerdir.



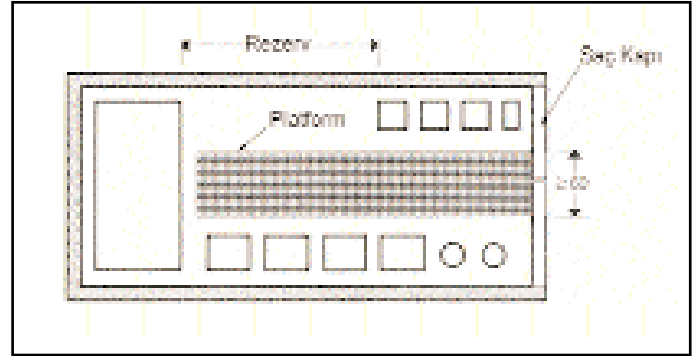
Şekil 1.56 ÇEKİRDEK ŞAFTLARIN YERLEŞİMİ

Küçük boyutlu binalarda merkezi şaftlar avantajlıdır. Büyük boyutlu binalarda (büyük hacimli bürolarda), özellikle yatay kanal dağıtımı için gerekli olan montaj yüksekliğinin az bırakılması gerekli ise, merkezi şaft alanı içinde hava kanallarının yığılması söz konusu olmaktadır. Şaftın içinden geçmesi gerekli olan boşluklarda, bu durumda çoğunlukla statik problemler çıkmaktadır. (Şekil 1.57-1.58) Merkezi şaft, egzoz ve üfleme kanallarının yerleşimi için iki veya üçe bölünürse, yatay kanal sistemi kesişmeden yerleştirilebilir ve montaj yüksekliği azaltılabilir.

Hava kanallarının şaft duvarlarına montajı için bağlama rayları kullanılır. Tesisat montajı sırasında şaft içinde çalışabilmek için gerekli ise



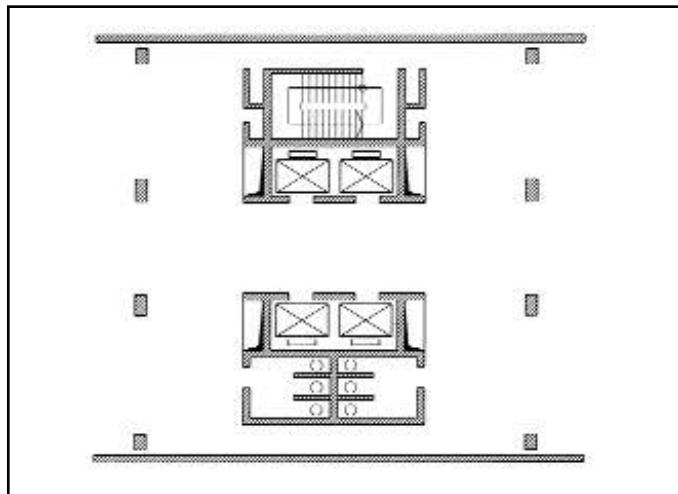
Şekil 1.57. 5 KATLI BİR İŞYERİ BİNASININ ÇEKİRDEĞİ



Şekil 1.59. HAVA KANALLARI TOPLAMA ŞAFT KESİM ŞEMASI

Debi m ³ /h	Tek Kanallı Tesisat		İki Kanallı Tesisat Yüksek Hız m ²
	Yüksek Hız m ²	Düşük Hız m ²	
10.000	0.9	1.1	1.4
25.000	1.6	2.0	2.5
50.000	2.9	3.7	4.5
75.000	4.1	5.4	6.5
100.000	5.3	7.0	8.5
150.000	7.8	10.4	12.0

Tablo 1.60. ŞAFTLARDA HAVA HATLARININ YER İHTİYACI



Şekil 1.58. 18 KATLI YÜKSEK BÜRO BİNASININ ÇEKİRDEĞİ

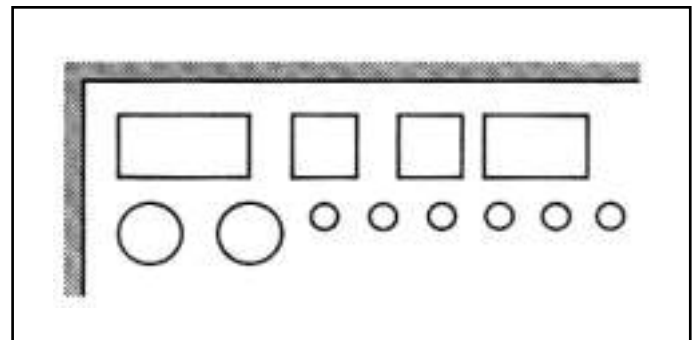
kele veya kalas koymaya uygun önlem betonarmede alınmalıdır. Şaftlar kendi başlarına yangını kesici bölümler olarak görülmeli ve en azından yangın engelleyici kapılar ile donatılmalıdırlar. Hava kanallarının yatay dağıtım geçiş noktalarında yangın koruma damperleri kullanılmalıdır.

Bir shaft için gerekli olan alan hesaplanırken, içinde bulunacak kanalların toplam kesitine ilerde yapılacak eklemeler için bir miktar yedek alan ve içeri girip montaj yapmak için yeterli olacak alan ilave edilir (Şekil 1.59). Yedek alan çok küçük tutulmamalıdır. Tablo 1.60'da shaftlarda hava kanalları için yer ihtiyacı verilmiştir.

Su taşıyan boruları da aynı shaft içinde hava kanalları ile beraber monte etmek mümkündür. Burada dikkat edilmesi gereken husus, su borularının hava kanallarının önünde ikinci sırada olmasının engellenmesidir (Şekil 1.61). Tamir esnasında mutlaka zorlukların çıkacağı unutulmamalıdır. Daha büyük tesislerde su taşıyan borular için sıhhi tesisat shaftı yapılarak su boruları ile hava kanallarının istenmeyen kesişmeleri engellenebilir.

Şaft içindeki kanallara ve borulara ulaşmak için kapaklar değil, kapılar bırakılmalıdır. Bu shaft kapıları açıldığında shafttaki kanallara rahatça ulaşmak mümkün olabilmelidir.

Santral çıkışında kanal düzenlemesi Şekil 1.62-1.63'de santralin bulunduğu mekanik odadan ana kanal çıkışında uygulamada karşılaşılan doğru ve yanlış çözümler gösterilmiştir. Perde beton nede-



Şekil 1.61. HAVA KANALLARINDAN ÖNCE BORU HATLARININ YANLIŞ YERLEŞİMİ

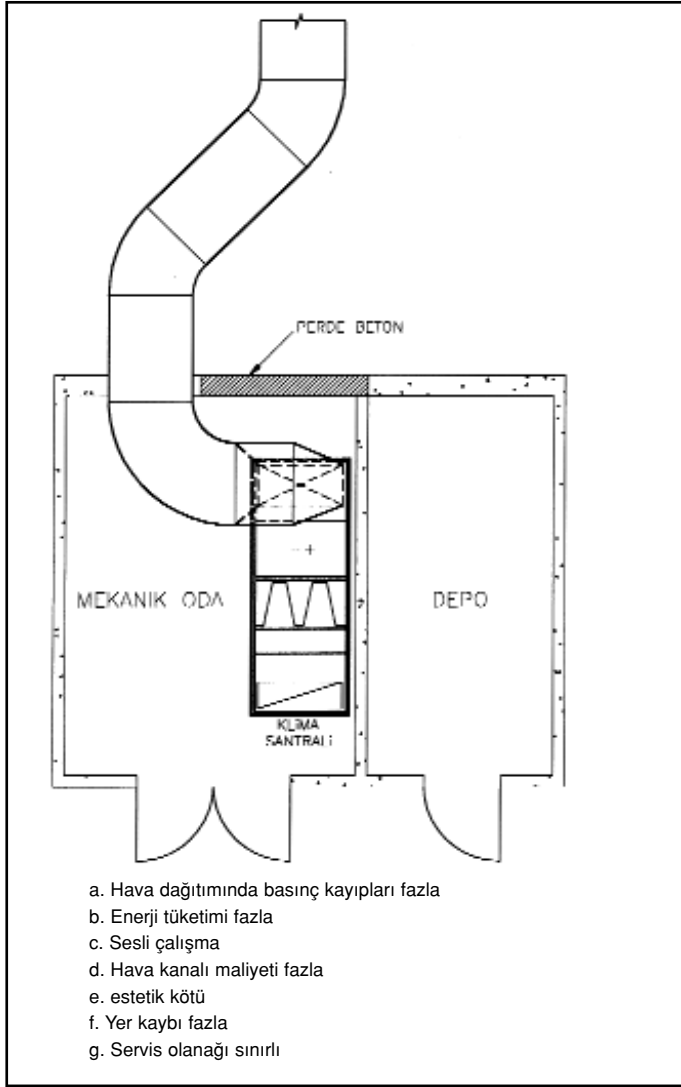
niyle oluşan yanlış çözümde ana kanal bir U yapmaktadır. Bu basınç kayıplarına ve ses oluşumuna neden olduğu gibi yer kaybı meydana gelmektedir. Perde duvar kaydırılarak ulaşılan doğru çözümde ana kanalın düz çıkması sağlanmıştır.

1.19. KANAL SİSTEMLERİNDE EKONOMİ

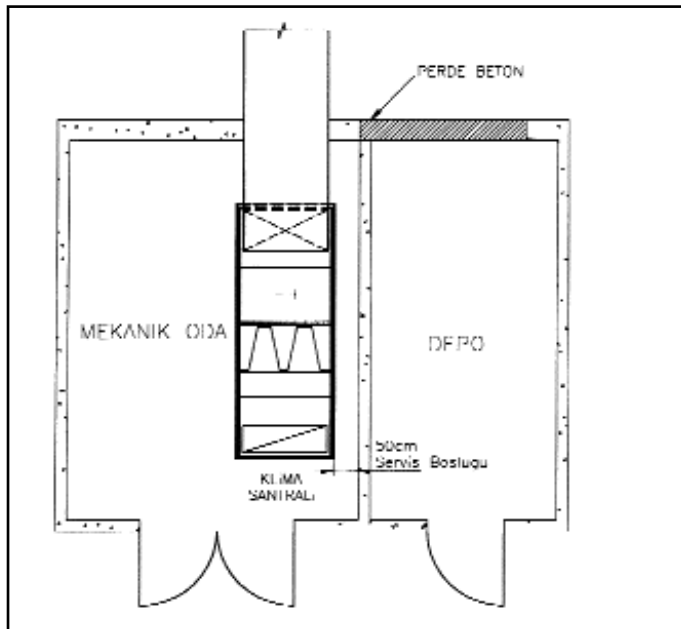
Bir kanal sisteminde maliyetleri, diğer sistemlerde olduğu gibi ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti olarak ikiye ayırmak mümkündür. Her iki maliyeti aynı baza getirip, optimum çözümü elde edebilmek için sistemin toplam yıllık maliyeti tarif edilir. Bu toplam yıllık maliyeti oluşturan kalemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1- Yıllık Yatırım Maliyeti

1.1. İlk yatırım maliyetlerinin amortisman süresi ve enflasyon oranlarına göre belirlenen yıllık eşdeğer maliyeti.



Şekil 1.62. ANA KANAL DÜZENLEMESİNDE YANLIŞ ÇÖZÜM



Şekil 1.63. ANA KANAL DÜZENLEMESİNDE DOĞRU ÇÖZÜM

Yıllık eşdeğer maliyet,

$$EM = \frac{M}{a} \text{ olarak hesaplanır. } a \text{ ise;}$$

$$a = \frac{(1 - i)^n - 1}{i \cdot (1 + i)^n} \text{ şeklindedir.}$$

Burada;

M = İlk yatırım maliyeti

n = Sistemin ömrü

i = Enflasyon oranı (% olarak)

1.2. Faiz maliyeti

1.3. Vergiler

1.4. Sigorta primleri

2- Yıllık İşletme Maliyeti

2.1. Yıllık Enerji Maliyeti

2.2. Yıllık Bakım Maliyeti

2.3. Yıllık İşletme Maliyeti

Yukarıda sayılan kalemlerden oluşan yıllık maliyet hesaplarında, Türkiye'nin yüksek faiz oranları dolayısı ile özel şartları söz konusudur. Yatırım maliyetinin her yıla düşen payını belirleyen yatırım geri dönüş faktörü, (a) 1 değerine yakındır ve ilk yatırımın tamamı maliyet hesaplarında eşdeğer yıllık maliyete girer. Sonuç olarak Türkiye şartlarında ilk yatırım maliyeti en önemli kalemdir. Bunun yanında ikinci önemli kalem yıllık enerji maliyetidir. Bu durumda yatırımın optimizasyon çalışmaları göreceli olarak basittir. Sadece kanal sisteminin ilk toplam yatırım maliyeti ile sistemin yıllık enerji maliyetinin toplamını minimize etmek yeterlidir.

1.19.1. Optimizasyon

Prencip olarak kanal sisteminin kesiti ne kadar küçük tutulursa kanal yatırım maliyeti azalır. Buna karşılık yıllık enerji tüketimi artar, fan yatırım maliyeti artar. Bunlar ters yönde işleyen temel parametrelerdir. Bunun dışında maliyete etki eden ikinci derecede parametreler de bulunmaktadır. Bunlar üzerinde aşağıda durulacaktır.

Basınçla enerji tüketim değerlerindeki artışa örnek olarak, sürekli çalışan bir sistemde 62 Pa statik basınç için her L/s debi başına yıllık enerji maliyetinin 6 sent olduğu hesaplanmıştır. Buna göre 50.000 L/s debisi olan büyük bir havalandırma sisteminin sürekli çalışma halinde artan her 62 Pa statik basınç için yıllık enerji maliyeti 3000 \$ artacaktır.

Bu çerçevede içinde kanal dizaynında klasik yöntemler yerine, T- yöntemi gibi optimizasyona dayalı yöntemlere gidilmesinde büyük yarar bulunmaktadır. Türkiye'nin değişen ekonomik koşulları karşısında, kanal tasarımında ilk yatırım maliyetlerini azaltıcı yönde hareket edilmelidir. Ses limitlerini aşmayacak şekilde mümkün olduğu kadar yüksek hızlara çıkmak ve yuvarlak kanallar kullanmak temel öneriler olmaktadır.

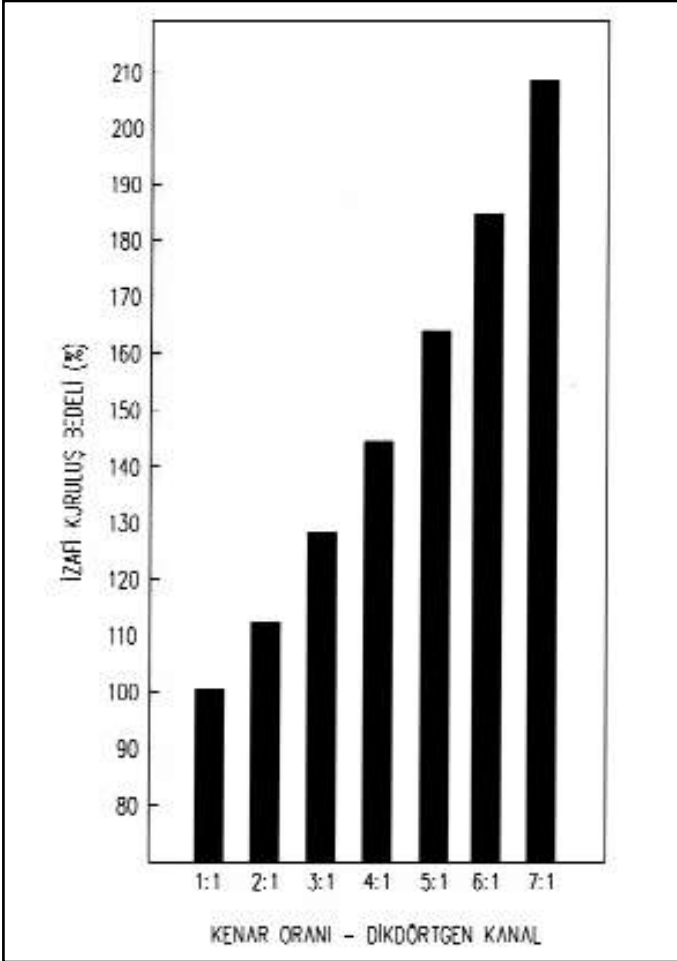
1.19.2. İlk Yatırım Maliyetine Etki Eden Ana Faktörler

Yatırım maliyetini azaltmak için uygulamada denenmiş pratik öneriler aşağıdaki gibi sayılabilir:

- 1- Mümkün olduğu kadar az sayıda fittings kullanın.
- 2- Hava kaçaklarını önleyin. Bu amaçla hazır kanallar kullanmayı tercih edin.

Kanal boyutu mm	Kanal alanı m ²	Kenar oranı -	Sac et kalınlığı mm	Ağırlık kg/m
ø600	0.28	-	0.55	8.35
550x550	0.30	1/1	0.55	9.73
750x400	0.30	1.9/1	0.55	10.71
1100x300	0.33	3.7/1	0.85	19.21
1500x250	0.38	6/1	1.00	28.28
2000x200	0.40	10/1	1.31	46.29

Tablo 1.64. KENAR ORANI ETKİSİ
(Aynı debi ve sürtünme kaybı için)



Şekil 1.65. GÖRECELİ KURULUŞ BEDELİ - KENAR ORANI

3- Yuvarlak kanallar kullanın.

4- Dikdörtgen kanal kullanıyorsanız, kenar oranını 1'e yakın tutmaya çalışın.

Bu yaklaşımla, yatırım maliyetlerine etki eden önemli parametreler aşağıda sıra ile incelenecektir.

1.19.2.1. Kanal Kenar Oranı

Kanalların yuvarlak veya dikdörtgen olması ve dikdörtgen kanallarda bir kenar uzunluğunun diğerine oranı olan kenar oranı değerinin değişmesi gerek ilk yatırım maliyetlerini, gerekse enerji maliyetlerini önemli ölçüde artırır. Tablo 1.64'de farklı kenar oranlarına sa-

hip dikdörtgen ve yuvarlak düz kanal için hesaplanan ağırlık değerleri verilmiştir. Bu karşılaştırmada söz konusu farklı boyuttaki kanalların aynı debiyi aynı sürtünme kaybı ile taşınması esas alınmıştır. Buradan açıkça görülmektedir ki artan kenar oranları birim kanal uzunluğundaki ağırlığı önemli ölçüde artırmaktadır. Hiç kuşkusuz artan kanal ağırlığı ile birlikte kanalın yatırım maliyeti ve işçilik maliyeti de artacaktır. Ancak fittingsle birlikte farklı kanal sistemleri kullanıldığında, yatırım maliyeti kullanılan malzemeye göre ve seçilen kanal tipine göre değişir. Genel bir fikir vermesi açısından SMACNA'ya göre kenar oranı ile göreceli yatırım maliyeti değişimi Şekil 1.65'de verilmiştir.

1.19.2.2. Basınç Sınıflandırılması

SMACNA yayınlarında kanal tasarımcısının kanalda geçerli basınç değerlerini vermesi gerektiği vurgulanır. Kanal sistemi üzerinde geçerli çalışma basınç grubu verilmelidir. Böylece et kalınlıklarını bu basınca göre belirlemek mümkün olacaktır. Bununla kanal maliyetleri azaltılabilir.

Kanal maliyeti yerel işçilik fiyatları, malzeme fiyatları, uygulama pratiği, ekipman gibi birçok faktöre bağlı olduğundan; her durum için geçerli maliyet verileri sunmak imkânsızdır. Bu nedenle göreceli maliyet kavramı daha çok geçerlidir. En alt basınç sınıfı esas alınmak suretiyle Tablo 1.66'de farklı basınç grupları için göreceli maliyet oranları verilmiştir.

Kanal basınç sınıfı	Maliyet oranı
0 - 125	1.00
125 - 250	1.05
250 - 500	1.15
500 - 750	1.40
750 - 1000	1.50
1000 - 1500	1.60
1500 - 2500	1.80

Tablo 1.66. GÖRECELİ KANAL MALİYETLERİ

Bu tabloda galvanizli sac ve SMACNA Standartlarına göre minimum sızdırmazlık şartlarını sağlayan kanal kalitesi esas alınmıştır. Bu tablonun değerlendirilmesi tasarımcıya basıncın etkisini takdir etme imkânı verecektir. Dikdörtgen kesitli kanallarda sağlanması gerekli et kalınlıkları da verilmiştir.

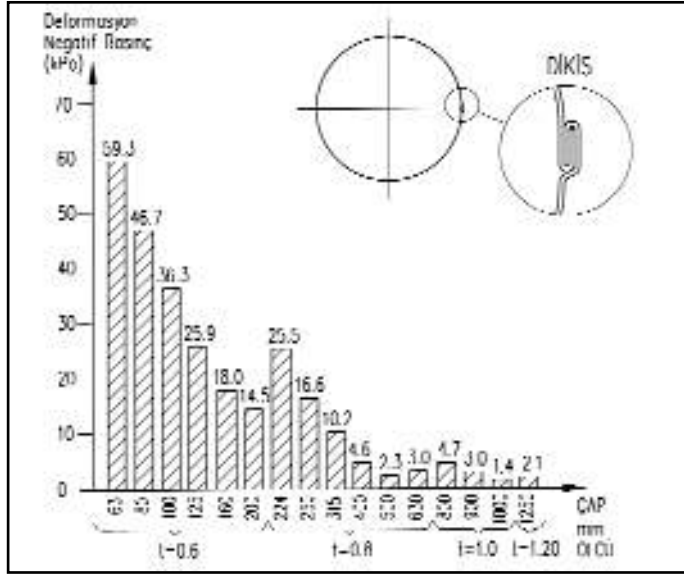
Yuvarlak kanallarda doğal formundan dolayı basınca dayanım çok iyidir. Ayrıca spiral yuvarlak kanallarda helisel kenet noktasında 4 katlı yapı ilave bir mukavemet getirmektedir.

Böylece çok rijit bir sistem elde edilmektedir. Şekil 1.67'de görülen grafik spiral yuvarlak kanalların göçmeden dayanabilecekleri max. negatif basınç değerlerini ve et kalınlıklarını göstermektedir.

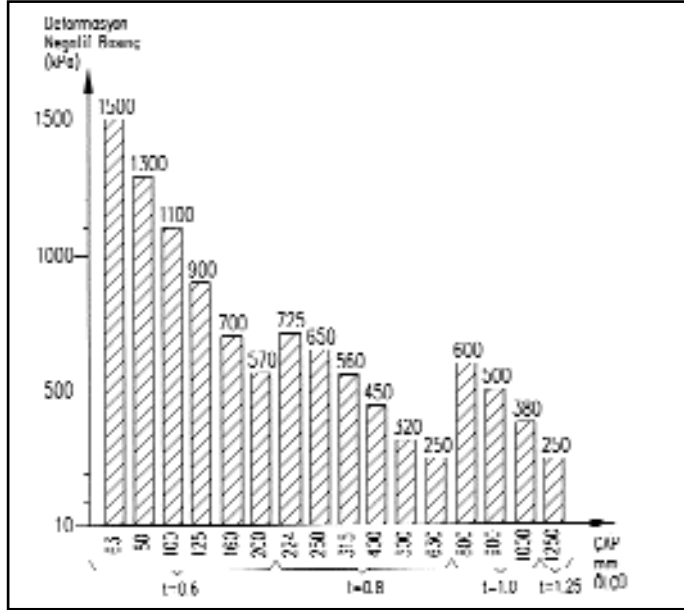
Şekil 1.68'de ise aynı kanalların dayanabileceği pozitif basınç değerleri verilmiştir. Doğal olarak pozitif basınca dayanım çok daha fazladır.

1.19.2.3. Fittings Maliyetleri

İlgili bölümde çeşitli fittingsin kayıp katsayıları verilmiştir. Tasarımcı buradan en uygun fittingsi seçebilir. Ancak en küçük kayıp katsayısını veren fitting en pahalı olanı olabilir. Yüksek kenar oran-



Şekil 1.67. YUVARLAK SİRİAL KANAL NEGATİF BASINÇ DAYANIMI VE ET KALINLIĞI



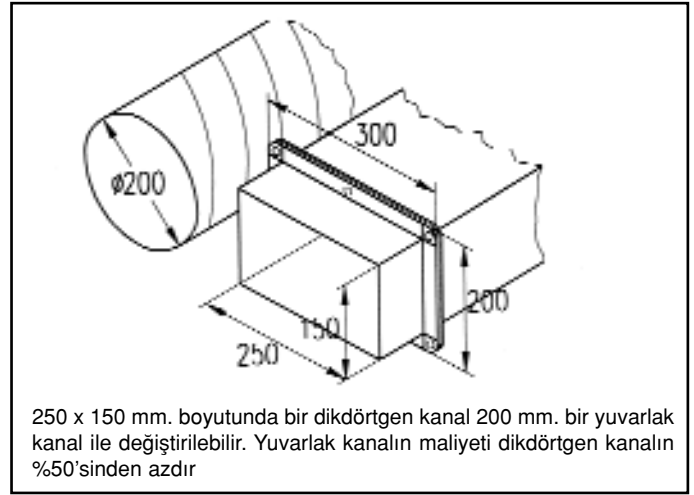
Şekil 1.68. SİRİAL KANALLAR POZİTİF BASINÇ DAYANIMI

lı bir fitting yapmak, kare bir fittingden biraz daha pahalı fakat yuvarlak fitting yapmaktan daha ucuzdur. Ancak daha önce tartışılan konular burada da geçerlidir. Bugün için fittings otomatik ekipmanla fabrikada üretilmekte ve işçilik minimuma düşürülebilmektedir. Elle üretimde ise işçilik maliyeti, aynı kesitli ve aynı uzunlukta düz kanal maliyetinin 4-8 misli olabilmektedir. Eğer yönlendirici kanallar kullanılırsa bu oran çok daha büyük olacaktır.

1.20. YUVARLAK KANALLAR TESİS VE YATIRIM MALİYETİ KARŞILAŞTIRMASI

Yuvarlak kanalların tesis maliyetleri önemli ölçüde daha düşüktür. Yuvarlak kanalları bir kişi tesis edebilir. Halbuki eşdeğer bir dikdörtgen kanal için en az iki kişi gereklidir. Ayrıca yuvarlak kanalların tesis standartları çok daha az malzeme kullanımını gerektirir.

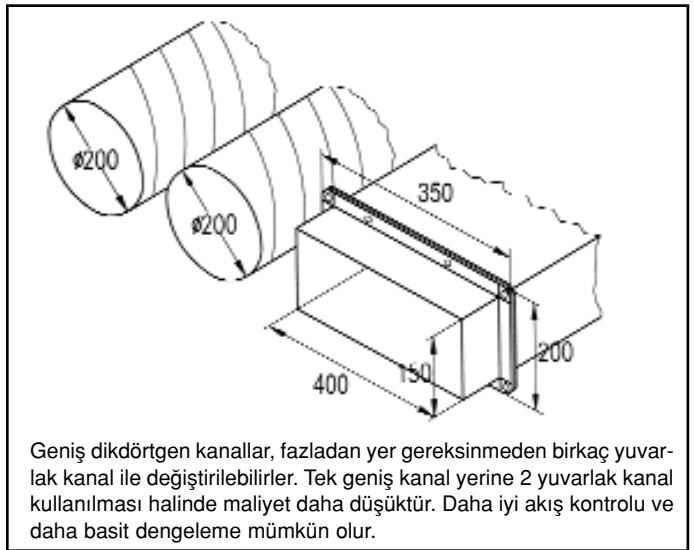
Şekil 1.69'da bir yuvarlak kanalın eşdeğer kesitteki dikdörtgen kanala göre daima daha düşük fiyata mal olacağı ifade edilmiştir.



250 x 150 mm. boyutunda bir dikdörtgen kanal 200 mm. bir yuvarlak kanal ile değiştirilebilir. Yuvarlak kanalın maliyeti dikdörtgen kanalın %50'sinden azdır

Şekil. 1.69. YUVARLAK KANAL İLE DİKDÖRTGEN KANAL EŞDEĞERLİĞİ

Şekil 1.70'de ise bir dikdörtgen kanal yerine iki yuvarlak kanal kullanımı görülmektedir. Toplam maliyetin bu durumda da daha ucuz olduğu ifade edilmektedir. Bazı hallerde bir dikdörtgen kanal yerine ikiden fazla sayıda yuvarlak kanal kullanmak bile daha ucuz olabilmektedir.



Geniş dikdörtgen kanallar, fazladan yer gereksinmeden birkaç yuvarlak kanal ile değiştirilebilirler. Tek geniş kanal yerine 2 yuvarlak kanal kullanılması halinde maliyet daha düşüktür. Daha iyi akış kontrolü ve daha basit dengeleme mümkün olur.

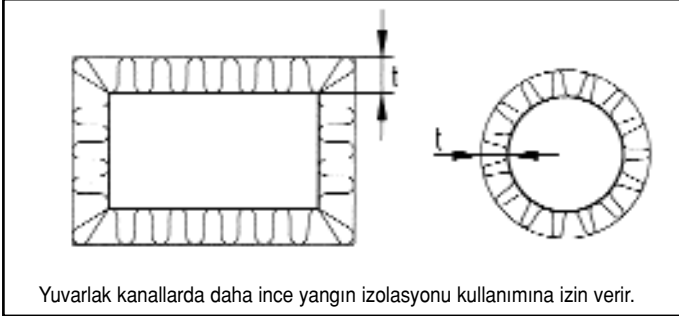
Şekil 1.70. DİKDÖRTGEN KANALLA İKİ YUVARLAK KANAL EŞDEĞERLİĞİ

Yuvarlak kanalların daha ucuz olmasının nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

- 1- Yuvarlak kanallar sınırlı sayıda standardize edilmiş elemanlardan ve belirli sayıda standart boyuttan oluşur.
- 2- Kanalların ve bağlantı elemanlarının üretimi tamamen otomatik ve seri olarak sistematik bir şekilde yapılmaktadır. Endüstriyel kalite kontrolü mümkündür.
- 3- Yuvarlak kanalların tesis zamanı, benzer bir dikdörtgen kanalın yaklaşık üçte biri kadar olabilmektedir.
- 4- İzolasyon malzemesinin maliyetleri daha düşüktür. Çünkü;
 - a) Uygulanması ve ulaşımı daha kolaydır.
 - b) Daha küçük çevre uzunluğu dolayısı ile daha az izolasyon

malzemesi kullanılır. Örneğin; \varnothing 500 mm. yuvarlak kanalın çevresi, 400 x 400 mm. dikdörtgen kanaldan %13 daha azdır. İzolasyon için bu oranda az malzeme kullanılır.

- c) Gerek yangından koruma için ve gerekse ısı izolasyonu için yuvarlak kanallarda daha ince izolasyon kullanılabilir. **Şekil 1.71 ve Tablo 1.72'de** kanalların dıştan yangına karşı izolasyon değerleri ve karşılaştırılmaları verilmiştir.



Şekil 1.71. İZOLASYON KALINLIĞI TANIMI

Yuvarlak	Dikdörtgen
30	40
30	40
50	70
50	70
100	140
100	120

Tablo 1.72. İZOLASYON KALINLIKLARI (mm)

- 5- Gerekli kanal mesnet ve askılarının sayısı ve boyutları yuvarlak kanallarda daha azdır. Askılar arası mesafe dikdörtgen kanalda 2,5 m. iken bu değer yuvarlak kanalda 3 m. değerine çıkar. Böylece bu malzemeden %20 tasarruf söz konusudur.

Aynı eşdeğer kesitli dikdörtgen kanala göre yuvarlak kanalların maliyeti (taşıma, paketleme ve fire vs. dahil olmak üzere) **Şekil 1.73'dan 1.78'e** görüldüğü gibi daha düşüktür. Buradaki hesaplarda uluslararası maliyetler dikkate alınmakla birlikte Türkiye açısından göreceli durumun çok farklı olmayacağı açıktır. **Şekil 1.73'de** göreceli hesap için esas olarak tek yuvarlak kanal ele alınmış ve diğer alternatifler bununla karşılaştırılmıştır. **Şekil 1.75'den 1.78'e** kadar ise, **Şekil 1.74'de** verilen dikdörtgen kesitli örnek bir kanal sisteminin çeşitli alternatif yuvarlak kanallarla maliyet açısından karşılaştırılması yapılmış ve her bir alternatifteki basınç düşümleri verilmiştir **Şekil 1.79 ve 1.80'de** ise aynı büyük salona birkaç menfezden hava beslenen iki eşdeğer kanal sistemi verilmiştir. **Şekil 1.79'da** dikdörtgen kesitli kanallarla çözüm ve **Şekil 1.80'de** yuvarlak kanallarla çözüm görülmektedir. Buna göre şekillerin altında verilen tabloda toplam yatırım maliyetinin yuvarlak kanallarda yaklaşık yarı yarıya olduğu ve toplam basınç düşümünün de daha az olduğu görülmektedir.

1.20.1. Yer İhtiyacı

Kanal boyutları hesabında en kısıtlayıcı faktörlerden biri mimari koşullardır. Mimari koşullar nedeni ile dikdörtgen kesitli ve kenar oranı yüksek kanallar kullanmak zorunda kalınabilir. Ancak öne sürüldüğünün aksine yuvarlak kanallar, bütün faktörler gözönüne

alındığında, birçok durumda dikdörtgen kanallardan daha fazla yer kaplamazlar.

Birçok dikdörtgen kesitli kanal birleşimi için 4 civatalı flanşlı bağlantı sistemi uygulanır ki, bu sistem kanal boyutlarına **Şekil 1.82'de** görüldüğü gibi 40-80 mm. ilave getirir.

Ayrıca bu kaymalı bağlantı çubukları kanal bütün genişliğini kapsadığından, kanalın her iki tarafında aynı boyutta bir boşluğa gereksinim duyulur. Eğer **Şekil 1.83'de** görüldüğü gibi koridor üstünde asma tavan içi gibi kısıtlı hacimler söz konusu ise, kanallara sadece bir taraftan yaklaşmak mümkündür ki, bu içe bakan bağlantılar için önemli problemler yaratır. Bu sadece işçilik maliyetini artırmaz, aynı zamanda kanalın hava sızdırmazlığını da etkiler.

1.20.2. Basınç Düşümü

Yuvarlak kanallardaki basınç düşümü, hacimsel olarak eşdeğer dikdörtgen kesitli kanala göre önemli ölçüde daha azdır. Basınç düşümündeki bu azalma, yuvarlak kanallardaki akım çizgilerinin uygunluğuna, bağlantı elemanları ile kanalın uyumlu birleşmesine, hava sızdırmaz karakterine ve kanal ve fittingsin düzgün işlenmiş yüzeylerine bağlıdır. Basınç düşümündeki bu azalma, daha verimli veya küçük fan seçimine imkân tanıdığı gibi işletme ve enerji giderlerinde düşme yaratır.

1.20.3. Sızdırmazlık

Bir havalandırma sisteminde sızıntıların minimize edilmesinin ve fanın üflediği havanın sadece tasarlanan çıkışlardan istenilen hacimlere verilmesinin büyük önemi vardır.

Kaçaklar birleşme noktalarının sayısı ve bu birleşmelerin sızdırmazlık kalitesi ile ilişkilidir.

- 1- Her düz kanal parçası tek parça metal sactan oluşur ve en yüksek sızdırmazlık standartını sağlar.
- 2- Yuvarlak kanallar çok daha az sayıda sızma olabilecek kanal birleşim noktasına sahiptir. Yuvarlak kanalların tipik uzunluğu 3-6 m. iken düz dikdörtgen kanalların tipik uzunluğu 1-1,5 m. değerlerindedir.

1.20.4. Kanalların İç Temizliği

İç hava kalitesinin sağlanması ile ilgili çalışmalar göstermiştir ki, sistemin yetersiz kalmasında ve hasta bina sendromunda kanalların temizliği büyük önem taşımaktadır. Besleme ve dönüş kanallarında toplanan toz, mantar vs. gibi kirlenmelerin hastalık kavramına büyük katkıları vardır. Bu nedenle özellikle besleme kanallarının içinin temizlenmesi gereği, bazı batı ülkelerinde örneğin İsveç'te bina yönetmeliklerine dahil edilmiştir. Kanal içi temizliği için çeşitli temizlik yöntemleri ve cihazları geliştirilmiştir. Bu cihazların standart çapları ve uygun geometrisi nedeniyle yuvarlak kanallara uygulanması daha kolay ve daha ucuz olmaktadır.

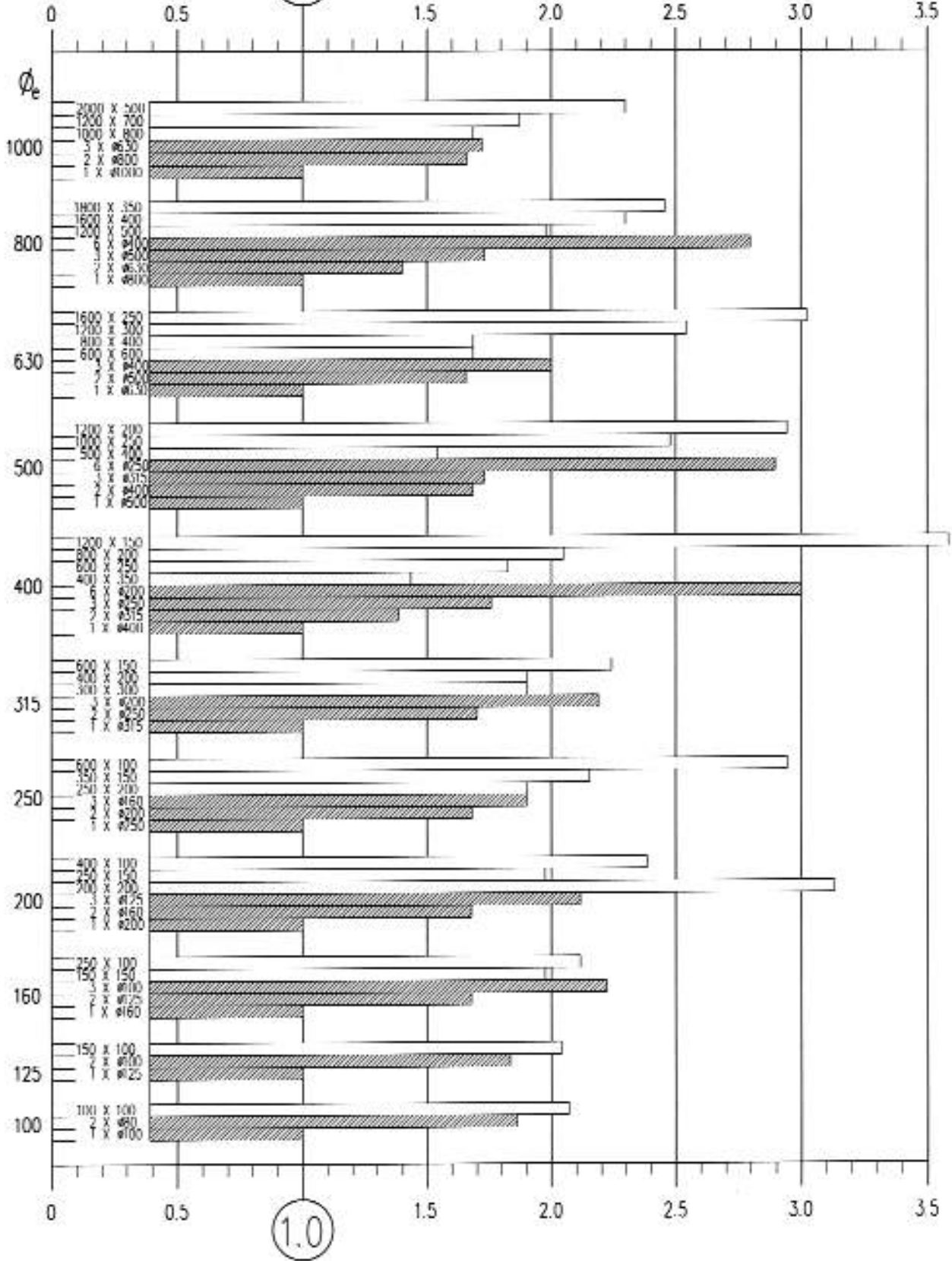
1.21. SPIROsafe PATENTLİ SIZDIRMAZ KANAL SİSTEMLERİ

SPIROsafe; spiral dikişli yuvarlak kanallar, fabrikada yerine oturmuş EPDM lastiğinden mamul çift contalı bağlantı elemanları (fittings) ve bunların hızlı birleşimidir. Çift sızdırmazlık contası sıkı ve güvenilir bir birleşme temin eder ve bu birleşme sıcaklık dalgalanmalarından etkilenmez.

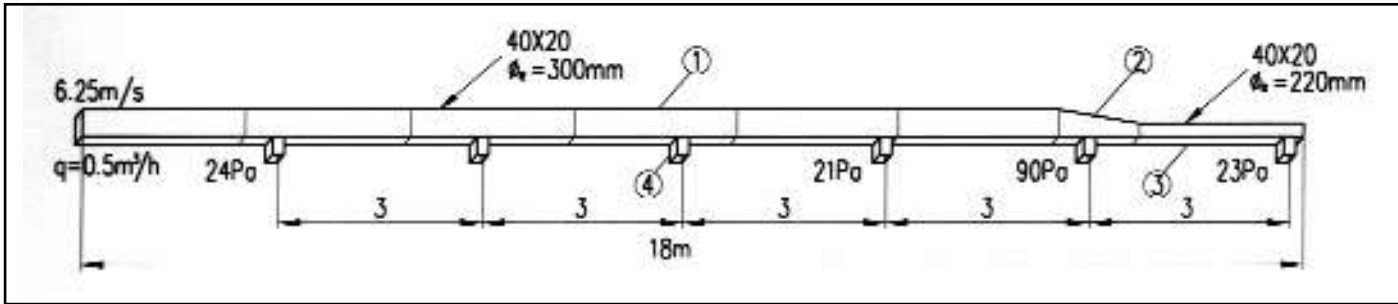
EN EKONOMİK ALTERNATİF

1.0

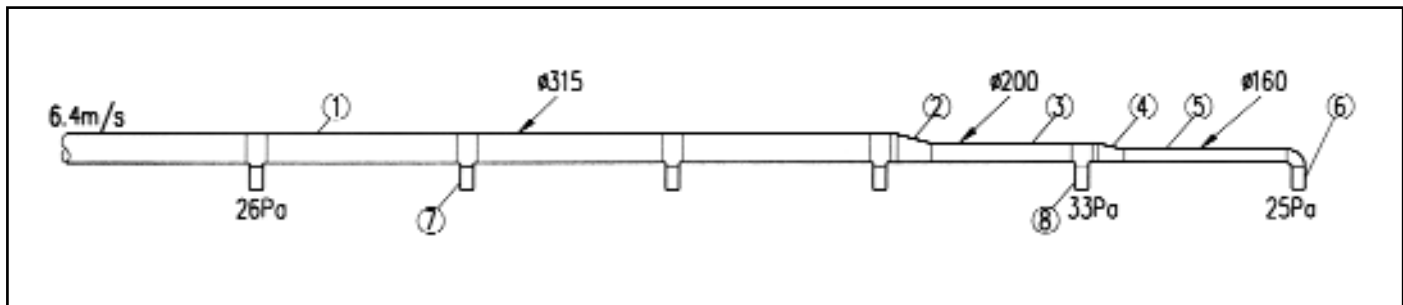
MONTAJLI MALİYET



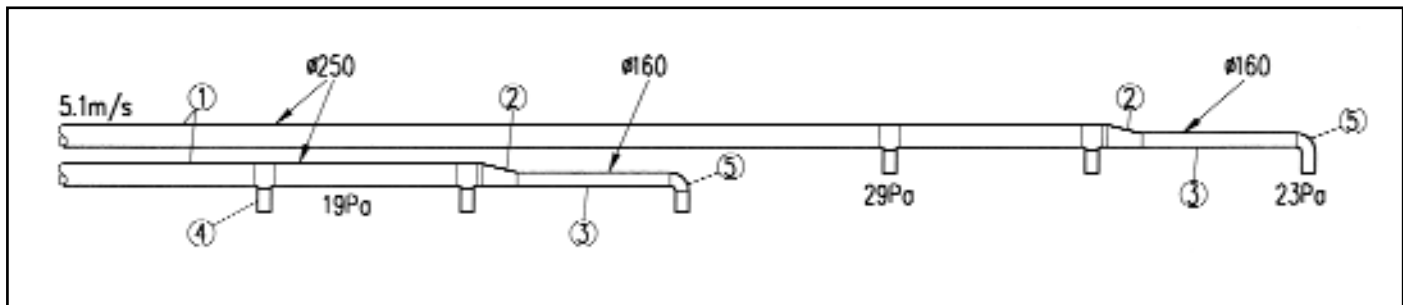
Şekil 1.73. EŞDEĞER KESİTLİ DİKDÖRTGEN KANALA GÖRE YUVARLAK KANALLARIN MALİYETİ



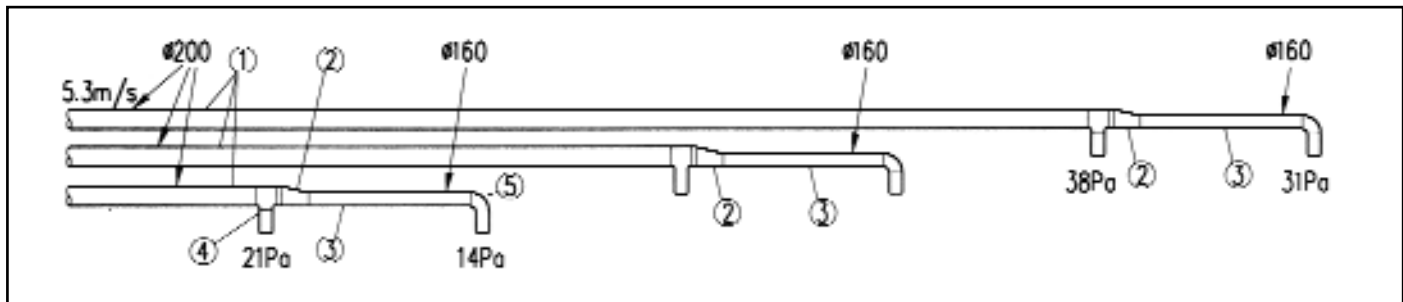
Şekil 1.74. SİSTEM A, DİKDÖRTGEN



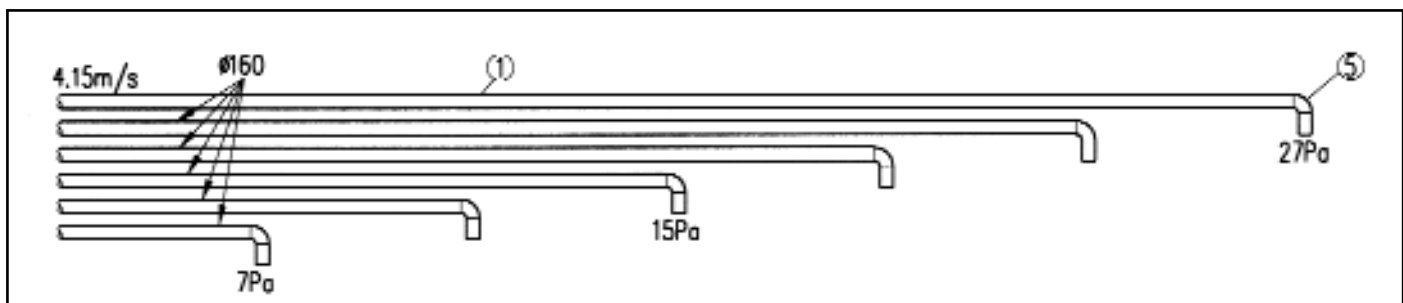
Şekil 1.75. SİSTEM B, YUVARLAK B'NİN BEDELİ = 0.24 A



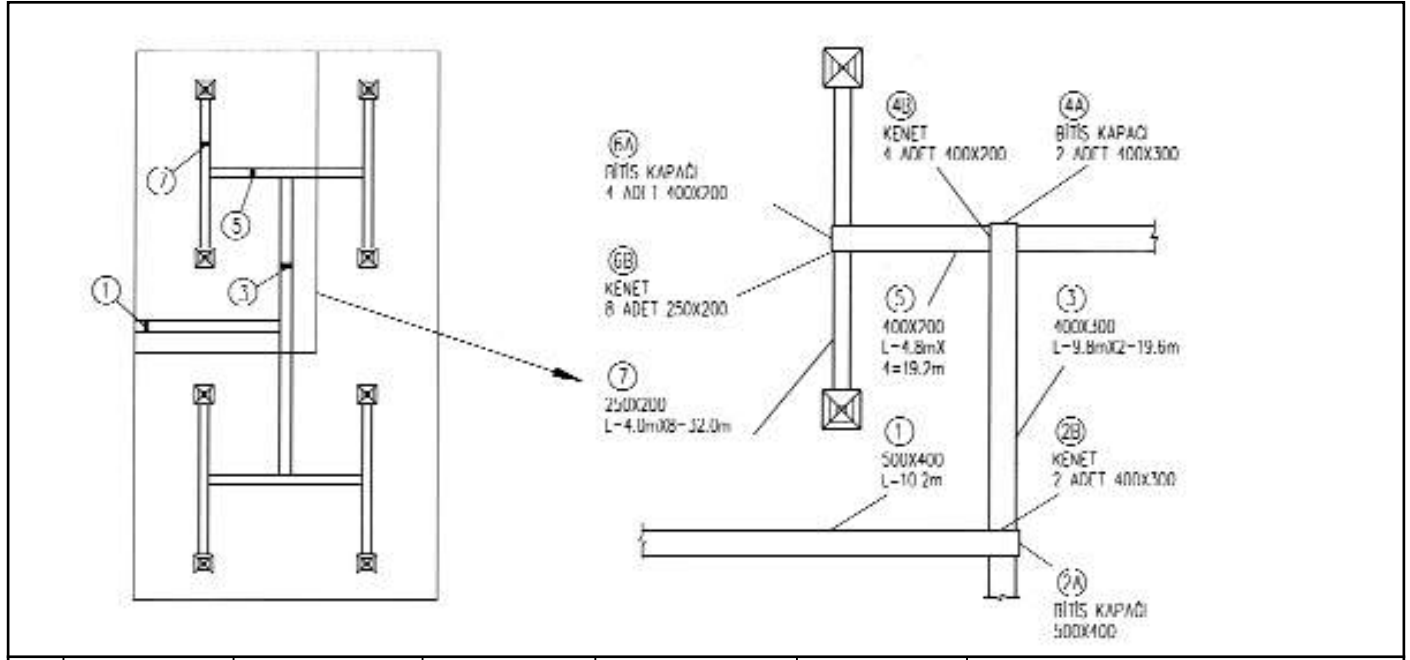
Şekil 1.76. SİSTEM C, YUVARLAK C'NİN BEDELİ = 0.27 A



Şekil 1.77. SİSTEM D, YUVARLAK D'NİN BEDELİ = 0.31 A



Şekil 1.78. SİSTEM E, YUVARLAK E'NİN BEDELİ = 0.50 A



No.	Kanal Debisi (L/s)	Kanal Çapı (mm x mm)	Hava Hızı (m/s)	Kanal Uzunluğu (m)	Adedi	Basınç	
						Düşümü Pa/m	Toplam (Pa)
1	2.400	500x400	12.0	10.2	1	2.8	28.0
2A	-	500x400	-	-	1	-	-
2B	2.400/1.200	500x400/400x300	12.0/10.0	-	2	-	45.0
3	1.200	400x300x	10.0	9.8 x 2 = 19.6	2	2.8	27.4
4A	-	400x300x	-	-	2	-	-
4B	1.200/600	400x300/400x200	10.0/7.5	-	4	-	36.0
5	600	400x200	7.5	4.8 x 4 = 19.2	4	2.5	12.0
6A	-	400x200	-	-	4	-	-
6B	600/300	400x200/250x200	7.5/6.0	-	8	-	9.0
7	300	250x200	6.0	4.0 x 8 = 32.0	8	2.0	8.0
Toplam basınç düşümü 150.0 (Pa) Toplam tesis maliyeti 0.51 R							

Şekil 1.79. DİKDÖRTGEN KANAL TESİSATI

SPIROsafe 63 mm. çaptan 1500 mm. çapa kadar komple bütün aralığı kapsar.

SPIROsafe B (ve C) sınıfı sızdırmazlık ve sıklık sağlar.

Yüksek kaliteli ve etkin olarak fabrikada oluşturulmuş conta sisteminin anlamı montajın hızlı ve kolay olması demektir.

Konstrüksiyon

SPIROsafe sızdırmazlık contası homojen lastikten U profil oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Lastik conta fittingin sonundaki bir yuva yerleştirilir ve çelik bir bant ile güvenli bir biçimde tespit edilir. Kıvrılmış uçlu imal edildiğinde, SPIROsafe 63 mm. den 1500 mm. ye kadar C sınıfı sızdırmazlık sağlar.

SPIROsafe Prensibi

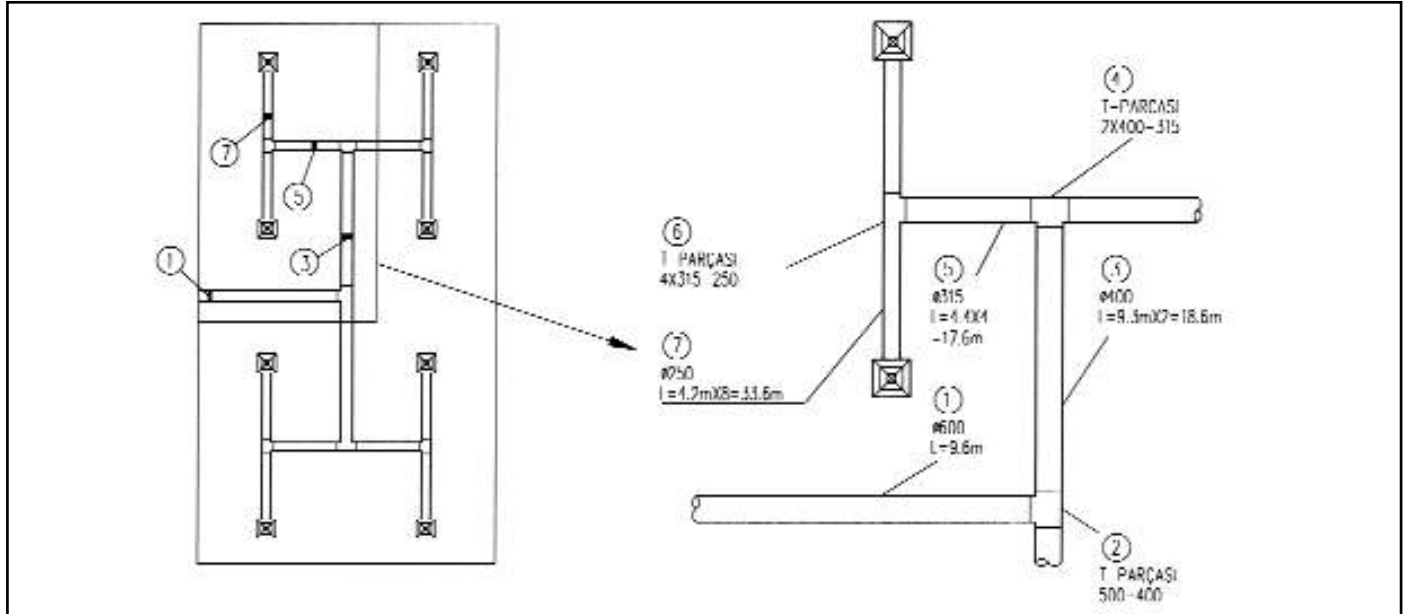
Çift conta boruya sıkıca oturur. Fitting kanala takıldığında, U şeklindeki conta uçları sıkışır. Conta iç elastisitesi nedeniyle pozitif basınca ve şişme nedeniyle de negatif basınca karşı koyar.

Sistem 3000 Pa değerine kadar pozitif basınca ve 5000 Pa değerine kadar negatif basınca dayanıklıdır. İngiliz ve Avrupa standartlarında kanalla fitting arasında, çap arttıkça daha büyük tolerans aralığı ge-

çerlidir. Bütün çap değerleri için en fazla sızdırmazlığı temin edebilmek için Tablo 1.85'de görüldüğü gibi artan çaplar için daha ağır lastik contalar kullanılır.

SPIROsafe Avantajları

- Çabuk ve kolay tesis.
- Gevşek hiçbir yeri olmayan fabrikada oturtulmuş conta.
- Ayarlanabilir. Hiçbir sızma riski olmaksızın ince ayar ve döndürme yapılabilir.
- Çevre dostu. Solvent içeren herhangi bir yağlayıcıya gereksinmeden birbirine takılır.
- Her türlü hava şartında çalışır.
- -30° ile + 100 °C arasında sıcaklığa dayanıklıdır.
- Herhangi bir tahribat olsa bile çift conta sızdırma riskini minimize eder.
- 3000 Pa değerine kadar negatif ve pozitif basınca dayanıklıdır.
- İçten ve dıştan üretim kontrolü yapılmıştır.
- Estetik tasarımı nedeniyle özellikle açık tesisatta avantajlıdır.
- Sızdırmazlığı üretici tarafından garanti edilmiştir.



No.	Kanal Debisi (L/s)	Kanal Çapı (mm)	Hava Hızı (m/s)	Kanal Uzunluğu (m)	Adedi	Basınç	
						Düşümü Pa/m	Toplam (Pa)
1	2.400	ø 500	12.2	9.6	1	2.2	21.1
2	2.400/1.200	ø 500/ø 400	12.2/9.5	-	1	-	44.0
3	1.200	ø400	9.5	9.3 x 2 = 18.6	2	1.9	45.0
4	1.200/600	ø400/ø 315	9.5/7.7	-	2	-	27.4
5	600	ø 315	7.7	4.4 x 4 = 17.6	4	1.9	8.4
6	600/300	ø 315/ø 250	7.7/6.1	-	4	-	21.0
7	300	ø 250	6.1	4.2 x 8 = 33.6	8	1.6	6.7

Toplam basınç düşümü 150.0 (Pa) Toplam tesis maliyeti 0.51 R

Şekil 1.80. YUVARLAK KANAL (VE FITTINGS) TESİSATI

Kanal	Çevre	Kalınlık (mm)			İzolasyon Malzemesi Hacmi (l/m kanal)			Yaklaşık İzolasyon Bedeli (bedel/metre kanal)		
		Yangın Sınıfı			Yangın Sınıfı			Yangın Sınıfı		
		A 15	A 30	A 60	A 15	A 30	A 60	A 15	A 30	A 60
Dairesel Kanal ø 250	.785	30	50	100	24	39	78			
Bağıntı dairesel / dikdörtgen	.87	.75	.71	.71	.67	.62	.62	.92	.85	.60
Dikdörtgen Kanal 250x200	.900	40	70	140	36	63	126			

Şekil 1.81 DIŞTAN YANGIN İZOLELİ KANALLAR - DAİRESEL VE DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANALLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Alüminyum folyo kaplı cam yünü)

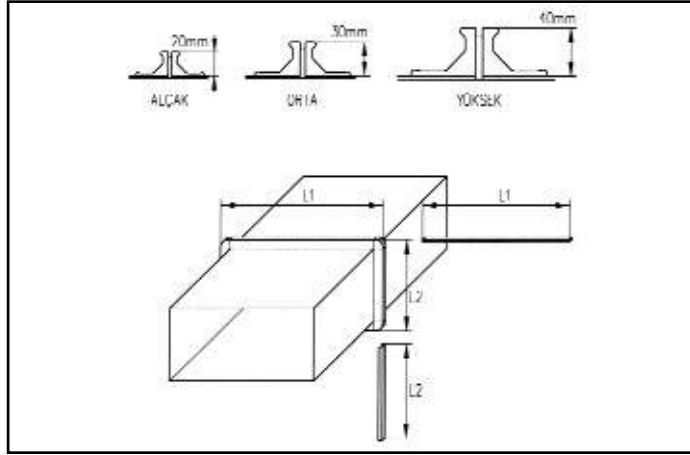
Sızdırmazlık Sınıfı Testleri

SPIROsafe sistemi ile donatılmış bütün kanal ve fittings C sınıfına ulaşan sızdırmazlık sınıfı tip onay sertifikasına sahiptir. Sızdırmazlık faktörü (veya özel sızma) L/sm² biriminde olup, kanal sisteminin m² yüzeyi başına L/s olarak meydana gelen sızma veya kaçığı ifade eder. Şekil 1.87'de SPIROsafe test sonuçları ve C sınıfı sızdırmazlık doğrusu görülmektedir. Testler Eurovent 212 esaslarına göre yapılmıştır.

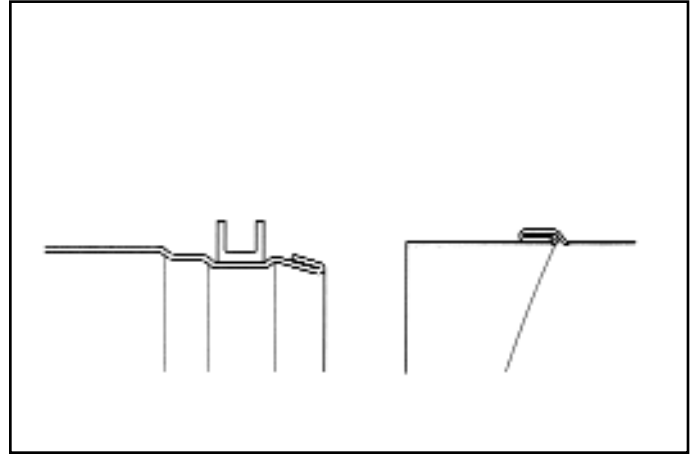
Tablo 1.88'de yuvarlak SPIROsafe kanallarla dikdörtgen rijit kanallar ve yuvarlak esnek kanalların karşılaştırması verilmiştir.

1.22. KANALLARDAKİ HAVA KAÇAKLARININ MALİYETİ

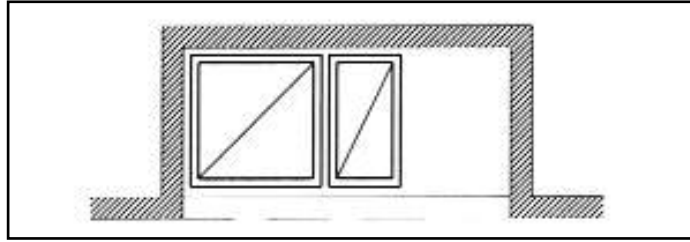
Kanal sistemlerindeki kaçaklar yolu ile kaybedilen enerji ciddi boyutlardadır. Özellikle temiz oda uygulamalarında, bazı endüstriyel uygulamalarda ve nem alma uygulamalarında kanallardaki hava kaçakları enerji kaybı dışında özel öneme sahiptir. Burada özel olarak sızdırmazlık istenen haller dışında, genel havalandırma ve klima uygulamalarında sızdırmazlık dolayısı ile oluşan enerji maliyeti üzerinde durulacaktır. Sadece havalandırma yapılması durumunda hava kaçaklarının enerji maliyeti fan enerji tüketiminde ortaya çıkmaktadır. Kaçak ne kadar fazla ise bu oranda fan gücü



Şekil 1.82. FLANŞLI BAĞLANTI YER KAYBI



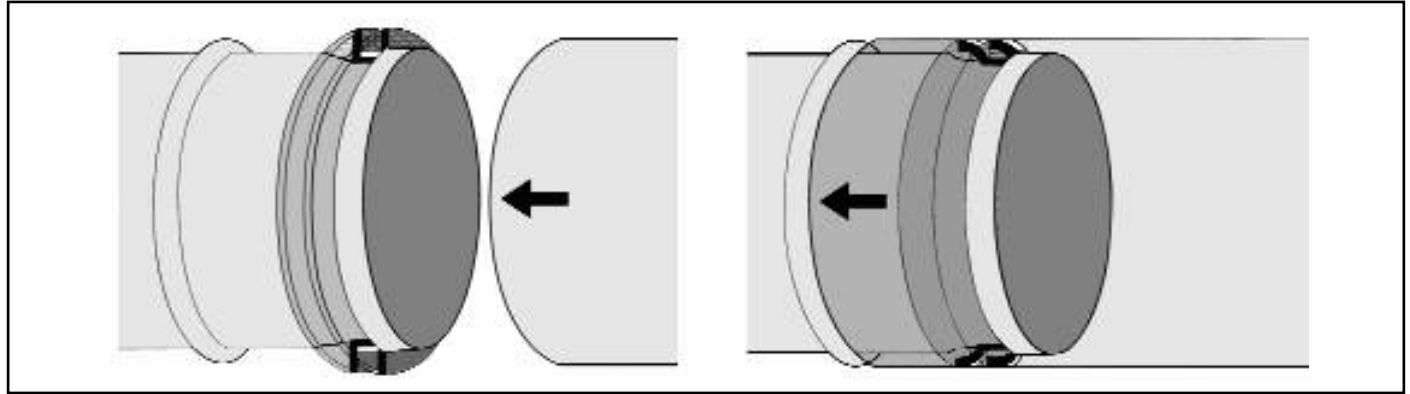
Şekil 1.84. SIZDIRMAZLIK CONTASI



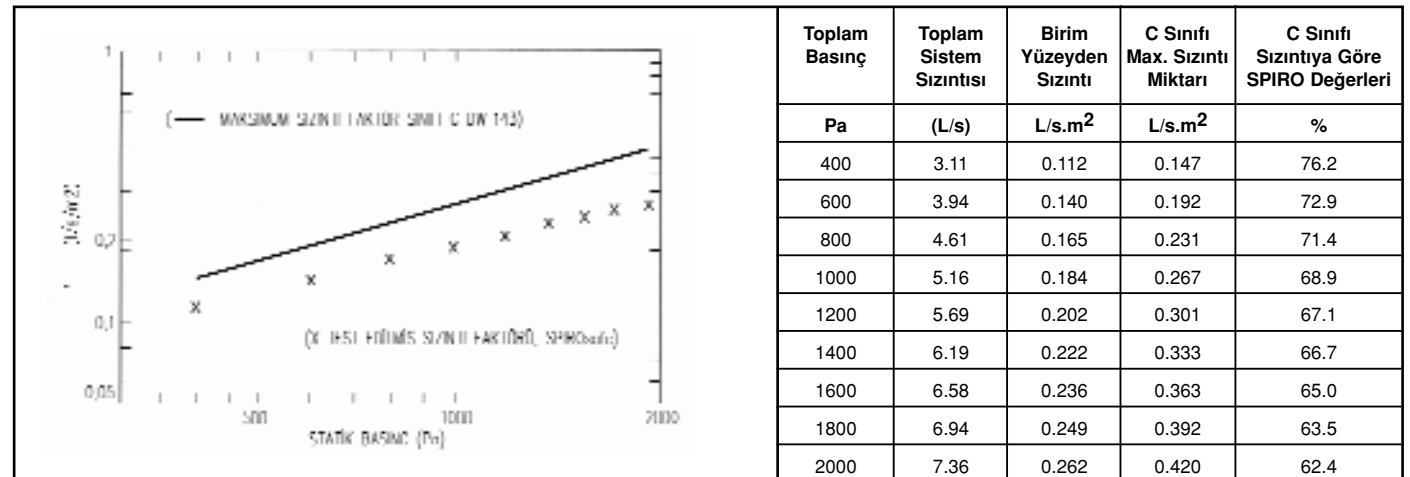
Şekil 1.83. KISITLI HACİMDE KANALA TEK TARAFTAN YAKLAŞILABİLİR.

TİPİ	7	9	11	14	20	30
ÇAPI	63-180	200-180	300-500	560-900	1000-1400	1500-1600
TOLERANS ARALIĞI	0.7-0.9	0.7-2.3	0.7-2.9	0.7-3.8	0.7-0.6	0.7-6.6

Şekil 1.85. KANAL ÇAPINA GÖRE GEREKLİ CONTA TİPİ



Şekil 1.86. SPIROsafe ÇALIŞMA ŞEKLİ



Şekil 1.87. SPIROsafe TEST SONUÇLARI

Karşılaştırma Kriteri	ISISAN SPIROsafe Sızdırmaz Çift Contalı Yuvarlak Hava Kanalı	ISISAN GoodmanFlex Hava Kanalı	Dikdörtgen Hava Kanalı (Flanşlı - Kenetli - Sürgülü Tip Hava Kanalları)
Sızdırmazlık	<p>a- Yuvarlak hava kanalları istenilen boyda yapılabilir. Özel imalat dışında 3-6-12 m. olarak satın alınabilir. Eksiz olarak uzun boylarda hava kanalı montajı yapılabildiği için, sızdırmazlık için ayrıca avantaj sağlar.</p> <p>b- Düz hava kanalları ve fittingslerin ek yerlerinde çift conta ile ideal sızdırmazlık sağlanır.</p> <p>c- Yuvarlak hava kanalları ve fittingsler fabrikasyon imalat oldukları için, sızdırmazlıkla ilgili (imalattan sonra) kalite kontrol bölümünden geçerler.</p> <p>d- Hava kanallarının ve fittingslerin montajı hata yapmaya izin vermez. Hava kanalları fittingslere ve manşonlara geçme yolu ile bağlanır. Vidalama ve benzeri işlem olmadığı için, montaj sıfır hata ile gerçekleşir.</p> <p>e- Fabrikada monte edilmiş olan çift contalı sızdırmazlık bileziği, önceden oluşturulmuş yuvada alüminyum çinko bant ile sabitlenir.</p> <p>f- SPIROsafe sistemi ile eurovent C sınıfı sızdırmazlık şartları sağlanmıştır. C sınıfı B sınıfından 3 kez, A sınıfından 9 kez daha sızdırmazdır.</p>	<p>a- GoodmanFlex hava kanalları 8 m. boyunda teslim edilir. Eklenti ihtiyacı en az olan hava kanalı tipidir.</p> <p>b- Birleştirme için manşon, ayrımlar için "T" parçalar SPIROsafe (çift contalı) fittingsler ile yapılır. Birleşim yerlerindeki kelepçeler (fittings bağlantıları) , hava kaçağı yapmayacak şekilde dikkatli yapılmalıdır.</p> <p>c- GoodmanFlex hava kanalı monoblok olarak imal edildiği için hava kaçağı riski sıfırdır.</p> <p>d- Manşon ve fittings bağlantılarında kelepçe kullanılır ve kelepçeler alt noktadan kolayca tek vida veya civata ile bağlanır. İşçilikten kaynaklanabilecek hava kaçağı riski çok düşüktür.</p>	<p>a- Dikdörtgen kanallarının tipik uzunluğu 1-1.5m'dir. Dolayısıyla hava kaçaklarına yol açabilecek birleştirme yüzeyleri daha çoktur.</p> <p>b1- Flanşlı tip hava kanallarında conta ile sızdırmazlık sağlanır. Ancak sızdırmaz hale getirilmesi gereken çevre uzunluğu daha fazladır.</p> <p>b2- Dikdörtgen kenetli kanallarının ek yerleri ve kenetlerinin macunlanması sızdırmayı büyük oranda azaltır.</p> <p>c1- Flanşlı hava kanalları genellikle fabrikasyon olarak yapılır.</p> <p>c2- Kenetli hava kanalları şantiye imalatı olduğu için, uzunlamasına ek yerlerindeki sızdırmazlık kalitesi (silikon çekilse de) sınırlıdır.</p> <p>d1- Flanşlı hava kanallarının montajı da (yapan ustanın contayı oturtması, tüm civataları dengeli ve yeterince sıkması işlemleri) hata yapmaya müsaittir. Şantiyelerde ustalara civataları (özellikle tavana yakın olan civataları) kolayca monte edip, sıkılaştıracakları mesafe (asma tavan kotlarının sınırlı olması nedeniyle) genellikle verilememektedir. Sonuçta sızdırmazlık kalitesi, binlerce civatanın ne kadar doğru sıkıldığına, ek yerlerinin ne kadar iyi birleştirildiğine göre değişir.</p> <p>d2- Kenetli hava kanallarında da kenetlerin (özellikle üst tarafta tavana yakın kenetlerin) ne kadar iyi macunlanıp kapatıldığına bağlıdır. Flanşlı hava kanallarının zor montaj koşulları kenetli hava kanalları için de geçerlidir. Asma tavan içine monte edilen hava kanallarında üst kısımdaki kenetler genellikle iyi kapatılmadığı için aşırı hava kaçakları oluşmaktadır.</p> <p>d3- Sürgülü tip hava kanalları ise hava kaçağı oranı en fazla olan hava kanalı tipidir.</p>
Hava Kanallarındaki Hava Kaçaklarının (Sızdırmanın) Maliyeti	<p>a- Isıtılmış veya soğutulmuş hava asma tavan içine veya bina tavan kotundaki hava kanallarından dışarıya sızdığına, egzoz hava kanallarından kısa devre yaparak (kullanılmadan) dışarıya atılır veya yararlanılmadan klima santralına geri döner.</p> <p>b- Ortamda istenilen derecede ve homojen sıcaklık dağılımı sağlanamaz. İç hava kalitesi yeterince iyi olmaz, konfor şartları oluşmaz veya yeterince iyi olmaz.</p> <p>c- Isıtılan havanın, yakıt maliyeti, sıcak su pompalama maliyeti, klima cihazının ve aspiratörlerin fan motorlarının elektrik maliyeti vardır.</p> <p>d- Soğutulmuş havanın ise, kompresörün elektrik maliyeti, soğutulmuş suyun pompalama maliyeti, klima cihazının ve aspiratörlerin elektrik maliyeti vardır.</p> <p>e- Hava kanallarındaki hava kaçakları; klasik sistemlerde %20'ler mertebesinde olup, bazı kötü uygulamalarda %32'lere varan hava kaçakları saptanmıştır.</p> <p>f- %20 hava kaçağı olan bir sistemde, cihazların performanslarından daha az yararlandığı için; cihazların toplam satın alma bedelinin %20'lere varan kısmı fazla yatırım maliyeti oluşturur.</p> <p>g- Asma tavan içine sızan soğutulmuş hava asma tavan yüzeyinde yoğuşmaya neden olabilir . Yoğuşmanın az veya çok olması sonucunda da malzeme ömrü kısılır, boya daha çabuk bozulur, mantar ve bakteri oluşumu için ortam hazırlanmış olur.</p> <p>h- Egzoz kanallarındaki hava kaçağı sonucunda yeterli egzoz sağlanamayacağı için koku oluşabilir, iç hava kalitesi bozulabilir.</p> <p>i- Hava kanallarındaki kaçakların yukarıda belirtilen sakıncaları sonucunda görünmeyen (borulardaki gibi su kaçağı olsaydı görünürdü), hissedilen veya hissedilmeyen maliyetler veya konfor bozuklukları oluşabilir.</p>		
İmalat Süresi ve Malzemenin Temini	<p>a- 400 mm çapa kadar boru ve fittingsler stoktan teslim edilir.</p> <p>b- SPIROsafe hava kanalı fabrikasında günde 1km. hava kanalı üretilebiliyor.</p> <p>c- Özel imalatlar da kısa sürede teslim edilir.</p>	<p>Tüm hava kanalları ve fittingsleri stoktan teslim edilir. 10 cm (4") dan 35 cm (14") ye kadar değişik çaplarda imal edilirler.</p>	<p>Özel imalat yapıldığından imalat için belirli bir süreye ihtiyaç vardır.</p>

Tablo 1.88 ISISAN YUVARLAK-FLEXIBLE-DİKDÖRTGEN HAVA KANALLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Karşılaştırma Kriteri	ISISAN SPIROsafe Sızdırmaz Çift Contalı Yuvarlak Hava Kanalı	ISISAN GoodmanFlex Hava Kanalı	Dikdörtgen Hava Kanalı (Flanşlı - Kenetli - Sürgülü Tip Hava Kanalları)
Montaj Süresi ve Kolaylığı Klasik Hava Kanalları ile imalat ve montaj süresi 100 gün ise yaklaşık karşılaştırma süreleri :	<p>a- Yuvarlak hava kanalları ve fittingsleri genellikle stoktan hemen teslim edilir.</p> <p>b- Şantiyede montaj süresi çok kısadır. Montaj kanal ve fittingslerin birbirine geçirilmesi ile çok süratli ve kolayca yapılmaktadır.</p> <p>c- Şantiyede artan parçalar başka işlerde veya yerlerde genellikle kullanılabilir.</p> <p>d- Şaft içine montaj da çok kolaydır. Dikdörtgen kesitli hava kanallarına göre daha hafif ve mukavim oldukları için; daha az sayıda kelepçe kullanılarak montaj yapılır.</p> <p>e- İmalat ve montaj süresi 25-30 gün (izolasyon dahil)</p>	<p>a- GoodmanFlex hava kanalları ve fittingsleri stoktan teslim edilir.</p> <p>b- Montaj süresi çok kısadır ve kolaydır. Montaj flexible hava kanalını gerip , saplanacağı yere sabitlemek sureti ile yapılır. Asma tavanın taşıyıcı konstrüksiyonu bittikten sonra kanal bağlantısı yapılabilir ve böylece hava kanallarının hasar görme riski de önlenmiş olur.</p> <p>c- Şantiyede artan parçalar başka işlerde veya yerlerde rahatlıkla kullanılabilir.</p> <p>d- Şaft içine montaj çok kolaydır. Ancak max. çapı limitlidir.</p> <p>e- İmalat ve montaj süresi 15-20 gün (izolasyon dahil)</p>	<p>a- Sipariş üzerine özel imalat yapılır.</p> <p>b- Montaj süresi çok daha fazla ve montajı daha zordur.</p> <p>c- Şantiye de artan parçaların başka işlerde ve yerlerde kullanılabilme olasılığı çok azdır.</p> <p>d1- Şaft içine montaj , şaftın dört tarafı da açıkta kolaydır. Bir veya iki tarafı kapalı olan şaftlarda montaj oldukça zordur ve iyi yapıldığı için hava kaçakları oluşabilir.</p> <p>d2- Ağırlıkları daha fazladır. Tavana montaj için daha fazla sayıda ve daha sık askılamak gerekir.</p> <p>e- İmalat ve montaj süresi 100 gün (izolasyon dahil)</p>
İlk Yatırım Maliyeti (Malzeme+ İşçilik Maliyeti)	<p>a- İlk yatırım maliyeti daha pahalıdır.</p> <p>b- Hava kanallarındaki kaçakların maliyeti dikkate alındığında ilk yatırım maliyet farkını birkaç ayda amorti edebilir.</p> <p>c- Montaj süresi, artan hava kanallarının başka yerlerde kullanılabilme imkanları da dikkate alındığında daha doğru ve ekonomik seçim olduğu görülebilir.</p>	<p>a- İlk yatırım maliyeti en azdır. Dirsek vb. fittingsler de kullanılmadığı için (GoodmanFlex kıvrılarak kendiliğinden dirsek oluşur); Maliyet daha da ucuzdur.</p> <p>b- Hava kaçağı riski yoktur. Ayrıca 8 m. uzunlukta monoblok montaj yapılabilir.</p> <p>c- Artan malzemeler bir başka yerde rahatlıkla kullanılabilir.</p> <p>d- Montaj süresi çok kısa olduğu için zamandan da büyük ekonomi sağlanır.</p>	<p>a- Kenetli hava kanalları flanşlı hava kanallarından daha ucuzdur.</p> <p>b- Flanşlı hava kanallarının toplam maliyeti , yuvarlak contalı (SPIROsafe) hava kanallarıyla aynı veya yakındır.</p>
İşçilik Maliyeti ve Taşıma Kolaylığı	<p>a- İşçilik maliyeti azdır.</p> <p>b- İmalat fabrikada yapıldığı için, şantiyeye nakliye maliyeti vardır.</p> <p>c- Küçük çaplardaki hava kanalları, büyük çaplı olanların içine sokularak daha ekonomik taşıma ve depolama yapılabilir.</p>	<p>a- İşçilik maliyeti çok azdır.</p> <p>b- 8 m.lik hava kanalları 1 m. uzunluktaki paketler içinde sevk edilir.</p> <p>c- Nakliye , taşıma ve depolama çok kolay ve ekonomiktir.</p> <p>d- Çok hafif malzeme olduğu için, bir kişi kolaylıkla birkaç paketi taşıyabilir.</p>	<p>a- İşçilik maliyeti daha fazladır.</p> <p>b- Fabrika imalatı hava kanallarının nakliye ve taşıma maliyeti diğerlerinden fazladır.</p> <p>c- Şantiyede imalat yapılırsa, sadece galvanizli sacın nakliye maliyeti vardır.</p> <p>d- Şantiye içinde taşıma maliyeti (parça sayısı daha fazla olduğu için) en fazladır. Ancak şantiye içi taşıma bedeli toplam maliyet içinde çok küçük bir orandır.</p>
Isı İzolasyonu Maliyeti	<p>a- Isı izolasyonu montajdan sonra (yuvarlak yüzey nedeniyle) kolayca yapılır.</p> <p>b- İstenirse hava kanalları ve fittingsler fabrikada izoleli olarak imal edilip , sevk edilebilirler.</p> <p>c- Yuvarlak hava kanalının çevresi, dikdörtgen hava kanalının çevresine oranla daha küçüktür. Bu nedenle yuvarlak hava kanalları için daha az izolasyon malzemesi gerekir. Bu da ilk yatırım maliyetini düşürür.</p> <p>d- İzolasyon işçiliği dikdörtgen kanala göre azdır.</p>	<p>a- İzoleli ve izolesiz tipleri vardır.</p> <p>b- Camyünü ve alüminyum folyo kaplı imal edilmiş olarak 8 metre boyunda satın alınabilir. İstenilen boyda kesilip kullanılabilir.</p> <p>c- Isı izolasyonlu olarak satın alınamadığı için, şantiyede izolasyon için işçilik gerekmez.</p>	<p>a- İzolasyon ve kaplaması şantiyede yapılır.</p> <p>b- Asma tavan içine yapılan hava kanalı montajlarında ısı izolasyonu genelde iyi yapılamaz ve ısı köprüleri oluşabilir. İçinden soğutulmuş hava geçen hava kanallarında kötü yapılmış ısı yalıtımları sonucunda yoğuşma ve enerji kayıpları oluşabilir.</p> <p>c- Daha fazla izolasyon malzemesi kullanıldığı için ilk yatırım maliyeti daha fazladır.</p> <p>d- İzolasyon işçiliği daha zor ve daha pahalıdır. İzolasyon yapılırken flanş çıkıntılarının açıkta kalmaması için özel bir uğraş ve zaman kaybı söz konusudur.</p>
Artan Hava Kanallarının Tekrar Kullanılabilir Olanlığı	Proje veya güzergah değişiklikleri sonucunda artan hava kanalları başka işlerde kullanılabilir.	Proje veya güzergah değişiklikleri sonucunda artan hava kanalları başka işlerde kullanılabilir.	Artan hava kanallarının başka işlerde kullanılabilme olanağı çok azdır. Genellikle değerlendirilemez ve kilo ile hurdaya satılır.

Tablo 1.88. ISISAN YUVARLAK-FLEXIBLE-DİKDÖRTGEN HAVA KANALLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (devam)

Karşılaştırma Kriteri	ISISAN SPIROsafe Sızdırmaz Çift Cantalı Yuvarlak Hava Kanalı	ISISAN GoodmanFlex Hava Kanalı	Dikdörtgen Hava Kanalı (Flanşlı - Kenetli - Sürgülü Tip Hava Kanalları)
Kullanma Yerleri Mimari ve Estetik	<p>a- 1500 mm. çapa kadar imal edilirler.</p> <p>b- Asma tavan içine kolayca monte edilir.</p> <p>c- Akustik asma tavanların askıları arasında 60 cm. mesafe vardır. Yuvarlak hava kanalları kullanıldığında daha küçük çapta, daha fazla sayıda hava kanalı kullanılması kuruluş maliyetini bir miktar artırır da pratik çözüm olabilir.</p> <p>d- Asma tavan olmayan yerlerde daha dekoratif görünüm sağlar. Ayrıca istenilen renkte boyanarak da kullanılabilir.</p> <p>e- Modern binalarda asma tavansız (açıkta hava kanalları) uygulamaları. SPIROsafe hava kanallarının estetik tasarımları ve gizli sızdırmazlık bantları açıkta döşenmiş hava kanalı sistemleri için uygundur. Her parçanın estetik tasarımı SPIROsafe kanal sistemlerinin modern binalarda dekorun bir parçası olarak kullanılmasını sağlar.</p> <p>f- Hava kanalları mimari tasarıma uygun olarak istenilen renkte boyanabilir.</p> <p>g- Spor salonları, büyük fuar alanları, seralar, fabrikalar vb. yerlerde taşıyıcı çatı makasları arasından kolayca monte edildikleri için avantajlıdır.</p>	<p>a- 350 mm. çapa kadar imal edilirler.</p> <p>b- GoodmanFlex hava kanalları açıkta döşemeye müsait değildir. Asma tavan içine monte edilirler.</p> <p>c- Asma tavan içinde birden fazla sayıda kullanılabilir.</p> <p>d- Asma tavan olmayan yerlerde kullanışlı değildir.</p> <p>e- GoodmanFlex hava kanallarının; galvaniz saçtan yapılan yuvarlak (SPIROsafe) hava kanallarının yerine her koşulda kullanılması sözkonusu değildir. Küçük yapılarda hava kanalı sistemi tümüyle GoodmanFlex ile yapılabilir.</p> <p>Büyük sistemlerde anemostata kadar olan flexible bransman hava kanalı olarak da kullanılır. Yüksek basınçlı sistemlerde 150 mmSS basınca kadar kullanılabilir. (test basıncı 250 mmSS)</p> <p>f- GoodmanFlex hava kanalları Eksi 30°C kadar düşük sıcaklıklarda ve 120°C kadar yüksek sıcaklıklarda kullanılacak şekilde imal edilirler. Sıcaklık 148°C ulaştığında erir ve zehirli bir gaz çıkartmaz. Isıtma, soğutma ve havalandırma uygulamalarında güvenle kullanılır.</p>	<p>a- Her boyutta imal edilirler.</p> <p>b- Dikdörtgen hava kanalları genellikle asma tavan içine monte edilirler.</p> <p>c- Eni fazla olan dikdörtgen hava kanallarının altına daha büyük köşebent veya profiller monte edilerek, aynı zamanda asma tavan da bu profillere bazı yerlerde taşıtılabilir. Pratik görünse de (asma tavanda zaman zaman sarkmalar oluşabileceği için) pek fazla benimsenmeyen bir çözümdür.</p> <p>d- Asma tavan olmayan yerlerde estetik çok önemli değilse kullanılabilirler.</p> <p>e- Garaj, atölye, fabrika vb. dekorasyon gerektirmeyen yerlerde açıkta da monte edilirler.</p> <p>f- Dikdörtgen şaft bırakılan yerlerde montaj daha az yer kaybedilerek gerçekleştirilebilir.</p>
Standartizasyon	Yuvarlak kanalları standartlara uygun çap ve boylarda üretilirler. Stok listesinde yer alan malzemelerin iade olanağı da vardır.	Standart üretimi vardır. Kutu halinde stok edilirler. Kullanılmamış ve hırpalanmamış her çaptaki malzemenin iade olanağı vardır.	Standart üretim yoktur ve malzeme iadesi genellikle kabul edilmez.
Kayıp Alan (Yer İhtiyacı)	<p>a- Projeye göre değişir. Dikdörtgen hava kanallarına göre genellikle daha az yere ihtiyaç oluşur.</p> <p>b- Daha küçük çapta, birden fazla hava kanalı kullanılarak, daha az kayıp alan veya daha küçük asma tavan boşluğu ve flexibiliteler sağlanabilir.</p>	<p>a- Projeye göre değişir.</p> <p>b- Daha küçük çapta, birden fazla hava kanalı kullanılarak, daha az kayıp alan veya daha küçük asma tavan boşluğuna ihtiyaç duyulur ve flexibiliteler sağlanabilir.</p>	Dikdörtgen hava kanallarının asma tavan içinde veya düşey şaftlarda daha az yere ihtiyaç gösterdiği düşünülmür. Oysa, dikdörtgen hava kanallarının her kenarına en az (2,5 + 2,5) = 5 cm flanş veya köşebent çerçeve payı eklendiğinde (izoleli veya izolesiz hava kanallarında da) daha fazla yere ihtiyaç olduğu görülür. Kenetlerin kapatılması veya flanşlı hava kanallarında civataların sıkılması için gerekli boşluklar da dikkate alındığında, yer ihtiyacı bazen çok daha fazla olabilir.
Basınç Düşümü	Yuvarlak kanallardaki basınç düşümü, hancimsel olarak eşdeğer dikdörtgen kesitli kanala göre önemli ölçüde azdır. Basınç düşümündeki bu azalma, yuvarlak kanaldaki akım çizgilerinin uzunluğuna, bağlantı elemanları ile kanalın uyumlu birleşmesine, hava sızdırma karakterine, kanal ve fittingsin düzgün işlenmiş yüzeylerine bağlıdır. Fittingsleri de basınç düşümünün en az olacağı şekilde dizayn edilmiştir.	Eskiden flexible hava kanalları olarak alüminyum levhadan yapılan, iç ve dış yüzeyleri girintili hava kanalları bilinirdi. Bu tip hava kanalları girintili - çıkıntılı yüzeyleri nedeniyle, aşırı direnç ve ses kaynağı oluşturur. Ayrıca pislik toplamaya müsait oldukları için de pek sağlıklı bir kullanım oluşturmazlardı. Sonuç olarak bu tip hava kanallarının (alüminyum levhadan yapılmış olan) dört - beş metreden daha fazla kullanılmaları istenmezdi. GoodmanFlex hava kanalları açılmış olarak kullanıldığı için, basınç düşümü pratik olarak yuvarlak hava kanalları ile aynıdır veya çok yakındır. Düzgün iç yüzeyleri ile istenilen uzunluklarda rahatlıkla kullanabilirsiniz.	Yuvarlak hava kanalına göre biraz daha fazladır. Şantiye de yapılan imalatlarda; dirsek ve ayrılma parçalarındaki radyuslar, imalatı yapan ustanın tecrübesine göre imal edilir. Basınç düşümü genelde bu parçalarda daha yüksek değerlerde oluşur.
Ses İzolasyonu (Akustik İzolasyon)	<p>a- Hava kanallarının içine akustik izolasyon yapılması ile ses (gürültü) azaltılabilir.</p> <p>b- Fabrikada imal edilmiş susturucular kullanılabilir.</p>	GoodmanFlex hava kanallarının ses kırıcı özelliği vardır. Kanal içindeki ses; iç cidarda, izolasyon malzemesinde ve dıştaki alüminyum folyo içinde (sesin karakteristiğine bağlı olarak) büyük oranda sönümlenir.	<p>a- Hava kanallarının içine akustik izolasyon yapılması ile ses (gürültü) azaltılabilir</p> <p>b- Fabrikada imal edilmiş susturucular kullanılabilir.</p>

SONUÇ : Kullanma yerine ve ihtiyacınıza uygun hava kanalını siz seçeceksiniz. Ancak hava kanalının tipi ne olursa olsun, mutlaka sızdırmazlık için özen gösterilmelidir.

Tablo 1.88. ISISAN YUVARLAK-FLEXIBLE-DİKDÖRTGEN HAVA KANALLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (devam)

boşa harcanmış olacaktır.

Klima kanallarında ise kaçak hava; aynı zamanda soğutma ve ısıtma enerjisi kaybı anlamına gelmektedir. Dolayısı ile klima sistemlerinde hem fanda, hem de soğutma (veya ısıtma) grubunda enerji boşa harcanması söz konusudur. Şartlandırılan hacimlerden geçen kanallardaki sızma, yine iklimlendirilen hacme olacağından, bir kayıp oluşturmayacağı ileri sürülebilir. Ancak bu halde bile sızan hava istenilen fonksiyonu yerine getirmeyecek, menfezlerden hedef bölgeye üflenemeyecektir. Bu tartışma konusu dışında bırakılırsa, en kötü durum besleme ve egzoz kanallarının beraber geçtikleri asma tavan içinde ve düşey tesisat shaftlarındaki kayıplardır. Burada şartlandırılmış havanın doğrudan kısa devre olması söz konusudur. Burada amaç sızıntının ekonomik maliyeti olduğu için ve vurgulanmak istenen olayın boyutları olduğundan, besleme kanallarından sızan havanın egzoz sistemine kısa devre olduğu kabul edilmiş ve tamamen kayıp olarak değerlendirilmiştir.

1.22.1. Kanal Sistemlerinde Sızıntı Miktarı

Kanallardaki sızıntı miktarı pek çok faktöre bağlıdır. İyi yapılmamış kanallarda sızıntı miktarı gönderilen havanın %30'u mertebelerine çıkabilmektedir. Sızdırmazlık uygulanmış ve uygulanmamış çok çeşitli kanallardaki testler sonucu ASHRAE ve SMACNA kanal kaçaklarını sınıflandırmışlardır. (İlgili bölüme bakınız)

Tablo 1.13'de iyi bir kanal işçiliği ve sızdırmazlık uygulaması yapıldığında çeşitli tip kanallarda elde edilebilecek sızdırmazlık sınıfları verilmiştir. Buna göre yuvarlak ve contalı (Sızdırmazlık uygulanmış) kanallarda sızdırmazlık sınıfı $C_L = 3$ iken, dikdörtgen contasız kanallarda sızdırmazlık sınıfı $C_L = 48$ olmaktadır.

Burada bu iki kanal tipi karşılaştırılacaktır. Bunlardan biri Türkiye'de prefabrik olarak üretilen kaliteli hava kanalını, diğeri ise genel olarak uygulanan, yerinde iyi bir işçilikle yapılan konvansiyonel kanalı temsil etmektedir.

Tablo 1.13'de verilen test verileri kanalların menfezlere, difüzörlere ve panjurlara bağlantılarını içermemektedir. Ekipmanların kapaklarından ve çerçevelerinden olan kayıplar ve kontrol kutularındaki sızıntılar da bu değerlerin dışındadır. Bu çalışmadaki hesaplarda da bu kayıplar dikkate alınmayacaktır. Bu biçimdeki kayıplar %2-5 gibi önemli değerlere varabilir.

Tablo 1.89'da fanın beslediği havanın yüzdesi olarak kaçak değerleri verilmiştir. Parametre olarak sızdırmazlık sınıfı, m^2 kanal yüzeyi başına beslenen hava debisi ($L/s. m^2$) ve statik basınç alınmıştır. Bu tabloya göre örneğin sızdırmazlık sınıfı 48 olan bir kanal sisteminde içerideki ortalama basınç 250 Pa değerinde ise (250 Pa kanal girişi ve sonu basınçlarının ortalamasıdır), hava debisine (veya kanal uzunluğuna) göre sızıntı yüzdesi %24 ile %9,6 arasında değişmektedir.

Uzun bir kanal sisteminde büyük değer, kısa bir kanal sisteminde küçük değer geçerlidir. Örneğin; 20.000 m^3/h hava besleme debisi olan dikdörtgen kesitli bir kanal sisteminde; toplam kanal yüzeyi 555 m^2 ise kaçak oranı toplam debinin %24'ü, kanal yüzeyi 222 m^2 ise kaçak toplam debinin %9,6'sı olacaktır.

1.22.2. Enerji Kaybının Belirlenmesi

Enerji kaybının belirlenmesi için öncelikle birim hava debisi (1 m^3/h) başına gerekli ortalama fan gücü, soğutma ve ısıtma maliyet-

leri belirlenmelidir.

Birim hava için gerekli fan gücü, fanın büyüklüğüne ve çalışma noktasına bağlıdır. Referans olarak 6 m^3/s hava debisinde 0,77 verim noktasında çalışan gerçek bir fan ele alınmıştır. Gerekli fan gücü 7,76 kW değerindedir. %10 aktarma ve motor kaybı alınabileceği katalogta belirtilmiştir. Buna göre gerçek kullanılan motor gücü 8,5 kW olmaktadır. Bu değerlerle 1 m^3/s hava kaçığı için, $W_p = 1,42$ kW güç harcanmaktadır. Hesaplarda kullanılacak değer bu olacaktır. Isıtma ve soğutma gücü için İstanbul şartları esas alınacaktır. Toplam havanın %20'si dış hava kabul edilerek ve 10 °C sıcaklık farkı ile üfleme yapıldığı göz önüne alınarak 1 m^3/s hava için santralde 21 kW ısıtma gücü hesaplanmıştır.

Sistem ortalama yıllık verimini %70 kabul ederek, yakıt enerjisi cinsinden gerekli ısıtma gücü 30 kW bulunur. O halde 1 m^3/s hava debisi için özgül ısı enerjisi kullanımı, $q_1 = 30$ kW değerindedir. Aynı şekilde soğutma gücü için psikometrik diyagram yardımı ile hesap yapılırsa santralde gerekli güç 1 m^3/s hava için yaklaşık 20 kW bulunur. Soğutma sisteminde dağıtma kayıpları %10; soğutma tesir katsayısı 4,2; kompresör ortalama yıllık verimi %60 ve pompa, soğutma kulesi gibi yardımcı organlarda harcanan enerji kompresör enerjisinin %20'si kabul edilirse, 1 m^3/s hava için soğutmada kullanılan elektrik enerjisi, $V_s = 10,5$ kW alınacaktır.

1.22.3. Sızdırmanın Yıllık Maliyeti

Tablo 1.89'da verilen çeşitli kanal sistemleri için kaçak yüzdelerinden bazıları seçilerek, enerji kaybı cinsinden yeni bir tablo oluşturulmuştur. Buna göre hazırlanan **Tablo 1.90'da** örnek olarak 6 m^3/s hava debisi esas alınmıştır. Ayrıca bunun klima havası olduğu düşünülerek hem fan elektrik gücü hem de klima elektrik gücü hesaba katılmıştır. Buradan ortaya çıkan rakamlardan hava sızıntılarının yıllık maliyetlerinin çok büyük değerlere ulaştığı görülmektedir.

Hava sızıntısının maliyeti açısından bir fikir vermek üzere, elektrik fiyatı 0,1 USD/kWh alınarak bir hesap yapılmıştır. Yıllık 4.000 saat çalışma esasıyla, iyi bir prefabrik kanal ile orta kalite, yerinde yapılan kanalın kaçak maliyeti arasındaki fark, (6 m^3/s debi, 600 m^2 kanal ve 500 Pa basınç halinde)

Yıllık pik yükte = 10100 USD

Yıllık ortalama yükte = 5100 USD

olarak ortaya çıkmaktadır.

Dikdörtgen kesitli kenetli imal edilen hava kanalının m^2 fiyatı (ortalama) 9,28 USD/ m^2 , yuvarlak, contalı (safesistem) hava kanalının m^2 fiyatı (ortalama) 12,85 USD/ m^2 olduğu (%50 fittings maliyeti dahil) kabul edilerek,

9,28 x 600 m^2 = 5571 USD

12,85 x 600 m^2 = 7714 USD

Yatırım bedeli farkı = 2143 USD

İlk yatırım maliyetindeki fark 2143 USD olmaktadır. Buna göre yukarıda verilen örnekte sistem pik yükte çalışması halinde ilk yatırım maliyetindeki fark 3 ay gibi kısa bir sürede kendini amorti etmektedir. Türkiye'de imal edilen dikdörtgen hava kanallarının kalitesi genelde iyi olmadığı için; hava kaçaklarının gerçek maliyeti, hesaplanan değerden çok daha fazla olmaktadır. Bu nedenle, hava kanallarının kalitesi ve sızdırmazlık detaylarına gereken önem verilmelidir.

Sızdırmazlık Sınıfı C _L	Ortalama Kanal Yüzeyi Başına Debi	Statik Basınç				
		125	250	500	750	1000
-	L/sm ²	Pa				
48	10	15	24	38	49	59
	12.7	12	19	30	39	47
	15	10	16	25	33	39
	20	7.7	12	19	25	30
	25	6.1	9.6	15	20	24
3	10	1.0	1.5	2.4	3.1	3.7
	12.7	0.8	1.2	1.9	2.4	3.0
	15	0.6	1.0	1.6	2.0	2.5
	20	0.5	0.8	1.3	1.6	2.0
	25	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5

Tablo 1.89. HAVA DEBİSİNİN YÜZDESİ OLARAK SIZINTI MİKTARI

Yıllık Çalışma Saati (h)	Sızdırmazlık	Hava Debisi m ³ /h	Kanal Yüzeyi m ²	Statik Basınç			
				500 Pa		1000 Pa	
				Pik yükte	Ortalama	Pik yükte	Ortalama
2000	48	6	600	54.400	27.200	84.400	42.200
			240	21.400	10.700	34.400	17.200
	3	6	600	3.400	1.700	5.200	2.600
			240	1.200	600	2.200	1.100
4000	48	6	600	108.800	54.400	168.800	84.400
			240	42.800	21.400	68.800	34.400
	3	6	600	6.800	3.400	10.400	5.200
			240	2.400	1.200	4.400	2.200
6000	48	6	600	163.200	81.600	253.200	126.600
			240	64.200	32.100	103.200	51.600
	3	6	600	10.200	5.100	15.600	7.800
			240	3.600	1.800	6.600	3.300

Tablo 1.90. HAVA KAÇAKLARI DOLAYISI İLE YILLIK PİK VE ORTALAMA ELEKTRİK ENERJİSİ KAYIPLARI (kWh)

2. HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ KONTROLÜ

Genel olarak havalandırma tesisatında ses ve titreşim problemleri önemli bir tasarım parametresidir. Bu kapsam içinde mimari ile birlikte ele alınması gerekli çok çeşitli konular bulunmaktadır. Bunlar içinde kanal tasarımı ile doğrudan ilgili üç ana problem bulunmaktadır. En önemli problem klima veya havalandırma santralindeki gürültünün kanallar yolu ile yaşanan mahallere taşınmasıdır. İkinci problem, yaşanan bir mahalden geçen ve üzerinde menfez bulunmayan bir kanaldan bu mahalle yayılan sestir. Son hal ise iki mahal arasında kanallar tarafından taşınan sestir. Burada bu son hal üzerinde durulmayacaktır. Ayrıca titreşim problemi de ele alınmayacaktır.

Burada üzerinde durulmayan, tesisatla ilişkili gürültü ve titreşim problemlerinin çözümü için ASHRAE Handbook'larına ve SMACNA yayınlarına başvurulabilir.

2.1. TEMEL TARİF VE KAVRAMLAR

Ses elastik bir ortamın titreşimidir ve esas olarak bir basınç olayıdır. Havada doğan ses, ortalama atmosferik basınç etrafında hava basıncının değişimi veya titreşimidir. Elastik ortam içerisinde, bu titreşim şeklindeki basınç dalgalanmaları ortamın karakterine bağlı bir hızla yayılırlar. Ses bir basınç olayı olduğu kadar aynı zamanda bir enerji olayıdır. Sesin doğması ve yayılması aynı zamanda bir enerjiyi gerektirir. Aşağıda sesle ilgili bazı temel kavramların tanımları verilmiştir:

Sesin frekansı: Frekans titreşimlerin veya dalgalanmaların bir saniyedeki sayısına verilen isimdir. Birimi Hertz (Hz) olarak isimlendirilir.

Sesin şiddeti: Sesin şiddeti ses dalgalarının birim alanındaki enerjisi olarak tarif edilir. Ses şiddeti kaynaktan itibaren mesafenin karesi ile orantılı olarak azalır.

Saf tonlar, rastgele ses ve kompleks ses: Tek bir frekansta verilen sese saf ton denir. Belirli bir tonu olmayan su sesi gibi seslere rastgele ses denir. Kompleks ses ise saf tonlar ve rastgele seslerin birarada bulunduğu seslere denir ki tabiattaki seslerin hemen hepsi bu karakterdedir.

Oktav bantları: Ses kontrolü çalışmalarında herhangi bir kompleks ses, birleşenlerine ayrılarak incelenir. Bu konuda en geçerli yol duyulabilir ses frekanslarını oktav bantlarına bölmektir. İnsan kulağı 16-20000 Hz arası frekanstaki sesleri duyabilir. Bir sesin bir oktav üstündeki ses iki katı frekansta olacak şekilde, bu frekans aralığı 8 oktav bandına bölünmüştür. Her bir oktav bandı o bandın ortasındaki ses frekansı ile sembolize edilir. **Tablo 2.1**'de oktav bantları, frekans aralıkları ve orta frekansları belirtilmiştir.

Ses güç düzeyi L_w : Bu düzey esas olarak ses kaynağından yayılan toplam akustik gücü ifade eder. Desibel [dB] cinsinden ses güç düzeyinin matematik ifadesi;

$$L_w = 10 \text{ Log}(W/W_0)$$

şeklinde. W_0 referans güç düzeyi olup, $W_0 = 10^{-12}$ watt değerindedir. Ses güç düzeyi doğrudan ölçülemez. Ancak standart odalarda yapılan ölçümlerden hesapla bulunur. Tamamen kaynağa bağlı bir değerdir, alınan yolla değişmez.

Ses basınç düzeyi L_p : Bu seviye, söz konusu bir yerdeki ses basıncı-

OKTAV BANDI	FREKANS ARALIĞI (Hz)	ORTA FREKANS (Hz)
1	45 / 90	63
2	90 / 180	125
3	180 / 355	250
4	355 / 710	500
5	710 / 1400	1000
6	1400 / 2800	2000
7	2800 / 5600	4000
8	5600 / 11200	8000

Tablo 2.1. FREKANS BANTLARI

nı belirler (veya o yerdeki müsaade edilebilecek ses basınç seviyesini ifade eder). Yine [dB] biriminde ifade edilir.

$$L_p = 10 \text{ Log}(P^2/P_0^2) = 20 \text{ Log}(P/P_0)$$

P_0 referans basıncı 20 μ paskal (μ Pa) değerindedir. Yukarıdaki her iki log ifadesi de 10 tabanına göre logaritmadır.

İki ses kaynağını mukayese etmek için sadece ses basınç düzeylerini karşılaştırmak yetmez. Çünkü bu değer aynı zamanda mesafeye bağlıdır. Böyle bir mukayese için ses güç seviyelerini karşılaştırmalıdır. Öte yandan ses basınç seviyeleri doğrudan ölçülebilen değerlerdir.

Ses seviyeleri dB cinsinden logaritmik olarak ifade edildiklerinden, iki ses düzeyinin toplanması aritmetik toplama işlemi ile yapılamaz. Gerekli matematik işlemler uzun olduğu için iki sesin toplanması **Tablo 2.2** yardımı ile yapılabilir.

Örneğin 46 ve 50 [dB] şiddetindeki iki ses toplanırsa, toplam ses düzeyi 52 olarak bulunur. 50 ile 46 arasındaki fark 4 [dB] olup tablodan üst seviyeye eklenmesi gerekli sayı 2 olarak okunur. $50 + 2 = 52$ [dB] olarak sonuç bulunur.

Aynı şekilde $46 + 50 + 55$ [dB] şiddetindeki üç ses toplanırsa toplam seviye 57 [dB] olarak bulunur. $50+46$ [dB] = 52 [dB] ve $52+55$ [dB] = 57 [dB] şeklinde hesap yapılır.

Toplanacak iki seviye arasındaki dB cinsinden fark	0-1	2-4	5-9	10 ve üzeri
Toplam seviyeyi bulmak üzere üst ses seviyesine eklenecek dB sayısı	3	2	1	0

Tablo 2.2. İKİ SES DÜZEYİNİN TOPLAMI

2.2. AKUSTİK TASARIM HEDEFLERİ, SES KRİTERLERİ

Bir iklimlendirme veya havalandırma sisteminin akustik tasarımında, yaşanan ortamda mekanik tesisat dolayısıyla rahatsız edici bir gürültünün veya sesin olmaması esas alınır. Bu tanım karakter itibariyle subjektiftir ve öncelikle bu ortamdaki mekanik tesisat dışı gürültü düzeyine bağlıdır. Mekanik tesisat çalışmazken ortamda mevcut ses basınç düzeyine, geri plan gürültüsü adı verilir. Ortamdaki mekanik tesisat kaynaklı sesin rahatsız edici olması, geri plan gürültüsünün düzeyine, kişilere ve aktivitelere bağlıdır. Ayrıca sesin rahatsız edici olması sadece ses basınç düzeyine bağlı değildir. Aynı zamanda sesin kalitesi de önemli bir rol oynar. Ses kalitesi sesin frekans spektrumu ile ilgilidir. Bir ortamdaki sesin rahatsız edici olmamasıyla ilgili kalite özellikleri olarak aşağıdaki genel doğrular sıralanabilir:

- Sesin geniş bir frekans aralığında dengelenmiş bir ses enerjisi da-

ğılımı olmalıdır.

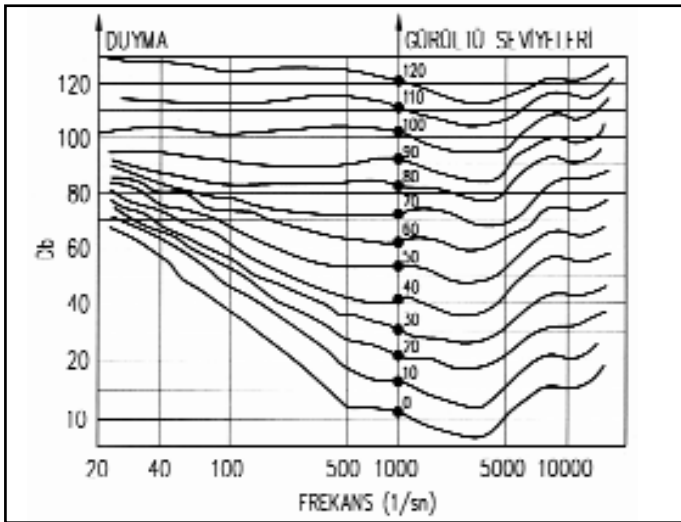
- Zırlıtı, ıslık, vınlama veya gurultu gibi işitilebilir tonal karakteristik taşınamalıdır.
- Ses basıncında farkedilebilir zamana bağılı düzey değışimleri olmalıdır. Özellikle ani değışimler (durup, çalışma gibi), vuruntu ve darbelerden kaçınılmalıdır.

Doğal olarak bunlarla birlikte ses basınç düzeyi yüksek olmamalıdır. Buradan hareketle iklimlendirme sistemleri akustik tasarımında dört farklı tip akustik tasarım kriteri kullanılmaktadır. Bu kitapta bu kriterler içinde en yaygın kullanılan iki kriter üzerinde durulacaktır. Diğer iki kriterle konser salonu gibi özel yapıların değerlendirilmesinde ve akustik tasarımında karşılaşılmaktadır.

1. Gürültü Kriteri (NC) Eğrileri

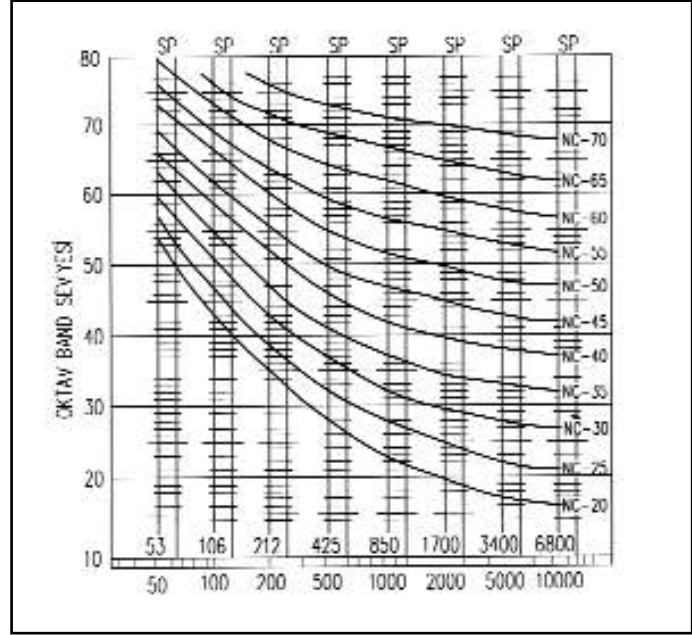
İnsan kulağına aynı etkiyi yapan sesler, frekansa karşılık ses basınç düzeyi eksen takımında işaretlenirse, Şekil 2.3'deki eğriler elde edilir. İnsan kulağı bütün frekanslarda aynı şekilde duyarlı olmadığı için farklı frekanslarda farklı ses basınç düzeyleri aynı etkiyi bırakmaktadır.

İnsan kulağı yüksek frekanslara daha duyarlıdır. 20 dB düzeyinde frekansı 1000 (Hz) olan ses ile çok daha şiddetli 50 dB fakat 100 (Hz) frekansındaki ses aynı etkiyi bırakmaktadır. Buna karşılık ses basınç düzeyi arttıkça kulak duyarlılığı frekansa göre düzleşmektedir. 100 dB düzeyinde artık 100 (Hz) ile 1000 (Hz) frekansta aynı etki algılanmaktadır. Dolayısı ile ses kriterlerini tek bir frekansta vermek doğru değildir. Yani farklı hacimlerde gerçekleşmesi istenen ses düzeyini sadece bir frekanstaki ses düzeyi ile belirlemek uygun değildir. Buna göre kriter frekansa bağılı olarak verilmelidir. Ses basınç düzeylerini sınırlandırmada en çok kullanılan kriter NC eğrileri olarak bilinir.



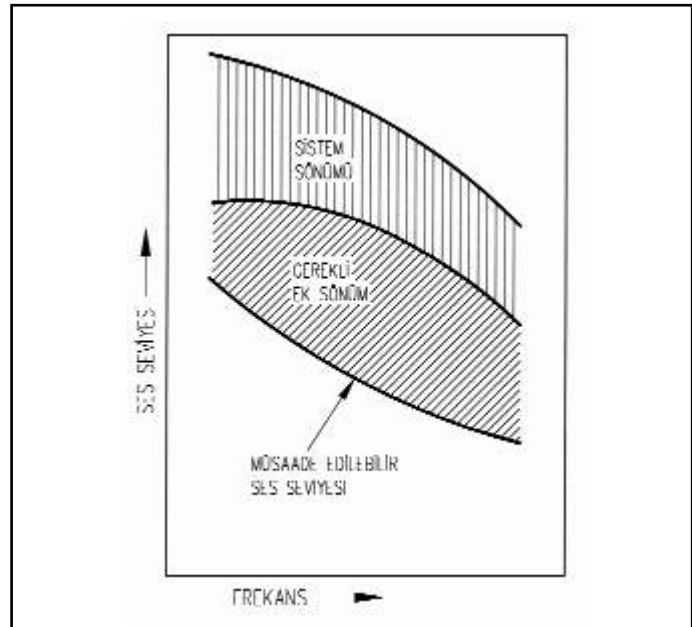
Şekil 2.3. KULAK DUYARLILIĞI

Bu eğrilerin belirlenmesinde yukarıda belirlenen eşit ses yüksekliği değışimi esas alınmıştır. Şekil 2.4'de NC eğrileri verilmiştir. Buna göre genel bir büro hacminde NC 40 düzeyi sağlanması yeterlidir denildiğinde, bütün duyulur frekans aralığında ses basınç düzeyinin aşmaması gereken değerleri oktav bandı esasına göre belirlenmiş olur. Neyin kabul edilebilir ses düzeyi olduğunu bilmeleri halinde, mühendisler cihazların ses gücü seviyeleri değerlerini kullanarak yaşanan hacimdeki ses basıncı seviyelerini istenilen düzeyde tutmayı başarabilirler. Eğer yaşanan hacimdeki istenen ses basıncı düzeyi, hacimle



Tablo 2.4. NC EĞRİLERİ

iklimlendirme santrali arasındaki beklenen sönüm ve hacmin kendi sönümü biliniyorsa buradan cihazın kabul edilebilecek en büyük ses gücü düzeyi belirlenebilir. Veya cihaz belirli ise arada gerekli ek sönümleyici değerleri belirlenebilir ve susturucu seçimi yapılabilir. Şekil 2.5'de bu söylenenler şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.5. EK SÖNÜMLEYİCİ SEÇİMİNİN PRENSİBİ

2. A- ağırlıklı Ses Düzeyi

Ses kriterinin oktav bandı esasına göre belirlenmesi durumunda hem ölçüm daha zordur, hem de ilgili hesaplar daha uzundur. Bu nedenle ses kriterinin tek rakamla ifadesi için toplam değerler kullanılır. Kullanılan toplama tekniği, ağırlıklı toplam olup, ağırlık faktörlerine göre değışik isimler alır. Havalandırma işlerinde daha çok A-ağırlıklı toplama kullanılır. Bu toplamada düşük frekanstaki sesler daha küçük

ağırlık faktörleri ile hesaba katılır. A-ağırlık toplamının biriminin gösterimi dBA şeklindedir. Bu değer basit ses basıncı ölçen aletler tarafından belirlenebilmektedir. Dolayısı ile bir hacimde ses düzeyi 40 dBA değerini aşmaması demek, bu hacimdeki sesin, frekanslara göre ağırlıklı toplamının 40 dBA değerini aşmaması anlamına gelir ve basitçe ölçülebilir. Ancak yine de unutmamak gerekir ki dBA cinsinden tanımlanan değer, sesin karakteri hakkında fikir vermez. Sadece aynı karakterde iki ses basınç düzeyini karşılaştırmaya yarar. **Tablo 2.6'da** çeşitli hacimler için NC değerleri ve dBA olarak verilen ses basınç düzeyi limitleri görülmektedir.

2.3. GENEL AKUSTİK TASARIM KURALLARI

Tecrübe ve mühendislik sağduyusu gürültü kontrolünde en önemli hususlardır. Genel doğruların uygulanması ve tekniğine uygun bir sistem gerçekleştirilmesi aynı zamanda sesle ilgili pek çok sorunun da baştan çözümü anlamına gelir. Gürültü kontrolü ile ilgili tasarım esasları aşağıda anlatılacaktır. Burada mühendislik yaklaşımıyla ilgili bazı temel doğrular, esaslar ve tavsiyeler üzerinde durulacaktır.

Ses üreten cihazları ofisler, konferans odaları ve sınıflar gibi duyarlı alanlardan uzağa yerleştirmek gerekir. Mekanik tesisat odaları veya ekipman odalarının duvarlarını mümkün olduğu kadar kalın tutmak gerekir. Ekipman odalarını merdiven boşlukları, tuvaletler ve depolar gibi kritik önemi olmayan alanlarla çevrelenecek şekilde yerleştirmek mimarın görevidir. Ayrıca VAV kutuları, kanal tipi cihaz fanları ve hızların yüksek olduğu kanallar hizmet verdikleri odalara değil, bu odalara açılan koridorlara yerleştirilmelidir.

Fan seçimi, çalışma noktası fan eğrisinin maksimum verim noktasında fan en sessiz çalışır. Egzoz fanları, kanal tipi fanlar gibi daha küçük kapasitede olan fanlarda düşük ses seviyelerini sağlamak için daha düşük devir sayıları ve daha büyük çıkış ağzları tercih edilmelidir.

Farklı uzunlukta ve dirençte kollardan oluşan kanal sistemlerinde basınç dengelenmesi amacıyla damper kullanmak yerine booster fan kullanarak sistemi dengelemek daha uygun ve ekonomiktir. Birinci durumda en yüksek basınç düşümü olan kritik kola göre yüksek basınçlı fan seçilecektir. Daha düşük basınç düşümü olan kollarda ise küçük çaplı kanallar ve damperlerle basınç düşümü artırılarak sistem dengelenmeye çalışılır. Bunun tersi bir yaklaşımda, sistem ana fanı basınç düşümü küçük olan kola göre seçilecektir. Basınç düşümü daha yüksek olan kollara ise booster fan takılarak takviye yapılacaktır. Böylece toplamda daha az enerji tüketen ve hızların uygun değerlerde tutulabileceği, dolayısıyla daha sessiz kanal sistemleri oluşabilecektir.

Bütün dönen ve hareketli parçaları olan ekipman, titreşim izolatörleriyle yapıdan izole edilmelidir. Cihazlar titreşim yalıtıcıları üzerine oturmalı ve cihazla kanal veya boru bağlantısında esnek titreşim yalıtıcı parçalar kullanılmalıdır. Kanal ve boru sistemi de özellikle ilk bölümlerinde binaya titreşim izolatörü elemanlarla asılmalı veya bağlanmalıdır.

Kanal sistemi standartlara uygun olmalıdır. Kanal sisteminde yanlış yöne döndürmeler, keskin dirsekler, ani genişleme ve daralmalardan kaçınılmalıdır. Fanın hemen çıkışında fittings bulunmamalıdır.

İçten camyünü kaplı esnek veya rijit kanallar veya kendisi camyünü kanallar ses sönümlemesinde en ucuz ve etkin uygulamalardır. Ancak 25 mm kalınlıkta izolasyon yüksek frekanslarda çok iyi sönüm sağlarken, düşük frekanslarda fazla etkili olmaz. Düşük frekanslarda

Hacim Cinsi	NC-RC Seviyesi	Yaklaşık dBA
KONUTLAR		
Villa tipi ev (kırsal alanda)	20-30	25-35
Şehirde özel ev	25-35	30-40
Apartman dairesi	30-40	35-45
OTELLER		
Odalar	30-40	35-45
Balo salonu	30-40	35-45
Holler, koridorlar	35-45	40-50
Garaj	40-50	45-55
Mutfak, çamaşırhane	40-50	45-55
HASTANELER		
Hasta odası	25-35	30-40
Ameliyathane	30-40	35-45
Koridorlar	30-40	35-45
Laboratuvarlar	35-45	40-50
Lobi, bekleme odası	35-45	40-50
Banyo, tuvaletler	40-50	45-55
İŞYERLERİ		
Konferans odası	25-35	30-40
Yönetici ofisleri	30-40	35-45
Genel ofisler	30-45	35-50
Kabul odaları	30-45	35-50
Açık ofisler	35-45	40-50
Koridorlar	45-60	45-65
Hesap merkezleri	40-50	45-55
TIYATRO VE KONSER SALONLARI		
Konser salonu	15-25	20-30
Ses kayıt stüdyosu	15-25	20-30
Tiyatro	25-30	30-40
Çok amaçlı salonlar	25-30	30-35
Sinemalar	30-35	35-40
TV stüdyoları	30-35	35-40
Amfityatrolar	30-35	35-40
Konferans salonları	30-35	35-40
Lobiler	35-45	40-50
CAMİLER VE OKULLAR		
Camiler	20-30	25-35
Kütüphaneler	30-40	35-45
Dershaneler	30-40	35-45
Laboratuvarlar	35-45	40-50
Dinlenme salonları	35-50	40-55
Koridorlar	35-50	40-55
HALK KÜTÜPHANELERİ		
Müze ve kütüphane	30-40	35-45
Postane	35-45	40-50
Banka	35-45	40-50
Tuvaletler	40-50	45-55
LOKANTA - KAFETERYA		
Lokantalar	35-45	40-50
Barlar	35-40	40-45
Gece kulüpleri	35-45	40-50
Kafeteryalar	40-50	45-55
ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ		
Giyim kuşam	35-45	40-50
Katlı alışveriş (üst)	35-45	40-50
Katlı alışveriş (alt)	40-50	45-55
Küçük dükkanlar	40-50	45-55
Süper marketler	40-50	45-55
SPOR SALONLARI		
Kapalı salon	30-40	35-45
Bowling alanı	35-45	40-50
Kapalı spor salonu	35-45	40-50
Yüzme havuzu	40-55	45-60
TERMİNALLER		
Bilet satış	30-40	35-45
Bekleme salonu	35-50	40-55

Tablo 2.6. ÇEŞİTLİ HACİMLERDE TAVSİYE EDİLEN SES KRİTERİ NC SEVİYELERİ

etkin cam yünü kalınlığı 50 veya 100 mm olmalıdır. İçten izoleli dirsekler ses yutumunda çok etkilidir. İzoleli bir dirsek merteye olarak, 1-2,5 m uzunlukta izoleli düz kanal veya 30 m uzunlukta izolesiz düz kanalın yarattığı yutuma eş bir etkiye sahiptir.

Havalandırma şaftları sese duyarlı alanlardan geçirilmelidir. Kanallar mümkün olduğu kadar şaft duvarlarından aralıklı olacak bir biçimde monte edilmelidir.

Kanallarda hava akışı sırasında ses oluşur. Bu üretim hava hızı ile yakın ilişkidir. Ses açısından 10-15 m/s hız orta; 15 m/s üzeri yüksek hız olarak bilinir. Kanallarda oluşan ses özellikle düşük frekanslı olmasıyla tehlikelidir. Düşük frekanslı sesleri yutmak veya sönmülemek çok zordur. Bu açıdan hızları kanal sisteminde 9 m/s altında tutmak en güvenli yoldur. Yüksek hızlara çıkmak zorunda kalındığında, kanal tasarımına çok önem verilmeli, standartlarda verilen kanal konstrüksiyonu ve montajı kurallarına sıkıca uyulmalıdır. Ayrıca kanal üretiminde kalın saç kullanmak kanallardaki ses üretimini azaltan bir etkidir. Zorunlu durumlarda daha kalın saç tercih edilebilir. Kanal kritik durumlarda mümkün olduğu kadar rijit olmalıdır.

Gürültü problemlerine katkısı açısından difüzörler özel önem taşır. Kanal sisteminin son elemanı olan difüzörlerde doğacak gürültüyü artık sönmüleme imkanı bulunmamaktadır. Örneğin hedef gürültü düzeyi NC30 olan bir hacim ele alınmışsa ve bu hacimde 4 difüzör gerekiyorsa, difüzör ses gücü düzeyleri NC 30 olarak alınmamalıdır. Çünkü difüzör üreticileri ürünlerinin ses gücünü tanımlarken, odada tek difüzör olduğunu, başka kaynak olmadığını ve insanların difüzöre yakın olmayacağını kabul ederler. Halbuki kanaldan gelen gürültü, diğer difüzörlerin gürültüsü ve hacimdeki başka gürültü kaynakları toplanarak insanlara etki ederler. Bu durumda NC 30 difüzör rahatsız edicidir. Bunun için iyi bir yaklaşım, difüzör NC düzeyinin, oda NC düzeyinden 3 dB daha az seçilmesidir. Eğer iki difüzör varsa 6 dB kadar düşük seçilmelidir. Örnek durumda dört difüzör varken, 9 dB daha az, yani NC 21 difüzör seçilmesi tavsiye edilir. Difüzör sayısının her katlanmasında 3 dB azaltma yapılmalıdır.

Difüzörlerle ilgili diğer tavsiyeler hacim damperlerinin mümkün olduğu kadar geriye, en iyisi kol ayrımına yerleştirilmesi, difüzör bağlantılarında akustik esnek bağlantı kanalı kullanılması ve mümkünse difüzörden evvel 3 çap uzunlukta düz bir kısım bırakılmasıdır.

Kanal dizayn ve konstrüksiyonunda dikkat edilmesi gerekli, ASHRAE'den alınan genel kurallar, aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1. Kanallar hava akışına karşı direnci ve türbülansı minimumda tutacak şekilde dizayn edilmelidir.
2. Fanlar mümkün olduğu kadar maximum verim noktasında çalışacak şekilde seçilmelidir. Gerekli yüke göre çok büyük veya çok küçük seçilmiş fanlar gürültülü çalışır.
3. Fan giriş ve çıkışındaki kanal bağlantıları üniform ve düzgün bir hava akışı olacak şekilde gerçekleştirilmelidir.
4. Kanal tipi susturucu seçiminde dikkatli olmalıdır. Susturucular gerekli statik fan basıncını artırır. Ayrıca dikkörtgen kesitli kanallarda susturucudan sonra en az 3 m. uzunlukta kanal en az 25 mm. kalınlıkta cam yünü ile içten akustik izole edilmelidir.
5. V.A.V. sistemlerinden fan kontrollü karıştırma kutuları (kontrol kutuları) sese duyarlı odaların üstüne yerleştirilmemelidir.
6. Aynı şekilde çatı üstü santralleri (roof top units) sese duyarlı hacimlerin üstünde olmamalı ve ilk menfezden önce en az 7-8 m.

kanal bulunmalıdır. (Ayrıca titreşim izolasyonu çok iyi yapılmalıdır)

7. Dirsekler ve kanalda kol ayrılmalar birbirinden en az 3-4 kanal çapı kadar uzaklıkta olmalıdır.
8. Sese çok duyarlı hacimlere yaklaşıırken kanal kesitleri artırılarak hız düşürülebilir. Böylece potansiyel ses kaynaklarının gücü azalır.
9. Menfezler, anemostatlar gibi çıkışlar, dirseklerden ve kol ayrımlardan olabildiğince uzak yerleştirilmelidirler.
10. Anemostatlardaki damperler mümkün olduğu kadar dengeleme amacıyla kullanılmamalıdır.
11. Dönen veya hareketli parçaları olan ekipmanların kanal ve boru bağlantılarında mümkünse esnek parçalar kullanılmalıdır.
12. Böyle ekipmandan sonraki ilk 10 m.lik kanal veya boru hattında yaylı veya neopren askılar kullanılmalıdır. (Özellikle bağlantıda esnek parça kullanılmadı ise)
13. Askılar yaylı veya neopren cinsi olmalıdır. Ancak ikisi birden aynı kanalda kullanılmamalıdır.

2.4. KANAL SİSTEMLERİNİN AKUSTİK TASARIMI

Kanal sisteminde ses fanda, kanal sisteminde, bağlantı elemanlarında ve terminal ünitelerinde doğar. Buna karşılık, kanal sisteminde ve odada bir miktar sönmülenir. Bu doğal sönmü yeterli ise ilave bir işleme gerek yoktur. Aksi halde Şekil 2.5'de görüldüğü gibi ek sönmü gerekir. Bu ek sönmü kanallar içten ses yutucu malzeme ile kaplanarak ve/veya susturucu kullanılarak gerçekleştirilir.

Akustik tasarım aşağıdaki sıra ile yapılır:

1. Ses kaynağının gücü ve yaşanılan ortamda istenilen gürültü kriteri NC değeri belirlenir.
2. Kanal sistemindeki ve odadaki sönmü hesaplanır.
3. Kaynaktan, yoldaki sönmü çıkartılarak, kriterin sağlanıp, sağlanmadığı kontrol edilir.
4. Gerekliyse, susturucu seçimi yapılır.

Bu nedenle önce ses kaynakları üzerinde durulacak, daha sonra kanaldaki ve odadaki doğal sönmü anlatılacak ve en son gerekli ek sönmü hesabı verilecektir.

2.4.1. Fanlar

Belirli bir uygulama için seçilmiş fanın çalışması sırasında ürettiği ses gücü, en iyi üretici firmanın onaylanmış gerçek test verileri ile belirlenir. Fan kataloglarında böyle bir bilgi yoksa fan ses güç düzeyi oktav bandına göre aşağıdaki yaklaşık formülle belirlenir:

$$L_w = K_w + 10 \text{ Log} (Q/Q_1) + 20 \text{ Log} (P/P_1)$$

Burada;

L_w = Fanın hesaplanan ses güç düzeyi (dB)

K_w = Özgül ses güç düzeyi (Tablo 2.7'den)

Q = Fan debisi (L/s)

Q_1 = 0,472 L/s

P = Fan basıncı (Pa)

P_1 = 249 Pa

Not: log N değerleri tablo halinde Tablo 2.8'de verilmiştir.

Örnek:

Öne eğimli kanatlı radyal bir fanda debi 4154 L/s ve basınç 374 Pa değerindedir. Frekans bandına göre fanın ses güç düzeyi spektrumu-

Fan tipi	Çark çapı (mm)	Oktav bandı merkez frekansları (Hz)						
		63	125	250	500	1 kH	2 kH	4 kH
Radyal geriye eğimli	900 mm üzeri	32	32	31	29	28	23	15
	900 mm altı	36	38	36	34	33	28	20
Radyal öne eğimli	Hepsi	47	43	39	36	34	32	28
Radyal düz kanatlı ve yüksek basınçlı	1000 mm üzeri	45	39	42	39	37	32	30
	1000 - 500 mm	55	48	48	45	45	40	38
	500 mm altı	63	57	58	50	44	39	38
Eksenel kanatlı	1000 mm üzeri	39	36	38	39	37	34	32
	1000 mm altı	37	39	43	43	43	41	28

Tablo 2.7. FARKLI FAN TİPLERİ İÇİN ÖZGÜL GÜÇ SEVİYESİ, KW (dB) DEĞERLERİ

N	Log	N	Log	N	Log	N	Log	N	Log
.01	-2.00000	.50	-.30103	1	0.00000	50	1.69897	100	2.00000
.02	-1.69897	.51	-.29243	2	0.30103	51	1.70757	125	2.09691
.03	-1.52288	.52	-.284	3	0.47712	52	1.71600	150	2.17609
.04	-1.52288	.53	-.27572	4	0.60206	53	1.72428	175	2.24304
.05	-1.39794	.54	-.26761	5	0.69397	54	1.73239	200	2.30103
.06	-1.22185	.55	-.25964	6	0.77815	55	1.74036	225	2.35218
.07	-1.1549	.56	-.25181	7	0.84510	56	1.74819	250	2.39794
.08	-1.09691	.57	-.24413	8	0.90309	57	1.75587	275	2.43933
.09	-1.04576	.58	-.23657	9	0.95424	58	1.76343	300	2.37712
.10	-1.00000	.59	-.22915	10	1.00000	59	1.77085	325	2.51188
.11	-.95861	.60	-.22185	11	1.04139	60	1.77815	350	2.54407
.12	-.92082	.61	-.21467	12	1.07918	61	1.78533	375	2.57403
.13	-.88606	.62	-.20761	13	1.11394	62	1.79239	400	2.60206
.14	-.85387	.63	-.20066	14	1.14613	63	1.79934	425	2.62839
.15	-.82390	.64	-.19382	15	1.17609	64	1.80618	450	2.65321
.16	-.79588	.65	-.18709	16	1.20412	65	1.81291	475	2.67669
.17	-.76955	.66	-.18046	17	1.23045	66	1.81954	500	2.69397
.18	-.74473	.67	-.17393	18	1.25527	67	1.82607	525	2.72016
.19	-.72125	.68	-.16749	19	1.27875	68	1.83251	550	2.74036
.20	-.69897	.69	-.16115	20	1.30103	69	1.83885	575	2.75967
.21	-.67778	.70	-.1549	21	1.32222	70	1.84510	600	2.77815
.22	-.65758	.71	-.14784	22	1.34242	71	1.85126	625	2.79588
.23	-.63827	.72	-.14267	23	1.36173	72	1.85733	650	2.81291
.24	-.61979	.73	-.13668	24	1.38021	73	1.86332	675	2.82930
.25	-.60205	.74	-.13077	25	1.39794	74	1.86923	700	2.84510
.26	-.58503	.75	-.12494	26	1.41497	75	1.87506	725	2.85034
.27	-.56864	.76	-.11919	27	1.43136	76	1.88081	750	2.87506
.28	-.55284	.77	-.11351	28	1.44716	77	1.88649	800	2.90309
.29	-.5376	.78	-.10791	29	1.46240	78	1.89209	850	2.92942
.30	-.52288	.79	-.10237	30	1.47712	79	1.89763	900	2.95424
.31	-.50864	.80	-.09691	31	1.49136	80	1.90309	950	2.97772
.32	-.49485	.81	-.09151	32	1.50515	81	1.90849	1.000	3.00000
.33	-.48149	.82	-.08619	33	1.51851	82	1.91381	2.000	3.30103
.34	-.46852	.83	-.08092	34	1.53148	83	1.91908	3.000	3.47712
.35	-.45593	.84	-.07572	35	1.54407	84	1.92428	4.000	3.60206
.36	-.4437	.85	-.07058	36	1.55630	85	1.92942	5.000	3.6897
.37	-.4318	.86	-.0655	37	1.56820	86	1.93450	6.000	3.77815
.38	-.42022	.87	-.06048	38	1.57978	87	1.93952	7.000	3.84510
.39	-.40894	.88	-.05552	39	1.59106	88	1.94448	8.000	3.90309
.40	-.39794	.89	-.05061	40	1.60206	89	1.94939	9.000	3.95424
.41	-.38722	.90	-.04576	41	1.61278	90	1.95424	10.000	4.00000
.42	-.37675	.91	-.04096	42	1.62325	91	1.95905	20.000	4.30103
.43	-.36653	.92	-.03621	43	1.63347	92	1.96379	30.000	4.47712
.44	-.35655	.93	-.03152	44	1.64345	93	1.96848	40.000	4.60206
.45	-.34679	.94	-.02687	45	1.65321	94	1.97313	50.000	4.69897
.46	-.33724	.95	-.02228	46	1.66276	95	1.9772	60.000	4.77815
.47	-.3279	.96	-.01773	47	1.67210	96	1.98227	70.000	4.84510
.48	-.31876	.97	-.01323	48	1.68124	97	1.98677	80.000	4.90309
.49	-.3098	.98	-.00877	49	1.69020	98	1.99123	90.000	4.95424
		.99	-.00436			99	1.99564	100.000	5.00000

Tablo 2.8. BEŞ HANELİ LOGARİTMA CETVELİ

nu bulunuz.

$$L_w = K_w + 10 \log (4154 / 0,472) + 20 \log (374 / 249)$$

$$L_w = K_w + 10 \log 8800 + 20 \log 1,5$$

$$L_w = K_w + 39,5 + 3,6 = K_w + 43$$

öne eğimli kanatlı radyal fanlar için **Tablo 2.7'den** okunan K_w değerleri ve bunlara 43 ilavesi ile bulunan L_w seviyeleri **Tablo 2.9'da** verilmiştir.

2.4.2. Kanallarda Üretilen Ses

Ana kanallarda 7,5 m/s hız, kollarda ise 4 m/s hızın altında kanal elemanlarında doğan ses önemsizdir. Sonuç olarak iyi dizayn edilmiş bir kanal sisteminde hava akışı nedeniyle doğan ses hesaplarında ihmal edilebilir.

Frekans Bandı	63	125	250	500	1 K	2 K	4 K
K_w	47	43	39	36	34	32	28
L_w	90	86	82	79	77	75	61

Tablo 2.9. K_w ve L_w DÜZEYLERİ

2.4.3. Kanal Terminal Elemanlarında Doğan Ses

V.A.V. sistemlerinde karışım veya kontrol kutularında doğan ses genellikle kataloglarda belirtilir. Ayrıca kutu ile çıkış ağız elemanı arasındaki kanalın içten akustik izole edilip edilmeyeceği de belirtilir. Odaya hava veren menfez, difüzör gibi elemanlar için de ses üretim değerleri kataloglarında belirtilmiştir. Bu kataloglarda yer alan test sonuçları düzgün bir hava akış hali içindir. Eğer menfezler akışı bozan dirsek, kol ayrılma v.s. gibi elemanlardan hemen sonra yerleştirilirse üretilen ses 12 dB'e kadar daha fazla olacaktır. Ayrıca difüzörle kanal arasında esnek bağlantı kanalları kullanılması yararlıdır. Katı bağlantı kanallarındaki eksen kaçıklıkları önemli ses kaynaklarıdır. Bir difüzördeki ses düzeyi kataloglarda verilmemiş ise yaklaşık olarak,

$$L_w = 10 \log [S] + 30 \log [P] + 60 \log [u] - 8,7 + C$$

ifadesi ile bulunabilir. Burada,

S = Menfezden önceki kanal kesit alanı (m^2)

u = Menfezden önceki kanalda hava hızı (m/s)

P = Menfezde normalize edilmiş basınç düşümü

$$(P = 2 \cdot \Delta P / \rho \cdot u^2)$$

(ΔP = Basınç düşümü (Pa), ρ yoğunluk (kg/m³))

$$C = -5,82 - 0,15A - 1,13A^2$$

Buradaki A değeri f_p değerine göre **Tablo 2.10'da** verilmiştir. ($f_p = 160$. u formülü ile belirlidir.)

Örnek: Kesiti 300 x 400 mm olan dikdörtgen kanala takılı difüzörde, hava debisi 2000 m³/h ve basınç düşümü 75 Pa değerindedir. Bu difüzördeki oktav bandına göre ses üretimini bulunuz. ($\rho = 1,2$ kg/m³)

$$S = 300 \times 400 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$u = 2000 / (0,12 \times 3600) = 4,6 \text{ m/s}$$

$$P = 2 \cdot 75 / (1,2 \cdot (4,6)^2) = 59$$

$$L_w = 10 \log (0,12) + 30 \log (5,9) + 60 \log (4,6) - 8,7 + C$$

f_p	63	125	250	500	1 kH	2 kH	4 kH
177 - 355	-2	-1	0	1	2	3	4
355 - 710	-3	-2	-1	0	1	2	3
710 - 1420	-4	-3	-2	-1	0	1	2

Tablo 2.10. A DEĞERLERİ

$$L_w = -9 + 23,4 + 39,6 - 8,7 + C = 63 + C$$

$f_p = 160 \cdot 4,6 = 736$ olup, A değerleri **Tablo 2.10'dan** alınarak C ifadesinde yerine konur ve oktav bant değerlerine göre L_w bulunur. Hesaplanan değerler **Tablo 2.11'de** verilmiştir.

	63	125	250	500	1 K	2 K	4 K
C	-23.3	-15.54	-10.02	-6.8	-5.82	-7.1	-10.64
L_w	39.7	47.5	53	56.2	57.2	55.9	52.4

Tablo 2.11. HESAPLANAN L_w DEĞERLERİ

2.4.4. Kanal Elemanlarında Sesin Sönümü

Kanal sisteminde sesin absorpsiyonu için hiçbir önlem alınmasa bile fittingste, kol ayrılmalarda ve terminal elemanlarında sönüm meydana gelir. Burada sırasıyla izoleli ve izolesiz kanallarda, dirseklerde, kol ayrılmalarda ve son elemanlarında ortaya çıkan sönüm üzerinde durulacaktır.

2.4.4.1. İzolesiz Kanallarda Sönüm

Gerek dikdörtgen kesitli, gerekse yuvarlak metal izolesiz kanallarda meydana gelen sönüm burada ihmal edilecektir.

2.4.4.2. Akustik İzoleli Kanallarda Sönüm

Kanallarda akustik izolasyon içten yapılır. İzolasyon malzemesi olarak cam yünü kullanıldığında, izolasyon kalınlığı 2 - 5 cm arasında değişir. Cam yünü akustik izoleli kanallarda birim uzunluk başına sönüm değerleri **Tablo 2.12 ve 2.13'de** verilmiştir. İzolasyon kalınlığı 25 mm, için **Tablo 2.12** ve izolasyon kalınlığı 50 mm. için **Tablo 2.13** hazırlanmıştır. Bu tablolardan sönüm, frekans bandına göre okunabilir. **Tablo 2.14 ve 2.15'de** ise içten akustik izoleli yuvarlak kanallardaki sönüm değerleri verilmiştir. Örneğin; Tablo 2.14'den 600 mm. çaplı 9 m. uzunluktaki içten 25 mm. cam yünü izolasyonlu yuvarlak kanalda sönüm **Tablo 2.16'da** verildiği gibi okunur.

Ancak içten cam yünü kaplı kanallarda izolasyon malzemesinin erozyonu söz konusudur. Hava akışı, önlem alınmamış durumda, lifleri koparak birlikte sürükler. Bu hem izolasyon tabakasının aşınmasına neden olur, hem de hava ile sürüklenen lifler solunmaları halinde sağlık açısından olumsuz etki yaratırlar. İçten cam yünü akustik izolasyon halinde liflerin sürüklenmemesi için önlem alınmalıdır. Bu amaçla cam yünü tabakası üzerine uygulanacak koruyucu tabaka, akustik açıdan ses yutumuna etki etmemelidir. Cam yünü malzemenin bu sakıncası nedeniyle, kanal içerisinde akustik amaçla lif erozyonu olmayan, yanmaz, yağdan ve tozdan etkilenmeyen, yüksek ses yutuculuğuna sahip poliüretan köpük malzemeler geliştirilmiştir. **Tablo 2.16A'da** 25 mm kalınlığında, **Tablo 2.16B'de** 50 mm kalınlığında yanmaz poliüretan köpük malzemenin farklı kanal ebatlarında, birim uzunluk (m) başına sönüm (ses yutma) değerleri verilmiştir.

2.4.4.3. Akustik İzolesiz Dirseklerde Sönüm

Tablo 2.17A'da içten izoleli ve izolesiz dikdörtgen kanal dirseklerindeki sönüm değerleri verilmiştir. İzoleli dirseklerde önemli bir sönüm olmaktadır. Yuvarlak kanallarda 90° izolesiz dirseklerde sönüm değerleri ise **Tablo 2.17B'de** verilmiştir.

2.4.4.4. Kanal Kol Ayrılmalarda Ses Enerjisi Bölünmesi

Kanal sisteminde bir ayrılma noktasında, gelişteki ana kanaldaki ses

Boyutlar cm x cm	Özgül sönümler (dB/0.3 m) Oktav bandı merkez frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15x15	1.08	1.24	1.60	2.98	7.62	7.48	3.98	2.60
15x25	0.82	0.96	1.35	2.66	6.52	6.26	3.59	2.46
15x30	0.77	0.90	1.29	2.57	6.23	5.94	3.49	2.42
15x45	0.69	0.79	1.18	2.42	5.74	5.41	3.31	2.36
20x20	0.77	0.90	1.29	2.57	6.23	5.94	3.49	2.42
20x30	0.65	0.74	1.12	2.34	5.49	5.13	3.21	2.32
20x45	0.60	0.67	1.04	2.22	5.10	4.72	3.06	2.26
20x60	0.56	0.60	0.96	2.09	4.70	4.29	2.90	2.20
25x25	0.63	0.71	1.09	2.29	5.34	4.97	3.15	2.30
25x40	0.55	0.59	0.94	2.06	4.62	4.21	2.86	2.19
25x50	0.53	0.55	0.89	1.98	4.37	3.94	2.76	2.15
25x75	0.51	0.51	0.82	1.87	4.02	3.59	2.62	2.09
30x30	0.56	0.60	0.96	2.09	4.70	4.29	2.90	2.20
30x45	0.51	0.52	0.85	1.90	4.14	3.71	2.67	2.11
30x60	0.50	0.48	0.79	1.81	3.85	3.41	2.54	2.06
30x90	0.40	0.43	0.74	1.70	3.54	3.10	2.41	2.00
45x45	0.40	0.43	0.74	1.70	3.54	3.10	2.41	2.00
45x70	0.33	0.35	0.64	1.54	3.09	2.65	2.20	1.91
45x90	0.30	0.32	0.59	1.47	2.90	2.46	2.11	1.87
45x135	0.27	0.28	0.54	1.38	2.67	2.24	2.00	1.82
60x60	0.30	0.32	0.59	1.47	2.90	2.46	2.11	1.87
60x90	0.25	0.26	0.51	1.34	2.55	2.13	1.94	1.80
60x120	0.23	0.24	0.47	1.27	2.37	1.95	1.85	1.76
60x180	0.21	0.21	0.43	1.20	2.19	1.78	1.75	1.71
75x75	0.24	0.25	0.49	1.31	2.48	2.06	1.91	1.78
75x110	0.21	0.21	0.43	1.20	2.19	1.78	1.75	1.71
75x150	0.19	0.19	0.39	1.13	2.03	1.63	1.67	1.67

Tablo 2.12. 25 mm CAM YÜNÜ KAPLI AKUSTİK İZOLELİ KANALLARDA 0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

Boyutlar cm x cm	Özgül sönümler (dB/0.3 m) Oktav bandı merkez frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15x15	1.78	2.23	3.27	6.20	7.62	7.48	3.98	2.60
15x25	1.27	1.69	2.74	5.54	6.52	6.26	3.59	2.46
15x30	1.16	1.56	2.61	5.36	6.23	5.94	3.49	2.42
15x45	1.00	1.35	2.38	5.05	5.74	5.41	3.31	2.36
20x20	1.16	1.56	2.61	5.36	6.23	5.94	3.49	2.42
20x30	0.93	1.25	2.26	4.89	5.49	5.13	3.21	2.32
20x45	0.83	1.11	2.08	4.64	5.10	4.72	3.06	2.26
20x60	0.74	0.98	1.90	4.37	4.70	4.29	2.90	2.20
25x25	0.88	1.20	2.19	4.79	5.34	4.97	3.15	2.30
25x40	0.72	0.95	1.87	4.32	4.62	4.21	2.86	2.19
25x50	0.68	0.87	1.76	4.15	4.37	3.94	2.76	2.15
25x75	0.62	0.78	1.61	3.91	4.02	3.59	2.62	2.09
30x30	0.74	0.98	1.90	4.37	4.70	4.29	2.90	2.20
30x45	0.64	0.81	1.66	3.99	4.14	3.71	2.67	2.11
30x60	0.60	0.73	1.53	3.78	3.85	3.41	2.54	2.06
30x90	0.48	0.64	1.42	3.56	3.54	3.10	2.41	2.00
45x45	0.48	0.64	1.42	3.56	3.54	3.10	2.41	2.00
45x70	0.38	0.51	1.21	3.23	3.09	2.65	2.20	1.91
45x90	0.34	0.46	1.12	3.08	2.90	2.46	2.11	1.87
45x135	0.30	0.40	1.02	2.91	2.67	2.24	2.00	1.82
60x60	0.34	0.46	1.12	3.08	2.90	2.46	2.11	1.87
60x90	0.28	0.37	0.97	2.81	2.55	2.13	1.94	1.80
60x120	0.26	0.33	0.89	2.67	2.37	1.95	1.85	1.76
60x180	0.23	0.29	0.81	2.51	2.19	1.78	1.75	1.71
75x75	0.27	0.35	0.94	2.76	2.48	2.06	1.91	1.78
75x110	0.23	0.29	0.81	2.51	2.19	1.78	1.75	1.71
75x150	0.21	0.26	0.74	2.38	2.03	1.63	1.67	1.67
90x90	0.23	0.29	0.81	2.51	2.19	1.78	1.75	1.71

Tablo 2.13. 50 mm CAM YÜNÜ KAPLI AKUSTİK İZOLELİ KANALLARDA 0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

Çap (cm)	Özgül sönümler (dB/0.3m) Oktav bandı merkez frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	0.38	0.59	0.93	1.53	2.17	2.31	2.04	1.26
20	0.32	0.54	0.89	1.50	2.19	2.17	1.83	1.18
25	0.27	0.50	0.85	1.48	2.20	2.04	1.64	1.12
30	0.23	0.46	0.81	1.45	2.18	1.91	1.48	1.05
35	0.19	0.42	0.77	1.43	2.14	1.79	1.34	1.00
40	0.16	0.38	0.73	1.40	2.08	1.67	1.21	0.95
45	0.13	0.35	0.69	1.37	2.01	1.56	1.10	0.90
50	0.11	0.31	0.65	1.34	1.92	1.45	1.00	0.87
60	0.07	0.25	0.57	1.28	1.71	1.24	0.85	0.80
70	0.03	0.19	0.49	1.20	1.46	1.04	0.74	0.74
80	0.01	0.14	0.42	1.12	1.20	0.87	0.66	0.69
90	0	0.08	0.35	1.02	0.93	0.71	0.60	0.64
100	0	0.03	0.28	0.91	0.68	0.57	0.55	0.58
125	0	0	0.15	0.55	0.19	0.29	0.41	0.40
150	0	0	0.08	0.06	0.10	0.14	0.09	0.07

Tablo 2.14. 25 mm CAM YÜNÜ AKUSTİK İZOLELİ YUVARLAK KANALLARDA 0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

Çap (cm)	Özgül sönümler (dB/0.3m) Oktav bandı merkez frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	0.56	0.80	1.37	2.25	2.17	2.31	2.04	1.26
20	0.51	0.75	1.33	2.23	2.19	2.17	1.83	1.18
25	0.46	0.71	1.29	2.20	2.20	2.04	1.64	1.12
30	0.42	0.67	1.25	2.18	2.18	1.91	1.48	1.05
35	0.38	0.63	1.21	2.15	2.17	1.79	1.34	1.00
40	0.35	0.56	1.17	2.12	2.08	1.67	1.21	0.95
45	0.32	0.56	1.13	2.10	2.01	1.56	1.10	0.90
50	0.29	0.52	1.09	2.07	1.92	1.45	1.00	0.87
60	0.25	0.46	1.01	2.00	1.71	1.24	0.85	0.80
70	0.22	0.40	0.93	1.93	1.46	1.04	0.74	0.74
80	0.20	0.34	0.86	1.84	1.20	0.87	0.66	0.69
90	0.18	0.29	0.79	1.74	0.93	0.71	0.60	0.64
100	0.16	0.24	0.73	1.63	0.68	0.57	0.55	0.58
125	0.09	0.12	0.60	1.28	0.19	0.29	0.41	0.40
150	0	0	0.53	0.79	0.10	0.14	0.09	0.07

Tablo 2.15. 50 mm CAM YÜNÜ AKUSTİK İZOLELİ YUVARLAK KANALLARDA 0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

Oktav bandı	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
Sönüm (dB)	2.1	7.5	17.1	38.4	51.3	37.2	25.5	24

Tablo 2.16.

gücü ayrılan kollar arasında bölünür. Bu şekilde ana kanaldan kol ayrılması halinde, ayrılan kola geçen sesteki sönüm yaklaşık olarak, $\Delta L = 10 \text{ Log } [A_i / \sum A_i]$ ifadesi ile bulunabilir. Burada

$A_i =$ Ayrılan kolun kesit alanı (m^2)

$\sum A_i =$ Ayrılan ve devam eden kolların kesit alanı toplamı (m^2)

Örneğin; 450 mm. çapındaki kanal, 150 mm. çapındaki kol ayrıldıktan sonra 300 mm. çapında devam ediyorsa, ayrılan kolda seste meydana gelen sönümü bulunuz.

$$A_i = \pi (0,150)^2 / 4$$

$$\sum A_i = \pi (0,150)^2 / 4 + \pi (0,300)^2 / 4$$

$$A_i / \sum A_i = 0,2$$

$$\Delta L = 10 \text{ log } 0,2 = 7 \text{ dB}$$

Kanal ebatları	Frekans (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
(mm)	125	250	500	1000	2000	4000
900x600	0,5	1,2	3	9	6,5	4,9
450x600	0,7	1,8	3,8	10,1	9,1	6
300x600	0,9	2,4	4,4	10,7	13,8	6,3

Tablo 2.16-A. 25 mm kalınlığında yanmaz poliüretan köpük malzemenin farklı kanal ebatlarında, birim uzunluk (m) başına sönüm (ses yutma) değerleri.

Kanal ebatları	Frekans (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
(mm)	125	250	500	1000	2000	4000
900x600	0,8	2,9	7,2	11	7,1	6,2
450x600	1,6	3,1	8,7	16,6	8,8	8,6
300x600	2,6	5,4	10,5	19,5	15,1	11,6

Tablo 2.16-B. 50 mm kalınlığında yanmaz poliüretan köpük malzemenin farklı kanal ebatlarında, birim uzunluk (m) başına sönüm (ses yutma) değerleri.

	Ses Kaybı, dB	
	Kaplanmamış Dirsek	Kaplanmış Dirsek
$f_w < 48$	0	0
$48 \leq f_w < 96$	1	1
$96 \leq f_w < 190$	5	6
$190 \leq f_w < 380$	8	11
$380 \leq f_w < 760$	4	10
$f_w > 760$	3	10

Tablo 2.17.A KAPLAMALI VE KAPLAMASIZ KANATSIZ DİKDÖRTGEN DİRSEKLERDE SES KAYIPLARI

f_w	Sönüm (dB)
$f_w < 1.9$	0
$1.9 < f_w < 3.8$	1
$3.8 < f_w < 7.5$	2
$f_w > 7.5$	3

$f_w = f \times w \times 40$ olarak tariflenmiştir. Burada f oktav bandı merkez frekansı (kHz) ve w dirseğin genişliği (m) olarak verilmiştir.

Tablo 2.17-B. YUVARLATILMIŞ DİRSEKLERDE SÖNÜM

2.4.4.5. Kanal Çıkış Yansıması

Düşük frekanslı düzlemsel ses dalgaları, büyük bir odaya açılan küçük bir difüzör veya menfez alanı ile karşılaştıklarında önemli ölçüde bir ses enerjisi bu kesitteki girişim sonucu tekrar kanala geri yansıtılır. Buna çıkış yansıması denir. Bu olay sonucu meydana gelen sönüm özellikle düşük frekanslarda etkilidir ve **Tablo 2.18'den** çıkış kesit alanına göre yaklaşık olarak okunabilir.

2.4.5. Oda Etkisi

Bir odaya açılan menfezden yayılan ses enerjisi odada bulunan kişi-

Alan cm^2	Oktav bandı merkez frekansı (Hz)					
	63	125	250	500	1k	
100	20				3	
	19	15	10	6	2	
	18	14	9	5		
	17	13	8	4	1	
	16	12	7	3		
	15	11	6	2		
	500	14	10	5	1	0
		13	9	4		
		12	8	3		
		11	7	2		
10		6	1			
1000	9	5	2	0	0	
	8	4	1			
	7	3	0			
	6	2	0			
	5	1	0			
5000	4	0	0	0	0	
	3	0	0			
10000	2	0	0	0	0	
	1	0	0			

Tablo 2.18. ÇIKIŞ YANSIMASI

ye aynen ulaşmaz. Oda içinde ses enerjisinde bir yutulma meydana gelir. Bu yutulma oda hacmine, yüzeylerdeki kaplamanın cinsine, eşyanın durumuna, menfezle kişi arasındaki mesafeye bağlıdır. Menfezi terk eden ses güç düzeyi L_w ile kritik kişinin bulunduğu noktadaki ses basınç düzeyi arasındaki fark (odanın yutma etkisi)

$L_p - L_w = -10 \log(r) - 5 \log(V) - 3 \log(f) + 10 \log(N) + 12$ ifadesi ile yaklaşık olarak bulunabilir. Burada;

r = Ses kaynağı ile alıcı arasındaki mesafe (m)

V = Oda hacmi (m^3)

f = Oktav bandı merkez frekansı (Hz)

N = Odada bulunan aynı güçteki kaynakların (menfezlerin) sayısı.

Örneğin; 5 x 4 x 3 m. boyutlarında bir odadaki tek bir menfezden çıkan ses ile menfeze 3 m. uzaklıktaki dinleyicinin algıladığı ses ara-

Oktav bandı	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
-10 Log (3)	-4.8	-4.8	-4.8	-4.8	-4.8	-4.8	-4.8	-4.8
-5 Log (60)	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9
-3 Log (f)	-5.4	-6.3	-7.2	-8.1	-9.0	-9.9	-10.8	-11.7
	+12	+12	+12	+12	+12	+12	+12	+12
Lp-Lw, dB	-7.1	-8	-8.9	-9.8	-10.7	-11.6	-12.5	-13.4

Tablo 2.19.

sındaki farklı frekans bandına göre bulunuz (Oda hacmi 60 m³). Hesaplar aşağıda Tablo 2.19'da özetlenmiştir.

2.4.6. Susturucular veya Paket Tipi Sönümleyiciler

Paket tipi sönümleyiciler, geniş bir frekans aralığında yüksek bir sönüm gerektiğinde ve sönüm için kullanılacak kanal uzunluklarının kısıtlı olduğu hallerde özellikle elverişlidirler. Bu tür sönümleyiciler (ki bazen susturucu olarak da anılır), dikdörtgen veya yuvarlak formda olabilirler. Sönümleyiciler esas olarak Şekil 2.20'de görüldüğü gibi metal bir dış kabuk ve perforated levhalardan oluşan çeşitli iç geçiş düzenlemelerinden ibarettirler. Şekil 2.21'de ise yuvarlak tip sönümleyiciler görülmektedir. Bu perforated metal iç düzenlemelerin üzeri daha yüksek yoğunlukta, inorganik, fiberli, ses yutan malzeme ile kaplanmıştır. Hava geçişleri ve yutucu elemanlar aerodinamik ve akustik olarak farklı sönüm ve farklı basınç düşümleri yaratacak şekilde tasarlanmıştır. Sönümleyici seçimleri imalatçı firmaların hazırladıkları abaklara göre yapılır. Bu abaklar ya tablolar halinde ya da diyagramlar halinde. Bir sönümleyicinin seçiminde çok miktarda bağımsız değişken vardır. Bu değişkenleri 5 grupta toplamak mümkündür. Bunlar hava debisi, basınç düşümü, ses sönümü, boyutlar ve ekonomi, yani 1 dB sönüme karşılık gerekli maliyettir. Bu açıdan belirli hava debisi ve sönüm için çok sayıda çözüm, daha doğrusu çok sayıda sönümleyici şekli vardır. Seçim optimum tipin bulunmasıdır.

Şekil 2.22 ve 2.23'de dikdörtgen susturucular için bir imalatçı firma kataloğundan alınan abaklar verilmiştir. Belirli bir tip sönümleyici Şekil 2.20'deki büyüklüklerle belirlenmektedir.

Şekil 2.22 ve 2.23'deki abak $D = 100$ mm. için verilmiştir. Bunun için sipariş kodunda D yerine 1 yazılacaktır. Şekil 2.22'deki abaktan sırası ile müsaade edilebilecek basınç düşümü, hava debisi, susturucu yüksekliği ve S (mm) boşluk genişliği değerleri ile B (mm) susturucu genişliği ve n levha sayısı belirlenir. Susturucu uzunluğu L (mm) değeri ise Şekil 2.23 yardımı ile bulunur. Kritik frekans bandında [örneğin 250 (Hz)], gerekli olan sönüm değeri yardımı ile susturucu uzunluğu bulunur. Bunun için S (mm) değerine göre çizilmiş abağın sol yanındaki kırık çizgilerden ilgili olanı ile kritik frekansın kesiminden sağa gidilir ve gerekli sönüm değeri ile kesim noktasından aşağı inilerek susturucu boyu okunur. Susturucu boyu belirlendikten sonra diğer frekanslardaki sönümler bu abaktan okunabilir.

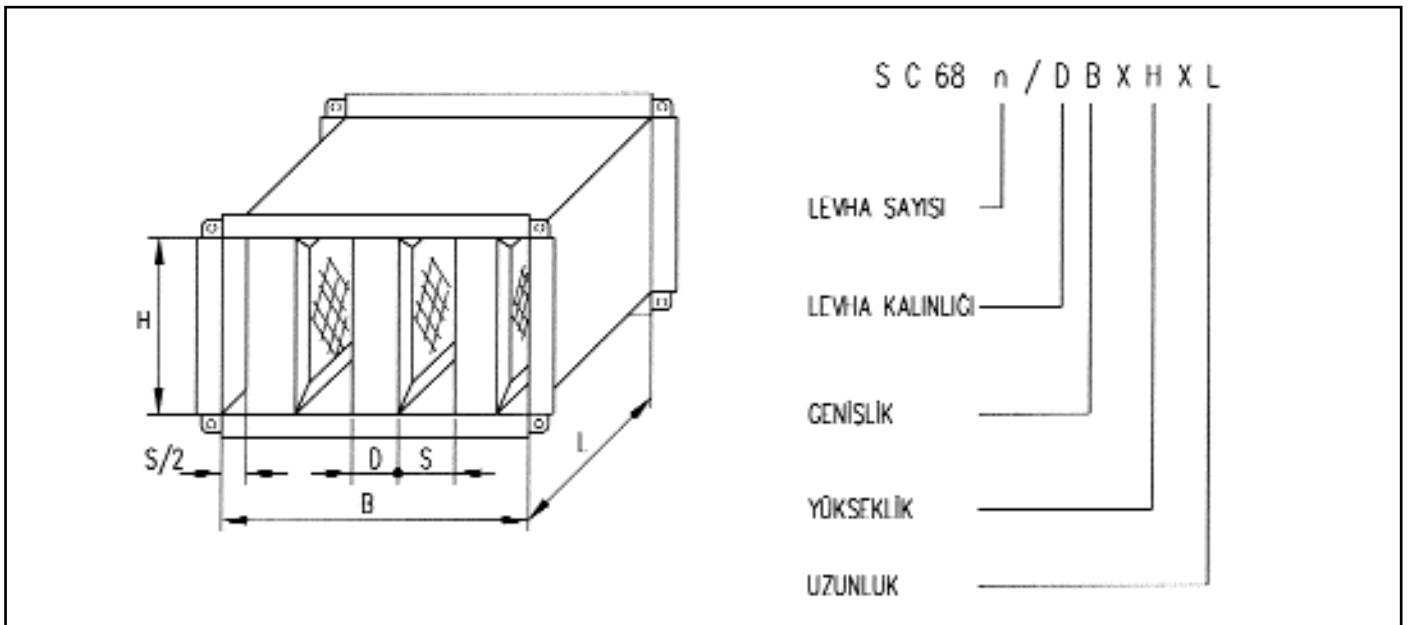
2.4.6.1. Yuvarlak Susturucu Seçimi

Yuvarlak susturucularla ilişkili bir firma kataloğunda ise bilgiler tablolar halinde verilmiştir. Şekil 2.21'den de görülebileceği gibi bu firma üretiminde ara levhalı ve ara levhasız olarak iki temel tip vardır (Örneğin SLU ve SLBU). Öncelikle hangi tipin kullanılacağına karar verilmelidir. Siparişte SLU - aaa - bbb şeklinde iki büyüklük belirlenmelidir. Seçim aşağıdaki adımlardan oluşur:

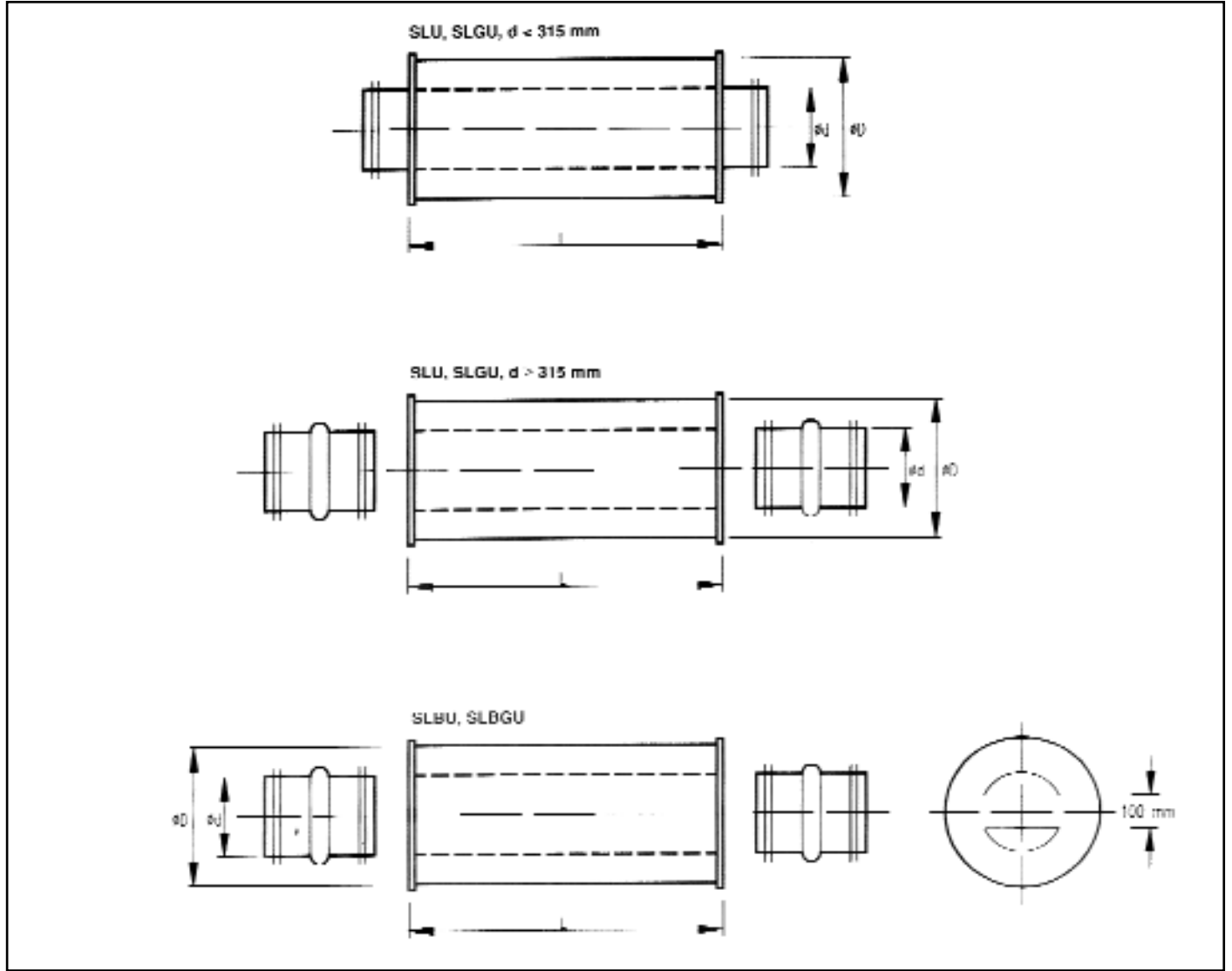
1. Hava debisine göre aşağıdaki tablolardan susturucu anma çapı belirlenir.
2. Seçilen çaptaki susturucu için Tablo 2.26, 2.27 ve 2.28'de verilen boya bağlı sönüm değerleri ve basınç düşümleri incelenir. Frekans bandına göre gerekli sönüm değerleri, bu tablolarda söz konusu çap için verilen sönüm değerleri ile karşılaştırılır. Bütün frekans bandında gerekli sönümden daha fazla sönüm veren susturucu boyu seçilir. Böylece seçim tamamlanmış olur. Gerekirse basınç düşümü kontrolü yapılır. Öte yandan eğer gerekli sönüm sağlanamıyorsa farklı çap değerlerindeki susturuculara bakılmalıdır.

2.4.7. Örnek Hesap

Bir kanal sisteminin akustik hesabının nasıl yapıldığını görmek üzere, Şekil 2.29'daki örnek göz önüne alınacaktır. Burada 12000 m³/h debisindeki besleme fanından çıkan hava 2 adet 90° dirsekten sonra



Şekil 2.20. PAKET TİPİ SÖNÜMLEYİCİLER



Şekil 2.21. YUVARLAK TİP SÖNÜMLEYİCİLER

bir susturucuya girmektedir. Hesap sırasında önce susturucu göz önüne alınmayacak, hesap sonucu susturucu gereksinimi görülerek, gerekli susturucu seçimi yapılacaktır. 3 m sonra ayrılan bir kol ile V.A.V. kutusuna bağlantı yapılmakta, kutu sonrası 1 m kanal ve 90° dirsek ile difüzöre bağlantı yapılmaktadır. Difüzör hava debisi 1400 m³/h değerindedir.

Kanallar dikdörtgen kesitli olup boyutları şekil üzerinde verilmiştir. Difüzör kare şeklinde olup 300 x 300 mm boyutundadır. Oda ise 6 x 6 m boyutunda 3 m yüksekliktedir. Difüzör ile kritik dinleyici arası mesafe 2 m değerindedir. Yapılan hesaplarda sadece besleme fanından kritik dinleyiciye ulaşan ses dikkate alınmıştır. Odada sağlanılması gerekli ses kriteri ise NC 35 olarak belirlenmiştir.

Yapılan hesaplar oktav bandına göre **Tablo 2.30'da** özetlenmiştir. Buna göre üretici kataloğundan alınan fan ses güç düzeyi değerleri 1. satıra işlenmiştir. 2. ve 3. satırlara 90° dirsekteki kayıp değerleri **Tablo 2.17** yardımı ile işlenmiştir. Bu dirseklerde kanal genişliği 650 mm. değerindedir. Düz kanallardaki sönüm ihmal edilmiştir.

5. satıra kol ayrılma kayıpları işlenmiştir. Devam eden kol kesiti değışmemiştir. Buna göre,

$$A_i = 0,050 \text{ m}^2 ; \sum A_i = 0,050 + 0,260 = 0,310 \text{ m}^2 \text{ olup,}$$

$$\Delta L = 10 \log 0,16 = -8 \text{ dB bulunur.}$$

6. 7. ve 8. satırlarda düz kanaldaki ve V.A.V. kutusundaki sönümler ihmal edilerek sıfır sönüm değerleri işlenmiştir.

9. satıra 90° dirsek sönümü ve 10. satıra **Tablo 2.18'den** yararlanarak kesit değeri 30 x 30 = 900 cm² için çıkış yansıması kaybı değerleri işlenmiştir.

11. satırda ilk 10 satırın cebrik toplamı ile bulunan, fandan odaya yayılan ses değeri görülmektedir.

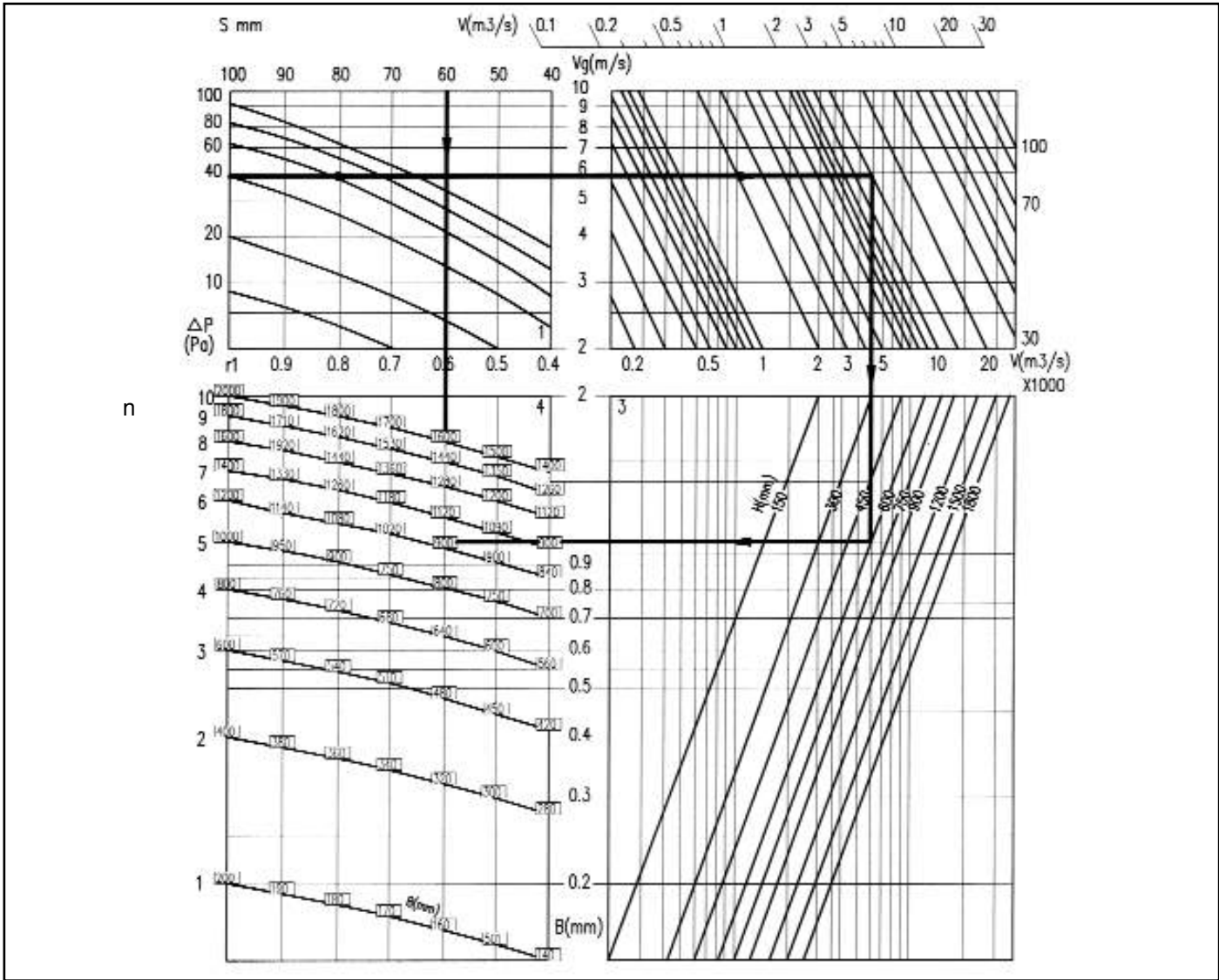
12. satıra difüzör üreticisinden alınan ses üretim değerleri işlenmiştir.

11. ve 12. satırdaki değerler **Tablo 2.2'de** verilen dB cinsinden iki değerin toplam kaidesine göre toplanarak, satır 13'de odaya yayılan toplam ses olarak ifade edilmiştir. Odaya yayılan sesin kritik dinleyiciye ulaşana kadar uğradığı kayıp olan oda etkisi 14. satırda görülmektedir. Burada,

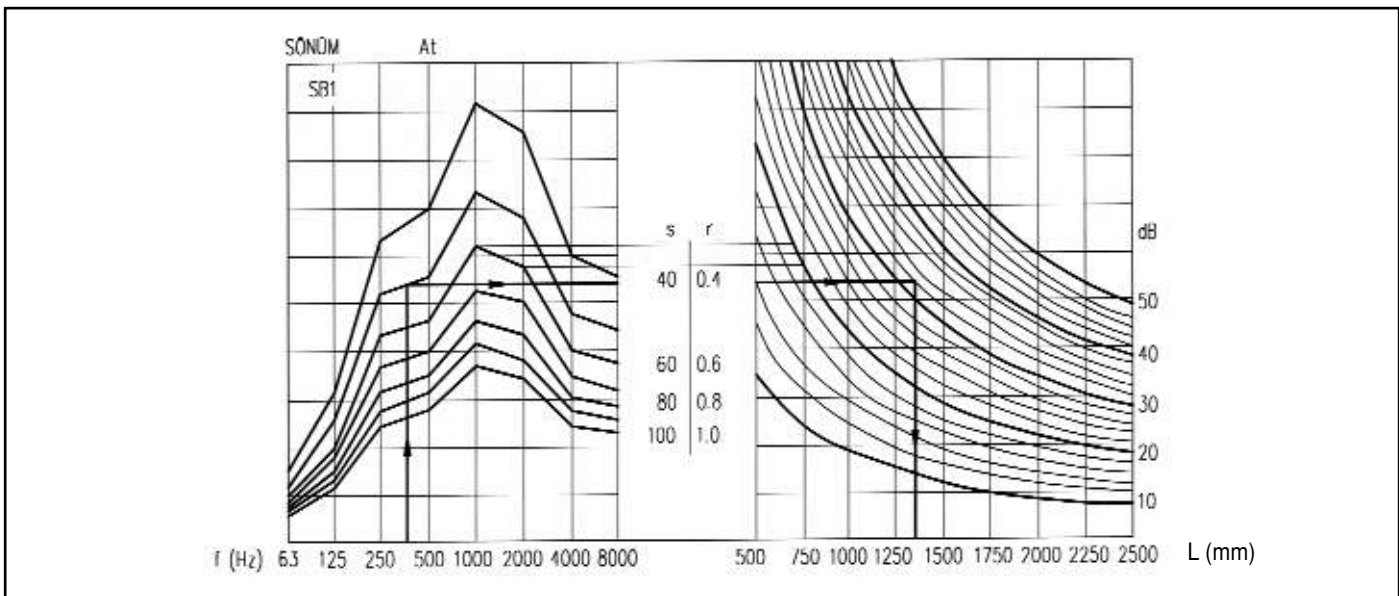
$$r = 2 \text{ m, } v = 6 \times 6 \times 3 = 108 \text{ m}^3, N = 1 \text{ olup,}$$

$$L_p - L_w = 10 \log 2 - 5 \log 108 - 3 \log (f) + 10 \log (1) + 12$$

$$L_p - L_w = 3 \log (f) - 1,2 \text{ olup değerler } \text{Tablo 2.30'da} \text{ verilmiştir.}$$



Şekil 2.22. ÖRNEK BİR SÖNÜMLEYİCİ SEÇİM ABAĞI



Şekil 2.23. SÖNÜM ABAĞI

Debi (m ³ /h)	180	280	475	725	1080	1800	2880	4500	7070	11200	18000
Anma çapı (mm)	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800

Tablo 2.24. ARA LEVHASIZ SUSTURUCU ÖN SEÇİM TABLOSU:

Debi (m ³ /h)	1650	3080	5290	8950	15210
Anma çapı (mm)	315	400	500	630	800

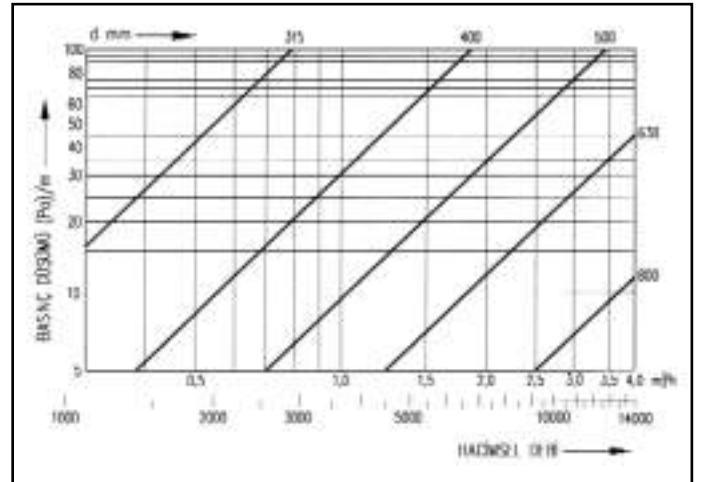
Tablo 2.25. ARA LEVHALI SUSTURUCU ÖN SEÇİM TABLOSU

Tanım	ø d nom mm	ø D mm	L mm	Ağırlık kg	Sönüm (dB) Oktav bandları (Hz)					
					125	250	500	1000	2000	4000
SLU 80 - 300	80	180	300	2	5	11	15	25	28	23
80-600	80	180	600	3	7	18	26	29	29	24
80-900	80	180	900	5	9	26	38	33	30	26
80-1200	80	180	1200	7	11	30	36	37	31	27
SLU 100-300	100	200	300	2	5	9	12	20	25	17
100-600	100	200	600	3	7	15	25	33	29	24
100-900	100	200	900	5	9	22	32	36	33	31
100-1200	100	200	1200	6	11	25	36	39	37	38
SLU 125-300	125	224	300	3	3	7	14	19	16	19
125-600	125	224	600	4	5	13	21	37	37	31
125-900	125	224	900	7	7	16	28	38	38	35
125-1200	125	224	1200	9	9	20	34	39	39	36
SLU 160-300	160	280	300	3	2	8	12	15	15	14
160-600	160	280	600	6	3	11	22	33	42	29
160-900	160	280	900	8	8	14	23	39	37	25
160-1200	160	280	1200	10	11	19	35	38	47	41
SLU 200-300	200	315	300	4	2	4	8	15	18	13
200-600	200	315	600	7	4	8	15	31	28	20
200-900	200	315	900	10	8	9	20	32	35	23
200-1200	200	315	1200	12	11	17	26	34	40	26
SLU 250-600	250	355	600	9	6	9	13	24	15	15
250-900	250	355	900	12	8	11	20	33	24	18
250-1200	250	355	1200	15	10	13	25	38	29	24
SLU 315-600	315	500	600	12	5	5	11	19	12	10
315-900	315	500	900	18	7	9	16	30	18	14
315-1200	315	500	1200	24	9	12	21	36	18	17
SLU 400-600	400	600	600	16	5	6	9	13	10	7
400-900	400	600	900	22	7	7	14	22	15	13
400-1200	400	600	1200	32	7	10	14	22	18	13
SLU 500-900	500	710	900	26	6	8	14	16	13	13
500-1200	500	710	1200	39	8	11	22	24	17	16
SLU 630-900	630	800	900	42	4	7	12	12	12	10
630-1200	630	800	1200	56	5	10	16	15	15	11
SLU 800-1200	800	1000	1200	69	4	5	10	9	15	12
800-1500	800	1000	1500	86	4	7	13	12	15	12

Tablo 2.26. YUVARLAK TİP ARA LEVHASIZ SUSTURUCULARDA SÖNÜM

Tanım	ø d nom mm	ø D mm	L mm	Ağırlık kg	Sönüm (dB) Oktav bandları (Hz)					
					125	250	500	1000	2000	4000
SLBU 315-600	315	500	600	15	7	15	18	26	34	24
315-900	315	500	900	22	11	18	26	37	40	28
315-1200	315	500	1200	29	15	21	33	41	46	40
SLBU 400-600	400	600	600	20	8	9	16	22	24	19
400-900	400	600	900	30	11	14	22	34	32	23
400-1200	400	600	1200	40	11	21	30	38	43	28
SLBU 500-900	500	710	900	40	8	12	19	27	21	19
500-1200	500	710	1200	53	10	16	26	35	29	22
SLBU 630-1200	630	800	1200	62	8	11	23	28	23	19
630-1500	630	800	1500	78	10	15	23	39	26	20
SLBU 800-1200	800	1000	1200	80	5	9	17	23	21	16
800-1500	800	1000	1500	99	5	12	19	26	23	18

Tablo 2.27. YUVARLAK TİP ARA LEVHALI SUSTURUCULARDA SÖNÜM



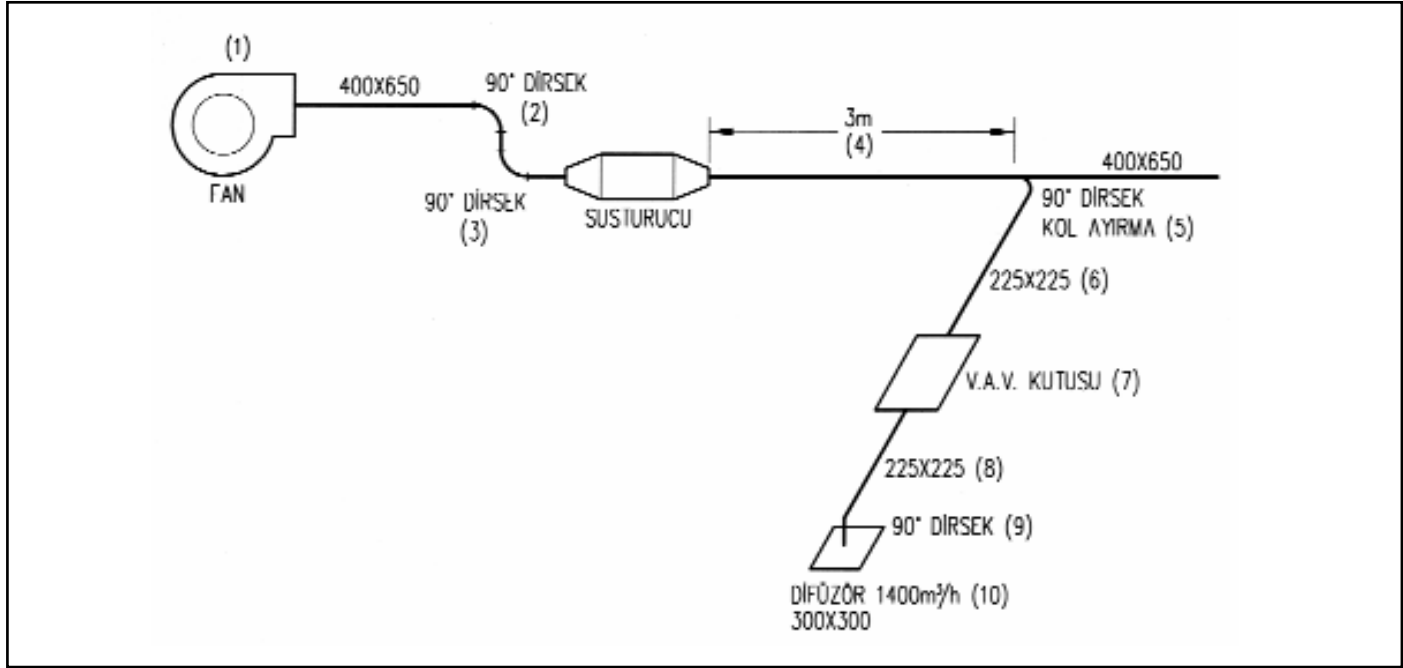
Şekil 2.28. SUSTURUCUDA BASINÇ DÜŞÜMÜ

Oda etkisi çıkarılarak bulunan kritik dinleyiciye ulaşan ses düzeyi 15. satırdadır. Halbuki bu oda için ses kriteri NC 35 değerleri 16. satıra görülmekte olup, bunlar aşılmıştır. Gerekli ilave sönüm 17. satıra işlenmiştir. İlave sönüm paket tipi bir susturucu ile sağlanacaktır.

A. İlave sönüm paket tipi dikdörtgen susturucu ile sağlanacak ise, Seçim Şekil 2.22 yardımı ile yapılacaktır.

Debi = 12000 m³/h, basınç kaybı = 40 Pa, susturucu yüksekliği, H = 600 mm. ve hava geçiş kanal genişliği, S = 600 mm. seçilerek, Şekil 2.22'deki abaktan B = 960 ve n = 60 okunur.

Buna göre susturucu tipi, SC686/1 960x600xL olarak belirlenir. L değerinin belirlenmesi için Şekil 2.23'deki abak kullanılacaktır. Satır 17'deki gerekli sönüm değerlerine bakıldığında 125 frekans bandı kritik görülmektedir. (Genellikle kritik band 250 Hz olmaktadır) Şekil



Şekil 2.29. SİSTEM ŞEMASI

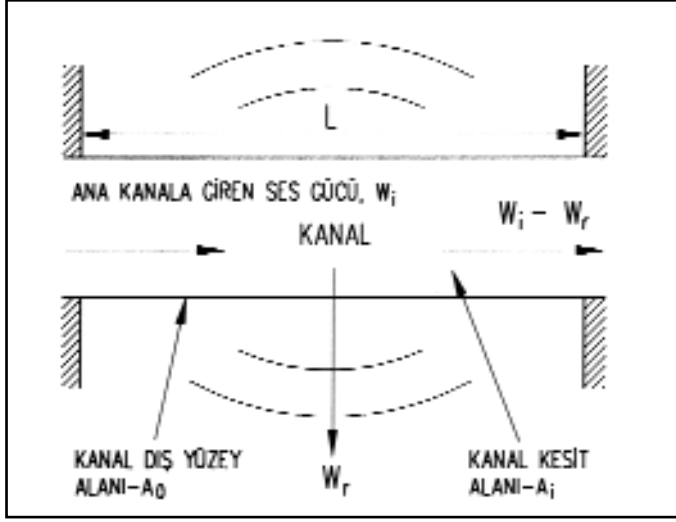
No.	Tanım	Oktav bandı merkez frekansları						
		63	125	250	500	1k	2 k	4 k
1	Fan 1200 m ³ /h, 650 Pa	92	86	80	78	78	74	71
2	90° dirsek (Tablo 2.17)	0	-1	-4	-6	-4	-4	-4
3	90° dirsek (Tablo 2.17)	0	-1	-4	-6	-4	-4	-4
4	3 m izolesiz kanal	0	0	0	0	0	0	0
5	Kol ayrılma	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
6	2 m izolesiz kanal	0	0	0	0	0	0	0
7	V.A.V. kutusu (ses üretimi veya sönümü ihmal edilmiştir.)	0	0	0	0	0	0	0
8	1 m izolesiz kanal	0	0	0	0	0	0	0
9	90° dirsek (Tablo 2.17)	0	0	-1	-4	-6	-4	-4
10	Difüzörde çıkış yansımaları	-12	-8	-4	-1	0	0	0
11	Ses düşümleri sonucu toplam	72	68	59	53	56	54	51
12	Difüzörde üretilen ses	31	36	39	40	39	36	30
13	Odaya yayılan ses	72	68	59	53	56	54	51
14	Oda etkisi	-6,6	-7,5	-8,4	-9,3	-10,2	-11,1	-12
15	Odadaki ses basıncı seviyesi	65,4	60,5	50,6	43,7	45,8	42,9	39
16	Odada sağlanması gerekli kriter	60	52	45	40	36	34	33
17	Gerekli ilave sönüm	5,4	8,5	5,6	3,7	9,8	12,9	6
18	Seçilen susturucudaki sönüm	9	15	26	32	40	38	26
19	(Yuvarlak tip SLU 630 - 1500 susturucu sönümleri)	-	10	15	23	39	26	20

Tablo 2.30. HESAP TABLOSU

2.23'deki abakta 125 frekansından çıkılarak $S=60$ kırık çizgisi ile keşişim noktası bulunur. Buradan sağa gidilerek 15 dB sönüm için $L=1500$ mm. boy gerektiği bulunur. Bu boydaki diğer frekans bantlarıdaki sönümler satır 18'e işlenmiştir. Buna göre susturucu bütün bantlarda gerekli sönümü sağlamaktadır. Seçilen susturucu SSC 686/1

960x600x1500 olacaktır.

B. İlave sönüm yuvarlak tip ara levhalı susturucu ile sağlanacak olsa idi; İlgili tablodan debi 12000 m³/h için anma çapı küçük değer olan $d=630$ mm. seçilebilir. SLBU 630 - bbb tipi susturucuların sönüm değerleri ile satır 17'deki gerekli sönüm değerleri karşılaştırıldığında



Şekil 2.31. KANAL CİDARLARINDAN SES GEÇİŞİ

$L = 1500$ mm. boyundaki susturucu uygun görülmektedir. SLU 630 - 1500 tipi susturucu sönüm değerleri 19. satıra işlenmiştir. Bu susturucuda 125 Hz frekans bandında gerekli sönümle, susturucunun sönümü arasında 1,5 dB kadar fark görülmektedir. Bu durum kabul edilebilir. Bu susturucuda meydana gelen özgül basınç düşümü ise Şekil 2.28'den 30 Pa/m ve toplam basınç düşümü, $\Delta P = 1,5 \times 30 = 45$ Pa olarak bulunur. Bu düşüm de kabul edilebilir.

2.5. KANALLARDAN VEYA V.A.V. KUTULARINDAN ÇEVREYE SES YAYIMI

Bir kanalın içindeki sesin cidarlarından etrafındaki hacme geçişine kanal ses yayımı denilebilir. Genellikle bu olay düşük frekanslarda etkilidir. Kanaldan yayılan sesin iki ana kaynağı vardır. Birincisi kanalda taşınan sesin (genellikle fan sesidir) dışarı yayılması, ikincisi ise kanal içindeki türbülanslı akışın kanal cidarlarını titreştirmesidir. Özellikle santral yakınlarında her iki kaynak da etkili olmaktadır. Şekil 2.31'de görüldüğü gibi burada ele alınan kanal içindeki sesin çev-

reye yansımadır. Kanala giren ses enerjisi L_{wi} ile gösterilmiştir. Bu enerjinin L_{wr} kadari göz önüne alınan hacme yansır ve oda çıkışında kanaldaki ses enerjisi $L_{wi} - L_{wr}$ değerindedir. Buna göre [dB] cinsinden kanaldan çevreye yayılan ses enerji düzeyi,

$$L_{wr} = L_{wi} + 10 \log (A_o/A_i) - TL_{out}$$

Burada,

$$L_{wr} = \text{Çevreye yayılan ses enerji düzeyi (dB)}$$

$$L_{wi} = \text{Oda girişinde kanaldaki ses enerji düzeyi (dB)}$$

$$A_o = \text{Sesin yayıldığı kanal dış yüzey alanı (m}^2\text{)}$$

$$A_i = \text{Kanal iç kesit alanı (m}^2\text{)}$$

$$TL_{out} = \text{Kanal cidarlarındaki ses geçiş kaybı (dB)}$$

1. Dikdörtgen Kanallar

Dikdörtgen kesitli kanallarda kenar uzunlukları a ve b olmak üzere $A_i = a \cdot b$ ve $A_o = L \cdot (a+b) \cdot 2$ olacaktır. Ayrıca sac kalınlığına bağlı olarak dikdörtgen kanal cidarlarındaki ses geçiş kaybı değerleri TL_{out} Tablo 2.32'de verilmiştir.

Örnek:

0,30 x 0,60 m. boyutunda ve 6 m. boyundaki kanalda ses düzeyi, L_{wi} Tablo 2.33'de verilmiştir. 0,70 mm. kalınlıkta sactan yapılan bu kanaldan çevreye yayılan sesi (L_{wr}), bulunuz.

Çözüm:

$$A_i = 0,30 \times 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$$

$$A_o = 6 \times 0,90 \times 2 = 10,8 \text{ m}^2$$

$$10 \log (10,8/0,18) = 17,8 \text{ dB}$$

Buna göre çözüm Tablo 2.33'de verilmiştir.

2. Yuvarlak Kanallar

Yuvarlak kanallarda A_i ve A_o değerleri yerine konulunca, $A_o/A_i = d/4 \cdot L$ haline gelir. Burada d kanal çapıdır. Yuvarlak kanallar için TL_{out} cidar kayıp değerleri ise Tablo 2.34'de verilmiştir.

3. Dıştan Akustik İzole Edilmiş Kanallar

Yuvarlak kanallarda TL_{out} değeri daha büyük olduğu için genellikle bir dış akustik izoleye gerek yoktur. Ancak dikdörtgen kesitli kanallarda çevreye yayılan sesin azaltılması için cam yünü gibi ses yutucu

Kanal boyutu mxm	Sac kalınlığı mm	Oktav bandı merkez frekansları - Hz							
		63	125	250	500	1 kH	2 kH	4 kH	8 kH
0.30x0.30	0.70	21	24	27	30	33	36	41	45
0.30x0.60	0.70	19	22	25	28	31	35	41	45
0.30x1.20	0.85	19	22	25	28	31	37	43	45
0.60x0.60	0.85	20	23	26	29	32	37	43	45
0.60x1.20	1.00	20	23	26	29	31	39	45	45
1.20x1.20	1.30	21	24	27	30	35	41	45	45
1.20x1.40	1.30	19	22	25	29	35	41	45	45

Tablo 2.32. DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANALLARDA CİDAR GEÇİŞ KAYIP DEĞERLERİ, TL_{out} (dB)

Merkez frekansı (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Kanaldaki ses seviyesi, L_{wi}	87	81	75	73	73	69	66	63
$10 \log (A_o/A_i)$	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
TL_{out}	19	22	25	28	31	35	41	45
Çevreye yayılan ses, L_{wr}	85.8	76.8	67.8	62.8	59.8	51.8	42.8	35.8

Tablo 2.33 ÖRNEK ÇÖZÜM HESAPLARI

Kanal çapı m	Uzunluğu m	Et kalınlığı mm	Oktav bandı merkez frekansları - Hz							
			63	125	250	500	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Boyuna Dikişli Kanallarda										
0.20	4.5	0.55	45	53	55	52	44	35	34	26
0.35	4.5	0.70	50	60	54	36	34	31	25	38
0.55	4.5	0.85	47	53	37	33	33	27	25	43
0.80	4.5	0.85	51	46	26	26	24	22	38	43
Spiral Dikişli Kanallarda										
0.20	3.0	0.55	48	64	75	72	56	56	46	29
0.35	3.0	0.55	43	53	55	33	34	35	25	40
0.65	3.0	0.70	45	50	26	26	25	22	36	43
0.65	3.0	1.60	48	53	36	32	32	28	41	36
0.80	3.0	0.85	43	42	28	25	26	24	40	35

Tablo 2.34. YUVARLAK KESİTLİ KANALLARDA DENEYSSEL OLARAK ÖLÇÜLEN CİDAR GEÇİŞ KAYIP DEĞERLERİ, TL_{out} (dB)

malzemelerle kanalın dıştan izolesi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Burada izolasyon tabakasının dışı geçirgen olmayan daha rijit, örneğin metal sac tabaka, alçı tabaka, kurşun levha veya kalın vinil gibi bir tabaka ile kaplanır. Metal sac rijit kaplamaların kanal cidarındaki titreşimlerle rezonansa gelme tehlikesi vardır.

Akustik izolasyon sonucu TL_{out} değerine ilave edilen kayıp değeri, düşük frekanslarda IL(df) olarak gösterilirse,

$IL(df) = 20 \log(1 + M_2/M_1 \cdot P_1/P_2)$ olarak tanımlanır. Burada,

P_1 ve P_2 sırası ile kanalın ve dış izolasyonun çevresi (m), M_1 ve M_2 sırası ile kanalın ve dış rijit kaplamanın alan yoğunluğudur (kg/m^2). Oktav bandına göre ilave kayıp, IL değerlerini bulmak için öncelikle IL (df) değeri hesaplanır.

İkinci adım kritik frekans bandının bulunmasıdır. Bunun için,

$fr = 54 \cdot [(P_1/P_2 + M_2/M_1) \cdot P_1/(M_2 \cdot S)]^{0.5}$ ifadesi kullanılır.

Burada S dış izolasyonun kesit alanıdır. Hesaplanan fr değerine en yakın oktav bandı merkez frekansı kritik bant olarak ele alınır.

Bu bandın altındaki frekanslar için,

$IL = IL(df)$

Kritik frekans bandı için,

$IL = IL(df) - 5 \text{ dB}$

Kritik frekansın üzerindeki bantlar için,

$IL = IL(df) + 29,9 \log[f/1,41 \cdot fr]$

olacaktır. Ancak bu kayıp değerleri 25 dB ile sınırlıdır. Daha yüksek kayıp bile bulursa, 25 dB kayıp ele alınır.

Örnek:

0,20 x 0,20 m. boyutunda 1,3 mm. kalınlıkta sactan mamul kanal, 25 mm. cam yünü ile izole edilmiş ve izolasyonun üzeri 12,5 mm. alçı tabakası ile kaplanmıştır. Bu kaplama sonucu ilave edilen kayıp IL değerlerini oktav bandına göre bulunuz.

Çözüm:

1,3 mm. kalınlıktaki sacın alan kütlesi, $M_1 = 10,14 \text{ kg/m}^2$

12,5 mm. kalınlıktaki alçının alan kütlesi, $M_2 = 10,64 \text{ kg/m}^2$

$P_1 = 0,8 \text{ m}$, $P_2 = 1,0 \text{ m}$ olup,

$IL(df) = 20 \log[1 + (10,64 / 10,14) \cdot (0,8/1)] = 5,3 \text{ dB}$

$S = 0,0225 \text{ m}^2$

$$fr = 54 \left[\left(\frac{1}{0,8} + \frac{10,64}{10,14} \right) \times \frac{0,8}{10,14 \cdot 0,0225} \right]^{0.5} = 154 \text{ Hz}$$

154 Hz frekansı merkez frekansı olarak 125 Hz değerine yakındır. Bu durumda kritik oktav bandı 125 Hz bulunmuştur. Kritik frekansta sönüm $IL = 5,3 - 5 = 0,3 \text{ dB}$ bulunur. Daha yüksek frekanslarda sönüm,

$$IL = 5,3 + 29,6 \log \left(\frac{f}{1,41 \times 154} \right)$$

ifadesi ile bulunacaktır. Oktav bandına göre hesaplanan ilave sönüm değerleri **Tablo 2.35'de** verilmiştir.

4. V.A.V. Kutularından Çevreye Yayılan Ses

V.A.V. kutularında iki türlü ses problemi vardır. Birincisi kutuda doğan sesin kanal ve menfez yolu ile odaya ulaşmasıdır. Daha önce belirtildiği gibi bu kutuların kataloglarında bu yolla üretilen ses değerleri verilir. Çoğu zaman bu problem önemsizdir ve nasıl ele alınacağı kanal sistemi ses kontrolü bölümünde anlatılmıştır.

İkinci problem ise, oda içinde asma tavan üstüne yerleştirilen V.A.V. kutuları için geçerlidir. Bu kutuların kendisinden yayılan ses asma tavanı geçerek odaya ulaşır. V.A.V. kutularından yayılan ses kataloglarda deneysel veri olarak sunulur. **Tablo 2.36'da** örnek olarak bir V.A.V. kutusu katalogundan alınan değerler görülmektedir. Bu tabloda ΔP_{st} kutuda meydana gelen basınç düşümünü ifade etmektedir.

Kutudan yayılan ses enerji düzeyi L_w (dB), oktav bandı merkez frekanslarında, boyuta ve debiyeye göre verilmiştir. Bu tabloda ayrıca her oktav bandında, asma tavanda 4 dB ve odada 4 dB olmak üzere, 8 dB ses düşümü göz önüne alınarak odadaki - ortalama ses basınç düzeyi L_{pA} değeri de verilmiştir.

Kutudan yayılan ses sadece asma tavan malzemesinin direncine bağlı olarak biraz sönümlenir ve doğrudan odaya yayılır. Çeşitli asma tavan malzemelerinin sönüm değerleri **Tablo 2.37'de** verilmiştir. Hiçbir önlem alınmamış asma tavan için başka veri yoksa, sönümü bütün frekanslarda 4 dB almak mümkündür.

Eğer kutudan yayılan ses odada istenen ses kriterini aşıyorsa, bu durumda dıştan izoleli kutu kullanmak gerekir. Çoğu zaman ses izoleli kutularda alternatif olarak firma tarafından sunulmakta ve

Oktav bandı merkez frekansı	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
IL (df)	5.3							
IL (kritik)		0.3						
IL (yl)			7.1	16.1				
IL (max)					25	25	25	25
IL. dβ	5.3	0.3	7.1	16.1	25	25	25	25

Tablo 2.35. ÖRNEK ÇÖZÜM HESAP TABLOSU

Size	l/s	m ³ /h	$\Delta P_{St} = 200 \text{ Pa}$										$\Delta P_{St} = 500 \text{ Pa}$										$\Delta P_{St} = 1000 \text{ Pa}$									
			L _w in dB/oct.										L _w in dB/oct.										L _w in dB/oct.									
			f _m in Hz										f _m in Hz										f _m in Hz									
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LpA in dB(A)	NC	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LpA in dB(A)	NC	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LpA in dB(A)	NC
12	15	54	27	31	27	26	27	20	<	<	22	17	20	35	28	27	28	25	24	22	25	19	36	37	29	27	29	27	27	27	23	
	35	126	34	40	32	30	27	21	<	16	24	17	29	41	36	34	32	29	26	23	29	22	37	42	37	35	36	34	33	30	33	27
	60	216	38	42	35	30	27	23	16	20	26	18	38	46	40	37	34	31	27	25	32	24	42	47	41	40	40	37	35	26	36	30
	95	342	42	46	40	33	29	26	21	21	29	20	46	50	43	40	36	33	29	27	35	26	47	51	46	43	42	39	37	34	39	32
	145	522	47	49	45	40	34	31	25	25	34	27	51	54	46	43	38	34	32	29	37	30	52	56	49	46	44	40	40	37	42	34
14	20	72	27	30	26	27	27	20	<	<	22	17	25	35	26	26	29	27	26	18	26	21	35	36	29	28	30	29	29	27	28	24
	50	180	35	40	33	28	26	21	<	19	24	17	32	41	37	35	33	30	26	22	30	23	40	43	38	37	38	36	34	30	35	29
	80	288	37	43	35	29	27	24	16	19	26	18	42	46	40	37	34	32	28	24	32	25	45	47	42	40	40	38	35	31	37	31
	140	504	46	41	41	33	29	28	21	<	29	20	49	52	44	41	36	33	30	25	35	27	50	54	47	45	42	39	38	34	40	32
	195	702	49	44	47	42	35	31	26	31	35	28	53	55	50	46	39	35	34	32	40	33	55	57	52	49	44	40	40	38	43	36
16	25	90	25	28	25	26	24	18	<	16	20	<	21	33	28	28	29	28	24	24	26	21	29	31	29	28	32	27	27	30	28	25
	65	234	34	38	34	30	26	22	15	22	25	19	35	41	37	35	33	31	27	27	31	24	39	42	39	37	39	35	33	33	35	29
	100	360	39	42	37	31	27	25	19	22	27	18	44	46	41	38	35	32	28	29	33	25	46	47	43	41	41	38	36	35	38	31
	170	612	48	45	42	35	29	28	23	27	30	22	49	50	46	42	37	35	32	32	36	28	52	52	48	46	43	41	40	38	41	34
	250	900	51	49	48	42	35	32	28	32	36	28	55	54	51	47	40	36	35	35	40	34	58	56	53	51	45	42	42	40	44	38
20	45	162	31	32	30	29	25	21	18	22	23	18	27	34	34	36	33	30	26	26	30	23	30	32	33	34	38	30	28	31	32	28
	110	393	40	42	38	32	28	24	21	25	27	20	45	43	41	40	36	32	29	30	34	26	40	44	42	42	40	38	35	36	38	31
	180	648	46	44	41	33	29	27	27	29	30	25	49	48	46	42	37	34	32	33	36	29	52	50	48	46	44	40	33	39	41	35
	280	1008	51	47	46	36	31	30	28	30	33	26	55	52	50	44	39	37	35	37	39	32	58	55	53	50	46	42	35	42	44	37
	445	1602	56	53	53	46	38	36	35	38	40	33	60	56	54	51	43	40	40	42	44	38	63	56	57	54	48	44	45	46	48	42
25	70	252	28	33	32	30	27	21	<	<	24	17	36	36	35	34	33	31	26	23	30	24	35	37	39	38	37	36	33	32	35	28
	170	612	46	42	39	32	28	24	17	19	27	18	47	46	44	41	36	33	29	27	35	27	50	48	46	44	42	40	38	36	40	32
	280	1008	52	46	40	33	29	26	21	23	29	19	53	51	47	42	37	35	32	32	37	28	56	54	51	48	48	41	40	40	44	39
	470	1692	54	51	44	37	31	30	27	28	33	24	58	56	51	44	39	38	36	37	40	32	61	59	55	50	49	43	43	44	46	40
	665	2394	58	54	51	45	35	36	32	34	39	31	62	59	55	50	42	40	40	41	44	37	65	63	59	54	51	45	46	47	50	43
31	105	378	35	36	31	29	26	20	<	<	23	16	40	38	38	37	34	32	28	22	32	25	39	38	41	39	37	36	36	32	36	31
	265	954	46	44	38	33	29	24	20	<	28	19	50	49	46	42	38	35	33	29	37	28	49	51	50	48	44	42	41	39	43	36
	420	1512	52	46	42	34	29	27	24	20	30	21	56	53	50	45	40	38	36	33	40	32	59	56	55	51	48	44	44	42	46	39
	720	2592	58	51	47	42	33	33	29	30	36	28	61	58	55	48	42	41	40	37	44	36	64	61	59	54	50	46	47	44	49	42
	1055	3798	64	55	53	44	36	39	35	34	41	34	68	62	57	51	43	42	43	39	46	38	71	65	62	56	50	47	49	46	51	44
40	180	648	40	40	36	33	30	26	19	15	27	20	44	42	42	39	37	36	32	22	35	39	47	44	46	44	41	41	40	36	40	35
	445	1602	52	45	43	35	30	28	23	15	31	22	57	53	52	46	39	39	38	30	41	33	57	54	56	54	48	46	46	39	47	41
	710	2556	56	47	43	35	32	32	27	30	33	25	59	56	55	47	41	40	40	31	43	36	62	59	59	55	49	46	48	40	49	43
	1250	4500	67	52	47	39	34	37	32	30	38	32	67	59	55	48	42	42	43	31	44	37	69	63	61	56	50	47	50	41	51	44
	1775	6390	77	62	55	48	37	41	37	36	46	48	79	63	58	51	42	44	46	36	49	51	79	66	62	57	48	47	50	43	52	51

Tablo 2.36. ÖRNEK BİR V.A.V. KUTUSUNDAN YAYILAN SES SEVİYESİ

Tanım	Merkez frekansı						
	63	125	250	500	1 kH	2 kH	4 kH
Tipik taş yünü akustik izoleli tavan	4	5	6	8	10	12	14
Tipik cam yünü akustik izoleli tavan	2	3	4	5	7	9	11
Tipik alçı tavan	9	13	20	25	31	33	27

Tablo 2.37. ASMA TAVAN SÖNÜM DEĞERLERİ

1.	63	125	250	500	1000	2000	4000
L_{wf}	56	53	53	46	38	36	35
Tavan Sönümü	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11
Oda Sönümü	-6.6	-7.5	-8.4	-9.3	-10.2	-11.1	-12
L_{w2}	47.6	42.5	40.6	31.7	20.8	15.9	12

2.	63	125	250	500	1000	2000	4000
L_{w1}	59.4	48.5	32.6	30.7	28.8	24.9	18
L_{w2}	47.6	42.5	40.6	31.7	20.8	15.9	12
L_{wt}	59.4	49.5	41.6	34.7	29.8	25.9	19

Tablo 2.38. KUTUDAN KRİTİK DİNLEYİCİYE ULAŞAN SES HESABI

= 200 Pa değerleri ile **Tablo 2.36'dan** okunabilir. Asma tavanın tipik cam yünü akustik izoleli tavan olduğu kabul edilerek yukarıda verilen Tablo 2.37.'den sönüm değerleri alınabilir. Oda sönüm etkisi ise örnekteki **Tablo 2.30 satır 14'ten** alınabilir. Kutudan kritik dinleyiciye ulaşan ses L_{w2} **Tablo 2.38'de** 1 numara ile verilmiştir.

Buna karşılık örnekte susturucu ilavesinden sonra menfezlerden kritik dinleyiciye ulaşan ses L_{w1} ve her iki sesin dB cinsinden toplamı olan L_{wt} değerleri **Tablo 2.38'de** 2 numara ile verilmiştir. Görüldüğü gibi odada sağlanması gerekli kriter yine sağlanmaktadır. Kutudan yayılan sesin kritik frekanslarda önemli bir katkısı olmamıştır.

bunlara ait deneysel veriler kataloglarda bulunmaktadır.

Eğer odadaki tek ses kaynağı V.A.V. kutusundan yayılan ses ise **Tablo 2.36'dan** alınan ses düzeyi değerlerinden tavandaki sönüm ve odanın sönümü çıkarılarak kritik dinleyiciye ulaşan ses düzeyi bulunur. Bunun belirlenen ses kriterinden az olması gerekir.

Örnek:

Tablo 2.36'da verilen "Size 20" bir kutuda, basınç düşümü 500 Pa ve debi 1000 m³/h değerinde iken toplam A-ağırlıklı ses basınç düzeyi 39 dBA olarak tablodan okunur. Bu oda için ses kriteri eğer 35 dBA ise, kutuda akustik izolasyon gerekecektir. Eğer odada başka ses kaynakları da varsa bu durumda kutudan gelen ses ile diğer seslerin toplanması gerekecektir.

Örnek olarak daha önce hesaplanan kanal sistemi ele alınsın. Buradaki V.A.V. kutusundan yayılan ses "size 20" kutu için 1600 m³/h ve ΔP_{st}

3. KANAL KONSTRÜKSİYONU

Türk Standart ve Şartnamelerinde kanal konstrüksiyonu üzerinde fazla durulmamıştır. Bayındırlık Bakanlığı Şartnamesine göre, basınç sınıflandırmasına ve takviye durumuna bakılmaksızın, galvanizli sac kanallar için **Tablo 3.1**'de verilen sac kalınlıkları ifade edilmiştir.

Kanal Boyutu	Sac Kalınlığı
En geniş kenarı 250 mm'ye kadar	0.50
En geniş kenarı 499 mm'ye kadar	0.60
En geniş kenarı 990 mm'ye kadar	0.75
En geniş kenarı 1490 mm'ye kadar	0.90
En geniş kenarı 1990 mm'ye kadar	1.00
En geniş kenarı 2490 mm'ye kadar	1.15
En geniş kenarı 2500 mm'ye kadar	1.25

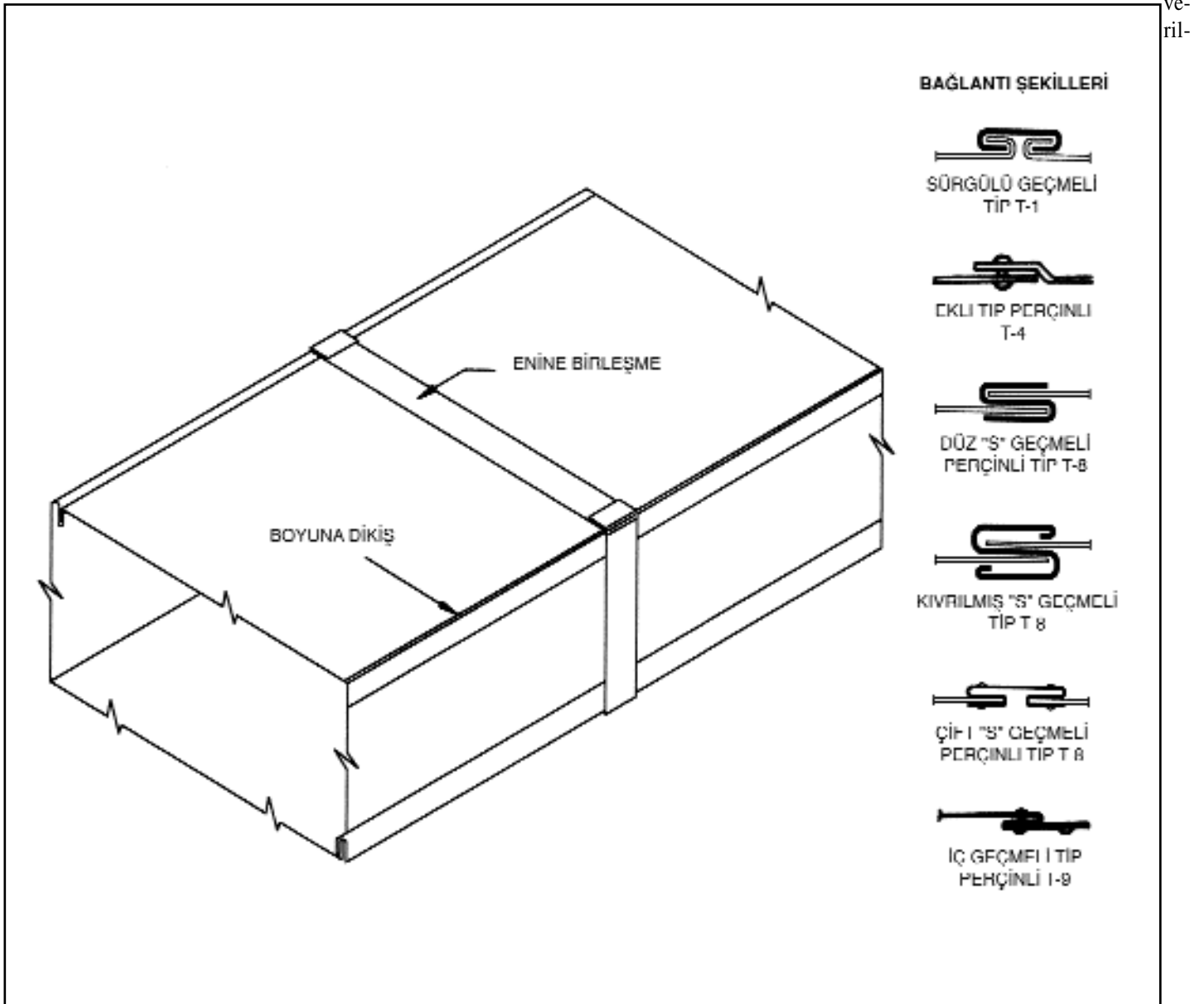
Şekil 3.1. TAKVİYESİZ KANAL

Halbuki kanal konusunda en detaylı çalışmaları içeren SMACNA standartlarında basınç, takviye ve konstrüksiyon özelliklerine göre farklı sac kalınlıkları kullanmak mümkündür. Aynı basınç için takviyeyi (mukavemet artırıcı önlemler) artırarak sac kalınlığını daha az tutmak mümkündür.

3.1. SMACNA STANDARTLARINA GÖRE DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANAL KONSTRÜKSİYONU

SMACNA standartları öncelikle projeler üzerinde kanal basınç sınıfının gösterilmesini gerektirir. Eğer ihale evrakı içindeki kanal projelerinde basınç sınıfı gösterilmemişse, hızlar ne olursa olsun kanal basınç sınıfı 250 Pa kabul edilecektir. V.A.V. sistemleri için ise, yine kanal basıncı ifade edilmemişse, basınç sınıfı 500 Pa kabul edilecektir.

Kanallar konstrüksiyon açısından takviyeli ve takviyesiz olarak iki ana gruba ayrılabilir. Takviyesiz kanal konstrüksiyonu **Şekil 3.2**'de verilmiştir. Takviyesiz kanallar için sac kalınlıkları ise **Tablo 3.3**'de



Şekil 3.2. TAKVİYESİZ KANAL

KANAL BOYUTU (mm)	BASINÇ SINIFI (Pa)						
	Pozitif veya Negatif				Sadece Pozitif		
	125	250	500	750	1000	1500	2500
200 ve altı	0.55	0.55	0.55	0.70	0.70	0.70	0.85
201 - 250	0.55	0.55	0.55	0.70	0.85	1.00	1.30
251 - 300	0.55	0.70	0.70	0.85	1.00	1.30	1.60
301 - 350	0.55	0.70	0.85	1.00	1.30	1.30	
351 - 400	0.55	0.85	1.00	1.30	1.30	1.60	
401 - 450	0.55	0.85	1.00	1.30	1.60		
451 - 500	0.70	1.00	1.30	1.60			
501 - 550	0.85	1.30	1.60	1.60			
601 - 650	1.00	1.30					
651 - 700	1.30	1.60					
701 - 750	1.30	1.60					
750 - 900	1.60						

TAKVİYE GEREKLİ

Tablo 3.3. TAKVİYESİZ KANAL SAC KALINLIKLARI (mm)

miştir. Bu tabloda galvaniz sac kalınlıkları, basınç sınıfı ve kanal genişliğine göre ifade edilmiştir.

Standartta uygun birleşme yapılması şartı ile takviyesiz kanallarda birleşme aralıkları (tek parça kanal uzunluğu) için herhangi bir sınırlama söz konusu değildir.

Genişliği 500 mm'yi geçen kanal yüzeyleri ve sac kalınlığı, 1,00 mm veya daha az olan ve 1 m²'den büyük desteklenmemiş panel alanları, eğer kaplanmamış veya dıştan izole edilmemişse çapraz vurarak sağlamlaştırılmalıdır. Daha kalın sactan yapılan, daha küçük boyutlu, daha küçük panel alanı olan ve kaplanmış veya dıştan izole edilmiş kanallar için bu işleme gerek yoktur. Tipik çapraz vurulmuş ve kordonlu kanal konstrüksiyonu Şekil 3.4'de görülmektedir.

3.2. TAKVİYELİ KANALLAR

Takviyeli kanallar kullanıldığında sac kalınlıklarını daha ince almak mümkündür. Takviyeli kanal örneği Şekil 3.5'de görülmektedir. Takviye olarak, ara takviyeler veya takviye edilmiş kanal birleşmeleri tarif edilmiştir. Çeşitli ara takviyeler Tablo 3.6'da ve takviye olarak kabul edilen çeşitli kanal birleştirme konstrüksiyonları Tablo 3.7'de verilmiştir. Burada takviyenin rijitliği bir harf ile gösterilmiştir. A harfinden L harfine doğru rijitlik giderek artmaktadır.

Kanal birleşmeleri için yukarıdaki iki tabloda verilenlerin dışında daha fazla sayıda konstrüksiyon vardır. Bunlar ve rijitlik sınıfları SMACNA standartlarında verilmiştir. Ara takviyelerin ve birleşmelerin rijitlik (veya sağlamlık) sınıfına göre aralarında bırakılacak mesafe farklı olacaktır.

Takviyeler arasındaki mesafeler tablolar halinde verilmiştir. Her bir basınç sınıfı için ayrı bir tablo hazırlanmıştır. Tablo 3.8'de 500 Pa basınç sınıfı için, kanal genişliğine, rijitlik sınıfına ve sac kalınlığına göre takviye aralıkları verilmiştir. Benzer tablolar, SMACNA standartlarında Tablo 1-3 ile 1-9 arasında farklı basınç sınıfları için verilmiştir. Bu tablodan yararlanarak farklı alternatif çözümler elde etmek mümkündür. Bu farklı alternatif çözümler kolon 3'den 9'a kadar 6 değişik biçimde verilmiştir. Burada harf, belirli bir kanal genişliği ve takviye rijitlik sınıfını; sayı ise sac kalınlığını göstermek-

tedir. Buna göre Tablo 3.6 ve 3.7'den yararlanarak uygun bir ara takviye aralığı için kesim noktasındaki harf (takviye veya birleşme konstrüksiyonu) seçilebilir.

Takviye seçimi için önce geniş kenar ele alınmalıdır. Bu kenar için et kalınlığı belirlendikten sonra kısa kenar için aynı et kalınlığından hareketle takviye gerekip, gerekmediği ve gerekiyorsa aynı takviye aralığı kullanarak takviyenin rijitlik sınıfı belirlenebilir.

Tablo 3.8'te bazı hallerde iki alternatif çözüm verilmiştir. Örneğin (J-1,30) ve (F+çubuk) gibi. Burada 1,30 mm kalınlıkta sac kanalda J rijitlikte takviyeler veya F rijitlikte her iki uçtan çubukla bağlanmış takviyeler kullanılabilir. Bazı hallerde ise sadece çubukla bağlanmış takviyeler kullanılabilir ki bunlar örneğin (H-1,30 Ç) olarak gösterilmiştir.

Örnek:

450 x 300 mm kanal, basınç sınıfı 500 Pa Tablo 3.8'den eğer kanal 1,00 mm sactan üretilirse herhangi bir takviyeye gerek olmadığı görülmektedir. Kanal eğer sac kalınlığı 0,70 mm olursa bu kez kısa kenarın (300 mm) takviye edilmesine gerek yoktur. Bu durumda geniş kenarda A rijitlik sınıfında 260 cm ara ile takviye gerekir.

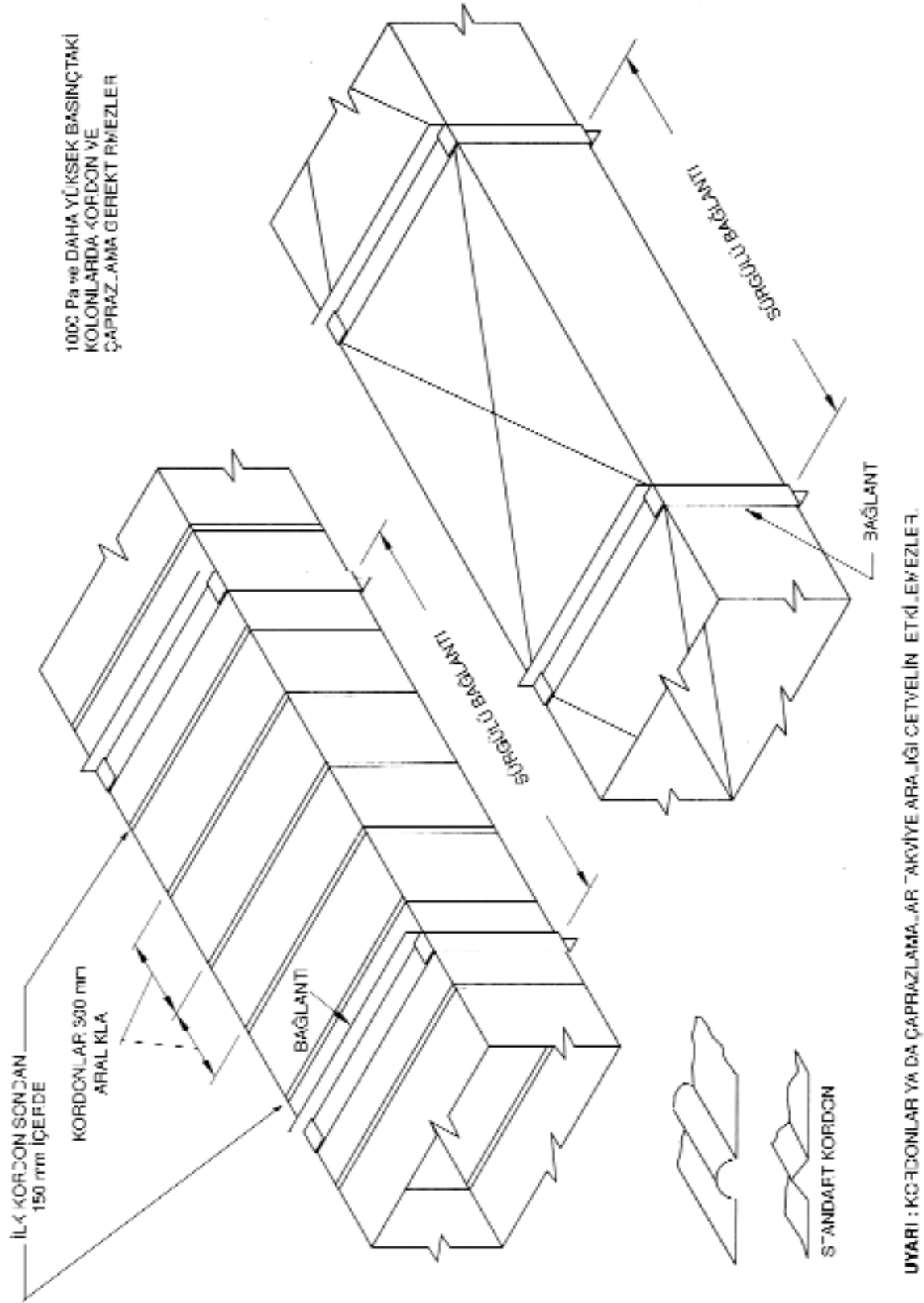
Bu takviye Tablo 3.7'deki takviye özelliğine sahip kanal birleşme konstrüksiyonlarından biri ile gerçekleştirilebilir. Her iki tablodaki bütün birleştirme konstrüksiyonları söz konusu A rijitliği sağlamaktadır. Birleşmeler bu konstrüksiyonlardan biri ile olmak şartı ile 260 cm uzunlukta kanal parçalarından oluşan 0,70 mm kalınlıktaki kanal alternatif çözümdür.

Örnek:

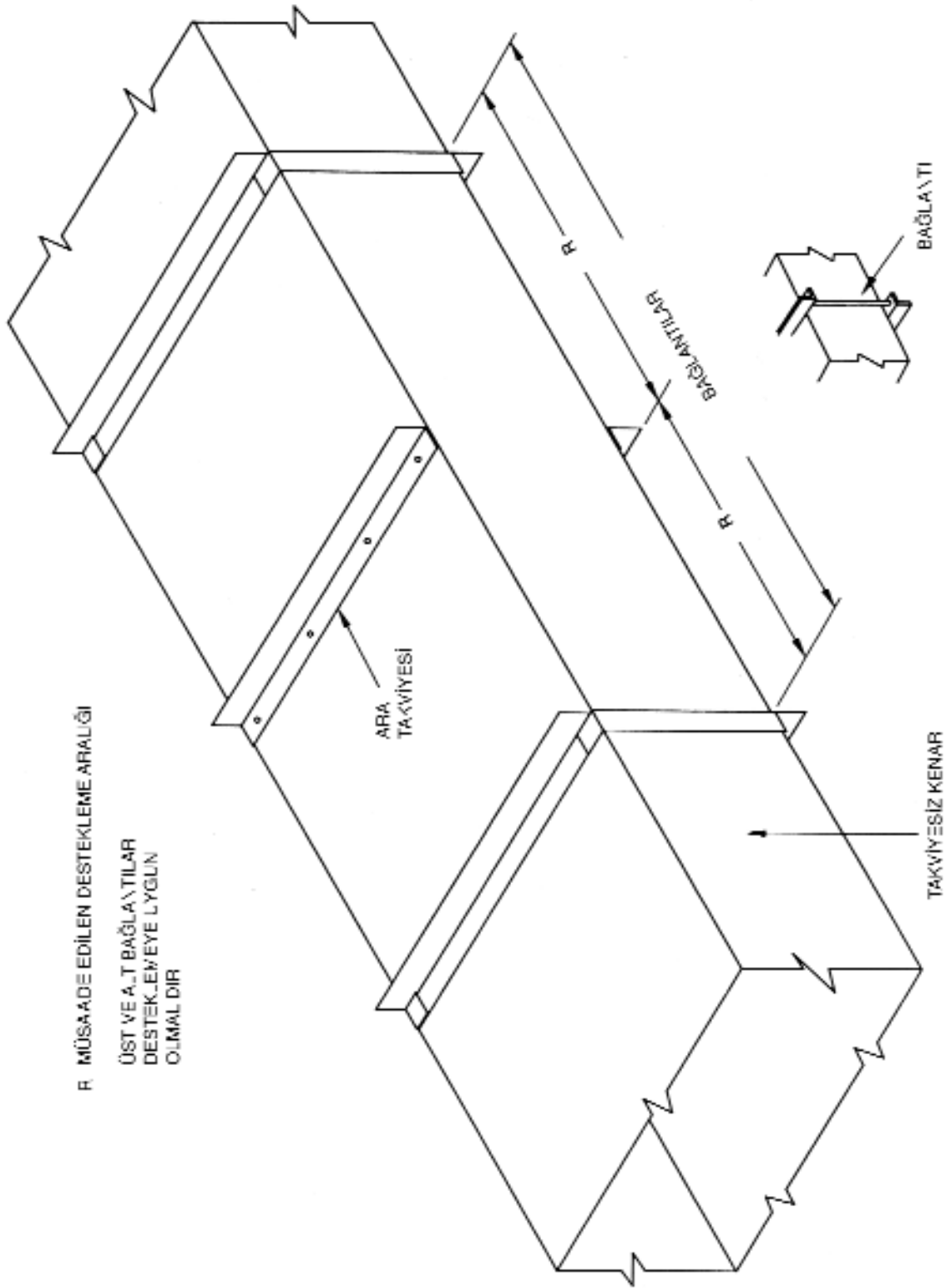
Aynı basınç sınıfında 750 x 450 mm kanal

Kanal'ın 750 mm kenarı için çözümler:

- 1) 330 cm aralıklı D sınıfı rijitlikte takviyeli, 1,30 mm kalınlıkta sactan mamul.
- 2) 260 cm aralıklı D sınıfı rijitlikte takviyeli, 1,00 mm kalınlıkta sactan mamul.
- 3) 160 cm aralıklı C sınıfı rijitlikte takviyeli, 0,70 mm kalınlıkta sactan mamul.
- 4) 130 cm aralıklı C sınıfı rijitlikte takviyeli, 0,55 mm kalınlıkta

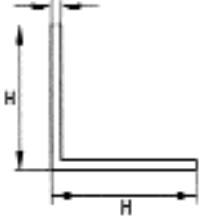
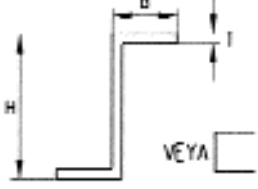
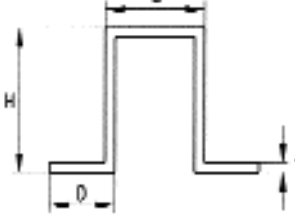
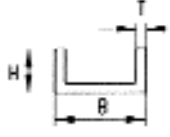


Şekil 3.4. ÇAPRAZLANMIŞ KENARI KORDONLU KANAL



1000 P_e VE DAHA ÜZERİNDE
TAKVİYELERİN UÇ BAĞLANTILARI

Şekil 3.5. İKİ TARAFTAN TAKVİYELİ KANAL

RİJİTLİK SINIFI				
	H x T (MIN)	H x B x T (MIN)	H x B x D x T (MIN)	H x B x T (MIN)
A	↑	↑	↑	↑
B	↑	20 x 15 x 1.00 mm	↑	↑
C	25 X 1.30 mm	20 x 15 x 1.30	↑	20 x 75 x 1.3 mm
D	32 x 1.30	25 x 20 x 1.00	↑	30 x 75 x 1.3 mm
E	40 x 1.60	40 x 20 x 1.00	↑	25 x 50 x 3
F	40 x 3.0	40 x 20 x 1.30	40 x 20 x 17 x 1.00 mm	30 x 75 x 3
G	40 x 4.0	50 x 30 x 1.00	40 x 40 x 20 x 1.3	
H	50 x 3.0	50 x 30 x 1.60	40 x 40 x 20 x 2.25	35 x 75
I	50 x 4.0	50 x 30 x 2.25	50 x 25 x 20 x 2.25	40 x 75
J	65 x 3.0	75 x 30 x 1.60	65 x 50 x 20 x 2.25	40 x 100
K	65 x 4.0	75 x 30 x 2.25	75 x 40 x 20 x 1.6	YOK
L	65 x 7	75 x 30 x 3.0	75 x 40 x 20 x 2.25	

Tablo 3.6. ARA TAKVİYELER

sactan mamul.

Kısa kenar için çözümler yukardaki örnekte verilmiştir.

Buna göre çözüm:

- Kanalı 1,00 mm kalınlıkta sactan üretmek, kanal parçalarının uzunluğunu 260 cm seçmek ve birleşmeleri D sınıfı rijitlikte bir konstrüksiyonla gerçekleştirmek.
- Kanalı 0,70 mm kalınlıkta sactan üretmek, kanal parçalarının uzunluğunu 260 cm seçmek, birleşmeleri C sınıfı rijitlikte yapmak ve geniş kenarlarına B sınıfı ara takviye koymak.
- Kanalı 0,55 mm kalınlıkta sactan üretmek, kanal parçalarının uzunluğunu 260 cm seçmek, birleşmeleri B sınıfı rijitlikte yapmak ve hem geniş hem de kısa kenarlara 130 cm aralıkla B sınıfı

ara takviye koymak.

- Kanalı 0,55 mm kalınlıkta sactan üretmek kanal parçaları uzunluğunu 130 cm seçmek ve birleşmeleri B sınıfı rijitlikte yapmak.

3.3. ALMAN STANDARTLARINA GÖRE DİKDÖRTGEN KANALLARDA SAC KALINLIĞI

Alman standartlarında sac kalınlıkları daha basit verilmiştir. Basınç sınıfları 6 kademedir oluşur. Bunlar Tablo 3.9'da verilmiştir. Kanal konstrüksiyonu ise kaynakla veya kenetle olmasına göre S tipi ve F tipi olarak ikiye ayrılmıştır. Buna göre tavsiye edilen min. malzeme kalınlıkları Tablo 3.10'da verilmiştir.

RİJİTLİK SINIFI					
	H x T	H x T	H x T	H x T	H x T x HR
A	↑	↑	15 x 0.55	↑	↑
B	30 x 0.55 mm		15 x 0.85 mm		
C	30 x 0.85 mm	25 x 0.55	25 x 0.55 mm		
D	YOK	25 x 0.70 mm	25 x 0.70 mm	20 x 0.55 mm	
E		30 x 1.0 mm W = 5 mm	YOK	30 1.3 mm	
F		45 x 0.85 W = 5 mm		40 x 0.70 4	40 x 0.7 mm 40 x 3 lama
G		45 x 1.3 W = 5 mm		40 x 1.3 mm	40 x 0.85 mm 40 x 3 lama
H		YOK		YOK	40 x 1.0 mm 40x40x5 mm köşebent
I					50 x 1.0 mm 50x50x3 mm köşebent
J					50 x 1.0 mm 50x50x5 mm köşebent
K					YOK
L	↓	↓	↓	↓	↓

Tablo 3.7. ENİNE BAĞLANTI TAKVİYELERİ

Basınç sınıfı	1	2	3	4	5	6
Basınç değeri (Pa)	1000	2500	6300	-630	-1000	-2500

Tablo 3.9. ALMAN STANDARTLARINA GÖRE BASINÇ SINIFLARI

3.4. KANALLARIN MESNETLENMESİ

Kanallar genellikle asılarak yerlerine monte edilirler. Kanal askısı olarak çeşitli konstrüksiyonlar kullanılabilir. Şekil 3.11'de yuvarlak ve dikdörtgen kanallar için kullanılabilir çeşitli askı konstrüksiyonlarının detayları verilmiştir. Bu şekillerde kanalı asmakta çelik

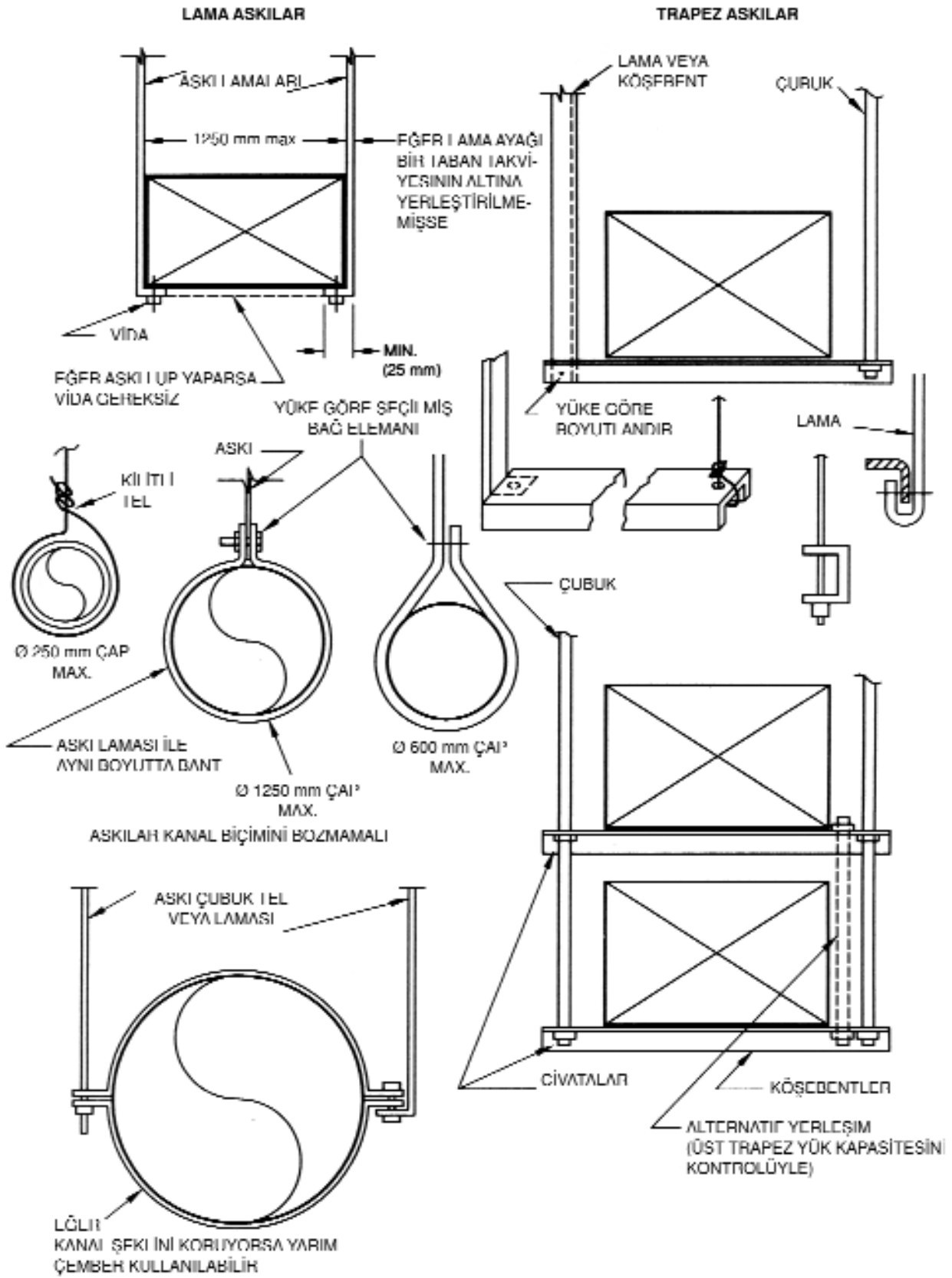
şeritler, çelik çubuklar veya tellerden yararlanılmıştır. Askı aralıklarına göre kullanılacak şerit, tel veya çubuk boyutları kanal büyüklüğüne bağlı olarak Tablo 3.12'de verilmiştir. Örneğin çevresi 6000 mm olan ($P/2 = 3000$ mm.) kanalı asmak için, 3,2 m'de bir askı kullanılırsa, askı şeritleri 40 x 1,60 mm olacaktır. Çubuk kullanılırsa çubuk çapı ϕ 15 mm olmalıdır. Yuvarlak kanal kullanılması halinde ise askı aralıkları ile kullanılacak şerit, çubuk veya tel boyutları Tablo 3.13'de verilmiştir. Dikdörtgen kanalların asılmasında altlık olarak genellikle 75 mm genişlikte U profil kullanılır. Bu profillerin altlık olarak kullanılması halinde askı aralıklarının ne olacağı dikdörtgen kanal en ve yüksekliğine göre Şekil 3.14'de verilmiştir.

500 Pa Poz. veya Neg. Statik Basınç	Takviyesiz Kanal Sac Kalınlığı	DİKDÖRTGEN KANAL TAKVİYELERİ Minimum Sac Kalınlığında Minimum Rijitlik Sınıfı Takviye Aralığı						
		330 cm	260 cm	160 cm	130 cm	100 cm	80 cm	65 cm
Kanal boyutu (mm)		3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
250 ve altı	0.55 mm							
275 - 300	0.70 mm		A - 0.55					→
325 - 350	0.85 mm		A - 0.70	A - 0.55				→
375 - 400	1.0 mm	A - 0.85	A - 0.70	A - 0.55				→
425 - 450	1.0 mm	A - 0.85	A - 0.70	A - 0.55				→
475 - 500	1.3 mm	B - 1.0	B - 0.85	A - 0.55				→
525 - 550	1.6 mm	B - 1.0	B - 0.85	A - 0.55				→
575 - 600	1.6 mm	C - 1.0	C - 0.85	B - 0.55				→
625 - 650		C - 1.0	C - 0.85	B - 0.55				→
675 - 700		C - 1.3	C - 1.0	C - 0.70	B - 0.55			→
725 - 750		D - 1.3	D - 1.0	C - 0.70	C - 0.55			→
775 - 900		E - 1.6	E - 1.3	D - 0.85	D - 0.70			→
925 - 1050			E - 1.6	E - 0.85	E - 0.70			→
1075 - 1200			G - 1.6	F - 1.00	E - 0.55	E - 0.70		→
1225 - 1350				G - 1.3 F + çubuk	F - 1.0	F - 0.70		→
1375 - 1500				H - 18 F + çubuk	G - 1.0 F + çubuk	G - 0.85 F + çubuk	G - 0.70 F + çubuk	→
1525 - 1800				I - 16 F + çubuk	H - 1.3 F + çubuk	H - 0.85 F + çubuk	→	H - 0.70 F + çubuk
1825 - 2100					J - 1.3 F + çubuk	I - 1.0 F + çubuk	→	I - 0.85 F + çubuk
2125 - 2400					K - 1.6	K - 1.3 G + çubuk	J - 1.0 G + çubuk	→ F + çubuk
2450 üstü							H - 181	→

Tablo 3.8.

Nominal Ölçü (mm)	Kenar Uzunlukları (mm)		Min. Malzeme kalınlığı (mm)			
			Tip F		Tip S	
			Basınc Sın. 1 ve 4	Basınc Sın. 2 ve 5	Basınc Sın. 2 ve 5	Basınc Sın. 3 ve 6
			a	b	Tolerans	
100	100	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
106	106	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
112	112	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
118	118	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
125	125	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
132	132	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
140	140	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
150	150	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
160	160	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
170	170	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
180	180	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
190	190	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
200	200	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
212	212	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
224	224	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
236	236	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
250	250	0/-3	0.6	0.7	1.5	1.5
265	265	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
280	280	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
300	300	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
315	315	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
335	335	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
355	355	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
375	375	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
400	400	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
425	425	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
450	450	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
475	475	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
500	500	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
530	530	0/-3	0.6	0.7	1.5	2.0
560	560	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
600	600	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
630	630	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
670	670	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
710	710	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
750	750	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
800	800	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
850	850	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
900	900	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
950	950	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
1000	1000	0/-3	0.8	0.9	1.5	2.0
1060	1060	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1120	1120	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1180	1180	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1250	1250	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1320	1320	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1400	1400	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1500	1500	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1600	1600	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1700	1700	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1800	1800	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
1900	1900	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
2000	2000	0/-3	1.0	1.1	2.0	3.0
2120	2120	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
2240	2240	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
2360	2360	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
2500	2500	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
2650	2650	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
2800	2800	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
3000	3000	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
3150	3150	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
3350	3350	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
3550	3550	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
3750	3750	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
4000	4000	0/-4	1.1	1.2	3.0	4.0
4250	4250	0/-5	-	-	4.0	5.0

Tablo 3.10. KENAR UZUNLUKLARI



Şekil 3.11. ALT ASKI TESPİTLERİ

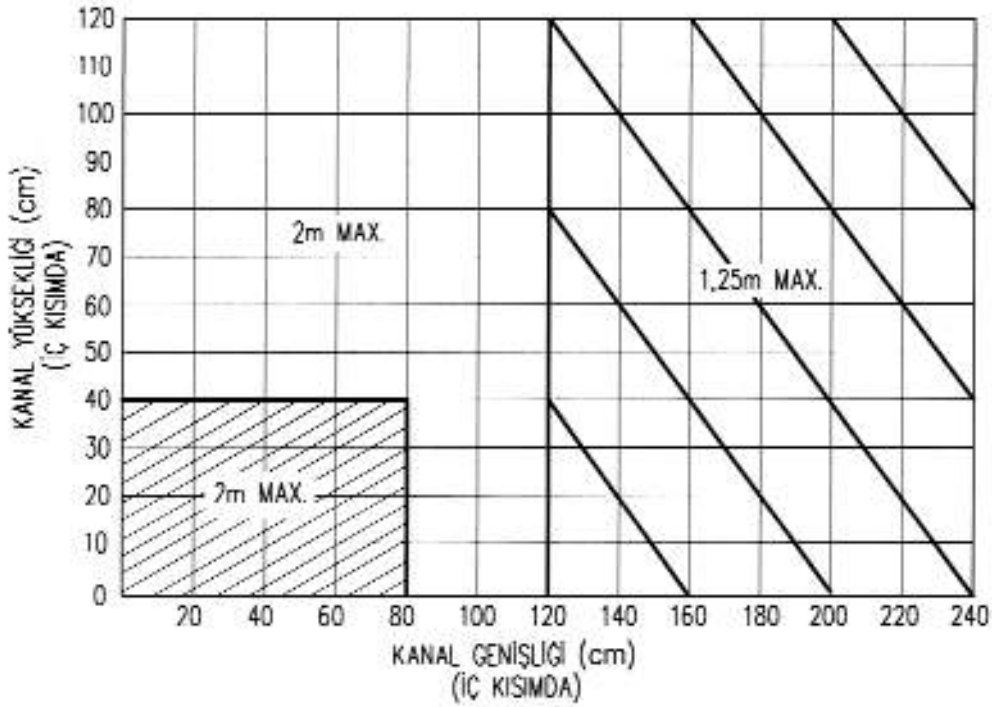
Kanal çevresinin yarısı (mm)	320 cm aralıkta yerleştirme		260 cm aralıkta yerleştirme		160 cm aralıkta yerleştirme		130 cm aralıkta yerleştirme	
	Şerit	Tel/çubuk	Şerit	Tel/çubuk	Şerit	Tel/çubuk	Şerit	Tel/çubuk
$\frac{P}{2} = 750$	25x0.85 mm	3.4 mm	25x0.85 mm	3.4 mm	25x0.85 mm	2.7 mm	25x0.85 mm	2.7 mm
$\frac{P}{2} = 1800$	25x1.3 mm	10 mm	25x1.0 mm	7 mm	25x0.85 mm	7 mm	25x0.85 mm	7 mm
$\frac{P}{2} = 2400$	25x1.6 mm	15 mm	25x1.3 mm	10 mm	25x1.0 mm	10 mm	25x0.85 mm	7 mm
$\frac{P}{2} = 3000$	40x1.6 mm	15 mm	25x1.6 mm	10 mm	25x1.3 mm	10 mm	25x1.0 mm	7 mm
$\frac{P}{2} = 4200$	40x1.6 mm	15 mm	25x1.6 mm	15 mm	25x1.6 mm	10 mm	25x1.3 mm	10 mm
$\frac{P}{2} = 4800$	-	15 mm	25x1.6 mm	15 mm	25x1.6 mm	10 mm	25x1.6 mm	10 mm
$\frac{P}{2} = \text{Daha üstün}$	ÖZEL ANALİZ GEREKİR							
<p>Eğer şeritler üstüste birleştirilmişse aşağıdaki minimum bağlayıcıları kullanın.</p> <p>25 x 0.70; 1.00; 1.30 mm için 1 adet 1/4" civata 25 x 1.60 mm için 2 adet 1/4" civata 40 x 1.60 mm için 2 adet 3/8" civata Bağlayıcılar yanyana değil arka arkaya yerleştirin.</p>					TEK ASKI İÇİN MÜSAADE EDİLEN MAX. YÜK			
					ŞERİT		TEL VEYA ÇUBUK (ÇAP)	
					25 x 0.85 mm - 120 kg 25 x 1.0 mm - 145 kg 25 x 1.3 mm - 190 kg 25 x 1.6 mm - 320 kg 40 x 1.6 mm - 5000 kg	2.7 mm - 36 kg 3.4 mm - 55 kg 4.1 mm - 70 kg 7 mm - 125 kg 10 mm - 310 kg 15 mm - 570 kg 18 mm - 910 kg 20 mm - 1350 kg		

Tablo 3.12. DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANAL ASKILARININ MİNİMUM ÖLÇÜLERİ

Çap (mm)	Max. bırakılacak ara (m)	Tel çapı (mm)	Çubuk (mm)	Şerit (mm)
250 altı	3.85	bir 2.7	7	25 x 0.85
275 - 450	3.85	iki 2.7 veya bir 4.1	7	25 x 0.85
475 - 600	3.85	iki 3.4	7	25 x 0.85
625 - 900	3.85	iki 4.1	10	25 x 10
925 - 1250	3.85		iki 10	iki 25 x 1.0
1275 - 1500	3.85		iki 10	iki 25 x 1.3
1525 - 2100	3.85		iki 10	iki 25 x 1.6

Tablo 3.13. DAİRESEL KESİTLİ KANALLAR İÇİN MİNİMUM TAŞIYICI ÖLÇÜLER

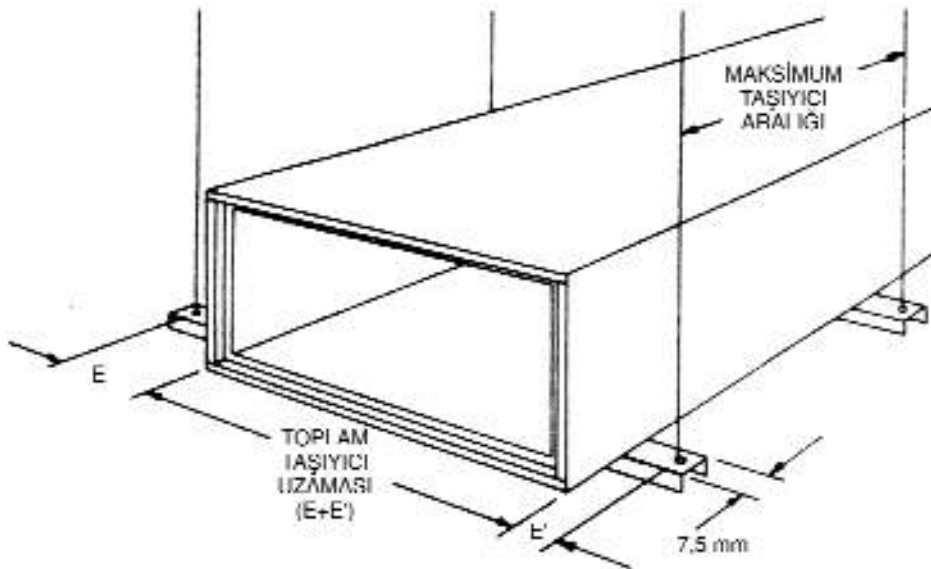
Kullanılacak 75 mm genişlikteki U profillerin boyutları ise **Tablo 3.15'de** görülmektedir. Bu tablodaki toplam taşıma değeri askı teli ile kanal duvarı arasındaki her iki taraftaki açıklığın toplamıdır. Askı yerleştirilmesi ve taşmalar **Şekil 3.16'da** gösterilmiştir.



Şekil 3.14. MÜSAADE EDİLEN ASKI ARALIKLARI DÜZ KANAL 75 mm GENİŞLİKTE DESTEK PROFİLİ

Eğer taşıma aşağıdaki değerlerden fazla değilse	Min. U profil et kalınlığı	Min. U profil boyutu
150 mm	0.70 mm	75 x 40 mm
450 mm	0.85 mm	75 x 50 mm
750 mm	1.30 mm	75 x 50 mm

Tablo 3.15. U PROFİL SEÇİMİ



Şekil 3.16. ASKI YERLEŞİMİ VE TAŞIMA

4. HAVALANDIRMA AÇIKLIKLARI MENFEZLER VE DİFÜZÖRLER

Havalandırma tesisatının uç noktasında menfez veya difüzör adını verdiğimiz havalandırma açıklıkları bulunur. Bu açıklıklardan odalara hava beslenir veya egzoz havası çekilir. Öncelikle menfezden beslenen havalandırma havası miktarı yeterli olmalıdır. Bunun yanında bir menfez; odadaki yaşam bölgesinde (insanlı bölgede) yarattığı ses basınç seviyesi, üflenen havanın hızı ve üflenen hava ile oda sıcaklığı arasındaki farkla ilişkili belirli şartları yerine getirmelidir. Klimatizasyon açısından önemli olan bu insanlı bölge, döşmeden yaklaşık 1,80 m yüksekliğe kadar olan bölgedir. Konfor şartları ve iyi bir hava dağılımının bu bölgede sağlanması önemlidir. Bu bölgede de özellikle ense yüksekliği olarak tanımlanabilecek düzey en kritik bölgedir.

Aşağıda bu şartların yerine getirilmesi ile ilgili temel bilgiler verilmiştir. Bir besleme menfezi veya difüzörü (anemostadı) seçilirken, basınç düşümü, ses seviyesi, hava atış mesafesi gibi değerler göz önüne alınmalıdır. Dolayısı ile bu mamüllerin kataloglarında her ürün için bu değerler yer almalıdır.

Bu bölümde daha ileride SPİRO menfezleri ile ilişkili seçim kriterleri ve performans bilgileri verilmiştir. Bu veriler laboratuvar şartlarında deneysel olarak elde edilmiştir. Gerçek hayatta ise şartlar nadiren laboratuvar şartları kadar mükemmeldir. Dolayısı ile pratikte odadaki eşyaların, menfez konumlarının ve odanın şeklinin hava dağılımına önemli etkileri vardır.

Büyük projelerde gerçek boyutlarda deneyler yapılarak menfez seçilmesi en uygun yöntemdir.

4.1. KAVRAMLAR

Aşağıda havalandırma açıklıkları seçimi ve odadaki hava hareketi ile ilgili temel kavramların tarifleri verilmiştir.

Menfez

Odaya hava giriş veya çıkışını sağlayan ızgaralı kapak biçimindeki açıklık.

Difüzör (Anemostat)

Besleme havasını farklı yönlerde ve düzlemlerde dağıtan hava çıkış elemanı.

Lineer Menfez

İnce ve uzun menfez tiplerine verilen isimdir.

Register

Bir damper veya kontrol valfi ile donatılmış olan menfezlerdir.

İzotermik Taze Hava

Oda sıcaklığındaki havaya verilen isimdir. Bütün teknik veriler genelde beslenen hava sıcaklığının oda havası sıcaklığında olduğu kabulüne göre belirlenir.

Basınç Kaybı

Diyagramlardaki basınç kaybı değeri; 1,2 kg/m³ yoğunluktaki havanın difüzör veya menfezle aynı büyüklükte, 1 m uzunlukta düz bir kanalın ucuna bağlanma halinde menfez veya difüzördeki statik ve dinamik basınç kayıplarının toplamını gösterir.

Ses Seviyesi

Aynı büyüklükte 1 m düz kanala bağlanan menfez veya difüzör ve plenum kutusunun, 4 dB oda sönümünü de gözönüne alarak odada yarattıkları ses basınç seviyeleridir. Ses düzeyi L_A , dB (A) cinsin-

den verilmiştir.

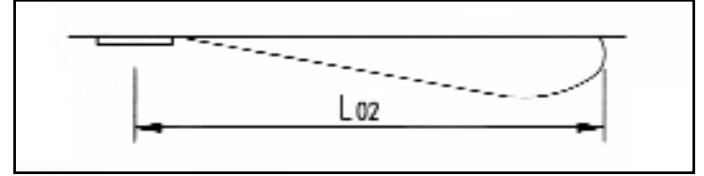
Buna göre menfezin ses güç seviyesi

$L_w = L_A + K_{OK}$ olarak bulunabilir. K_{OK} değerleri her menfez için kataloglarda tablolar halinde verilmiştir.

Her menfezdeki ΔL (dB) ses sönümü ise kanal ile oda arasındaki ses gücündeki azalma olarak tariflenir.

Hava Atış Mesafesi

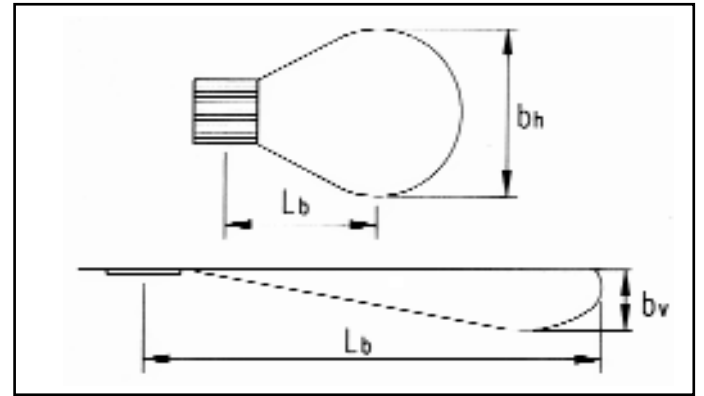
Hava atış mesafesi, L_{02} menfez veya difüzör merkezi ile hava hızının 0,2 m/s değerindeki son hız ulaştığı noktalar arasındaki en uzun mesafe olarak tarif edilir. Atış mesafesini belirlemede kullanılan değerler izotermal halde ve tavana monte edilmiş menfez/difüzör için verilir. Atış mesafesi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1

Yayıma

Maximum düşey yayılma, b_v tavan ile son hız 0,2 m/s değerine sahip noktalar arasında düşey doğrultudaki en büyük mesafedir. Yatay yayılma b_h ise 0,2 m/s son hızın yatay doğrultudaki en geniş yayılmasını gösterir (bakınız Şekil 4.2). En büyük jet genişliği noktası ile menfez/difüzör arasındaki mesafe L_b ile gösterilir.



Şekil 4.2

İzotermik Olmayan Taze Hava

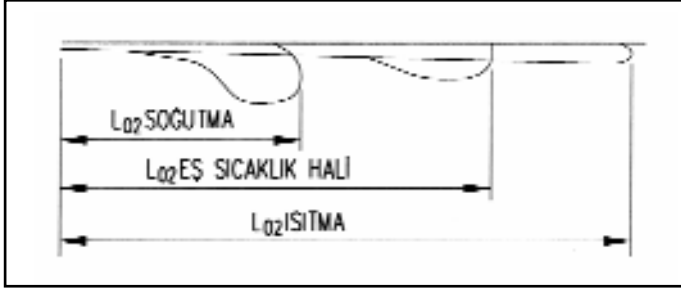
Kataloglarda verilen atış mesafeleri istisnasız izotermik hal içindir. Üflenen havanın sıcaklığı oda havası sıcaklığından farklı ise, izotermik olmayan hal geçerlidir. Soğuk hava aşağı düşer, sıcak hava yukarı yükselir. Besleme havasının yüksek soğutma yüklerinde yatay olarak üflenmesi halinde her derece sıcaklık farkı için atış mesafesi %1,5 azalır. Buna karşılık düşey yayılma mesafesi b_v daha yüksek değerler alır. Tam tersine üflenen yatay hava daha sıcak ise her derece sıcaklık farkı için atış mesafesi %2 genişler (bakınız Şekil 4.3).

Bitiş Hızları

Sınırlı bir alanda hava jeti çekirdeğinin hızı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$V_x = (L_{02} \cdot 0,2) / X$$

Burada X (m), menfez/difüzör ile V_x (m/s) çekirdek hızının belirle-



Şekil 4.3.

neçeği nokta arasındaki mesafeyi göstermektedir. Örneğin; Atış mesafesi $L_{02} = 3$ m olan bir difüzörde Jet hızının $0,3$ m/s olduğu mesafe, $X = 3 \cdot 0,2 / 0,3 = 2$ m olarak hesaplanır.

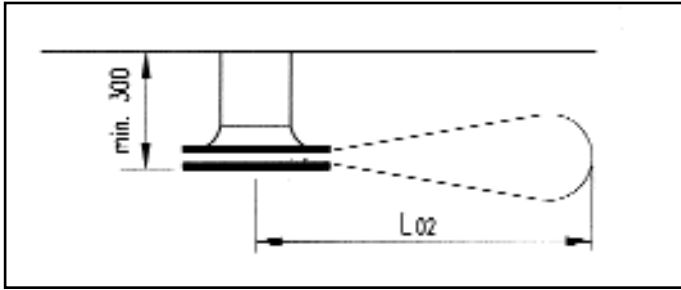
Coanda Etkisi

Eğer hava çevreleyici bir yatay düzleme, örneğin tavana paralel olarak üflenirse, hava jeti ile tavan arasında bir negatif basınç oluşur. Bu basıncın etkisi ile jet tavana yapışır. Coanda etkisi denilen bu olay, özellikle soğuk hava üflendiğinde büyük önem kazanır. Mümkün en büyük coanda etkisini yaratabilmek için, hava her menfezden küçük miktarlarda bütün tavan boyunca düzgün olarak ve mümkün olan en büyük hızda üflenmelidir.

Coanda etkisi, hızın $0,35$ m/s değerinin altına inmesi halinde tamamen kaybolur. Coanda etkisi yaratmanın en iyi yolu tavadaki bir menfez veya difüzörden 360° tam çevreye hiç bir engelleme olmadan yatay düzlemde yüksek hızda hava üflemdir.

Asma Montaj Biçimi

Kataloglardaki atış mesafesi değerleri, menfezin tavan yüzeyine oturması hali içindir. Eğer çıkış ağzı tavana asılı biçimde ise, serbest hava jetinin atış mesafesi Şekil 4.4'de gösterildiği gibi,



Şekil 4.4.

$$L_{02 \text{ asık}} = 0,8 \cdot L_{02}$$

formülü ile verilebilir. Bu durumda atış mesafesi kısalmaktadır.

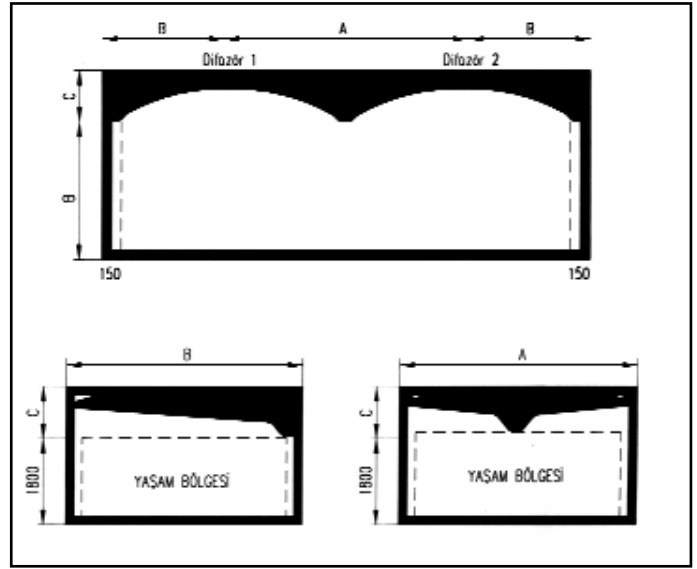
Tavandan Taze Havanın Düşey Olarak Üflenmesi

Düşey doğrultuda atış mesafesi değerleri de izotermik hal için verilmiştir. Eğer $\Delta t = 10$ °C daha soğuk hava üfleniyorsa, atış mesafesi izotermik hale göre %100 artar. Tam tersine ısıtma halinde $\Delta t = 10$ °C daha sıcak hava üflenmesi durumunda atış mesafesi, katalogdaki değerden yarıdır.

4.2. ODADA HAVA DAĞILIMININ PLANLANMASI

İnsanların bulunduğu yaşam bölgelerinde hava hızları $0,2$ m/s değerinden daha fazla olmamalıdır. Bunun için menfezler veya difüzörler uygun olarak seçilmelidir. Menfezler öyle seçilip boyut-

landırılmalıdır ki, hava atış menfezleri L_{02} , Şekil 4.5'de görülen odaya ait A,B,C boyutlarını aşmasın. Şekil 4.5'de görülen örneklerde yaşam bölgelerinde havanın hız değerleri rahatsız edici değerlerin altında kalmaktadır. Eğer iki karşılıklı hava jeti çarpışıyorsa atış mesafesi,



Şekil 4.5. TAVAN DİFÜZÖRLERİ YERLEŞİMİ

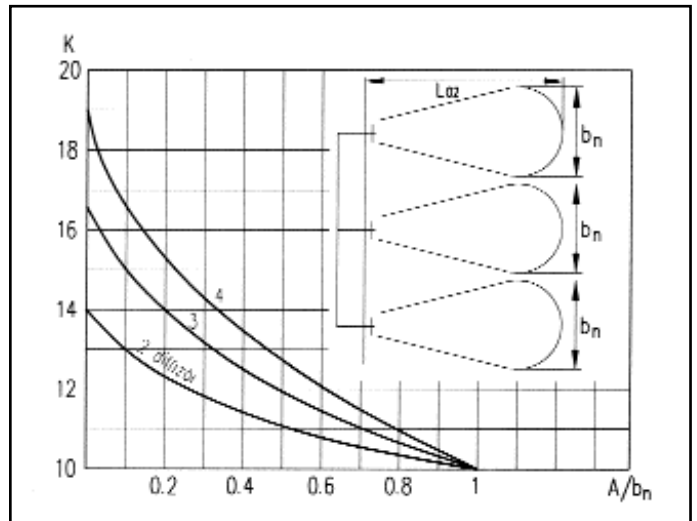
$$L_{02} \leq A/2 + C$$

şartını sağlamalıdır. Eğer menfez bir duvara karşı üflüyorsa,

$$L_{02} \leq B + C$$

şartını sağlamalıdır. Bu formüller menfez veya difüzörün maksimum hava atış mesafesi değerlerini hesaplamakta kullanılabilir. Uygun bir hava dağılımı elde etmek için hava atış mesafeleri maksimum değerlerin %75'inden daha az tutulmalıdır.

Eğer iki veya daha fazla sayıda menfez veya difüzör birbirine paralel olarak hava üflüyorsa ve aralarındaki A mesafesi b_n yatay yayılma mesafesinden daha küçükse, bu durumda atış mesafesi aşağıdaki formüle göre artırılmalıdır (bakınız Şekil 4.6).



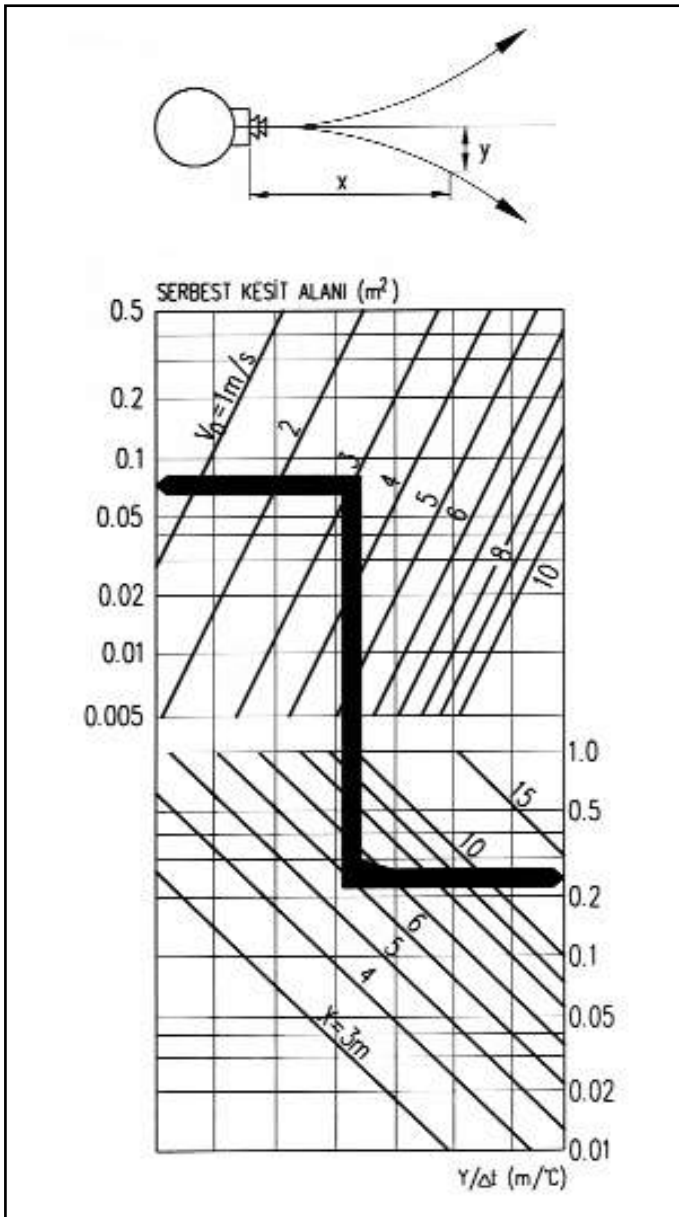
Şekil 4.6. K FAKTÖRÜ

$$L_{02} \text{ (düzeltilmiş)} = K \times L_{02}$$

Buradaki K faktörü şekilde verilmiştir.

İzotermal olmayan hava jetindeki düşme miktarı y ise Şekil 4.7'deki diyagramda verilmiştir.

Eğer tavanda lamba gibi bir engel varsa, menfez ile bu engel arasındaki bırakılması gerekli minimum mesafe Şekil 4.8'de verilmiştir.

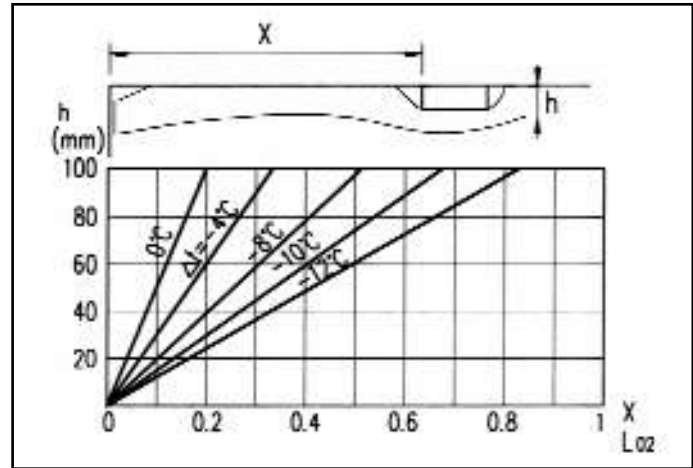


Şekil 4.7. İZOTERMAL OLMAYAN HAVADAKİ DÜŞME VEYA KALMA

4.3. MENFEZ - DİFÜZÖR TİPLERİ

Odada kullanılan temel havalandırma açıklıklarını menfez, tavan difüzörü, yarık difüzör ve perfore tavan olarak saymak mümkündür. Bunların dışında jet tipi üfleme ağızları ve valf tipi egzoz ve üfleme açıklıkları sayılabilir.

Şekil 4.9'da çeşitli tip menfez, difüzör ve havalandırma açıklıkları gösterilmiştir. Ayrıca pek çok aksesuar bu kapsama dahil edilebilir. Bunlar arasında Şekil 4.10'da hacim damperleri gösterilmiştir.



Şekil 4.8. MENFEZ İLE ENGEL ARASINDAKİ MESAFE

Yüksek indüksiyon oranlarına sahip açıklıkların atış mesafesi kısa, buna karşılık sıcaklığın eşitlenmesi çabuktur.

Radyal atış yapan tavan difüzörlerinin yarık (slot) difüzörlere göre atış mesafeleri kısadır ve sıcaklık daha çabuk eşitlenir. Menfezler uzun atış mesafelerine sahiptir, buna karşılık difüzyon ve indüksiyon oranları en düşüktür. Burada sözü edilen indüksiyon, üflenen hava jetine çevreden karışan oda havasını ifade etmektedir. Bu nedenle yuvarlak ve kare tavan difüzörleri, belirli bir hacme, menfezlerden veya slot difüzörlerden çok daha fazla hava verebilirler.

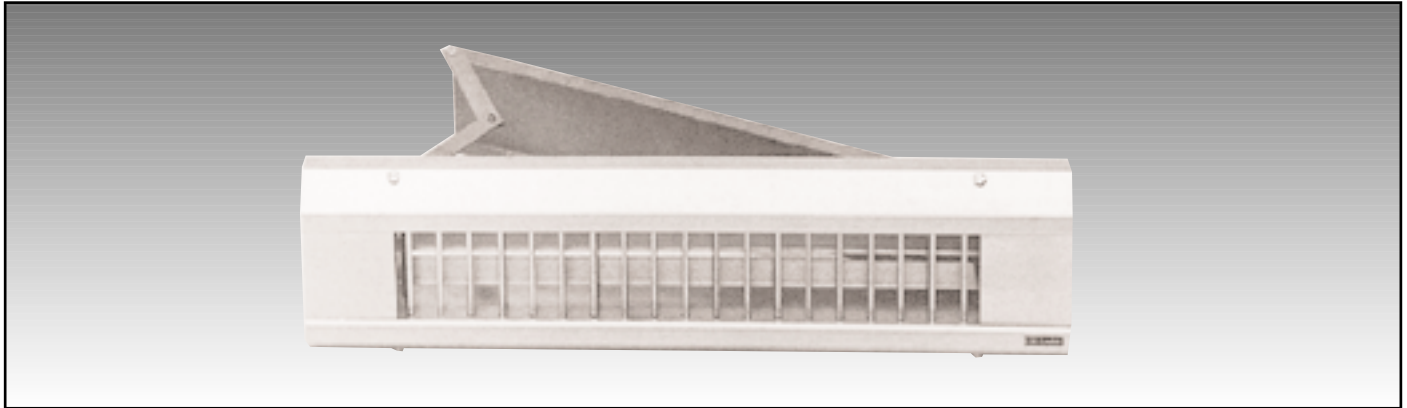
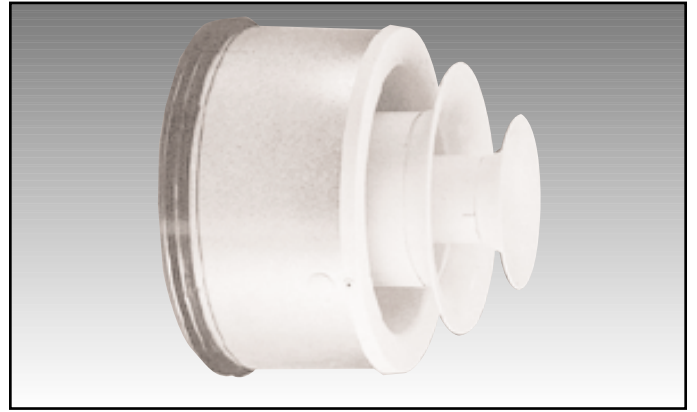
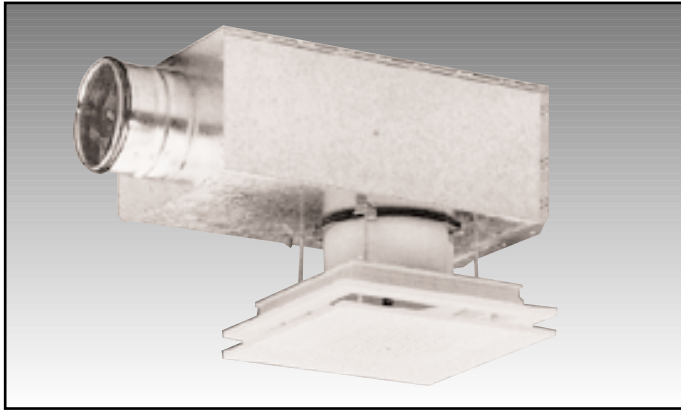
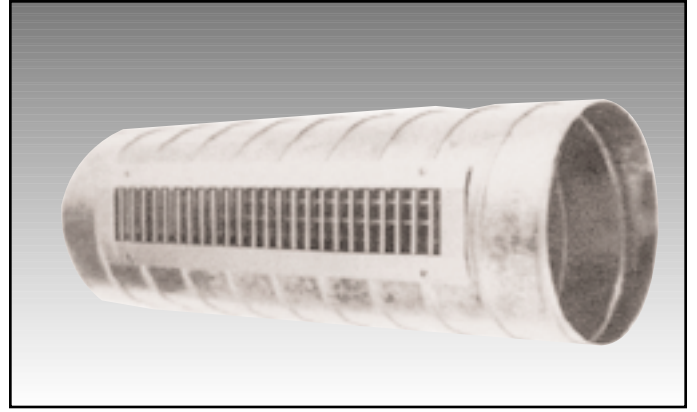
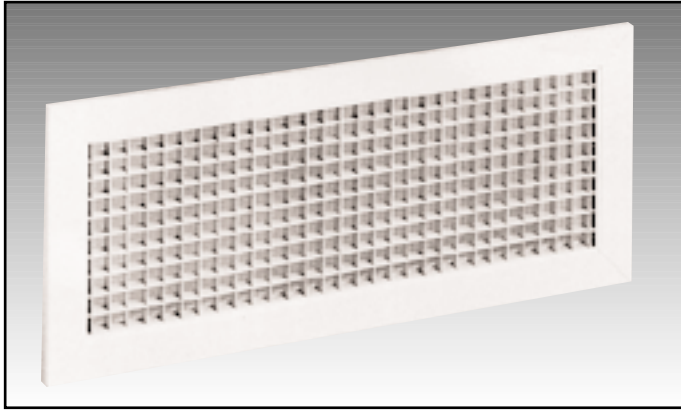
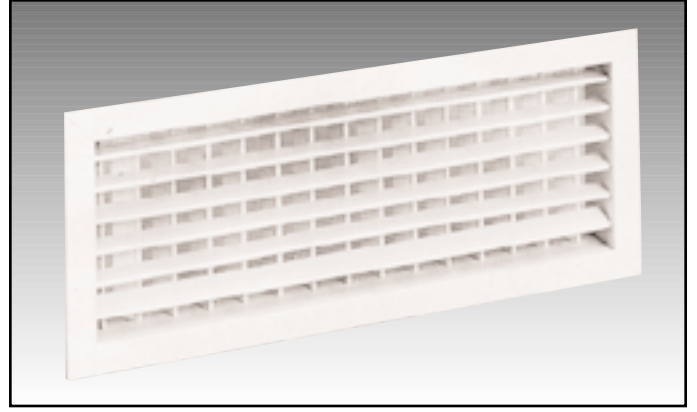
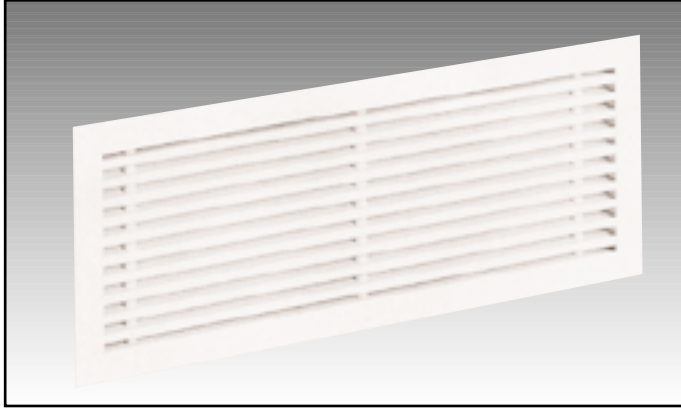
Burada açıklıkların debisini sınırlayan odadaki hava hareketinin hızıdır. Bu hız yaşanan bölgede 0,13 – 0,18 m/s değerlerini geçmesi halinde rahatsız edici olur. Bazı hacimlerde daha yüksek hava hızlarına izin verilebilir veya tavan yükseklikleri uzun atış mesafelerine müsaade edecek ölçüde yüksek olabilir.

Yüksek indüksiyon oranı karakteristiğine sahip havalandırma açıklıkları aynı zamanda düşük besleme havası sıcaklığı olan klima tesisatında başarı ile kullanılabilir. Oda havası ile besleme havası sıcaklıkları arasındaki büyük fark, yüksek indüksiyon oranına bağlı olarak kısa mesafede eşitlenir. Tavan difüzörleri soğutma halinde 17-19 °C sıcaklık farklarına kadar kullanılabilirler. Slot difüzörler ise 14 °C sıcaklık farklarına kadar kullanılabilirler. Menfezler ise iyi dizayn edilmiş sistemlerde 11 °C sıcaklık farklarına kadar kullanılabilir.

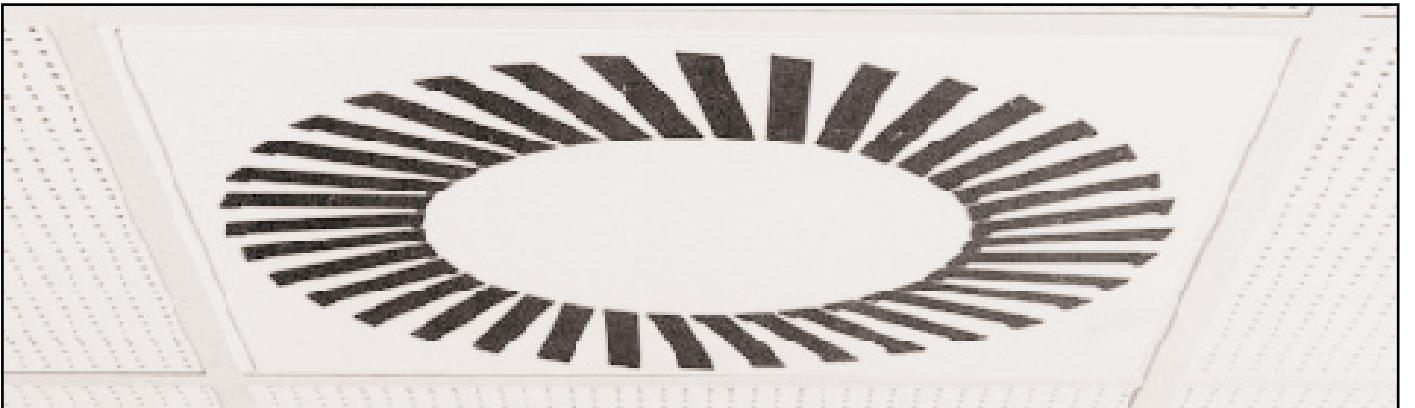
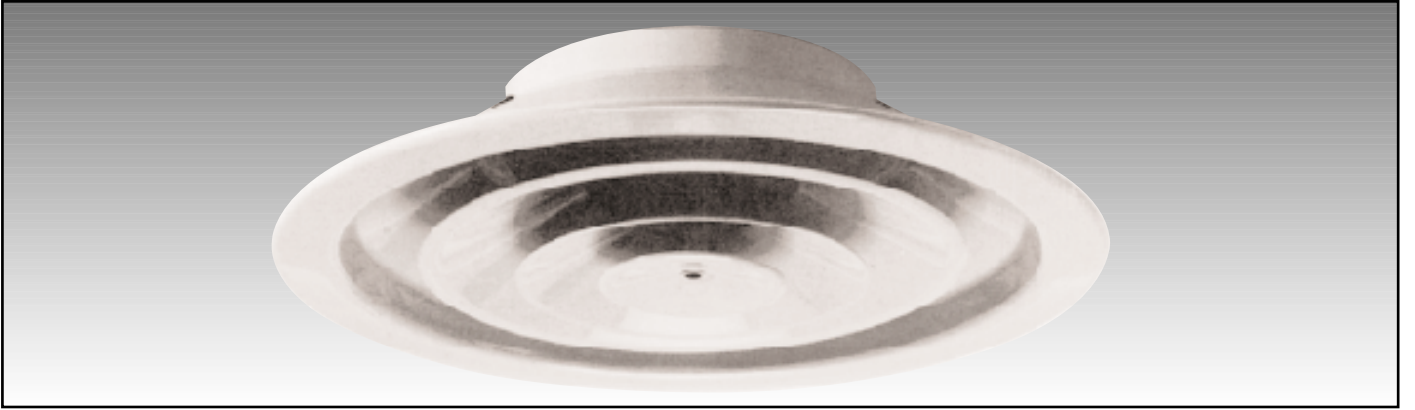
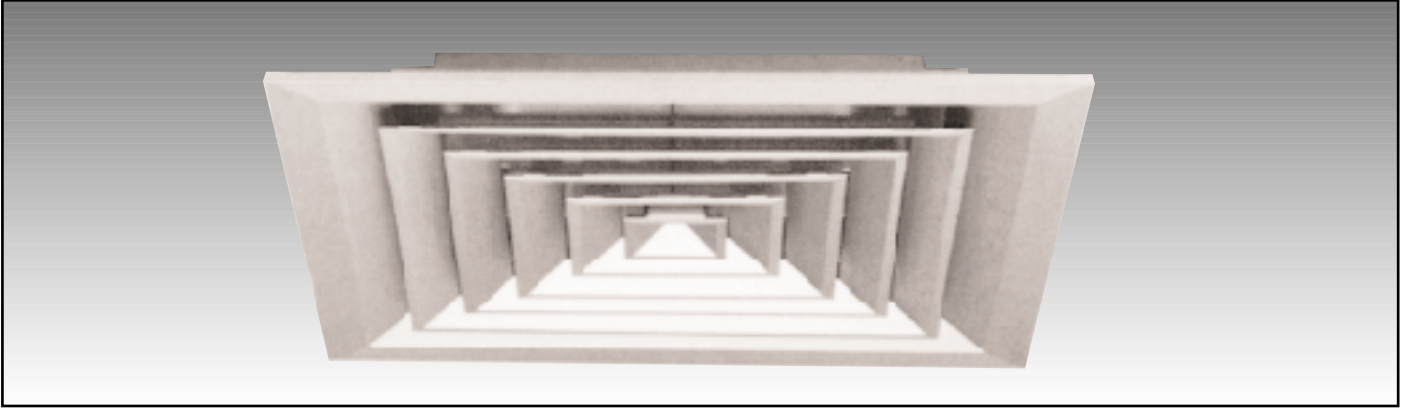
Coanda etkisi en iyi tavan difüzörlerinde elde edilir. Slot difüzörler tavan boyunca üflediklerinde eğer yeteri kadar uzunlarsa ve tavanı kaplıyorsa Coanda etkisi yaratırlar. Menfezlerin yarattığı Coanda etkisi uygulama biçimine göre farklı derecelerde.

Birçok havalandırma tesisatında ise, havalandırma açıklıkları doğrudan açıktan giden kanal üzerinde bulunur. Bu tür açıklıklardan üflenen hava jeti hem alttan, hem de üstten çevre havasıyla karışır. Bunun sonucu oda havası ile karışım oranı yüksektir ve atış mesafesi %33 daha kısadır. Bu tip menfezlerin birim alanından üflenen hava artırılabilir. Doğrudan açıktan geçen kanala takılan tavan difüzörlerinde soğuk havanın sıcaklık farkı 8 ile 11°C ile sınırlanmıştır. Slot difüzör ve menfezlerde ise bu durumda çok belirgin bir düşme eğilimi vardır.

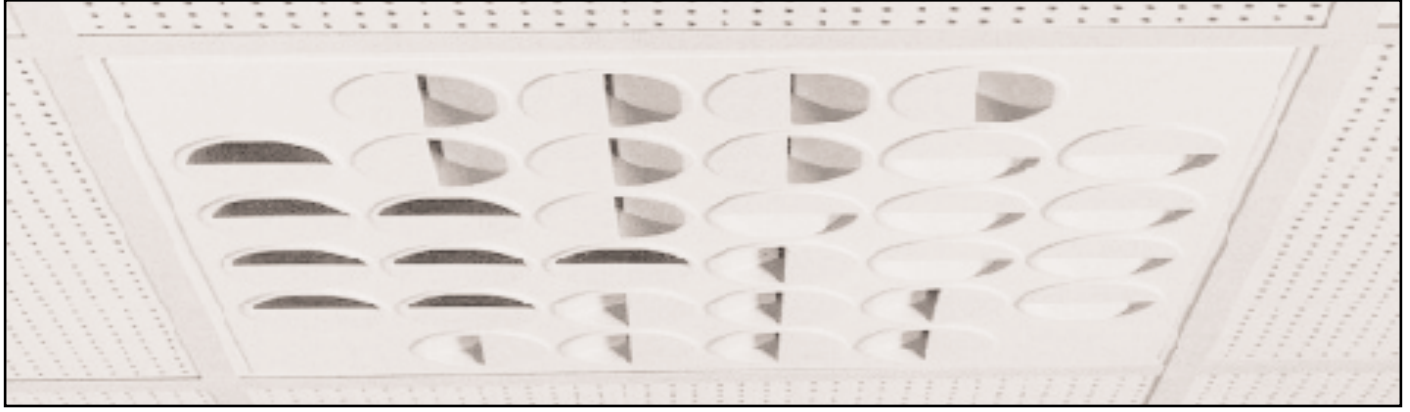
Tablo 4.11'de çeşitli havalandırma açıklıkları için tecrübeye dayalı tipik kapasiteler verilmiştir. Açıklık seçiminde bu tablodan yararlanılabilir. Burada standart şartlar göz önüne alınmıştır. Yüksek tavan,



Şekil 4.9. MENFEZ, DİFÜZÖR VE HAVALANDIRMA AÇIKLIKLARI



Şekil 4.9. MENFEZ, DİFÜZÖR VE HAVALANDIRMA AÇIKLIKLARI (Devam)



Şekil 4.9. MENFEZ, DİFÜZÖR VE HAVALANDIRMA AÇIKLIKLARI (Devam)



Şekil 4.10. DAMPERLER

açıktan giden kanal, odanın kullanım yoğunluğu, ürün özellikleri gibi özel şartlar bu tablodaki değerleri farklılaştırmayı gerektirir.

Menfez Seçim Prosedürü

Menfez seçimi ve yerleşimi için aşağıdaki yol izlenebilir:

1. Her hacme üflenecek hava miktarı belirlenir.
2. Her hacme konulacak menfez sayısı ve tipi belirlenir. Bunun için gerekli hava miktarı, atış için kullanılacak mesafe, yapının karakteristikleri ve mimari yaklaşım gibi faktörler gözönünde tutulur. Bu amaçla **Tablo 4.11** yardımcı olabilir. Ayrıca menfez üreticilerinin sunduğu katalog bilgileri önemli bir yardımcı kaynaktır.
3. Menfezler oda içinde havayı mümkün olduğunca homojen ve düzgün olarak dağıtabilecek biçimde yerleştirilir.
4. Üretici kataloglarından hava miktarı, çıkış hızı, dağıtım biçimi ve ses düzeyi gibi performans bilgilerini kontrol ederek uygun boyutta menfez seçilir. Bu arada seçim ve uygulamada üreticinin tavsiyelerine uyulmalıdır.

Menfez tipi seçimiyle ilgili yardımcı olmak üzere **Tablo 4.12** kulla-

Açıklık Tipi	Döşeme alanının hava yükü l/s.m ²	3 m yükseklikteki tavan hali için saatlik max. hava değişim sayıları
Menfez	3 - 6	7
Slot difüzör	4 - 10	12
Perfore panel	5 - 15	18
Tavan difüzörü	5 - 25	30
Perfore tavan	5 - 50	60

Tablo 4.11. ÇEŞİTLİ TİP AÇIKLIKLARIN KULLANIM KILAVUZU

Grup-tip	Montaj	Üfleme yönü	Soğutma özellikleri	Isıtma özellikleri
Grup A Yan duvar üst seviyelerinde monte edilen menfezler, difüzörler, tavan difüzörleri paralel akışlı tavan monte edilmiş slot difüzörler	Tavan, yan duvar üst seviyeleri	Yatay	Sıcak mahal havasıyla iyi karışım. Odada minimum sıcaklık değişimi. Özellikle soğutma uygulamalarına uygunluk	Döşeme civarında büyük miktarda hareketsiz hava. İç bölgelerde ısı yükü fazla değilse bu hareketsiz hava tabakası pratik olarak mevcut değildir.
Grup A Değişken alanlı menfezler, değişken alanlı difüzörler	Tavana, yan duvar üst seviyeleri	Yatay, özellikle VAV sistemleri için adapte edilmiş	Hava hacmi değişikçe dizayn hava dağıtım karakteristiklerini sürdürür	Hava hacmi değişikçe dizayn hava dağıtım karakteristiklerini sürdürür
Grup B Döşeme menfezleri, döşemeüstü üniteler, sabit kanatlı menfezler, lineer menfezler	Döşeme, yan duvar alt seviyeleri, süpürgelik	Düşey, yayılmayan hava jeti	Genellikle insanlı bölgenin üzerinde küçük miktarda bir durgun hava	A grubu çıkışlardan daha az miktarda durgun hava
Grup C Döşeme menfezleri, ayarlanabilir kanatlı menfezler, lineer menfezler	Döşeme, yan duvar alt seviyeleri, süpürgelik	Düşey, yayılan hava jeti	B grubu çıkışlardan daha fazla miktarda durgun hava	B grubu çıkışlardan daha az miktarda durgun hava – özellikle ısıtmaya uygun
GrupD Döşemeüstü üniteler, menfezler	Döşeme, yan duvar alt seviyeleri,	Yatay	Döşeme üzerinde insanlı zonda büyük miktarda hareketsiz hava, konfor soğutması için tavsiye edilir.	Bütün alanda üniform sıcaklık. Proses uygulamalarında tavsiye edilir.
GrupE Tavan difüzörleri, lineer menfezler, menfezler, slot difüzörler (düşey akışlı) yan duvar difüzörleri	Tavan, yan duvar üst seviyeleri	Düşey	Tavan civarında küçük miktarda durgun hava. Sadece soğutma uygulamaları için seçilebilir.	İyi hava dağıtımı. Sadece ısıtma uygulamaları için seçilebilir.

Tablo 4.12. HAVA ÇIKIŞ ELEMENLARININ PERFORMANSLARI

nılabilir. Yüksek tavanlar, açıktan giden kanal üstündeki menfezler gibi özel durumlarda ve olağan dışı oda yüklerinde bu tablo tavsiyeleri geçerli olmayacaktır. Bu durumlarda üretici bilgilerine başvurulmalıdır.

Çeşitli Tip Menfezler ve Bunların Performansları

Yukarıda anlatılan çeşitli tip menfezlerin ısıtma ve soğutma halinde performansları değişmektedir. Genellikle bir hal için performansı iyi olan bir menfez, diğer hal için kötü bir performans sergilemektedir. Menfez seçilirken kullanım koşulları mutlaka dikkate alınmalıdır. Yaz ve kış mükemmel hava dağıtımını genellikle hibrit sistemlerde mümkün olabilmektedir. Burada yazın soğuk hava tavan düzeyinden üflenirken, kışın hava başka elemanlarla döşeme seviyesinden dış pencere boyunca yukarı doğru üflenmektedir. Böylece en uygun hava dağılımı elde edilmektedir. Çeşitli tip menfezler 5 grupta toplanarak bunların izotermal, ısıtma ve soğutma hallerindeki performansları **Şekil 4. 13 ile 4.17 arasında** özetlenmiştir. ASHRAE'den alınan bu şekil menfez performansları hakkında genel bir fikir vermektedir. Bu şekildeki,

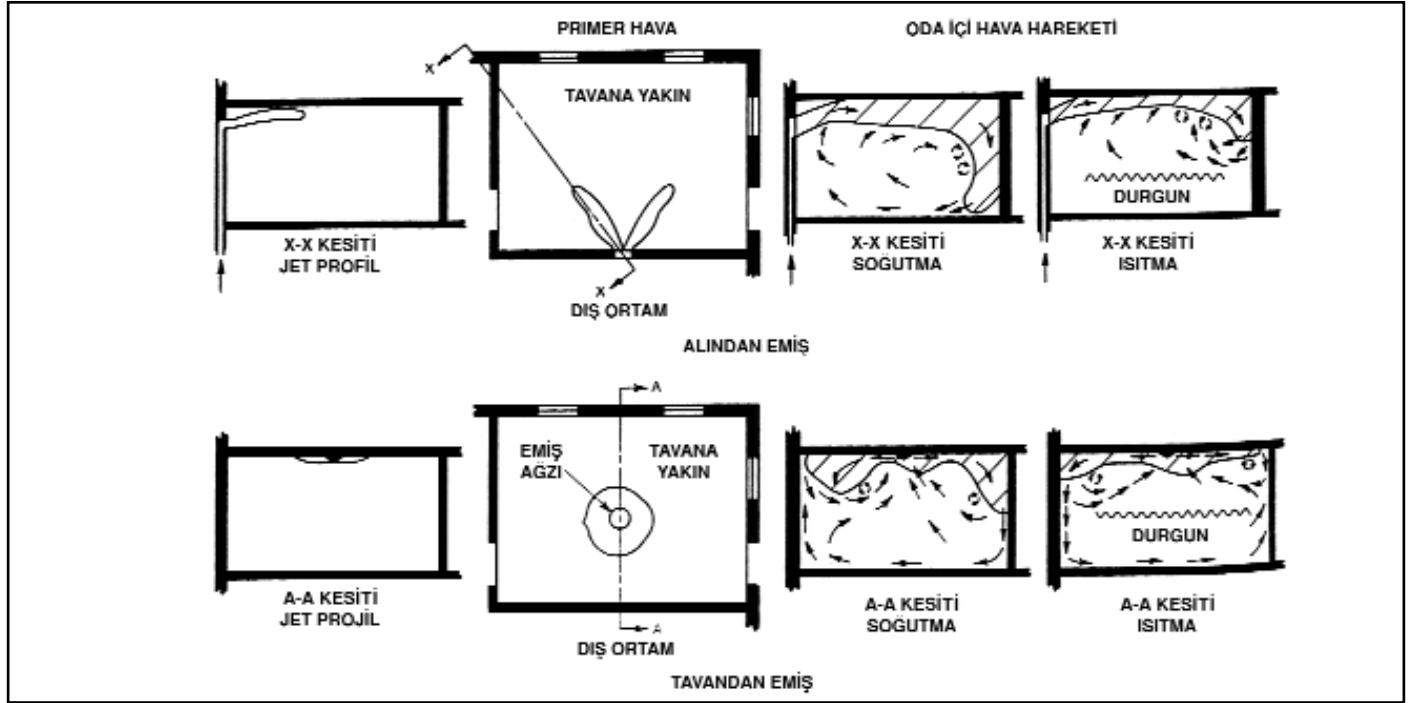
A tipi menfezler (**Şekil 4.13**): Havayı yatay olarak veren, tavana veya tavana yakın monte edilen menfezler,

B tipi menfezler (**Şekil 4.14**): Açılmayan bir jet ile havayı düşey olarak yukarı veren, döşemeye veya döşeme yakınına monte edilmiş menfezler,

C tipi menfezler (**Şekil 4.15**): Açılan bir jet ile havayı düşey olarak yukarı veren, döşemeye veya döşeme yakınına monte edilmiş menfezler,

D tipi menfezler (**Şekil 4.16**): Havayı yatay olarak veren, döşemeye veya döşeme yakınına monte edilmiş menfezler,

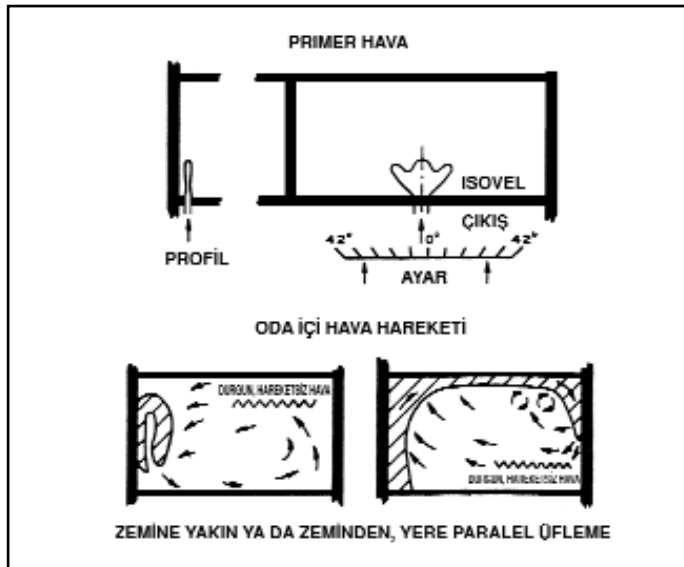
E tipi menfezler (**Şekil 4.17**): Primer havayı düşey olarak püskürtten, tavana veya tavan yakınına monte edilmiş menfezlerdir.



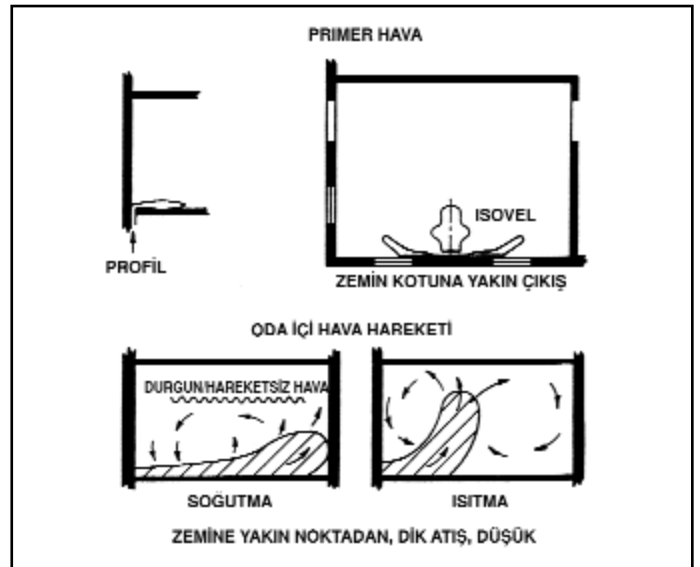
Şekil 4.13. GRUP A-ÇIKIŞLARI, HAVA HAREKETİ KARAKTERİSTİKLERİ



Şekil 4.14. GRUP B-ÇIKIŞLARI, HAVA HAREKETİ KARAKTERİSTİKLERİ



Şekil 4.15. GRUP C-ÇIKIŞLARI, HAVA HAREKETİ KARAKTERİSTİKLERİ



Şekil 4.16. GRUP D-ÇIKIŞLARI, HAVA HAREKETİ KARAKTERİSTİKLERİ



Şekil 4.17. GRUP E ÇIKIŞLARI HAVA HAREKETİ KARAKTERİSTİKLERİ

Duvara montajı için civata kullanıldığında boyun ölçüsü (A-6 mm.) x (B-6 mm.) olacaktır. Montaj çerçevesi ve yay ile tespit edildiğinde, Boyun ölçüsü = A x B olacaktır.

Özellikleri:

Menfeze ait performans değerleri, seçim diyagramları halinde Şekil 4.19'da verilmiştir. Bu şekilde iki diyagramdan biri besleme menfezi haline, diğeri egzoz menfezi haline aittir. Hava atış mesafesi, L_{02} izotermal hava üflenmesi halinde, üstteki diyagramdan okunabilir. Buradaki değer kanat ayarının 0° sapmalı olması ve menfezin tavadan 300 mm. aşağı monte edilmesi hali için geçerlidir. Farklı kanat sapma açıları halinde gerekli düzeltmeler Tablo 4.20'de verilmiştir. Ses basıncı seviyesi, L_A yine diyagramdan okunabilmektedir. Burada okunan gürültü değerleri oda sönümünün 4 dB olması hali içindir. Yine diyagramda okunan değerler hacim kontrol damperi yokken ve kanatlar 0° sapmaya ayarlanmışken geçerlidir. Farklı saptırma açıları halinde ilave düzeltme faktörü, Tablo 4.21'de verilmiştir. Menfezin ses güç seviyesi ise frekans bandlarına göre,

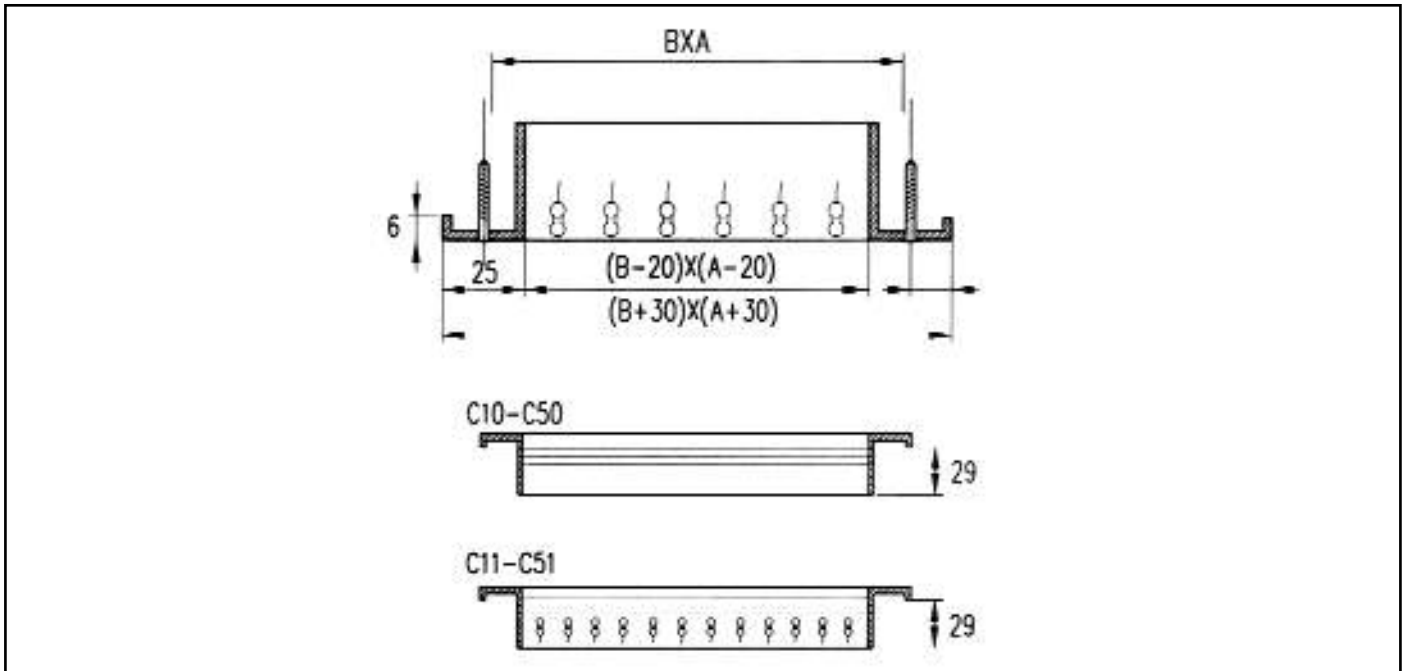
$$L_w = L_A + K_{OK}$$

formülü ile bulunur. K_{OK} değerleri Tablo 4.22'den alınabilir. Hacim kontrol damperi kullanıldığında, toplam basınç kaybı P_t (Pa) ve ses basınç seviyesinde L_A dB (A) yapılacak düzeltmeler Tablo 4.23'de verilmiştir.

Sapma açısına ve tavadan olan mesafeye göre jet biçimleri Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

4.3.1. Duvar Tipi Dikdörtgen Havalandırma Menfezleri

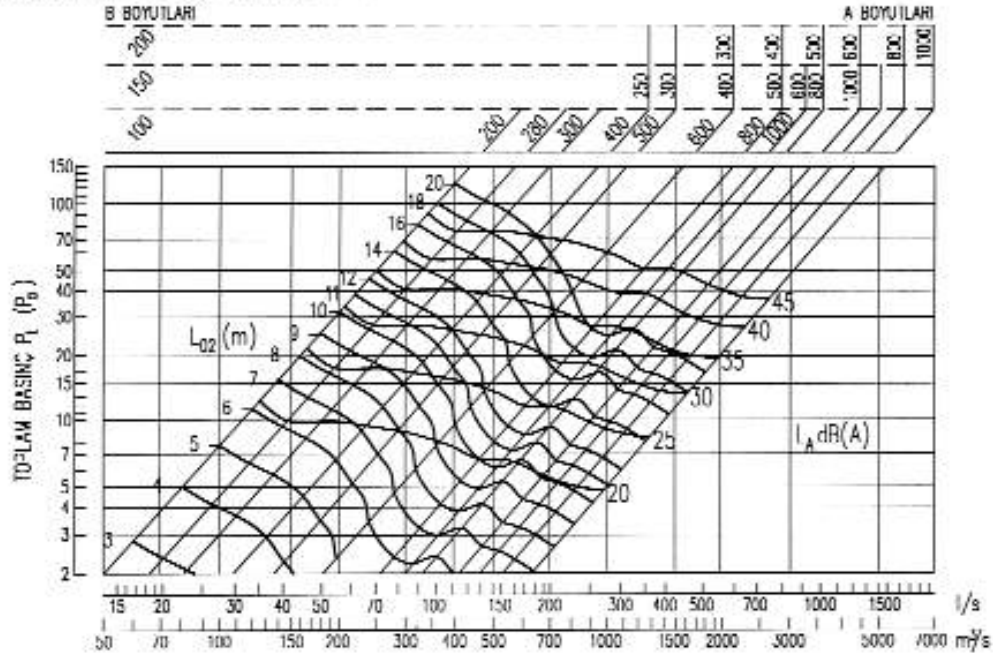
Bu menfez tipi ve boyutları Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Bu tiplerin en uygun kullanım yeri duvarın üst kotlarıdır. Menfezlerin tavana monte edilerek düşey yönde hava üflemleri konfor uygulamalarında genellikle kabul edilmez. Bu menfezler hem egzoz, hem de besleme havası temininde kullanılabilir. Kanatları ayarlanabilir. Böylece havayı istenilen yöne üfleme mümkündür. Tek sıra kanatlı ve iki sıra kanatlı tipleri vardır. İki sıra kanatlılarda hava yönünü yatay ve düşey doğrultuda ayarlama imkânı vardır. Malzeme olarak alüminyum ve çelik tipleri bulunmaktadır. Bunlarda aksesuar olarak montaj çerçevesi ve hacim kontrol damperi kullanılabilir.



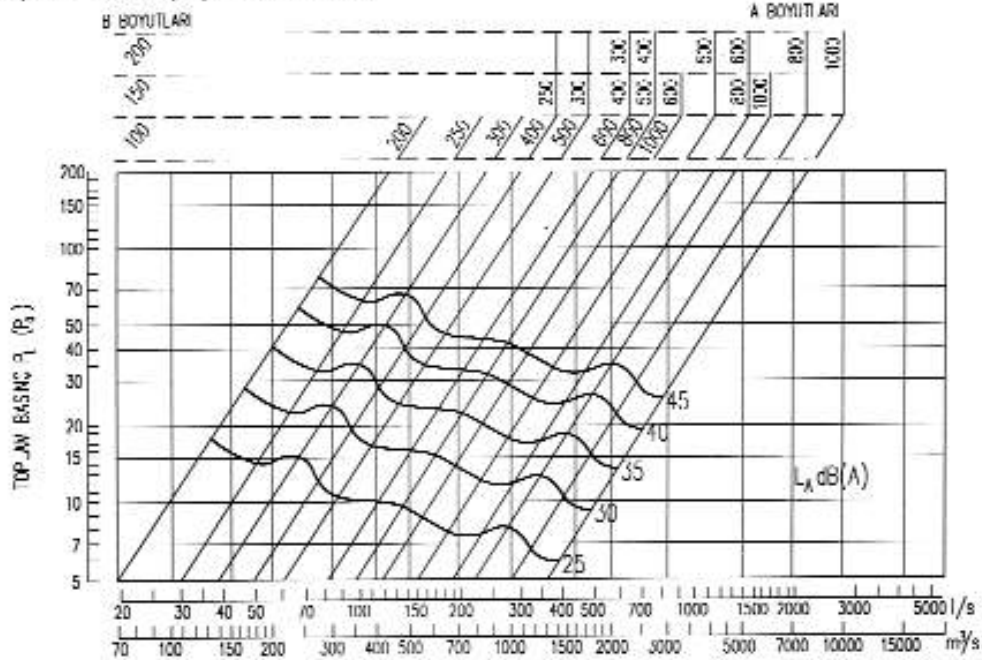
B Boyutu	A Boyutu									
	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400
100	0.0119	0.0152	0.0185	0.0251	0.0316	0.0382	0.0513	0.0644	0.0775	0.0907
150	0.0192	0.0245	0.0298	0.0403	0.0509	0.0615	0.0826	0.1037	0.1248	0.1459
200	0.0265	0.0338	0.0411	0.0556	0.0702	0.0847	0.1139	0.1498	0.1721	0.2012
300	0.0411	0.0523	0.0636	0.0862	0.1087	0.1313	0.1764	0.2215	0.2667	0.3118
400	0.0556	0.0709	0.0862	0.1167	0.1473	0.1779	0.2390	0.3001	0.3612	0.4223

Şekil 4.18. MENFEZ SERBEST KESİT ALANI (m²)

SEÇİM DİYAGRAMI
C 11/C 51 KANATLAR 0° (DÜZ) AÇILI, BESLEME HAVASI



SEÇİM DİYAGRAMI
C 11/C 51 KANATLAR 0° (DÜZ) AÇILI, BESLEME HAVASI



Şekil 4.19. DİKDÖRTGEN MENFEZ SEÇİM DİYAGRAMI

4.3.2. Kare Tavan Difüzörleri (Anemostat)

Bu menfez tipi ve boyutları Şekil 4.25'de gösterilmiştir. Bu difüzörler tavana yapışık olarak monte edilir. Kanatları sabittir ve tavana 4 yönde yatay besleme havası üflemede kullanılırlar. Tavanın merkezinde yerleştirilmeleri uygundur. Sıcak veya soğuk havayı aynı mükemmellikte beslemeye uygundur. Malzeme yine alüminyum ve-

ya çelik olabilir. Yine aksesuar olarak montaj çerçevesi ve hacim kontrol damperi kullanılabilir. Difüzöre ait iki adet performans diyagramları Şekil 4.26'da verilmiştir.

İlk diyagramda 4 yöndeki eşit olan atış mesafesi okunmakta ve boyut seçimi yapılmaktadır. İkinci diyagramdan ise basınç düşümü ve ses seviyesi değerleri okunmaktadır.

	Kanat Saptırma Ayarı	
	45°	90°
Düzeltilme faktörü	0.8	0.5

Tablo 4.20. L_0 MESAFESİ DÜZELTME FAKTÖRLERİ

	Kanat Saptırma Ayarı	
	45°	90°
Düzeltilme faktörü	+ 3	+ 10

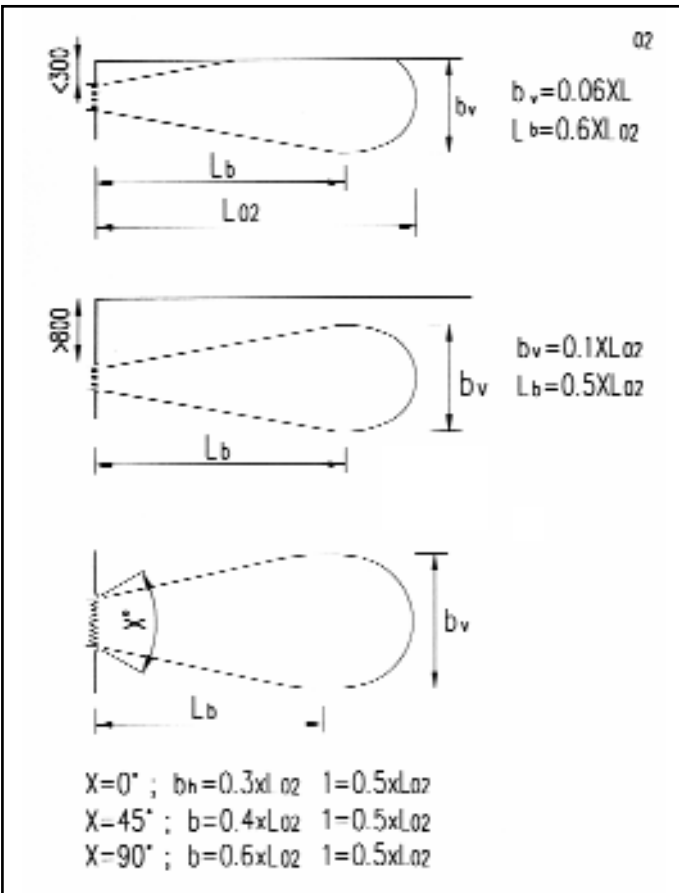
Tablo 4.21. SES DÜZELTME FAKTÖRLERİ

Merkez frekansları (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
K_{OK} değerleri (dB)	11	7	4	-1	-4	-10	-17

Tablo 4.22. K_{OK} DEĞERLERİ

Ayar		45°	Kapalı
Besleme Havası	Basınç düşümü	x 3.2	x 18
	Ses basınç seviyesi	+ 13	+ 37
Egzoz Havası	Basınç düşümü	x 2.5	x 13
	Ses basınç seviyesi	+ 15	+ 31

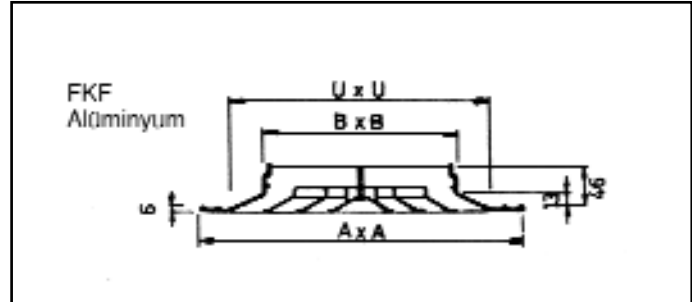
Tablo 4.23. DAMPER DÜZELTME FAKTÖRLERİ



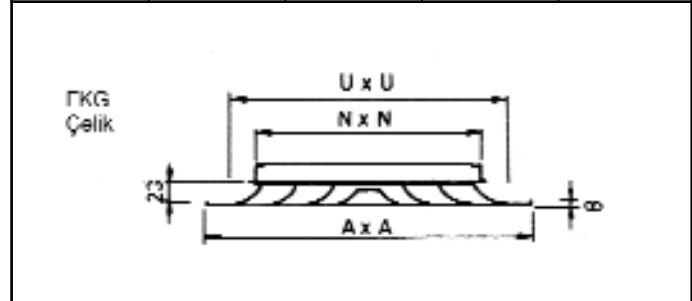
Şekil 4.24. JET ŞEKİLLERİ

4.3.3. Ayarlanabilir Kanatlı Tavan Difüzörleri

Bu tip difüzörlerde Coanda etkisi önemlidir. Kanat pozisyonları belirli bir konuma gelinceye kadar Coanda etkisi sürer ve atılan hava



Boyut	A	B	U	Ağırlık Kg
150	274	148	214	0.6
225	349	223	289	1.0
300	424	298	364	1.4
375	499	373	439	1.8
450	574	448	514	2.3
525	649	523	589	2.8
600	724	598	664	3.1



Boyut	N	A	U x U	Ağırlık Kg
6	152	299	230	0.9
8	203	349	280	1.3
10	254	399	330	1.8
12	305	449	380	2.0
14	356	499	430	2.5
18 - 600	457	599	530	2.9
18 - 625	457	624	555	3.1

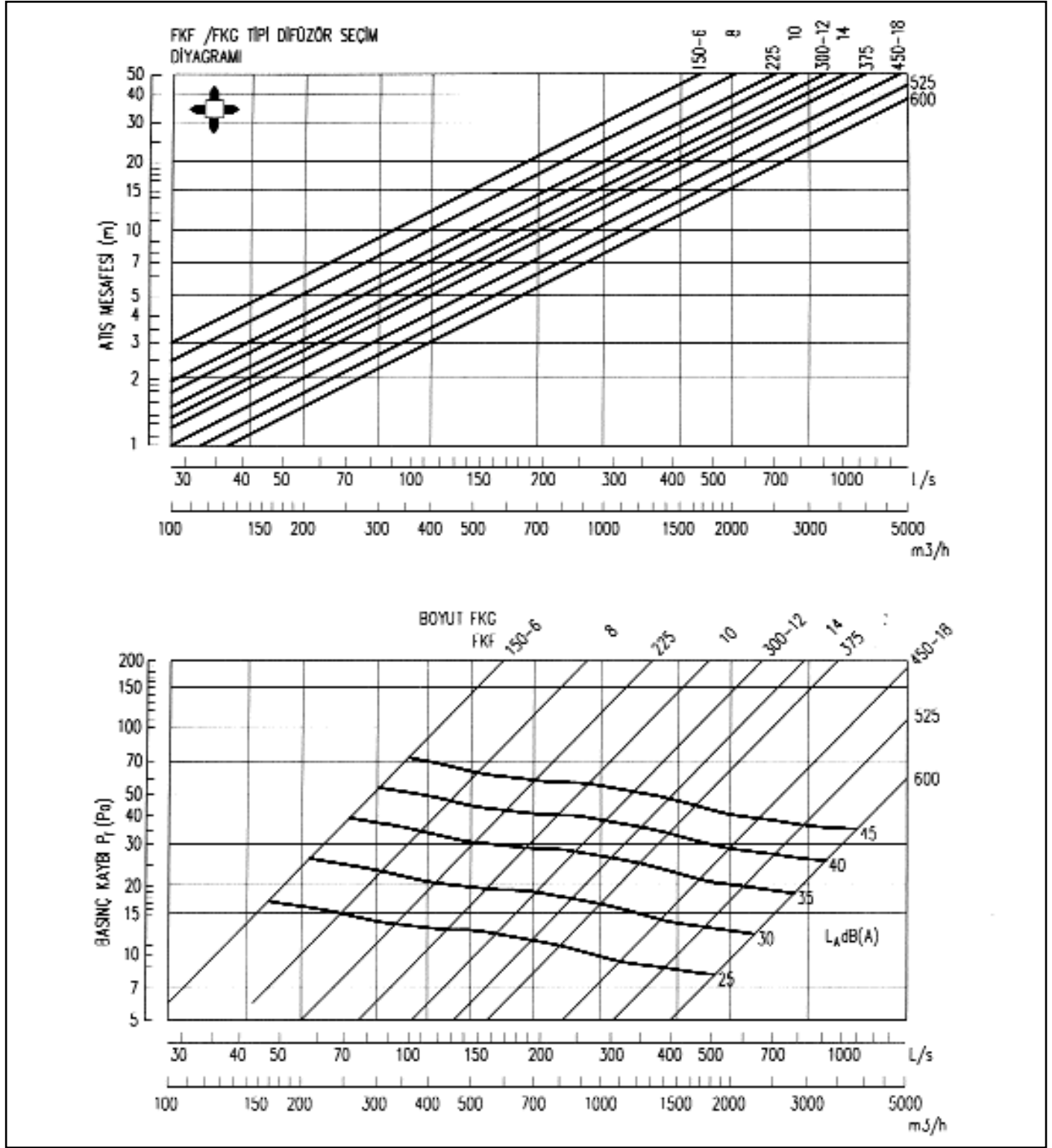
Şekil 4.25. KARE TAVAN DİFÜZÖR BOYUTLARI

tavana yapışır. Bundan sonra kanatlar daha da açılırsa, hava üfleme si düşey doğrultuda gerçekleşir. Sonuç olarak ayarlanabilir kanatlı tavan difüzörleri açıktan giden kanallara monte edildiğinde kanat ayarı ile sürekli bir biçimde üflenen havayı yatay pozisyon dan, düşey pozisyona kadar değiştirmek mümkündür.

4.3.4. Slot Difüzörler

Bu difüzörler bir veya birden çok ince uzun yarı k şeklinde çıkış elemanlarıdır. Kenar oranları 10° dan büyüktür. VAV uygulamalarına uygun bir çıkış elemanıdır. Üfleme havasıyla ortam arasında $10^\circ C$ mertebelerine kadar sıcaklık farkı olabilir.

Dik akışlı slot difüzörler en iyi duvar uygulamalarında kullanılır. Duvar üst kotlarından veya parapet ve süpürgelik kotlarından veya döşemeden üfleme biçimi uygulanabilir. Eğer duvar üst kotlarında yerleştirilen duvara dik akışlı slot difüzörler tavandan $150-300$ mm. aşağıda ise ve Coanda etkisi yaratacak ölçüde geniş ise üflenen ha



Şekil 4.26. FKF/FGK TİPİ DİFÜZÖR SEÇİM DİYAGRAMI

va düşmez. Aksi halde tavana doğru yönlendirmek gerekir. Tavanın 600 mm. altında ise soğuk havanın düşmesi önlenemez.

Tavana monte edilen tiplerinde ise paralel akışlı slot difüzörler kullanılır. Tavan yüksekliği 2,60-4,00 m olan yerlerde kullanılabilir. Dik akışlı slot difüzörlerin de tavana montajı mümkündür. Ancak bu durumda aşağı doğru üflenen hava, lokal yüksek hava hızlı bölgeler yaratacağıdır.

Bunlar bir duvara yakın veya kullanılmayan veya geçici kullanılan bölgelerin üzerine yerleştirildiğinde iyi sonuçlar alınmaktadır. Ancak yine de dik akışlı bir difüzörü tavana aşağı üflenecek pozisyonunda yerleştirirken dikkatli olunmalıdır. Üflenen hava sıcaklığındaki değişimler, hava jetinin biçimini çok etkiler.

Duvar alt kotlarına veya döşemeye yerleştirilen slot difüzörler duvara paralel veya duvara doğru yönlendirilmiş olarak hava üflerler.

4.3.5. Swirl Difüzörler

Bu tip çıkış elemanlarında besleme havası mahal havasıyla çabuk karışır. Bu elemanların seçimi ve yerleşimi doğru yapıldığında mahalde büyük hava değişim sayılarına ve dolayısıyla büyük soğutma yüklerine karşılık gelen hava debilerine ulaşılabilir. Besleme havası, menfez boğazına genellikle 1-3 m/s hızla girer ve özel form verilmiş kanatlar aracılığı ile radyal ve yatay doğrultulu çok sayıda hava jeti olarak menfezden çıkar. Her bir hava jeti aynı zamanda kendi ekseni etrafında dönme hareketi yapar. Bundan dolayı karışım hızlı olur. Soğutmada 10-14 °C; ısıtmada sabit kanatlı tiplerde 6 °C, değişken kanatlı tiplerde 10-15 °C sıcaklık farkı yaratılabilir. Montaj yüksekliği 2,20-2,60 m değerine kadar inebilir.

Ayarlanabilir Swirl Difüzörler

Mahal içindeki soğutma (veya ısıtma) yükünün değişmesine paralel olarak ve özellikle soğutmadan ısıtmaya geçerken, sabit hava debili sistemlerde besleme havası sıcaklığının da değişmesi gerekmektedir. Sıcaklık değiştiğinde hava akışı etkilenir ve insanlı yaşam bölgelerinde hız değişiklikleri konforu bozabilir. Bu nedenle değişen üfleme havası sıcaklıklarına bağlı olarak, akış profilinde düzeltme gerekebilir. Ayarlanabilir swirl difüzörlerde bu imkan dahilindedir. Kanatların ayarlanmasıyla veya yatay ve düşey hız bileşenlerini değiştirmek suretiyle üflenen hava profili değiştirilebilir. Bu değişiklik elle yapılabileceği gibi, servomotorlar yardımıyla otomatik olarak da yapılabilir.

4.3.6. Hava Dağıtıcı Tavanlar

Hava dağıtıcı tavanlar, asma tavan altında kalan hacmi bir plenum olarak kullanılırlar. Buraya hava kısa uçlu kanallarla verilir. Bu plenum bölgesi düzgün bir plenum basıncı oluşacak şekilde düzenlenmelidir. Ancak bu durumda şartlandırılacak odaya düzgün bir hava dağıtımı mümkün olur. Tavandan odaya havanın üflendiği elemanlar üreticiye göre değişen formda delik veya yarıklara sahiptir. Bu yöntem uniform oda sıcaklığına sahip büyük hacimlerin havalandırılmasına özellikle uygundur.

4.3.7. V.A.V. Sistemleri İçin Menfezler

Havalandırma sistemlerinde kullanılan özel çıkış ağızlarının veya difüzörlerin performansı, genellikle kontrol kutusunun performansından bağımsızdır. Bu kutular ister sabit debili kutular olsun, ister V.A.V. değişken debili kutu olsun belirli bir debi için seçilecek çıkış elemanı aynıdır. Ancak bu seçilen çıkış elemanı, ancak belirli şartlarda ve belirli debide optimum hava dağıtım performansını sergiler. V.A.V. sistemlerinde yüke bağlı olarak üflenen hava debisi değiştiğinden odadaki hava hareketlerinin seviyesi de değişir. En düşük yük şartlarında, şartlandırılan odadaki hava hareketleri de en düşük seviyeye inecektir.

V.A.V. sistemlerinde menfez veya difüzör seçiminde, hava debisi değeri olarak en büyük yükten daha küçük bir değeri esas almak tavsiye edilir. Bu durumda en büyük yükte menfez aşırı yüklenmiş olur. Ancak bütün çalışma aralığı göz önüne alındığında daha düzgün bir performans elde edilir. Ayrıca V.A.V. sistemleri için özel, kanatları kontrol edilebilen difüzörler geliştirilmiştir. Değişen debiye göre kanat pozisyonu otomatik değişerek sürekli optimum performans korunmaya çalışılmaktadır.

4.3.7. Jet Menfezler

Büyük ve yüksek tavanlı yerlerde üfleme havasını yaşam mahalline (insanlı bölgeye) ulaştırmak için uzun atış mesafelerine sahip jet menfezler kullanılır. Bu menfezler tavandan üfleminin uygun olmadığı mahaller için idealdir. Genellikle yan duvarlardan mahal ortasına doğru 10-30 m atış uzaklıklarında kullanılır. 30 m'yi aşan örnekleri de vardır. Hava jetinin doğrultusu menfez eksenine göre artı veya eksi 30 ° değiştirilebilir. Bu açı değişikliği elle veya motorla uzaktan yapılabilir.

4.3.8. Dönüş ve Egzoz Havası Açıklıkları

Dönüş havası açıklıkları doğrudan bir kanala bağlanabilir veya havayı bir odadan diğer bölgeye geçiren basit menfezler olabilir. Egzoz havası açıklıkları ise daima oda havasını bina dışına taşıyan kanallara bağlanır. Dönüş veya egzoz havası açıklıkları boyutu ve yerleşimi odadaki hız ve basınç gereksinimlerini karşılamada belirleyicidir.

Genel olarak besleme havası için kullanılan aynı tip menfez, difüzör, slot difüzör, tavan difüzörü veya hava toplayıcı tavanlar kullanılır. Egzoz havası emiş ağız elemanlarında deflektörler, hava dengeleyiciler ve yönlendiriciler gibi elemanlara gerek yoktur. Ancak damperler egzoz elemanlarında da kullanılır.

4.4. TAZE HAVA VE EGZOZ MENFEZLERİ

Dış hava emiş menfezleri mümkün olduğunca toz, is, egzoz gazı ve kokulardan ve direk olarak güneş ışığından etkilenmeyecek yerlere yerleştirilmelidirler. Bu, özellikle uygun menfez yeri bulmanın zor olduğu şehir içi uygulamalarda daha önemlidir. Emiş menfezinin yeri hava kalitesi açısından da değerlendirilip düşünülmelidir. Bunların yeri, bina yüksekliğine, havalandırma menfezlerinin büyüklüğüne ve yerleşimine, ayrıca binadaki dış hava hareketlerinden oluşan basınç dağılımına bağlı olarak etkilenir.

Dış hava emiş menfezleri, filtre edilmemiş havanın uzun kanallarda taşınmasını engellemek için, santralin çok uzağında bulunmamalıdır. Eğer uzun kanal konstrüksiyonu engellenemiyor ise, emiş menfezinden hemen sonra bir ön filtre ile emiş havası ön filtrelemeye tabi tutulmalı ve asıl filtreleme, ilaveten mutlaka santralda gerçekleştirilmelidir.

Genel olarak dış hava emiş menfezlerinin seçiminde ve yerleşiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

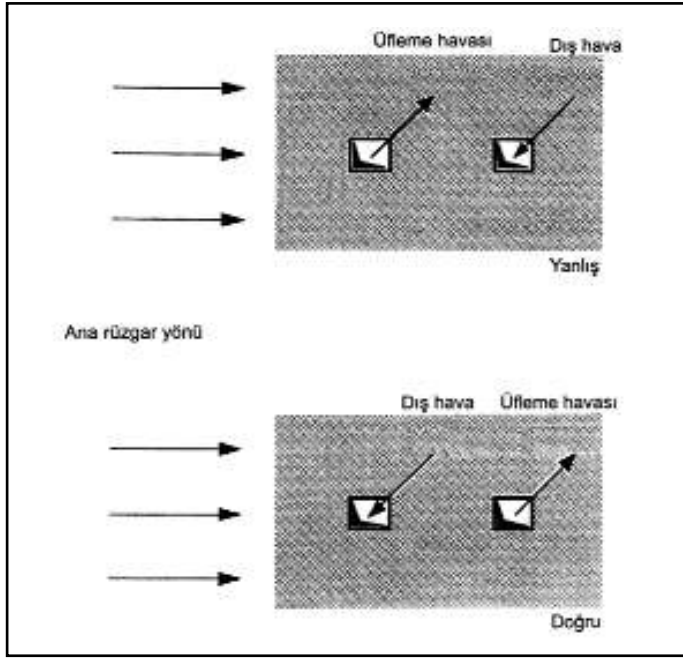
- Havanın binanın kuzey veya doğu tarafından ve mümkünse hakim rüzgarın tersi yönünden emilmesi
- Emiş yerinin mümkün olduğunca serbest ve yüksek bir yerde olması
- Yer seviyesinin üstünden direk emiş yapılmasına sadece yeşil alanlarda izin verilmesi ve izinsiz müdahale edilmemesi için ızgaralı olmaları
- Hava alışının cadde tarafından olmaması
- Teraslardan emiş durumunda, güneş ışınlarının yönüne göre havanın gereğinden fazla ısınmaması
- Ancak çok yüksek binalarda ve santral aynı yükseklikte ise binanın ortasından emiş yapılması
- Çatı üzerinden emiş durumunda ana rüzgar yönüne dikkat edilmesi; yazın güneş ışınları etkisiyle çatı üzerinde aşırı ısınmış hava akımı oluşabilir, kışın ise baca gazları sebebiyle çatı üzerinde kir-

li hava oluşabilir, bu yüzden mümkün olduğunca yüksek ve serbest emiş yapılmasına dikkat etmek gereklidir.

Egzoz Havası Atış Menfezlerinin Yeri

Egzoz havası mümkün olduğunca en kısa yoldan direk olarak dışarıya atılmalı, böylece bunun çevreye olan etkisi azaltılmalıdır. Alçak bir seviyeden egzoz havasının atılmasında, egzoz havasının yakında bulunan bina veya hacimlere by-pass sebebiyle dış hava olarak tekrar emilme riski vardır. Bu sebepten dolayı dış havanın emiş menfezleri ve egzoz havasının atış menfezleri aynı seviyede olmamalı ve bir binanın aynı tarafında bulunmamalıdır.

Eğer dış hava emişi ve egzoz havası atışı çatıdan yapılıyor ise, ana rüzgar yönüne dikkat edilmesi gereklidir. Ana rüzgar yönüne doğru bakıldığında her zaman önce dış hava emişi daha sonra egzoz havası atışı yerleştirilmelidir. Bunun tersi yapıldığında egzoz havası tekrar içeri emilebilir (Bakınız Şekil 4.27). Bir adım ileride ise oluşan rüzgar basıncının egzoz havası çıkışı üzerinde etkisinin olmaması gerektiğine dikkat edilmelidir. Egzoz atışının yerleşimi çatı yüksekliğinden yapılıyor ise, bu atış problemsiz bir atışı garanti edecek şekilde çatının tepesinden yapılabilir. Çatı çıkıntılarının altından yapılan atışlarda cephede kirlilik oluşabilir ve bu atışlar egzoz atışının problemsiz olacağını garanti etmezler.



Şekil 4.27. ANA RÜZGAR YÖNÜNE BAĞLI OLARAK HAVA ÜFLEME VE EMİŞ MENFEZLERİNİN YERİ

Eğer egzoz atışı dış duvar üzerinde bulunan menfezler vasıtası ile yapılacak ise, bu menfezler yoldan geçenleri etkilememek için arazi kotunun en az 3 metre üzerinde bulunmalıdırlar. Eğer egzoz atışı yer seviyesinden yapılacak ise, atış yeri, izinsiz kişilerin ulaşamayacağı bir yerde olmalı, su, toz vs. girmesi engellenmeli ve yoldan geçenleri etkilememelidir.

Su Perdesi Üzerinden Hava Emişi

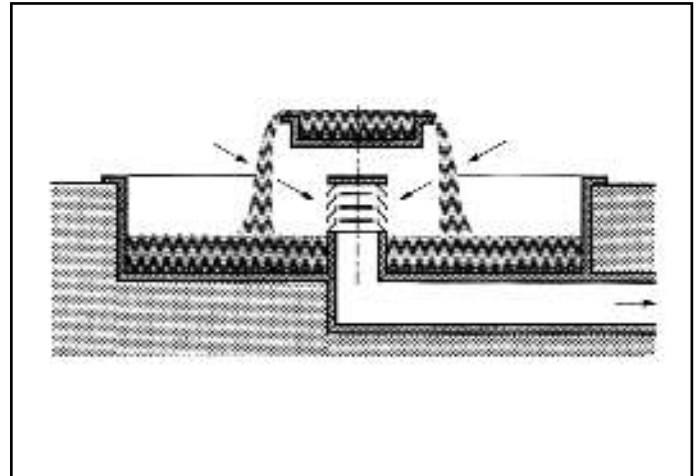
Kuru iklim bölgelerinde (Diyarbakır gibi) evaporatif soğutma avantajını kullanmak için dış hava süs havuzlarında Şekil 4.28'de görülen su perdesi üzerinden de emilebilir. Böylece emilen hava bir miktar soğutulmuş olur, bu soğutma her zaman yaklaşık 3-4

derece mertebelerine ulaşır. Bununla beraber emilen hava içinde bulunan toz ve kir su perdesi üzerinde kalır. Bu tarz bir emişte korozyona dayanıklı ekipmanların kullanılmasına dikkat edilmelidir.

4.5. DEPLASMANLI HAVALANDIRMA

Deplasmanlı havalandırmada, şartlandırılmış hava, istenen oda sıcaklığının biraz daha altında bir sıcaklıkta, çok düşük hızlarda (0,5 m/s mertebelerinde) odaya verilir. Hava çıkış ağızları döşeme seviyesinde yerleştirilmiştir ve şartlandırılmış hava doğrudan yaşanan zona verilir. Egzoz veya dönüş havası menfezleriyse, tavan seviyesindedir. Soğuk taze hava döşemeye yayılır ve ısı kaynakları etrafından ısınarak yukarı yükselir. Isı kaynakları olan insanlar, makinalar vs. üzerinden doğal konveksiyonla oluşan hava hareketi; ısıyı, kokuyu ve kirleticileri kaynağında yakalayarak toplar. Bu kirli ve ısınmış hava yukarıdan egzoz edilir. Böylece ısı ve kirleticiler kaynağında yakalanıp, oda havasıyla karışmadan yukarıda toplanır ve buradan dışarı atılır. Toplam hacimde iki bölge tanımlanabilir. Yaklaşık yaşam zonu olarak tanımlanabilecek zonda, herhangi bir resirkülasyon yoktur ve hava tek yönlü yukarı akar. Bunun üzerinde resirkülasyonun olduğu bir karışım bölgesi vardır ki bu genellikle yaşam zonu üstündedir. Bu biçimde yer değiştirmeli bir hareket sayesinde çok daha az miktarda bir hava ile aynı etkinlikte havalandırma ve soğutma yapmak mümkün olabilmektedir. Deplasmanlı havalandırmanın üstün yönü budur.

Deplasmanlı havalandırmada ve hava dağıtıcı tavanlarda, diğer tip menfezlerde ve difüzörlerde olduğu gibi üflenen hava oda havasıyla karışmaz. Burada taze havanın hacmi süpürmesi amaçlanmaktadır. Deplasmanlı havalandırma öncelikle endüstriyel binalarda ve kuzey ülkelerinde uygulanmış ve geliştirilmiştir. Ancak günümüzde ofis binalarında ve dünyanın her bölgesinde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu sistemin uygulanmasıyla ilgili belirli kritik değerlere dikkat edilmelidir. Aksi halde konfor klimasında draft veya lokal rahatsızlıklar gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Maksimum konvektif soğutma yükünün bu tip uygulamalarda 25 W/m² değerini aşmaması tavsiye edilmektedir. Böylece yaşam bölgesinde sıcaklık gradyanı 3 °C değerini aşmayacaktır.



Şekil 4.28. HAVUZ ÜZERİNDEN HAVA EMİŞ ŞEMASI

5. HAVALANDIRMA ESASLARI, İÇ HAVA KALİTESİ VE HİJYEN

Havalandırma, kapalı bir hacimdeki havanın değiştirilmesi işlemidir. Amacı:

- Ortamdaki havanın oksijen içeriğinin azalmasını önlemek
- Ortamdaki havanın içerisindeki karbondioksit gazı, vücut kokuları, sigara dumanı, nem içeriğinin aşırı artışıını önlemek
- Makinalardan, insanlardan ve aydınlatmadan kaynaklanan ortamdaki ısı kazancını dışarı atmak
- Makinalardan, pişirmeden ve insanlardan kaynaklanan ortamdaki nem kazancını dışarı atmak
- Zehirli gazları ve tozu ortamdaki uzaklaştırmak
- Bakteri ve zararlı mikro organizma sayılarını düşürmektir.

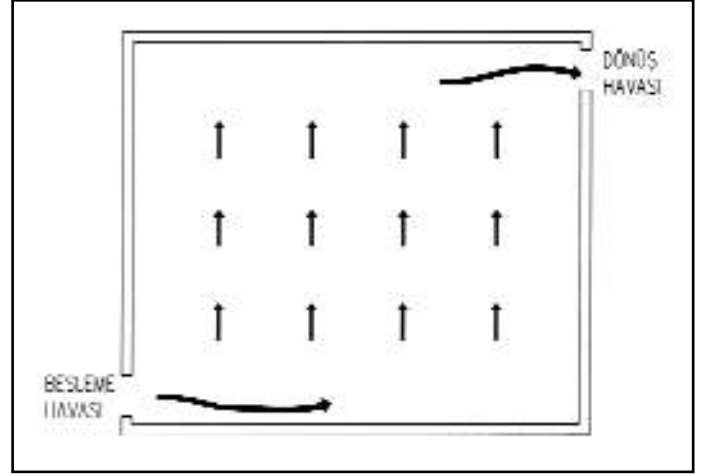
Amaç yukarıdaki maddelerden biri veya birkaçı olabilir.

Bu bölümde çeşitli hacimlerdeki havalandırma ihtiyacı, havalandırma yöntemleri, hesap esasları ve tesisat esasları verilecektir. Havalandırma tesisinin oluşturulmasında ana veri havalandırma miktarıdır. Bu hava miktarının belirlenmesi, insanların temiz hava ihtiyacı, belirli kirleticilerin derişiklik seviyelerinin limit değerler altında tutulması, basınç kontrolü ve sıcaklık kontrolü gibi bazı temel kriterlerden biri veya birkaçı esas alınarak yapılır. Geçmiş dönemlerde enerji maliyetleri sistemin tasarımında önemli belirleyici bir parametre oluşturmuştur. Günümüzde enerji maliyetleri yanında, iç hava kalitesi çoğunlukla birinci prensiple çatışan ikinci bir belirleyici parametre haline gelmiştir. Farklı uygulamalar için farklı standartlar değişik rakamlar verebilmektedir. Bu konuda Türk Standartları yeterli derinlikte ve detayda olmadıklarından belirleyici değildir. Esas olarak alınan ASHRAE standartları çerçevesinde konuya yaklaşılabilecektir.

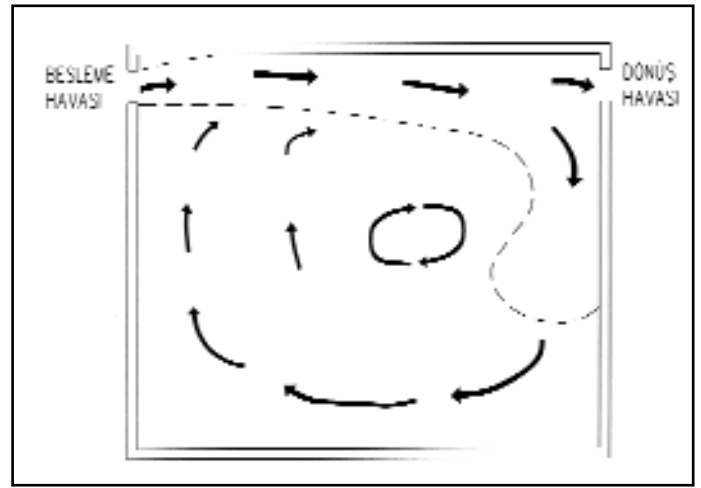
Havalandırma yaratan kuvvetlere bağlı olarak, havalandırma doğal havalandırma ve mekanik havalandırma olarak ikiye ayırmak mümkündür. Doğal havalandırma bir binanın doğal güçlerden yararlanarak kontrollü olarak havalandırılması söz konusudur. Mekanik havalandırma ise, fan gücünden yararlanır. Bir enerji tüketimi karşılığında, hava zorlanmış olarak hacimlere beslenir.

Oda İçinde Hava Hareketi

Havalandırma amacıyla odaya beslenen havanın, oda içerisinde farklı uçlarda iki tipik hareketi söz konusudur. Bunları deplasmanlı hareket ve karışım hareketi olarak isimlendirmek mümkündür. Her iki hareket biçimi Şekil 5.1 ve 5.2'de şematik olarak gösterilmiştir. Deplasmanlı akışta odaya beslenen hava bir piston gibi hareket eder ve ideal durumda hiç bir karışma meydana gelmeden odayı süpürerek diğer uçtan (şekilde döşemeden verilen hava odayı süpürerek tavan seviyesinden dışarı atılmaktadır) hacmi terk eder. Kirli oda havasını böylece karışmadan süpürerek dışarı atmak mümkün olmaktadır. Oda içindeki hava hareketi karışimsız laminer bir akıştır. Şekil 5.2'de görülen karışmalı havalandırma ise, içeri beslenen taze hava odadaki hava ile tamamen karışır ve odadaki kirli havayı seyreltir. Buna seyreltme havalandırması da denilebilir. Tipik tavan difüzörleriyle havayı besleyip, dönüş men-



Şekil 5.1. BİR HACİM İÇERİSİNDE DEPLASMANLI AKIŞ



Şekil 5.2. BİR HACİM İÇERİSİNDE KARIŞMALI AKIŞ

fezlerinden toplayan havalandırma biçimi buna örnektir. İdeal karışmalı havalandırma, beslenen hava, oda havasıyla tamamen mükemmel biçimde karışmalıdır. Oda içerisinde homojen bir karışım yaratılmalıdır. Gerçekte her iki havalandırma biçimini de tam olarak gerçekleştirmek mümkün olmaz.

5.1. DOĞAL HAVALANDIRMA

Binaların havalandırılması geleneksel olarak doğal havalandırma ile gerçekleştirilir. Doğal havalandırma tesisi ve bakımı en ucuz havalandırma biçimidir. Elektrik gücü kullanmaz ve sessizdir. Pencereleer doğal havalandırmanın temel elemanlarıdır ve havalandırma gerçekleştiren temel kuvvetler rüzgar gücü ve ısı kuvvetleridir. Maalesef bu doğal güçler ortadan kalktığında doğal havalandırma durur. Bu nedenle bazı zamanlarda mekanik havalandırma kullanımı gerekmektedir.

Günümüzdeki yapılar genellikle tamamen fan gücüyle gerçekleştirilen mekanik havalandırma ile çalışmaktadır. Ancak enerji tasarrufu, iç hava kalitesi ve son yıllarda öne çıkan sürdürülebilirlik kavramı yeni sistemlerin ve çözümlerin geliştirilmesini zorlamaktadır. Bu çerçevede yapı teknolojisinde yeni yönelimler ortaya çıkmıştır. Bu yeni yaklaşıma uygun yapılarda doğal havalandır-

ma büyük önem taşımaktadır. Mekanik sistemler bu yeni yaklaşıma göre, ancak doğal sistemler yetersiz kaldığında devreye girmelidir. Bu konularda bütün dünyada yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Rüzgar Basıncı

Bir binanın belirli yükseklikteki herhangi bir yüzeyine etkiyen rüzgar basıncı hesap yöntemi ASHRAE'de verilmiştir. Bir duvar yüzeyindeki, belirli bir açıyla gelen rüzgar için, rüzgar basıncı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$P_w = C_p \cdot P_v$$

Yüzeye dik gelen rüzgar için ortaya çıkan rüzgar basıncı, P_v ise, Bernoulli eşitliği ile belirlenebilir:

$$P_v = \rho_a \cdot \frac{U_H^2}{2}$$

U_H rüzgar hızı, C_p yerel rüzgar yönü, bina geometrisi ve arazi özelliklerine bağlı bir katsayıdır. Bu katsayının tam değerleri ancak model deneyleri ile belirlenebilir. Ancak ASHRAE'de bu katsayının belirlenmesiyle ilgili bir yaklaşım vardır. C_p aşağıdaki ifade ile bulunur:

$$C_{p(in-out)} = C_s - C_i$$

Bu formülde C_i iç basınç katsayısını temsil etmektedir. Eğer açıklıklardan içeri giren hava, aynı kattaki diğer açıklıklardan dışarı çıkıyorsa, $C_i = -0.2$ alınabilir. C_i değerleri daima negatif olup, içerde bir çekiş anlamına gelmektedir.

Isıl Kuvvetlere Bağlı Basınç Etkisi (Baca Etkisi)

Baca etkisi binanın içinde ve dışındaki hava yoğunlukları farklı olduğunda ortaya çıkar. Soğuk kış günlerinde, içerideki sıcak havaya göre daha ağır olan dış hava sütunu, alt katlarda içeri doğru bir basınç uygular. Bu basınç farkının sonucu olarak kışın dış hava alt katlardan içeri girer ve bina boyunca yukarı yükselir. Yazın ise bina içi soğutulduğunda, tam tersi bir durum ortaya çıkar. Üst katlardan giren hava aşağı doğru hareket eder.

Baca etkisi nedeniyle binada düşey doğrultuda öyle bir nokta vardır ki, burada iç ve dış basınç birbirine eşit olur. Bu noktaya nötr basınç düzeyi adı verilir. Eğer açıklıklar bina boyunca düzgün olarak dağılmışsa, nötr düzlem binanın yerden itibaren tam orta yüksekliğindedir. Eğer bina ortasında açık atriyum gibi geniş düşey bir shaft mevcutsa, nötr düzey binanın tepesine doğru çekilir ve binadaki hava akımları ve enfiltrasyon şekli ciddi ölçüde fark eder. Baca etkisinden doğan basınç farkı aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$P_{th} = (\rho_o - \rho_i) \cdot g \cdot (H - H_{NPL}) = \rho_i \cdot g \cdot (H - H_{NPL}) \cdot (T_i - T_o) / T_o$$

Burada i ve o indisleri sırasıyla iç ve dışı göstermektedir. H_{NPL} nötr eksen yüksekliği ve H gözönüne alınan katın yüksekliğidir. ρ ve T ise hava yoğunluğu ve sıcaklıktır.

Baca etkisi dolayısıyla havanın yukarı doğru dikey hareketine konvansiyonel binalarda bir direnç söz konusudur. Bu nedenle ısı güçlerinin yarattığı gerçek basınç farkı aşağıdaki ifadeyle hesaplanabilir:

$$P_T = C_d \cdot P_{th}$$

C_d baca çekiş katsayısı olup, modern binalarda deneysel olarak belirlenen değeri 0,63 ile 0,82 arasındadır.

Toplam Basınç Farkı

Herhangi bir kattaki iç ve dış arasındaki toplam basınç farkı, rüzgar ve ısı güçleri nedeniyle yaratılan basınç farklarının ceb-

rik toplamıyla bulunur. Yani,

$$P_s = P_w + P_T$$

Havalandırma Hava Hacminin Hesaplanması

Havalandırma havası akış debisi, toplam basınç farkının açıklıklardaki ve basit kanal sistemindeki basınç düşümlerine (akışa karşı olan dirence) eşitlenmesiyle bulunur. Buna göre,

$$P_s = \rho \cdot V^2 \cdot R / 2$$

Akışa karşı yaratılan direnç bütün yerel kayıpları ve sürtünme kayıplarını içermeli ve direnç katsayısı R her bir bina için özel olarak hesaplanmalıdır. Bu denklem, V hava hızı yerine, A_1 açıklık boyutlarını denkleme girerek hava hacmi cinsinden ifade edilebilir. Belirli bir yöndeki doğal kuvvetler neticesinde bir açıklık ve buna bağlı kanal sistemindeki hava akışı miktarı aşağıdaki ifadede bulunabilir:

$$q_{\theta} = A_1 \sqrt{\frac{2P_{s\theta}}{\rho \cdot R}}$$

Burada alt indis θ rüzgar yönü ile duvar yüzeyi arasındaki açıyı göstermektedir. İçeri giren hava debisini zamanla çarpınca miktar olarak belirli sürede içeri giren hava hacmi bulunur. Bütün yönlerden belirli bir sürede içeri giren havaların toplamı, toplam havalandırma miktarını verecektir.

5.1.1. Gece Soğutması

Doğal havalandırma yapılan binalarda gece soğutması imkanı da bulunmaktadır. Gece soğutması mekanik sistemlerde "free cooling" veya "cool down" adı altında bir opsiyon olarak sunulmaktadır. Bu imkan doğal havalandırma sistemlerinde, sistemin kendi karakteri olarak saklıdır. Yaz mevsiminde dış sıcaklığın iç sıcaklıktan daha düşük olduğu gece saatlerinde sistem tam açık duruma getirildiğinde, gece boyunca soğuk hava ile yapılan soğutma bina kütlesi içinde depo edilir. Burada depo edilen soğuk, gün boyunca kullanılabilir. İklimin uygun olduğu bölgelerde, uygun tasarlanmış bir yapıda doğal soğutma yolu ile yapıyı bütün bir mevsim mekanik soğutmaya gerek duyulmadan konfor şartları içinde tutmak mümkündür. İngiltere'de yapılan bir çalışmada ise bu iklim koşullarında, gece soğutması yoluyla bina tipine göre değişmek üzere, %5 ile %40 arasında soğutma enerjisinden tasarruf imkanı olduğu gösterilmiştir.

Gerek doğal havalandırma ve gerekse doğal soğutma elektrik enerjisi tasarrufu yanında çevrenin ve doğal kaynakların korunması yönünde bir katkıya sahiptir.

5.2. MEKANİK (ZORLANMIŞ) HAVALANDIRMA

Mekanik havalandırmada hava değişimi ve hareketi için fan veya fanlardan yararlanılır. Mekanik havalandırmada üç sistem vardır:

- Doğal hava girişi, mekanik hava emişi
- Mekanik hava beslemesi, doğal hava çıkışı
- Dengeli havalandırma denilen mekanik hava beslemesi ve mekanik hava emişi

Mekanik sistem doğal havalandırmada olduğu gibi koşullara bağlı değildir. Zorlanmış olarak sürekli hava hareketi temin edilir. Ancak bunun bir tesis ve işletme maliyeti vardır. Ayrıca fan ve kanal sisteminden gelen ses riski taşır.

Yaşanan mahallere bir fanla beslenen hava kışın önce oda sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Aynı zamanda dışarıdan alınan taze havanın filtre edilerek tozlardan ve yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Dışarıdan alınan taze havanın şartlandırılması mekanik havalandırmada mümkündür. Halbuki doğal havalandırmada bu, ortaya çıkan basınç kayıplarının yarattığı zorluk nedeniyle henüz pratik anlamda çözümsüzdür.

Besleme fanı yanında, egzoz edilen hava için ilave bir egzoz fanı kullanılarak gerçekleştirilen dengeli havalandırmada, hava miktarı daha iyi kontrol edildiği gibi içerideki basıncı da kontrol etmek mümkündür. Böylece mekanlar arasında basınç farklılıkları yaratılarak bina içindeki hava hareketlerini de kontrol etmek mümkündür. Bu, özellikle temiz oda uygulamalarında vazgeçilmez bir imkandır.

Mekanik havalandırmada çeşitli enerji geri kazanma imkanları bulunmaktadır. Örneğin, sistemde ısı değiştirgeçleri kullanılarak, dışarı atılan havadan alınan enerjiyi, içeri alınan taze havaya aktarmak mümkündür.

5.3. İÇ HAVA KALİTESİ

İç hava kalitesi yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Temiz hava yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişiklik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmediği hava olarak tarif edilebilir. Konutlar, işyerleri, okullar v.s. gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir. İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri ve iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı ve bundan kaynaklanan problemler olacağı rahatça tahmin edilebilir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirlilikten kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir. Konu ile ilgili çalışmalar buna paralel olarak artmış, bilimsel makaleler yayımlanmış, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartlardan ASHRAE 62-89 numaralı olanı en geniş biçimde konuyu ele almaktadır. Bu standartın kuralları ve örneğin enerji tasarrufu ilkeleri ile çatışması en çok tartışılan konulardan biri olmuştur.

5.3.1. Hasta Bina Sendromu

“Hasta Bina Sendromu” (HBS) görünür hiçbir hastalık nedeni olmayan bir binada, sakinlerin sadece binada geçirdikleri zamanla bağlantılı olarak sağlık ve konfor şikayetleri olmasına verilen isimdir. Şikayetçiler bina içinde belli bir oda veya zon içinde bulunabilecekleri gibi, bina içinde dağılmış olabilirler. Konu ile ilişkili bir başka kavram ise, “Bina Bağlantılı Hastalık” (BBH) kavramıdır. Bu durumda, bina içerisinde teşhis edilen hastalıkların nedenleri bellidir ve binanın havalandırma sisteminden kaynaklanmaktadır.

Hasta Bina Sendromu Göstergeleri

* Bina sakinleri birdenbire rahatsızlıklardan şikayet etmeye baş-

larlar. Bu şikayetler baş ağrısı, göz, burun veya boğaz rahatsızlıkları, öksürük, kuru veya kaşıntılı bir cilt, baş dönmesi, mide bulantısı, konsantrasyon bozuklukları ve kokuya karşı aşırı duyarlılık şeklinde olabilir.

* Bu hastalık belirtilerinin kaynağı tanımlanamamıştır.

* Şikayetçilerin çoğu binayı terkedişlerinden hemen sonra rahatladıklarını belirtmişlerdir.

Bina Bağlantılı Hastalık Göstergeleri

* Bina sakinlerinin çoğunluğunun öksürük, göğüs sıkışması, ateş, titreme ve kas ağrısı gibi şikayetleri görülmektedir.

* Bu bulguların nedenleri klinik olarak tamamen açıklanabilir.

* Şikayetçiler binayı terketse de iyileşmeleri belli bir süre alır.

5.3.2. İç Hava Kalitesini Bozan Hasta Bina Sendromunun Nedenleri

İç hava kalitesini bozan ve kirlilik oluşturan zararlı maddeleri ancak çeşitli gruplar altında toplayarak tanımlamak mümkündür. İç hava kalitesini bozan kirletici grupları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür: 1. Solunan havadaki karbondioksit oranı (insanların ve canlıların solunumları ve yanma kaynaklıdır) 2. Koku (insan kaynaklıdır) 3. Mikroorganizmalar (çevre ve insan kaynaklıdır) 4. Nem (çevre ve pişirme gibi insan faaliyetleri kaynaklıdır) 5. Radon gazı (toprak kaynaklıdır) 6. Organik buharlar (kullanılan eşya ve bina elemanları kaynaklıdır) 7. Toz (çevre ve kullanılan eşya kaynaklıdır) 8. Alerjen maddeler ve canlılar (çevre kaynaklıdır) 9. Sigara dumanı (insan kaynaklıdır) 10. Diğer kaynaklar (yukarıda sayılanların dışında hava kalitesine etki eden daha pek çok faktör vardır. Bunlar içinde elektronik kirlenmeden, radyasyona kadar pek çok faktör sayılabilir.

Dahili Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler:

Bir bina içerisindeki kirli havanın kaynağı çoğu zaman o binanın içerisinde. Örneğin; bina içerisinde bulunan ve kullanılan yapııştırıcılar, kaplama ve döşemeler, bazı ahşap ürünler, kopyalama makineleri, böcek zehirleri, temizlik malzemelerinden yayılan formaldehit de içeren uçucu organik bileşenler hava kirliliğine sebep olan etmenlerdendir. Sigara dumanı; yüksek oranda uçucu organik bileşenlerin, diğer toksit bileşenlerin ve de solunabilir parçacıkların oluşumunda büyük katkısı olan bir etmendir. Araştırmalar kanserojen olarak da bilinen bazı uçucu organik bileşenlerin yüksek konsantrasyonda solunmasının kronik ve akut sağlık sorunlarına neden olduğunu göstermektedir. Düşük dereceden orta derecelere kadar birçok uçucu organik madde de akut reaksiyonlara neden olabilir.

Harici Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler:

Bir binanın taze hava olarak aldığı hava; çevredeki diğer binalardan atılan hava olabilir. Binalarda emiş menfezlerinin, pencere ve açıklıkların yanlış yerleştirilmesi; motorlu araçların ve binaların (banyo ve mutfaklardan kaynaklanan) egzoz gazlarının, tesisatlardan kaçan gazların binaya kolayca girmesine sebep olur. Bunun yanında çeşitli yanma ürünleri de binaya yakınlardaki garajlardan girebilir.

Biyolojik Kirleticiler:

Bakteri, küf, polen ve virüsler en genel biyolojik kirleticilerdendir. Bu kirleticiler kanallar, nemlendiriciler veya drenaj tavasında

biriken durgun sularda veya çatı, döşeme veya izolasyonda toplanan sularda çoğalıp büyüyebilirler. Kimi zaman da böcek veya kuş pislikleri de biyolojik kirlenmeye neden olabilir. Öksürük, göğüs sıkışması, yüksek ateş, titreme, kas ağrısı ve mide tahrişatı ve üst solunum yolu tıkanıklığı, allerjik tepkiler biyolojik kirleticilerin yol açtığı rahatsızlıklardandır. Legionella bakterisi de bilindiği üzere Lejyoner hastalığına ve ateşe neden olmaktadır.

Radon ve Asbest:

Hasta bina sendromu ve bina bağlantılı hastalıklar akut veya orta dereceli sağlık sorunlarına neden olabilirken, radon ve asbest vucuda alındıktan uzun süre sonra zararlı etkilerini gösterir. Bu iki madde bir binanın iç hava kalitesinin çok yönlü değerlendirilmesinde detaylı olarak ele alınmalıdır.

Bu öğeler bir arada etkili olabileceği gibi yetersiz sıcaklık, nem veya ışığın yetersiz olduğu koşullarda diğer unsurların zararını arttırabilir.

5.3.3. İç Hava Kalitesinin Geliştirilmesi İçin Yöntemler

İç hava kalitesinin geliştirilmesi için yöntemler belirlidir. 1) Öncelikle kirlilik kaynaklarının kontrolü ve azaltılması gerekir. Örneğin sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı v.s. malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasında sayılabilir. 2) Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması prensibi, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan prensiplerdir. Bu gibi alanlarda kirlenmeye neden olan kaynakları belirler. 3) İç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi. Bu yöntem kirlenmeye neden olan maddelerin çok fazla cinsten ve sayıda olması nedeniyle tam başarıyla kullanılamamaktadır. Ancak gelişen bir sektördür. Özellikle dış havanın da temiz olarak nitelenmesinin mümkün olmadığı pek çok bölgede tek etkin yöntem temizleme olmaktadır. 4) İç hava kalitesinin sağlanmasında günümüzde hala en yaygın kullanılan ve en etkin yöntem havalandırma. Yeterli miktarda taze havanın iç mekanlara verilmesiyle içrideki hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilebilir.

Kirlenmeye Neden Olan Kaynağın Ortadan Kaldırılması veya Değişimi:

Bu yöntem kirlenmeye neden olan kaynağın bilindiği ve kontrolünün mümkün olduğu durumlarda iç hava kalitesiyle ilgili sorunların çözümlenmesinde oldukça etkilidir. Filtrelerin periyodik olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Binanın çelik tavan kaplamasının değiştirilmesi, sigara odalarının izolasyonu, kirlenmeye neden olan kaynağın dışarıdan hava alacak şekilde yerleştirilmesi, boyaların, yapıştırıcı, solvent ve böcek zehirlerinin iyi havalandırılan alanlarda depolanması ve bu zararlı maddelerin bina sakinlerinin binada olmadığı zaman dilimlerinde kullanılması konu ile ilgili sayılabilecek diğer önlemlerdir. Binaların bakımı yapıldıktan sonra belli bir süre zehirli maddelerin etkisinin geçmesi için binaya girilmemelidir.

Havalandırma Oranını Arttırmak:

Bir binadaki kirlilik oranını düşürmek için havalandırma oranlarını ve hava dağıtımını arttırmak genellikle maliyeti çok yüksek bir işlemdir. Ancak iç hava kalitesinin sağlanması açısından havalandırma kilit parametredir. Binaların havalandırma sistemle-

ri tasarımı, yerel bina standartlarını karşılayabilecek şekilde yapılmalıdır. Gerektiğinde inisiyatif kullanarak standartların üzerinde havalandırma yapılması öngörülebilir. Binada yüksek kirlenmeye neden olan kaynağı çok kuvvetli olduğu hallerde, yerel egzoz sistemi kirli havanın atılması için çok önemlidir. Kirli havanın belli bölgelerde yoğun olarak toplanmış olduğu dinlenme, fotokopi ve baskı odası gibi odalarda yerel egzoz sistemi kısmen de olsa kullanılabilir.

Hava Temizleme:

Hava temizleme kaynak kontrolünde ek bir metot olarak kullanılabilir de uygulanma alanı oldukça limitlidir.

Fırın filtreleri gibi parça kontrolünde kullanılan cihazlar ucuz fakat küçük parçacıkların tutulmasında yetersizdir.

Çok küçük parçacıkların tutulmasında kullanılacak yüksek kapasiteli hava filtreleri ise montaj ve işletim açısından oldukça pahalıdır. Gaz fazdaki kirliliklerin tutulmasında ise mekanik filtreler yetersizdir. Bu tarz gaz fazındaki kirlilikler adsorbent tutucular kullanılarak atılabilir ancak bu cihazlar pahalıdır ve çok sık filtre değiştirilmesi gerekir.

5.4. HAVALANDIRMA MİKTARLARI

Bin dokuz yüzlü yılların başından ortalarına kadar binalardaki havalandırma miktarı standardı her bir bina sakini için 7 L/s iken, 1973'deki petrol ambargosunun sonucu enerji tasarrufu kaygısıyla havalandırma miktarının kişi başına 2,36 L/s'ye kadar düştüğü görülmektedir. Çoğu durumda 2,36 L/s'ye düşen bu dış hava miktarının, hem konfor hem de sağlık şartlarını karşılamakta yetersiz kaldığı görülmüştür. Yetersiz havalandırma; ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimsiz çalışmasının da bir sonucu olarak karşımıza çıkabilir. Eger bir binanın HVAC sistemi havayı insanlara efektif bir şekilde dağıtıyorsa bu hasta bina sendromunda önemli bir etken olarak karşımıza çıkabilir. Minimum enerji tüketimiyle kabul edilebilir bir iç hava kalitesine ulaşabilmek için ASHRAE kişi başına düşen dış hava miktarını bir standarda bağlamıştır.

ASHRAE Standard 62'ye göre, eğer dış hava kalitesi yeterli ise, **Tablo 5.3'de** gösterilen miktarlarda dış hava söz konusu hacimlere temin ediliyorsa, istenilen iç hava kalitesi elde edilir. **Tablo 5.3 A, B ve C'de** dış hava miktarları kişi başına L/s veya alan başına L/s.m² verilmiştir. Ancak söz konusu havalandırma değerleri hala tartışılmakta olan değerlerdir. Yeterli havalandırma, kaynaktan bağımsız olarak, her koşul için geçerli genel değerlerle temin etmek mümkün değildir. Belki de havalandırma miktarları, aynı ısı kaybı ve kazancı hesaplarında yapıldığı gibi, her bina için kaynak tanımına bağlı olarak hesaplanmalıdır. Böyle bir hesap yöntemi, kaynak tanımları yapılamadığı ve zararlı düzeyleri belirlenemediği için günümüzde verilememektedir.

Buradan hareketle son yıllarda gelişen tekniklerden biri talep kontrollü havalandırma. Bu sistemde hava kalite sensöründen veya CO₂ sensöründen kumanda alan bir havalandırma sistemi ihtiyaç olduğunda ve talep geldiğinde devreye girmektedir. Özellikle kafe, bar gibi yoğun havalandırma gereken ve büyük havalandırma enerjisi tüketimi olan yerlerde bu sistem giderek yaygınlaşmaktadır.

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/s m ²	Açıklamalar
Kuru temizleme, çamaşırhane Ticari çamaşırhane Ticari kuru temizleyici Depo Jetonlu çamaşırhane Jetonlu kuru temizleme	10 30 30 20 20	13 15 18 8 8		Kuru temizleme işlemleri daha fazla hava gerektirebilir.
Yiyecek ve içecek hizmeti Lokanta Kafeterya, fast food Bar, kokteyl salonu	70 100 100	10 10 15		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Mutfaklar (pişirme)	20	8		Davlumbaz egzozu, besleme havası için daha fazla havalandırma havası gerekebilir. Dış havanın ve komşu alanlardan alınan kabul edilebilir kalitedeki havanın toplam 7.5 L/sm ² değerinden az olmayacak bir egzoz miktarına yeterli olmalıdır.
Garajlar, tamirhaneler Servis istasyonları Kapalı garajlar Otomobil tamirhaneleri			7.5 7.5	İnsanlar arasındaki dağıtım çalışma yerleri ve çalışan makinelerin yoğunluğu dikkate alınmalıdır. Motorların çalıştığı standlar, motor egzozunu dışarı zorlamış olarak atan sistemleri içermelidir. Kirlenmiş sensörleri havalandırmanın kontrolü amacı ile kullanılabilir.
Alışveriş merkezleri satış katları ve show room katları Bodrum ve zemin Üst katlar Depo odaları Soyunma odaları Yürüme alanları (moller) Yükleme ve kabul alanları Depolar Sigara odaları	30 20 15 20 10 5 70	 30	1.50 1.00 0.75 1.00 1.00 0.75 0.25	Normal olarak transfer havası ile beslenir ve yerel egzoz yapılır. Resirkülasyon tavsiye edilmez.
Özel dükkanlar Berber Güzellik salonları Zayıflama salonu Çiçekçi Mobilya giyim Hırdavat, ilaç Süpermarket Hayvanat	25 25 20 8 8 8	8 13 8 8 8 8	 1.50 5.00	Bitki büyümesini en iyi sağlayan hava miktarı, havalandırma ihtiyacını belirler.
Spor ve eğlence Seyir salonları Oyun salonları Buz pisti (oyun alanları) Yüzme havuzları Oyun katları Disko ve balo salonları Bowling salonları (oturma bölgesi)	150 70 30 100 70	8 13 10 13 13	 2.50 2.50	Oyun alanlarının bakımı için içten yanmalı motorlu araçlar kullanılıyorsa havalandırma miktarı artırılmalıdır. Nem kontrolü için daha yüksek değerler gerekebilir.
Oteller, moteller, dinlenme yerleri, yurtlar Yatak odaları Oturma odaları Banyolar Lobiler Konferans salonları Toplantı salonları Yurt uyuma alanları Kumar salonları	 30 50 120 20 120	 8 10 8 8 15	L/s oda 15 15 18	Odaların boyutlarından bağımsız olarak Kesikli kullanım için tesis edilen kapasite Yiyecek ve içecek hizmetleri, alışveriş, berber ve güzellik salonları kısımlarına da bakılır. İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Ofisler Ofis alanları Kabul alanları	7 60	10 8		Bazı ofis cihazları yerel egzoz gerektirebilir. İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.

Tablo 5.3 A. TİCARİ TESİSLER İÇİN (OFİSLER, DÜKKANLAR, DEPOLAR, OTELLER, SPOR TESİSLERİ) TAVSİYE EDİLEN MİNİMUM DIŞ HAVA MİKTARLARI

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/s m ²	Açıklamalar
Haberleşme merkezleri	60	10		
Konferans salonları	50	10		
Halka açık alanlar				
Koridorlar			0.25	
Genel tuvaletler		25		Hiç geri dönüşsüz mekanik egzoz tavsiye edilir.
Soyunma odaları			2.5	
Sigara odaları	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir. Geri dönüş (resirkülasyon) tavsiye edilmez.
Asansörler			5.0	Normal olarak transfer havası ile (komşu hacimlerden gelen) beslenir.
Tiyatrolar				Özel sahne efektlerini karşılamak üzere özel havalandırma gerekecektir.
Bilet gişeleri	60	10		
Lobiler	150	10		
Salon	150	8		
Sahne ve stüdyolar	70	8		
Taşımacılık				Taşıtlardaki havalandırma özel olarak ele alınmalıdır.
Bekleme salonları	100	8		
Platformlar	100	8		
Taşıtlar	150	8		
İşyerleri				-23 °C ile + 10 °C arasında tutulan hacimler eğer sürekli insan bulunmuyorsa bu şartların kapsamına girmez. Komşu hacimlerden havalandırmaya müsaade edilir. Soğuk odalara giriş çıkış yapılıyorsa meydana gelen enfiltrasyon yeterli havalandırmayı sağlar.
El işleme	10	8		
Fotoğraf stüdyosu				
Karanlık oda	10	8	2.50	
Eczane	20	8		
Banka	5	8		
Fotokopi ve baskı			2.50	Buraya tesis edilecek cihaz zorlanmış egzoz ve arzu edilmeyen kirlenmelerin kontrolü özelliklerini sağlamalı.

Tablo 5.3 A. (Devam)

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/s m ²	Açıklamalar
Okullar				
Sınıf	50	8		
Laboratuvar	30	10		Laboratuvarda hayvan bulundurulması da dahil bazı işlemler ve fonksiyonlar için kirlenici kontrol sistemleri gerekebilir.
Eğitim salonu	30	10		
Müzik odası	50	8		
Kütüphane	20	8		
Soyunma odası			2.50	
Koridor			0.50	
Spor salonu	150	8		
Sigara salonu	70	30		Normal olarak transfer havası ile beslenir. Dönüşü olmayan yerel mekanik egzoz tavsiye edilir.
Hastaneler, bakımevleri				
Hasta odaları	10	13		Özel şartnameler ve standartlar min. hava miktarı ve filtre seçimini belirleyebilir. Daha fazla kirlenici doğuran işlemler daha yüksek havalandırma miktarları gerektirebilir.
Tıbbi işlem	20	8		
Ameliyathane	20	15		
Yoğun bakım üniteleri	20	8		
Otopsi odası			2.50	Hava başka hacimlere resirküle edilmeyecektir.
Fiziksel tedavi	20	8		
Hapishaneler				
Hücreler	20	10		
Yemek salonu	100	8		
Gardiyan istasyonu	40	8		

Tablo 5.3.B. ENSTİTÜLER

Uygulama	Dış ihtiyacı	Açıklamalar
Oturma alanları	Kişi başına 7.5 L/s değerinden az olmamak üzere saatte	Saatteki hava değişimini hesaplamak için, şartlandırılan hacimdeki bütün alanların hacmi dahil edilmelidir. Havalandırma normal olarak enfiltrasyonla sağlanır. Çok sızdırmaz olarak yapılan odalardaki şömine ve soba gibi elemanlara yakma havası ilave olarak temin edilmelidir. Yatak odalarındaki insan sayısı ilk oda için 2, ilave yatak odaları için 1 kabul edilmiştir. Eğer daha yüksek kullanım olduğu biliniyorsa hava ona göre artırılmalıdır.
Mutfaklar	50 L/s kesintili veya 12 L/s sürekli veya açılabilir pencere	Tesis edilen, mekanik egzozun kapasitesi, iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
Banyolar Tuvaletler	25 L/s kesintili veya 10 L/s sürekli veya açılabilir pencere	Tesis edilen mekanik egzozun kapasitesi
Garajlar Her apartman dairesi için ayrı	(50 L/s) araba başına	Normal olarak enfiltrasyon veya doğal havalandırma sağlanır. Kapalı garajlara bakınız.
Ortak hacimler	7.7 L/sm ²	

Tablo 5.3.C. KONUTLAR

Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı	Tavsiye edilen havalandırma yöntemi	Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı	Tavsiye edilen havalandırma yöntemi
Toplantı salonları	4-8	Egzoz	Mutfaklar, domestik	15-25	Egzoz
Oditoryumlar	6-8	Egzoz ve besleme	Mutfaklar, ticari	15-30	Egzoz, ekipmanı kontrol et
Pasta, fırın	20-30	Egzoz	Laboratuvarlar	8-15	Egzoz, asit dirençli filtre tipi
Banyolar domestik	5-7	Egzoz	Çamaşırhaneler	10-20	Egzoz
Banyolar genel	7-10	Ön ısıtılmış hava besleme	Kütüphaneler	4-5	Egzoz ve besleme
Güzellik salonları	8-12	Egzoz ve besleme	Asansörler	5-7	Egzoz
Kafeler	10-12	Egzoz	Asansör makina odası	10-30	Egzoz ısıyı hesapla
Kumarhaneler	8-12	Egzoz ve besleme	Makina daireleri	10-40	Egzoz ısıyı hesapla
Sinemalar	5-8	Egzoz ve besleme	Ofisler	4-8	Egzoz ve besleme
Vestiyer	4-5	Egzoz	Lokantalar	8-12	Egzoz ve besleme
Konferans salonları	5-8	Egzoz ve besleme	Tuvaletler, domestik	4-5	Egzoz
Soyunma odaları	6-8	Egzoz	Tuvaletler, genel	8-15	Egzoz
Boyahaneler	5-15	Alev geçirmez, asite dayanıklı	Dershaneler	5-7	Egzoz
Motor odaları	15-30	Egzoz, ısıyı hesapla	Dükkanlar	4-8	Egzoz
Dökümhaneler	5-15	Egzoz, ısıyı hesapla	Duşlar	15-25	Egzoz
Garajlar	5-7	Egzoz	Süpermarketler	10-15	Egzoz ve besleme zonlamayı kontrol et
Jimnastik salonları	4-6	Egzoz	Yüzme havuzları	10-15	Egzoz ve ısıtılmış besleme, nemi kontrol et
Kuaförler	10-15	Egzoz	Tiyatroler	5-8	Egzoz ve besleme
Hastaneler, hasta odaları	6-8	Egzoz	Kaynak atölyeleri	20-30	Zonlanmış egzoz ekipmanı kontrol et
Hastaneler, ameliyathaneler	10-15	Egzoz, besleme filtre tipini kontrol et			

Tablo 5.4. TAVSİYE EDİLEN SAATTEKİ HAVA DEĞİŞİM SAYILARI

5.4.1. Hava Debisi ve Hava Değişim Sayısı

Bir hacme gönderilecek veya çekilecek hava miktarı kirleticilerin veya kokunun yoğunluğuna bağlıdır. Endüstriyel ve ticari uygulamalarda üretilen ısı ve prosese bağlı olarak ilave artırım faktörleri gereksinimlidir. Saatteki hava değişim sayısı, bir odaya beslenecek taze hava miktarının hesaplanmasında önemli bir faktördür. **Tablo 5.4'de** Avrupa tarafından tavsiye edilen hava değişim sayıları verilmiştir. Bu değerler DIN 1976 T.2 üzerinde çalışan yerel otoriteler tarafından teklif edilmiştir. Bu hesaplar da kişi başına hava ihtiyacı 20 - 50 m³/h arasında bir değer olarak gözönüne alınmıştır.

5.5. İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA, CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

1. Proje firması, uygulama firması ve binanın işletme/bakım

grubunun kendi aralarında ve mal sahibiyle, binanın hijyen standardının VDI 6022'de belirtilen hususlara uygunluğu konusunda mutabakat sağlanmalıdır.

2. Projenin gerek uygulaması sırasında, gerekse işletmesi süresince sistemin temiz tutulmasına yönelik yazılı bir hijyen yönetmeliği hazırlanmalıdır.
3. By-pass ihtimalinin önlenmesi için binadaki taze hava alış ve egzoz havası atış noktaları projelerde sarıh bir şekilde belirtilmeli, uygulama firması bu noktaların uygunluğunu çevre şartlarını da (ağır trafik, ses seviyeleri, çevre bina bacaları ve egzoz atışları gibi) göz önüne alarak kontrol etmelidir. Bir değişiklik söz konusu ise proje firması ile protokol düzenlenmelidir.
4. %100 iç hava çalışan sistemlerde mahal havası içindeki zararlı madde (mikroorganizmalar, koku, toz, v.s) konsantrasyonunun zamana bağlı olarak izin verilen sınırların üzerine çıkmamasına yönelik tedbirler saptanmalıdır. (Mahal havası zararlı madde konsantrasyonu tablosu)

5. Proje teknik şartnamesi, havalandırma ve klima cihazlarının VDI 6022'ye uygunluğu şartını içermelidir.
6. Teknik hacimlerde cihazların ve tesisatın bakım ve temizliğinin yapılabilmesi için gereken şartlar sağlanmalıdır.
7. Havalandırma santrallerinde minimum F7 klasında filtre görülmelidir.
8. Hava filtrelerinden 3 gün süreyle ortalama %80 veya daha fazla relatif nem oranında havanın geçmesi halinde filtrelerin neme karşı korunmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.
9. Soğutma bataryalarının kondens tavaları ve/veya sulu nemlendiricilerin su rezerv depoları korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır.
10. Projelerde ve teknik şartnamelerde sulu nemlendiricilerin su rezerv depolarındaki ve boru tesisatındaki suyun gerektiği hallerde boşaltılmasını sağlayan düzenekler spesifikasyonla belirtilmelidir.
11. Nemlendirici hücrelerinde kimyasal dezenfeksiyon yapılması halinde insan sağlığına zararlı olmayacak konsantrasyonlar belirlenmeli ve kontrol edilmelidir.
12. Klima santrallerinde damla tutuculardan geçen havanın geçiş hızı max.3,5 m/s olmalıdır.
13. Radyal fanların gövdelerinde (salyangoz kısmında) fan içinde oluşabilecek suyun drenajını sağlayan bir boşaltma tapası veya bir kontrol kapağı (d > 400 mm olan fanlarda) bulunmalıdır.
14. Isı geri kazanımı bulunan hava santrallerinde sızdırmazlık faktörü B (VDI 2071, Tablo 4) belirlenen max. değerin altında olmalıdır.
15. Tariflenen temizlik yöntemlerine uygun olarak kanal sistemlerinde yeterli sayı ve büyüklükte kontrol/müdahale kapağı konmalıdır.
16. Yangın damperi ve volüm damperleri için kontrol/müdahale kapakları konmalıdır.
17. Tüm havalandırma cihazları fabrika çıkışından işletmeye alma aşamasına kadar geçen süreçte koruma ambalajlarına haiz olmalıdır.
18. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapıları ısı köprülerine izin vermemelidir. Modüler hücrelerdeki sızdırmazlık contaları kapalı hücreli özellikte olmalıdır.
19. Her filtre kademesine gereken hassasiyette fark basınç monometresi monte edilerek filtre kirlilikleri gözlenmelidir.
20. Damla tutucular temizlenebilmesi için sökülebilir olmalıdır. (Servis kapısı !)
21. Soğutucu bataryaların kondens tavaları çıkışına uygun yükseklikte sifon monte edilmeli ve drenaj borusu yeterli çapta ve eğimde çekilmelidir.
22. Filtrelerin kirlilik seviyesini proje ve şartnamelerde belirtilmelidir. Ayrıca stoktaki filtrelerin (yedek filtreler) max. depolanma süresi bilinmeli ve bunlar kuru ve tozdan arındırılmış mahallerde olmalıdır.
23. Buharlı nemlendiricilerde oluşan kondensin nemlendiriciden sonraki hücrelere ve hava kanallarına girmesi önlenmelidir. (Nemlendirici hücre uzunluğunun kontrolü !)
24. Soğutma ve ısıtma bataryalarının hava tarafı basınç kayıplarının periyodik ölçümü için test noktaları tesis edilmelidir.
25. Soğutucu ve ısıtıcı bataryalar kolayca çıkarılabilir olmalıdır.
26. Havalandırma ve klima santral kombinasyonunda soğutucu bataryadan sonra susturucu ve/veya filtre hücresi bulunmamalıdır.
27. Kayış – kasnak tertibatlı üfleme fanlarından sonra bir filtreleme yapmak tavsiye edilmelidir.
28. Tüm havalandırma cihazları şantiyelerde uygun koşullarda depolanmalı ve montajları süresince temiz tutulmalıdır. Özellikle hava ile temas eden yüzeylerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.
29. Hava kanalı montajlarında gün sonunda açık olan ağızlar kapatılmalı ve kanal içlerinin kirlenmesi önlenmelidir.
30. İşletmeye alma ve kabul çalışmaları VDI 6022'ye göre yapılmalıdır.
31. İşletme grubu ve/veya firmasının elemanları VDI 6022 Blatt 1 / 2' de işlenen kalifikasyona haiz olmalıdır.
32. Sistemde işletme sırasında yapılması gereken hijyenik kontroller, temizlik çalışmaları, dezenfeksiyon işlemleri yazılı olarak hazırlanmalı ve binanın işletmesinden sorumlu en yetkili kişi tarafından kontrol edilmelidir.
- Önemli not :** Avrupa'da özellikle yoğun insan bulunan tesislerde (oteller, iş merkezleri, alışveriş merkezleri v.s.) bina hijyen sorumlusu istihdam edilmektedir.
33. Filtre değişimlerinin kaydı tutulmalıdır.
34. Tüm sistem elemanları için periyodik bakım prosedürü uygulanmalıdır.
35. Tüm drenaj tavalardan suyun gittiği kontrol edilmelidir.
36. Sulu nemlendiricilerin su rezerv tankları sistem 48 saatten uzun bir süre içinde çalıştırılmıyorsa otomatik boşaltma/doldurma sistemine haiz olmalıdır. (Aynı önlemler soğutma kuleleri için de tavsiye edilmektedir.)
37. Nemlendiricilerde kullanılan suyun analizleri 14 günde bir yapılmalıdır.
38. Kimyasal temizlemede kullanılan maddelerin insanlara zarar vermemesi sağlanmalıdır.
39. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapısı hijyenik olmalıdır.
 - Hücrelerin iç yüzeyleri düzgün, toz tutmayacak şekilde olmalıdır.
 - Cihazlar sızdırmaz olmalıdır.
 - Isı köprüsü bulunmamalıdır.
 - Kolay temizlenmesi yönünden plug fanlar tercih edilmelidir.
 - Kanal bağlantısı için flexible bağlantı parçaları hijyenik malzemeden olmalıdır.(Branda bezi asla kullanılmamalıdır.)
40. Hava yıkayıcı ve sulu nemlendiricilerde hijyen otomasyonu yapılmalıdır. (Akşamları su rezerv tankları otomatik olarak boşaltılmalı, kuru çalıştırma yapılmalı; sabahları otomatik su doldurma sağlanmalıdır. Bu şekilde litaratürde Pazartesi ateşi denilen sendromun önlenmesi sağlanmıştır.)

5.6. LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI KLİMA TESİSATINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Lejyoner hastalığı son yıllarda daha çok görülür veya bilinir hale gelmiştir. Bu konudaki kayıtlar çok sağlıklı değildir. Bu hastalığın tanısıyla kayda geçen çok üzerinde var olduğu bilin-

mektedir. Hastalık tanındıkça kayıtları daha sağlıklı bir hale gelmektedir. Örneğin, İngiltere’de yılda 1000 üzerinde hasta, hastane kayıtlarında yer almaktadır. Bu hastalık, **Lejyonella bakterisi (Legionella pneumophilla)** tarafından oluşturulan ve ölüme yol açabilen ciddi bir **zatürre hastalığı** biçimidir. Lejyonella nemli ve sulu ortamda yaşar ve çoğalır. En yaygın bulaşma yolu binalardaki sıhhi tesisat ve klima tesisatıdır. Özellikle oteller, hastaneler iş merkezleri ve fabrikalar gibi büyük sistemlerde karşılaşılır.

- 1- Solunabilen aerosolde (pülverize haldeki su ile hava karışımında) su tanecik büyüklükleri **1 ile 5 mikron** çap aralığındadır. Tanecik çapı küçüldükçe tehlike riski artar. Çünkü 5 mikron ve altındaki su zerrecikleri akciğerin en derin noktalarına kadar geçebilir ve bunlar tekrar kolayca dışarı atılmaz. Öte yandan küçük tanecikler hava akımları ile çok uzak mesafelere (soğutma kulelerinden 3 km mesafelere kadar) taşınabilir.
- 2- Lejyoner hastalığının oluşabilmesi için Lejyonella bakterisi ile **kirlenmiş suyun aerosol halinde solunması** gerekir. Böylece **mikrop akciğere ulaşarak** hastalığı oluşturabilir.
- 3- **Hastalık riski solunan mikrop sayısı ile orantılıdır.** Solunan aerosol ne kadar yoğun bir biçimde Lejyonella ile kirlenmişse ve bu aerosol ne kadar yoğun ise, aynı oranda hastalığa yakalanma riski vardır.
- 4- Bir diğer önemli risk faktörü de **temas süresidir. Duş yaparken temas süresi dakikalar mertebesindedir.** Halbuki bir **terapi havuzunda veya jakuzide bu süre daha uzundur.** Örneğin bir **soğutma kulesinden** kaynaklanarak kirlenmiş bir binada ise her gün **8-10 saat temas süresi** söz konusudur. Hastanelerde veya evlerde karşılaşılan bazı özel durumlarda ise sürekli temas mümkündür.

5.6.1. Tesisatta Lejyonella Potansiyeli Olan Yerler

Lejyonella’nın büyümesi için:

a- Sıcaklık

20 °C’nin altındaki sıcaklıklarda üreme miktarı önemsizdir. En uygun sıcaklık aralığı 25-45 °C arasındır. En uygun sıcaklık ise; 37 °C olarak saptanmıştır. 37 °C sıcaklıkta ve uygun ortamda ~ 2 saat içinde iki katına çıkar. 48 saat içinde de sayısal olarak patlama yaparak tehdit edici boyuta ulaşır.

- 46 °C sıcaklıkta : üremesi durur.
- 50 °C sıcaklıkta : birkaç saat yaşayabilir.
- 60 °C sıcaklıkta : ömrü dakikalar mertebesindedir.
- 70 °C sıcaklıkta : yaşam şansı sıfıra yakındır.

b- Suyun pH değeri : 6,9 en uygun değerdir.

c- Ortamdaki demiroksit büyüme ve çoğalmayı hızlandırır.

d- Hijyen : Kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.

Binalardaki klima tesisatında karşılaşılan tipik tasarım sıcaklıkları göz önüne alındığında, Lejyonella için en uygun büyüme ortamları:

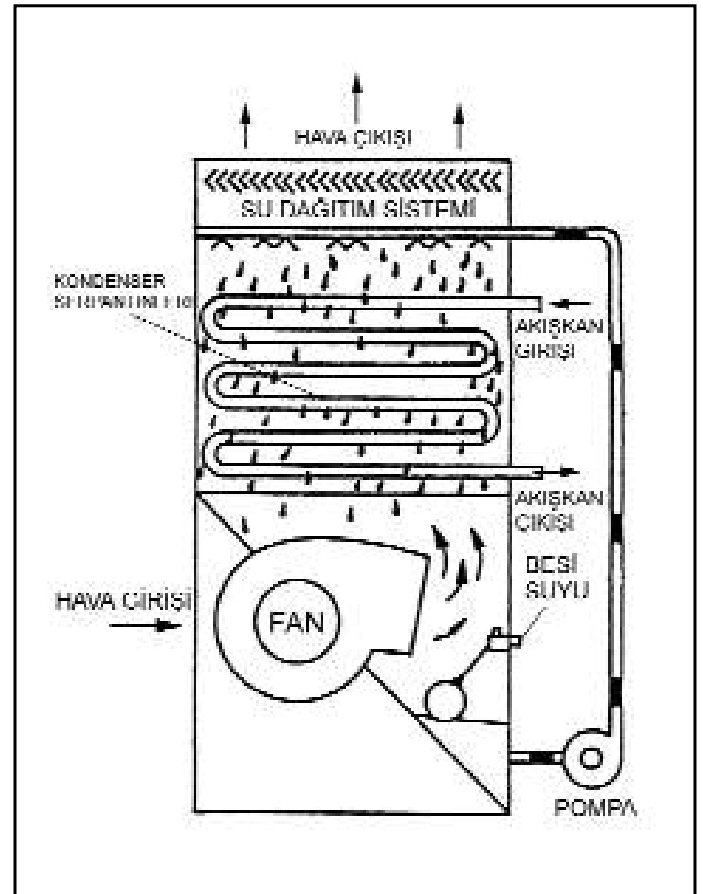
1. Soğutma kuleleri
2. Buharlaşmalı kondenserler
3. Nemlendiriciler (özellikle sulu tip) olarak sayılabilir.

Soğutma kuleleri ve buharlaşmalı kondenserlerden kaynaklanan aerosollerin uzun mesafelere taşınabildiği ve hastalığa neden oldukları bilinmektedir. **Sulu tip nemlendiriciler** ciddi risk kaynağını oluşturabilir.

5.6.2. Soğutma Kuleleri Ve Buharlaşmalı Kondenserler

Soğutma kulelerini kapalı devreli ve açık devreli olarak ikiye ayırmak mümkündür.

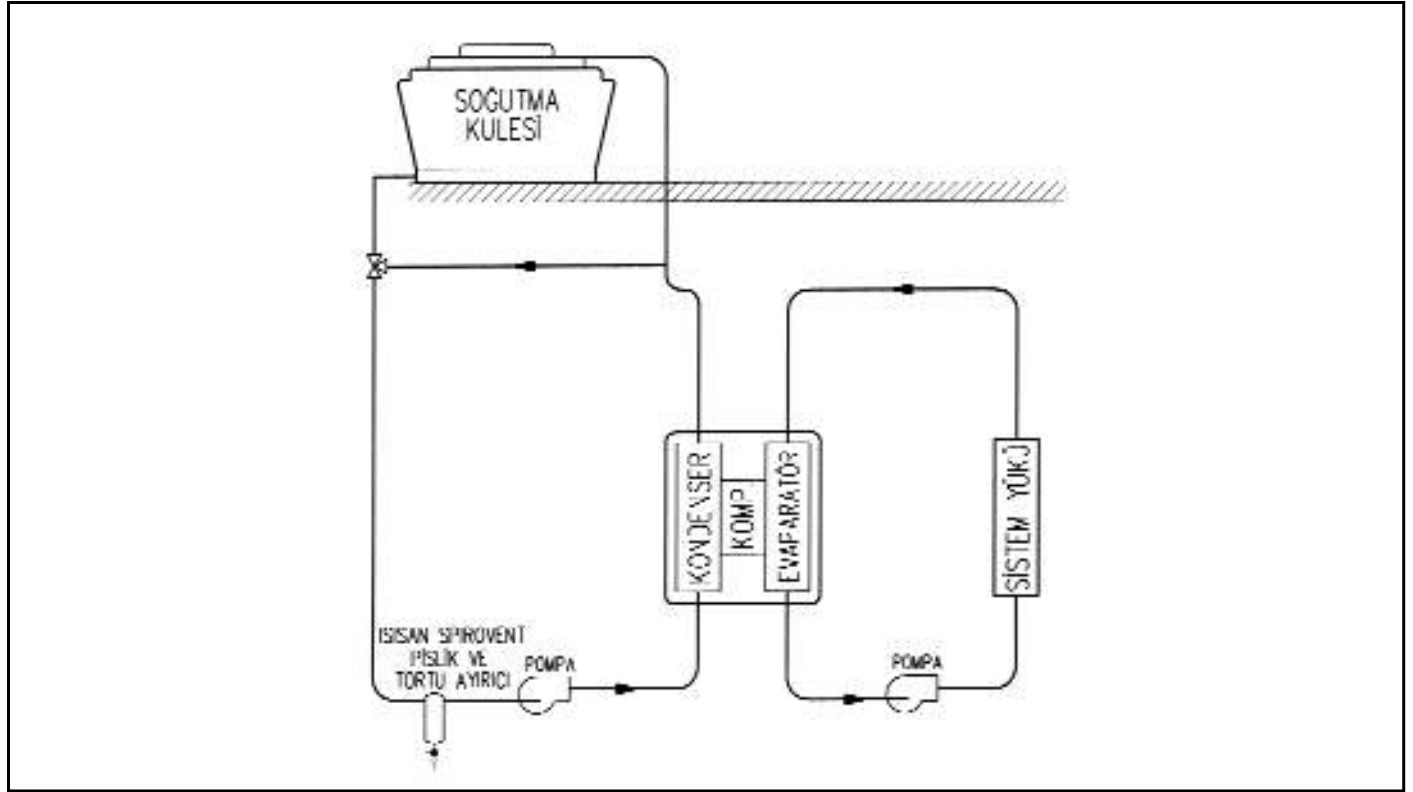
1. Kapalı devre soğutma kuleleri (ve buharlaşmalı kondenserler) Kapalı devre soğutma kulelerinde, **Şekil 5.5’de** görüldüğü gibi, soğutulmak istenen proses akışkanı (chiller devresinde dolaşan su) hava ile doğrudan temasta değildir. Su borularının içindedir. Boru dışında boruları ıslatan ve hava ile temasta olan sekonder devre suyu, açık devreli soğutma kulelerine göre çok daha az miktardadır. Sekonder devrede dış borulama genellikle yoktur. Su tamamen cihaz içinde sirküle eder.



Şekil 5.5. KAPALI DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ

2. Açık devre soğutma kuleleri

Şekil 5.6’da görülen açık tiplerde ise, soğutma suyu tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür. Doğrudan bu suyun üzerinden geçen hava buharlaşmayla soğurken, bir kısım suyu aerosol şeklinde sürükler. Her ne kadar su tutucu perdelerde sürüklenen suyun bir kısmı tutulsa da genellikle 5 mikron altındaki su zerrecikleri sürüklenerek etrafa yayılır. Damla tutucu olmadan sürüklenen su, resirküle eden suyun %1’i mer-



Şekil 5.6. AÇIK DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ SİSTEMİ

tebesindedir. Kaliteli tip soğutma kulelerinde damla tutucularla bu oran %0,1 mertebelerine indirilir. Bu yüzden damla tutucular kulelerin en önemli elemanlarından biridir.

Soğutma kulelerinde Lejyonella bakterisinin çoğalacağı yer su haznesi (veya havuzu) olmaktadır. Su haznesinde tipik su sıcaklığı 29 °C ile 35 °C arasındadır. Ancak çalışma stratejisi, dış sıcaklık ve sistem ısı yüküne bağlı olarak sıcaklıklar 21 °C altına inebilir veya 49 °C üstüne çıkabilir. Özellikle durma sırasında (işyerlerinde hafta sonu ile tatil günleri gibi) ve özellikle yaz aylarında soğutma kulelerinde Lejyonella çoğalması için çok uygun sıcaklık değerlerine ulaşabilir. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun bir ortam yaratır. Su soğutma kuleleri kaynaklı çok sayıda lejyoner hastalığı belirlenmiştir.

Soğutma kulelerinde lejyonella ile mücadelede anahtar tavsiye, sistemin temiz tutulması ve biyolojik şartlandırma yapılmasıdır. Bu konuda su şartlandırma uzmanına danışılması ve onun gözetiminde bir program uygulanması çok önemlidir.

- 1) Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin yerleş-tirmesinde aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:
 - a) Klima santrallerinin taze hava alış menfezlerinden ve açılabilen pencerelerden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidirler.
 - b) Soğutma kulesinin klima santralının dış hava emiş ağızlarından ve pencerelerden, lokanta, kafeterya vb. insanların yoğun olduğu yerlerde en az 10 m ve daha uzak olması, hakim rüzgar yönünde soğutma kulesinin daha ileri noktaya montajı ve soğutma kulesi drenajının hava kesicili (sifonla) drenaja bağlanması gerekir. Soğutma kulesinden 3

km uzağa kadar Lejyonella bakterilerinin taşınabildiği unutulmamalı ve kulenin bakım, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri özenle yapılmalıdır.

- c) Mutfak egzoz fanları, bacalar, gibi organik madde kaynaklarının yanına ve yakınına yerleştirilmemelidir.
 - d) Hakim rüzgar yönü dikkate alınmalı, dışarıdaki halka açık alanların önüne rüzgar yönünde yerleştirilmemelidir.
 - e) Soğutma kulesi yerleşimi restoran, otel odaları vb. yaşam mahallerine çok yakın planlanmamalıdır.
- 2) Soğutma kulelerinde kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır. Metalik olmayan bileşenler, örneğin contalar vs. mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır. Ahşap gibi bazı doğal malzemeler bu açıdan sakıncalıdır ve konstrüksiyonda kullanılması tavsiye edilmez. Cihazın genel tasarımında durağan su bölgelerinden kaçınılmalı, elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir.
 - 3) Soğutma kuleleri sistemi temiz tutulmalı ve iyi bakım yapılmalıdır. Gözle muayene ederek; kir, organik madde, birikinti veya çökelti olmamasına dikkat edilmelidir.
 - a) Hazne zaman zaman temizlenmelidir.
 - b) Mekanik filtrasyon tavsiye edilir.
 - c) Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir.
 - d) Damla tutucular belirli aralıklarla temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.
 - 4) Aynı zamanda bir su şartlandırma uzmanı tarafından yürütülecek kimyasal şartlandırma gerekecektir. Su şartlandırma bak-

teri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi; kireçlenme-
yi, korozyonu ve çökelmeyi önleyici maddeleri de içerir.

- 5) Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerden biridir.
 - a) Üç günden uzun süreli durdurmalarda sistemin (soğutma kulesi havuzu, borular, ısı değiştirgeçleri vs.) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur.
 - b) Eğer kısa süreli durdurmalarda drenaj pratik değilse; bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan önce ön şartlandırma ile soğutma kulesindeki su dezenfekte edilmelidir.
 - c) Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin **konstrüksiyonunda ve işletiminde** ise özetle aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- 1) Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.
- 2) Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.
- 3) Enjektör prensibi ile çalışan soğutma kulelerinin:
 - a- Su yüksek basınçlı pülverize edildiği için dezavantajı
 - b- Kule içinde dolgu malzemesi olmadığından temizlik kolaylığı için de avantajı vardır.
- 4) Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.
- 5) Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır. (Az da olsa kule verimini de artırır.)
- 6) Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.
- 7) Su toplama çukuru; çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenajı uygun çaplı boru ile en alttan gerçekleştirilmelidir.
- 8) Bütün drenajlarda havallıklar ve süzgeçler bulunmalıdır.
- 9) Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.
- 10) Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- 11) Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.
- 12) İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.

5.6.3. SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM

Sistemi operasyona alacak olan elemanlar, soğutma kuleleriyle ilgili olarak eğitilmiş olmalı ve de bu tarz bir sistemi çalıştırmaya yatkın olmalıdırlar. Sistem işletimi sırasında meydana çıkacak kritik değerler kaydedilmelidir. Prosedürler normal kontrol parametrelerini ve sınırlarını belirlemelidir.

Çalışanlar normal şartlar dışında çalışma durumlarından haberdar olmalıdır ve su kalitesi üzerinde belli aralıklarla testler yapılmalıdır. Bu kontrollerin arasındaki süre 1 ayı geçmemelidir ve hastane gibi bakterilere duyarlı ortamlarda bu süre daha da kısa tutulmalıdır. Bu durumlarda kullanılan mikrobiyolojik slaytlar faydalı olsa da bunlar sadece kulenin bakım kalitesiyle ilgili bilgi verir ve su içindeki lejyonella bakterisiyle doğrudan alakası yoktur.

Suyun elektrik iletkenliğinde değişimi belirleme ise, su içindeki çözünmüş madde miktarındaki değişimin ölçümünde bir yol olarak kullanılabilir.

Bakım

Basit fakat ayrıntılarıyla yazılmış bir bakım şartnamesi bu tesisatlar için çok önemlidir.

Bu şartnamelerde bakım aralıkları, kontrol prosedürleri ve temizliğin hangi yöntemlerle yapılacağı açıkça belirtilmelidir.

Üreticinin isteği standart bakım dışında sistemin genel çalışması da incelenmelidir. Otomatik kontrol ünitesinin tüm kısımları test edilmelidir. Kondaktivite kontrol cihazı eğer monte edilmişse kalibre edilmelidir. Bu cihaz, su içinde çözünmüş madde miktarının değişimini belirlemesinden dolayı çok önemlidir.

Püskürtme ve su dağıtım sistemleri kontrolünde görsel bakım yapılabilir. Bu anda malzemelerin iyi durumda olup olmadığı ve kötüye gidip gitmediği kontrol edilebilir. Bu sürüklenme önleyici elemanlar için de aynı şekilde önemlidir.

Lejyoner hastalığı salgını, genelde kulelerin uzun süre durmadan sonra devreye alınmasıyla ortaya çıkar. Bütün soğutma kuleleri senede en az bir kere tamamen temizlenmelidir. Bu, hastaneler için DHS standartlarına göre senede iki keredir.

Sistemde yapılan kontrolün frekansına, olağan kontrollerin sonucunda karar verilmelidir.

Eğer sistem sadece yaz mevsiminde kullanılıyorsa, kuleyi sistem devre dışı kaldığı ilk anda temizlemek en doğrusudur. Sistemi yazın devreye almadan önce de dezenfekte edip kontrol etmek de gereklidir.

Suda, sistemin temizlenmesinden önce temizliği yapacak kişileri korumak amacıyla, 5 ppm derişiklik olacak şekilde klorlama yapmak gereklidir. Sudaki serbest klor miktarını belirlemek için en basit ve hızlı yöntem Palin-PPD metodudur. Bu kalorimetrik bir yöntemdir ve örnek alınan suya bir takım kimyasal tabletler eklenerek suyun sonuç rengine bakılır.

Klorlama işlemi iki basamak halinde yapılmalıdır. İlk basamak sistem suyundaki serbest klor miktarını belirlemektedir. Klor organik bileşiklerle çok çabuk reaksiyona girdiğinden dolayı muhtemelen teorik olarak hesaplanan miktardan fazlası gerekecektir. İkinci olarak da klorun veriminin pH 7'nin üzerindeki değerlerde hızla düştüğü unutulmamalıdır. Klordan en yüksek verimi alabilmek için pH değerini 7'nin üzerine çıkarmayan maksimum dozajı vermek gerekir.

Temizleme operasyonu klorlanmış suyun sistemden atılmasıyla sona erer. Bakım ayrıca sürüklenme önleyiciler ve dolgu malzemesinin temizlenmesini içerir. Ayrıca bu işlem sırasında hasar gören parçalar da değiştirilmelidir.

Havuz tamamen boşaltılıp temizlenmeli, tüm organik maddeler ve tortulardan arındırılmalıdır.

Sistemdeki tüm süzgeçler, emme tarafı da dahil olmak üzere temizlenmelidir.

Kış döneminden devreden çıkarılırken sisteme inhibitör ve antifreeze eklenmelidir.

Sistem tekrar devreye alınmadan önce tüm su akıtılmalı, tazyikli su ile temizlenmeli ve taze suyla doldurulmalıdır. 15 ppm miktarında klorla en az iki saat reaksiyona sokulmalıdır.

Eğer 5 ppm klor kullanılacaksa bu süre 6 saate çıkarılmalıdır. Burada önemli olan önerilen **konsantrasyonla** uygun kontak zamanını bulmaktır.

Bütün sene kullanılan kuleler içinse; sistem temizlenip taze suyla doldurulduktan sonra 15 ppm konsantrasyonunda tutulmalı ve pH 7'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. İşlemden geçirilen su, kule de dahil olmak üzere tüm sistemde en az iki saat sirküle edilmeli. Bu sırada efektif klor konsantrasyonu da sağlanmalıdır. Klorlu su sonra boşaltılmalı ve sistem taze suyla doldurulmalıdır ve standart kimyasal su temizleme işlemlerine devam edilmelidir.

İç bakım ve temizleme için normal koruyucu kıyafet yeterlidir. Basınçlı temizleme aerosol oluşuma neden olduğu için tavsiye edilmez. Eğer tesisatta buna gerek duyulursa özel kıyafet giyilmeli ve artı basınç maskesi bulundurulmalıdır.

Acil Dezenfeksiyon Prosedürü

- 1- Eğer mümkünse soğutma kulesi üzerindeki ısı yükü kaldırılmalıdır.
- 2- Soğutma ekipmanıyla ilgili fanlar kapatılmalıdır.
- 3- Sistem durdurulmalı ve tamamlama suyu vanaları açık ve çalışır olmalıdır.
- 4- Temizleme prosedürü sona erene kadar binanın hava emiş menfezleri kapatılmalıdır.
- 5- Resirküle su pompalarının çalıştırılmasına devam edilmelidir.
- 6- 25-50 ppm serbest halojen kalmasını sağlamak için yeterli biosid eklenmelidir.
- 7- Yeterli miktarda köpük önleyici ya da biodispersan eklenmelidir.
- 8- 24 saat boyunca 10 ppm'lik serbest halojen kalması sağlanmalıdır. Bu 10 ppm'in korunması için daha fazla biosid ortama eklenebilir.
- 9- Sistem pH'ı ölçülmelidir. Yüksek pH'larda halojen dezenfeksiyon hızı yavaşladığı için ortama asit ilave edilebilir ya

da devir azaltılabilir. Böylece pH, klor bazlı biosidler için 8 ya da brom bazlı biosidler için 8.5 altında tutulabilir.

10- Sistemin drenajı kanalizasyona yapılmalıdır. Eğer drenaj izin alınarak bir yüzey suyuna yapılacaksa dehalojenizasyona ihtiyaç duyulacaktır.

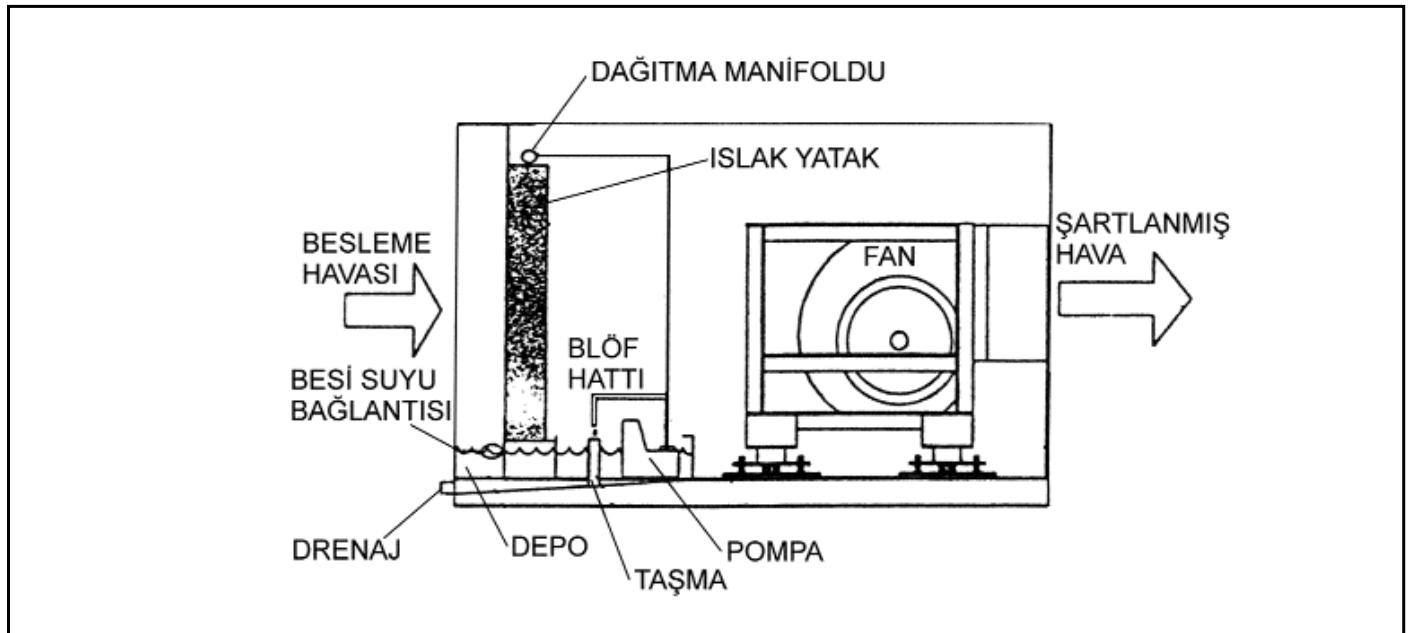
11- Sistemi tekrar doldurulmalı ve 1'den 10'a kadar olan basamaklar tekrar edilmelidir.

5.6.4. Direkt Buharlaşmalı Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)

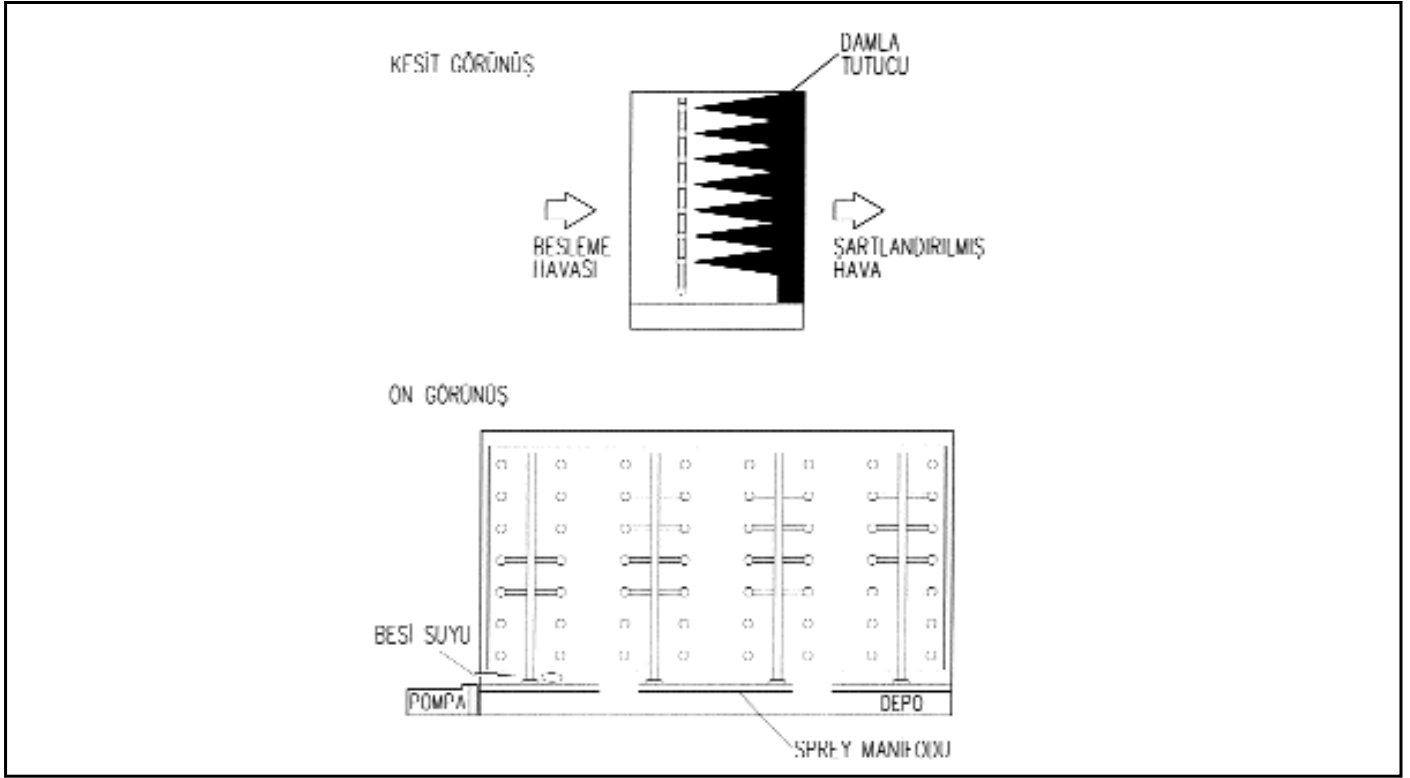
Direkt buharlaşmalı soğutucular su ile doğrudan temasla havayı nemlendirir ve aynı zamanda soğuturlar. Bu cihazlar mekanik soğutma yapmadıklarından endüstriyel ve tarımsal (hayvan barınakları gibi) soğutma alanında ve kuru dış iklime sahip bölgelerde konfor iklimlendirmesinde kullanılan ekonomik cihazlardır. Bu cihazlarda hava ya (bir örneği Şekil 5.7'de görülen) ıslatılmış yataklar üzerinden geçerken nemlendirilir veya hava üzerine (Şekil 5.8'de görüldüğü gibi) doğrudan su püskürtülerek nemlendirilir. Bu sırada hava ideal durumda yağ termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Her iki halde de kullanılan su resirküle edilebileceği gibi, tek geçişli de olabilir. Kullanılan sudaki kirlenme oranı blöf işlemine ve taze suyun kalitesine bağlıdır.

Havanın ıslak yataklardan geçirilerek nemlendirilmesinde gözenekli malzemeden yapılmış yataklar kullanılır. Geniş temas yüzeylerinde havaya buharlaşma suretiyle nem geçişi olur ve bu işlem sırasında suyun yüzeyden koparak su zerrecikleri halinde havayla sürüklenmesi söz konusu olmaz. Bu nedenle bu tip cihazlarda damla tutuculara da gerek yoktur.

Bu cihazları işlem koşullarına göre zaman zaman kapatmak gerekebilmektedir. Sistemin çalıştırılmadığı koşullarda tamamen drene edilip, kurutulması şarttır. Bunun da ötesinde sürekli çalışma periyotlarında resirküle eden sistemlerde yeterli düzeyde blöf yapılmalıdır. Yüksek orandaki blöf, yabancı maddelerin, kirleticilerin ve bakterilerin birikmesini ve çoğalmasını



Şekil 5.7. EVAPORATİF SOĞUTUCULAR



Şekil 5.8. YIKAMALI NEMLENDİRİCİ

sınırlar veya engeller. Bu şartlarda lejyonella gelişmesi çok nadirdir. Öte yandan bu cihazlarda yatak sıcaklığı yaşı termometre sıcaklığı düzeyindedir ki bu değer genellikle 25 °C değerini aşmaz. Yani sıcaklık bakteri gelişmesi için uygun sınırların altındadır. Bu nedenlerle bu cihazlardan kaynaklanan lejyoner hastalığı literatürde belirlenmemiştir.

Bu sistemlerde iyi bakım ve sürekli temizlik ve gözetim esastır. Filtreler gerektiği gibi temizlenmelidir. Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır.

Islak yataklı direkt buharlaşmalı soğutucularda çalışmaya belirli süreler ara verildiğinde yatak malzemesi kuru tutulmalıdır. Bunun için büyük sistemlerde su kesilip fan çalıştırılarak kuruma sağlanabilir. Sistem bundan sonra kapatılır.

Suyun resirküle ettiği sistemlerde rezervuarda biriken suda yapılan blöf işlemi tuz konsantrasyonunu düşürdüğü gibi bakteri konsantrasyonunu da düşüren bir işlemdir. Ayrıca rezervuarda kimyasal şartlandırma yapılmalıdır. Suyun durgun kalmamasına dikkat edilmelidir.

5.6.5. Nemlendiriciler

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir. Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçiminde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır.

Atomizörlerde ve yıkamalı nemlendiricilerde su sıcaklığı yaşı termometre sıcaklığında olup, genellikle 25 °C altındadır. Sis

şeklinde atomizörlü nemlendiricilerde cihaz çıkışında su zerresi bulunmaz. Bütün su buharlaşır.

Buharlı nemlendiricilerde zaten su söz konusu değildir. Burada kullanılan buhar sıcaklığı yüksektir. Buharlı nemlendiricilerde hiç bir hastalık riski yoktur.

Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır. Nemlendirici kullanılan klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir.

1. Hava kanallarında yoğuşma olabilir. Bununla ilişkili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
2. Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
3. Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir.
4. Klima santrallarının filtreleri kaliteli yapılmalı ve periyodik bakımı yapılmalıdır.

Bu cihazların yerleştirilmesinde, bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklarından uzakta yerleşim yapmaya dikkat edilmelidir.

5.6.6. Klima Santralları ve Fan-coiller

Bu cihazlar lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmemektedir. Ancak bu cihazların bakımlarının iyi yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Öncelikle bu cihazlardaki yoğuşma tavalarının eğimleri drenaj yönünde olmalı ve drenaj alt noktadan yapılmalıdır. Tavalarda su birikmemelidir. Hastane gibi hassas binalarda drenaj hatlarında cam gözetleyiciler konulabilir.

Klima santrallarında sulu nemlendiriciler yerine, buharlı nemlendiriciler kullanılması tercih edilmelidir. Nemlendirici olarak, su hacmi olmayan direkt havaya sis biçiminde nemlendirme

yapan nemlendirici tipleri alternatif olabilsede buharlı nemlendiriciler riski sıfıra indirdiği için tercih edilmelidir.

Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

5.7. MEKANİK TESİSATTA LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI YAPILACAK İŞLER LİSTESİ

Aşağıdaki tabloya bakınız.

1- Havalandırma Cihazları

Kanallarda su bulundu mu?	Evet	Nedenini araştırın ve düzeltin.
	Hayır	-
Çiller bataryalarının drenajlarına sifon tesisatı kuruldu mu?	Evet	-
	Hayır	Tesisatın kurulmasını sağlayın
Eşanjörlerin kontrolü için yeterli düzeneç var mı?	Evet	-
	Hayır	Düzeneğin kurulmasını sağlayın.

2- Soğutma Kuleleri

Sistemdeki su hacmi kule üzerine yazılmış mı?	Evet	Boru tesisatındaki su hacminin de göz önüne alındığından emin olun.
	Hayır	Kuleye bu hacmi yazın
Kule iletişim kılavuzu var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve mevcut tesisatı anlattığından emin olun.
	Hayır	Bir kılavuz hazırlayınız.
Normal işletim koşulları belirtilmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bu bilgiyi ekleyin.
Bir bakım kılavuzu var mı?	Evet	Okunmaya hazır olduğundan emin olun.
	Hayır	Kule tasarımcısı ve imalatçısıyla görüşerek hazırlatın.
Bir bakım cetveli var mı?	Evet	Tüm prosedürü açıkladığından emin olun.
	Hayır	Bir tane oluşturun
Suyun normal en yüksek işletim sıcaklığı nedir?	<20 °C	-
	20-30 °C	Dikkat; biosid kullanıldığında emin olun.
	>30 °C	Biosid kullanımını kontrol edin.
Su debisini ölçen bir cihaz var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve değerlerinin kaydedildiğinden emin olun.
	Hayır	Bir tane takın.
Sistemde kimyasallar ve biosid kullanımı kayıtlara alındı mı?	Evet	Miktarın beklenen düzeyde olup olmadığını kontrol edin.
	Hayır	Kaydedin
Mikrobiolojik aktivite kontrol parça miktarını aşmadığından emin olun.	Evet	Oranın sabit olduğundan ve 10E5 edildiğinden emin olun.
	Hayır	Olağan incelemelere devam edin.
Havuz güneş ışığı girebiliyor mu?	Evet	Kuleyi perdeleyin
	Hayır	-
Damla tutucu, sürüklenme önleyici var mı?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin
Kule çıkışı herhangi bir hava girişi veya pencereye 10 m'den daha yakın mı?	Evet	Bu mesafeyi artırmaya çalışın.
	Hayır	-
Soğutma kulesi drenajına bir sifon sistemi eklenmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin.

6. YANGIN DUMAN KONTROLÜ

6.1. GİRİŞ

Duman kontrolü ateşin bulunması ile başlar. İnsanoğlu, ateşi ısıtmak ve yemek pişirmek amacı ile kullanırken ortamda oluşan dumandan korunmak için deneyerek, bacaları ve duman kontrol sistemlerini bulmuştur. Yangında oluşan dumanın kontrolü yapı tekniği ve malzemelerin değişimi ile gelişmiş ve günümüzde bu konuda farklı yöntemler geliştirilmiştir.

Yangınlarda ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu, katlar arası ve merdiven boşluğuna dolan duman nedeniyle olmaktadır. İstatistik çalışmalarda; ölümlerin %90'ından fazlasına zehirli dumanın neden olduğu görülmektedir. Yangın sırasında oluşan duman deride ve solunum sisteminde ağır hasar meydana getirmekte ve yoğun dumanda insanlar yollarını kaybetmekte, paniğe kapılmaktadır. Çevredeki eşyaların yanması, karbonmonoksit ve diğer zehirli gaz konsantrasyonunu artırmakta ve buna bağlı zehirlenmeler görülmektedir. Duman görülen her yerde mutlaka yangın olmayabilir. Örneğin bir ahşap dolap veya bir yatak büyük miktarda duman çıkarabilir ve duman, klima kanalları veya ara boşluklardan bütün odalara dağılır. Her taraf duman olduğundan yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangının kaynağı bile saatlerce uğraştan sonra bulunabilir. Duman yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; hem can güvenliği bakımından, hem diğer bölümlere dumanın verdiği maddi zararın azaltılması ve hem de yangına kolay müdahale edilebilmesi bakımından yangın güvenliğinin en başta gelen önlemlerindedir.

Dumanın bir hacim içinde yayılmasının önlenmesi için duman tahliye bacaları, bir hacimden diğer hacimlere geçişinin önlenmesi için duman damperleri veya perdeleri ve bir hacme dumanın girmemesi için basınçlandırma sistemleri yapılır. Duman çekiş bacaları veya havalandırma bacalarının görevi, dumanı bina veya bir hacim içine yayılmadan dışarı atmaktır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için tavandan sarkan duman bölmeleri de gereklidir. Modern mimaride, galeri ve kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, Mall gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sisteminden kontrol edilen otomatik duman tahliye kapakları yapılır. Bir bina içindeki her yangın bölmesinde ve özellikle yangın kaçış yolları ve merdivenlerinde, duman bacaları yapılması gerekir. Duman bacalarında doğal çekiş veya yangından etkilenmeyen bir güç kaynağı ile yaratılan zorlanmış çekiş uygulanmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın anında elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler.

Bina içindeki yangın merdivenlerinin yuvalarına, yangın merdivenlerine ve kaçış yollarına duman girişinin önlenmesi de oldukça önemlidir. Daima açık kalacak havalandırma bacaları tesis edilerek kaçak dumandan korunma sağlanmalıdır. Çok yüksek yapılarda mekanik havalandırma yapılmalı, bağımsız ve yangından korunmuş bir güç kaynağı kullanılmalıdır.

Duman hareketlerinin kontrolü;

- Bölgelere ayırma,
 - Duman tahliye kanalları, kapakları, bacaları yapılması,
 - Yangın veya duman damperleri kullanılması,
 - Basınçlandırma yapılması,
- mekanizmaların tek tek ya da birkaçının birlikte kullanılmasınıyla

gerçekleştirilir.

6.1.1. Duman Kontrolü ile İlgili Standart ve Yönetmelikler

Duman kontrol sistemleri 1960'lı yıllarda gelişmeye başlamıştır. Bu konuda ülkemizde "Binaların Yangından Korunmasına İlişkin Yönetmelik"te "*Doğal duman tahliyesi için duman çekiş bacaları ve bölmeleri ile alev yönlendirme bacaları kullanılacaktır. Mekanik duman tahliye sistemleri olarak iklimlendirme sistemleri özel düzenlemeler yapılarak kullanılacak veya ayrı mekanik duman tahliye sistemleri kurulacaktır. Modern mimaride, galeri ve endüstri yapılarında duman bacaları kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, mall gibi yapılarda en üst noktaya duman tahliye sistemi yapılmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın vukuunda elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler. Bu tür mekanizmaların sürekli bakımla işler durumda tutulmaları zorunludur. Çok sayıda insanı daimi veya geçici olarak barındıran binalar ile müzeler gibi değerli eşyaları ihtiva eden yapılarda ve yeraltı ulaşım araçları istasyonlarında alev yönlendirme bacaları yapılması zorunludur.*" denilmektedir. Bu yönetmelikte, dizayn esaslarından çok genel esaslar verilmiştir.

Duman kontrolü ile ilgili geniş bilgiye "NFPA 92 A Recommended Practice for Smoke Control Systems"ve "NFPA 92 B Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas" isimli kaynaklarda ulaşılabilir. Ayrıca "BS 5588 Fire Precautions in the Design and Construction of Buildings, Part 5. Code of Practice for Firefighting stairwells and Lifts" de basınçlandırma geniş olarak verilmektedir.

6.1.2. Dumanın Yapısı

Duman; NFPA 92A standardına göre; havada taşınan katı ve sıvı parçacıkları ile malzemelerin bir miktar havayla yanmasıyla oluşan gazlardan meydana gelen bir karışımdır. Yanma ürünleri genellikle partiküller, yanmamış yakacaklar, su buharı, CO₂ ve CO ile diğer zehirleyici ve korozif gazları içerir. Yanma malzemeleri hidrojen, doğalgaz, alkol gibi hiç parçalanmayan veya az parçalanan ürünler üretmeleri durumunda görülmeyen duman oluşur. Bazı malzemeler alevsiz yandıkları halde çok yoğun duman çıkarmalarına karşılık, bazıları da bunu ancak alevle yandıkları sırada çıkarırlar.

Bazı malzemeler kuvvetli hava akımı veya havalandırma nedeniyle çok duman çıkarmadan alevli olarak yanarlar, fakat aynı malzemeler şayet oksijen miktarı yeterli olmayan havalandırma ile karşı karşıya kalırlarsa bol miktarda duman çıkarırlar. Bu durumda, bol dumanlı alevsiz bir yavaş yanma söz konusudur ve duman miktarı malzemenin bulunduğu mekana, malzeme özelliklerine ve malzemenin miktarına bağlıdır.

Zehirli gazlara ve yüksek sıcaklığa maruz kalmak hayatı doğrudan tehdit ederken, azalan görünürlük ise daha önce de belirtildiği gibi tehlike yaratır. İnsanlar genel olarak duman içinde hemen paniğe kapılırlar. Çoğu kez, yoğun duman yüzünden yollarını şaşırırlar. Çok yüksek binalarda bu durum devam ederse, artan sıcaklık ve zehirli gazların kurbanı olurlar.

Yapılan istatistikler duman içine giren kişilerin %40'nın sadece 4 m yürüyebildikleri ve %90'ının 9 metreden fazla yürüyemediklerini göstermiştir (Tablo 6.1).

Yürünen Uzaklık (m)	İngiltere (%)	A.B.D. (%)
0 - 0.6 m	3.0	2.3
0.9 - 1.8 m	18.0	8.4
2.1 - 3.6 m	30.0	17.1
3.9 - 9.0 m	19.0	45.5
9.3 - 10.8 m	5.0	2.0
11.1 -13.5 m	4.0	4.0
13.8 -18.0 m	5.0	11.0
18 m den fazla	15.0	9.6

Tablo 6.1. İNSANLARIN DUMANDA YÜRÜME MESAFELERİ

6.1.3. Malzemelerin Duman Çıkarma Özellikleri

Yapılarda kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıflarının bilinmesi dışında başka önemli bir faktör de malzemenin yanma sırasında çıkardığı duman miktarı ve zehirli gaz türüdür. Günümüzde yapılan araştırmalar; yanma sonucunda hangi malzemenin ne tip gazın çıktığını ve bunların ne kadarının öldürücü olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle topluma açık yapılarda çekiciliği artırmak için yapılan dekorasyonlarda kullanılan malzeme çeşitliliği, karşılaşılan tehlikeleri büyütülmektedir. Yönetmeliklerde, bu tip alanlarda kullanılacak malzemeler sınırlandırılmış olmasına rağmen, bu kurallara uyulmamasının nedeni, denetim zayıflığı ve tasarımcının konuyu tam bilmemesinden kaynaklanmaktadır.

6.1.4. Dumanın Etkisi

Yangınlardaki ölüm sebepleri incelendiğinde toplam ölümlerin kabaca %50'sinin CO (karbonmonoksit) zehirlenmesinden olduğu tespit edilmiştir. Diğer yarısı doğrudan yanma, artan basınç ve çeşitli zehirli gazlardan dolayıdır.

Oksijen azlığı gaz zehirlenmesinde özel bir durumdur. Oksijen seviyesi yaklaşık %10'a düştüğünde solumada güçlüklerin oluştuğu görülmektedir. Kuşkusuz yangın sırasında sadece oksijen seviyesi azalmaz. Oksijen seviyesindeki azalmanın yanı sıra CO₂, CO ve diğer zehirli gazların etkisi artar. Kurum parçacıkları üzerinde bulu-

nan maddeler ve katı aerosoller de zehirlenmeye yol açar. Tahriş edici maddeler yakıcıdır. İnsan vücudunun yüzeyindeki mukozaya zarar verirler. Suda erime yeteneğine sahiptirler ve nefes borusunun üst kısmına hücum ederler. Asit kloridik, asit fluorik, sülfür dioksit bunlara örnektir. Halojenler (Flor, klor, brom), ozon, triklorik fosfor, mentaklorik fosfor, fosgen, nitrik oksit, nitrojen tetroksit gibi gazlar suyun içinde kolay erimez, ama nefes borusunun içine girebilir. Yangınlarda, karbonmonoksit kokusuz olduğundan fark edilmez, fakat diğer gazlar kokuları nedeniyle fark edilebilir. Kokusuz olması ve fark edilmemesi nedeniyle karbonmonoksit gazı zehirlenmelerine daha çok rastlanılır.

Duman içerisinde boğucu gazlar da bulunur. Başta karbondioksit olmak üzere hidrojen siyentik, anilin, nitrobenzen, sodyum nitrat ve hidrojen sülfat gibi gazlar bulunduğu zaman boğucu etki yaratır.

Yüksek sıcaklık yanıklara yol açar. Fizyolojik olarak ortam sıcaklığındaki artma kan veya vücut ısısının artmasına, deri dokusunda veya solunum sisteminde yanıklara sebep olabilir.

Nem ve sıcaklık yüzde deri yanmalarına sebep olacak kadar yüksek değilse; solunum sisteminde yanmalar görülmeyecektir.

Yüksek sıcaklıktaki nemli hava ya da buharın solunum sisteminde yanmalara sebep olabilmesi için 100 °C civarında olması yeterlidir. Sıcaklığı 300 °C olan kuru hava, gırtlakta birkaç dakika sonra yanmaya sebep olur. Pratikte solunarak içeri çekilen tahriş edici duman ve zehirli gazlar 30 dakika içinde öldürücü etki gösterir.

6.2. DUMAN KONTROLÜ

Yapılardaki yangınlarda, duman yangının olduğu yerden çok uzakta noktalara kadar ulaşır ve buralarda ölümlere ve zarara yol açarlar. Ayrıca merdivenler ve asansörler dumanla dolarak kaçış yolları tıkanır. Sonuç olarak yangınlarda duman, yangının kendisinden daha fazla ölüme neden olur.

Duman kontrol sistemleri son yıllarda çok gelişmiştir. Bu konuda Klote ve Milke tarafından hazırlanan "Design of Smoke Management Systems, ASHRAE", Tanaka ve Yamana tarafından hazırlanan "Smoke Control in Large Scale Spaces" çalışmalarında duman kontrolü geniş olarak verilmektedir.

Duman hareketine neden olan dört ana neden vardır. Bunlar baca etkisi, kaldırma kuvvetleri, genleşme ve rüzgardır. Mekanik sistem bu

Yanan Malzemenin Cinsi	Çıkan Gaz Türü
Karbon içeren malzemeler	Karbonmonoksit, Karbondioksit
Selüloid, poliüretan	Nitrojenoksit, Azotmonoksit
Tahta, Kadife, Deri, Selülozik malzemeler, Nitrojenli plastikler	Hidrojen siyanid
Tahta, Kağıt	Akrolein
Polivinylklorid, Yangın dayanımlı plastikler, Florinli plastikler	Amonyak
Melamin, Naylon, Formaldehidrat reçineleri	Aldehit
Formaldehit fenoller, Tahta, Naylon, Polyester	Aldehit
Polisütiren	Benzen
Köpük plastikler	Azo bis succino nitrit
Bazı dayanıklı plastikler	antimonlu alaşımlar
Köpük poliüretan	İzosiyonat
Kauçuk, Thiokol	Sülfürdioksit (Kükürt)

Tablo 6.2. MALZEMELERİN YANMA OLAYI SONUCU ÇIKARDIKLARI GAZLAR

etkileri yenebilmelidir.

Baca etkisi, soğuk dış hava ve sıcak iç hava nedeni ile yapı içinde havanın merdiven yuvası, asansör kuyusu gibi dikey kanallarda yukarı doğru hareketine neden olur. Bu hareket nedeniyle yükseklikle orantılı olarak düşey yönde bir basınç gradyanı oluşur. Yapının alt katlarındaki negatif basınçla katlardan emilen hava, üst katlardaki pozitif basınçla üst katlara basılır. Özellikle yüksek yapılarda bu etki çok kuvvetlidir. Alt katlarda oluşacak bir yangında bu doğal hareketle, duman kolayca üst katlara yayılabilir. Dış havanın sıcak, iç havanın soğuk olması durumunda ise tersine bir hareket; ters baca etkisi olarak gerçekleşir. 60 m. uzunlukta bir yapıda baca etkisi dolayısı ile oluşan basınç farkları ± 50 Pa değerine kadar ulaşabilir.

Kaldırma kuvvetleri, yangın bölgesindeki sıcak duman tarafından yaratılır. Dumanın sıcaklığı ve dikey yükseklikle orantılı olan bu kuvvet nedeniyle oda tavanında 16 Pa mertebesinde basınç oluşabilir. Üst açıklıklardan hava bu basınçla dışarı itildiği gibi, yüksek sıcaklıktaki duman dikey shaftlarda çok daha büyük basınç farkları yaratır.

Üçüncü etki genişmeden kaynaklanır. Yangın bölgesine giren hava yaklaşık üç misli mertebesinde genişler. Genleşen bu hava dışarı çıkacaktır. Eğer yangın bölgesinde yeteri kadar açıklık varsa, bu hava önemli bir basınç farkı yaratmaz. Ancak sıkıca kapanmış bölgelerde genişleyen hava büyük bir basınç yaratır ve bazı hallerde çok önemli olabilir.

Rüzgârın bina içindeki duman hareketine önemli bir etkisi vardır. Rüzgâr, hızına bağlı olarak yapının rüzgâr tarafındaki yüzeylerine 120 Pa basınç, ters yöndeki yüzeylerine aynı mertebelerde vakum uygulayabilir. Dış yüzey sızdırmaz ise bu etki bina içinde görülmez. Ancak yangın sırasında camlar patladığından, rüzgârın dumanı bina içine yaymada veya yerine göre binadan emmede önemli rolü vardır.

6.2.1 Duman Yönlendirilmesi

Duman kontrolünde ana prensip duvar, döşeme, kapılar vs. gibi engellerle yangın olan ve olmayan bölgeleri ayırmaktır. Yangın olan bölgeden, olmayan bölgeye yukarıda açıklanan yollarla duman geçişinin önlenmesi için mekanik sistem yardımı ile bu engellerde bir basınç farklılığı yaratmak gerekir. Engeldeki duman geçiş aralığının büyüklüğüne göre iki kontrol prensibi vardır.

1- Eğer açıklık büyükse, örneğin açık bir kapı gibi, duman sızması

hava hareketinin hızı ile ilişkili olarak kontrol edilir. Mekanik ventilasyonla, duman hareketinin tersi yönde bir temiz hava hareketi yaratılmalıdır. Bu havanın hızı bütün kesitte dumanın ters yöndeki hareketinden daha hızlı olmalıdır.

2- Açıklık küçükse, örneğin; çatlak veya yarık halinde (kapı aralıkları vs.) duman sızmasının önlenmesi için basınç farkı yaratılması gerekir.

Mekanik ventilasyon, korunmak istenen bölge ile yangın bölgesi arasındaki bölgede yukarıdaki yollarla yaratılan basınç farkından daha fazla basınç farkı yaratılmalıdır.

Herhangi bir açık kapı veya koridor boyunca olan duman hareketinin önlenmesi için gerekli kritik hava hızı yanma ısısı büyüklüğüne ve açıklık genişliğine bağlıdır. Aşağıdaki ifade ile belirlenebilir:

$$V = 0,0292 (E/W)^{1/3}$$

Burada V(m/s) hava hızını, E (W) ısı gücünü, W (m) açıklığı göstermektedir. Örneğin, 1,2 m'lik açıklıkta 150 kW enerji çıkışı için yukarıdaki ifadeden 1,45 m/s değerinde kritik hız hesaplanabilir.

Genellikle açıklıklarda duman kontrolü için pahalı ve tasarımı zor sistemlere gereksinim vardır. Bu tür sistemlerde 1,5 m/s hızların üzerine çıkmak ekonomik açıdan çok pahalı olmaktadır. Sprinkler yardımı ile soğutulan dumanlarda gerekli kritik hızlar yukarıdaki değerden çok daha küçük olabilmektedir.

Ancak sonuç olarak, hava akımı dumanı önlemenin bir yolu olmakla birlikte, duman kontrolünde asıl yöntem kapılar vs. gibi kapalı bölmeler arkasında basınç farkları yaratmaktır.

Bir yarık boyunca istenen basıncın yaratılabilmesi için gerekli hava miktarı,

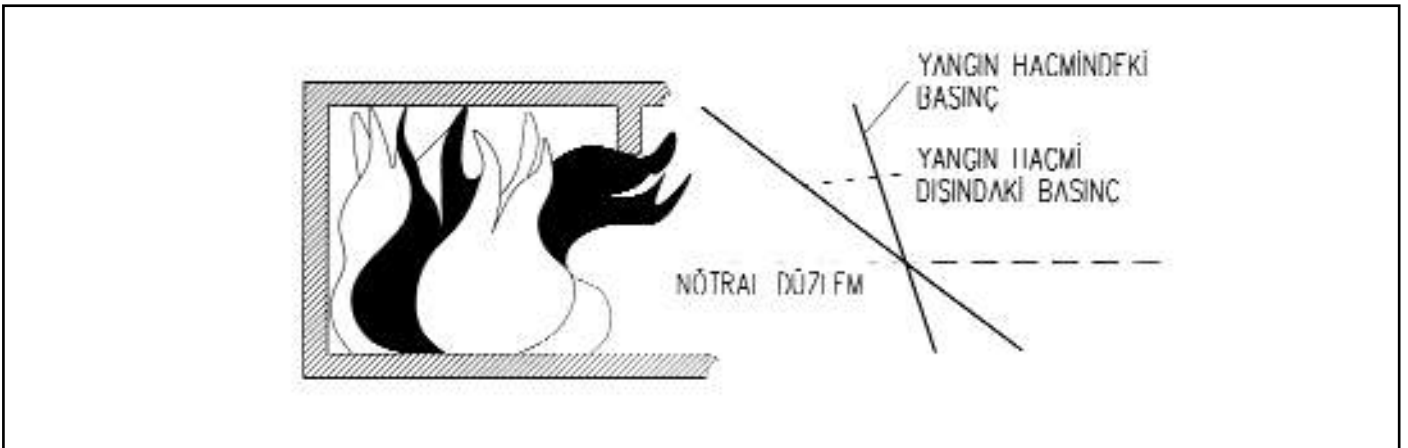
$$Q = 0,839 \cdot A \cdot (\Delta P)^{1/2}$$

ifadesi ile hesaplanabilir. Burada: Q(m³/s), gerekli hava debisi, A(m²) çatlak veya yarık toplam alanı, ΔP (Pa) yaratılmak istenen basınç farkıdır. Kapalı bir kapı etrafındaki açıklıkların toplamı, 0,01 m² değerinde ise 75 Pa bir basınç farkı için 0,073 m³/s hava debisine ihtiyaç vardır.

Öte yandan kapı etrafında yaratılan basınç farkı kapının açılmasını önleyecek mertebede olmamalıdır.

6.2.2 Duman Tahliyesi Dizayn Esasları

1. Duman kontrolü için belirlenmesi gerekli dizayn parametreleri, a) Sızıntı olabilecek aralıkların büyüklüğü, b) İklim şartları, c) Yaratılması gerekli basınç farkları, d) Açık olduğu kabul edi-



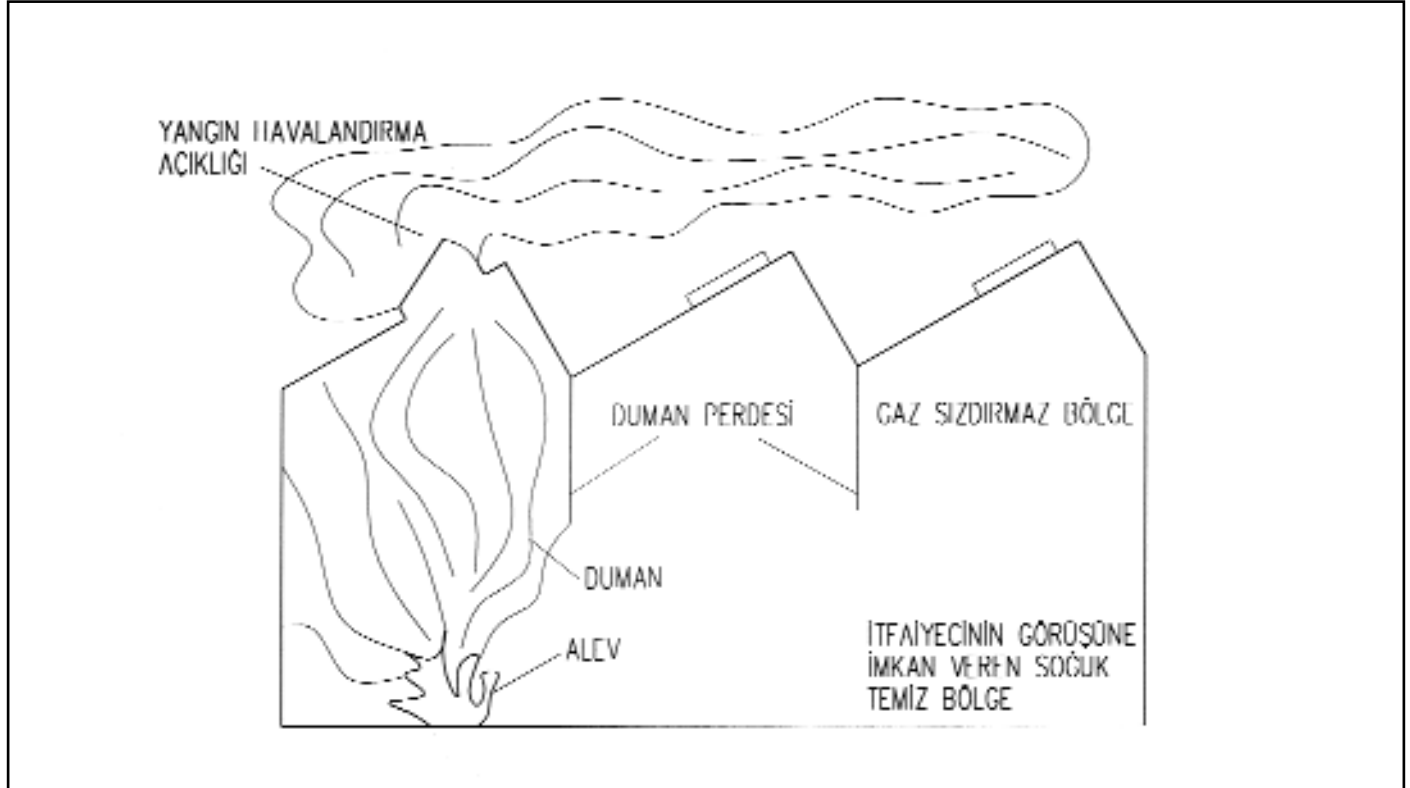
Şekil 6.3. YANMA GAZLARININ KALDIRMA GÜCÜ

lecek kapı sayısı olarak sayılabilir. Bu parametreler farklı standartlarda farklı olarak belirlenmektedir.

2. Binalarda yapılan duman tahliye tesisatı, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek ve binanın emniyetli bir şekilde boşaltılmasını sağlayacak güvenli bir ortamı oluşturacak şekilde tasarlanmalı, tesis edilmeli ve çalışır durumda tutulmalıdır. Duman tahliye tesisatlarının yerleştirilmeleri, kullanılacak teçhizatın cins ve miktarları, binanın kullanım sınıfı, tehlike sınıfı, binada bulunanların hareket kabiliyeti ve binada bulunan yangın önleme sistemlerinin özelliklerine göre belirlenmelidir.
3. Bir yangın esnasında, mevcut iklimlendirme ve havalandırma sistemi duman tahliye sistemi olarak da hizmet verecekse, mekanik duman tahliye sistemi için istenilen bütün hususlar iklimlendirme ve havalandırma sistemine uygulanmalıdır.
4. Kanal kaplama malzemesi yanmaz malzeme olmalıdır. Bununla birlikte yanabilir malzeme kullanılması zaruri olduğunda malzemenin yüzey alev geciktirmesi olmalı, yangın esnasında az miktarda duman ve zehirli gaz çıkarmalı ve malzeme yangın damperinden en az bir metre uzakta olmalıdır.
5. Duman tahliye kanalları yangın merdivenlerinden ve yangın güvenlik hacimlerinden geçmemelidir. Elde olmayan nedenlerden dolayı, kanalın bu bölümden geçmesi durumunda geçtiği bölümün yapısal olarak yangına dayanım süresi kadar yangına dayanacak bir malzeme ile kaplanmalıdır. Kanal bir duvarı geçerek bölüm içerisine giriyorsa, duvar geçişlerinde yangın damperleri kullanılmalıdır.
6. Aynı hava santrali ile birden fazla mahallin havalandırılması ya da iklimlendirilmesi yapılıyorsa, mahaller arası geçişlerde, dö-

nüş ve toplama kanallarında yangın damperi kullanılmalıdır. Topluma açık özel önlem isteyen yapılarda havalandırma kanalı içine damperlere kumanda eden kanal tipi duman dedektörleri konulmalıdır.

7. Asma tavan arası, yükseltilmiş döşeme altı gibi mahallerin plenum olarak kullanılması durumunda bu bölümler içerisinden sadece; mineral, alüminyum veya bakır zırlı kablolar, rijit metal borular ve esnek metal borular geçirilmelidir.
8. Duman tahliye kanalları yangın zonu duvarlarını delmemelidir. Eğer havalandırma kanalı korunmuş bir shaft içinden geçiyorsa shafta giriş ve çıkışta yangın damperi kullanılmalıdır.
9. Basınçlandırma sistemine ait kanallarda yangın damperi kullanılmaz.
10. Duman tahliye sistemi bina yangın alarm sistemi tarafından otomatik olarak aktive olmalıdır. İlave olarak, uzaktan el ile kumanda için çalıştırma/durdurma imkanı bulunmalıdır.
11. Yangının yayılmasında rol oynayan tesisat baca ve kanalları, yangın bölmeleri hizasında, tesisat dışında, çift taraflı en az sekiz milimetre saçla kapatılmış ve arası yalıtılmış olmalıdır. Havalandırma kanal ve bacalarının yangın bölmelerini aşmalarına özel detaylar dışında izin verilmez. Hava kanalları, yanmaz malzemeden yapılmalı veya yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır.
12. Diesel motorlu pompa ve acil durum jeneratörünü çalıştırmak için mekanik havalandırmanın gerekli olduğu yerlerde bu bölümlerin duman tahliye sistemleri diğer bölümlere hizmet veren sistemlerden bağımsız olarak dizayn edilmeli, hava doğrudan dışardan ve herhangi bir egzoz çıkış noktasından en az 5 metre uzaktan alınmalı ve mahallin egzoz çıkışı da doğrudan



Şekil 6.4. DUMAN PERDELERİ VE DUMAN BACALARI

dışarıya ve herhangi bir hava giriş noktasından en az 5 metre uzağa atılmalıdır.

13. Otel, restoran, kafeterya benzeri yerlerin mutfaklarındaki pişirme alanlarının mekanik egzoz sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve egzoz kanalları korunmamış yanabilir malzemelerden en az 50 cm açıktan geçmeli, egzoz doğrudan dışarıya atılmalı ve herhangi bir hava giriş açıklığından en az 5 metre uzakta olmalıdır. Mutfak dışından geçen egzoz kanalı geçtiği bölümün veya mutfak bölümünün yapısal olarak yangına dayanma süresi kadar bir malzeme ile kaplanmalı, eğer kanal bir tuğla şaftı içerisinden geçiyorsa şaftın diğer bölümlerinden ve diğer kanallardan veya servis elemanlarından ayrılmalıdır. Mutfak egzoz kanallarına yangın damperi konulmamalıdır.
14. Toplam alanı 1900 m²'yi aşan bodrumlardaki otomobil park alanları için mekanik duman tahliye sistemi zorunludur. Duman tahliye sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 9 hava değişimi sağlamalıdır.
15. Un, tahıl, kepek, nişasta ve şeker gibi parlayıcı organik tozlar

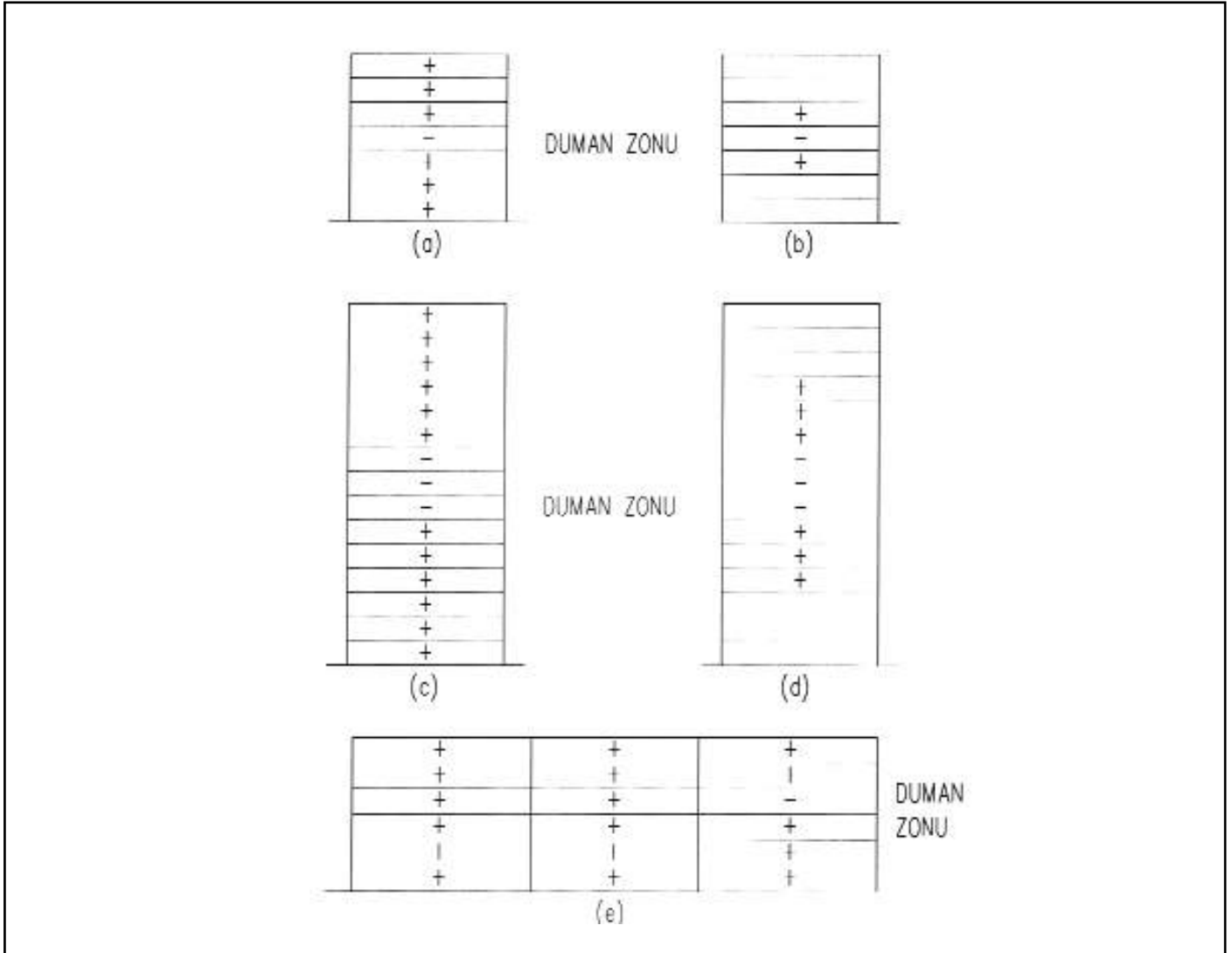
meydana getiren maddelerin imal edildiği, işlendiği veya depo edildiği yerlerde bu maddelerin tozlarının toplanmasını önleyecek özel havalandırma tertibatı yapılması zorunludur. Bu yerlerde soba, ocak ve benzeri açık ateş kaynağı bulundurulması ve önlem alınmaksızın kaynak yapılması yasaktır.

16. Doğalgaz, LPG veya tehlikeli maddelerle çalışılan yerlerde fan ve havalandırma motorları patlama ve kıvılcım güvenli (ex-proof) olacaktır.
17. Duman egzoz, merdiven basınçlandırma fanları ve yangında kullanılacak cihazların motorlarının kabloları yüksek sıcaklığa dayanabilecek özellikte seçilmelidir.

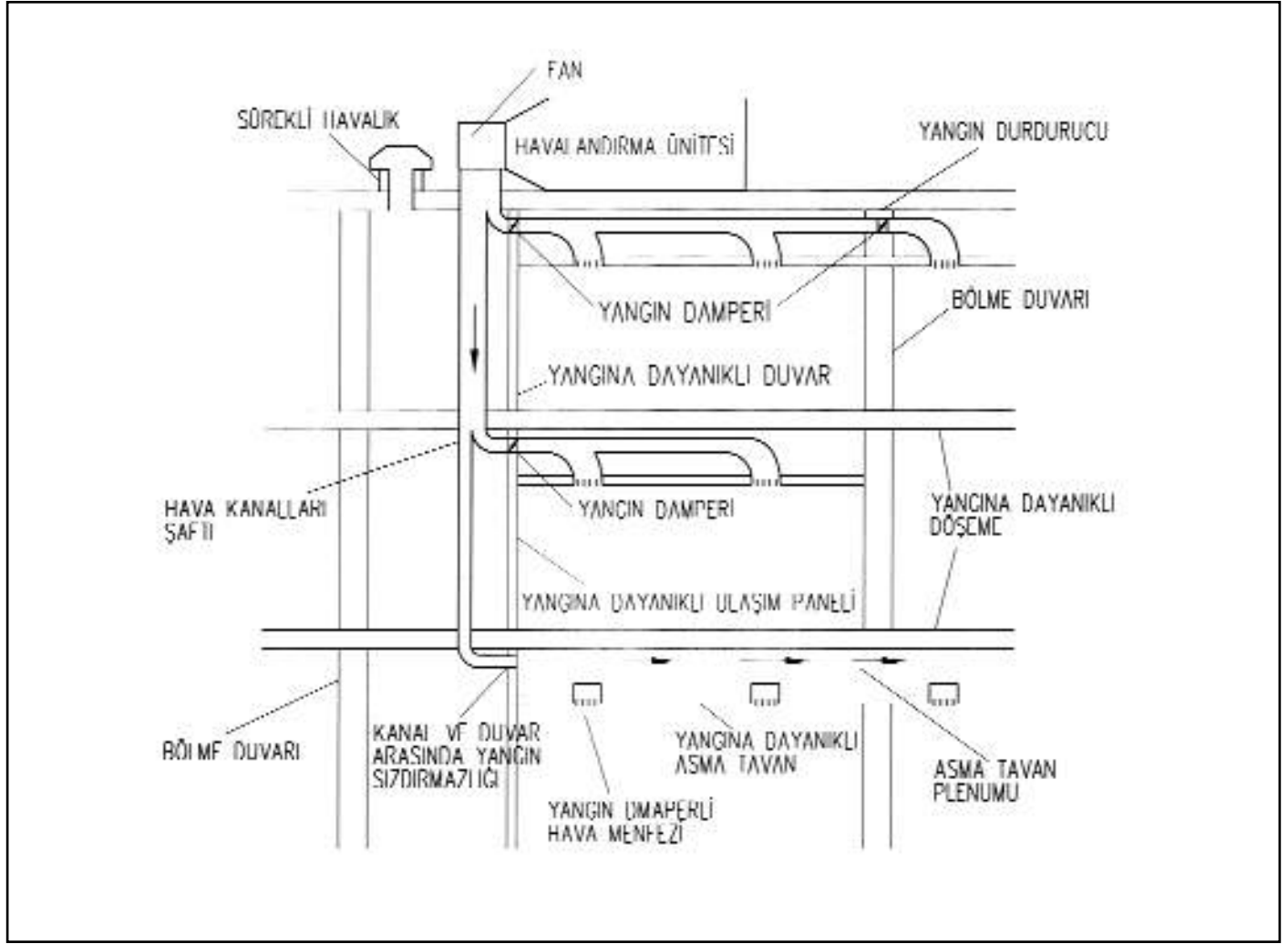
6.2.3 Bölgesel Duman Kontrolü

Duman yangının olduğu kattan çok daha farklı katlara ve bölgelere yayılarak buralarda zarar ve ölümlere yol açmaktadır. Bu duman hareketinin önlenmesi için son yıllarda zon kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Burada amaç yapıyı Şekil 6.5'de görüldüğü gibi basınç zonlarına ayırarak duman hareketlerinin kontrol edilmesidir.

Mekanik havalandırma sistemi yardımı ile yangın olan bölgeden duman emilerek egzoz edilirken, diğer zonlara taze hava basılır. Bu



Şekil 6.5. DUMAN KONTROL ZONLARI



Şekil 6.6. YANGIN ZONU VE YANGIN DAMPERLERİ

sistemde istenilen sonucun alınabilmesi için ayrıca zonların hava sızmaları ve geçişi açısından çok iyi izole edilmiş olması gerekir. Bu sistemde yangın bölgesinden dumanın egzoz edilmesi, daha önce görülen ısıl genleşme nedeniyle yangın bölgesindeki aşırı basınç artışlarını da önler.

Dumanın egzoz edilmesi dış duvarlardaki açıklıklarla, duman şaftları ile veya mekanik havalandırma sistemi ile gerçekleştirilebilir. Besleme havası da mekanik havalandırma sistemi ile sağlanır. Yapının havalandırma sistemi, yangın anında kumanda merkezinden kumanda edilmek suretiyle, yukarıda öngörülen biçimde çalışacak şekilde dizayn edilmiş ve yapılmış olmalıdır. Genellikle bu sistemlerin tasarımında ve kontrolünde bilgisayar programlarından yararlanır.

Şekil 6.7’de görüldüğü gibi bir çok zona hizmet eden bir merkezi klima sisteminde zon duman kontrolü varsa, yangın algılandıktan sonra duman kontrol sistemi aşağıdaki şekilde çalışır. Duman kontrolü, duman olan zondaki besleme kanalı duman damperini ve diğer katlarda ise dönüş kanalındaki duman damperini kapatarak gerçekleştirir. Santraldeki dönüş damperi de kapatılır.

- 1- Yangın ve duman olan bölgedeki besleme kanalındaki duman damperleri kapanır.
- 2- Dumandan korunması gereken bölgelerdeki dönüş kanallarında bulunan duman damperleri kapanır.

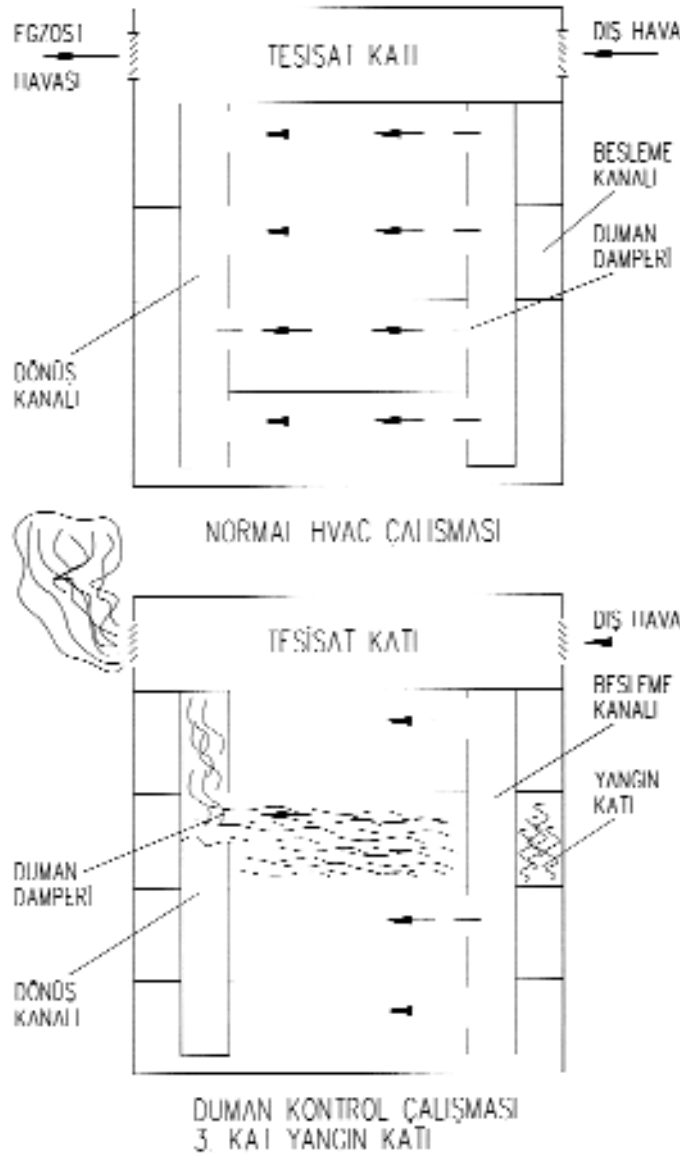
- 3- Dönüş ile besleme santrallerini bağlayan resirkülasyon hattı üzerindeki duman damperi kapanır. Böylece besleme santrali %100 dış hava ile çalışma konumuna geçer.

6.3 MERDİVEN YUVASI BASINÇLANDIRMASI

Yangın merdivenlerine dumanın girişinin engellenerek insanların tahliyesinin dumanlı bir ortamda sağlanması ve itfaiyecilere yangına müdahale için uygun ulaşım yolu sağlanması için basınçlandırma yapılır. Merdiven yuvası yangına dayanıklı olan ve duman sızdırmaz kapılarla bina bölümlerinden ayrıldığından, merdiven yuvasına verilen hava ile pozitif basınç oluşturulur ve merdiven yuvasının dışından içine duman girişi engellenir. Basınçlandırma sistemi tasarlanırken merdiven girişinde lobi olup olmadığı, iç mekanlarda duman tahliyesi yapıp yapılmadığının belirlenmesi ve dış kapı konumunun çok iyi değerlendirilmesi gerekir.

Ülkemizde yeni çıkarılan yangından korunma yönetmeliklerinde, yapı yüksekliği 21,50 m’yi geçen bütün binalarda kapalı merdivenler basınçlandırılmalıdır. Konutlarda yükseklik 51,50 m’yi geçmesi durumunda basınçlandırma sistemi yapılmalıdır. Ayrıca bodrum kat sayısı 4’den fazla olan binalardaki yangın merdivenleri ve acil durum asansörü kuyuları basınçlandırılmalıdır.

Basınçlandırma konusu geniş olarak; BS (British Standards, 5588



Şekil 6.7. MERKEZİ KLİMANIN DUMAN TAHLİYESİNDE KULLANILMASI

Bölüm 4) ve ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.)'da ele alınmıştır. ASHRAE kodlarında debiyi hesaplamak için matematik bağıntılardan yararlanılırken BS'de ampirik tablolar ön plandadır. Ayrıca ASHRAE'de yalnızca merdiven yuvasının basınçlandırılması söz konusuken BS'de buna ilave olarak lobi ve koridorların da basınçlandırılacağı göz önünde bulundurulmaktadır. Dolayısıyla bulunan debiler de birbirinden farklı olmaktadır.

Basınçlandırma sistemleri, korunmuş kaçış yolları meydana getirecek şekilde tasarlanır. Korunmuş kaçış yolları merdiven yuvaları, lobiler ve bazı durumlarda koridorları kapsar. İhtiyaca göre bu yerlerden biri veya birkaçı bir arada basınçlandırılarak duman kontrolü sağlanmaya çalışılır. Acil durumlarda kullanılacak asansörlerin kuyularının basınçlandırılması da gereklidir.

Basınçlandırma havası debisi; basınçlandırma yapılacak yere, kullanım amacına, binanın yüksekliğine, istenilen basınçlandırma seviyesine, dış sıcaklık ve rüzgar hızına ve kullanılan standartlardaki kabullere bağlı olarak değişir.

6.3.1. Merdiven Yuvası İçindeki Basıncın Değişimi

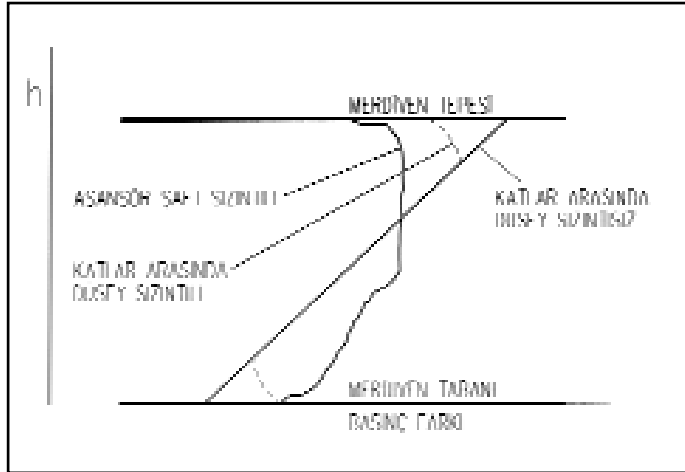
Merdiven yuvasındaki basınç değişimleri daha çok merdiven yuvası yüksekliğinin fonksiyonudur. Yükseklik arttıkça alt ve üst seviye arasındaki basınç farkı artar. Buna bağlı olarak duman hareketi de değişir. Genel olarak dumanın hareketine; baca etkisi, sıcak dumanın genişerek yükselmesi, rüzgâr, sıcaklık farkı, havalandırma kanalları ve açıklıklar neden olur. Bu faktörlerin değişimi ise binanın konumuna, basınçlandırma durumuna bağlıdır.

Dikey sızıntı alanı bulunmayan; iç ve dış sıcaklıkları farkının ve her

kattaki sızıntı alanlarının da aynı olduğu basit merdiven kovalarına ilişkin analitik metot en basit olanıdır. Katlar ve diğer şaftlar boyunca olan sızıntı etkisinin ihmal edilmesi maksimum ve minimum basınç dağılımı arasındaki basınç farkı dağılımını artırır. Bu bakımdan da basit merdiven yuvası analizinin kullanım alanı sınırlıdır ve sadece bir basınçlandırılmış merdiven yuvası olan binalar için geçerlidir. Ancak simetri kavramı kullanılarak herhangi sayıdaki merdiven yuvasına genişletilebilir. Merdiven kovalarının kapılarının açık olması durumu ayrı bir analiz gerektirir.

Şekil 6.8'de dış sıcaklığın iç sıcaklıktan küçük olduğu kış şartları için iç ve dış sıcaklıkları aynı ve sızıntı karakteristikleri farklı üç farklı merdiven yuvası için basınç profilleri görülmektedir.

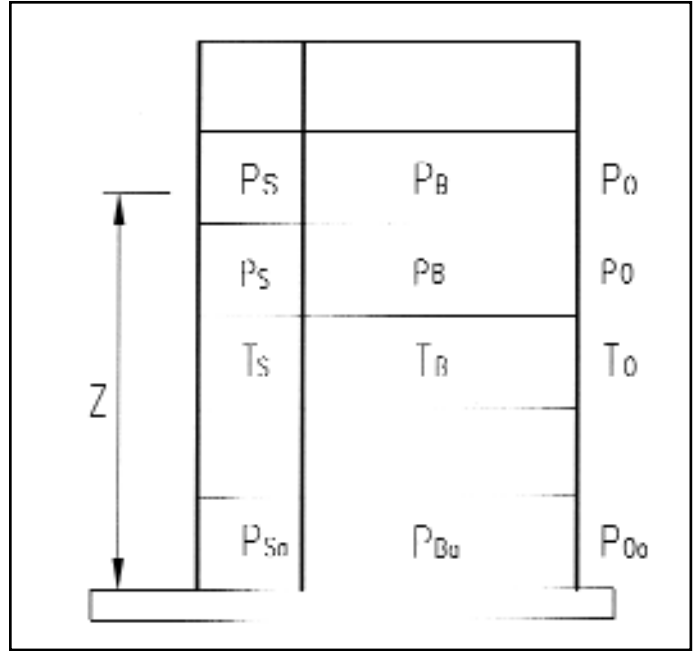
Katları arasında düşey sızıntı veya merdiven kovalarından şafta sızıntı olmayan binalarda basınçlandırılmış merdiven yuvasının basınç profili düz bir çizgidir. Bu düz çizginin eğimi dışarıya ile merdiven yuvası arasındaki sıcaklık farkına ve binanın sızıntı alanlarına bağlıdır. Sapmanın uzunluğu katlar arasındaki sızıntının büyüklüğüyle ilişkilidir. Basınç profili ise merdiven yuvasındaki sızıntı alanlarına, asansör şaftına, dış duvarlara, binanın sıcaklığına, merdiven yuvasına ve dış havaya bağlıdır. Merdiven yuvasında belli bir mesafedeki basınç değişimi diğer bir mesafeden fazla olabilir. Bu yüzden ortalama, maksimum ve minimum basınç farklılıklarına dikkat edilmelidir.



Şekil 6.8. FARKLI MERDİVEN YUVALARINDA BASINÇ PROFİLLERİ

Merdiven yuvası, asansör kuyusu ve şaftlardaki sıcaklık, dış hava sıcaklığından farklı ise, hava alt ve üst noktadaki yoğunluk farkı nedeniyle hareket eder. İçerideki sıcaklık dışarıdaki sıcaklıktan daha büyükse alt kısımlardan girer ve üst kısımlardan çıkar. Buna baca etkisi denir. Dış sıcaklık büyük ise tersi bir hava girişi olur, buna da ters baca etkisi adı verilir.

Genelde merdiven şaftındaki akışlarda sürtünmeler ihmal edilebilecek derecede küçüktür. Özellikle kapıları kapalı basit merdiven yuvası sistemleri için sürtünmeler ihmal edilebilir mertebededir. Dolayısıyla merdiven yuvasındaki basınç hidrostatik kabul edilerek (Şekil 6.9), ρ_s (kg/m^3) merdiven yuvası içindeki hava yoğunluğu; P_{sa} (Pa) merdiven yuvasının tabanındaki mutlak hava basıncı; g (m/s^2) yerçekimi ivmesi olmak üzere, merdiven yuvasında tabandan itibaren z (m) yüksekliğindeki mutlak hava basıncı P_s ;



Şekil 6.9. MERDİVEN YUVASI, İÇ HACİM VE DIŞ ORTAM

$$P_s = P_{sa} - g \cdot \rho_s \cdot z$$

şeklinde yazılabilir.

Rüzgar hızı ihmal edilirse dışarıda z yüksekliğinde basınç, hidrostatik basınç alınabilir ve merdiven yuvası dışındaki basınç farkı benzer şekilde, bina dışında alt seviyedeki basınç P_{oa} (Pa), hava yoğunluğu ρ_o (kg/m^3) olmak üzere bina dışında z (m) yüksekliğindeki basınç

$$P_o = P_{oa} - g \cdot \rho_o \cdot z$$

ve merdiven yuvası ile dışarı arasındaki basınç farkı

$$\Delta P_{so} = P_s - P_o = \Delta P_{soa} + g \cdot z \cdot (\rho_o - \rho_s)$$

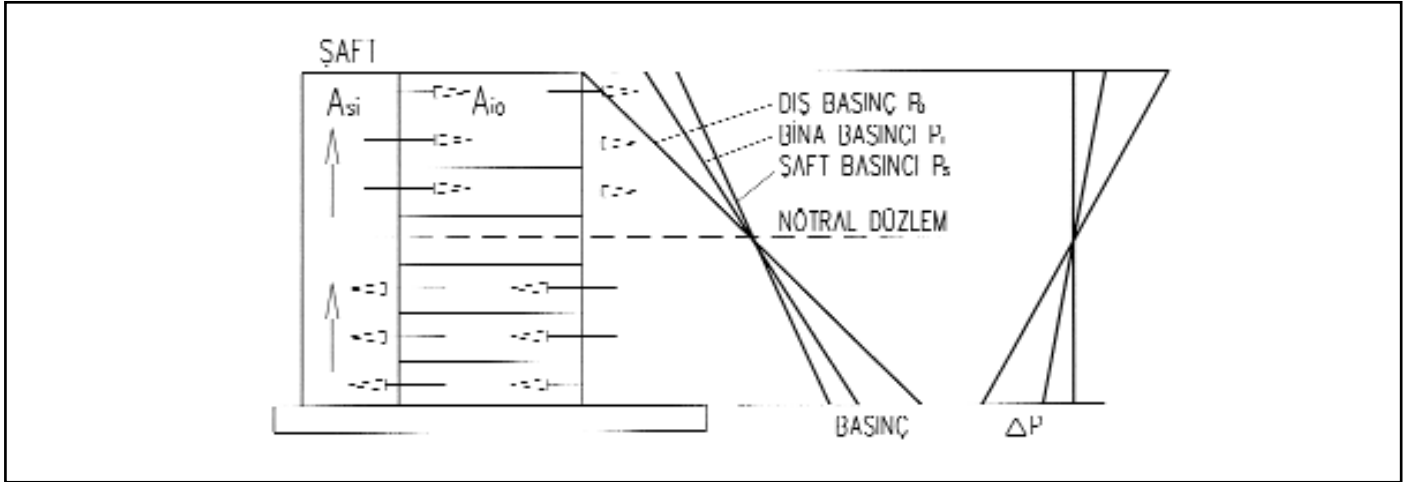
yazılabilir. Yoğunluğun değişmediği ve yükseklikle basıncın az değiştiği kabulü yapılarak, $P = \rho \cdot R \cdot T$ mükemmel gaz denkleminde yararlanarak

$$\Delta P_{so} = \Delta P_{soa} + K_s (1/T_o - 1/T_s) z$$

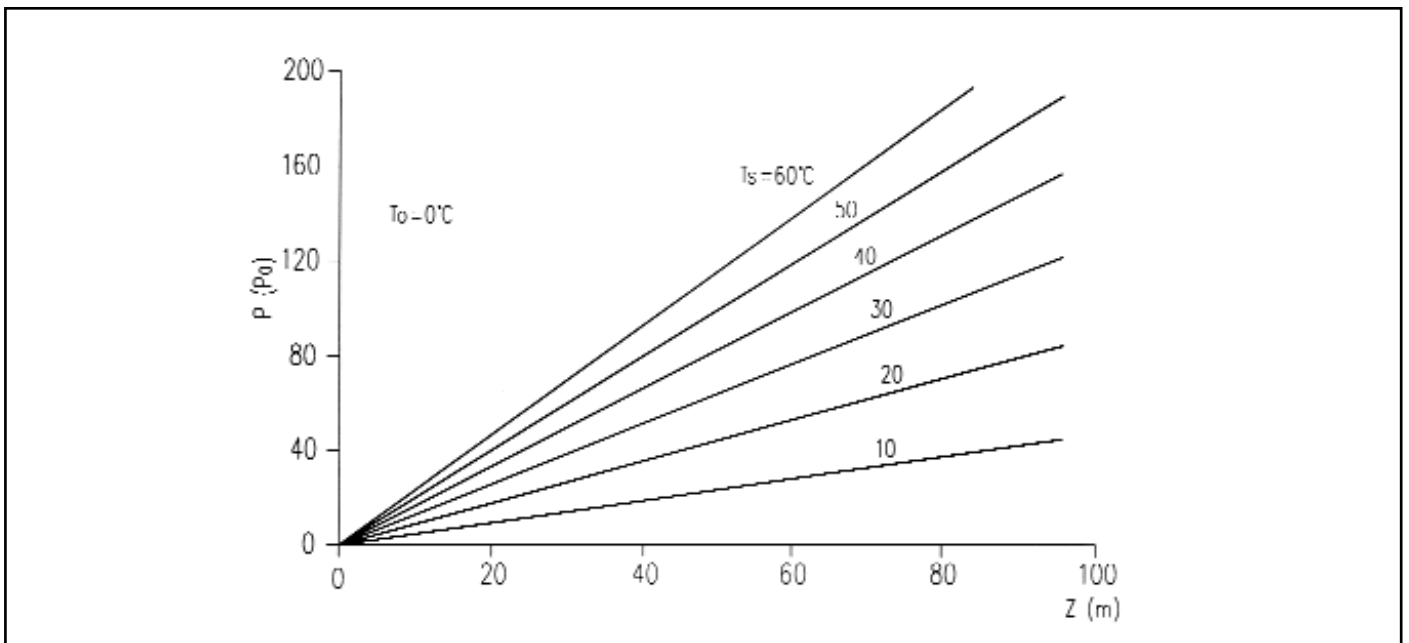
elde edilir. Burada; T_o (K) dış hava sıcaklığı, T_s (K) merdiven yuvası sıcaklığıdır, R mükemmel gaz sabiti için havanın değeri kullanılarak $K_s = g \cdot P_{atm} / R = 3460$ (1/K) bulunur.

Dış basınç, şaft basıncı ve bina içindeki basınç yükseklik arttıkça azalır (Şekil 6.10). Basınç farkları ise, kış şartlarında şaft basıncı ile dış ortam arasındaki basınç farkı yükseklikle artar. Bina içindeki basınç ile dış ortam arasındaki basınç farkı da benzer değişim gösterir. Yangın olan binada, eğer duman nötr düzlemin (basınç farkının sıfır olduğu düzlem) altında ise şaftlara girer ve yükselir, nötr düzlemin üstünde ise şaftlardan çıkar ve binaya yayılır veya dışarı gider. Şekil 6.11'de baca etkisinin yükseklik ve iç sıcaklıkla değişimi görülmektedir. Şekilde görülen değişim sızıntı olmayan şaftlar için ve nötr düzlemden ölçülen yükseklikler için geçerlidir. Dış sıcaklığın bina içi sıcaklıktan büyük olduğu yaz şartlarında ters baca etkisi nedeniyle duman aşağı doğru hareket eder. Nötr düzlemin altında duman içeri girmeye ve üstündeki katlarda dışarı çıkmaya çalışır.

Bununla beraber, dış sıcaklığın yüksek olduğu duruma kısa süre rastlanır. İçerideki yangın nedeniyle iç sıcaklık kısa sürede dış sıcaklığın üzerine çıkar ve kış şartlarındaki duruma döndürülür. İç sıcak-



Şekil 6.10. NORMAL BACA ETKİSİ DURUMUNDA OLUŞAN BASINÇ DAĞILIMI



Şekil 6.11. BACA ETKİSİNİN YÜKSEKLİK VE SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

lığın yükselmesinin yanında sıcak duman gazlarının yükselme eğilimi de ters baca etkisini azaltır ve çoğu zaman ortadan kaldırır.

Gaz sıcaklığı T_g (K) olmak üzere gazların kaldırma basıncı

$$\Delta P_g = K_s \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_g} \right) z$$

şeklinde yazılabilir. Gaz sıcaklığı arttıkça gazlardan oluşan basınç farkı artar ve duman kontrolü zorlaşır. Gazların sıcak olduğu yangın katına yakın yerlerde hızlı olarak yükselen duman üst katlarda soğumaya ve hızını kaybetmeye başlar.

6.3.2. Merdiven Yuvalarına Hava Besleme Şekilleri

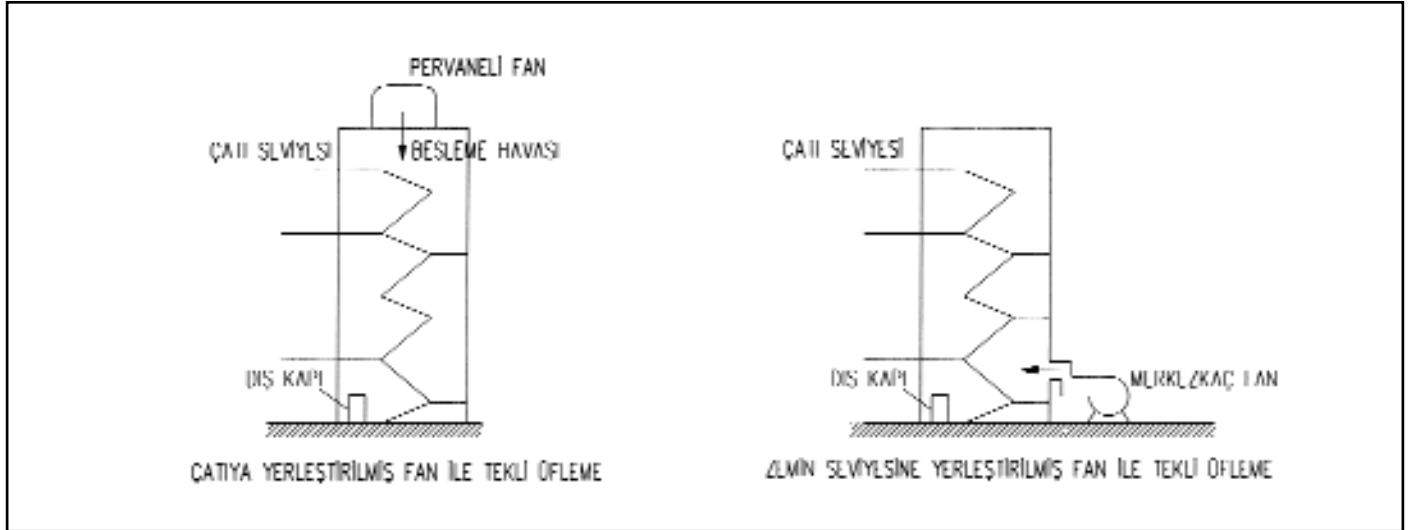
a. Tek Kademeli ve İki Kademeli Basınçlandırma

Tek kademeli sistemde basınçlandırma sistemi yalnız acil durumlarda devreye girer. Basınçlandırma için ayrı bir fan kullanabileceği gibi normal havalandırma sistemi fanından da yararlanmak mümkündür. Normal havalandırma sistemi aynı zamanda acil durum ba-

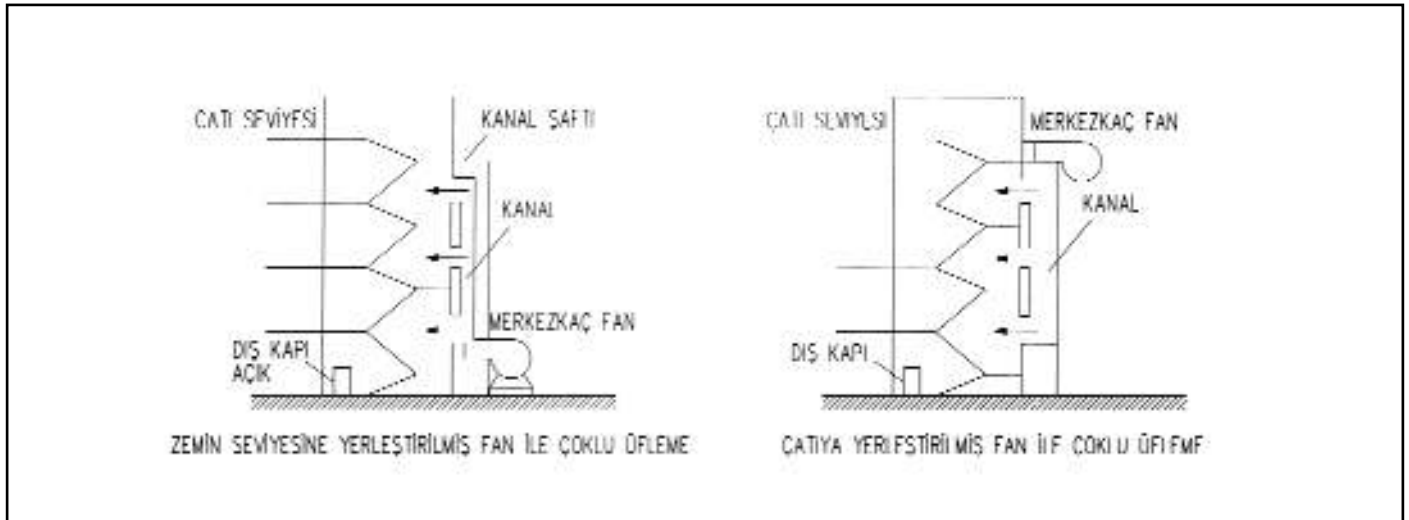
sınçlandırması için düşünülmüşse, fanlar iki kademeli seçilmelidir. Fan kapasitesi, birinci kademede normal havalandırma yapacak değerdendir. İkinci kademede ise basınçlandırılan yerin özelliğine göre kapasitesi %50 ile %300 arasında artırılır.

b. Tekli ve Çoklu Besleme

Tekli besleme sistemi, besleme havasının merdiven yuvasına tek bir noktadan üflenmesi esasına dayanır. En yaygın tekli besleme tipi tepeden yapılıdır. Yüksekliğin fazla olduğu binalarda, merdiven yuvasının alt ve üst kısmından aynı anda basınçlandırma yapılabileceği gibi farklı noktalarda da besleme yapılır. Bu sistemlerde, merdiven kapılarının mutlaka kendiliğinden kapanan tip olması gerekir. Yüksek merdiven yuvalarında, besleme noktasına yakın olan birkaç kapı açıldığında, tekli üfleme sistemi başarılı olmaz. Tüm basınçlandırma havası bu açık kapılardan çıkar ve uzak noktalarda pozitif basınç sağlanamaz. Bu nedenle tekli besleme merdiven yuvasının üst kısmından yapılıyorsa kat sayısı 8'den fazla olmamalıdır. Alttan



Şekil 6.12. MERDİVEN YUVASININ ALT VE ÜST KISIMLARINDA TEKLİ ÜFLEME



Şekil 6.13. ÇATIYA VE ZEMİNE YERLEŞTİRİLMİŞ FANLA ÇOKLU BESLEME

besleme yapılması durumunda, kapıların açılması üst katlara hava geçişini fazla azaltacağından kat sayısı en çok 6 olmalıdır. Havanın merdiven yuvasına alt ve üst kısımlarından üflendiği binalarda ise kat sayısı 12'yi geçmemelidir. Alt ve üst noktalardan üfleme yapılan merdivenlerde fan kapasiteleri hesaplanırken üst kısma yerleştirilen fanın daha çok sayıda kata basınçlandırma sağlayacağı göz önünde bulundurulmalı ve daha büyük kapasitede seçilmelidir. Uygun çözüm, bir shaft aracılığıyla her katta bir besleme menfezinden merdiven yuvasına hava gönderilmesidir. Bir shaft içinden geçen kanaldan dağıtım yapılabileceği gibi shaft doğrudan kanal gibi de kullanılabilir. Açık kapılardan havanın kaçmasını engellemek için çoklu üfleme sisteminde her kattan üfleme yapılır. İki katta bir besleme yapılması da kabul edilen çözümlerdendir. Besleme noktaları arasındaki en emniyetli mesafe hakkında birçok değişik fikir vardır. Genellikle iki üfleme noktası arasındaki mesafenin 3 kattan fazla olması istenmez.

c. Merdivenin Bölümlendirmesi

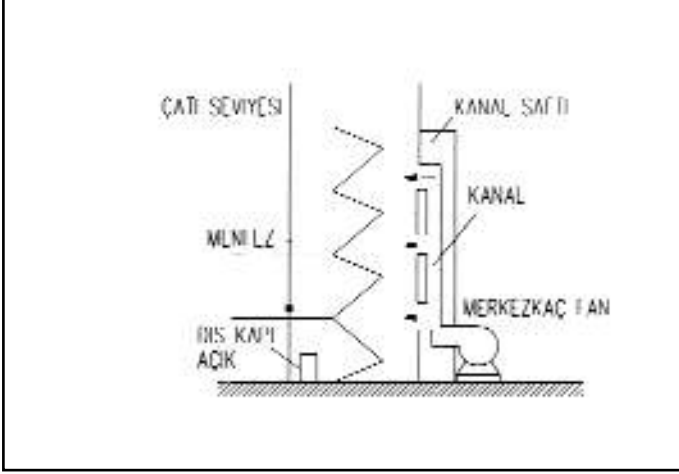
Çoklu besleme sistemine bir alternatif, merdiven yuvasının bölün-

mesidir. Bölmeler, duvarlarla ayrılır ve bölümler arasında normal kapanan kapılar konulur. Bu kapıların yangın kapısı olması şart değildir, sızdırmaz olmaları yeterlidir. Her bölmede en az bir üfleme noktası vardır. Bölümlendirmenin önemli avantajı, çok uzun olan merdiven yuvalarının parçalara bölünerek yeterli seviyede uniform basınçlandırmanın sağlanmasıdır. Dezavantajı ise merdiven yuvasını bölümlere ayıran duvar ve kapılar yüzünden daha geniş bir alana ihtiyaç duyulmasıdır. Bölmeler arasındaki kapı açıldığında bölme etkisi yok olur. Bu nedenle insan yoğunluğu fazla olan binalar için uygun değildir. Bölümlendirmeli sistem, maksimum açık kapı sayısı düşünülerek uygulandığında, çok yüksek binaların merdiven yuvalarının basınçlandırılmasında kanal kesitinin küçülmesi bakımından yararlı olabilir.

6.3.3. Basınçlandırma Yöntemleri

Merdiven basınçlandırmasında en önemli problem müsaade edilen alt ve üst basınç seviyeleri arasında basınçlandırmanın sağlanmasıdır. Tüm kapılar kapalıyken veya bazı kapılar açıkken kabul edile-

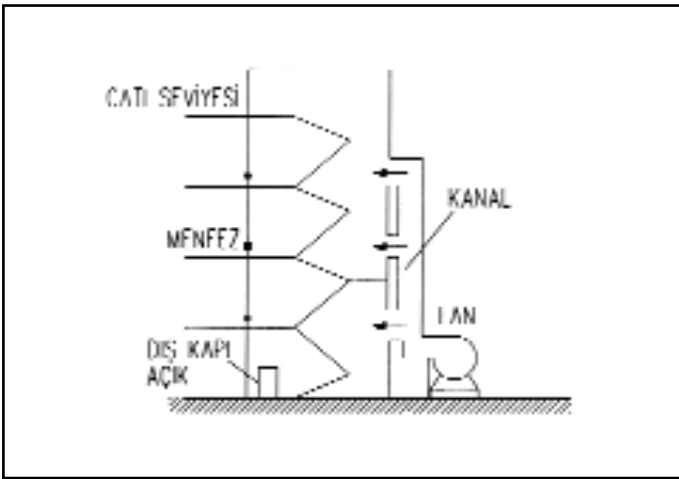
bilir basınç seviyelerinin sağlanması gerekir. Tüm kapılar kapalı iken, basınç müsaade edilen maksimum basıncın üzerine çıkabilir, ki bu durumda merdiven kapılarının açılması zorlaşır. Açık kapı sayısı fazla ise basınç müsaade edilen minimum basıncın altına düşer, ki bu durumda merdivene dumanın girişi engellenemez. Basıncın müsaade edilen alt ve üst sınırlar arasında kalmasını sağlamak için farklı sistemler uygulanır. Bunlar arasında en çok uygulanan sistemler aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 6.14. MERDİVEN YUVASI KANADA BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ

a. Sabit Beslemeli, Dış Kapı Kontrollü Sistemler

Besleme havası miktarı, fan karşısındaki basınç ile bir miktar değişebilse de sabit kabul edilir. Basınç arttığı zaman merdiven yuvası dış kapısı otomatik olarak açılır. Kanada sistemi olarak da bilinen bu sistemde, besleme bir noktadan veya çok noktadan yapılabilir. Sistemin tasarımında dış kapının açık olduğu esas alınmalıdır. Sistemin tasarımının basit ve bir dereceye kadar ucuz olmasından dolayı ihtiyaçları karşıladığı sürece önerilir.



Şekil 6.15. HER KATTA MENFEZİN BULUNDUĞU BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ

b. Sabit Beslemeli Barometrik Damperli Sistemler

Merdivende basınç belirli bir seviyeye gelince bina dışına veya bina içine açılan barometrik damperler otomatik olarak açılır. Barometrik

damperler basınç belirli bir değerin altına düştüğünde tekrar kapanır. Dış duvardaki menfezler rüzgârın zararlı etkilerine maruz kalabileceğinden dışa açılan damperlerde rüzgârın ters etkisini önlemek üzere rüzgâr kalkınları kullanılmalıdır. Kapılar açıldığında ise düşen basınç etkisi ile damperler tekrar kapanmalıdır.

Bina ile merdiven yuvası arasında menfez bulunan sistemlerde, menfezler bir barometrik damperle beraber bir veya daha fazla yangın damperi de içermelidir. Bu yangın damperleri normalde kapalıdır, ancak basınçlandırma sistemi etkin duruma geldiğinde açılır. Böylece barometrik damperin kapağının gereksiz yere sık sık açılıp kapanmasını önler.

c. Besleme Havası Miktarının Değişken Olduğu Sistemler

Akış miktarını değiştirmek için değişken debili fanlar kullanılabilir. Değişken akış fanları bina ile merdiven yuvası arasındaki basınç farkını hisseden bir veya daha fazla statik basınç sensörü ile kontrol edilir. Kapılar açıldığında merdiven yuvası basıncı düşer ve akan besleme havası miktarı en az minimum tasarım basıncına kadar artırılır. Tüm kapılar kapandığında merdiven yuvası basıncı artar ve akış miktarı aşırı basınç farkını önlemek için azaltılır.

Besleme fanına by-pass devresi kontrolü yapılarak da akış debisi değiştirilebilir. By-pass sisteminde merdiven yuvası içindeki hava miktarı by-pass damperlerinden yararlanarak değiştirilir. Merdiven yuvasındaki bir veya birkaç statik basınç sensöründen kumanda alan oransal by-pass damperi, basınç arttıkça by-pass devresini açarak merdivene basılan havayı azaltır.

6.3.4. Basınçlandırma Sistemlerinin Tasarımı

Basınçlandırma sistemi açık bir kapıdan basınçlandırılmış alana duman girişini engelleyecek yeterlilikte hava hızını sağlayabilmelidir. Herhangi bir kapının tamamının açık olması durumunda ortalama hız büyüklüğü en az 1 m/s olmalıdır. Basınçlandırma sisteminin yangın güvenlik hacmine de basınçlandırma yapılması durumunda, merdiven tarafındaki basınç yangın güvenlik hacmi tarafındaki basınçtan daha yüksek olacak şekilde bir basınç dağılımı oluşturulmalıdır.

Basınçlandırma sistemi çalıştığı zaman, bütün kapılar kapalı iken basınçlandırılan merdiven yuvası ile bina kullanım alanları arasındaki basınç farkı en az 50 Pa olmalıdır. Açık kapı durumu için basınç farkı en az 15 Pa olmalıdır. Hem basınçlı havanın hem de otomatik kapı kapatıcının kapı üzerinde yarattığı kuvveti yenerek kapıyı açmak için kapı tutamağına uygulanması gereken kuvvet 110 Newton'u geçmemelidir. Kapı kapatıcılar kullanılmadığı takdirde merdiven yuvası içindeki basınç farkı en fazla 100 Pa, en az 12 Pa olmalıdır. Kapı kapatıcılar kullanıldığı takdirde, kapı kapatıcıların kapıya uyguladığı kuvvet hesaba katılarak, merdiven içindeki basıncın kapıya uyguladığı kuvvet ile kapı kapatıcıların kapıya uyguladığı kuvvetin toplamı 110 N'u geçmemelidir.

En az bir iç kapı ve bir dışarıya tahliye kapısının açık olacağı düşünülerek dizayn yapılmalı ve bina kat sayısına göre açık iç kapı sayısı artırılmalıdır. Basınçlandırma havası miktarı, sızıntı alanlarından çevreye olan hava akışlarını karşılayacak mertebede olmalıdır. Merdiven içerisinde oluşacak aşırı basınç artışlarını önlemek için relief damper veya frekans kontrollü fan düşünülmelidir.

Basınçlandırma havası doğrudan dışardan alınmalı ve egzoz çıkış

noktalarından en az 5 m uzakta olmalıdır. Basınçlandırma fanının dışardan hava emişine dedektör konulmalı, duman algılanması durumunda fan otomatik olarak durdurulmalıdır. Basınçlandırma sistemi bina yangın alarm sistemi tarafından otomatik olarak çalıştırılmalıdır. Merdiven yuvası basınçlandırmasında hava değişimi yerine açık kapı sayısı esas alınmalıdır. Genellikle ilk yaklaşım için 2 iç kapı ve 1 dış kapının açık olması halinde bu kapılarda 1 m/s hava hızı sağlanması istenir. Kapı alanı yaklaşık 1,8 m² alındığı durumda da gerekli hava debisi en az 5,4 m³/s bulunur. Bu yaklaşımda kapı sayısı ve kat yüksekliği ve ayrıca merdiven lobisinin basınçlandırma durumu fan kapasitesine etki etmemektedir, başka bir deyişle her binada aynı fan kullanılır gibi görünmektedir. Avustralya’da bu yaklaşım kullanılarak fan kapasitesi en az 5,4 m³/s alınırken, Kanada’da en az 4,7 m³/s ve Newyork’da 11,3 m³/s alınmaktadır. Bilgisayar analizlerinde elde edilen sonuçlara göre lobilerin basınçlandırılmadığı durumlarda kaba yaklaşım için

$$Q = 10 + 0,09 \times \text{kat sayısı (m}^3/\text{s)}$$

ve lobi basınçlandırılması durumunda

$$Q = 5 + 0,09 \times \text{kat sayısı (m}^3/\text{s)}$$

bağıntılarının kullanılması daha uygun olmaktadır. Merdiven kovalarının basınçlandırılmasında ilk yaklaşım için bu değerler alınsa bile daha sonra açık kapı analizi ile basıncın alt ve üst sınırlarının kontrol edilmesi bu değerlerin kullanılmaması gerekir.

Unutulmamalıdır ki, standartlarda ülkelere göre basınç seviyeleri ve debi çok farklı değerlerde alınmakta ve üzerinde anlaşılmalı bir değer bulunmamaktadır. Bütün çalışmalarda açık kapı analizinin yapılmasının en uygun olduğu belirtilmektedir.

a. Basit Merdiven Yuvası Sistemleri

Basit bir merdiven yuvası sisteminde, merdivenin bütün kapıları kapalı iken değerlendirme yapılır ve açık kapılı sistemlerin analizi için temel teşkil eder. Yangın durumunda merdivenin bazı kapıları belli bir süre açılıp kapanır. İnsan sayısının fazla olduğu binalarda merdiven yuvası kapıları tahliye sırasında kısa süreler için açık kalabilir. Bu sırada, merdivene dumanın sızması istenir.

Basit merdiven yuvası sisteminde tekli veya çoklu besleme yöntemi kullanılabilir. Bir veya daha fazla, aksiyal veya radyal fan yararlanılabilir. Tüm merdiven yuvası kapıları kapalıyken sistem tatmin

edici basınçlandırmayı sağlar. Merdiven yuvası kapıları açıkken genellikle basınç farkı düşük seviyeye iner. Düşük seviye, merdiven yuvasına duman sızıntısını engellemek için yeterli değildir ve basit merdiven boşluğu sistemleri yalnız tüm kapılar kapalıyken yeterlidir. Basınçlandırılmış havanın akış hızı, akış alanına yüksek oranda bağlıdır. Çünkü bu alanlar birçok durumda kabaca tahmin edilebilir, emniyet faktörü ise besleme havası fanı büyüklüğü saptanırken kullanılır. Besleme sistemi ayarlanabilir olmalıdır. Böylece istenen basınç seviyeleri daha kolay sağlanabilir.

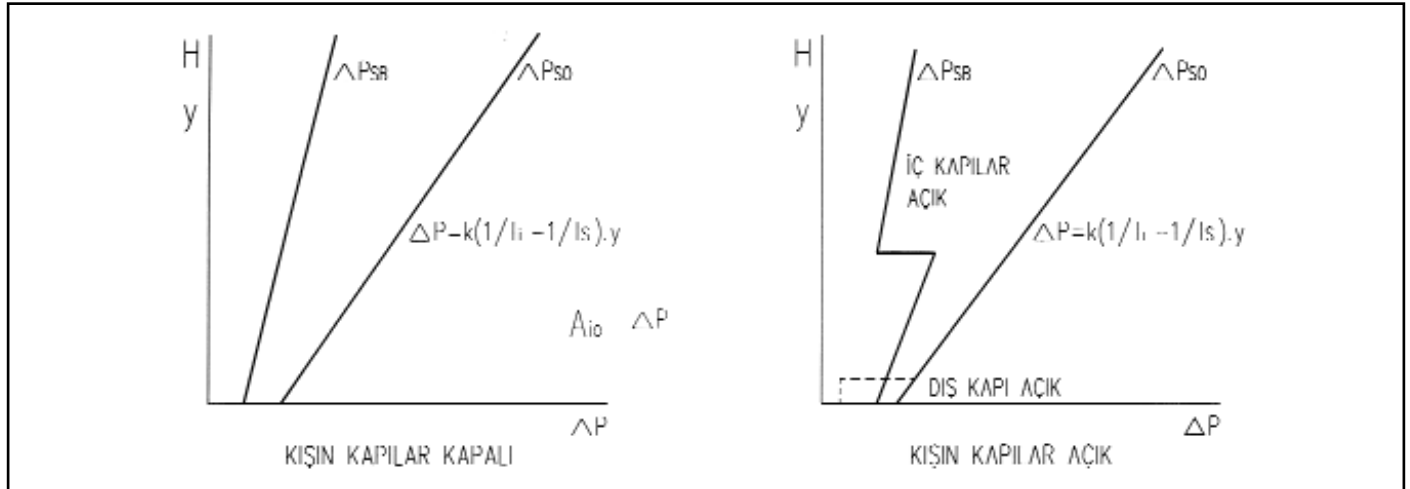
b. Açık Kapılı Sistemler

Basit merdiven yuvası sistemlerinde kapılar açıldığında, kapılar üzerinden basınç farkı düşmeleri önem kazanır. Basınç düşmesinin en büyük sebebi dışa açık kapıdır. Bina içine açılan açıklıklardan hava akışı bina içindeki diğer yolları kullanarak dışarıya akarken dış atmosfere açık olan açıklıklardan doğrudan dış tarafa akar. Dış duvar açıklıkları üzerinden akış, iç açıklıklardan olan akıştan 3 ile 10 kat daha fazladır. Bu yüzden merdiven yuvası dış kapılarının açılıp kapanmaları basıncın düzensiz değişiminin en büyük sebebi olmaktadır. İnsan sayısı fazla olan binalarda yangın süresince tahliye sırasında bazı merdiven yuvası kapılarının açık bırakılacağı beklendiğinden tasarım sırasında bu durum göz önünde bulundurulur.

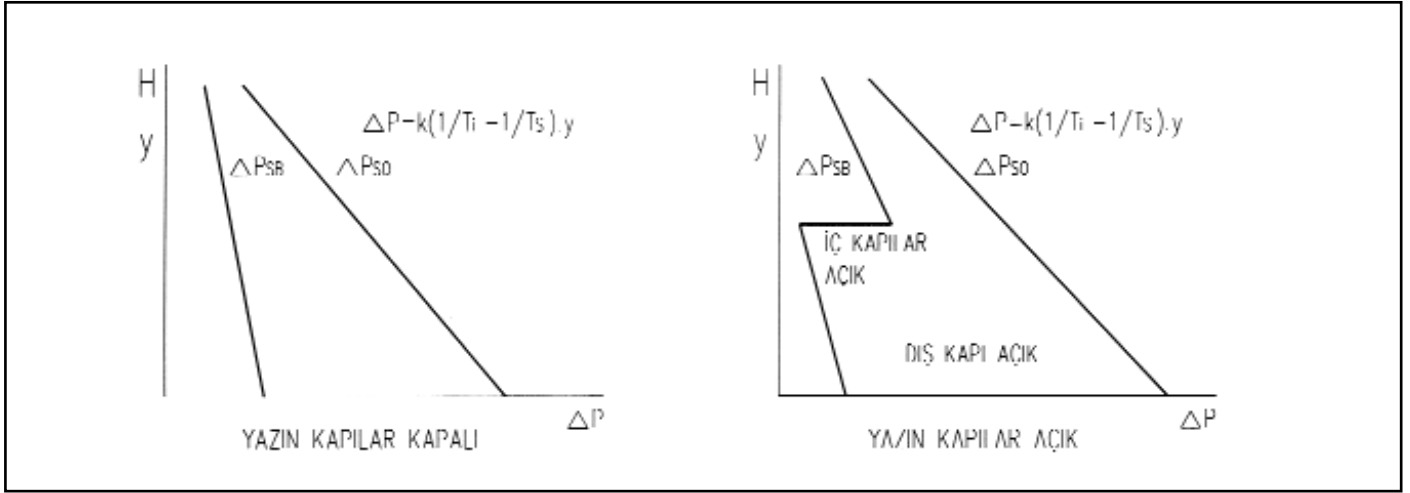
Basit merdiven yuvası sistemleri için geliştirilen analitik yaklaşım, sürtünme kayıplarının ihmal edilebildiği açık kapılı basınçlandırılmış merdiven yuvası sistemleri için genişletilmiştir. Çoklu besleme sistemi kullanılarak sürtünme kayıpları en aza indirilebilir. Zaten sürtünmeler yüzünden olan basınç kayıpları ihmal edilebilir mertebelere düşer. Tüm kapılar kapalıyken Şekil 6.16’da gösterildiği gibi basınç farkları doğrusaldır.

Bilindiği gibi basınç farkı merdiven yuvası yüksekliğiyle kışın artar, yazın azalır. Dış ortama açılan bir kapı açıkken basınç farkının artmasının nedeni, açık dış kapı üzerinden olan akışın çok büyük olmasıdır. Dış kapılar genellikle şaftın dibine yerleştirilir ve özellikle yazın, şaft dibinde basınç farkı çok büyüktür.

Merdiven yuvasından binaya açılan iç kapılar açıkken açık kapı yolları üzerindeki basınç farkı önemli ölçüde düşer. Bununla beraber açık giriş kapısı alanlarından olan akış çok büyük olabilir. Kışın açık kapılar üzerinden olan basınç farkı yükseklikle artar. Açık ka-



Şekil 6.16. KİŞİN BÜTÜN KAPILAR KAPALI VE DİŞ KAPI AÇIKKEN BASINÇ FARKLARI



Şekil 6.17. YAZIN BÜTÜN KAPILAR KAPALI VE DIŞ KAPI AÇIKKEN BASINÇ FARKLARI

pı merdiven yuvasının en tepesine yerleştirildiğinde, en fazla miktarda basınçlandırılmış havaya ihtiyaç duyulur.

c. Basınçlandırma Havası

Pozitif basınçlandırılmış merdiven yuvasında (hava akışının yönü tüm merdiven yuvası yüzeyi boyunca merdiven yuvasından dışarı yönlüdür.) merdiven yuvasından dışarıya akış, diferansiyel formda;

$$dQ = C \cdot A_{he} [2 DP_o / \rho] \cdot 1,2 \cdot dy$$

Burada; $A_{he} = N \cdot A_{SBOe} / H$ (m²/m) birim yükseklik başına efektif akış alanı, A_{SBOe} (m²) merdivenden binaya ve dışarıya olan efektif akış alanı, H (m) merdiven yuvası yüksekliği, N kat sayıdır.

Merdivenle dışarıya arasındaki basınç farkı için, $y = 0$ 'dan $y = H$ arasında integre edilerek ΔP_{SOa} ve $\Delta P_{SOü}$ merdivenin tabanındaki ve tepesindeki dışarı ile olan basınç farkı olmak üzere;

$Q_{SBO} = 2 \cdot N \cdot C \cdot A_{SBOe} / (3 \rho^{1/2}) [(\Delta P_{SOü}^{3/2} - (\Delta P_{SOa}^{3/2}) / (\Delta P_{SOü} - (\Delta P_{SOa}))]$ elde edilir. $\Delta P_{SO} = \Delta P_{SB} (1 + A_{SB}/A_{BO})^2$ şeklinde olduğundan, merdivenden binaya akış hacimsel debisi (m³/s),

$$Q_{SB} = K_q \cdot N \cdot A_{SB} / \rho^{1/2} [(\Delta P_{SBü}^{3/2} - \Delta P_{SBa}^{3/2}) / (\Delta P_{SBü} - \Delta P_{SBa})]$$

elde edilir. Burada, ΔP_{SBa} (Pa) merdiven tabanındaki bina ile basınç farkı, $\Delta P_{SBü}$ (Pa) merdiven tepesinde bina ile basınç farkı, $K_q = 0,613$ ($C=0,65$ için)'dir.

İngiltere standartlarına göre binada basınçlandırılmış alanlarda, basit lobiye açılan kapılar kapalıyken tasarlanan basınçlandırma seviyesi hiçbir zaman 60 Pa'dan fazla olmamalı ve aynı zamanda bina yüksekliği 12 m'ye kadar 8 Pa ve daha yüksek binalarda 12 Pa basınçtan az olmamalıdır. Basınçlandırılmış alanlara açılan kapıların kapanması için gerekli minimum kuvvet normal kullanımda uygulanan kuvvete eşit olmalıdır. Küçük çocukların yalnız olarak buldukları binalarda kendi kendine kapanan kapılar gereklidir. Basınçlandırılmış alanlardan dışarı açılan kapılar basınca karşı kapıyı kapatabilecek bir kapatıcıya sahip olmalıdır. Yangın durumunda kapıların açık bırakılma ihtimaline karşı basınçlandırılmış hacimlerin kapılarının kendi kendine kapanabilir olmasına özen gösterilmelidir.

Yukarıda verilen basınçlandırma seviyeleri merdiven boşluğu içindir. Eğer mümkünse lobiler ve koridorlar için kullanılan seviyeler aynı olmalıdır. Fakat istenirse bu alanlarda kullanılan seviyeler bi-

raz düşük olabilir. Ancak merdiven boşluğu ile lobiler (veya koridorlar) arasındaki seviye farkı 5 Pa'dan fazla olmamalıdır.

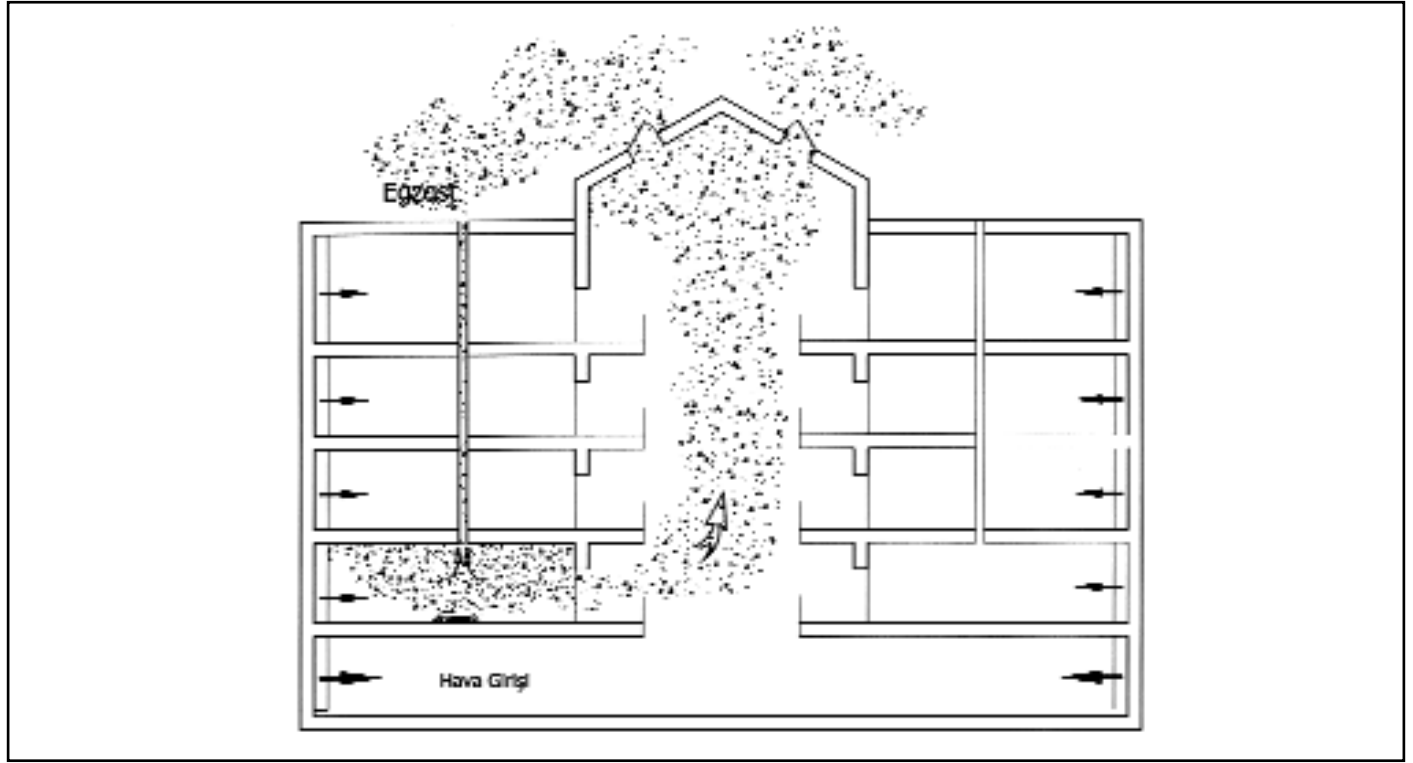
6.4 ATRIUMLARDA DUMAN KONTROLÜ

Yetmişli yıllarda sonra tüm dünyada atriumlu yapılar çoğalmaya başlamıştır. İlk olarak Romalılarda, evin giriş odası olarak kullanılan yüksek tavanlı odalar, günümüzde yapının giriş ve karşılama bölümünü oluşturan veya aydınlığını sağlayan yüksek tavanlı hacimler şeklini almıştır. Atriumlardaki büyük açıklıklar nedeniyle, küçük aralık ve açıklıklarla yaratılan basınç farklılığına dayalı duman kontrol yöntemleri geçerli değildir. Atrium duman kontrolünde yöntem, dumanın üst seviyelerden egzoz edilmesine dayanır. Böylece alt bölgelerde dumansız bir kaçış zonu yaratılır. Ancak, atriumun geometrisine, boyutlarına, kullanım biçimine, yerleşime ve yangının büyüklüğü ve yerine göre gerekli egzoz sistemi çok farklıdır.

Atriumlu yapıların mekaniğinin incelenmeye başlaması, altmışlı yılların sonunda başlar. Herhangi bir yangın anında meydana gelen duman diğer katlara atrium vasıtasıyla yayılabilir ve çeşitli zararlara yola açabilir. Atriumlar mimari açıdan basit olmasına karşın, mekanik kısmı daha karmaşıktır ve pahalıdır. Atrium mekaniği iki başlık altında ele alınır. Birincisi, atriumun ısıtılması, havalandırılma ve iklimlendirilmesi, diğeri ise atriumda yangın ve dumanın kontrol edilmesidir.

Yangında üretilen duman bir sütun şeklinde yükselerek tavana çarpıp ve hareketini tavana paralel olarak radyal doğrultularda sürdürür. Yatay doğrultularda duman hareketinin bir diğer sebebi de yatay düzensiz hava hareketleridir. Tavan yüksekliği fazla ise tavana ulaşmadan soğuyan duman, sıcaklık farkından dolayı katmanlaşır. Yangının devamında duman, hacmi tamamen doldurur. Duman tabakası yüksekliğinin azalmasıyla, yaşama alanlarına ve komşu hacim seviyelerine inmesinin engellenmesi gerekir. Egzoz fanlarının etkili olabilmesi için taze havaya gerek vardır. Gerekli taze hava düşük hızlarda temin edilmelidir. Etkili bir duman kontrolü için sağlanan taze hava, duman sütununun veya duman ara yüzeyinin hareketini bozmayacak şekilde olmalıdır.

Komşu hacimlerdeki yangınlar atrium içine yayılan gazlar üretir. Atriumlar için yapılacak dizaynda, serbest sütun ile yayılan sütuna



Şekil 6.18. ATRIUMLARDA DUMAN TAHLİYESİ

olan karışımın farkı göz önünde bulundurulmalı ve bu alanda üretilen dumanın atrium hacmi içine yayılması önlenmelidir. Etkili bir duman kontrolü için dumanın erken algılanması sağlanmalıdır.

Bir yangında üretilen duman miktarı, yangında açığa çıkan ısı ile yangın üstündeki duman tabakasının kalınlığının bir fonksiyonudur. Otomatik söndürme sistemleri duman üretiminin sınırlandırılması için önemlidir. Atrium dışındaki hacimlerdeki yangınlar söndürme sistemleri ile sınırlandırılmalıdır. Sprinkler sisteminin aktivasyonu duman gazının üretimini azaltır, fakat dumanı soğutarak dumanın çökmesine ve görüşün azalmasına sebep olur.

6.4.1. Atriumlarda Duman Tahliyesi Tasarım Esasları

Bina içiyle dışı arasındaki sıcaklık farkı ve atriumun tabanıyla tavanı arasındaki sıcaklık farkları baca etkisine sebep olur. Sıcaklık ve rüzgarın etkisi binanın yüksekliğine, konumuna, duvar ve katlardaki açıklıklar ile sızıntıya bağlı olarak değişir. Atriumlarda duman kontrolünde, öncelikle atriuma komşu alanlarda oluşacak duman kontrolü yapılmalı ve atrium içinde önceden belirlenmiş bir duman tabakası ara yüzeyi korunmalıdır. Atrium duman tahliyesi tasarımında;

- Bina içindeki insanların binayı terk etmeleri için gerekli güvenli ortam sağlanmalı,
- Dumanın yangın/duman zonundan diğer zonlara yayılması sınırlandırılmalı,
- Yangın söndürme ekibinin yangına ulaşması ve onu söndürmesi için gerekli yeterli görüş mesafesi sağlanmalı,
- Belirli bir zaman süresi içerisinde atriumda birikmiş dumanın tahliyesi düşünülmeli,
- Duman tabakası sıcaklığının yükselmesi önlenmelidir.

Duman birikiminin sınırlandırılması için dumanın atriumu çevrele-

yen hacimlerden tahliyesi veya dumanın bu hacimlerde birikme süresinin artırılması gerekir. Atriumun komşu hacimlere göre negatif basınca sahip olacak şekilde egzoz edilmesi sağlanmalı ve/veya karşı hava akımları ve/veya duman bariyerleri kullanılmalıdır. Bu gibi alanlarda en etkili kontrol yöntemi fiziksel duman bariyerleri kullanılarak duman hareketinin sınırlandırılması ve bir yerde biriktirilen dumanın tahliye edilmesidir. Ayrıca yangını kontrol ederek veya otomatik söndürme sistemleri kullanarak duman üretiminin sınırlandırılmasıdır.

Atriumun veya komşu alanlardaki kullanıcılarının yerleşimi, komşu alanlarla atrium arasında bulunan açıklıkların yükseklik, büyüklük ve sıraları, eğer varsa atriumu komşu hacimden ayıran bariyerler, atriumdan ve komşu alandan olan kaçış yolları, geçici veya belirsiz sığınak alanları, duman üretiminin hesaplanması için tasarım yangın büyüklüğü, atrium duman tahliyesinin esaslarını oluşturur.

Atriumlarda duman kontrol sistemleri, atriumun üst kısımlarında duman kontrolünü veya atrium dışına yayılan duman miktarının sınırlandırılmasını esas alır.

- Duman seviyesi tasarım değerlerinin altına inmeden yangın algılanmalıdır. Güvenli boşaltma için duman kontrol sisteminden yararlanılıyorsa yaşayanların tepki zamanı ve binayı boşaltma zamanı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Eğer atriuma ve komşu alanlara hizmet eden HVAC sistemi duman kontrol sistemine zıt çalışıyorsa, HVAC sistemi devreden çıkarılmalıdır.
- Duman, arzulanan duman tabakası ara yüzeyi yüksekliğine ulaşılmadan atriumdan uzaklaştırılmalıdır.
- Egzoz sağlanabilmesi için yeterli taze hava miktarı sağlanmalıdır. Egzoz edilen havanın tekrar ortama taze hava olarak ba-

silmasını önlemek için taze hava girişleriyle egzoz hava çıkışları ayrı yapılmalıdır.

Komşu alanlar dumanın atriuma yayılmasına izin verecek şekilde tasarlanabilirler. Böyle durumlarda atriumun içine yayılan duman, duman kontrol sistemi ile ortamdan uzaklaştırılır. Atriumdan duman egzoz oranı seçilirken, hem yayılan duman sütunu hem de serbest duman sütunu durumları göz önüne alınmalıdır. Duman kontrol sistemi iki durumu karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Duman atriuma yayılmaya başladıktan sonra üst katlara girebileceği, bu katların tavanlarına çarpıp birikebileceği olasılığı bilinmeli ve bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Komşu alanlar dumanın atriuma yayılmasını engelleyecek şekilde tasarlanabilirler. Böyle bir tasarım komşu alanlardan atriuma minimum hava akımını gerektirmektedir. Egzoz oranları bu şartları sağlayacak şekilde seçilmelidir. Egzoz miktarları böyle bir hacim için gerekli HVAC sisteminin kapasitesini aşar. Egzoz açıklıklarının yerleşimi dikkatle seçilmelidir. Emme ve basma açıklıkları atılan havanın tekrar geri dönmesini önleyecek şekilde olmalıdır.

6.4.2 Atriumlarda Duman Kontrol Sistemi Hesap Yöntemi

Bütün tasarım hesapları yangında açığa çıkan ısı miktarına dayanmaktadır. Bunun için ilk adım olarak tasarım yangın boyutları belirlenmelidir. Bir yangında açığa çıkan ısı miktarı sabitse, bu yangın düzenli yangın şeklinde tanımlanabilir. Yangının belirli bir sınıra kadar hızlı büyümesi beklenir. Belirtilmiş sabit tasarım yangın büyüklüğünün tüm durumlara uygulanması geçerli değildir. Yakıtın tipindeki ve büyüklüğündeki değişimlere göre tasarım yangın büyüklüğünün hassas olarak değiştirilmesi gerekir.

Zamana bağlı olarak değişen yangınlara düzensiz yangınlar denir. Düzensiz yangınlar için zamana bağımlı profil kabul edilir. Tasarım yakıt alanı için ortalama bir ısı çıkış miktarı tahmin edilebilir. Ofis binalarında birim taban alanı için açığa çıkan ısı miktarı 227 kW/m², ticari (alışveriş vb.) ve konut uygulamaları için 500 kW/m² dir.

Atrium orijinli yangında dumanın atriumdan komşu alanlara girmemesi, komşu hacimden atriuma beslenecek hava ile sağlanır. Besleme miktarı, atriuma açılan açıklıktaki ortalama hava hızının belli bir alt limitten fazla olmasıyla belirlenir.

Eğer atrium yüksekliği 18 m'den daha az ise bazı kaynaklarda doğal havalandırmaya izin verilmektedir. Yangın halinde, atrium üstünden açılan kapaklarla dumanın doğal egzozu sağlanabilir. Özellikle yüksek tavanlı fabrika hacimlerinde, duman tahliyesi için geliştirilen otomatik kapakların kullanılması uygundur.

Mekanik egzoz yapılan atrium hacmine, aynı zamanda hava beslenmelidir. Beslenen bu hava temiz olmalı ve duman tabakasının altındaki kotlardan üflenmelidir. Üfleme havası hızı düşük olmalı ve yükselen duman sütununu rahatsız etmemelidir (yaklaşık 1 m/s). Besleme havası debisi mutlaka egzoz havası debisinden daha az olmalıdır.

Bir çok mühendislik projesinde atrium duman kontrolü tasarımında duman tahliyesi için kabul edilen 6 hava değişimini sağlayan egzoz kapasitesi yeterli değildir. Yüksek atriumlu yapılarda çatıya yerleştirilen fanlar duman tahliyesinde yetersiz kalmaktadırlar. Tabanda üretilen duman, yükselirken, sütuna katılan hava sebebiyle soğur ve

beşinci-altıncı katlar civarında tarafsız basınç eksenini oluşturur. Fanlar, bu eksenden oldukça yukarıya yerleştirildiklerinden sadece düşük konsantrasyonlu duman-hava karışımını tahliye ederler, bu arada alt katlarda türbülans yaratarak sütuna katılan hava miktarını artırır. Belli sayıdaki (>6) hava değişimi tasarım açısından yeterli görünmekle beraber daha önce de belirtildiği üzere olayın akışkanlar mekaniği yakından incelenmelidir. Bu inceleme ise üç boyutlu modellerle ve ek olarak bilgisayar simülasyonu ile sağlanabilir.

Duman kontrol ve tahliye sistemleri ile ilgili araştırmalar dünyanın dört bir tarafında farklı sonuçlara ulaşmıştır, her bir araştırmanın konuya yaklaşımı farklıdır. Ama ortak kabul, atriumda duman kontrol probleminin çözümünde ölçekli deneylerin ve bilgisayar destekli simülasyonların anahtar parametre olduğudur.

6.4.3 Atriumlu Yapılarda Duman Kontrol Yöntemleri

a) Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma sistemi, dumanın yükselme kapasitesini etken kuvvet olarak kullanan sistemdir. Dışarıya atılan duman miktarı, büyük çoğunlukla dumanın sıcaklığına ve duman tabakasının derinliğine bağlıdır. Bu sistemin en büyük avantajı, basit ve güvenilir olması ve çok değişik yangın durumlarıyla örtüşebilmesidir. Her ne sebepten olursa olsun yangın, tasarım yangınının boyutunu aştığında meydana gelen duman sıcaklıkları ve daha büyük katman derinlikleri, dışarıya atılan miktarı artırır.

Duman tahliyesi için doğal havalandırma yapıldığında, bu havalandırıcıların dış ortam rüzgar koşullarından kötü bir şekilde etkilenmeleri önlenmelidir. Yerleşim esnasında buna dikkat etmek gerekir. Pozitif rüzgar basıncı, duman katmanının oluşturduğu basınçtan daha büyük olabilir. Buna karşılık eğer negatif rüzgar basıncının bulunduğu bir yere yerleşimde, ortaya çıkan toplam emme basıncı duman tahliyesine yardımcı olur.

Tasarım esnasında göz önüne alınması gerekli diğer kriterler, duman tabakası sıcaklığı, gerekli minimum duman tahliye noktası ve zorlanmış duman tahliyesinde gerekli havalandırma miktarıdır. Sprinkler tesisatının olmadığı ofis binalarında yüksek sıcaklıkta ışınlı ısı geçişi ön plana çıkar. Bu da insanların duman tabakası altındaki balkonlardan binayı terk etmeleri esnasında çeşitli zorluklara sebep olur. Güvenli bir boşaltım için verilen maksimum duman tabakası sıcaklığı 200 °C dir. Eğer bu sıcaklık veya daha düşük bir sıcaklık elde edilemiyorsa, alternatif kaçış yolları tasarlanmalı ve sprinkler tesisatı yapılmalıdır.

Bir duman tahliye noktasının dışarıya atabileceği duman kapasitesinden daha fazla miktarlarda duman atılmaya çalışılırsa duman, duman tabakası altındaki bir açıklığa yönelecektir. Etkili bir duman tahliyesi için duman tahliye noktalarının sayılarının iyi belirlenmesi gerekir.

b) Zorlanmış Havalandırma

Zorlanmış tahliye sistemi, fanlardan ve yardımcı kanallardan oluşur. Bu sistem duman tabakasına katılan duman miktarının uzaklaştırılması için tasarlanır ve sistem elemanlarının önceden belirlenen duman sıcaklıklarına dayanması istenir. Kontrol ve elektrik hatlarının yangına dayanıklı olması veya korunması gerekir.

Zorlanmış havalandırmada yükselen duman sütununa soğuk hava katılımı çok fazladır ve bu sebepten dolayı duman sütunu yüksel-

dikçe soğur. Yükseklik arttıkça meydana gelen kütle akışındaki büyük artış, duman sütunun yükselmesi sırasında bazı kopma noktaları oluşturabilecek eğilimdedir. Pratikte, 150 ila 200 kg/s değerinin üzerindeki akış miktarlarında belirtilen kopma noktaları meydana gelmektedir.

Diğer bir durumda, çatı arasını dolduran duman tabakasının sıcaklığının çok düşük olması durumunda ortaya çıkabilir. Eğer, günlük ısı kazançları çatı arası havasında birikiyorsa, üst katlardaki hava sıcaklığı çok yükselecektir. Yapılan ölçmeler bu sıcaklıkların 50 °C ve üzerinde olduğunu göstermektedir. Yangının ilk aşamalarında atrium içine yayılan dumanın sıcaklığı doğal olarak düşük olacaktır ve duman sütunu yükseldikçe ortam havasının sütuna katılım işlemi gerçekleşir. Çoğu durumda ortam havası 20 °C civarındadır ve katılımı oluşturan bu hava çatı arası alanı havasından daha düşük sıcaklıktaki sütunu oluşturacaktır.

Sıcak hava yeterli tahliye edilemezse, arzu edilenden düşük seviyede bir duman tabakası oluşur. Bu olaya erken katmerleşme denir. Yangın olasılıkla büyür ve duman sıcaklığı zamanla artar. Bu da oluşan sıcak dumanın üzerindeki soğuk duman tabakasını itelemesine ve daha sıcak bir üst katmanın oluşmasına neden olur. Bu işlem duman katmanlarının karışıp tek kütle halinde yükselmesine kadar devam edebilir.

c) Boşluk Oluşturma ve Kompartımanlara Ayırma

Bazı atrium yapıları, atrium içindeki bir yangından çıkacak dumanın birikmesi için büyük hacimler ihtiva eder. Böylelikle, duman kontrolüne havalandırmaya gerek kalmayabilir. Bu yaklaşımın temelini yangının tahmin edilebilir bir oranda büyüdüğü ve bu büyüme sonucu üretilen dumanın güvenli bir şekilde mevcut boşlukta toplanacağı kabulü oluşturur. Güvenli bir şekilde derken, oluşan dumanın atriumun boşaltılması esnasında atriumu terk edenlere bir zarar vermemesi kastedilmektedir.

Yangının ilk safhalarında büyüme miktarının tahmini zordur. Ancak kaba bir tahmin yapılabilir. Benzer şekilde boşaltma için gerekli zamanın belirlenmesi de zordur. Çok katlı binalarda boşaltım zamanı 10 dakika ila 30 dakika arasında değişmektedir. Boşaltım için gerekli zamanın yangının, kaçış yollarını tehdit etmesi için gerekli zamandan daha az olduğu durumlar için bazı tasarımlar yapılabilir. Atrium tepesinde boş hacim bırakma dışında duman kontrolü için başka hiçbir şey yapmama, sadece mühendislik hesapları sonucunda ortaya çıkan sonuçların uygun olması durumunda kabul edilebilir.

Diğer bir yaklaşım da atriumun diğer hacimlerden yangın sırasında ayrılmasıdır. Bu durumda atrium yangına dayanıklı camlarla veya bir benzeri ile kaplanır. Bu bina tasarımcıları için sınırlayıcıdır. Çünkü atrium fonksiyonel bir alan olarak kullanılamaz ve atrium tabanı belli bir değerden fazla yanıcı madde ihtiva edemez. Giriş katı hariç atrium içinde halkın gezinebileceği alanlar olmayabilir. Atrium hacminin tümü dumanla dolabileceğinden atriumun tüm iç yüzeyi tam sızdırmaz olmalıdır. İç yüzey malzemeleri ve sızdırmazlık için kullanılan teknikler yüksek sıcaklıklarda da (özellikle yangına yakın yerlerdeki dumanın etkisi sonucu) işlevlerini tam olarak yerine getirmelidirler.

Bu sistemler çoğunlukla keyfi tasarım temelleri üzerine kurulmuş olup genellikle fanlı havalandırma için bir hava değişimini, doğal

havalandırma için ise atrium zemininin bir kısmını kapsamaktadırlar. Bu sistemler yangın servisi kullanımı içindir ve hayat kurtarma sistemleri olarak algılanmamalıdır.

6.5 YANGIN VE DUMAN DAMPERLERİ

Günümüzde, yapı tekniği ve malzemeleri değiştiği gibi yangından koruma yöntemleri de değişmektedir. Duman kontrol yöntemleri hızla gelişmekte ve yayılmaktadır. Bu sistemlerde kullanılmak üzere ise duman damperleri geliştirilmiştir. Yangından koruma ile ilgili NFPA 101 Life Safety Code, NFPA 90 A Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems ve NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems sayılabilir. İlk standart, tesis edilmesi gerekli sistemleri belirlerken sonraki iki standart bu tesislerin nasıl yapılacağını göstermektedir.

Yangın damperleri ile ilgili geçerli Amerikan Standardı UL 555'dir. Bu standart kapsamındaki yangın damperleri tasarımında yangın ihbarı ile birlikte klima ve havalandırma sisteminin kapatıldığı ve daha sonra kanallarda hava akımı yokken yangın damperlerinin devreye girdiği esas alınır. UL 555 S ise duman damperlerini esas alır ve bir sızdırmazlık sınıfı belirler. Daha sonraki gelişmeler hem duman ve hem de yangın damperi olarak kullanılacak kombine damperleri ortaya çıkarmıştır. Günümüz damperleri HVAC sistemi çalışırken görev yapmak durumundadır. Günümüzde kullanılan dört tip yangın ve duman damperi bulunmaktadır. 1-Yangın damperi, 2-Tavan yangın damperi, 3-Duman damperi, 4-Kombine yangın-duman damperi.

Ayrıca yangın damperlerini dinamik ve statik olarak da ayırmak gerekmektedir. Dinamik damperler hava akımı varken kapanabilme özelliğine sahiptir.

Yangın damperlerinin tesisi, geçiş açıklıkları, damper tipleri, detayları, semboller ve uygulamaları ile ilgili olarak SMACNA "Fire, Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems" isimli yayınına başvurulabilir.

6.5.1. Yangın Damperleri

Bu damperler hava dağıtım sistemine normalde açık olacak biçimde tesis edilirler. Belirli bir ısına hissettiklerinde hava akımını ve alev yayılmasını önlemek üzere otomatik olarak kapanırlar. Otomatik kapanma genellikle eriyebilir bir bağlantı yardımı ile olur. Bu bağlantı damperi yay kuvvetine karşı kurulu olarak tutmaktadır. Sıcaklık etkisi ile eriyince yay boşanır ve damper kapanır.

Yukarıda sözü edilen standarda veya eşdeğerine göre test edilmiş ve onaylanmış olmalıdır. Damperlerin tesisi Şekil 6.19 daki gibi olabilir. Daha fazla bilgi için yukarıdaki kaynağa veya üretici kataloglarına başvurulabilir.

Yangın damperleri perde tipi, klape tipi veya çok kanatlı tipte olabilir. Şekil 6.20'de dik tip yangın damperi tesis örnekleri, Şekil 6.21'de ise yatık tip yangın damperi tesis örnekleri görülmektedir. Şekil 6.22'de yuvarlak kanallar için kullanılan yangın damperleri verilmiştir.

6.5.2. Duman Damperleri

Duman damperleri duman geçişini önlemek üzere yapılmışlardır. Genel olarak Şekil 6.23'de görüldüğü gibi klape tipi veya çok kanatlı tip biçiminde yapılırlar. Çalışmaları genellikle otomatik

kumanda ile olur. Bu nedenle motorludurlar. Motorlu duman damperlerinin kumandası,

- Duman dedektörleri ile,
- Kumanda merkezinden elle,
- Verilen bina otomasyon programına göre kumanda merkezinden bilgisayarla gerçekleştirilir.

UL 555 S standardına göre duman damperleri: 0, I, II, III ve IV olmak üzere beş sızdırmazlık sınıfına ayrılmıştır. Tablo 6.24'de bu sınıflardaki sızma miktarları verilmiştir.

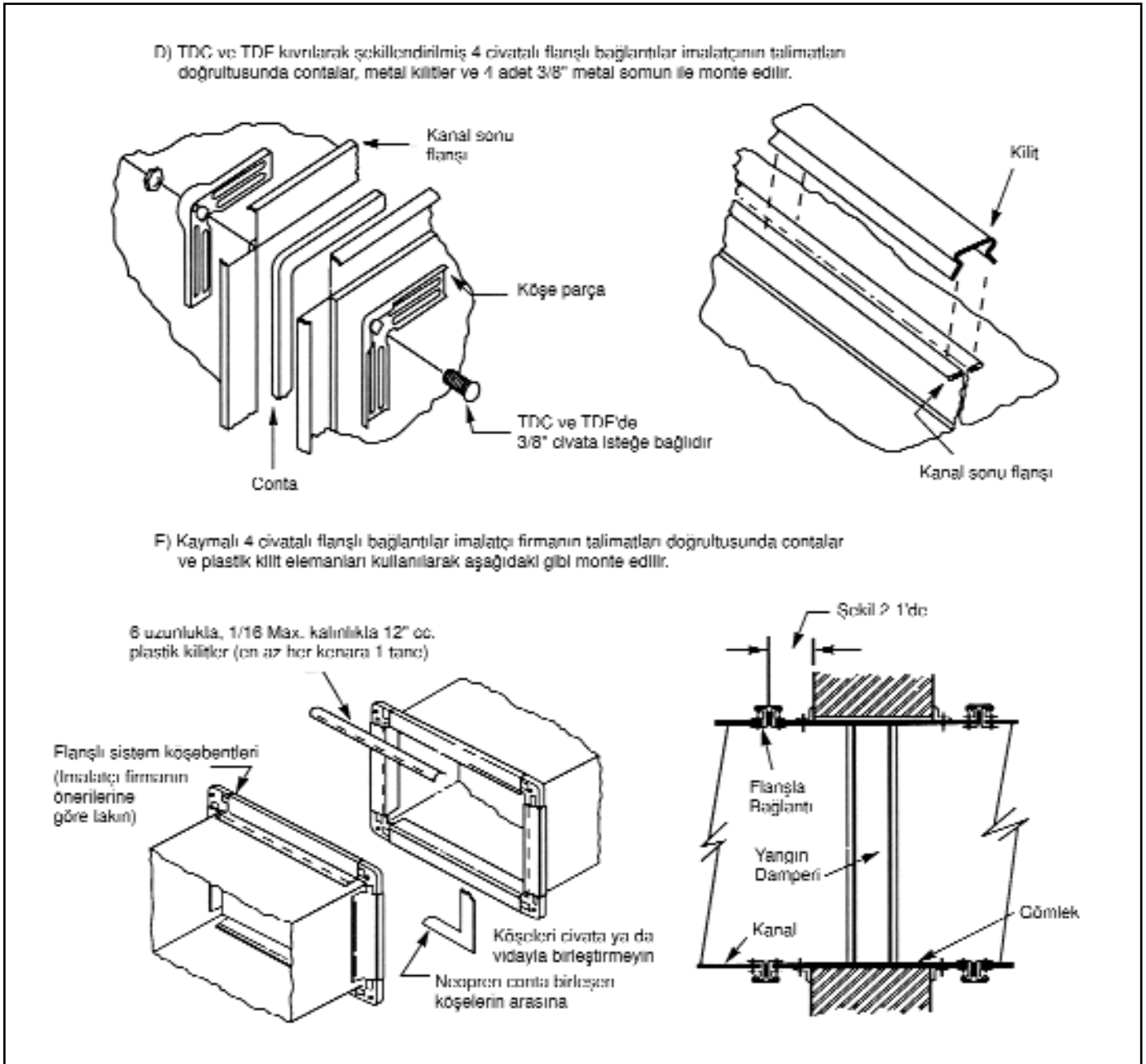
Buna göre 0 sınıfı damperler ancak nükleer tesisler gibi mutlak sızdırmazlık istenen yerlerde kullanılır. Bina HVAC tesisatında genellikle II ve III sınıfı damperler kullanılır.

Örneğin besleme ve egzoz kanallarındaki damperler bu sınıftadır. Sadece besleme ile egzoz santrali arasındaki dönüş havası (resir-

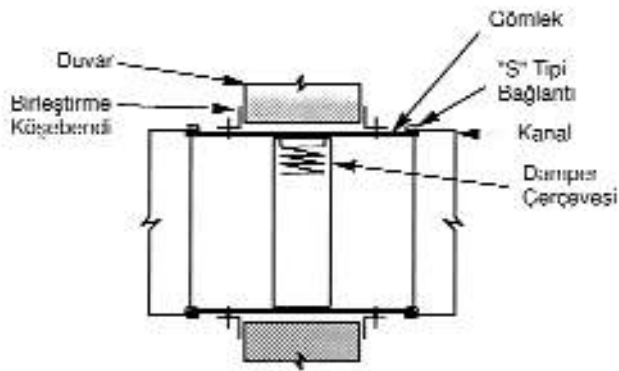
külasyon) bağlantısında I. sınıf dampere gereksinim vardır. Duman damperleri hava akışına karşı çalışmak durumundadır. Dolayısı ile testleri buna göre dinamik olarak yapılır.

Sızdırmazlık Sınıfı	Sızdırma Miktarı m ³ /s.m ²	
	0.25 kPa Basıncıta	1 kPa Basıncıta
0	0	0
I	0.02	0.04
II	0.05	0.10
III	0.20	0.40
IV	0.30	0.60

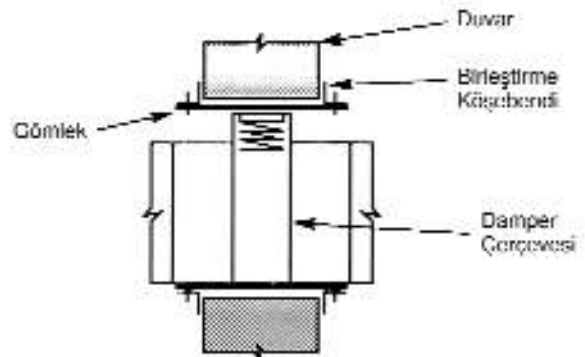
Tablo 6.24. DUMAN DAMPERLERİ SIZDIRMAZLIK SINIFI



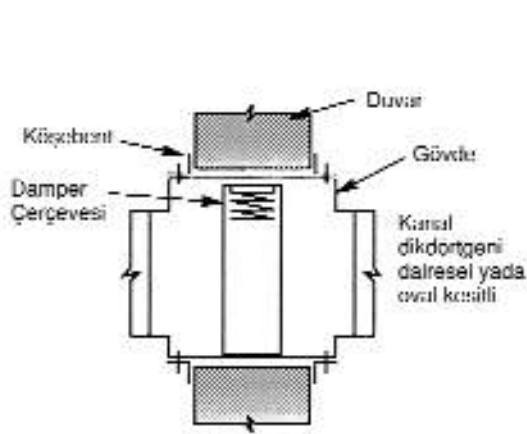
Şekil 6.19. UL TESTİNDEN GEÇMİŞ DAMPER BAĞLANTILARI



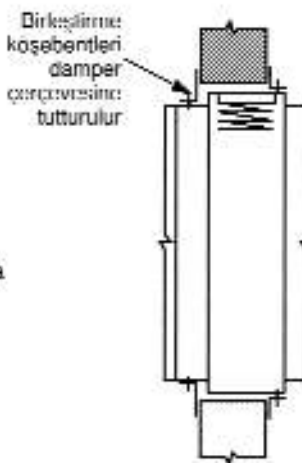
ŞEKİL 1



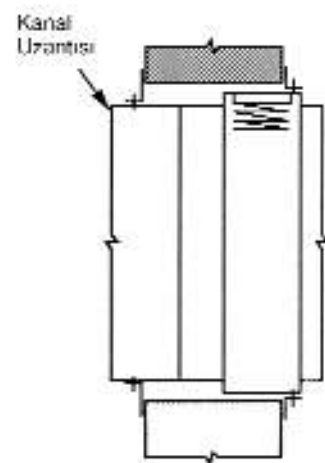
ŞEKİL 2



ŞEKİL 3

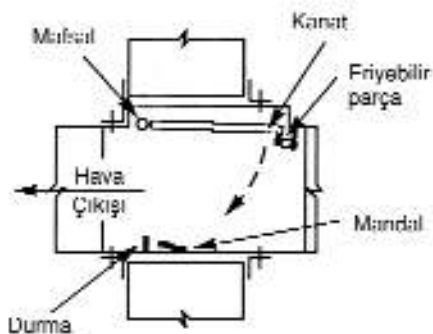


ŞEKİL 4

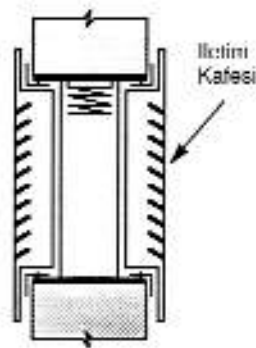


ŞEKİL 5

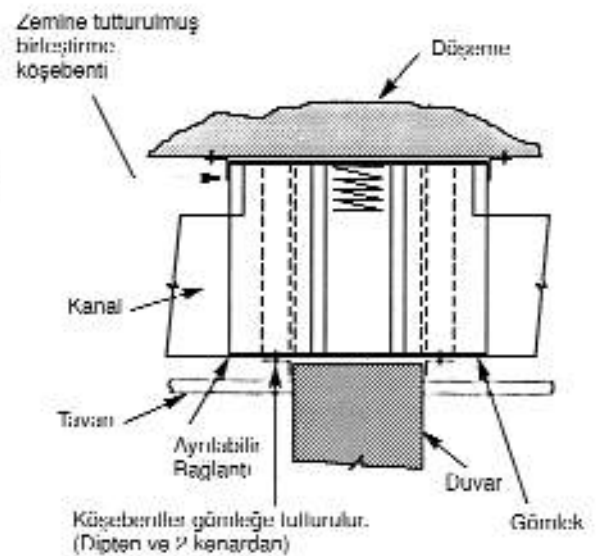
NOT: Şekil 4 ve 5'de gömlek gerekli değildir. Ancak köşebentler dampir kanatlarının gelişmesini engellemelidir. Duvar kalınlığı dampir derinliğine etki eder



ŞEKİL 6

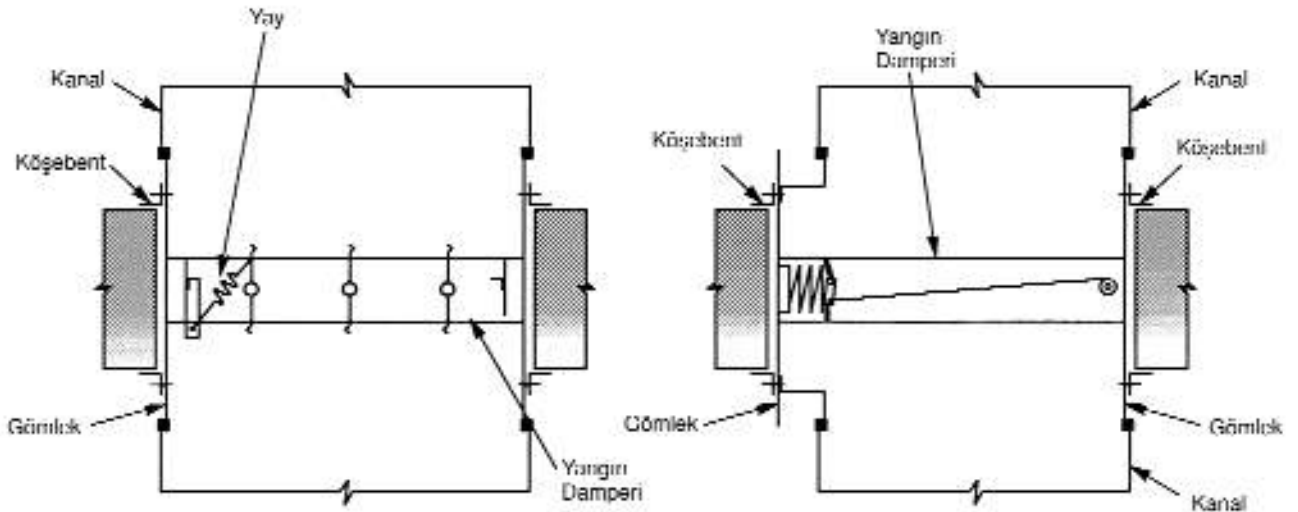


ŞEKİL 7



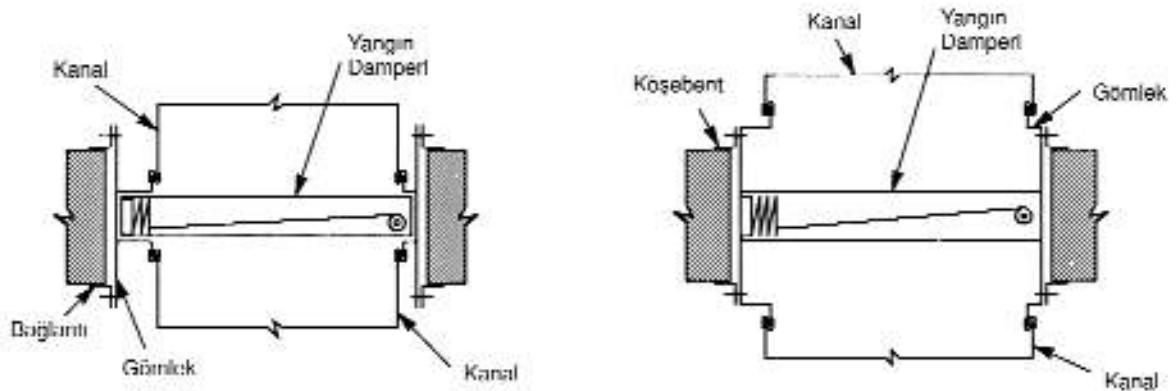
ŞEKİL 8

Şekil 6.20. DİK TİP YANGIN DAMPERİ TESİS ŞEKİLLERİ



Şekil 1

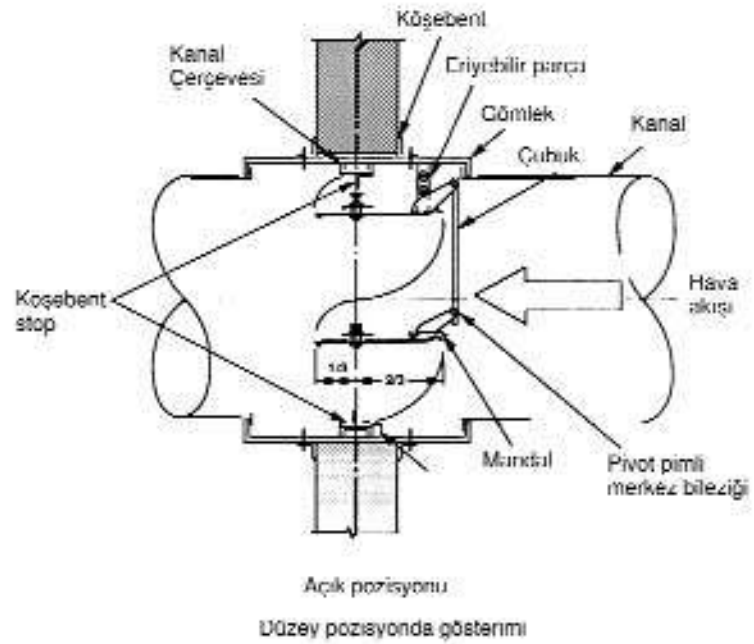
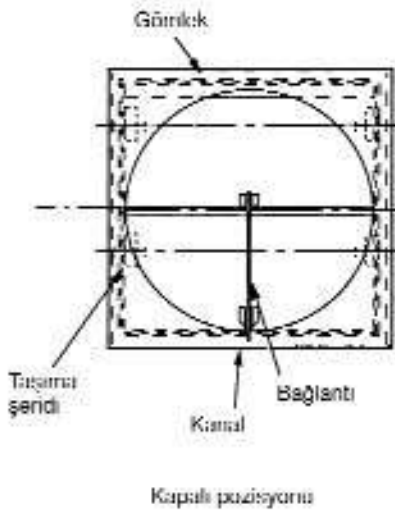
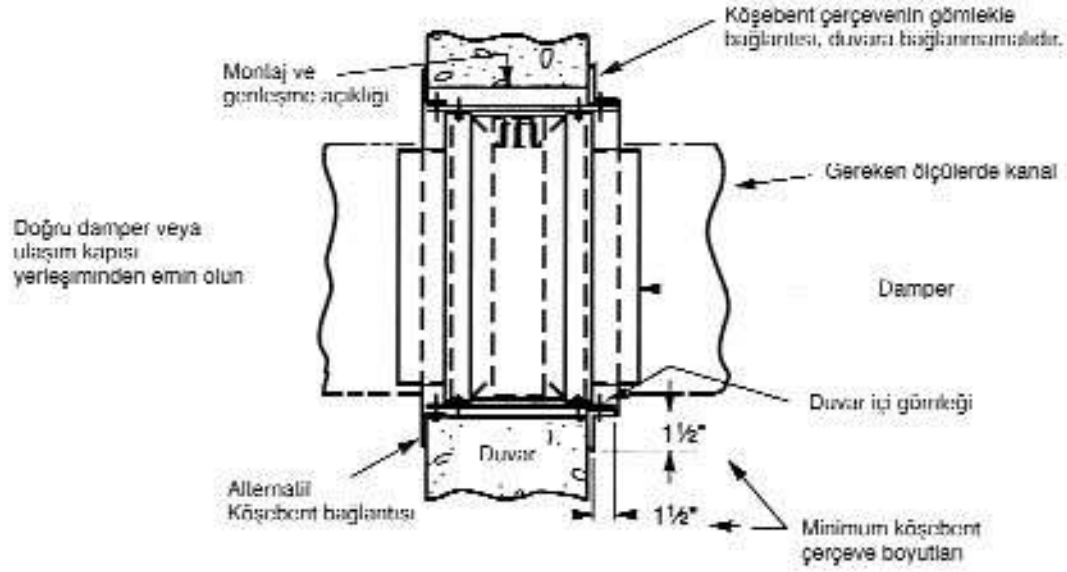
Şekil 2



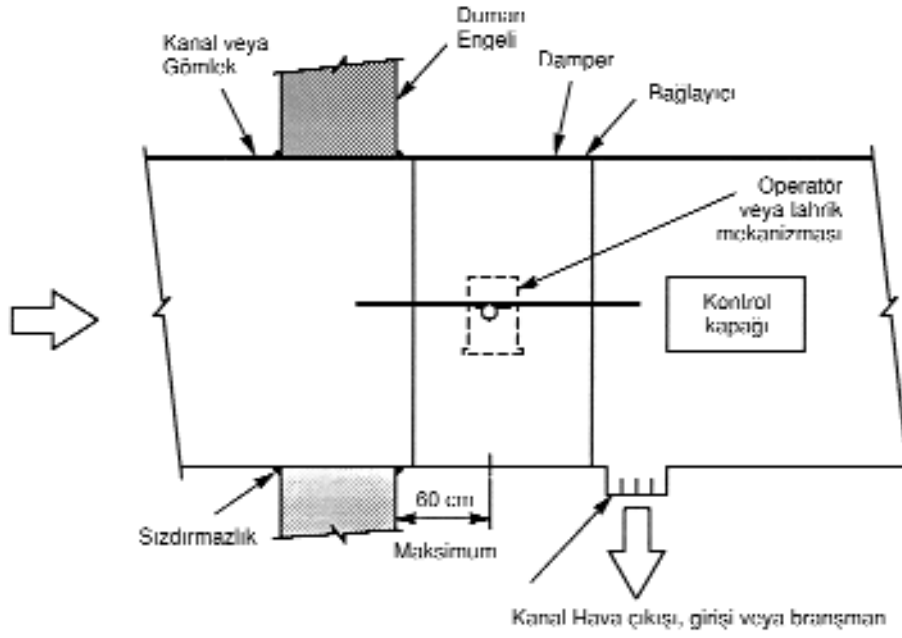
Şekil 3

Şekil 1

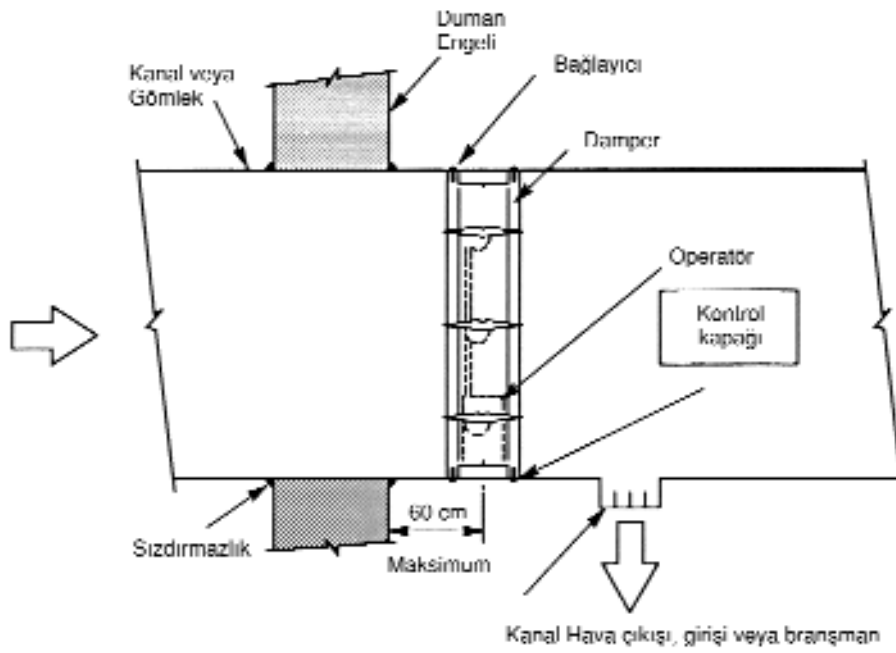
Şekil 6.21. YATIK TİP YANGIN DAMPERİ TESİS ŞEKİLLERİ



Şekil 6.22. YUVARLAK TİP YANGIN DAMPERİ



Tek Kanatlı Damper



Şekil 6.23. SIZDIRMAZLIK SINIFLI YANGIN DAMPERLERİ

7. ENDÜSTRİYEL ORTAMLARIN HAVALANDIRMASI

Endüstriyel ortamlardaki genel havalandırma işçilerin sağlığına ve emniyetine etki edebilecek tehlikeli kimyasal kirleticilerin, kokunun ve ısıнын kontrolü amacı ile yapılır. Bir çok durumda ısının ve zararlı gazların kaynağında yakalanarak egzoz edilmesine çalışılır. Çünkü bu durumda ortamın genel havalandırılmasına göre çok daha az miktarda hava ile gerekli kontrolü sağlamak mümkündür. Dolayısıyla endüstriyel havalandırma, genel havalandırma ve egzoz davlumbazlarıyla lokal havalandırma olarak iki kısımda incelenebilir.

Genel havalandırma,

- 1) doğal çekişle,
- 2) fanlar ve kanal sistemi yardımı ile taze hava beslenmesi ve kirli havanın egzoz edilmesiyle,
- 3) sadece egzoz fanları ile emişle (taze hava açıklıklardan kendiliğinden ortama girer),
- 4) sadece besleme fanları ile (egzoz, açıklıklardan ve kapılardan kendiliğinden olur) olmak üzere dört şekilde gerçekleştirilir.

Endüstriyel havalandırmanın iki ana nedeni ve buna bağlı olarak iki ana kriteri vardır. Birincisi ortamda mevcut kaynaklardan yayılan ısının atılması, ikincisi ise kaynaklardan yayılan zararlı gaz ve kirleticilerin atılmasıdır. Bazı hallerde bu iki kaynak birlikte etkilidir. Bu gibi durumlarda çözüme lokal ve genel havalandırmanın birlikte uygulanması ile ulaşılır.

Kirleticili maddenin veya ortam şartlarının tehlike limitleri HVAC mühendisinin dışındaki kişiler tarafından belirlenmelidir. Bu değerler tesisat mühendisi için veridir. Bu veriler sağlık teşkilatları bültenlerinde ve bazı el kitaplarında bulunabilir.

7.1. ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA SICAKLIK KONTROLÜ

Birçok endüstriyel üretimde ortama büyük ölçüde ısı ve nem yayan işlemler söz konusudur. Bu durumda, özellikle yaz aylarında işçilerin bu ortamlarda çalışmaya devam edebilmeleri için belirli konfor limitlerinin aşılmaması gerekir. Burada söz konusu olan konfor insanın fizyolojik dayanma sınırları ile ilişkilidir. Bu değerler aşıldığında, vücut ısı dengesini koruyamaz ve insan ısı stresi girer.

Bu fizyolojik sınırlarla ilgili sıcaklık ve nem değerleri normal konfor şartlarının çok üzerindedir. Çoğu zaman mekanik soğutma ekonomik olmadığından, bu durumda şartların kontrolü açısından havalandırma en yararlı elemandır.

Isı yayılmasının kontrolü açısından ilk önlem, kaynağın yalıtılmasıdır. İkinci önlem ise mümkünse yerel egzoz yapılarak kaynağın üzerinden doğal konveksiyonla yükselen ısının yakalanmasıdır. Üçüncü önlem ise, eğer ısının yayılması fırınlar, erimiş metal vs. halinde olduğu gibi esas olarak ışınlama ise, radyasyon kalkanları kullanılmaktadır. Işınlama gelen ısıya hava sıcaklığının önemli bir etkisi yoktur. Bu durumda ışınlamanın kişilere ulaşması önlenmelidir.

7.1.2. Isı Ve Nem Kontrolü Amaçlı Genel Havalandırma Dizayn Prensipleri

Gerekli havalandırma havası miktarını belirlemek için bütün kaynaklardan olan gizli ve duyulur ısı kazançlarının hesabı gerekir. Bu

kazançların hesabından sonra dış hava sıcaklığına ve nemine göre içerde şartların ne kadar artmasına müsaade edileceğinin belirlenmesi gerekir.

Birçok endüstriyel uygulamada 3-6 °C artış kabul edilebilir. Hatta dış hava sıcaklığı 32 °C değerine kadar bile ulaşsa, bu artış uygulanabilir. Metal endüstrisi gibi bazı uygulamalarda ise 17-20 °C hesap sıcaklık artışına müsaade edebilir. Bu durumda bütün ısı kaynakları alt seviyelerdedir ve tesiste üst seviyelerde çalışan işçiler yoktur.

Duyulur ısı yükleri için gerekli hava debisi aşağıdaki denklem ile belirlenir:

$$V = Q_s / (1,2 \cdot \Delta t)$$

Burada,

V = hava debisi L/s

Q_s = atılacak duyulur ısı kazancı, W

Δt = havada müsaade edilen sıcaklık artışı °C

Yüksek tavanlı yapılarda hava alttan besleniyor ve çatıdan egzoz ediliyorsa, yukardaki havalandırma miktarları azaltılabilir. Gizli ısı kazancı yüklerini karşılamak için gerekli havalandırma miktarı ise, $V = Q_L / (3,0 \cdot \Delta w)$

ifadesi ile hesaplanır. Burada,

Q_L = Gizli ısı kazancı, W

Δw = Dış hava ile iç dizayn şartları arasındaki özgül nem farkı, gr/kg olarak bilinmektedir.

Yukarıda hesaplanan hava miktarlarından büyük olan, gerekli havalandırma miktarını verir. Bir çok halde ise havalandırma ihtiyacı m² döşeme alanı başına gerekli hava debisi ile verilir. Aslında bu yaklaşım saatteki hava değişimi değerine göre daha mantıklıdır. Çünkü genelde atılacak ısı miktarı yapının yüksekliğinden bağımsızdır. İç yükleri 300-400 W/m² mertebesinde olan bir çok tesis için 10 L/(s.m²) değerindeki havalandırma miktarı iyi sonuçlar vermektedir.

Kirleticili kontrolü için yerel egzoz gerektiği zaman, genellikle hava miktarları, genel konfor havalandırması miktarlarından daha fazladır. Bu şartlarda besleme havası miktarını egzoz havası belirler. Bu durumda besleme havasının temini, davlumbaz çalışmasını ve işlemleri bozmayacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

7.1.3. Çatı Havalıkları

Çatı havalıkları yapının en üst noktalarına yerleştirilmiş hava kaçış açıklıklarıdır. Gerektiğinde sızdırmaz biçimde kapatılabilirler. Doğal baca etkisi ve rüzgâr basıncı, hava hareketi için motor kuvveti oluşturur. Bazı hallerde bu havalıklar fan ve motorla da donatılır ve gerektiğinde zorlanmış çekiş sağlarlar. İyi bir havalık çalışması, ortama hava girişi ile havalık arasındaki seviye farkı 10 m'den yüksekse ve çıkış hava sıcaklığı dış hava sıcaklığından 14 °C mertebesinde daha yüksekse elde edilir. Bu şartlarda rüzgâr hızı 8 km/h değerinde iken, havalık boğazında hız 1,9 m/s mertebesinde. Dolayısıyla ile havalığın m² açıklığı başına dışarı atabildiği ısı, 1,2 x 14 x 1,9 = 32 kW/m² değerinde olacaktır. Buradan gerekli toplam havalık açıklığı miktarı belirlenebilir.

Çatı havalıklarının yeterli performansı gösterebilmesi için hava giriş açıklıklarının da yeterli büyüklükte olması gerekir. Cihaz üreticileri hava girişi açıklıklarındaki hızın 1,3 - 2,5 m/s mertebesinde olmasını tavsiye etmektedir. Buna göre uygun hava girişi açıklıkları teşkil edilmelidir. Ancak gereğinden fazla hava girişi açıklıklarının

yarattığı hava akımları da çatı havalıklarının çalışmasını ters yönde etkiler. Çoğu zaman giriş havasının fan ve kanal sistemi ile kontrol olarak beslenmesi maliyete rağmen tercih edilir. Bu durumda küçük açıklıklardan kontrollü ve filtre edilmiş havanın istenilen noktalara verilmesi mümkün olur. Ayrıca sistemde basınç kontrolü sağlamak ve negatif basınç dezavantajlarından kurtulmak mümkündür. Yangın halinde kendiliğinden kapanan damperlerle bu çatı havalıklarının kapanması yangın yönetmeliklerinde şart koşulabilir.

7.1.4. Mekanik Genel Havalandırma

Genel mekanik havalandırma için daha önce anlatılan menfez tiplerinin hepsi kullanılabilir. Bunlar arasında üst kotlara yerleştirilen menfezlerden yatay hava üflenmesi, tavandan difüzörlerle düşey hava beslenmesi, yatay veya düşey üfleyen lineer difüzörler kullanılması, yatay veya eğik atışlı jet nozullar kullanılması ve perfore tavan tipi hava beslemesi sayılabilir. Endüstriyel genel ortam havalandırmasında başarıyla kullanılan bir diğer yöntem ise deplasmanlı havalandırma. Çeşitli tip hava çıkışı elemanları ve bunların uygulaması **Tablo 7.1**'de verilmiştir.

Deplasmanlı havalandırmada, hava oda havasından daha soğuktur ve alt seviyelerden 0,5 m/s veya daha düşük hızla özel menfezlerden odaya verilir. Döşemeye bulut olarak yayılan soğuk hava, ısı kaynağı üzerinden doğal hareketle yükselen hava üst tarafta toplanır ve bu durgun bölgeden egzoz edilir.

Buna benzer diğer bir yöntem ise, düşük seviyeli havalandırma denilebilir. Besleme havası 2,4 veya 3,6 m seviyelerinden verilir ve

döşemeye doğru yönlendirilir. Ekipmanlardan, ışıklardan veya insanlardan yükselen sıcak havanın yerine geçer. Besleme havası çalışma bölgesini terk ederken kaynaklardan yayılan ısıyı da toplar. Böylece çalışma bölgesi, besleme havası sıcaklığının birkaç derece üstünde bir sıcaklıkta tutulmaya devam edebilir.

Bu tür düşük seviyeden beslemeli sistemler ve deplasmanlı havalandırma, yoğun ve düzgün yayılı işçi bulunan çalışma alanları için uygundur. Bu sistemlerde üst seviyelerin şartlarının kontrolü önemli değildir. **Şekil 7.2 ve 7.3**'te düşük seviyeden beslemeli havalandırma sistemleri örnekleri verilmiştir.

Hava dağıtım yönteminin seçimi için **Tablo 7.4** verilmiştir.

7.1.5. Mekanik Lokal veya Noktasal Soğutma Havalandırması

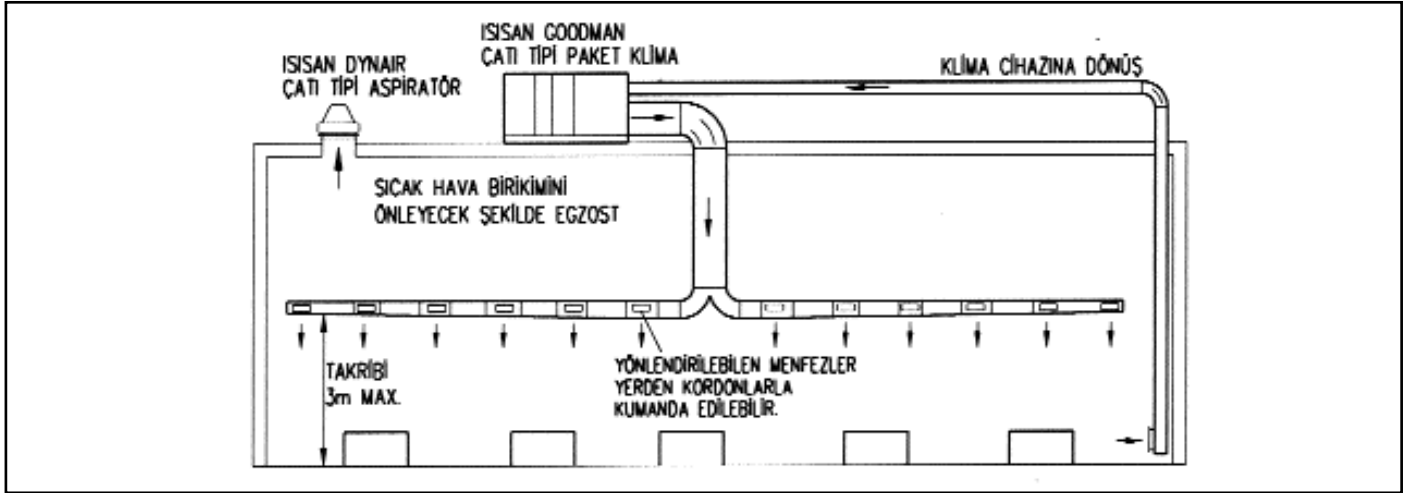
Sadece bir kaç çalışma bölgesi olan yapılarda, bütün yapıyı havalandırmak pratik değildir ve savurganlık doğurur. Bu durumda yerel havalandırma yapılır. Havalandırma yapılan zonun çevreye göre 5-10 defa daha temiz olması söz konusudur. Lokal havalandırmada ısının toplanması aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilir.

- Bu alanı kapatmak ve bağımsız bir havalandırma ile istenilen çalışma şartlarını gerçekleştirmek. Buna lokalize edilmiş genel havalandırma denilebilir.
- Tesisin küçük bir kısımdaki bölgede bulunan işçilere, göreceli olarak daha soğuk bir atmosfer yaratmak. Bu tip küçük hedef alana, besleme havası düşük seviyelerden direkt olarak üflenir. Burada da üst seviyelerdeki havanın şartları ile ilgilenilmez.
- Doğrudan yüksek hızlı hava akımını işçiye yöneltmek. Böylece

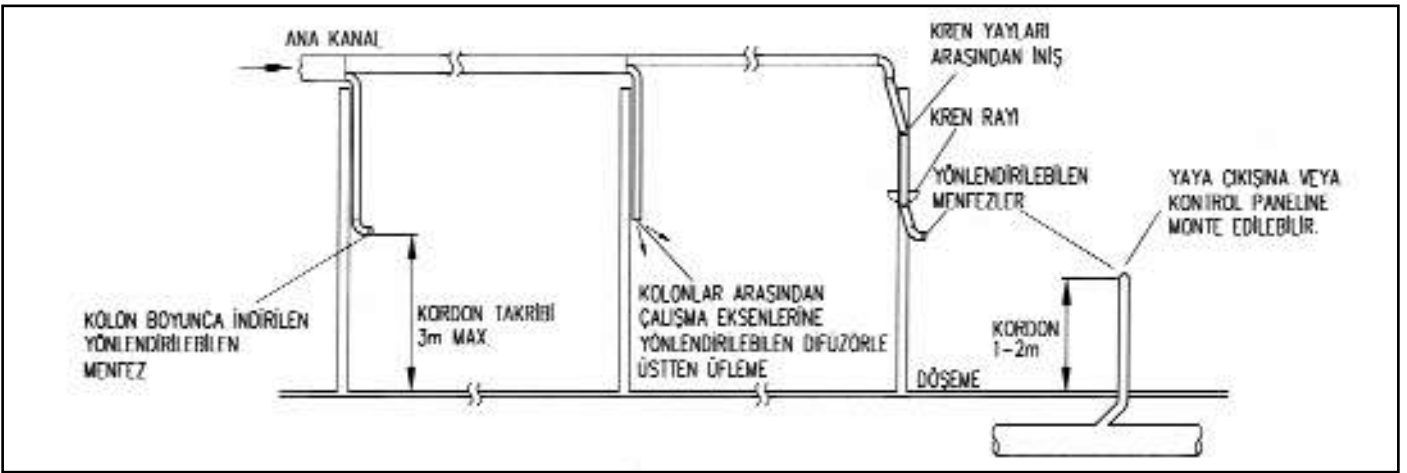
Menfez tipi	Difüzör performans Karakteristiği		Uygulama
	K1	K2	
Büyük menfezler, jetler	2-6	1,8-5,1	Büyük atölyeler
Yan duvar menfezleri	2-6	1,8-5,1	Alçak salonlar(<6 m)
Kanala monte edilen düşey menfezler	2-4	1,8-3,5	Büyük atölyeler
Dairesel difüzörler	1-3	0,9-3,2	Alçak salonlar(<6 m)
Dairesel difüzörler	1-3	0,9-3,2	Büyük atölyeler
Kare difüzörler	1-2,8	1,2-3,2	Alçak salonlar(<6 m)
Kare difüzörler	1-2,8	1,2-3,2	Büyük atölyeler
Lineer difüzörler	2,5	2	Alçak, küçük salonlar
Perfore paneller (döşeme üzerine veya yakınına monte edilmiş)			3,7 m'den yüksek salonlarda ısı veya ısı+ kirlenici kaynakları bulunması halinde
Kanala monte edilmiş paneller istasyonu	2,1	1,7	Isı kaynağı olan atölyeler ve bir kaç ayrıık çalışma olan veya makinalarla engellenmiş atölyeler
Perfore kanallar	0,5	1,2	Yaşam bölgelerinde yüksek hava değişim oranı ve düşük hızlar istenen, alçak tavanlı ısı kaynağı bulunan endüstriyel salonlar
Perfore tavanlar	2,1	1,7	Temiz oda uygulamaları
Yakınsak jet nozullar	6-6,8	4,2-4,8	Büyük atölyeler
İraksak jet nozullar veya swirl difüzörler	1-2,5	0,8-2,0	Büyük atölyeler, koridorlara hava beslemesi

Tablo 7.1. TİPİK HAVA MENFEZLERİ VE UYGULAMALARI

(Not: K1 jet boyunca hız gecikmesi katsayısı, K2 jetboyunca sıcaklık gecikmesi katsayısı)



Şekil 7.2. TESİS ISITMA, HAVALANDIRMA VE ISI GERİ KAZANMA İÇİN DÜŞÜK SEVİYEDEN HAVA DAĞITIMI



Şekil 7.3. DÜŞÜK SEVİYEDEN ISITMA VE YAZIN HAVALANDIRMA İÇİN İLAVE ÖNLEMLER

Havalandırılan hacmin karakteristikleri						Tavsiye edilen hava besleme metodu
Yükseklik, m	Hava değişim Sayısı	İnsan aktivitesi	Yaşanılan alandaki üniformluk	Engeller	HVAC Sistem Tipi	
>6-8	<5	Orta veya ağır	Yok	önemsiz	CAV	Yoğunlaştırılmış hava besleme; Yatay veya eğik yoğun jetlerle; düşey kompakt jetlerle; deplasmanlı yöntemle
					VAV	Yatay veya eğik yoğun jetlerle; düşey kompakt jetlerle hava besleme
					CAV	Yatay veya eğik yoğun jetlerle; düşey kompakt jetlerle; deplasmanlı yöntemle hava besleme
					VAV	Yatay veya eğik yoğun jetlerle hava besleme
<6-8	>5	sakin ve hafif üniformluk	Yüksek derecede	önemsiz	CAV	Düşey radyal, konik veya kompakt jetlerle; tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle; deplasmanlı hava besleme
					VAV	Düşey radyal veya kompakt jetlerle; tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle; hava besleme
					CAV	Düşey kompakt jetlerle; üretim cihazlar arasındaki koridora tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle; deplasmanlı hava besleme
					VAV	Düşey kompakt jetlerle; üretim cihazlar arasındaki koridora tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle hava besleme

Tablo 7.4. HAVA BESLEME YÖNTEMİNİ SEÇMEK İÇİN YARDIMCI TABLO

taşınım ve buharlaşma ile çalışanlar üzerinde soğutma etkisi yaratmak. Buna noktasal soğutma da denilebilir. Lokal soğutmanın bir biçimi de davlumbazlarda uygulanabilir. Egzoz davlumbazı kullanılan çalışma istasyonlarında, egzoz davlumbazının kenar yüzeylerinden aşağı üflenen serin besleme havası da hem çalışanları serin ve temiz hava ile süpürür ve hem de toz ve dumanların davlumbazlardan geri kaçışını önler.

7.1.6. Çıkış Ağzlarının Dizaynı Yerleşim ve Çıkış Hızı

Düşük seviyeden genel havalandırma sistemlerinde çıkış ağzları 3 m yükseklik mertebesinde olmalıdır. Noktasal soğutmada havanın karışmasının önlenmesi için 2 m yakına kadar getirilebilir. Çıkış hızı çalışma bölgesinde istenen hıza göre değişir. Sürekli havalandırmada, oturan işçi çevresindeki hız 0,4 - 0,6 m/s olması tavsiye edilirken; dökümhane veya çelik fabrikasında noktasal soğutmada işçi etrafındaki hız 15-20 m/s değerine kadar çıkabilir. **Tablo 7.5**'de çalışma yerinde kabul edilebilir hava hızları, **Tablo 7.6**'da ise noktasal soğutmada tavsiye edilen hava hızları ve sıcaklıkları verilmiştir.

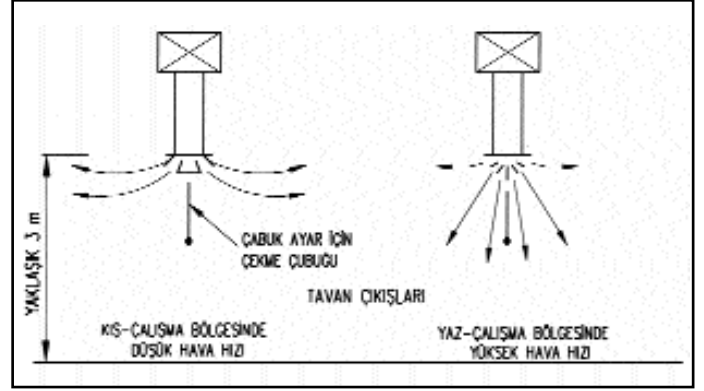
Aktivite seviyesi		Hava hızı, m/s
Sürekli maruz kalma	İklimlendirilen alanlarda	0,25-0,4
Sabit çalışma istasyonu, genel veya noktasal soğutma	Oturarak	0,4-0,6
	Ayakta	0,5-1,0
Aralıklı maruz kalma, noktasal soğutma veya rahatlama istasyonları	Hafif ısı yükleri ve aktiviteler	5-10
	Orta ısı yükleri ve aktiviteler	10-15
	Ağır ısı yükleri ve aktiviteler	15-20

Tablo 7.5. ÇALIŞMA YERLERİNDE KABUL EDİLEBİLİR HAVA HIZLARI

Aktivite seviyesi	Jetteki hava hızı, m/s (Çalışma yerinin ortalama 0,1 m ² 'sine)	Jet kesitince ortalama hava sıcaklığı, °C				
		Isı akısı yoğunluğu, W/m ²				
		140-350	700	1400	2100	2800
Hafif-I	1	28	24	21	16	-
	2	-	28	26	24	20
	3	-	-	28	26	24
	3,5	-	-	-	27	25
Orta-II	1	27	22	-	-	-
	2	28	24	21	16	-
	3	-	27	24	21	18
	3,5	-	28	25	22	19
Ağır-III	2	25	19	16	-	-
	3	26	22	20	18	17
	3,5	-	23	22	20	19

Tablo 7.6. TAVSİYE EDİLEN NOKTASAL SOĞUTMA HAVA HIZLARI VE SICAKLIKLARI

3 m yükseklikteki çıkışlarda 5-10 m/s çıkış hızları en çok rastlanan değerlerdir. Eğer besleme havası soğutulmuş ise doğrudan işçiye üflenen havanın işçi çevresindeki hızı 0,5 m/s değerini geçmemelidir. Sözü edilen değerler pik yükler içindir. Ara mevsimlerde işçinin ha-



Şekil 7.7. KONFOR AMAÇLI MEVSİMLİK HAVA KONTROLÜ

va hızını ayarlama imkânı olmalıdır. (Bakınız Şekil 7.7)

Çıkış debileri gereğine göre çok değişebilir. Orta yüklerde normal olarak istasyon başına 700-1000 L/s hava ve yüksek yüklerde 1500-2500 L/s hava yeterli olabilmektedir. Uzak çıkış ağzlarında daha büyük debiler gerekebilir. Büyük debili hava jetlerinde merkezdeki, çevre havası ile karışmamış, çekirdek bölge daha uzun yol alır. Halbuki küçük debili çıkışlarda hava kısa sürede çevre havası ile karışır.

Yönlendirilebilen çıkışlar yazın soğutma istenirken aşağı doğru, kışın ise yanlara doğru üflemelidir. Bu nedenle havalandırma çıkışlarında yönlendirebilme imkânı bulunmalıdır.

7.2. KİRLETİCİ KONTROLU AMAÇLI GENEL HAVALANDIRMA

Bu tür havalandırmaya seyreltme havalandırması adı verilebilir. Amaç hacimdeki kirli havayı, kirlenmemiş temiz hava ile seyreltmek ve kirletici madde derişikliğini düşürmektir. Seyreltme biçimindeki hacmin genel havalandırması, lokal havalandırmaya göre daha az etkili ve daha pahalı bir yöntemdir. Genellikle lokal havalandırmanın mümkün olmadığı hallerde kullanılır.

Seyreltme havalandırması sistemleri tasarımında ilk adım, kabul edilebilir kirletici veya zehirli gaz derişikliği seviyesinin veya limitinin belirlenmesidir. İkinci adım, kaynağın kirletici yayma hızının belirlenmesi; üçüncü adım ise seyreltme hızının belirlenmesidir. Bunun için K karışma faktörünün hesabı gerekir. Tipik K değerleri 1 ile 10 arasında değişir. K değerinin belirlenmesinde ortalama değerlerden değil, ani değerlerden yararlanılmalıdır (yani ortamdaki kirletici derişikliği hiçbir zaman tehlike limitin üstüne çıkmamalıdır). Ancak havalandırmanın maliyeti bu büyüklükle hemen hemen orantılı olduğundan, K faktörünün büyük seçilmesi sistem maliyetini çok artırır. **Tablo 7.8 ve 7.9**'da dağıtım biçimi ve zehirlilik derecesine göre tavsiye edilen K faktörleri verilmiştir. Seyreltme havalandırması çoğunlukla solvent buharlarının seyreltilmesi için uygundur. Bu durumda gerekli seyreltme hızı (normal şartlarda),

$$Q_v = 24,5 \cdot 10^6 \cdot \rho \cdot K / (M \cdot L_{\max})$$

olarak bulunabilir.

Burada,

Q_v = Buharlaşan her litre solvent için gerekli seyreltme havası miktarı (m³/L)

ρ = Sıvının özgül ağırlığı, (kg/L)

K Değerleri	Dağıtım Sistemi
1.2 - 1.5	Perfore tavan
1.5 - 2.00	Difüzörler
2.0 - 3.0	Kanallar tavan boyunca ve hava jeti aşağı doğru
3.0 ve üstü	Pencere, duvar fanları vs.

Tablo 7.8. DAĞITIM SİSTEMİNE GÖRE K FAKTÖRÜ ARALIKLARI

Dağıtım Şartları	Zehirlilik		
	Hafif	Orta	Yüksek
Zayıf	7	8	11
Orta	4	5	8
İyi	3	4	7
Çok iyi	2	3	6

Tablo 7.9. DÖRT DAĞITIM BİÇİMİNE KARŞILIK ZEHİRLİLİK DERECESESİ İÇİN K FAKTÖRÜ

M = Solventin izafi moleküler kütlesi, (kg/kmol)

L_{max} = Solvent değişikliğinin limit değeri, ppm

K = Karışma faktörüdür.

Bu havalandırma yöntemi tozlar ve duman halinde çoğu zaman başarılı olmamaktadır. Bu yüzden bu gibi uygulamalarda lokal havalandırma yapılmalıdır.

7.3. ENDÜSTRİYEL EGZOZ SİSTEMLERİ (LOKAL HAVALANDIRMA)

Endüstriyel egzoz sistemleri lokal havalandırma sistemleri olup, özellikle toz, duman, sis, elyaf gibi tanecikli kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılmaları ve tutulmaları ile ilgilidir.

Lokal egzoz sistemlerinin beş temel elemanı bulunmaktadır.

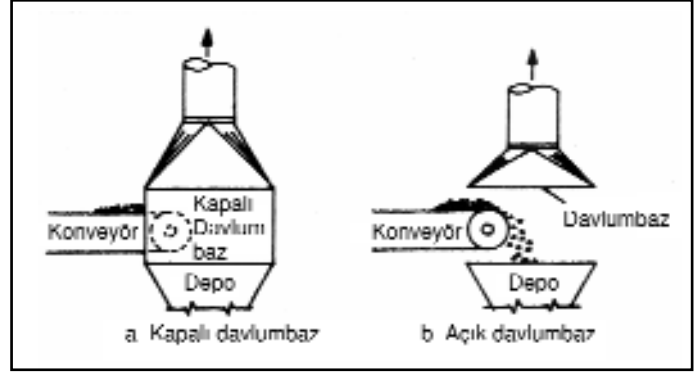
Bunlar,

- Davlumbaz
 - Kanal sistemi
 - Toz tutma elemanı
 - Fan
 - Egzoz bacası
- olarak sayılabilir.

7.3.1. Davlumbaz

Davlumbazlar Şekil 7.10'da görüldüğü gibi kapalı ve açık olarak iki tipe ayrılabilir. Doğal olarak kapalı davlumbazların etkenliği çok daha fazladır. Özellikle açık davlumbazlarının dizaynında, havayı davlumbaza çekmek için gerekli uygun hava debisinin belirlenmesi en önemli aşamayı oluşturur. Bu amaçla yakalama hızı kavramı geliştirilmiştir. Yakalama hızı, davlumbaza girmeden önce kaynak bölgesinde kirli havanın sahip olması gerekli hızdır. Kaynakta oluşan kirletici, hava akımına karışır ve davlumbaza emilen hava ile taşınır. Şekil 7.11'de lokal havalandırmada geçen kavramlar gösterilmiştir. Tablo 7.12'de çeşitli endüstriyel işlemlerdeki yakalama hızı değerleri verilmiştir.

Davlumbazın konumu ve yakalama hızı belirlendikten sonra egzoz havası debisi hesaplanabilir. Kapalı davlumbazlarda egzoz debisi,



Şekil 7.10. AÇIK VE KAPALI DAVLUMBAZ

davlumbaz giriş kesit alanı ile gerekli hız değerinin çarpımına eşittir. Tipik giriş hızları 0,5 m/s mertebesindedir. Açık davlumbazlarda kirleticinin yayıldığı noktada hava hızı yakalama hızına eşit olmalı ve kirleticileri davlumbaza taşıyacak biçimde yönlendirilmiş olmalıdır. En basit flanşsız düz davlumbazlar için gerekli hava debisi,

$$Q = V \cdot (10 \cdot x^2 + A)$$

ifadesi ile bulunabilir. Burada,

Q = Hava debisi, m³/s

V = Yakalama hızı, m/s

x = Davlumbaz girişi ile kirletici kaynağı arasındaki mesafe, m

A = Davlumbaz giriş yüzey alanı, m²

Farklı geometride ve flanşlı hallerde daha küçük debilerle aynı yakalama hızını sağlamak mümkündür. Şekil 7.13'de flanşsız düz dairesel kesitli bir açıklığın eş hız eğrileri, Şekil 7.14'de ise flanşlı açıklık için eş hız eğrileri verilmiştir. Görüldüğü gibi kaynakla davlumbaz arasındaki mesafenin büyük etkisi vardır. Kaynak davlumbaza mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır. Kaynağa 1 m'den daha uzaktaki davlumbazlar etkisiz kabul edilebilir. Şekil 7.15'de davlumbaz tipleri ve hava debileri verilmiştir.

Sıcak işlemler sonucu oluşan kirleticiler, sıcak havanın yukarı doğru doğal hareketi içinde olacağından, daha verimli davlumbazlar yapılabilir. Burada sıcak havanın doğal taşınım hareketleri iyi bilinmelidir. Şekil 7.16'da böyle bir davlumbaz boyutlandırılması gösterilmiştir.

$$D_f = D_c + 0,8 \cdot y \text{ olarak alınabilir.}$$

Hava miktarı ise,

$$Q = 0,038 \cdot (q \cdot y \cdot A_f^2)^{1/3} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

ifadesinden bulunabilir. Burada:

A_f = Alın yüzey alanıdır.

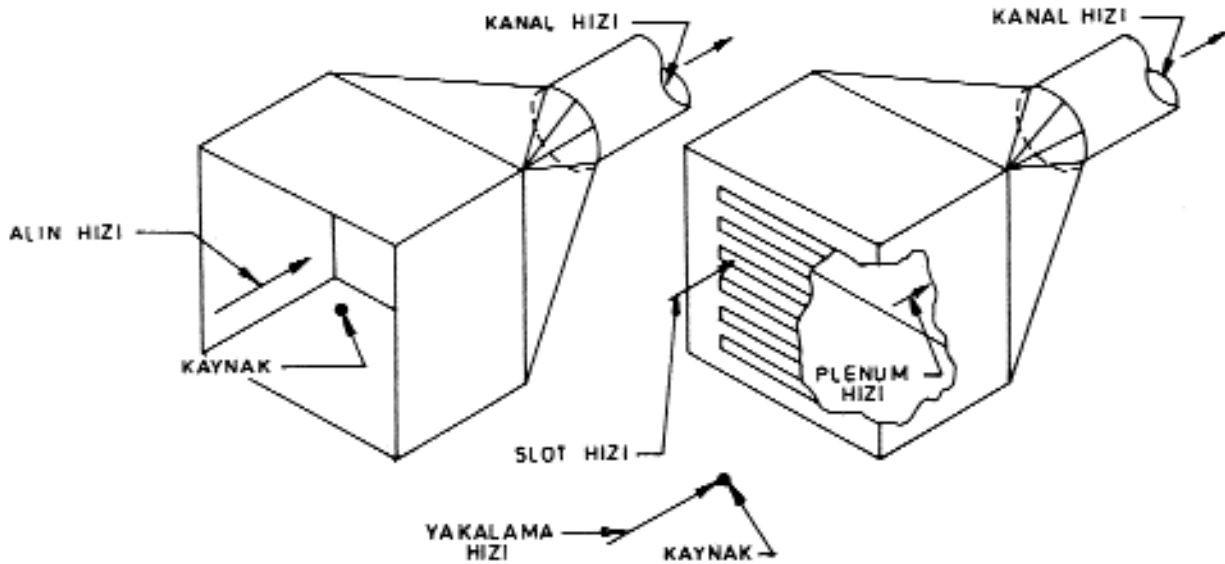
q = Sıcak kaynaktan yayılan ısıdır. (W)

7.3.2. Kanallar

Lokal havalandırma sistemlerinin, ikinci elemanı kanallardır. Kirleticileri içeren havayı ileten bu kanalların yuvarlak olması tavsiye edilir. Çünkü

- 1) bu kanallarda hız daha üniformdur, dolayısı ile tanecik karakterli kirleticilerinin çökme ihtimali daha azdır.
- 2) normal olarak egzoz sistemlerinde uygulanan yüksek statik basınçlara daha dayanıklıdır.

Eğer koşullar dikdörtgen kesitli kanala zorluyorsa, bu kanalların mümkün olduğu kadar kare kesite yakın olmasına çalışılmalıdır.



Yakalama Hızı: Ters hava akımlarını yenmek ve kirli havayı yakalayarak davlumbaza çekmek için davlumbaz açıklığındaki veya davlumbaz önündeki herhangi bir noktadaki hava hızı.

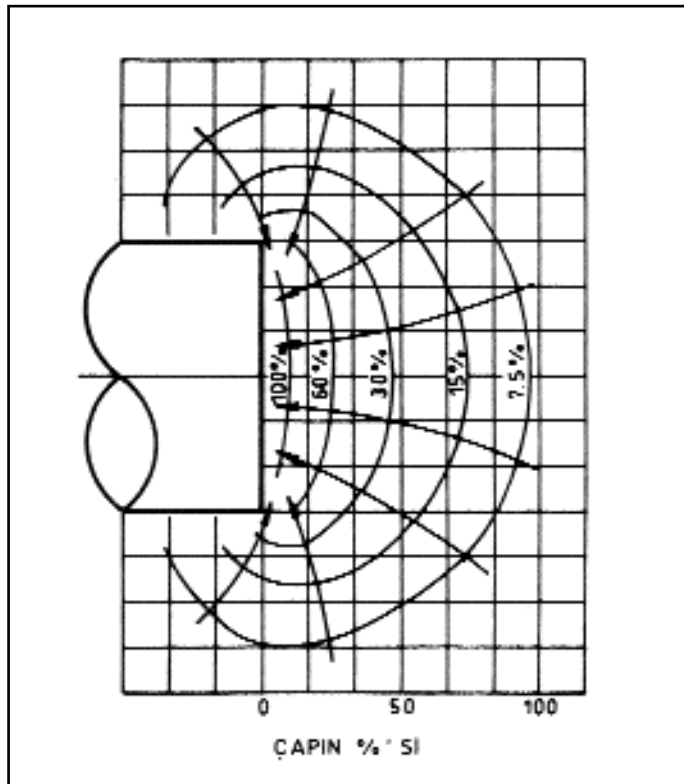
Alın Hızı: Davlumbaz ağızındaki hava hızı.

Slot Hızı: Slot tipi davlumbazda açıklıklardaki hava hızı. Bu davlumbaz ağızı boyunca düzgün hava dağılımı elde etmek için özellikle kullanılır.

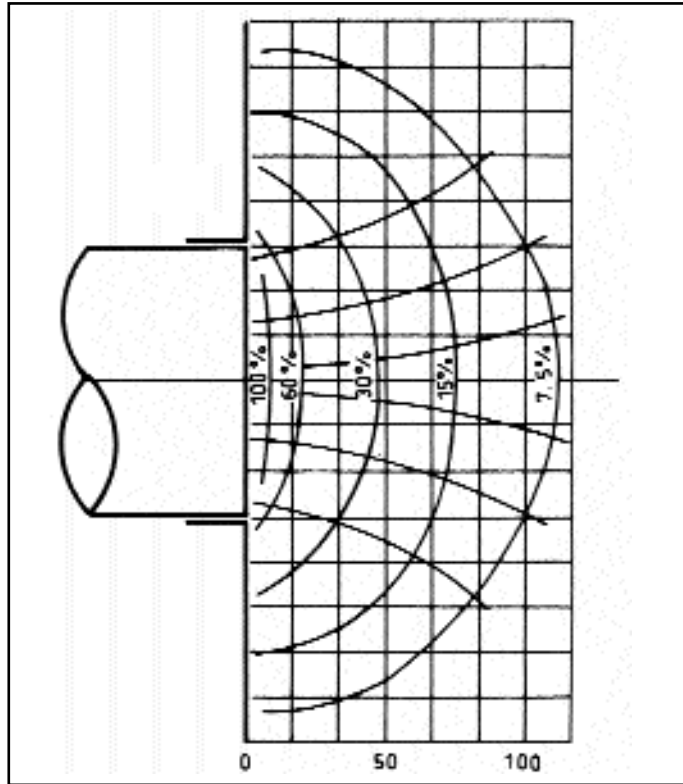
Plenum Hızı: Plenumdaki hava hızı. Slot tipi davlumbazlarda iyi bir hava dağılımı elde etmek için max. plenum hızı slot hızının 1/2'si veya daha az olmalıdır.

Kanal Hızı: Kanal kesitindeki hava hızı. Eğer havada katı tanecikler varsa, kanal hızı hava akımında taneciklerin hareketi için gerekli hızı eşit veya daha büyük olmalıdır.

Şekil 7.11. KANAL EGZOZ DAVLUMBAZI TERMİNOLOJİSİ



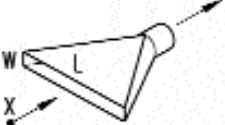
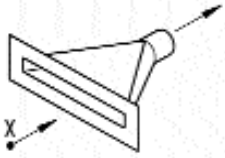
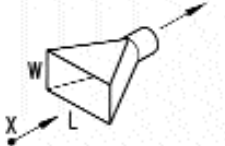
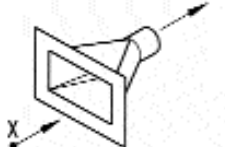
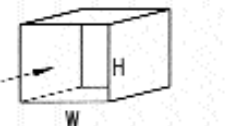

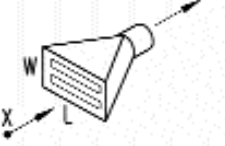
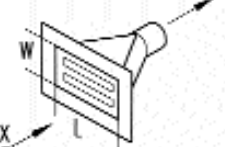
Şekil 7.13. HIZ KONTURLARI - DÜZ DAİRESEL AÇIKLIKLARDA - AÇIKLIK HIZININ %'Sİ



Şekil 7.14. HIZ KONTURLARI - FLANŞLI DAİRESEL AÇIKLIKLAR - AÇIKLIK HIZININ %'Sİ

Kirletici Yayılma Koşulları	Örnekler	Yakalama Hızı m/s
Durgun havaya ön hız olmaksızın yayılma	Tanklardan buharlaşma	0.25 - 0.5
Düşük hızda durgun sayılabilecek havaya yayılma	Depo doldurma, düşük hızlı konveyör, kaynak	0.5 - 1.0
Hızlı hava hareketine aktif biçimde karışma	Konveyör yüklemesi, kırıcılar, kömür elekleri	1.0 - 2.5
Çok hızlı hava akımına yüksek hızla karışmak	Öğütme, patlama, sıcak eleme	2.5 - 10

Tablo 7.12. YAKALAMA HIZI DEĞERLERİ

DAVLUMBAZ	TANIM	KENAR ORANI, W/L	HAVA DEBİSİ
	SLOT	0.2 VEYA DAHA AZ	$Q = 3.7 LVX$
	FLANŞLI SLOT	0.2 VEYA DAHA AZ	$Q = 2.6 LVX$
	DÜZ AÇIKLIK	0.2 VEYA DAHA FAZLA VE YUVARLAK	$Q = V (10X^2 + A)$
	FLANŞLI AÇIKLIK	0.2 VEYA DAHA FAZLA VE YUVARLAK	$Q = 0.75 V (10X^2 + A)$
	KANAL AĞIZ	İŞE UYGUN	$Q = VA = VWH$
	KANOPI	İŞE UYGUN	$Q = 1.4 PVD$ $P = \text{ÇEVRE}$ $D = \text{OCAK ÜSTÜ YÜKSEKLİK}$
	DÜZ ÇOKLU SLOT AÇIKLIKLI 2 VEYA DAHA FAZLA YARIK	0.2 VEYA DAHA FAZLA	$Q = V (10X^2 + A)$
	FLANŞLI ÇOKLU SLOT AÇIKLIKLI 2 VEYA DAHA FAZLA YARIK	0.2 VEYA DAHA FAZLA	$Q = 0.75 V (10X^2 + A)$

Şekil 7.15. DAVLUMBAZ TİPLERİ

Kanallarda hava akışında “minimum taşıma hızı” şeklinde bir kavram tarif edilir. Bu hız taneciklerin çökmeden taşınabilecekleri en

düşük hızdır ve değerleri çeşitli haller için **Tablo 7.17’de** verilmiştir. Kanal dizayn hızları, minimum taşıma hızından biraz daha yük-

Seçilen standart çaplı kanal kesiti yukarıda hesaplanan kesitten daha küçük olmalıdır.

7.3.3. Egzoz Bacaları

Egzoz bacaları, dışarı atılan kirleticilerin tekrar besleme sistemi ile içeri dönmelerini engelleyecek şekilde tasarlanmalı ve yerleştirilmelidir. Genelde tek veya iki katlı endüstriyel yapı için, çatıdan 5 m. yükseklikte bir baca yeterlidir. Ancak minimum baca yüksekliği 2,5 m değerindedir. Özel hallerde daha yüksek baca gerektiğinde çevre koruma yönetmeliklerine başvurulmalıdır.

7.3.4. İtme - Çekme Tipi Lokal Havalandırma

İtme - çekme tipi havalandırma bir üfleme nozulu ve üflenen hava jetini emen bir egzoz davlumbazından oluşur. Daha çok kaplama banyoları gibi açık sıvı yüzeylerinden yayılan gazların ve buharların tutulması uygulamalarında kullanılır. Bu sistemin avantajı itme jetinin 10 m mertebesine varan uzun mesafeler boyunca hızını koruyabilmesinden kaynaklanır. Halbuki yukarıda görüldüğü gibi, emme halinde, hız emme ağzından uzaklaşınca, hızla azalır. Uygun bir şekilde dizayn edildiğinde, üflenen hava jeti kirletici ve zehirli buharları oldukça uzun mesafeler boyunca taşıyarak egzoz davlumbazı tarafından emilmesini sağlar.

Aksi halde sadece emiş ile bu zararlı gazları tutmak mümkün değildir. Yatay konumda yerleştirilen bu sistem Föy 7.18'de görülmektedir. İtekleme jeti üfleme nozulundan çıktıktan sonra çevre havası ile karışarak genişler ve hızı giderek azalır. Uzun ince bir yarık şeklindeki nozuldan çıkan jete karışan hava oranı,

$$\frac{Q_x}{Q_0} = 1,2 \left(\frac{a \cdot x}{b_0} \right)^{1/2} + 0,41$$

Burada,

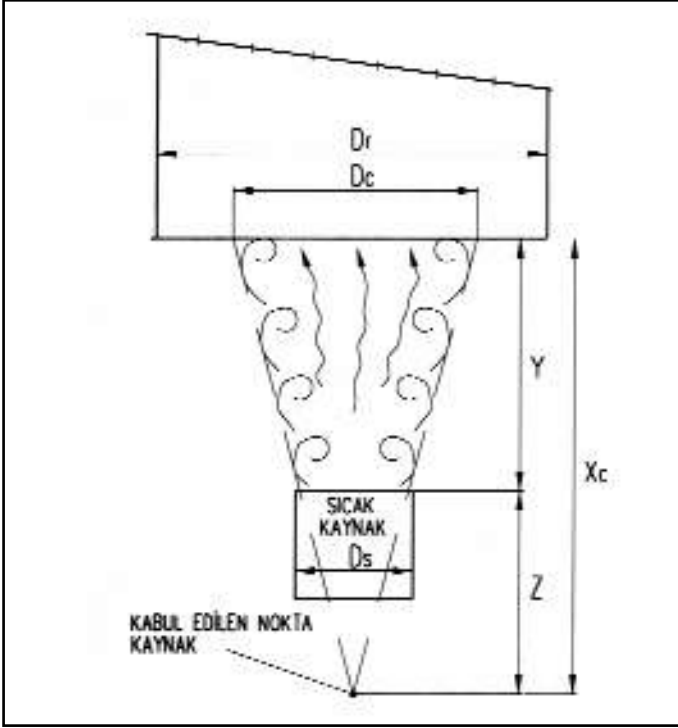
Q_0 = Üflenen hava miktarı

Q_x = x mesafesi sonunda jetin taşıdığı hava miktarı

a = Bir faktör (0,13 alınabilir)

x = Nozuldan itibaren yatay mesafe (m)

b_0 = Yarık genişliği (m)



Şekil 7.16. SICAK KAYNAKLAR İÇİN YÜKSEK KANOPİ DAVLUMBAZLARININ DİZAYNI İÇİN KULLANILAN BOYUTLAR

sek alınabilir. Fakat hızlar hiçbir zaman limit değerinden önemli ölçüde daha düşük olmamalıdır. Kirli hava içindeki taneciklerin fan gücüne etkileri, genellikle ihmal edilebilir.

Kanal Çapı Hesabı

Kanaldaki hava debisi, Q (m^3/s) ve minimum taşıma hızı, V (m/s) bilindiğine göre kanal kesiti aşağıdaki ifadeyle bulunabilir:

$$A = \frac{Q}{V} \quad (m^2)$$

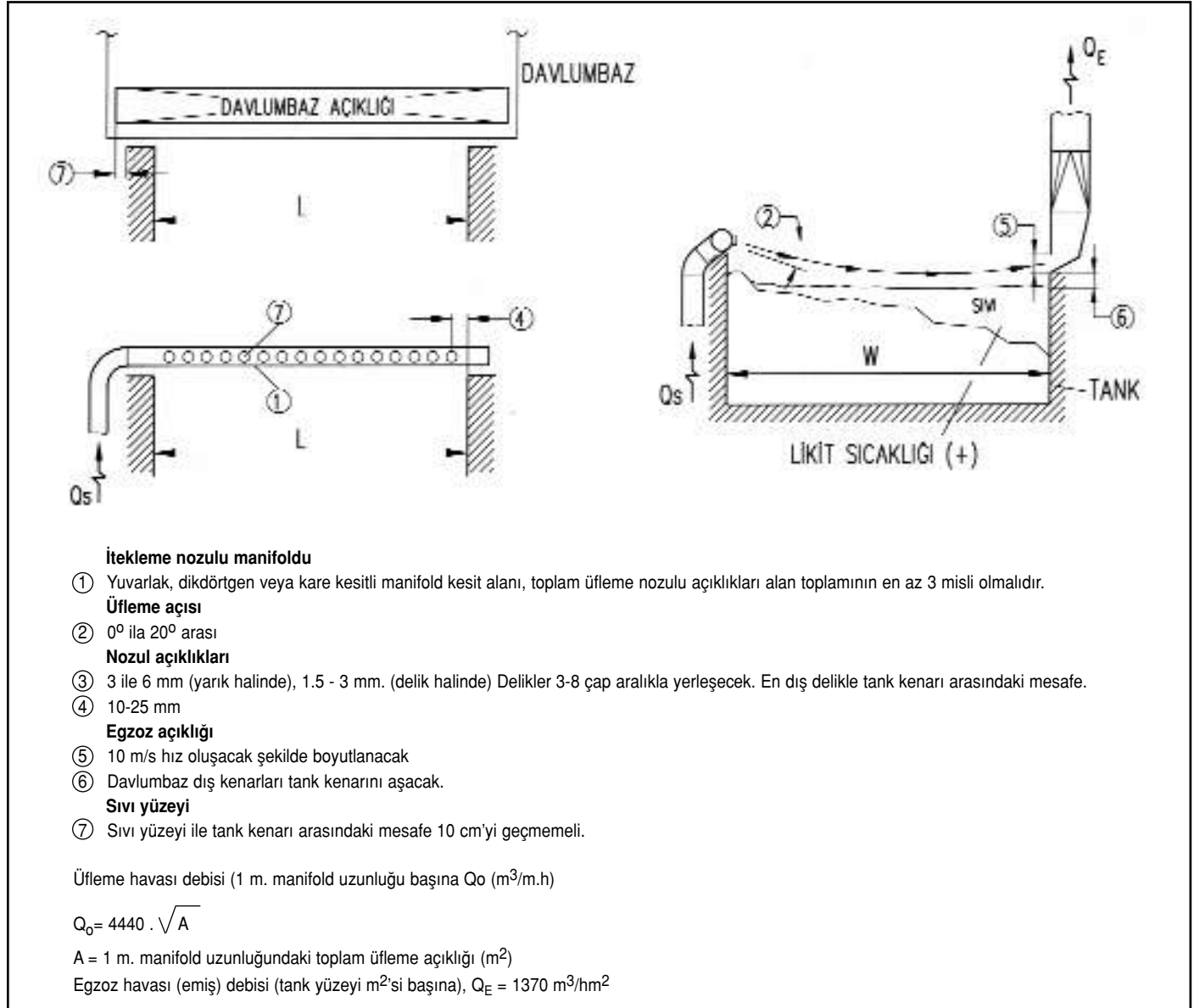
Burada bulunan kesit alanını sağlayan standart çaplı kanal seçilir.

Kirleticilerin Cinsleri	Örnekler	Max. taşıma hızı m/s
Buharlar, gazlar, dumanlar	Bütün buharlar, gazlar, dumanlar	genellikle 5 - 10
Duman	Kaynak	10 - 13
Çok ince hafif toz	Pamuk elyafı, ağaç tozu, lito tozu	13 - 15
Kuru tozlar	İnce lastik tozu, bakalit tozu, jüt elyafı, pamuk tozu, hafif rende, deri traşlama	15 - 20
Ortalama endüstriyel tozlar	Öğütme tozu, kahve taneleri, ayakkabı tozu, granit tozu, silika tozu, tuğla ve seramik kesme, kaya tozu, döküm tozu, kireç tozu, asbest tozu	18 - 23
Ağır tozlar	Testere tozu, (ağır ve ıslak) metal tozları, döküm işlemlerindeki tozlar, kuşlama tozu, dökme demir, kesme tozu, kurşun tozu	20 - 23
Ağır veya ıslak tozlar	Küçük parçalar halinde kurşun, ıslak çimento tozu, boru kesme makinalarında asbest parçaları, yapışkan elyaf	23 ve üzeri

Tablo 7.17. KİRLETİCİ TAŞIMA HIZLARI

Buradan anlaşıldığı gibi davlumbazda emilen hava miktarı üflenen havadan çok daha fazladır. Davlumbazın emiş debisi davlumbaza ulaşan Q_x debisinin 1,5 veya 2,0 misli olmalıdır. Üflenen jet yolu üzerinde sürekli engeller bulunmamalıdır. Özellikle üfleme bölgesindeki engeller sistem verimini çok düşürür. Üfleme nozulu olarak sürekli ince bir yarık veya bir sıra delikler kullanılabilir.

Yarık genişliği kısa mesafeli üflemelelerde (2 m'ye kadar) 3-6 mm olabilir. Üflenen hava miktarı ise yeterli momentuma sahip bir jet oluşturacak değerlerde olmalıdır (konstrüksiyon değerleri konusunda fikir edinmek için Föy 7.18'e bakınız). Emiş davlumbazının genişliği ise, idealde ulaşan hava jeti genişliğinde olmalıdır. Ancak uygulamada daha küçük genişlikler de kabul edilmektedir.



Föy 7.18.

8. ISIL KONFOR

Eğer bir mekanın hava sıcaklığı, nemi, hızı ve radyant sıcaklığı optimum değerlerde ise ve buradaki insanlar oda sıcaklığının daha sıcak veya soğuk olmasını veya nemin daha fazla veya az olmasını gereksinmiyorlarsa bu mekanda ısı konfora ulaşılmış demektir.

8.1. KONFORA VE İÇ HAVA KALİTESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Isıl konfor ve kapalı iç hacimlerdeki hava kalitesi aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

- Aktivitelevlerinin, giyim kuşamlarının, kalma sürelerinin, ısı ve maddesel yüklerinin (örneğin koku) ve sayısal yoğunluklarının fonksiyonu olarak odada bulunurlar.
- Yüzey sıcaklıkları, hava sıcaklığı dağılımı, ısı kaynakları ve zehirli madde kaynaklarının fonksiyonu olarak hacmin kendisi.
- Hava sıcaklığı, hava hızı ve nemi, hava değişim oranı, havanın saflığı (koku ve asılı maddeler) ve hava hareketlerinin kontrolunun fonksiyonu olarak HVAC sistemi.

Fiziksel ve zihinsel konfor duygusunu etkileyen diğer önemli faktörler akustik ve aydınlatma koşulları ve hacmin rengi olarak sayılabilir, ancak burada bu faktörler üzerinde durulmayacaktır.

8.1.1. Aktivite

Bir insan tarafından yayılan toplam ısı, söz konusu kişinin aktivite seviyesine bağlıdır. Aktivite seviyeleri ve insanlardan yayılan toplam ısı **Tablo 8.1**'de verilmiştir.

8.1.2. Giyim

Vücuttan olan ısı transferi giyilen giysilerin cinsinden etkilenir. **Tablo 8.2** giysilerin ısı dirençleri konusunda fikir vermek üzere hazırlanmıştır.

8.1.3. Sıcaklık

Yaşam bölgesinde hava sıcaklığının ve radyant sıcaklığın ortaklaşa etkisi gözönüne alınması gerekir. Bu sıcaklık oda operasyon sıcaklığı olarak bilinmektedir ve aşağıdaki eşitlikle tanımlanabilir:

$$t_o = 0,5 (t_a + t_r)$$

Burada,

t_o oda operasyon sıcaklığı (°C)

t_a yerel hava sıcaklığı (°C)

$t_r = \sum s_K \cdot t_K$ yerel radyant sıcaklıktır. (°C)

s_K Yüzeyle gözönüne alınan noktalar olan P ve K noktaları arasındaki görme açısıdır.

t_K yüzeylerden herbirini ifade eden K numaralı yüzeyin sıcaklığıdır. (°C)

Yukarıdaki ilişki aşağıdaki hallerde geçerlidir.

- Aktivite seviyesi 1 veya 2 ise,
- Hafif veya orta giyim halinde,
- Oda hava sıcaklığı ve türbülansı müsaade edilen aralıkta ise, bakınız **Şekil 8.4**.

- Emisyon oranı (yayılan radyasyon enerjisinin yüzeylerin maksimum radyasyon yayımlarına oranı), $e = 0,9$

Oda operasyon sıcaklığı döşemeden 0,1 m, 1,1 m ve 1,7 m yükseklikte (örneğin globe termometre ile) belirlenir.

Yerel radyasyon sıcaklığının hesabında, yüzey sıcaklığı ve yüzey komponentleri görme açısına dayalı olarak ağırlıklandırılır.

8.1.3.1. Oda Operasyon Sıcaklığı Aralıkları

Tavsiye edilen oda operasyon sıcaklıkları aralığı **Şekil 8.3**'de çarpaz taralı alanla gösterilmiştir. ASHRAE Standard 55'e göre, bir hacimde bulunanların %90'ının kabul edilebilir bulunduğu operasyon sıcaklığı olarak konfor sıcaklıklarını belirlemektedir. Buna göre sakin aktivite düzeyinde (70 W/m²) ve tipik iç ortam giysileriyle standartın tavsiye ettiği operasyon sıcaklık aralıkları kışın 20-24 °C ve ya-

Aktivite	Aktivite seviyesi	Kişi başına toplam ısı yayımı ^{1) 2)} (W)
Statik zihinsel faaliyet (okuma, yazma)	1 ³⁾	120
Çok hafif bedensel faaliyet (ayakta durma)	2	150
Hafif fiziksel faaliyet	3	270 ve üzeri
Orta veya ağır fiziksel faaliyet	4	

¹⁾ Radyasyon, iletim, buharlaşma, taşınımla 22 °C ortam sıcaklığındaki toplam emisyon.

²⁾ Oturma halinde steady-state enerji dönüşümünün 1 metabolik birimi: 1 met = 58 W/m² vücut yüzeyi değerindedir. (İnsan yüzeyi 1,7 m² alınmıştır.)

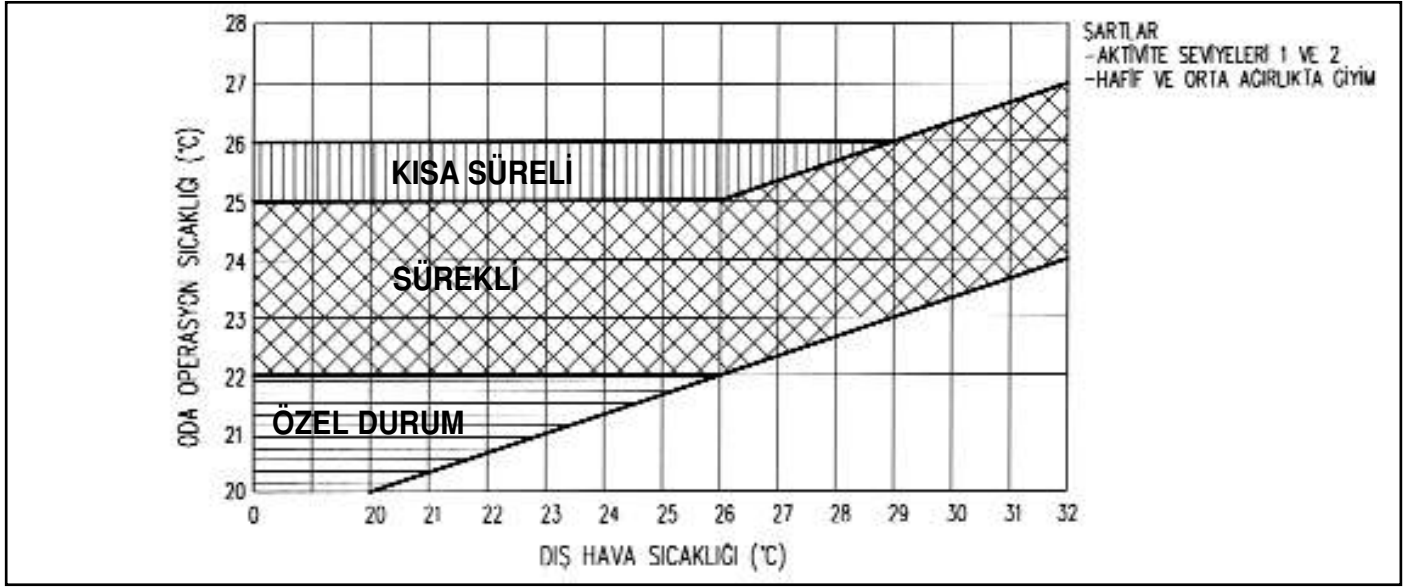
³⁾ Aktivite seviyesi 1 1,2 met değerine karşı gelir.

Tablo 8.1. AKTİVİTENİN FONKSİYONU OLARAK KİŞİ BAŞINA YAYILAN TOPLAM ISI

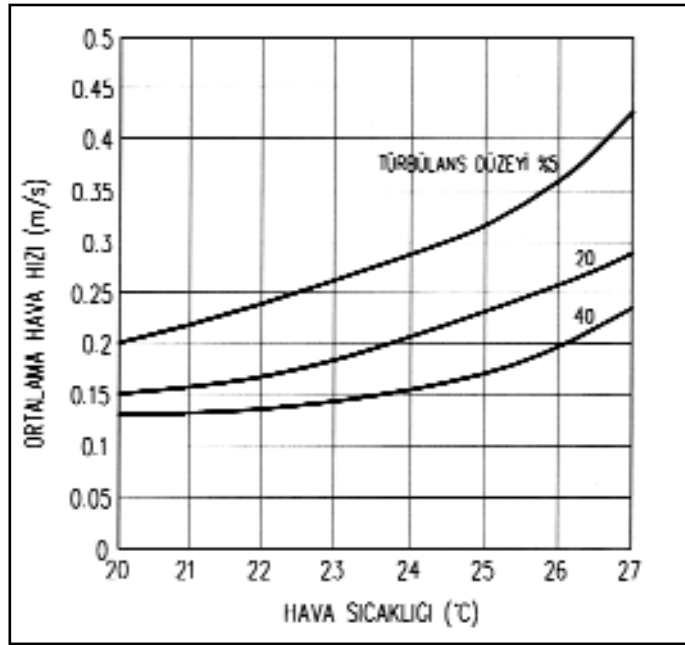
Giysiler	Isıl direnç (m ² K/W)
Çıplak vücut	0
Hafif yaz giysileri	0.08
Orta giyim	0.16
Ağır giyim	0.24

Giyisiler için kullanılan diğer bir birim 1 clo= 0.155 m² K/W

Tablo 8.2. GİYSİLERİN ISIL DİRENÇİ



Şekil 8.3. ODA OPERASYON SICAKLIK ARALIKLARI



Şekil 8.4. HAVANIN SICAKLIĞININ VE TÜRBÜLANS DÜZEYİNİN FONKSİYONU OLARAK; KONFOR BÖLGESİNDE İZİN VERİLEN MAX. ORTALAMA HAVA HIZI DEĞERLERİ

zın 23- 26 °C değerlerindedir. Aktivite düzeyi arttığında, endüstriyel ortamlarda olduğu gibi gerekli operasyon sıcaklıkları ISO 7730 da tanımlanmıştır.

Yaz çalışması sırasında yüksek dış hava sıcaklıkları halinde ve kısa periyotlar için ortaya çıkan yüksek ısı yüklerinde oda operasyon sıcaklığında bir yükselmeye müsaade edilir.

Genellikle odanın soğutma yükü dış yüklerin bir fonksiyonu değildir. Tam tersine daha çok iç yüklerle bağlıdır. Eğer bu yükler sadece kısa bir periyot için meydana gelirse, dış sıcaklığın 29 °C'ye kadar olan değerlerinde oda operasyon sıcaklığı 26 °C'ye kadar çıkabilir. (Şekil 8.3'de dik taranmış bölge).

Belirli havalandırma sistemleri için (Kaynakta havalandırma gibi)

oda operasyon sıcaklığının yatay taralı alanda, yani 20-22 °C aralığında olmasına müsaade edilebilir.

8.1.3.2. Hava Sıcaklığının Tabakalaşması

Hava sıcaklığı konusunda kendini iyi hissetme, sadece sıcaklık seviyesi ile ilgili değildir. Aynı zamanda yaşanan bölgedeki düşey sıcaklık gradyanı da bu histe önemli rol oynar. Bu bağlamda hava sıcaklığındaki düşey doğrultudaki sıcaklık gradyanı 1 m oda yüksekliği başına 2 °C değerini aşmamalıdır. Bir başka tanımla ise, düşük aktivite düzeylerinde, insan başı ile ayağı arasındaki sıcaklık farkı 3 °C değerini aşmamalıdır. Döşeme düzeyinden itibaren 0,1 m yükseklikte hava sıcaklığı 21 °C'nin altında olmamalıdır. Daha yüksek aktivite seviyelerinde bu değerler değişmekte ve artmaktadır.

8.1.3.3. Radyant Sıcaklık Asimetrisi

İnsanlar kendilerini çevreleyen yüzeylerdeki farklı sıcaklıklara bağlı olarak dengesiz ısınma ve soğuma etkilerine maruz kalırlarsa, ısı konforsuzluk hissederler. Bunu değerlendirmek için, göz önüne alınan hacim iki bölüme ayrılacak ve her bir bölüme karşı gelen radyant sıcaklıklar ölçülecek veya hesaplanacaktır. Her iki kısım arasındaki bölme, en büyük sıcaklık farklılıklarını gösteren yüzeylerin konumuna paralel olacaktır. Sonuçta konfor hissini hâlâ devam ettirilebilmesi için, hesaplanan iki bölme arasındaki sıcaklık farkının belirli değerleri aşmaması gerekir. Bu sınır değerler:

Sıcak tavan yüzeyleri için, $t_{RH1} - t_{RH2} \leq 3,5 \text{ K}$

Soğuk duvar yüzeyleri için, $t_{RH1} - t_{RH2} \leq 8,0 \text{ K}$

Soğutulmuş tavan yüzeyleri için, $t_{RH1} - t_{RH2} \leq 17,0 \text{ K}$

Sıcak duvar yüzeyleri için, $t_{RH1} - t_{RH2} \leq 19,0 \text{ K}$

Bu değerler konfor bölgesindeki bir oda operasyon sıcaklığı ve hafif veya orta giyimli ve oturan bir insan için uygulanır. Diğer koşullarda, şimdiki halde, hiçbir güvenilir yargıya varılamaz.

8.1.4. Hava Hızı

Isıl konfor açısından özel öneme sahip olan bir faktör de yaşam bölgesindeki hava hızıdır. Hava hızını sınırlayan değerler hava sıcaklığı

ğının ve havanın türbülans düzeyinin bir fonksiyonudur. Bu değerlerin, yani havanın sıcaklığının ve türbülans düzeyinin fonksiyonu olarak, konfor bölgesindeki izin verilen maksimum ortalama hava hızı değerleri **Şekil 8.4'den** elde edilebilir.

Oda sıcaklıklarının 20 °C ile 22 °C arasında bulunması durumunda, karışım prensibine dayanan mekanik havalandırma dışında, hava hızlarının **Şekil 8.4'de** verilen değerleri aşmaması halinde (**Şekil 8.3'deki** yatay taralı alan) ısıl konfor hâlâ sürdürülebilmektedir.

Şekil 8.4'de görülen eğriler, çeşitli türbülans düzey aralıklarına karşı gelen, zaman ortalaması olarak, limit hız değerlerini temsil etmektedirler. Gerekli ısı ve kütle taşınımının olabilmesi için belirli bir minimum hava hareketi gereklidir. Bu minimum hız ısı kaynağındaki doğal konveksiyon tarafından gerçekleştirildiğinden, böyle bir minimum değer belirlenmesine gerek görülmemektedir.

Eğer giysilerin ısıl direnci 0,032 m² K/W artarsa veya aktiviteye bağlı ısı üretimi 10 W artarsa, müsadde edilebilir hava hızı, yaklaşık olarak hava sıcaklığının 1 K artırılmasına karşı gelecek ölçüde artırılabilir. Sabit hava hızı halinde, hava sıcaklığı buna karşı gelen miktarda azaltılabilir.

Hava hızlarının ölçülmesinde yünden bağımsız ölçü yapan cihazlar kullanılmalıdır. Zaman ortalamasının ölçülebilmesi açısından da ölçmenin en az 100 s süreli olması gerekir. Ölçmeler yerden 0,1 ; 1,1 ; ve 1,7 m yüksekliklerde yapılmalıdır. Eğer hiçbir ölçme imkanı yoksa türbülans düzeyi % 40 alınmalıdır. (**Şekil 8.4'deki** en alt eğri)

ASHRAE Standard 55'e dayanan yukarıdaki değerlendirmede aktivite seviyeleriyle, hava hızı arasında hassas bir ilişki kurulamamaktadır. Endüstriyel ortamlarda hava hızları önemli bir konfor parametresidir. Bu açıdan ISO 7730 standartında aktivite seviyelerine göre, konfor bölgelerini tanımlayan, sıcaklık ve hız arasındaki ilişki bir dizi grafik- le tanımlanmıştır. Bu değerler **Şekil 8.5'de** görülmektedir.

8.1.5. Nem

Konfor şartları için havadaki nem miktarının üst limiti 11,5 g_{nem}/kg_{kuru hava} ve % 65 bağıl nem şeklinde tarif edilebilir.

Bağıl nemin alt limiti ile ilişkili hiçbir belirli bilgi mevcut değildir. Bağıl nemin % 30 değeri alt limit olarak kabul edilebilir. Bu değer havanın sıcaklığından aşağı yukarı bağımsızdır. Belirli durumlarda, arada sırada bu değer altına düşülmesi kabul edilebilir.

8.2. ISIL KONFOR MODELLERİ

İnsan aktivite seviyesine bağlı olarak 100 ile 1000 W mertebelerinde ısı üretir. Aslında ısıl konfor hissi bu üretilen ısının rahatça çevreye yayılabilmesi ile ilişkilidir. Konfor hissini devamı için vücut sıcaklığının çok dar bir aralıkta korunabilmesi gerekir. Bu sıcaklığın sabit tutulabilmesi ise, üretilen ısının çevreye transfer edilebilmesi ile mümkündür. Bu tarif içerisinde ısıl konforu, bir enerji dengesi olarak modellemek mümkündür. Bu doğrultuda çeşitli karmaşıklıkta enerji dengesi modelleri oluşturulabilir. Gerçekten de bu alanda geliştirilmiş farklı kabullere dayalı çok sayıda ısıl konfor modeli bulunmaktadır. Burada en basit fakat mekanizmanın temellerini verebilen steady-state enerji dengesi modeli üzerinde durulacaktır.

8.2.1. Steady - State Enerji Dengesi

Vücutun enerji depolama kabiliyeti ihmal edilerek ve vücut içi ile dış

yüzey arasında sıcaklık farkı olmadığı kabul edilerek, tek homojen bir cisim için sürekli ve kararlı halde (steady-state) enerji dengesi

$$M-W= Q_{sk} + Q_{res} = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res})$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada,

M=Metabolik enerji üretimi, W/m²

W=Yapılan mekanik iş, W/m²

Q_{res} = Solunumla verilen toplam ısı, W/m²

Q_{sk} = Deri yüzeyinden verilen toplam ısı, W/m²

C_{res} = Konvektif olarak solunumla verilen ısı, W/m²

C + R = Konvektif ve radyatif yolla deriden duyulur olarak kaybolan ısı, W/m²

E_{sk} = Deri yüzeyinden buharlaşma (gizli ısı) yolu ile verilen ısı,

E_{res} = Solunumla buharlaşma yolu ile verilen ısı, W/m²

Bu basit enerji dengesi denkleminde görüldüğü gibi metabolik olarak üretilen enerjinin işe dönüştürülemeyen kısmı vücuttan dışarı atılmak zorundadır. Vücutun ısıyı dışarı atma yolları esas olarak solunum ve deri yüzeyi olarak ifade edilebilir. Her iki halde de duyulur ve gizli ısı biçiminde ısı kaybı olmaktadır. Isı üretimi ve kaybının bağlı olduğu faktörlerin incelenmesi aynı zamanda ısıl konfor şartlarının belirlenmesi anlamına da gelmektedir. Metabolik ısı üretimi daha önce incelendiği gibi aktivite seviyesi, cinsiyet, yaşla ilişkilidir. Isı kaybetme yolları ise aşağıda kısaca incelenmiştir.

Yüzeyden Duyulur Isı Kaybı

Deri yüzeyinden olan ortama ısı geçişi giysiler üzerinden olmaktadır. Vücuttan bu yolla olan ısı kaybı deri yüzeyinden giysilere ve giysiler boyunca iletimle olmakta ve giysi yüzeyine ulaşan ısı buradan konveksiyon ve radyasyonla çevreye yayılmaktadır. Her iki yolla olan ısı geçişini de aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür.

$$C=f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_c)$$

$$R=f_{cl} \cdot h_r \cdot (t_{cl} - t_{r,ort})$$

Burada h_c konvektif ısı transfer katsayısı, h_r radyatif ısı transfer katsayısıdır. f_{cl} giysili alan faktörüdür. Görüldüğü gibi bu yolla ısı transferinde, oda havası sıcaklığı ile odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ana parametrelerdir. Yani ısıl konfor üzerine oda sıcaklığı kadar etkili olan çevre yüzeylerin sıcaklığıdır. Özellikle bu noktada radyant ısıtmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Oda havasının sıcaklığı ve radyant sıcaklığı birlikte ifade için, daha önce verilen oda operasyon sıcaklığı kullanılmaktadır. Oda operasyon sıcaklığı cinsinden her iki denklem birleştirilerek tek bir,

$$(C+R) = f_{cl} \cdot h \cdot (t_{cl} - t_o)$$

denklemleri yazılabilir. Burada oda operasyon sıcaklığı t_o ile gösterilmiştir. Bu yolla ısı geçişinde bir başka önemli faktör de h katsayısıdır. Bu değer esas olarak vücut çevresindeki rüzgar hızına bağlıdır. Dolayısı ile konvektif ısı kaybı açısından bir minimum değer gerekirken, taşınım katsayısının çok büyük olması da aşırı soğumaya (draft) neden olarak rahatsızlık yaratır.

Yüzeyden Buharlaşma ile Isı Kaybı

Deri yüzeyinden buharlaşma ile ısı kaybı esas olarak deri üzerindeki buhar basıncı ile ortam havası buhar basıncı arasındaki farka ve deri üzerindeki nem miktarına bağlıdır.

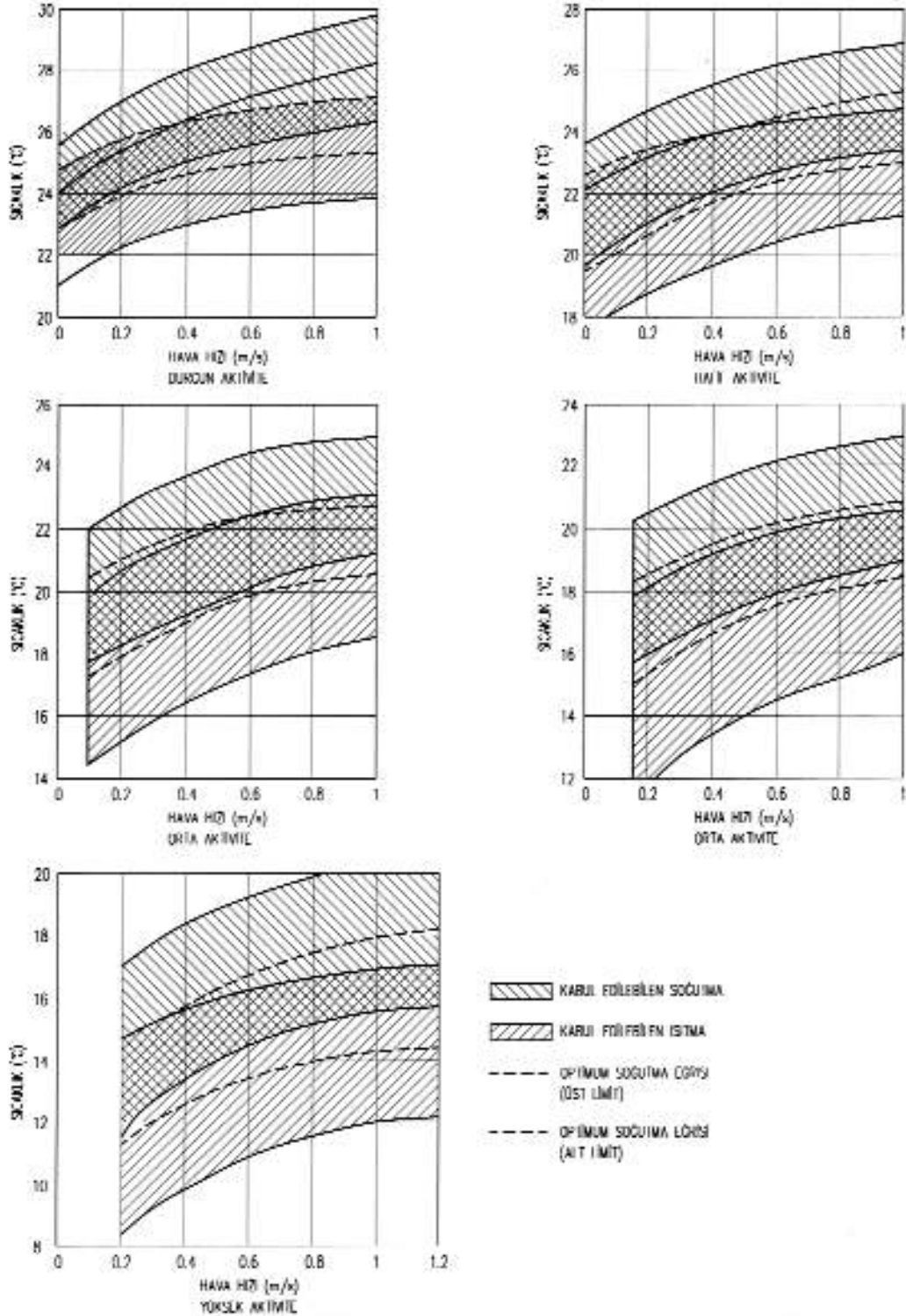
Bu terimin formülasyonu daha karmaşıktır. Ancak burada önemli olan buharlaşma yolu ile ısı kaybının öncelikle ortamdaki neme bağlı olmasıdır. Ortam ne kadar kuru olursa buharlaşma

yolu ile o denli fazla ısı kaybetmek mümkündür. Tam tersine aşırı nemli ortamlarda buharlaşma ile (terleme ile) ısı kaybetmek çok zordur.

Solumun Yolu ile Isı Kaybetmek

Bu yolla ısı kaybı yine solunan havanın sıcaklığına ve özgül nemi-

ne bağlıdır. Oda havası şartlarında solunan hava, yaklaşık vücut sıcaklığında doymuş hava olarak dışarı verilir. Yine solunan hava ne kadar soğuksa ve ne kadar kuru ise vücuttan ısı kaybı o denli yüksek olacaktır. Ancak burada solunan havanın çok kuru veya çok soğuk olması rahatsızlık yaratır.



Şekil 8.5. AKTİVİTE SEVİYELERİNE GÖRE SICAKLIK VE HAVA HIZI ARASINDAKİ İLİŞKİ

9. ISI KAZANCI HESABI

Bir yapının mimarı tasarımında yer alacak cihazların saptanabilmesinin ilk etabı, proje ön raporudur. Bu rapor mimar ve yatırımcı (mal sahibi) ile tartışılıp yapıda uygulanacak sistem kesinleştirilmelidir. Sistem seçiminden sonra binada kullanılacak cihazların kapasite tayini için binanın ısı kazancı hesabı yapılmalıdır. Aşağıda bir binanın basit olarak elle yapılabilecek ısı kazancı hesabı anlatılmıştır.

9.1. DIŞ ISI KAZANCI

9.1.1. Güneşten Radyasyonla Olan Isı Kazancı

Güneşten radyasyonla ısı kazancı pencerelerden meydana gelmektedir. Proje üzerinden pencere yön ve büyüklüklerinin belirlenmesi gereklidir. Pencere detayı çıkartılırken binanın iç mimarisine dikkat edilmelidir. İklimlendirilen mekan tek açık ofis şeklinde olabilir veya oda oda ayrılmış da olabilir. Buna göre, A. Pencere boyutları, B. Pencerenin yön durumu öğrenilmelidir. Mahallin güneş radyasyonundan kaynaklanan soğutma yükünü bulmak için pik yükün olduğu saati bulmak gerekir.

Örnek 1:

Şekil 9.1'de tek hacimli bir mekan için pencerelerden radyasyonla olan ısı kazancı hesabı örneği verilmiştir.

$$P_1 = 2,5 \text{ m}^2 \quad P_3 = 4,0 \text{ m}^2$$

$$P_2 = 1,8 \text{ m}^2 \quad P_4 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Doğu cephesindeki } \Sigma \text{ pencere alanı: } P_1 + P_2 = 4,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Batı cephesindeki } \Sigma \text{ pencere alanı : } P_4 = 2,5 \text{ m}^2$$

a) Pencere yoğunluğu Doğu, KD ve GD cephelerinde fazla ise pik yük saat 8.00 de oluşur.

b) Pencere yoğunluğu Batı, KB ve GB cephelerinde fazla ise pik yük saat 16.00 da oluşur.

$\Sigma P_{\text{doğu}} > \Sigma P_{\text{batı}}$ olduğu için pik yük saat 08.00'de oluşur. Pencereden olan ısı kazancı,

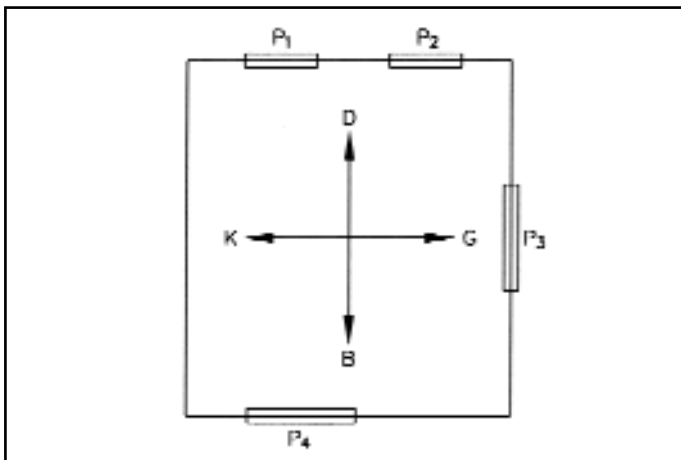
$$Q_R = F \times Q_G$$

olup burada $F = (\text{pencere alanı})$ $Q_G = (\text{radyasyonla gelen ısı akısı Watt/ m}^2)$

$$Q_R = 4,3 \times 500 + 4 \times 50 + 2,5 \times 50 = 2475 \text{ Watt.}$$

Örnek 2:

Şekil 9.3'de bölüntülü mimarisi olan bir mekan için pencerelerden radyasyonla ısı kazancı hesabı örneği verilmiştir.



Şekil 9.1. ÖRNEK 1 İÇİN MİMARİ PLAN

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

Tablo 9.2. Güneş radyasyonu ile çeşitli yöndeki düşey pencerelere gelen ısı akısı (Watt/m²) 40 °C kuzey enlemi

a) Her müstakil alanın pik yük saati ayrı ayrı hesaplanmalı ve bu pik yükü karşılayacak soğutma gücü her mahal için sağlanmalıdır.

b) Katın toplam soğutma yükünün bulunması için kat bazında ayrıca pik yükün olduğu saat belirlenmelidir.

a) Mahal 1: Pencere yoğunluğu KB, GB ⇒ pik yük 16.00'da oluşur.

$$Q_1 = 3 \times 350 + 4 \times 350 = 2450 \text{ W}$$

Mahal 2: $P_2 \Rightarrow \text{KB}$

$P_3 \Rightarrow \text{KD}$ $P_3 > P_2 \Rightarrow$ pik yük 08.00'de oluşur.

$$Q_2 = 3 \times 50 + 4 \times 350 = 1550 \text{ W}$$

Mahal 3: $P_4 \Rightarrow \text{KD}$ pik yük 08.00'de oluşur.

$$Q_3 = 5,2 \times 350 = 1820 \text{ W}$$

Mahal 4: $P_5 \Rightarrow \text{GD}$ pik yük 08.00'de oluşur.

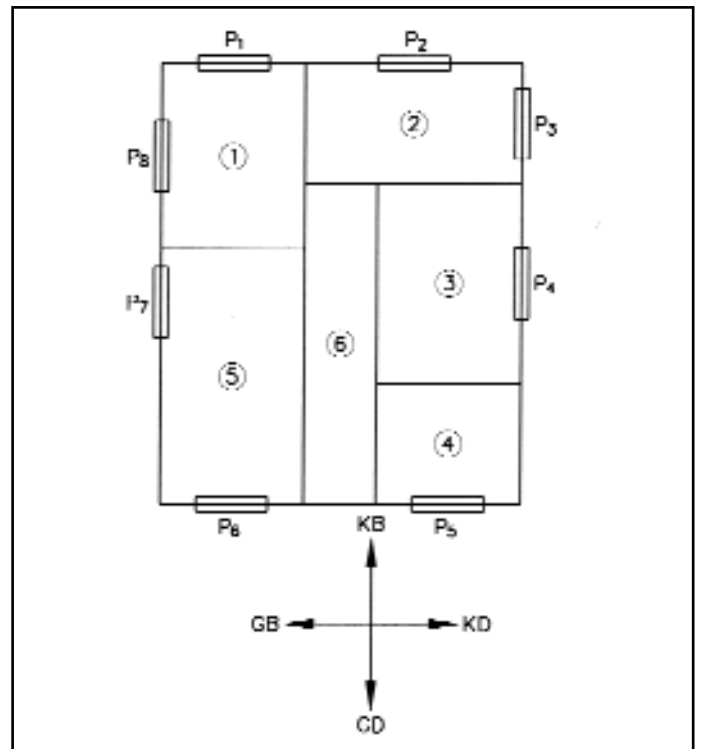
$$Q_4 = 3 \times 350 = 1050 \text{ W}$$

Mahal 5: $P_6 \Rightarrow \text{GD}$

$P_7 \Rightarrow \text{GB}$ $P_7 > P_6 \Rightarrow$ pik yük 16.00'da oluşur.

$$Q_5 = 3 \times 50 + 5,2 \times 350 = 1970 \text{ W}$$

Mahal 6: Güneş radyasyonundan gelen bir soğutma yükü yoktur.



Şekil 9.3. ÖRNEK 2 İÇİN MİMARİ PLAN

SONUÇ: Pencereleden güneş radyasyonu vasıtasıyla oluşan soğutma yükü 1 ve 5 nolu mahallerde saat 16.00 2, 3 ve 4 nolu mahallerde ise saat 08.00'de oluşmaktadır.

b) Katın pik yük saatini bulmak için:

$$P_{GB+KB} = P_7 + P_8 + P_1 + P_2 = 15,2 \text{ m}^2$$

$$P_{GD+KD} = P_5 + P_6 + P_3 + P_4 = 15,2 \text{ m}^2$$

Görüldüğü üzere pik yükün saat 16.00'da olduğu GD/KD cephelelerinde toplam pencere yüzeyi ile pik yükün saat 08.00'de olduğu GB/KB cephelelerindeki toplam pencere yüzeyi eşit çıkmıştır. Bu durumda her iki saat için soğutma yükünü hesap etmek gerekir.

$$Q_{\text{kat}} = (P_1 + P_2) q_{KB} + (P_3 + P_4) q_{KD} + (P_5 + P_6) q_{GD} + (P_7 + P_8) q_{GB}$$

$$\text{Saat 16.00 için} = 6 \times 350 + 9,2 \times 50 + 6 \times 50 + 9,2 \times 350 = 6 \text{ 080 W}$$

$$\text{Saat 08.00 için} = 6 \times 50 + 9,2 \times 350 + 6 \times 350 + 9,2 \times 50 = 6 \text{ 080 W}$$

Katın güneş radyasyonu sonucu oluşan pik soğutma yükü saat 08.00 ile saat 16.00 da eşittir. Eğer pencere yüzeyleri farklı veya eşit pencere halinde soğutma yükü farklı olsaydı, büyük olan değer ele alınacaktı. Ele alınan örnekte bunlar eşit olduğundan, katın güneş radyasyonu nedeniyle oluşan pik soğutma yükü, 6 080 W değerindedir.

NOT: Soğutma yükü hesabı yapılan yer en üst kat ise çatıdan gelen ısı yükünü hesaplamayı unutmamak gerekir.

Radyasyonla olan ısı kazancını azaltmak için çift cam veya renkli cam kullanılması çok faydalıdır. Pencereleden radyasyonla olan ısı kazancı hesaplandıktan sonra, **Tablo 9.4** yardımıyla camın özelliğine ve gölgeleme faktörüne bağlı olarak net radyasyonla olan ısı kazancı hesaplanır.

$$Q_{RN} = K \times Q_R$$

K = gölgeleme faktörü (**Tablo 9.4'den**)

Pencere sürekli gölgede kalıyorsa $K = 0,10$ alınabilir.

Q_R = Radyasyonla olan ısı kazancı

Q_{RN} = Net radyasyonla olan ısı kazancı.

Pencere devamlı gölgede kalıyorsa $K=0,10$ alınabilir.

	Gölgeleme yok	İçte jaluzi veya perde, Açık renk	İçte jaluzi veya perde, Koyu renk	Dışta jaluzi/tente
Normal cam	1.0	0.6	0.75	0.15-0.20
Çift cam	0.9	0.50	0.65	0.15-0.20
Renkli cam	0.40-0.60	-	-	-

Tablo 9.4. PENCERELERDE GÖLGELEME FAKTÖRLERİ

Örnek 3 :

Şekil 9.1'de verilen örnekte toplantı salonunun pencerelerinde içte açık renk jaluzi vardır. Tüm jaluziler pencereleri örtmektedir. Cam cinsi çift camdır. Bu durumda söz konusu mahal için radyasyonla olan ısı kazancı.

$$Q_{RN} = K \times Q_R$$

$$Q_{RN} = 0,5 \times 2.475 = 1237,5 \text{ Watt.}$$

9.1.2. Çatıdan Gelen Yükler

Çatıdan gelen ısı kazancı gün içinde değişim gösterir. Çatıdan gelen ısı kazancını **Tablo 9.5'deki** veriler ışığında, aşağıdaki formül yardımıyla bulunabilir:

$$Q_{\text{ÇATI}} = K \times F \times \Delta t_{\text{eş}}$$

K = Isı geçirgenlik katsayısı ($\text{W/m}^2\text{K}$)

F = Çatı veya teras alanı (m^2)

$\Delta t_{\text{eş}}$ = Eşdeğer sıcaklık farkı olup gün içinde zamana bağlı olarak değişir. ($^{\circ}\text{C}$)

Isı geçirgenlik katsayısı K değerinin çatı yapı bileşenlerine bağlı olarak hesaplanması gereklidir. Yapı bileşenleri bilinmiyorsa pratik olarak aşağıdaki ısı geçirgenlik katsayıları kullanılabilir:

İzolesiz düz çatı veya eğimli çatılarda; $K = 2,20$ ($\text{W/m}^2\text{k}$)

İzoleli (2,5 cm) düz veya eğimli çatılarda $K = 1,0$ ($\text{W/m}^2\text{k}$)

İzoleli (5 cm) düz veya eğimli çatılarda $K = 0,6$ ($\text{W/m}^2\text{k}$)

Örnek 4:

Şekil 9.1'deki mahalın binanın en üst katında olduğunu ve çatı alanının da 150 m^2 ve güneşe maruz 5 cm betonarme+ 5 cm izoleli çatı olduğunu kabul edelim. Çatıdan gelen toplam maksimum ısı kazancı saat 16.00 da oluşacak ve değeri:

$$Q_{\text{ÇATI}} = K \times F \times \Delta t_{\text{eş}}$$

$$= 0,6 \times 150 \times 32 = 2880 \text{ Watt}$$

Şekil 9.1 de pencerelerden güneş radyasyonu sonucu oluşan pik yükün saat 08.00 gerçekleştiğini saptamıştık. Buna karşın çatıdan gelen kazancın pik olduğu saat 16.00 dır. Bu takdirde örneğe tekrar geri dönerek pik saati kontrol etmek gerekir.

$$\text{Saat 8.00 de } Q_{\text{rad}} = 2475 \text{ Watt}$$

$$Q_{\text{çatı}} = 0,6 \times 150 \times 3,3 = 297 \text{ Watt}$$

$$Q_{\text{rad}} + Q_{\text{çatı}} = 2475 + 297 = 2772 \text{ watt}$$

$$\text{Saat 16.00 } Q_{\text{rad}} = P_4 \times q_B = 2,5 \times 500 = 1250 \text{ Watt}$$

$$Q_{\text{çatı}} = 2880 \text{ Watt}$$

$$Q_{\text{rad}} + Q_{\text{çatı}} = 1250 + 2880 = 4130 \text{ Watt}$$

Görüldüğü üzere saat 16.00 oluşan $Q_{\text{rad}} + Q_{\text{çatı}}$ değeri saat 08.00 den fazladır; o halde Örnek 1'deki toplantı salonunun en üst katta olması halinde mahaldeki pik yük saat 16.00'da oluşmaktadır.

9.1.3. Duvar ve Pencereleden Konveksiyonla Olan Isı Kazancı

Duvarlardan konveksiyonla ısı kazancı

Proje üzerinden duvar yön ve büyüklüklerinin çıkartılması gereklidir. Duvar detayı çıkartılırken binanın iç mimarisine dikkat edilmelidir. Klima edilen mekan tek açık ofis şeklinde olabilir veya oda oda ayrılmış da olabilir. Duvardan konveksiyonla ısı kazancı aşağıdaki formül yardımıyla yapılabilir.

$$Q_{\text{duv}} = K \times F \times \Delta t_{\text{eş}} \text{ (W)}$$

K = ısı geçirgenlik katsayısı ($\text{W/m}^2\text{K}$)

F = duvar alanı (m^2)

$\Delta t_{\text{eş}}$ = eşdeğer sıcaklık olup gün içerisinde zamana bağlı olarak değişir. ($^{\circ}\text{C}$)

Isı geçirgenlik katsayısı, yapı elemanları biliniyorsa aşağıda formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$\frac{1}{K} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_d}$$

α = ısı taşınım katsayısı ($\text{W/m}^2\text{K}$)

d = duvar kalınlığı (m)

λ = ısı iletkenliği hesap değeri (W/mK)

Çatı konstrüksiyonunun cinsi	Güneş zamanı								
	öğleden önce			öğleden sonra					
	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Hafif konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz									
2,5 cm tahta veya 2,5 cm tahta + 5 cm izolasyon	6,7	21,1	30,0	34,4	27,8	14,4	5,6	2,2	0,0
Orta konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz									
5 cm betonarme veya 5 cm betonarme+ 5 cm izolasyon	3,3	17	27	28	32	18	7,8	3,3	1,1
5 cm alçı veya 5 cm alçı + 2,5 cm izolasyon	0,0	11,1	22,2	28,9	30,0	23,3	11,1	5,6	3,3
5 cm tahta veya 5 cm betonarme + 10 cm cam yünü kaplı tavan.									
Ağır konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz									
15 cm betonarme	2,2	3,3	13,3	21,1	23,6	24,4	17,8	10,0	6,7
15 cm betonarme+5 cm izolasyon	3,3	3,3	11,1	18,9	23,3	24,4	18,9	11,1	7,8
Gölgedeki çatılar									
Hafif konstrüksiyonlar	-3,2	0,0	3,3	6,7	7,8	6,7	4,4	1,1	0,0
Orta konstrüksiyonlar	-2,2	-1,1	1,1	4,4	6,7	6,7	5,6	3,3	1,1
Ağır konstrüksiyonlar	-1,1	-1,1	0,0	2,2	4,4	5,6	5,6	4,4	2,2

Tablo 9.5 GÜNEŞE MARUZ VE GÖLGEDEKİ ÇATILARA AİT ISI KAZANCININ HESAPLANMASI İÇİN, ($\Delta_{teş}$) EŞDEĞER SICAKLIK FARKLARI (TABLO 40° KUZEY ENLEMİ İÇİN GEÇERLİDİR)

α değeri ısı geçiş yönüne bağlı olarak **Tablo 9.6'dan** alınabilir.
 Duvar yapı bileşenleri bilinmiyorsa ısı geçirgenlik katsayısı için pratik olarak aşağıdaki değerler alınabilir:
 İzoleli (3 cm strophor veya camyünü izoleli) 20 cm. delikli tuğla veya
 20 cm. İzobims / Ytong duvarlarda: $K = 0,75 \text{ W/m}^2\text{k}$
 İzolesiz 20 cm delikli tuğla duvarlarda: $1,60 \text{ W/m}^2\text{k}$
 İzolesiz 20 cm dolu tuğla duvarlarda: $2,3 \text{ W/m}^2\text{k}$
 İzolesiz 20 cm betonarme duvarlarda: $2,9 \text{ W/m}^2\text{k}$
 $\Delta_{teş}$ değeri **Tablo 9.7'den**, duvar alanının en fazla olduğu yöne göre en fazla hangi saatte oluşuyorsa, söz konusu değer okunabilir. $\Delta_{teş}$ değeri okunurken duvar rengi göz önüne alınmalıdır.
Pencerelerden konveksiyonla olan ısı kazancı:
 $Q_{pen} = K \times F \times \Delta_t$
 K = Pencere ısı iletim katsayısı ($\text{W/m}^2\text{K}$) pencere özelliklerine bağlı olarak **Tablo 9.8 den** alınabilir.

Yüzey ve ısı akım yönü		Isı taşınım katsayısı ($\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)
1	Duvar yüzeyleri iç tarafında	7
2	Dış pencere yüzeyleri iç tarafında	10
3	Isı akımı aşağıdan yukarıya olan döşeme yüzeyleri	7
4	Isı akımı yukarıdan aşağıya olan döşeme yüzeyleri	5
5	Dış yüzeylerde	20

Tablo 9.6 İÇ VE DIŞ HAVA TARAFINDAKİ ISI TAŞINIM KATSAYILARI

F = Toplam pencere alanı (m^2)

Δ_t = iç - dış sıcaklık farkı. **Tablo 9.9 ve 9.10'dan yararlanarak** alınabilir. Pratikte bu değer 8°C olarak kabul edilir.

Klimatize edilmeyen mahaller ile olan sıcaklık farkları;

Klimatize edilmeyen komşu mekânlardan olan ısı kazancı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir.

$$Q = K \times F \times \Delta_t$$

K = ısı iletim katsayısı ($\text{Watt/m}^2\text{k}$)

F = komşu duvar alanı (m^2)

Δ_t = sıcaklık farkı (**Tablo 11'den** alınabilir.)

9.1.4. Havalandırmadan Dolayı Gelen Soğutma Yüğü

Yaşam mahallerinde kullanılan halı, kağıt, elektronik eşyalar, ter ve deri döküntülerinden oluşan kirlenme konfor şartlarını etkilemektedir. Ortamın uygun sıcaklıklar arasında tutulması her zaman konfor şartlarını sağlamaz. Bu bakımdan havalandırma şartının 12 ay boyunca sağlanması gereklidir. Taze hava miktarının belirlenmesinde mahallin amacı (büro, konut, sinema, çarşı, restaurant, bar vb.) önemli rol oynar.

Taze hava bağlantılarının her zaman maksimumda tutulup ayarlanabilir olması idealdir. Bunu sağlamak için kullanılacak taze hava vantilatörü hız anahtarı ile ayarlanabilir olması gerekmektedir. Özellikle dış hava sıcaklıklarının düşük olduğu gece ve bahar aylarında daha fazla taze hava olarak soğutma kapasitesini arttırmak mümkündür. (free cooling) **Tablo 9.12'de** kişi başına alınabilecek hava miktarları verilmiştir.

Kuzey yarım küresi duvar yönleri	Güneş zamanı																		Güney yarım küresi duvar yönleri
	Öğleden evvel									Öğleden sonra									
	8		10		12		14		16		18		20		22		24		
	Duvar rengi K = koyu A = açık																		
	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	

23 cm boşluklu tuğla yahut 20 cm briket

KD	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	5,6	8,9	5,6	5,6	3,3	6,7	5,6	7,8	6,7	6,7	5,6	4,4	4,4	GD
D	2,2	1,1	6,7	2,2	10,5	6,7	14,4	7,8	11,1	6,7	6,7	5,6	7,8	6,7	7,8	5,6	5,6	4,4	D
GD	1,1	0,0	1,1	0,0	8,9	4,4	11,1	6,7	11,1	7,8	7,8	6,7	7,8	6,7	6,7	5,6	4,4	3,3	KD
G	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	6,7	3,3	13,3	14,4	14,4	8,9	11,1	7,8	6,7	5,6	4,4	3,3	K
GB	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	3,3	2,2	6,7	14,4	14,4	10,0	16,7	11,1	14,4	10,0	4,4	3,3	KB
B	2,2	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	3,3	2,2	5,6	10,0	10,0	7,8	16,7	12,2	17,8	12,2	10,0	7,8	B
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	2,2	1,1	4,4	6,7	6,7	5,6	12,2	10,0	16,7	12,2	5,6	4,4	GB
K (gölge)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0,0	0,0	3,3	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	3,3	3,3	G (gölge)

23 cm dolu tuğla yahut 35 cm boşluklu tuğla yahut 30 cm briket

KD	1,1	1,1	1,1	1,1	5,6	1,1	8,9	4,4	7,8	4,4	5,6	3,3	5,6	4,4	5,6	5,6	5,6	4,4	GD
D	4,4	5,3	4,4	4,4	7,8	4,4	1,0	5,6	10,0	5,6	7,8	4,4	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	D
GD	4,4	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	7,8	5,6	10,0	6,7	8,9	6,7	6,7	5,6	6,7	5,6	6,7	5,6	KD
G	2,2	1,1	2,2	2,2	2,2	1,1	2,2	1,1	5,6	3,3	8,9	5,6	8,9	6,7	6,7	5,6	5,6	4,4	K
GB	4,4	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	4,4	2,2	5,6	3,3	6,7	4,4	11,1	6,7	13,3	8,9	11,1	7,8	KB
B	4,6	2,2	3,3	3,3	3,3	3,3	4,4	3,3	5,6	3,3	7,8	4,4	11,1	8,9	13,3	8,9	13,3	8,9	B
KB	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	1,1	3,3	2,2	4,4	3,3	5,6	4,4	8,9	7,8	10,0	7,8	GB
K (gölge)	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	3,3	3,3	4,4	4,4	4,4	4,4	3,3	3,3	G (gölge)

33 cm tuğla duvar

KD	4,4	3,3	4,4	3,3	4,4	2,2	4,4	2,2	5,6	2,2	6,7	3,3	6,7	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	GD
D	6,7	4,4	6,7	4,4	6,7	4,4	5,6	3,3	6,7	4,4	7,8	5,6	7,8	5,6	7,8	4,4	7,8	4,4	D
GD	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6,7	4,4	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	4,4	KD
G	4,4	3,3	4,4	3,3	3,3	2,2	3,3	2,2	3,3	2,2	4,4	2,2	5,6	3,3	6,7	4,4	6,7	4,4	K
GB	3,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	4,4	5,6	4,4	6,7	4,4	7,8	5,6	KB
B	6,7	4,4	6,7	4,4	6,7	4,4	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6,7	4,4	8,9	5,6	B
KB	4,4	3,3	4,4	3,3	4,4	2,2	4,4	2,2	4,4	2,2	4,4	2,2	4,4	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	GB
K (gölge)	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	G (gölge)

20 cm betonarme yahut taş yahut 15 veya 20 cm beton blokları

KD	2,2	1,1	2,2	0,0	8,9	4,4	7,8	4,4	5,6	3,3	6,7	4,4	6,7	5,6	5,6	4,4	4,4	3,3	GD
D	3,3	2,2	7,8	4,4	13,3	6,7	13,3	6,7	10,0	5,6	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	5,6	4,4	D
GD	3,3	1,1	3,3	3,3	8,9	5,6	10,0	6,7	10,0	6,7	7,8	6,7	6,7	5,6	6,7	5,6	5,6	4,4	KD
G	1,1	0,6	1,1	1,1	2,2	0,6	6,7	3,3	8,9	6,7	10,0	6,7	7,8	6,7	5,6	4,4	4,4	3,3	K
GB	3,3	1,1	2,2	2,2	3,3	1,1	4,4	2,2	7,8	5,6	12,2	8,9	13,3	8,9	12,2	8,9	5,6	4,4	KB
B	3,3	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	4,4	3,3	6,7	4,4	11,1	7,8	15,6	10,0	14,4	10,0	7,8	5,6	B
KB	4,0	1,1	2,2	2,2	2,2	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	6,7	5,6	11,1	7,8	12,2	8,9	4,4	3,3	GB
K (gölge)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	4,4	4,4	3,3	3,3	2,2	2,2	G (gölge)

30 cm betonarme yahut taş

KD	3,3	2,2	3,3	1,1	3,3	1,1	7,8	4,4	7,8	4,4	5,6	4,4	5,6	4,4	6,7	5,6	5,6	4,4	GD
D	5,6	3,3	4,4	3,3	5,6	3,3	10,0	5,6	10,0	6,7	8,9	5,6	6,7	5,6	7,8	5,6	7,8	5,6	D
GD	4,4	2,2	4,4	2,2	3,3	2,2	7,8	4,4	8,9	5,6	8,9	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	6,7	5,6	KD
G	3,3	2,2	2,2	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	5,6	3,3	7,8	5,6	8,9	6,7	7,8	5,6	5,6	4,4	K
GB	4,4	2,2	4,4	2,2	3,3	2,2	3,3	2,2	4,4	3,3	5,6	4,4	10,0	7,8	11,1	7,8	10,0	6,7	KB
B	5,6	3,3	4,4	3,3	4,4	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6,7	4,4	8,9	5,6	13,3	7,8	12,2	7,8	B
KB	3,3	2,2	3,3	1,1	3,3	1,1	3,3	2,2	3,3	2,2	4,4	3,3	5,6	4,4	10,0	6,7	11,1	7,8	GB
K (gölge)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	4,4	4,4	3,3	3,3	G (gölge)

Tablo 9.7. GÜNEŞE MARUZ VE GÖLGEDEKİ DUVARLARA AİT ISI KAZANCININ HESAPLANMASI İÇİN ($\Delta t_{eş}$) EŞDEĞER SICAKLIK FARKLILIKLARI

Pencereler ve Kapılar	Isı geçirme katsayısı (kcal/hm ² °C)
Ahşap pencere ve kapılar	
Basit tek camlı pencere ve dış kapı	4.5
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 6 mm)	2.8
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 12 mm)	2.5
Camsız dış kapı	3.0
Kasalı çift kanatlı pencere ve dış kapı	2.2
Metal pencere ve kapılar	
Basit tek camlı pencere ve dış kapı	5.0
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 6 mm)	3.4
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 12 mm)	3.1
Kasalı çift kanatlı pencere ve dış kapı	2.8
Plastik (PVC) pencereler	
Basit tek camlı pencere	4.3
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere	2.2

Tablo 9.8. PENCERE VE KAPILARIN ISI GEÇİRME KATSAYISI.

Havalandırmadan dolayı gelen soğutma yükü:

$$\text{Duyulur ısı kazancı } Q_d = 4 \times n \times v \quad (\text{Watt})$$

$$\text{Gizli ısı kazancı } Q_g = 3 \times n \times v \quad (\text{Watt})$$

$$Q_T = 7 \times n \times v \quad (\text{Watt})$$

n = insan sayısı

v = insan başına gerekli hava miktarı (m³/h)

9.2. İÇ ISI KAZANCI

İç ısı enerji kaynakları, bir alanın toplam ısı kazancını oldukça artırabilirler. Tamamen izole, dış ortamla herhangi bir ilişkisi olmayan bir iç alanda, bütün ısı kazancı iç kaynaklardan olacaktır. İç ısı kaynaklarını insanlar, aydınlatma, pişirme cihazları ve elektrikli makineler gibi genel kategoriler halinde ayırabiliriz.

Bütün iç ısı kaynaklarının tam olarak tanımlanamaması ısı kazancının oldukça küçük olmasına, iç ısı kaynaklarının çok marjlı seçilmesi ise oldukça büyük yükler alınmasına sebep olabilir. Her iki durum da istenmemektedir. İç ısı kazancı hesabındaki zorluk insanların, aydınlatma yükünün ve ekipman yükünün ne zaman olduğunu tam bilememekten kaynaklanır. Örneğin, büyük bir ofiste bütün çalışanların her an bulunacağını, bütün aydınlatmanın ve ekipmanların hepsinin aynı anda çalışacağını varsayılması doğru olmayacaktır. Ama, binadaki belirli bir oda için toplam insanların yerinde olduğu, aydınlatma ve ekipmanın tam yükte çalıştığı varsayılarak odanın toplam ısı kazancı hesabı yapılır. Özetle, her hangi bir oda tam yüklü olabilir ama bütün bina hiçbir zaman tam yüklü olmayacaktır. Buna göre, hava soğutma ve dağıtma sistemleri alan yüklerini tam karşılayacak şekilde dizayn edilmeli, ama merkezi soğutma sistemi farklı zamanlarda kullanımları göz önüne alarak, daha düşük kapasiteli olarak dizayn edilmelidir. Bütün binaların iç yük dağılımı ve kullanılması zamanı eldeki bilgiler, tecrübe ve yargı kullanılarak belirlenmelidir.

Şehirler	KIŞ		YAZ	
	Dış hesap sıcaklığı °C	Rüzgar durumu	Kuru ter. Sıcaklığı °C	Yaş ter. Sıcaklığı °C
Adana	0	R	38	26
Adapazarı	-3	R	35	25
Afyon	-12	R	34	21
Ankara	-12	R	34	20
Antakya	0	R	37	28
Antalya	3	R	39	28
Aydın	-3	R	40	26
Balıkesir	-3	R	37	25
Bandırma	-6	R	34	25
Bilecik	-9	R	34	23
Bolu	-15	R	33	23
Burdur	-9	R	36	21
Bursa	-6	R	37	25
Çanakkale	-3	R	34	25
Çankırı	-15	R	37	23
Çorum	-15	R	35	22
Denizli	-6	R	38	24
Diyarbakır	-9	R	43	23
Edirne	-9	R	37	25
Elazığ	-12	R	38	21
Erzincan	-18	R	36	22
Erzurum	-21	R	30	19
Eskişehir	-12	R	34	22
G.Antep	-9	R	39	23
Giresun	-3	R	29	25
Iğdır	-18	R	36	25
Isparta	-9	R	34	21
İskenderun	3	R	37	29
İstanbul	-3	R	33	24
İzmir	0	R	37	24
Kars	-27	R	30	20
Kastamonu	-12	R	34	22
Kayseri	-15	R	36	22
Kırşehir	-12	R	35	21
Kocaeli	-3	R	36	25
Konya	-12	R	34	21
Kütahya	-12	R	33	21
Malatya	-12	R	38	21
Manisa	-3	R	40	25
Mardin	-6	R	38	23
Mersin	3	R	35	29
Muğla	-3	R	37	22
Niğde	-15	R	34	20
Rize	-3	R	30	26
Samsun	-3	R	32	25
Siirt	-9	R	40	23
Sinop	-3	R	30	25
Sivas	-18	R	33	20
Tekirdağ	-6	R	33	25
Trabzon	-3	R	31	25
Urfa	-6	R	43	24
Uşak	-9	R	35	22
Van	-15	R	33	20
Yozgat	-15	R	32	20
Zonguldak	-3	R	32	25

Tablo 9.9. İLLERE BAĞLI PROJE SICAKLIKLARI

DIŞ HAVA SICAKLIĞI °C	ODA SICAKLIĞI °C	ODA NEMİ %
20	20	80
22	21	75
24	22	72
25	22,5	70
26	23	68
28	24	64
30	25	60
32	26	50
34	27	45
36	28	40-30
38	29	40-30
40	30	35-30

Tablo 9.10. KONFOR KLİMASINDA DIŞ HAVA SICAKLIKLARINA BAĞLI ODA İÇ SICAKLIKLARI VE NEM ORANLARI

Cinsi	Sıcaklık farkı °C
Klimatize edilmeyen mahallere bitişik duvarlar	5,5
Mutfak, kazan dairesi, çamaşırhane gibi mahallere bitişik duvarlar	14
Klimatize edilmeyen mahallerin üstündeki döşemeler	5,5
Toprak üstündeki döşemeler	0
Mutfak, kazan dairesi, çamaşırhane gibi mahallerin üstündeki döşemeler	19,5
Üstünde klimatize edilmeyen mahal bulunan tavanlar	5,5
Üstünde mutfak çamaşırhane gibi kısımlar bulunan tavanlar	11

Tablo 9.11. KLİMATİZE EDİLMİYEN MAHALLER İLE OLAN SICAKLIK FARKLARI

Mahaller	İnsan sayısı Kişi/100 m ²	Kişi başına min. taze hava m ³ /h.
Restorantlar	80-100	50-60
Barlar, kokteyl salonu	100	50-60
Konferans, toplantı salonu	60	35
Ofisler	10-15	35
Kumarhaneler	120	50
Mağazalar, showromlar	20	20
Süpermarket	20	25
Tiyatrolar, sinemalar	150	25
Kütüphaneler	20	25
Sınıflar (okullar)	50	25
Spor salonları	40	50
Diskotekler, balo salonları	100	50
Ocakbaşı	35	50-60
Sinema	Koltuk sayısına bağlı	25-50
Berber, kuaför	25	50

Tablo 9.12. KİŞİ BAŞINA TAZE HAVA MİKTARLARI

9.2.1. İnsanlardan Gelen Isı Kazancı

İnsandan gelen ısı kazancı duyulur ve gizli ısı olarak iki kısma ayrılır. Duyulur ve gizli ısının toplamı, yapılan aktivitenin türüne göre değişmektedir. Genel olarak, duyulur ısının oranı aktivitenin miktarının artmasıyla artar. Tablo 9.13'de klimatize edilen mekanlardaki insanların oluşturduğu ısı kazancı değerleri verilmiştir.

MAHALLER	DUYULUR	GİZLİ	TOPLAM
Okullar, tiyatro, sinema	70	40	110
Ofisler, konutlar, oteller	70	60	130
Mağazalar, dükkanlar	70	60	130
Bankalar	75	70	145
Restorantlar	80	80	160
Diskotekler, barlar	95	150	245
Spor salonları	150	275	425

Tablo 9.13 İNSANLARDAN OLAN ISI KAZANCI (W/kişi)

9.2.2. Aydınlatmadan Oluşan Isı Kazancı

Aydınlatma genel olarak iç ısı kazancının en önemli elemanı olduğundan, doğru bir iç ısı kazancı hesabı için aydınlatma yükünün iyi hesaplanması gerekmektedir. Herhangi bir andaki ısı kazancının oranı, ortamdaki aydınlatmaya sağlanan o anki güçten oldukça farklı olabilir. Lambalar gibi ışık kaynaklarının yuvalarıyla ilgili elemanlardan yüklü bir ilave geliyor olsa da, aydınlatmadan gelen ısının ana kaynağı ışık yayan elementler veya lambalardır. Klima yapılan hacimlerdeki aydınlatma tesisatından gelen ısı kazancı:

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

$$Q_{TA} = \text{Mahaldeki toplam aydınlatma gücü (W)}$$

$$k_1 = \text{Kullanma faktörü}$$

$$k_2 = \text{Özel armatür faktörü 1,0-1,2}$$

Aydınlatmadan gelen ısı kazancının hesabında en önemli konu kullanma faktörünün tayinidir. Ofis, mağaza, dükkan, konferans ve toplantı salonları gibi ticari binalarda $k_1 = 1$ olarak alınacaktır. Konut ve otel odalarında güneş yükünün maksimum olduğu saatlerde, genellikle çok düşük aydınlatma yapıldığı için, aydınlatmadan gelen yükler aşırı olmadığı sürece ihmal edilebilir. Keza sinema ve tiyatrolarda da sahne aydınlatması hariç genel aydınlatma ihmal edilebilir. Aydınlatmadan dolayı m² ye gelen yükler için aşağıdaki tecrübi değerler kullanılabilir.

$$\text{Konutlar, otel odaları} : 20 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Ofisler, konferans salonları} : 30-50 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Mağazalar, showromlar} : 100-150 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Süpermarketler (yiyecek bölümü)} : 60-80 \text{ W/m}^2$$

$$\text{(avize bölümü)} : 600-900 \text{ W/m}^2$$

$$\text{(elektronik eşya)} : 300-500 \text{ W/m}^2$$

9.2.3. Cihazlardan gelen ısı kazancı;

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

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

$$q_m = \text{motor ısı eşdeğeri, (kW)}$$

$$P = \text{motor gücü (kW)}$$

$$E_m = \text{motorun verimi, ondalık oran olarak } < 1,0$$

YAPI CİNSLERİ	Duyulur Isı Oranı			Toplam Soğutma Yüğü kcal/m ² h			Oda Duyulur Isısı kcal/m ² h			Yoğunluk m ² / Şahıs			Aydınlatma Watt / m ²			Kişi Başına Toplam Soğutma Ton / Şahıs			Havalandırma m ³ / h, m ²		
	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.
Apartmanlar, otel odaları	0.80	0.84	0.94	35	54	81	24	33	46	9.3	16.3	30.2	2.2	6.5	9.7	0.446	0.58	0.72	9.1	12.8	16.5
Sanat müzeleri ve kütüph.	0.80	0.83	0.90	81	138	203	54	95	422	3.7	5.6	7.4		10.8	21.5	0.12	0.23	0.40	16.8	29.3	38.4
Bankalar (özel ofisler hariç)	0.75	0.83	0.88	95	146	203	57	103	130	3.7	5.5	7.4	9.4	16.1	24.7	0.135	0.258	0.405	20.1	36.6	45.7
Büyük mağazalar																					
Bodrum kat	0.65	0.73	0.85	65	92	106	43	57	71	1.9	2.3	2.8	8.5	20.4	22.6	0.066	0.113	0.126	13.7	18.3	22.0
Zemin kat	0.72	0.80	0.88	71	108	163	49	81	117	1.5	2.3	4.1	15.4	32.3	54.9	0.078	0.106	0.145	15.5	25.6	36.6
Üst katlar	0.74	0.82	0.94	65	84	108	43	57	71	3.6	5.2	6.8	12.8	20.4	32.3	0.107	0.125	0.227	13.7	18.3	22.0
Oteller genel hacimler	0.74	0.82	0.89	87	144	201	54	98	125	3.7	5.4	7.2	9.1	12.9	23.7	0.13	0.24	0.41	16.8	31.1	38.4
Ofis binaları	0.84	0.91	0.93	62	98	141	52	71	100	7.5	10.2	12.1	8.9	17.7	28.0	0.204	0.283	0.389	18.3	23.8	34.8
Ofisler küçük odalar	0.82	0.89	0.93	89	122	174	65	89	117	4.6	6.8	11.9	5.7	15.5	36.6	0.195	0.308	0.463	22.0	31.1	40.2
Lokantalar	0.65	0.72	0.80	244	320	420	108	141	217	1.2	1.4	1.6	16.1	18.3	21.5	0.121	0.164	0.225	32.9	43.9	67.7
Özel dükkanlar																					
Berber ve güzellik salonları	0.69	0.80	0.91	136	206	317	89	152	244	2.3	3.8	4.3	29.3	54.9	100.0	0.140	0.262	0.392	27.4	47.6	76.8
Elbise, konfeksiyon	0.70	0.796	0.85	95	117	176	54	71	95	2.8	3.7	4.6	8.0	19.0	37.7	0.087	0.143	0.271	16.5	22.0	29.3
Eczane	0.66	0.72	0.79	182	239	296	108	136	146	1.6	2.1	3.3	10.8	19.7	26.9	0.180	0.198	0.240	32.9	42.1	54.9
Oyun salonları	0.65	0.725	0.825	95	149	271	41	84	114	1.4	2.2	3.3	12.3	26.9	58.1	0.075	0.102	0.168	12.8	25.6	36.6
Şapka	0.72	0.79	0.86	103	122	176	60	76	108	2.8	3.7	4.6	8.1	19.4	29.1	0.088	0.145	0.273	18.3	23.8	34.8
Ayakkabı	0.74	0.795	0.877	108	149	217	71	95	122	1.8	2.8	4.6	12.9	19.4	32.3	0.100	0.146	0.185	22.0	29.3	38.4
Tiyatrolar, aditoryumlar	0.65	0.70	0.722	160	168	178	82	91	97	0.563	0.709	1.804	-	-	-	0.053	0.055	0.059	26	34	51
Okullar, kolejler, üniversite										1.9	2.3	2.8	21.5	43.1	64.6	0.085	0.134	0.201	18.3	29.3	40.3
Fabrika: Makina alanları										2.3	3.3	4.6	32.3	48.4	64.6	0.103	0.237	0.547	36.6	65.9	101
Hafif imalat										9.3	13.9	18.6	96.9	10.8	12.9	0.500	1.000	2.000	29.3	45.8	69.5
Ağır imalat										18.6	23.2	27.9	16.1	48.4	64.6	2.000	3.135	4.982	45.8	73.2	119
Hastaneler: Hasta odaları										2.3	4.6	7.0	10.8	16.1	21.5	0.090	0.225	0.458	6.0	10.1	12.3
Genel hacimler										4.6	7.4	9.3	10.8	16.1	21.5	0.282	0.569	0.912	18.3	22.9	26.5
Konutlar : Büyük										19.6	38.2	56.7	10.8	21.5	53.8	0.352	0.822	1.606	14.6	22.0	29.3
Orta										19.6	33.5	56.7	7.5	16.1	32.3	0.302	0.656	1.524	12.8	20.1	25.6

Tablo 9.14. SOĞUTMA YÜKÜ HESAPLARINDA, BULUNAN DEĞERLERİN KONTROLÜ İÇİN (DEĞER MUKAYESE TABLOSU)

F_1 = motor-yük faktörü

F_u = motor-kullanma faktörü

Motor-kullanma faktörü, motorun işletme saatleri arasında kayda değer sürelerce çalışmadığı biliniyorsa (örneğin, kapı açma cihazı gibi) kullanılabilir. Ticari uygulamalar için 1,0 olarak alınır.

Motor-yük faktörü, soğutma yükü hesabının şartları altındaki verilen yükün oranını verir. Yukarıdaki formülde motorun ve cihazın aynı klimatize edilen alanda olduğu varsayılmıştır. Eğer cihaz klimatize alanın içindeyken motor alanın veya hava akımın dışında ise formül aşağıdaki şekle gelecektir:

$$q_m = P \cdot F_1 \cdot F_u$$

Eğer motor içeride, motorla çalışan ekipman klimatize edilen alanın veya hava akımının dışında ise formül aşağıdaki şekle gelecektir:

$$q_m = P \cdot [(1,0 - E_m) / E_m] \cdot F_1 \cdot F_u$$

Bu formül, klimatize alandan dışarı hava veya sıvı atan, alan için-

deki fan veya pompa için de geçerlidir. Uygulama alanındaki voltaj, cihazların plakalarında yazan voltaj değerinden daha az veya yüksek olabilir. Her iki durumda da verim düşecektir. Eğer elektrik motorunun yükü, toplam soğutma yükünün belli bir kısmını oluşturuyorsa, verim değeri üreticiye danışılmalıdır. Ayrıca, tasarıma bağlı olarak, maksimum verim toplam yükün %75 ile %110'u arasında oluşur; eğer az veya aşırı yüklenme yapılırsa verim değeri üreticinin listesindeki değerden farkedebilir.

Bir motorun oluşturduğu ısı genelde aşırı yüklenme limitleri içindeyken motor yüküyle doğru orantılıdır. Tipik yüksüz motorlarda, sabit kayıplar ve diğer sebeplerden dolayı F_1 bire eşit olarak alınır. Durum sabitlenmediyse az veya aşırı yüklenme durumları için düzeltme yapmaya gerek yoktur. F_1 doğru olarak belirlenebilir ve azaltılmış yük verimi verileri motor üretici firmadan elde edilebilir. Üreticinin teknik verileri aksini söylemedikçe, soğutma yükü hesapları için ısı

KULLANIM ÖZELLİĞİ	YAPI ÖZELLİĞİ	ISI KAZANCI HESABI
Ev Banka şubesi Büro Toplantı salonu(küçük) Mağaza(küçük)	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	Klimatize edilecek alanın M ² 'si başına 100 kcal/h m ²
Ev Banka şubesi Büro Toplantı salonu(büyük) Mağaza(büyük)	Eski bina Tek camlı pencere İzolesiz duvar İzolesiz çatı Giydirme cephe Boydan boya cam	Klimatize edilecek alanın M ² 'si başına 130 kcal/h m ²
Restaurant Kafeterya Konferans salonu	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	80 kcal/h m ² + (insan sayısı x 100 kcal/h)
Sinema salonu	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	İnsan sayısı x 100 kcal/h
Bar Gece kulübü Diskotek	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	İnsan sayısı x 200 kcal/h Bu mahallerde ayrıca elektrik ve aydınlatma yükü hesaba alınmalıdır.

Tablo 9.15 GLOBAL ISI KAZANCI DEĞERLERİ (HAVALANDIRMA KAZANÇLARI HARİÇ)

kazancının %70'i radyasyon %30'u konveksiyon olarak bölünür. Klima edilen ortamda muhtelif ısı yayan elemanlar var ise verdikleri ısı, ürün kataloglardan tespit edilerek toplam ısı kazancına eklenmelidir. Örneğin, Bilgisayar 116 W/adet ve Fotokopi 290 W/adet

9.3. PRATİK SOĞUTMA YÜKÜ DEĞERLERİ

Tablo 9.14'de pratikte karşılaşılan soğutma yükü değerleri karşılaştırma için bir arada verilmiştir. Hesaplanan soğutma yüklerinin normal hallerde bu tabloda verilen değerler arasında olması beklenir. Elbette bu tablo sınırlayıcı ve bağlayıcı değildir. Tablo 9.15'de ise çeşitli tip yapılar için global ısı kazancı değerleri verilmiştir.

10. PSİKROMETRİ

Psikrometri, nemli havanın termodinamik özellikleri ve bu özellikleri kullanılarak nemli havadaki işlemler ile ilgilenen termodinamiğin bir dalıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile sıcaklığa bağlı olarak termodinamik özellikler için yeni formüller bulunmuştur. Bu yeni formüllere göre, nemli havaya ve suya ait termodinamik özellikler **Tablo 10.1 ve 10.2** olarak sunulmuştur.

10.1. KURU VE NEMLİ HAVANIN BİLEŞİMİ

Atmosferik hava çok sayıdaki gaz ve su buharının karışımı ile çeşitli kirli gaz, çiçek tozları (polen) ve dumandan oluşur. Genelde kirlenici kaynaklardan uzakta atmosferik hava içinde duman ve kirli gazlar bulunmaz.

Kuru hava ise içindeki su buharı tamamen alınmış atmosferik havadır. Hassas ölçmeler ile kuru havanın karışımının izafi olarak sabit olduğu gösterilmiştir. İçindeki bileşenler, coğrafi bölgelere, yüksekliğe ve zamana bağlı olarak çok az değişebilmektedir. Hacimsel olarak kuru hava yaklaşık olarak %78,084 azot, %20,9476 oksijen, %0,934 argon, %0,0314 karbondioksit, %0,001818 neon, %0,000524 helyum, %0,0002 metan, %0 ila 0,0001 kükürt dioksit, %00005 hidrojen ve toplam %0.0002 kripton, ksenon, ozon gazlarından oluştuğu kabul edilir. Nemli havanın, kuru hava ile su buharının karışımı olarak iki bileşenden meydana geldiği kabul edilir.

Hava içindeki su buharının miktarı, sıfırdan (kuru hava), sıcaklık ve basınca bağlı olarak bir maksimum değere kadar değişir.

Hava içinde su buharının maksimum olma durumu, doymuş olarak adlandırılır ve nemli hava ile yoğuşmuş suyun (sıvı veya katı) doğal denge halidir. Aksi belirtilmedikçe, yoğuşmuş su yüzeyine temasta olan havanın temasta olduğu kısım, doymuş olarak kabul edilir.

10.2. STANDART ATMOSFER

Atmosferik havanın barometrik basıncı ve sıcaklığı esas olarak deniz seviyesinden olan yükseklikle değiştiği gibi, coğrafi durumla ve hava şartları ile de değişir. İklimlendirme mühendisliğinde belirli bir referansa göre, çeşitli yüksekliklerde havanın fiziksel özelliklerini bulabilmek için standart atmosfer tanımı gereklidir. Deniz seviyesinde standart havanın sıcaklığı 15°C, standart barometrik basıncı ise 101,325 kPa değerlerindedir. Trofosfere (atmosferin alt katmanına) kadar havanın sıcaklığının, yükseklik ile doğrusal değiştiği ve strotosferde sabit değere ulaştığı kabul edilir.

Atmosferin alt kısımlarında kuru havanın bileşiminin sabit olduğu ve ideal gaz davranışı gösterdiği kabul edilir. Standart yer çekimi, 9,807 m/s² değerindedir. Deniz seviyesinden olan yüksekliklere göre, standart atmosferik havanın sıcaklık ve basıncının değişimleri **Tablo 10.3'de** verilmiştir.

10.3. NEMLİ HAVANIN TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİ

Standart atmosferik basınç 101,325 kPa değerinde, -60 ila 90°C sıcaklıkları için nemli havanın fiziksel özelliklerinin değişimleri, **Tablo 10.1'de** görülmektedir. Bu tabloda verilen onbeş sütunun her birinin açıklaması aşağıda verilmiştir.

$t(^{\circ}\text{C})$ = Celsius sıcaklığı olup, $T(\text{K})$ mutlak sıcaklığı ile arasında $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ bağlantısı vardır.

W_s = kuru havanın kütesine göre tanımlanmış, doymuş havanın öz-

gül nemi, $kg_{nem} / kg_{kuru\ hava}$. Belirli sıcaklık ve basınçta nemli havanın özgül nemi sıfır ile W_s arasında değişir.

v_a = kuru havanın özgül hacmi, m³/kg.

$v_{as} = v_s - v_a$, aynı sıcaklık ve basınçta kuru havanın kütesine göre tanımlanmış doymuş havanın özgül hacmi ile kuru havanın özgül hacminin farkı, m³/kg_{kuru hava}

v_s = kuru havanın kütesine göre tanımlanmış nemli havanın özgül hacmi, m³/kg_{kuru hava}

h_a = kuru havanın kütesine göre tanımlanmış kuru havanın entalpisi, kJ / kg_{kuru hava}. Standart atmosferik basınçta ve 0 °C sıcaklıkta kuru havanın entalpisi, **Tablo 10.1'de** sıfır kabul edilmiştir.

$h_{as} = h_s - h_a$, aynı atmosferik basınç ve sıcaklıkta kuru havanın kütesine göre tanımlanmış olan doymuş havanın entalpisi ile kuru havanın entalpisi arasındaki fark, kJ / kg_{kuru hava}

h_s = kuru havanın kütesine göre tanımlanmış olan doymuş havanın entalpisi, kJ / kg_{kuru hava}

s_a = kuru havanın kütesine göre tanımlanmış olan nemli havanın entropisi (kJ / kg_{kuru hava}.K). Standart atmosferik basınçta ve 0°C sıcaklıkta kuru havanın entropisi, **Tablo 10.1'de** sıfır kabul edilmiştir.

$s_{as} = s_s - s_a$, aynı atmosferik basınç ve sıcaklıkta kuru havanın kütesine göre tanımlanmış olan doymuş havanın entropisi ile kuru havanın entropisi arasındaki fark (kJ / kg_{kuru hava}.K).

s_s = kuru havanın kütesine göre tanımlanmış olan doymuş havanın entropisi, (kJ / kg_{kuru hava}.K).

h_w = belirli basınç ve sıcaklıkta doymuş hava içinde yoğuşmuş suyun (sıvı veya katı fazda) denge halindeki entalpisi, kJ/kg_{su}. Doyma basıncında ve üçlü noktadaki (0,01°C) sıvı fazındaki suyun entalpisi, **Tablo 10.1'de** sıfır kabul edilmiştir.

s_w = doymuş hava içinde yoğuşmuş suyun (sıvı veya katı fazdaki) entropisi, kJ / kg_{su}. K

p_s = doymuş hava içindeki su buharının kısmi basıncı, kPa. Bu p_s basıncı, saf suyun doyma basıncı olan p_{ws} değerinden çok az farketmektedir. Sıcaklığı t , basıncı p olan doymuş havadaki su buharının mol oranı x_{ws} ise bu ortamda bu basınç, $p_{ws} = x_{ws} \cdot p$ bağlantısı ile verilmektedir. Bu bağlantıda p ortamın toplam basıncını göstermektedir.

10.4. DOYMUŞ SUYUN TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİ

Doymuş suyun termodinamik özellikleri **Tablo 10.2'de** görülmektedir. Tablodaki semboller bu konudaki literatüre uygun olarak verilmiş olup buradaki özellikler termodinamik sıcaklık skalasına dayanmaktadır. Doymuş suyun entalpi ve entropisinin her ikisi de üçlü noktada (0,01°C) sıfır olarak alınmıştır.

Nemli havanın özelliklerinin hesabında, doymuş su buharının basıncının bilinmesi gereklidir. Bu değerler **Tablo 10.2'den** alınabilir.

10.5. NEM İLE İLGİLİ TANIMLAR

Özgül nem (W), gözönüne alınan nemli hava içindeki nem kütesinin kuru hava kütesine oranı olup,

$W = M_w / M_a$ şeklinde formüle edilir.

Mol oranı (x_i) karışım içindeki i bileşenin mol sayısının (n_i), karışımın toplam mol sayısına (n) oranıdır. Kuru havanın mol oranı x_a , su

t, °C	Mutlak basınç kPa p	Doymuş sıvı v_f / v_f	Özgül hacim m ³ /kg		Antalpi kJ/kg			Entropi kJ/kg.K			°C
			Buharlaşma v_{fg} / v_{fg}	Doymuş buhar v_g / v_g	Doymuş sıvı h_f / h_f	Buharlaşma h_{fg} / h_{fg}	Doymuş buhar h_g / h_g	Doymuş sıvı s_f / s_f	Buharlaşma s_{fg} / s_{fg}	Doymuş buhar s_g / s_g	
-60	0.00108	0.001082	90942.00	90942.00	-446.40	2836.27	2389.87	-1.6854	13.3065	11.6211	60
-59	0.00124	0.001082	79858.69	79858.69	-444.74	2836.46	2391.72	-1.7667	13.2452	11.5677	59
-58	0.00141	0.001082	70212.37	70212.37	-443.06	2836.64	2393.57	-1.6698	13.8145	11.5147	58
-57	0.00161	0.001082	61805.35	61805.35	441.38	2836.81	2395.43	-1.6630	13.1243	11.4623	57
-56	0.00184	0.001082	54469.39	54469.39	439.69	2836.97	2397.28	-1.6542	13.0646	11.4104	56
-55	0.00209	0.001082	48061.05	48061.05	438.00	2837.13	2399.12	-1.6464	13.0054	11.3590	55
-54	0.00238	0.001082	42455.57	42455.57	436.29	2837.27	2400.98	-1.6386	12.9468	11.3082	54
-53	0.00271	0.001083	37546.09	37546.09	434.59	2837.42	2402.83	-1.6308	12.8886	11.2578	53
-52	0.00307	0.001083	33242.14	33242.14	432.87	2837.55	2404.68	-1.6230	12.8309	11.2079	52
-51	0.00348	0.001083	29464.67	29464.67	-431.14	2837.68	2406.53	-1.6153	12.7738	11.1585	51
-50	0.00394	0.001083	26145.01	26145.01	429.41	2837.80	2408.39	-1.6075	12.7170	11.1096	50
-49	0.00445	0.001083	23223.69	23223.70	427.67	2837.91	2410.24	-1.5997	12.6608	11.0611	49
-48	0.00503	0.001083	20651.68	20651.69	425.93	2838.02	2412.09	-1.5919	12.6051	11.0131	48
-47	0.00568	0.001083	18383.50	18383.51	424.27	2838.12	2413.94	-1.5842	12.5498	10.9656	47
-46	0.00640	0.001083	16381.35	16381.36	422.41	2838.21	2415.79	-1.5764	12.4949	10.9185	46
-45	0.00721	0.001984	14612.35	14512.36	420.65	2838.29	2417.65	-1.5686	12.4405	10.8719	45
-44	0.00811	0.001084	13047.65	13047.66	418.87	2838.37	2419.50	-1.5609	12.3866	10.8257	44
-43	0.00911	0.001084	11661.85	11661.85	417.09	2838.44	2421.35	-1.5531	12.3330	10.7799	43
-42	0.01022	0.001084	10433.85	10433.85	415.30	2838.50	2423.20	-1.5453	12.2799	10.7346	42
-41	0.01147	0.001084	9344.25	9344.25	-413.50	2838.55	2425.05	-1.5376	12.2273	10.6897	41
-40	0.01285	0.001084	8376.33	8376.33	-411.70	2838.60	2426.90	-1.5298	12.1750	10.6452	40
-39	0.01438	0.001085	7515.86	7515.87	409.88	2838.64	2428.76	-1.5221	12.1232	10.6011	39
-38	0.01608	0.001085	6750.36	6750.36	-508.07	2838.67	1430.61	-1.5143	12.0718	10.5575	38
-37	0.01796	0.001085	6068.16	6068.17	-406.24	2838.70	2432.46	-1.5066	12.0208	10.5142	37
-36	0.02004	0.001085	5459.82	5459.82	404.40	2838.73	2434.31	-1.4988	11.9702	10.4713	36
-35	0.02235	0.001085	4917.09	4917.10	402.56	2838.73	2436.16	-1.4911	11.9199	10.4289	35
-34	0.02490	0.001085	4432.36	4432.37	400.72	2838.73	2438.01	-1.4833	11.8701	10.3868	34
-33	0.02771	0.001085	3998.71	3998.71	398.86	2838.72	2439.86	-1.4756	11.8207	10.3451	33
-32	0.03082	0.001086	3610.71	3610.71	397.00	2838.71	2441.72	-1.4678	11.7716	10.3037	32
-31	0.03424	0.001086	3263.20	3263.20	395.12	2838.69	2443.57	-1.4601	11.7229	10.2628	31
-30	0.03802	0.001086	2951.64	2951.64	-393.25	2838.66	2445.42	-1.4524	11.6746	10.2222	30
-29	0.04217	0.001086	2672.03	2672.03	-391.36	2838.63	2447.27	-1.4446	11.6266	10.1820	29
-28	0.04673	0.001086	2420.89	2420.89	-389.47	2838.59	2449.12	-1.4369	11.4790	10.1421	28
-27	0.05174	0.001086	2195.23	2195.23	-387.57	2838.53	2450.97	-1.4291	11.5318	10.1026	27
-26	0.05725	0.001087	1992.15	1992.15	-385.66	2838.48	2452.82	-1.4214	11.4849	10.0634	26
-25	0.06329	0.001087	1809.35	1809.35	383.74	2838.41	2454.67	-1.4137	11.4383	10.0246	25
-24	0.06991	0.001087	1644.59	1644.59	381.34	2838.34	2456.52	-1.4059	11.3921	9.9862	24
-23	0.07716	0.001087	1495.98	1495.98	379.89	2838.26	2458.37	-1.3982	11.3462	9.9480	23
-22	0.08510	0.001087	1361.94	1361.94	377.95	2838.17	2460.22	-1.3905	11.3007	9.9102	22
-21	0.09378	0.001087	1240.77	1240.77	376.01	2838.07	2462.06	-1.3828	11.2555	9.8728	21
-20	0.10326	0.001087	1131.27	1131.27	-374.06	2837.97	2463.91	-1.3750	11.2106	9.8356	20
-19	0.11362	0.001088	1032.18	1032.18	-372.10	2837.86	2465.76	-1.3673	11.1661	9.7988	19
-18	0.12492	0.001088	942.46	942.47	-370.13	2837.74	2467.61	-1.3596	11.1218	9.7623	18
-17	0.13725	0.001088	861.17	861.18	-368.15	2837.61	2469.46	-1.3518	11.0779	9.7261	17
-16	0.15068	0.001088	787.48	787.49	-366.17	2837.47	2471.30	-1.3441	11.0343	9.6902	16
-15	0.16530	0.001088	720.59	720.59	-364.18	2837.33	2473.15	-1.3364	10.9910	9.6546	15
-14	0.18122	0.001088	659.86	659.86	-362.18	2837.18	2474.99	-1.3287	10.9480	9.6193	14
-13	0.19852	0.001089	604.65	604.65	-360.18	2837.02	2476.84	-1.3210	10.9053	9.5844	13
-12	0.21732	0.001089	554.45	554.45	-358.17	2836.85	2478.68	-1.3132	10.8629	9.5497	12
-11	0.23774	0.001089	508.75	508.75	-356.15	2836.68	2480.53	-1.3055	10.8208	9.5153	11
10	0.25990	0.001089	467.14	467.14	-354.12	2836.49	2482.37	-1.2978	10.7790	9.4812	10
9	0.28393	0.001089	429.21	429.21	-352.08	2836.30	2484.22	-1.2901	10.7375	9.4474	9
8	0.30998	0.001090	394.64	394.64	-350.04	2836.10	2486.06	-1.2824	10.6962	9.4139	8
7	0.33819	0.001090	363.07	363.07	-347.99	2835.89	2487.90	-1.2746	10.6552	9.3806	7
6	0.36874	0.001090	334.25	334.25	-345.93	2835.68	2489.74	-1.2669	10.6145	9.3476	6
5	0.40176	0.001090	307.91	307.91	-343.87	2835.45	2491.58	-1.2592	10.4741	9.3149	5
4	0.43747	0.001090	283.83	283.83	-341.80	2835.22	2493.42	-1.2515	10.5340	9.2825	4
3	0.47606	0.001090	261.79	261.79	-339.72	2834.98	2495.26	-1.2438	10.4941	9.2501	3
2	0.51772	0.001091	241.60	241.60	-337.63	2834.72	2497.10	-1.2361	10.4544	9.2184	2
1	0.56267	0.001091	223.11	223.11	-335.53	2834.47	2498.93	-1.2284	10.4151	9.1867	1
0	0.61115	0.001091	206.16	206.16	-333.43	2834.20	2500.77	-1.2206	10.3760	9.1553	0
0	0.6112	0.001090	206.141	206.143	-0.04	2500.81	2500.77	-0.0002	9.1555	9.1553	0
1	0.6571	0.001090	192.455	192.456	4.18	2498.43	2502.61	0.0153	9.1134	9.1286	1
2	0.7060	0.001090	179.769	179.770	8.19	2496.05	2504.45	0.0306	9.0716	9.1022	2
3	0.7580	0.001090	168.026	168.027	12.60	2493.68	2506.28	0.0459	9.0302	9.0761	3
4	0.8135	0.001090	157.137	157.138	16.81	2491.31	2508.12	0.0611	8.9890	9.0501	4
5	0.8725	0.001090	147.032	147.033	21.02	2488.94	2509.96	0.0763	8.9482	9.0244	5
6	0.9355	0.001090	137.653	137.654	25.22	2486.57	2511.79	0.0913	8.9077	8.9990	6
7	1.0020	0.001090	128.947	128.948	29.42	2484.20	2513.62	0.1064	8.8674	8.9738	7
8	1.0728	0.001090	120.850	120.851	33.62	2481.84	2515.46	0.1213	8.8273	8.9488	8
9	1.1481	0.001090	113.326	113.327	37.82	2479.47	2517.29	0.1362	8.7878	8.9245	9
10	1.2280	0.001090	106.328	106.329	42.01	2477.11	2519.12	0.1511	8.7484	8.8995	10
11	1.3127	0.001090	99.812	99.813	46.21	2474.74	2520.95	0.1659	8.7093	8.8752	11

Tablo 10.2. DOYMUŞ SU BUHARININ TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİ

t, °C	Mutlak basınç p	Özgül hacim m ³ /kg			Aentalpi kJ/kg			Antropi kJ/kg.K			°C
		Doymuş sıvı v _f / v _f	Buharlaşma v _{fg} / v _{fg}	Doymuş buhar v _g	Doymuş sıvı h _f / h _f	Buharlaşma h _{fg} / h _{fg}	Doymuş buhar h _g	Doymuş sıvı s _f / s _f	Buharlaşma s _{fg} / s _{fg}	Doymuş buhar s _g	
12	1.4026	0.001001	93.743	93.744	50.40	2472.38	2522.78	0.1806	8.6705	8.8511	12
13	1.4978	0.001001	88.088	88.089	54.59	2470.02	2524.61	0.1953	8.6319	8.8272	13
14	1.4987	0.001001	82.813	82.816	58.78	2467.66	2526.44	0.2099	8.5936	8.8035	14
15	1.7055	0.001001	77.897	77.898	62.97	2465.30	2528.26	0.2244	8.5556	8.7801	15
16	1.8184	0.001001	73.307	73.308	67.16	2462.93	2530.09	0.2389	8.5178	8.7568	16
17	1.9380	0.001001	69.021	69.022	71.34	2460.57	2531.92	0.2534	8.4804	8.7338	17
18	2.0643	0.001002	65.017	65.018	75.53	2458.21	2533.74	0.2678	8.4431	8.7109	18
19	2.1978	0.001002	65.274	61.273	79.72	2455.85	2535.56	0.2821	8.4061	8.6883	19
20	2.3388	0.001002	57.774	57.773	83.90	2453.48	2537.38	0.2964	8.3694	8.6658	20
21	2.4877	0.001002	54.450	54.500	88.08	2451.12	2539.20	0.3107	8.3329	8.6436	21
22	2.6448	0.001002	51.433	51.434	92.27	2448.75	2541.02	0.3249	8.2967	8.6215	22
23	2.8104	0.001003	48.562	48.563	96.45	2446.39	2542.84	0.3390	8.2607	8.5996	23
24	2.9851	0.001003	45.872	45.873	100.63	2444.02	2544.65	0.3531	8.2249	8.5780	24
25	3.1692	0.001003	43.350	43.351	104.81	2441.66	2546.47	0.3672	8.1894	8.5565	25
26	3.3631	0.001003	40.985	40.986	108.99	2439.29	2548.28	0.3812	8.1541	8.5352	26
27	3.5673	0.001004	38.766	38.766	113.18	2436.92	2550.09	0.3951	8.1190	8.5141	27
28	3.7822	0.001004	36.682	36.683	117.36	2434.55	2551.90	0.4090	8.0842	8.4932	28
29	4.0083	0.001004	34.726	34.727	121.54	2432.17	2553.71	0.4229	8.0496	8.4724	29
30	4.2460	0.001004	32.889	32.889	125.72	2429.80	2555.52	0.4367	8.0152	8.4519	30
31	4.4959	0.001005	31.160	31.161	129.90	2427.43	2557.32	0.4505	7.9810	8.4315	31
32	4.7585	0.001005	29.535	29.536	134.08	2425.05	2559.13	0.4642	7.9471	8.4112	32
33	5.0343	0.001005	28.006	28.007	138.26	2422.67	2560.93	0.4779	7.9133	8.3912	33
34	5.3239	0.001006	26.567	26.568	142.44	2420.29	2562.73	0.4915	7.8790	8.3713	34
35	5.6278	0.001006	25.212	25.213	146.62	2417.91	2564.53	0.5051	7.8465	8.3516	35
36	5.9466	0.001006	23.935	23.936	150.80	2415.53	2566.33	0.5186	7.8134	8.3320	36
37	6.2810	0.001007	22.733	22.734	154.98	2413.14	2568.12	0.5321	7.7805	8.3127	37
38	6.6315	0.001007	21.599	21.600	159.16	2410.76	2569.91	0.5456	7.7479	8.2934	38
39	6.9987	0.001008	20.529	20.529	163.34	2408.37	2571.71	0.5590	7.7154	8.2744	39
40	7.3835	0.001008	19.520	19.521	167.52	2405.98	2573.50	0.5724	7.6831	8.2555	40
41	7.7861	0.001008	18.567	18.568	171.70	2403.58	2575.28	0.5857	7.6510	8.2367	41
42	8.2080	0.001009	17.667	17.668	175.88	2401.19	2577.07	0.5990	7.6191	8.2181	42
43	8.6492	0.001009	16.818	16.819	180.06	2398.79	2578.85	0.6122	7.5875	8.1997	43
44	9.1107	0.001010	16.014	16.015	184.24	2396.39	2580.63	0.6254	7.5560	8.1814	44
45	9.4932	0.001010	15.255	15.256	188.42	2393.99	2582.41	0.6386	7.5247	8.1632	45
46	10.0976	0.001010	14.537	14.538	192.60	2391.59	2584.19	0.6517	7.4936	8.1452	46
47	10.6246	0.001011	13.858	13.859	196.78	2389.18	2585.96	0.6648	7.4626	8.1274	47
48	11.1751	0.001011	13.214	13.215	200.97	2386.77	2587.74	0.6778	7.4319	8.1097	48
49	11.7500	0.001012	12.606	12.607	205.15	2384.36	2589.51	0.6908	7.4013	8.0921	49
50	12.3499	0.001012	12.029	12.029	209.33	2381.94	2591.27	0.7038	7.3709	8.0747	50
51	12.9759	0.001013	11.482	11.483	213.51	2379.53	2593.04	0.7167	7.3407	8.0574	51
52	13.6290	0.001013	10.964	10.965	217.70	2377.10	2594.80	0.7296	7.3107	8.0403	52
53	14.3100	0.001014	10.473	10.474	221.88	2374.68	2596.56	0.7424	7.2809	8.0233	53
54	15.0200	0.001014	10.001	10.002	226.06	2372.26	2598.32	0.7552	7.2512	8.0064	54
55	15.7597	0.001015	9.563	9.564	230.25	2369.83	2600.07	0.7680	7.2217	7.9897	55
56	16.5304	0.001015	9.147	9.148	234.43	2367.39	2601.82	0.7807	7.1924	7.9731	56
57	17.3331	0.001016	8.744	8.745	238.61	2364.96	2603.57	0.7934	7.1632	7.9566	57
58	18.1690	0.001016	8.3690	8.3700	242.80	2362.52	2605.32	0.8061	7.1342	7.9403	58
59	19.0387	0.001017	8.0094	8.0114	246.99	2360.08	2607.06	0.8187	7.1054	7.9240	59
60	19.944	0.001017	7.6677	7.6697	251.17	2357.63	2608.80	0.8313	7.0767	7.9079	60
61	20.885	0.001018	7.3428	7.3438	255.36	2355.19	2610.54	0.8438	7.0482	7.8920	61
62	21.864	0.001018	7.0337	7.0347	259.54	2352.73	2612.28	0.8563	7.0198	7.8761	62
63	22.882	0.001019	6.7397	6.7407	263.73	2350.28	2614.01	0.8688	6.9916	7.8604	63
64	23.940	0.001019	6.4599	6.4609	267.92	2347.82	2615.74	0.8812	6.9636	7.8448	64
65	25.040	0.001020	6.1935	6.1946	272.11	2345.36	2617.46	0.8936	6.9357	7.8293	65
66	26.180	0.001020	5.9397	5.9409	276.30	2342.89	2619.19	0.9060	6.9080	7.8140	66
67	27.366	0.001021	5.6982	5.6992	280.49	2340.42	2620.90	0.9183	6.8804	7.7987	67
68	28.596	0.001022	5.4680	5.4690	284.68	2337.95	2622.62	0.9306	6.8530	7.7836	68
69	29.873	0.001022	5.2485	5.2495	288.87	2335.47	2624.33	0.9429	6.8257	7.7686	69
70	31.198	0.001023	5.0392	5.0402	293.06	2332.99	2626.04	0.9551	6.7986	7.7537	70
71	32.572	0.001023	4.8396	4.8407	297.25	2330.50	2627.75	0.9673	6.7716	7.7389	71
72	33.997	0.001024	4.6492	4.6502	301.44	2328.01	2629.45	0.9795	6.7448	7.7242	72
73	35.475	0.001025	4.4675	4.4685	305.63	2325.51	2631.15	0.9916	6.7181	7.7097	73
74	37.006	0.001025	4.2940	4.2951	309.83	2323.02	2632.84	1.0037	6.6915	7.6952	74
75	38.592	0.001026	4.1284	4.1294	314.02	2320.51	2634.53	1.0157	6.6651	7.6809	75
76	40.236	0.001026	3.9702	3.9712	318.22	2318.01	2636.22	1.0278	6.6389	7.6666	76
77	41.938	0.001027	3.8190	3.8201	322.41	2315.49	2637.90	1.0398	6.6127	7.6525	77
78	43.700	0.001028	3.6746	3.6756	326.61	2312.98	2639.58	1.0517	6.5867	7.6384	78
79	45.524	0.001028	3.5365	3.5375	330.81	2310.46	2641.26	1.0636	6.5609	7.6245	79
80	47.412	0.001029	3.4044	3.4055	335.00	2307.93	2642.93	1.0755	6.5351	7.6107	80
81	49.364	0.001030	3.2781	3.2792	339.20	2305.40	2644.60	1.0874	6.5095	7.5969	81
82	51.384	0.001030	3.1573	3.1583	343.40	2302.86	2646.26	1.0993	6.4841	7.5833	82
83	53.473	0.001031	3.0417	3.0427	347.60	2300.32	2647.92	1.1111	6.4587	7.5698	83
84	55.633	0.001032	2.9310	2.9320	351.80	2297.78	2649.58	1.1228	6.4335	7.5563	84

Tablo 10.2. DOYMUŞ SU BUHARININ TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİ (Devam)

t, °C	Mutlak basınç kPa p	Özgül hacim m ³ /kg			Antalpi kJ/kg			Entropi kJ/kg.K			°C
		Doymuş sıvı v _f / v _f	Buharlaşma v _{fg} / v _{fg}	Doymuş buhar v _g	Doymuş sıvı h _f / h _f	Buharlaşma h _{fg} / h _{fg}	Doymuş buhar h _g	Doymuş sıvı s _f / s _f	Buharlaşma s _{fg} / s _{fg}	Doymuş buhar s _g	
85	57.865	0.001032	2.8250	2.8260	356.01	2295.22	2651.23	1.1346	6.4084	7.5490	85
86	60.171	0.001033	2.7235	2.7245	350.21	2292.67	2652.88	1.1463	6.3834	7.5297	86
87	62.554	0.001034	2.6263	2.6273	364.41	2290.11	2654.52	1.1580	6.3586	7.5166	87
88	65.015	0.001035	2.5331	2.5341	368.62	2287.54	2656.16	1.1696	6.3339	7.5035	88
89	67.556	0.001035	2.4438	2.4448	372.82	2284.97	2657.79	1.1812	6.3093	7.4905	89
90	70.180	0.001036	2.3582	2.3592	377.03	2282.39	2659.42	1.1928	6.2848	7.4776	90
91	72.888	0.001037	2.2760	2.2771	381.24	2279.81	2661.04	1.2044	6.2605	7.4648	91
92	75.683	0.001037	2.1973	2.1983	385.45	2277.22	2662.66	1.2159	6.2362	7.4521	92
93	78.566	0.001038	2.1217	2.1228	389.66	2274.62	2664.28	1.2274	6.2121	7.4395	93
94	81.541	0.001039	2.0492	2.0502	393.87	2272.02	2665.89	1.2389	6.1881	7.4270	94
95	84.608	0.001040	1.9796	1.9806	398.08	2269.41	2667.49	1.2504	6.1642	7.4146	95
96	87.770	0.001040	1.9128	1.9138	402.29	2266.80	2669.09	1.2618	6.1404	7.4022	96
97	91.030	0.001041	1.8486	1.8496	406.51	2264.18	2670.69	1.2732	6.1168	7.3899	97
98	94.390	0.001042	1.7869	1.7880	410.72	2261.55	2672.28	1.2845	6.0932	7.3777	98
99	97.852	0.001044	1.7277	1.7287	414.94	2258.92	2673.86	1.2959	6.0697	7.3656	99
100	101.419	0.001044	1.6708	1.6718	419.16	2256.28	2675.44	1.3072	6.0464	7.3536	100
101	105.092	0.001044	1.6161	1.6171	423.38	2253.64	2677.02	1.3185	6.0232	7.3416	101
102	108.875	0.001045	1.5635	1.5645	427.60	2251.00	2678.58	1.3297	6.0000	7.3296	102
103	112.770	0.001046	1.5129	1.5139	431.82	2248.33	2680.15	1.3410	5.9770	7.3180	103
104	116.779	0.001047	1.4642	1.4652	436.04	2245.66	2681.71	1.3522	5.9541	7.3062	104
105	120.906	0.001047	1.4174	1.4184	440.27	2242.99	2683.26	1.3634	5.9313	7.2946	105
106	125.152	0.001048	1.3723	1.3733	444.49	2240.31	2684.80	1.3745	5.9086	7.2830	106
107	129.520	0.001049	1.3290	1.3300	448.72	2237.63	2686.35	1.3856	5.8860	7.2716	107
108	134.012	0.001050	1.2872	1.2883	452.95	2234.95	2687.88	1.3967	5.8635	7.2601	108
109	138.633	0.001051	1.2470	1.2481	457.18	2232.23	2689.41	1.4078	5.8410	7.2488	109
110	143.384	0.001052	1.2083	1.2093	461.41	2229.52	2690.93	1.4188	5.8187	7.2375	110
111	148.267	0.001052	1.1710	1.1720	465.64	2226.81	2692.45	1.4298	5.7965	7.2263	111
112	153.287	0.001053	1.1350	1.1361	469.88	2224.09	2693.96	1.4408	5.7744	7.2152	112
113	158.445	0.001054	1.1004	1.1015	474.11	2221.35	2695.47	1.4518	5.7524	7.2042	113
114	163.745	0.001055	1.0670	1.0681	478.35	2218.62	2696.97	1.4627	5.7304	7.1931	114
115	169.190	0.001056	1.0348	1.0359	482.59	2215.87	2698.46	1.4737	5.7086	7.1822	115
116	174.782	0.001057	1.0038	1.0049	486.83	2213.12	2699.95	1.4846	5.6868	7.1714	116
117	180.525	0.001058	0.9739	0.9749	491.07	2210.35	2701.43	1.4954	5.6652	7.1606	117
118	186.420	0.001059	0.9450	0.9460	495.32	2207.58	2702.90	1.5063	5.6436	7.1499	118
119	192.473	0.001059	0.9171	0.9182	499.56	2204.80	2704.37	1.5171	5.6221	7.1392	119
120	198.685	0.001060	0.8902	0.8913	503.81	2202.02	2705.83	1.5279	5.6007	7.1286	120
122	211.601	0.001062	0.8391	0.8402	512.31	2196.42	2706.73	1.5494	5.5582	7.1076	122
124	225.194	0.001064	0.7916	0.7927	520.82	2190.78	2711.60	1.5709	5.5160	7.0869	124
126	239.400	0.001066	0.7472	0.7483	529.33	2185.11	2714.44	1.5922	5.4742	7.0664	126
128	254.515	0.001068	0.7057	0.7068	537.86	2179.40	2717.26	1.6135	5.4326	7.0461	128
130	270.298	0.001070	0.6670	0.6681	546.39	2173.66	2720.05	1.6347	5.3914	7.0261	130
132	286.866	0.001072	0.6308	0.6318	554.93	2167.87	2722.80	1.6557	5.3505	7.0063	132
134	304.247	0.001074	0.5969	0.5979	563.48	2162.05	2725.53	1.6767	5.3099	6.9867	134
136	322.470	0.001076	0.5651	0.5662	572.04	2156.18	2728.22	1.6977	5.2697	6.9673	136
138	341.566	0.001078	0.5354	0.5364	580.60	2150.28	2730.88	1.7185	5.2296	6.9481	138
140	361.565	0.001080	0.5075	0.5085	589.18	2144.33	2733.51	1.7393	5.1899	6.9292	140
142	382.497	0.001082	0.4813	0.4824	597.76	2138.34	2736.11	1.7599	5.1505	6.9104	142
144	404.394	0.001084	0.4567	0.4578	606.36	2132.31	2738.67	1.7805	5.1113	6.8918	144
146	427.288	0.001086	0.4336	0.4347	614.97	2126.23	2741.19	1.8011	5.0724	6.8735	146
148	451.211	0.001088	0.4119	0.4130	623.58	2120.10	2743.68	1.8215	5.0338	6.8553	148
150	476.198	0.001091	0.3914	0.3925	632.21	2113.92	2746.13	1.8419	4.9954	6.8373	150
152	502.281	0.001093	0.3722	0.3733	640.85	2107.70	2748.55	1.8622	4.9573	6.8194	152
154	529.495	0.001095	0.3541	0.3552	649.50	2101.43	2750.93	1.8824	4.9194	6.8017	154
156	557.875	0.001097	0.3370	0.3381	658.16	2095.11	2753.27	1.9026	4.8817	6.7842	156
158	587.456	0.001100	0.3209	0.3220	666.83	2088.73	2755.57	1.9226	4.8443	6.7669	158
160	618.275	0.001102	0.3058	0.3069	675.52	2082.31	2757.82	1.9427	4.8070	6.7497	160
162	650.368	0.001104	0.2914	0.2925	684.22	2075.82	2760.04	1.9626	4.7701	6.7327	162
164	683.772	0.001107	0.2779	0.2790	692.93	2069.29	2762.22	1.9825	4.7333	6.7158	164
166	718.526	0.001109	0.2651	0.2662	701.65	2062.70	2764.35	2.0023	4.6967	6.6990	166
168	754.667	0.001112	0.2530	0.2541	710.39	2056.05	2766.44	2.0221	4.6603	6.6824	168
170	792.235	0.001114	0.2415	0.2427	719.14	2049.34	2768.48	2.0418	4.6242	6.6659	170
172	831.268	0.001117	0.2307	0.2318	727.91	2042.57	2770.48	2.0614	4.5882	6.6496	172
174	871.808	0.001119	0.2205	0.2216	736.69	2035.74	2772.43	2.0810	4.5524	6.6334	174
176	913.934	0.001122	0.2107	0.2119	745.48	2028.85	2774.33	2.1005	4.5168	6.6171	176
178	947.508	0.001125	0.2015	0.2026	754.29	2021.89	2776.19	2.1200	4.4813	6.6013	178
180	1002.871	0.001127	0.1928	0.1939	763.12	2014.87	2777.99	2.1394	4.4460	6.5854	180
182	1049.846	0.001130	0.1845	0.1856	771.96	2007.78	2779.74	2.1587	4.4109	6.5691	182
184	1098.535	0.001133	0.1766	0.1777	780.82	2000.63	2781.43	2.1780	4.3760	6.5540	184
186	1148.982	0.001136	0.1691	0.1703	789.69	1993.40	2783.10	2.1973	4.3412	6.5385	186
188	1201.230	0.001139	0.1620	0.1632	798.59	1986.11	2784.70	2.2165	4.3065	6.5230	188
190	1255.324	0.001141	0.1553	0.1564	807.50	1978.74	2786.24	2.2356	4.2720	6.5076	190
192	1311.309	0.001144	0.1488	0.1500	816.43	1971.30	2787.73	2.2547	4.2376	6.4924	192
194	1369.230	0.001147	0.1427	0.1439	825.37	1963.78	2789.15	2.2738	4.2034	6.4772	194
196	1429.133	0.001150	0.1369	0.1380	834.34	1956.19	2790.52	2.2928	4.1693	6.4621	196
198	1491.066	0.001153	0.1314	0.1325	843.32	1948.52	2791.83	2.3118	4.1353	6.4471	198
200	1555.074	0.001157	0.1261	0.1272	852.33	1940.76	2793.09	2.3307	4.1014	6.4321	200

Tablo 10.2. DOYMUŞ SU BUHARININ TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİ (Devam)

Yükseklik, m	Sıcaklık, °C	Basınç, kPa
- 500	18.2	107.478
0	15.0	101.325
500	11.8	95.461
1000	8.5	89.874
2000	2.0	79.495
3000	-4.5	70.108
4000	-11.5	61.640
5000	-17.5	54.020
6000	-24.0	47.181
7000	-30.5	41.061
8000	-37.0	35.600
9000	-43.5	30.742
10000	-50.0	20.436

Tablo 10.3. STANDART ATMOSFERİK HAVANIN ÖZELLİKLERİNİN DENİZ SEVİYESİNDEN OLAN YÜKSEKLİKLE DEĞİŞİMİ

buharının mol oranı x_w ve doymuş hava içindeki su buharının mol oranı ise x_{ws} değerlerindedir. Mol oranı tanımına göre $x_a + x_w = 1$ değerine eşittir.

Mutlak nem (d_v), su buharı kütlelerinin nemli havanın toplam hacmine oranı

$$d_v = M_w / V$$

olarak tanımlanmaktadır.

Nemli havanın yoğunluğu (ρ), karışımın toplam kütlelerinin, karışımın toplam hacmine oranı olarak

$$\rho = (M_a + M_w) / V = (1 + W) / v$$

şeklinde yazılabilmektedir. Bu denklemdeki v nemli havanın özgül hacmi olup, $m^3/kg_{\text{kuru hava}}$ boyutundadır.

Doymuş havanın özgül nemi $W_s(t,p)$, t sıcaklığında ve p basıncındaki doymuş havanın özgül nemidir.

Bağıl nem (ϕ), nemli hava içindeki su buharının x_w mol oranının, aynı sıcaklık ve basınçta doymuş havanın x_{ws} mol oranına bölümü olup

$$\phi = x_w / (x_{ws})_{t,p}$$

şeklinde dir. Çiğ noktası sıcaklığı (t_d), özgül nemi W olan nemli havanın aynı p basıncında, W_s doymuş havanın özgül nemine eşit olması durumunda, doymuş havanın sahip olduğu sıcaklık olarak tanımlanır. $t_d(p, W)$ çiğ noktası sıcaklığı,

$$W_s(p, t_d) = W \text{ eşitliğinden bulunur.}$$

Termodinamik yaş termometre sıcaklığı (t^*),

Nemli havanın herhangi bir durumu için t^* ile gösterilebilecek öyle bir sıcaklık değeri vardır ki, bu sıcaklıktaki su, göz önüne alınan havayı aynı sıcaklıkta doymuş hale getirir. **Şekil 10.15'**de adyabatik doyma işlemi şematik olarak görülmektedir. Bu işlemde havayı doymuş hale getiren su ile çıkıştaki hava aynı sıcaklıktadır. İşte bu doyma sıcaklığına termodinamik yaş termometre sıcaklığı adı verilir. Olaydaki basıncın sabit olması durumunda t^* doyma sıcaklığına bağlı olarak, havanın başlangıçtaki W olan özgül nemi işlem sonunda W_s^* , başlangıçtaki h entalpisi işlem sonunda h_s^* değerlerine ulaşmaktadır. Bu esnada kuru havanın birim külesine göre tanım-

lanmış, havaya ilave edilen nem külesi ($W_s^* - W$), bu nemin havaya ilave ettiği enerji miktarı ($W_s^* - W$). h_w^* değerindedir. Burada h_w^* , t^* sıcaklığında ilave edilen suyun entalpisi anlamındadır. İşlemin adyabatik olması nedeniyle, sabit basınçta enerjinin (entalpinin) korunumu için

$$h + (W_s^* - W) h_w^* = h_s^* \text{ bağlantısı yazılabilir.}$$

W^* , h_w^* ve h_s^* özellikleri belirli bir basınç için sadece t^* sıcaklığının fonksiyonlarıdır. Verilen h , W ve p değerleri için, denklemi sağlayan t^* , termodinamik yaş termometre sıcaklığı olarak adlandırılır.

Psikometre cihazında iki adet termometre vardır. Bunlardan birisinde, termometrenin haznesinin etrafı ince bir fitil ile kaplı olup bu fitil su ile ıslatılmaktadır. Bu ıslak hazne hava akımına tabi tutulursa, fitildeki su buharlaşır ve termometrenin sıcaklığını düşürür. Elde edilen bu sıcaklığa yaş termometre sıcaklığı adı verilir. Bu işlem termodinamik yaş termometre sıcaklığı ile tanımlanan adyabatik doyma şartını tam gerçekleştirmese de pratik olarak aynıdır. Bu yüzden yaklaşık olarak yaş termometre sıcaklığı, termodinamik yaş termometre sıcaklığına eşit alınabilir. Göz önüne alınan nemli havanın termodinamik yaş termometre sıcaklığı, ölçme tekniklerinden bağımsız bir özelliktir.

10.6. PSİKROMETRİK DİYAGRAM

Psikrometrik diyagram, nemli havanın fiziksel özelliklerini grafik halinde veren bir diyagramdır. Bir psikrometrik diyagramdaki eksenlerin seçimi tamamen keyfidir. Termodinamik olarak nemli havaya ait birçok problemin grafik çözümünde psikrometrik diyagramda eksenlerin entalpi ve özgül nem şeklinde alınması büyük kolaylık sağlar. Mollier tarafından hazırlanan ilk diyagramda da eksenler, entalpi ve özgül nem olarak alınmıştır.

Aynı eksen takımı kullanılarak, ASHRAE tarafından yedi adet Mollier tipi psikrometrik diyagram hazırlanmıştır.

ASHRAE'nin hazırlanmış olduğu 1,2,3 ve 4 numaralı diyagramlarda, atmosfer basıncı standart deniz seviyesindeki basınç olarak 101,325 kPa alınmaktadır. 5 Numaralı diyagram, deniz seviyesinden 750 m (92,66 kPa) yükseklik, 6 numaralı diyagram, deniz seviyesinden 1500 m (84,54 kPa) yükseklik, 7 numaralı diyagram ise deniz seviyesinden 2250 m (77,04 kPa) yükseklik için hazırlanmıştır. Diğer taraftan;

1,5,6,7 nolu diyagramlar: 0 ile 50 °C (normal sıcaklıklar)

2 nolu diyagram: -40 ile 10 °C (düşük sıcaklıklar)

3 nolu diyagram: 10 ile 120 °C (yüksek sıcaklıklar)

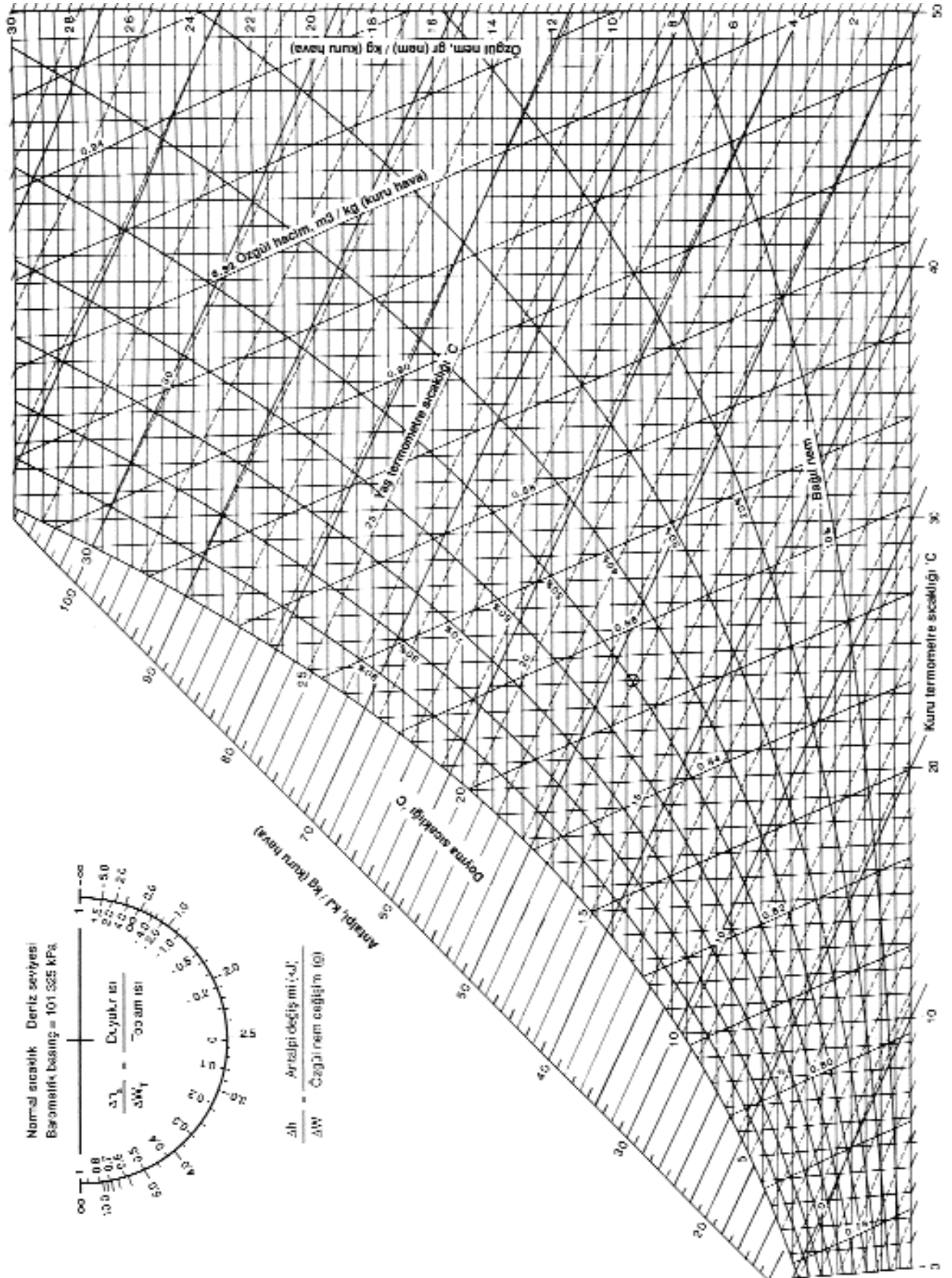
4 nolu diyagram: 100 ile 1200 °C (çok yüksek sıcaklıklar) kuru termometre sıcaklıklarına göre düzenlenmiştir.

Bu diyagramlarda verilen basınçların dışındaki atmosferik basınçlarda enterpolasyon yapmak gerekmektedir.

Bütün bu diyagramların karşılaştırılması ile aşağıdaki hususlar tespit edilebilir.

1. Verilen bir yaş ve kuru termometre sıcaklıkları çifti için özgül nem ve entalpi deniz seviyesinden olan yükseklikle artarken bağıl nem çok az değişir.

2. Verilen bir yaş ve kuru termometre sıcaklıkları çifti için atmosferik basınçla özgül hacim çok fazla değişir. Pratik olarak özgül hacmin atmosferik basınçla ters orantılı değiştiği kabul edilir.



Tablo 10.5. PSİKROMETRİK DİYAGRAM (1 NOLU ASHRAE DİYAGRAMI)

Aşağıdaki **Tablo 10.4**'de, deniz seviyesindeki (1 nolu diyagram) özellikler ile deniz seviyesinden 1500 m (6 nolu diyagram) yükseklikteki özelliklerin bir karşılaştırılması görülmektedir.

No	t (kuru)	t (yaş)	h (kJ/kg)	w (gr/kg)	φ (%)	v (m ³ /kg)
1	40	30	99.5	23.0	49	0.920
6	40	30	114.1	28.6	50	1.111

Tablo 10.4

Bütün bu diyagramlarda antalpi ve özgül nem için dik koordinat sistemi yerine, eğik eksen takımı kullanılmıştır.

ASHRAE'nin hazırlamış olduğu 1 nolu psikrometrik diyagram, **Şekil 10.5**'de görülmektedir. Bu diyagram üzerinde nemli havaya ait antalpi, özgül nem, kuru termometre sıcaklıkları, termodinamik yaş termometre sıcaklıkları, bağıl nem ve özgül hacim fiziksel değişkenleri bulunmaktadır.

Bu diyagramda kuru termometre sıcaklığı 0 ila 50 °C arasında, bağıl nem 0 (kuru hava) ile 30 g_{nem}/kg_{kuru hava} arasında değişmektedir. Sabit antalpi değişimleri ise eğik olarak birbirine paralel doğrular şeklinde 1 kJ/kg_{kuru hava} aralıklarla belirtilmiş olarak görülmektedir.

Kuru termometre sıcaklıkları düz doğrular halinde olmasına rağmen birbirine tam olarak paralel değildir ve dik durumdan hafifçe sapmaktadır. Termodinamik yaş termometre sıcaklıkları ise antalpi doğrularından biraz farklı olarak eğik doğrular halinde görülmektedir.

Kuru termometre sıcaklıkları ile termodinamik yaş termometre sıcaklıkları, doyma eğrisi (φ =1) üzerinde aynı değere sahiptir. Yaş termometre değişimleri de tam olarak doğru olmasına rağmen birbirlerine paralel değildir. Diyagramda hem yaş hem de kuru termometre sıcaklıkları 1 °C aralıklarla belirtilmiştir.

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

Özgül hacim doğruları düz olmalarına rağmen bunlar da birbirlerine tam olarak paralel değildir. Bunlar diyagramda 0,01 m³/kg_{kuru hava} hassasiyetle belirtilmiştir.

Doyma eğrisinin üstünde kalan dar bir bölge, nemli havanın sisli bölgesi olarak tanımlanır. İki fazı temsil eden bu bölgede, sıvı su zerrecikleri ile doymuş nemli havanın bir karışımı görülmekte olup bunlar ısıl dengededir. Sisli bölgedeki sabit sıcaklık doğruları, nemli hava bölgesindeki termodinamik yaş termometre sıcaklıklarının uzantısı ile uyum içindedir.

Eğer gerekirse bu sisli bölge içinde bağıl nem, antalpi ve termodinamik yaş termometre sıcaklıkları uzatılabilir.

Diyagramın sol üst köşesinde görülen yarım dairede iki ölçek vardır. Birinci ölçek duyulur ısının toplam ısıya oranını gösterirken, ikinci ölçek antalpi farkının özgül nem farkına oranını göstermektedir. Bu yarım dairedeki ölçekler, psikrometrik diyagramdaki değişimlerin doğrultusunu tespit etmek için kullanılır.

Örnek 1:

Kuru termometre sıcaklığı 40 °C, termodinamik yaş termometre sıcaklığı 20 °C ve atmosfer basıncının 101,325 kPa olduğu bir ortam-

daki nemli havanın özgül nemini, antalpisini, çığ noktası sıcaklığını, bağıl nemini ve özgül hacmini bulunuz.

Çözüm:

40 °C sıcaklıktaki kuru termometre doğrusu ile 20 °C sıcaklıktaki yaş termometre doğrusunun kesim noktasından, istenen termodinamik özellikler gerektiğinde enterpolasyon yapılarak aşağıdaki şekilde bulunabilir:

Özgül nem: $W = 6,5 \text{ g}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$

Antalpi: $h = 56,7 \text{ kJ} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$

Bağıl nem: $\phi = \%14$

Çığ noktası: $t_d = 7 \text{ }^\circ\text{C}$

Özgül hacim: $v = 0,896 \text{ m}^3 / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$

10.7. BAZI TİPİK İKLİMLENDİRME İŞLEMLERİ

Nemli hava ile ilgili birçok problem, psikrometrik diyagram kullanılarak kolayca çözülebilir. Bu konu, aşağıdaki tipik örnekler ile kolayca açıklanabilir. Burada verilen örneklerin hepsinde standart atmosfer basıncı, 101,325 kPa olarak göz önüne alınmıştır.

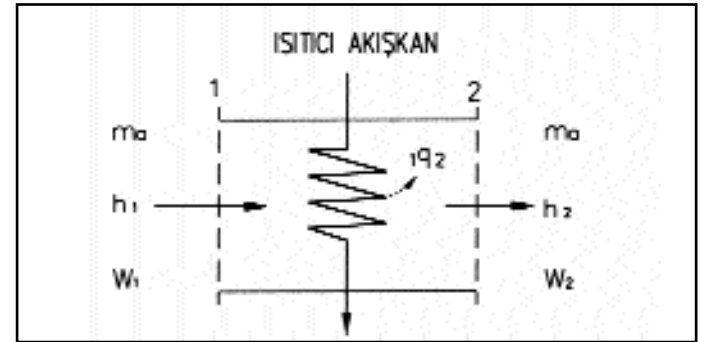
Nemli hava ile yapılan bütün işlemlerde, özgül değerlerin ifadesinde değişmeyen tek değer olan kuru havanın kütlesi esas alınır. Özgül antalpi, özgül hacim vs. her şey kuru hava kütlesine göre ifade edilir.

10.7.1. Nemli Havanın Duyulur Olarak Isıtılması

Serpantin yüzeylerinde havanın ısıtılması bu işleme tipik bir örnektir. Özgül nemin sabit olması nedeniyle, nemli havaya duyulur ısı ilave etme işlemi, psikrometrik diyagramda, soldan sağa doğru giden yatay bir doğru ile belirlenir.

Şekil 10.6'da nemli havaya duyulur ısı verilmesi şematik olarak gösterilmektedir. Sürekli rejimde sisteme verilen ısı

$q_{1-2} = m_a (h_2 - h_1)$ şeklinde formüle edilebilir.



Şekil 10.6. NEMLİ HAVANIN DUYULUR OLARAK ISITILMASI

Örnek 2:

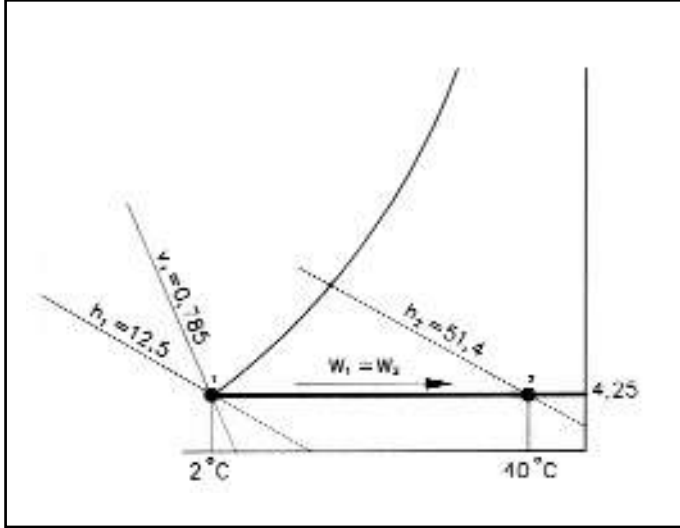
3000 m³/h debisinde, 2 °C sıcaklıktaki doymuş hava ısıtıcı bir serpantin yardımı ile 40 °C sıcaklığına kadar duyulur olarak ısıtılmaktadır. Serpantine verilmesi gereken ısı miktarını bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü **Şekil 10.7**'de görülmektedir. 1 şartlarında 2 °C sıcaklıkta ısıtıcı serpantine giren havanın, Antalpsisi: $h_1 = 12,5 \text{ kJ} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$

Özgül nemi: $W_1 = 4,25 \text{ g}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$

Özgül hacim: $v_1 = 0,785 \text{ m}^3 / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$ değerlerindedir. 2 şartların-



Şekil 10.7. ÖRNEK 2'NİN PSİKROMETRİK DİYAGRAM YARDIMI İLE ÇÖZÜMÜ

da 40 °C sıcaklıkta ve aynı özgül nemde ($W_2 = W_1$) ısıtıcı serpantinden çıkan havanın,

Antalpisi: $h_2 = 51,4 \text{ kJ/ kg}_{\text{kuru hava}}$,

Özgül nemi: $W_2 = W_1 = 4,25 \text{ g}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$ değerlerindedir. Sistemdeki kuru hava miktarı

$m_a = 3000 / 0,785 = 3822 \text{ kg}_{\text{kuru hava}} / \text{h}$

olduğundan,

$q_{1-2} = 3822 (51,4 - 12,5) = 148676 \text{ kJ/h} = 41,3 \text{ kW}$ elde edilir.

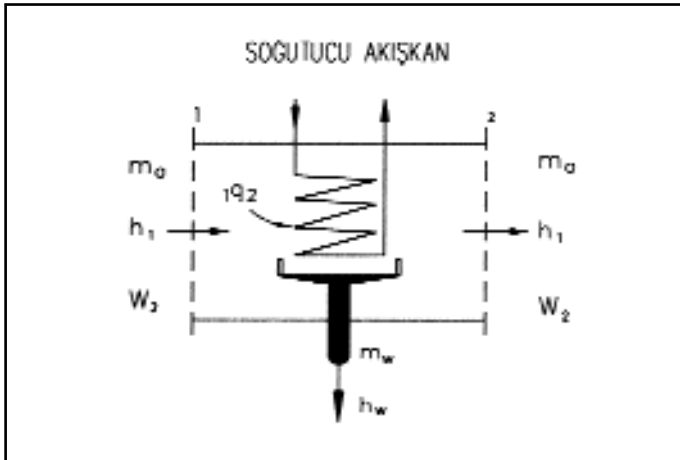
10.7.2. Nemli Havanın Soğutulması

Nemli hava, başlangıçtaki çığ noktasının altındaki bir sıcaklığa soğutulduğunda, içindeki nem sıvı fazında bu havadan ayrılır. Soğutucu bir serpantin ile nemli havanın çığ noktası altındaki bir sıcaklığa kadar soğutulması, şematik olarak Şekil 10.8'de görülmektedir. Sistemdeki kütle ve enerji dengesinden aşağıdaki bağıntılar bulunabilir.

$$m_w = m_a (W_1 - W_2)$$

$$q_{1-2} = m_a (h_1 - h_2)$$

Burada yoğuşan suyun taşıdığı ısı ihmal edilmiştir.



Şekil 10.8. NEMLİ HAVANIN ÇİĞ NOKTASI ALTINDAKİ BİR SICAKLIKTA SOĞUTULMASI

Örnek 3:

17000 m³/h debisinde, %50 bağıl nemde ve 30 °C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava, 10 °C sıcaklığında doymuş hale getirilene kadar bir soğutucu serpantin üzerinden geçiriliyor. Bu işlemin gerçekleşebilmesi için gerekli olan soğutma kapasitesini bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü Şekil 10.9'da görülmektedir. Bu şekilde görüldüğü gibi 1 ile 2 arasındaki gerçek değişim bir eğridir. Ancak bu eğrinin çizimi çok güç olduğundan ve sonucu fazla etkilemediğinden, psikrometri çalışmalarında değişimin 1 ile 2'yi birleştiren doğru boyunca olduğu kabul edilir. 1 şartlarında 30 °C sıcaklıkta ve $\phi = \%50$ bağıl nemde, soğutucu serpantine giren havanın, Antalpisi: $h_1 = 64,3 \text{ kJ/ kg}_{\text{kuru hava}}$,

Özgül nemi: $W_1 = 13,3 \text{ g}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$,

Özgül hacmi: $v_1 = 0,877 \text{ m}^3 / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$

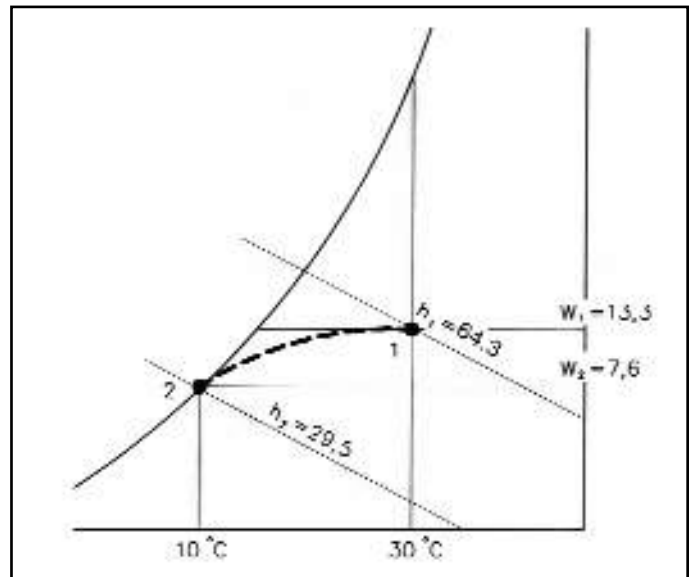
değerlerindedir. 2 şartlarında 10 °C sıcaklıkta soğutucu serpantininden çıkan doymuş havanın, antalpisi = $h_2 = 29,5 \text{ kJ/ kg}_{\text{kuru hava}}$,

Özgül nem: $W_2 = 7,6 \text{ g}_{\text{nem}} / \text{kg}_{\text{kuru hava}}$ değerindedir. Sistemdeki kuru hava miktarı

$$m_a = 17000 / 0,877 = 19384 \text{ kg}_{\text{kuru hava}} / \text{h}$$

olduğundan $q_{1-2} = 19384 \cdot (64,3 - 29,5) = 675 \text{ MJ/h} = 187 \text{ kW}$ elde edilir.

Soğutucu serpantin çıkışında hava, bu problemde olduğu gibi doymuş hale getirilebiliyorsa; 2 noktasındaki sıcaklığa Cihaz Çığ Noktası (CÇN) sıcaklığı adı verilir. Şekil 10.9'daki 2 noktası ideal bir noktadır. Sonsuz büyüklükte serpantin kullanıldığında hava 2 şartlarında doymuş olarak serpantini terk eder. CÇN sıcaklığı kullanılan serpantin konstrüksiyonuna, havanın serpantin boyunca akış biçimine ve soğutucu akışkanın cins ve sıcaklığına bağlıdır. Bu değer serpantin üreticileri tarafından tablo halinde verilir. Ters akışlı bir serpantinde CÇN soğutucu akışkan giriş sıcaklığına çok yakındır. Pratik olarak CÇN sıcaklığını soğutucu akışkan sıcaklığı veya onun birkaç derece üstü almak mümkündür. Yukarıdaki örnekte soğutucu akışkan sıcaklığının 8 veya 9 °C olması beklenir.



Şekil 10.9. ÖRNEK 3'ÜN PSİKROMETRİK DİYAGRAM YARDIMI İLE ÇÖZÜMÜ

Öte yandan pratik serpantinlerde 2 noktasına ulaşamaz. Bir serpantin verimi tarif edildiğinde, 2 noktasına ulaşma halinde verim %100 değerindedir. Pratikteki serpantinlerde ise verim %85 - 90 mertebelerine ulaşabilir. Serpantinlerde verim tarifi yerine by-pass oranı tarifi daha yaygındır. Verimi %85 olan serpantinin by-pass oranı %15 değerindedir. Yani bu oranda hava şartlanmadan serpantini terk etmektedir. Cihaz üreticileri aynı zamanda by-pass oranını da verirler. CÇN sıcaklığı ve by-pass oranı değerleri verilen bir serpantindeki değişimi göstermek için giriş şartlarını CÇN'na birleştiren doğruyu çizip bunu verim (veya by-pass) oranında bölmek yeterlidir.

Örnek 4:

17000 m³/h debisinde, %50 bağıl neminde ve 30 °C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava, CÇN sıcaklığı 10 °C ve by-pass oranı %15 olan bir serpantinde soğutulduğunda gerçekleştirilebilecek soğutmayı bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramındaki çözümü Şekil 10.10'da görülmektedir. 1 noktası bağıl nem ve 30 °C kuru termometre değerleri ile belirlenir. 2 noktası ise doyma eğrisi üzerinde CÇN sıcaklığı ile belirlenir. 1 ve 2 noktalarını birleştiren doğru %15 oranında bölünür. Bunun için örneğin kuru termometre sıcaklığından yararlanılabilir.

$$(t_1 - t_2') / (t_1 - t_2) = 0,85 \text{ ifadesinden } t_2' = 13 \text{ °C}$$

Buna göre, 1 noktasında,

$$h_1 = 64,3 \text{ kJ/kg}_{\text{kuru hava}}$$

$$W_1 = 13,3 \text{ g nem/kg}_{\text{kuru hava}}$$

$$v_1 = 0,877 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$$

2' noktasında,

$$t_2' = 13 \text{ °C}$$

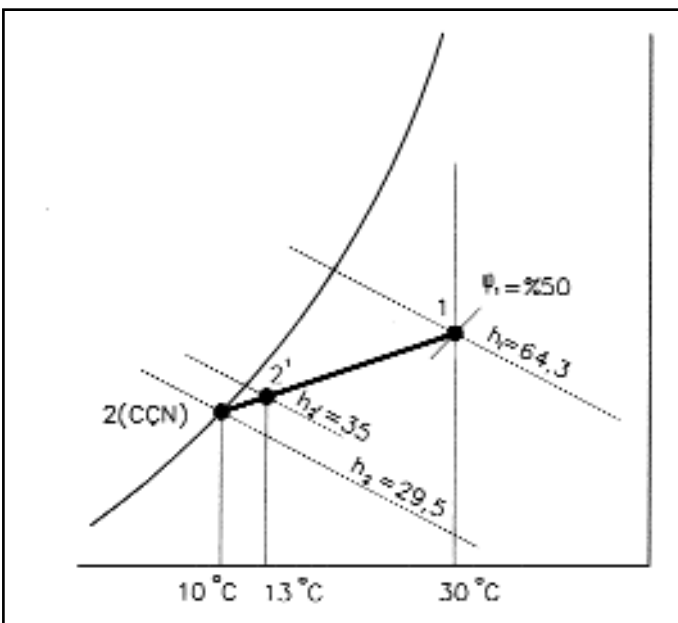
$$h_2' = 35 \text{ kJ/kg}_{\text{kuru hava}}$$

$$W_2' = 8,5 \text{ g nem/kg}_{\text{kuru hava}} \text{ değerindedir. Sistemdeki kuru hava}$$

$$m_a = 17000 / 0,877 = 19334 \text{ kg}_{\text{kuru hava}}/\text{h}$$

gerçekleşen soğutma,

$$q_{1-2'} = 19334 (64,3 - 35) = 568 \text{ MJ/h} = 158 \text{ kW}$$



Şekil 10.10. ÖRNEK 4'ÜN PSİKROMETRİK DİYAGRAMINDA GÖSTERİMİ

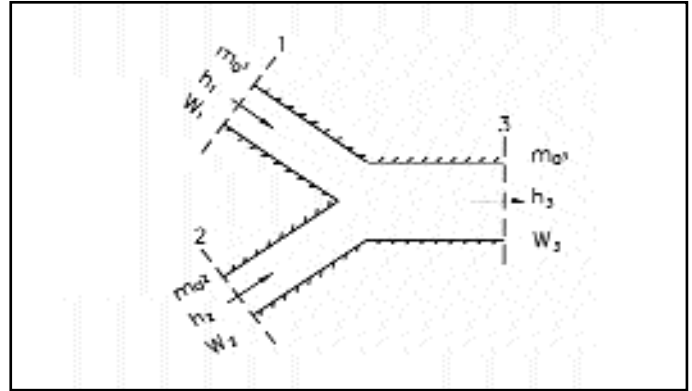
10.7.3. İki Nemli Havanın Adyabatik Karışımı

İklimlendirme sistemlerinde çok karşılaşılan bir olay, farklı iki özellikteki nemli havanın adyabatik karıştırılmasıdır. Şekil 10.11 bu olayı şematik olarak açıklamaktadır. Adyabatik karışım olayında aşağıdaki üç temel denklem yazılabilir.

$$m_{a1} \cdot h_1 + m_{a2} \cdot h_2 = m_{a3} \cdot h_3$$

$$m_{a1} + m_{a2} = m_{a3}$$

$$m_{a1} \cdot W_1 + m_{a2} \cdot W_2 = m_{a3} \cdot W_3$$



Şekil 10.11. FARKLI ŞARTLARDA İKİ NEMLİ HAVANIN ADYABATİK KARIŞTIRILMA İŞLEMİ

Bu denklemlerde, karışım sonrası havanın kütleli debisini gösteren m_{a3} teriminin yok edilmesi halinde

$$(h_2 - h_3) / (h_3 - h_1) = (W_2 - W_3) / (W_3 - W_1) = m_{a1} / m_{a2}$$

bağlantısı yazılabilir. Bu bağlantıya göre iki nemli havanın adyabatik karıştırma işlemi sonunda elde edilen nokta, psikrometrik diyagramda, bu noktaları birleştirerek elde edilen doğru parçasının, iki havanın kütleli debilerinin oranlanması yardımı ile bu doğru parçası üzerinde kolayca bulunabilir.

Örnek 5:

8000 m³/h debisinde, 4°C kuru termometre ve 2 °C termodinamik yaş termometre sıcaklığındaki dış hava ile 25000 m³/h debisinde, 25 °C kuru termometre ve %50 bağıl nemindeki iç hava adyabatik olarak karıştırılmaktadır. Karışım havasının kuru termometre ve termodinamik yaş termometre sıcaklıklarını bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü Şekil 10.12'de görülmektedir. Bu diyagramda 1 ve 2 şartlarındaki nemli havanın özgül hacimleri sırayla,

$$v_1 = 0,789 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$$

$$v_2 = 0,858 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$$

olduğundan, kütleli debiler için

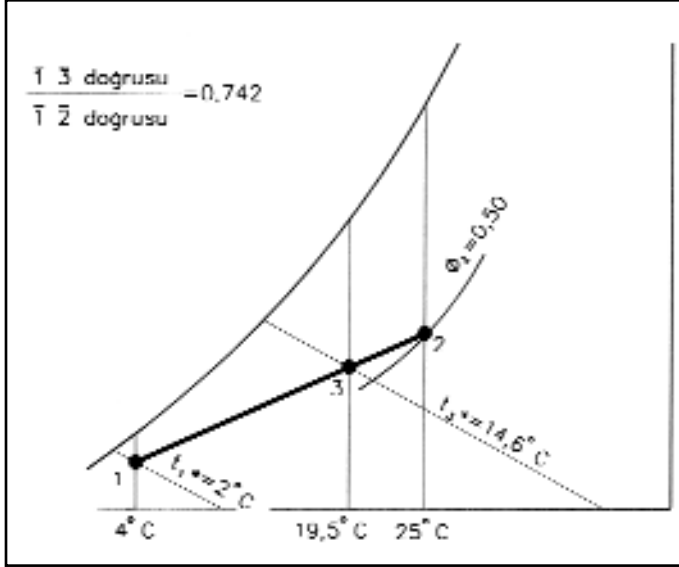
$$m_{a1} = 8000 / 0,789 = 10140 \text{ kg}_{\text{kuru hava}} / \text{h}$$

$$m_{a2} = 25000 / 0,858 = 29140 \text{ kg}_{\text{kuru hava}} / \text{h} \text{ yazılabilir.}$$

$$(32 \text{ doğrusu}) / (13 \text{ doğrusu}) = m_{a1} / m_{a2} = 10140 / 29140 = 0,348 \text{ veya}$$

$$(13 \text{ doğrusu}) / (12 \text{ doğrusu}) = m_{a2} / m_{a3} = 29140 / 39280 = 0,742$$

elde edilir. Psikrometrik diyagramdaki 12 doğrusu bir cetvel ile yukarıda verilen oranı gerçekleştirecek şekilde bölünürse, karışımı gösteren 3 noktası kolayca tespit edilebilir. Bu noktaya ait kuru termometre sıcaklığı $t_3 = 19,5 \text{ °C}$ termodinamik yaş termometre sıcaklığı ise $t^* = 14,6 \text{ °C}$ olarak bulunur.



Şekil 10.12. ÖRNEK 5'İN PSİKROMETRİK DİYAGRAM YARDIMI İLE ÇÖZÜMÜ

10.7.4. Nemli Hava İçine Adyabatik Su veya Buhar Püskürtme
Nemli hava içine su buharı veya sıvı su püskürtülerek bu havanın içindeki nem artırılabilir. Bu işleme ait şematik bir düzenleme Şekil 10.13'de görülmektedir. Yapılan işlemin adyabatik olduğu kabul edilirse,

$$m_a \cdot h_1 + m_w \cdot h_w = m_a \cdot h_2$$

$$m_a \cdot W_1 + m_w = m_a \cdot W_2$$

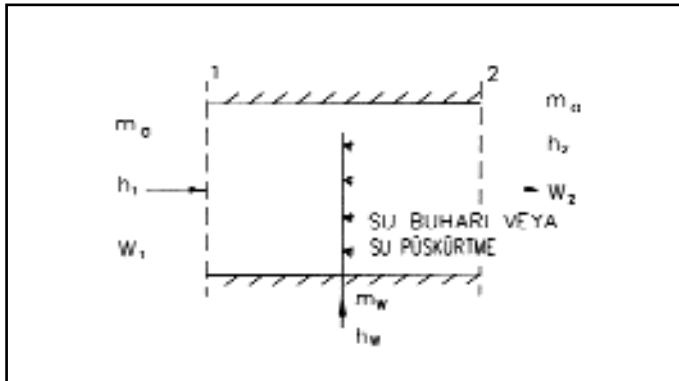
denklemleri yazılabilir. Bu denklemler yardımı ile de

$$(h_2 - h_1) / (W_2 - W_1) = h_w$$

Psikrometrik diyagramda bu bağıntı, bu olaydaki değişimin havanın cihaza giriş noktasından itibaren doyma eğrisine doğru, doğrusal bir değişim gösterdiğini vermektedir. Bu doğrunun eğimi de püskürtülen suyun veya buharın h_w entalpisine eşittir.

Örnek 6:

Kuru hava kütleli debisi 100 kg/dak. Kuru termometre sıcaklığı 20 °C, termodinamik yaş termometre sıcaklığı 8 °C olan hava Şekil 10.13'deki bir cihaza benzer bir tesisatta 110 °C sıcaklıktaki doymuş buhar ile nemlendiriliyor. Nemlendirici çıkışındaki havanın çiğ noktası 13 °C olması istendiğine göre, bu işlem için gerekli buhar debisini bulunuz.



Şekil 10.13. NEMLİ HAVA İÇİNE SU VEYA BUHAR PÜSKÜRTMESİ İŞLEMİ

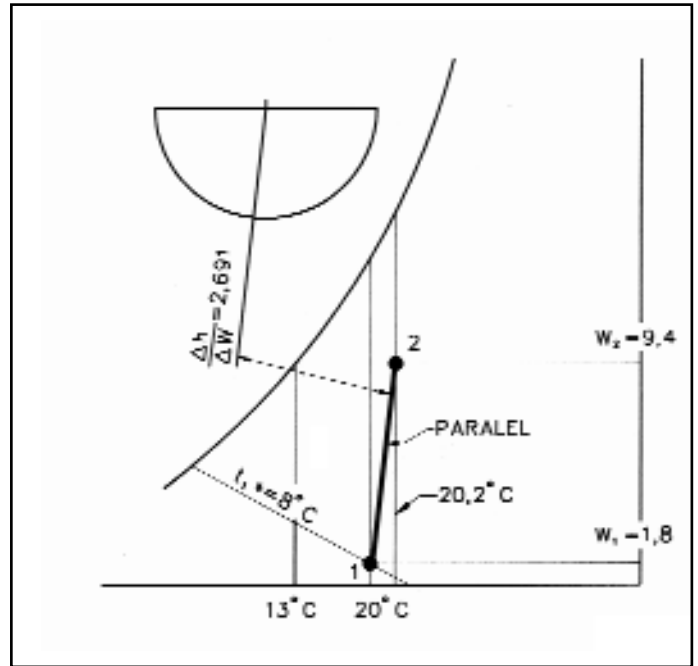
Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü Şekil 10.14'de görülmektedir. Tablo 10.2'den bu şartlardaki doymuş su buharının entalpisi $h_g = 2691 \text{ kJ/kg}_{\text{su}}$ olduğundan, psikrometrik diyagramda 1 ile 2 noktası arasındaki doğrunun eğimi için,

$$\Delta h / \Delta W = 2,691 \text{ kJ/g}_{\text{nem}}$$

yazılabilir. Bu eğimdeki doğru, psikrometrik diyagramdaki yarım daire üzerindeki ölçek yardımı ile çizilebilir. İlk olarak bu yarım dairede bu eğimdeki doğru çizilir, sonra havanın nemlendirici cihaza girişini gösteren 1 noktasından bu doğruya paralel bir doğru çizilir. Bu doğru çiğ noktası sıcaklığı $t_{d2} = 13 \text{ °C}$ olan noktaya kadar uzatılarak 2 noktasının yeri bulunur. Bu işlem için gerekli olan buhar miktarı giriş ve çıkıştaki özgül nemler yardımı ile $m_w = m_a (W_2 - W_1) = (100) (60) (0,0094 - 0,0018)$

$m_w = 45,6 \text{ kg}_{\text{buhar}}/\text{h}$ elde edilir.



Şekil 10.14. ÖRNEK 6'NİN PSİKROMETRİK DİYAGRAM YARDIMI İLE ÇÖZÜMÜ

Örnek 7:

Su ile nemlendirmeye örnek olarak kuru hava kütleli debisi 6000 kg/h kuru termometre sıcaklığı 30 °C, bağıl nemi %50 olan havanın, bu havanın yaş termometre sıcaklığına eşit olan 22 °C'de su ile nemlendirilmesi incelenir.

Şekil 10.13'e benzer sistemle nemlendirme yapıldığı ve havanın doymuş şartlarda nemlendiriciyi terk ettiği kabul edildiğinde harcanan (nemlendiriciye gönderilen) su miktarını ve havanın çıkış şartlarını belirleyiniz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramda çözümü Şekil 10.15'de görülmektedir. Tablo 10.2'den 22 °C'de suyun entalpisi 92,27 kJ/kg olarak okunur. Psikrometrik diyagramda 1 ile 2 noktası arasındaki doğrunun eğimi

$$\Delta h / \Delta W = 0,092 \text{ kJ/g}_{\text{nem}}$$

olarak yazılabilir. Bu eğitimdeki doğru yaş termometre doğrusudur. (Ayrıca psikrometrik diyagramdaki yarım dairedeki ölçekten de yararlanılabilir.) 1 noktasından geçen yaş termometre doğrusunun doyma eğrisini kestiği nokta 2 noktasıdır ve havanın çıkış şartlarını verir.

2 noktasında,

$$t_2 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$W_2 = 16,7 \text{ g}_{nem} / \text{kg}_{kuru\text{ hava}}$$

$$\phi = 1.0$$

1 noktasında

$$W_1 = 13,4 \text{ g}_{nem} / \text{kg}_{kuru\text{ hava}}$$

Bu işlem için gerekli su miktarı,

$$m_w = m_a (W_2 - W_1) = 6000 (16,7 - 13,4)$$

$$W_w = 19,8 \text{ kg}_{nem} / \text{h elde edilir.}$$

Yukarıdaki örnekte nemlendirme sonucunda doymuş şartlara ulaşıldığı kabul edilmiştir. Gerçekte hiçbir yıkama ile nemlendirme işleminde verim %100 değildir ve hava doymuş şartlara ulaştırılamaz. Aynen soğutma işleminde olduğu gibi yıkama işleminde de bir verim tarifi vardır. Bu durumda 1-2 doğrusu, verim oranında bölünerek gerçek yıkayıcıdan çıkış şartları belirlenir.

Örnek 8:

Yukarıdaki Örnek 7'de yıkama veriminin %70 olması halinde harcanan su miktarını ve havanın nemlendiriciden çıkış şartlarını bulunuz. Çözüm: Aynen yukarıdaki örnekte olduğu gibi hareket edilerek 1 ve 2 noktaları bulunur. (Bakınız Şekil 10.15) Daha sonra 1-2 doğrusu %70 oranında bölünerek 2' noktası bulunur. Bunun için yine sıcaklıktan veya özgül nemden yararlanılabilir.

$$(t_1 - t_2') / (t_1 - t_2) = (W_2' - W_1) / (W_2 - W_1) = 0,70 \text{ ifadesinden}$$

$$t_2' = 24,4 \text{ }^\circ\text{C} \quad (W_2' = 15,7 \text{ g/kg}) \text{ Buna göre havanın çıkış şartları (2')}$$

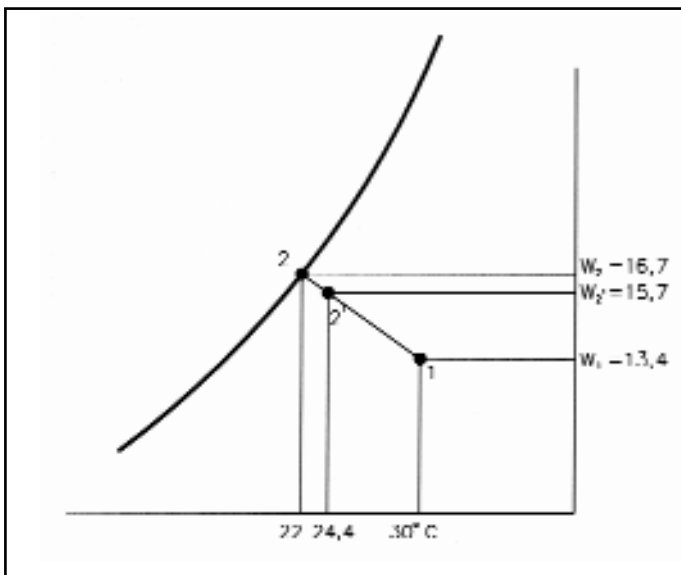
$$t_2' = 24,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$W_2' = 15,7 \text{ g/kg}$$

$$\phi_2' = \%80$$

kullanılan su miktarı

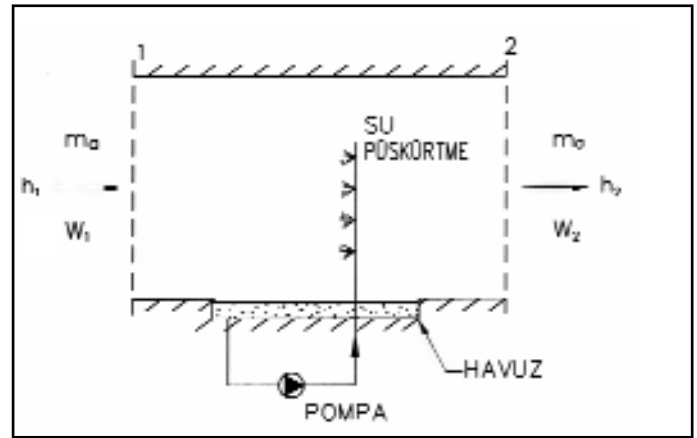
$$m_w = 6000 (15,7 - 13,4) = 13,8 \text{ kg/h}$$



Şekil 10.15. ÖRNEK 7 VE 8'İN PSİKROMETRİK DİYAGRAMDA ŞEMATİK GÖSTERİLİMİ

10.7.5. Havanın Sıcak veya Soğuk Su İle Yıkaması

Pratikte yıkama ile nemlendirmede yukarıda hesaplanan m_w su miktarından çok fazla miktarda su kullanılır. Fıskiye den püskürtülen sudan ancak m_w kadar buharlaşarak havaya karışır. Geri kalanı havuza dökülür ve aynı su sirküle edilmeye devam eder. Pratikteki su ile yıkama Şekil 10.16'da şematik olarak verilmiştir. Burada eğer yıkama yapılan suyun sıcaklığı, havanın yaş termometre sıcaklığında ise proses yine adyabatik nemlendirmedir ve aynen Örnek 8'deki gibi hesaplanır. Eğer püskürtülen suyun sıcaklığı, havanın yaş termometre sıcaklığında değilse, işlem artık adyabatik değildir. Ancak aynı su sirküle ediliyorsa, bir süre sonra havuzdaki su havanın yaş termometre sıcaklığına düşer ve işlem yine adyabatik nemlendirmeye dönüşür. Bu nedenle yıkama işlemleri adyabatik nemlendirme olarak ele alınır.



Şekil 10.16. PRATİKTE SU İLE YIKAMA

Eğer yıkama Şekil 10.17'de görüldüğü gibi sıcak veya soğuk su ile yapılırsa, bu durumda işlemde su ile ısı verilir veya ısı çekilir. Yani adyabatik olmayan bir işlem söz konusudur. Sıcak su ile veya soğuk su ile yıkama yapıldığında havanın değişimi psikrometrik diyagramda bir eğri oluşturur. Yıkamanın paralel veya ters akışlı olmasına göre bu değişim farklıdır. Bu değişimin belirlenebilmesi karmaşık bir hesabı gerektirir.

Pratik amaçlarla değişimi doğrusal kabul etmek, psikrometride çok kullanılan bir yaklaşımdır.

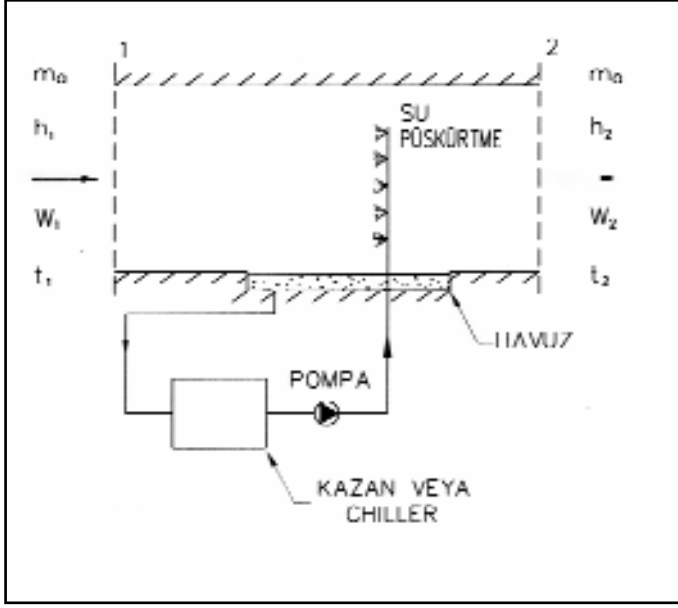
Ters yıkama halinde, püskürtülen suyun sıcaklığı bir nevi CÇN sıcaklığı olarak kabul edilebilir. Dolayısı ile değişim havanın giriş şartlarından (1 noktası) püskürtülen su sıcaklığındaki doymuş hava şartlarına (2 noktası) doğru olacak ve bu iki noktayı birleştiren doğru ile ifade edilebilecektir. Çıkışta hava yine hiçbir zaman doyma şartlarına ulaşamayacağından, bir yıkama verimi bu işlemde de geçerlidir. Dolayısı ile hava yıkayıcıdan 1-2 doğrusu üzerinde 2' şartlarında çıkar.

Örnek 9:

Kuru hava kütleli debisi 10.000 kg/h, kuru termometre sıcaklığı 30 °C, bağıl nemi %50 olan hava 15 °C sıcaklıkta su ile ters akımlı olarak, verimi %80 olan bir yıkayıcıda yıkandığında, havanın yıkayıcıdan çıkış şartlarını ve yıkayıcının soğutma kapasitesini bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramda çözümü Şekil 10.18'de görülmektedir. 1 noktasının şartları



Şekil 10.17. SICAK VEYA SOĞUK SU İLE YIKAMA

$t_1 = 30\text{ }^\circ\text{C}$
 $\phi_1 = \%50$
 $h_1 = 64\text{ kJ/kg}$
 $W_1 = 13,4\text{ g/kg}$
 15 °C sıcaklıkta doymuş havaya karşı gelen 2 noktasi şartlari;
 $t_2 = 15\text{ }^\circ\text{C}$
 $\phi_2 = \%100$
 $h_2 = 42\text{ kJ/kg}$
 $W_2 = 10,6\text{ g/kg}$ Bu iki noktayı birleştiren doğru %80 oranında bölünürse, Örneğin,
 $(t_1 - t_2') / (t_1 - t_2) = 0,80$ ve buradan, $t_2' = 18\text{ }^\circ\text{C}$ olduğuna göre, 18 °C kuru termometre doğrusu ile kesim noktası yardımı ile 2 noktasi bulunur.

Bu noktadaki şartlar;

$t_2' = 18\text{ }^\circ\text{C}$
 $\phi_2' = \%86$
 $h_2' = 46,2\text{ kJ/kg}$
 $W_2' = 11,2\text{ g/kg}$

olarak belirlenir. Görüldüğü gibi burada yıkama yapılmasına karşın hava nem kaybetmiştir. Soğuk su ile yıkama yapıldığında, su sıcaklığına bağlı olarak nemlendirme veya nem alma gerçekleştirilebilir. Buna göre soğutma kapasitesi;

$$Q_2 = m_a \cdot (h_1 - h_2') = 10000 (64 - 46,2) = 178000\text{ kJ/h} = 49,4\text{ kW}$$

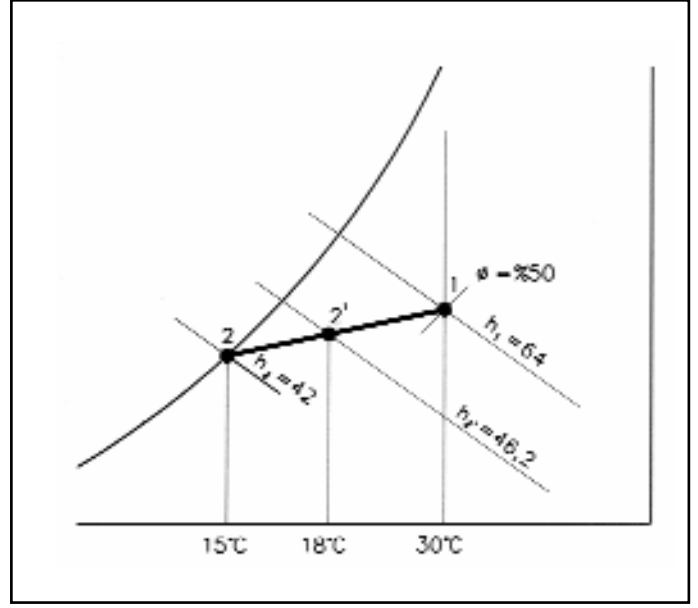
Örnek 10:

Kuru hava kütleli debisi 1000 kg/h, kuru termometre sıcaklığı 17 °C, bağıl nemi %50 olan hava, 30 °C sıcaklıkta su ile ters akımlı olarak, verimi %80 olan bir yıkayıcıda yıkandığında, havanın yıkayıcıdan çıkış şartlarını ve ısıtıcının gücünü bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramda çözümü Şekil 10.19'da görülmektedir. 1 noktasının şartları

$t_1 = 17\text{ }^\circ\text{C}$
 $\phi_1 = \%50$



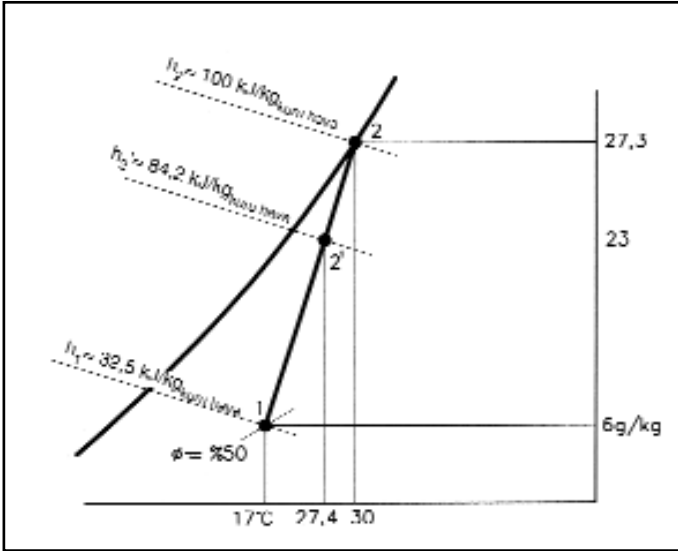
Şekil 10.18. ÖRNEK 9'UN PSİKROMETRİK DİYAGRAMDA ÇÖZÜMÜ

$h_1 = 32,5\text{ kJ/kg}$
 $W_1 = 6\text{ g/kg}$
 30 °C sıcaklıkta doymuş havaya karşı gelen 2 noktasi şartlari
 $t_2 = 30\text{ }^\circ\text{C}$
 $\phi_2 = \%100$
 $h_2 = 100\text{ kJ/kg}$
 $W_2 = 27,3\text{ g/kg}$
 Bu iki noktayı birleştiren doğru %80 oranında bölünürse
 $(t_2' - t_1) / (t_2 - t_1) = (W_2' - W_1) / (W_2 - W_1) = 0,80$ ve buradan, $t_2' = 18\text{ }^\circ\text{C}$
 $(t_2' - 17) / (30 - 17) = (W_2' - 6) / (27,3 - 6) = 0,80$
 $t_2' = 27,4\text{ }^\circ\text{C}$ ($W_2' = 23\text{ g/kg}$) bulunur.
 $t_2' = 27,4\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığı ile 1-2 noktalarını birleştiren doğrunun kesim noktası 2' şartlarını verir. Buna göre,
 $t_2' = 27,4\text{ }^\circ\text{C}$
 $\phi_2' = \%95$
 $h_2' = 84,2\text{ kJ/kg}$
 $W_2' = 23\text{ g/kg}$
 olarak belirlenir.
 Buna göre gerekli ısıtıcı kapasitesi,
 $Q_{1-2} = m_a (h_2' - h_1) = 10000 (84,2 - 32,5)$
 $= 517000\text{ kJ/h} = 143,6\text{ kW}$ olarak bulunur.

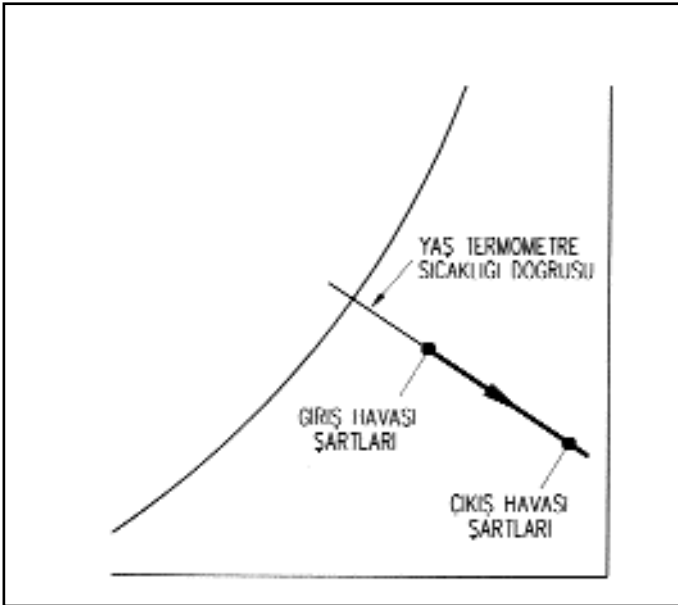
10.7.6. Havadan Higroskopik Maddelerle Nem Alınması

Bazı kimyasal maddeler nemi absorbe ederler. Bunlara nem alıcı (Higroskopik) maddeler denir. Nemli hava, nem alıcı madde (örneğin silikajel) yatağından geçirilirse, nemini bu yatağa kaybederek kuruyacaktır. Nem alıcı maddeler zamanla neme doyarlar. Bu durumda nem alıcı yatak ısıtılarak (sıcak hava ile) rejenere edilir ve tekrar kullanıma hazır hale getirilir.

Nem alıcı maddelerle nem alınması adyabatik bir işlem olarak kabul edilebilir. Bu durumda kurutucu yatak boyunca ilerleyen havanın değişimi, yaklaşık olarak sabit yaş termometre doğrusu boyunca



Şekil 10.19. ÖRNEK 10'UN PSİKROMETRİK DİYAGRAMDA ÇÖZÜMÜ



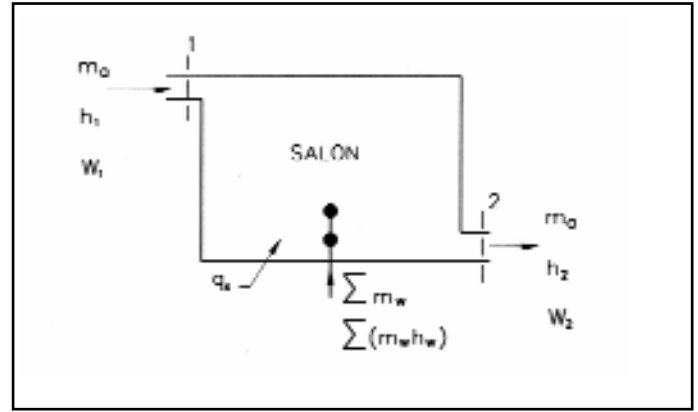
Şekil 10.20. NEM ALICI MADDELERLE HAVANIN NEMİNİN ALINMASI

ca aşağı yönde bir değişim olarak kabul edilebilir. Şekil 10.20'de bu değişim görülmektedir.

Buna göre çıkışta hava daha sıcak ve daha kurudur. Bir başka anlamıyla bu işlem adyabatik nemlendirmenin tersi yönündedir. Kurutucudan çıkıştaki 2 noktasının yeri nem alıcının konstrüksiyonu ve karakteristiğine bağlıdır.

10.7.7. Bir Salondaki Isı ve Nem Kazancının Nemli Hava ile Alınması

Bir salonun iklimlendirmesi ile ilgili problemlerde çoğunlukla, gönderilen nemli havanın debisinin ve hava şartlarının belirlenmesi gerekir. Şekil 10.21'de ısı ve nem kazancının olduğu, iklimlendirilen bir salon, şematik olarak görülmektedir. Salonun cidarlarından içeri giren ısı ile salon içinde üretilen net ısıların toplamı q_s ile gösterilmektedir. Göz



Şekil 10.21. BİR SALONDAKİ ISI VE NEM KAZANCININ NEMLİ HAVA İLE ALINMASINA AİT ŞEMA

önüne alınan durumda, su buharının neden olduğu buharlaşma ısı, bu ısı içinde düşünülmediğinden q_s ısı, duyulur ısı olarak tanımlanır.

Diğer taraftan, salonun cidarlarından giren ve çıkan ile salon içinde, çeşitli kaynaklardan üretilen net su buharı miktarı Σm_w olsun. Salona ilave edilen bu su buharı, kütlesi ile entalpisinin çarpımı kadar bir gizli ısıyı, salona ilave edecektir.

Devamlı rejim halinde bu salon için

$$m_a \cdot h_1 + q_s + \Sigma (m_w \cdot h_w) = m_a \cdot h_2$$

$$m_a \cdot W_1 + \Sigma m_w = m_a \cdot W_2$$

veya,

$$q_s + \Sigma (m_w \cdot h_w) = m_a \cdot (h_2 - h_1) \quad (1)$$

$$\Sigma m_w = m_a \cdot (W_2 - W_1) \quad (2)$$

bağıntıları yazılabilir. İlk denklemin sol tarafı, bu salonda bütün kaynaklardan açığa çıkan, hem duyulur hem de gizli ısı miktarlarının toplamını göstermektedir. İki denklemin birleştirilmesi ile

$$(h_2 - h_1) / (W_2 - W_1) = [q_s + \Sigma (m_w \cdot h_w)] / \Sigma m_w \quad (3)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlik de, (sağ taraftaki terimler sabit olduğundan) psikrometrik diyagramda doğrusal bir değişim göstermekte olup bu doğrunun eğiminin sayısal $[q_s + \Sigma (m_w \cdot h_w)] / \Sigma m_w$ şeklindedir. Buna göre salonu istenilen iç şartlarda (2 şartlarında) tutmak için, salona gönderilmesi gerekli besleme havasının şartları (1 noktası), iç şartları temsil eden noktadan (2 noktası) geçen yukarıdaki eğimdeki doğru üzerinde olmalıdır.

Bu tarife göre 1 noktası yukarıdaki doğru üzerindeki her nokta olabilir. Besleme havası şartlarını belirleyen bu doğruya "Duyulur Isı Oranı Doğrusu" denir. Bu doğru üzerinde 1 noktası yer değiştirdikçe sadece besleme havasının gerekli olan miktarı (m_a) değişir. Buna göre 1 noktası 2 noktasına ne kadar yakınsa, besleme havası miktarı o kadar fazla olacaktır.

Genellikle psikrometrik hesaplarda üfleme havası (besleme havası) sıcaklığı veya iç sıcaklıkla üfleme havası sıcaklığı arasındaki fark verilir. Bu durumda Duyulur Isı Oranı doğrusu çizilerek üfleme havası şartları ve üfleme havası miktarı belirlenebilir.

Duyulur Isı Oranı doğrusu eğiminin yukarıdaki denklem ile belirlenmesi en sağlıklı yoldur. Çoğu zaman, bu eğimin bulunmasında Duyulur Isı Oranı (DIO) değerinden yararlanır. (DIO) duyulur ısı kazancının, toplam ısı kazancına oranıdır. Psikrometrik diyagramdaki yarım dairenin içinde (DIO) değerleri,

$\Delta h_s / \Delta h_T$ ile gösterilmiştir. Bu değer,

$$DIO = \Delta h_s / \Delta h_T = q_s / [q_s + \sum (m_w \cdot h_w)]$$

ifadesi ile bulunur ve eğim yarım daire üzerinde işaretlenen DIO noktası ile daire merkezini birleştiren doğrunun eğimi olarak belirlenir. Ancak hesaplarda eğim için denklem 3'ün kullanılmasını öneriyoruz.

Örnek 11:

Bir salondan emilen havanın (salon iç hava şartları) kuru termometre sıcaklığı 25 °C, termodinamik yaş termometre sıcaklığı ise 19 °C değerlerindedir. Bu salonun duyulur ısı kazancının 30000 kJ/h ve salondaki insanlardan olan nem kazancının 5 kg/h olduğu bilinmektedir. Üretilen nem doymuş ve 30 °C sıcaklıktadır. Salona gönderilen temiz havanın kuru termometre sıcaklığının 15 °C olduğu bilindiğine göre, salona gönderilmesi gereken temiz havanın hacimsel debisi ile termodinamik yaş termometre sıcaklığını bulunuz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü Şekil 10.22'de görülmektedir. Havanın salondan çıkış şartı psikrometrik diyagramda 2 noktası ile gösterilmiştir. Tablo 10.2 yardımı ile salona ilave edilen nemin antalpisi

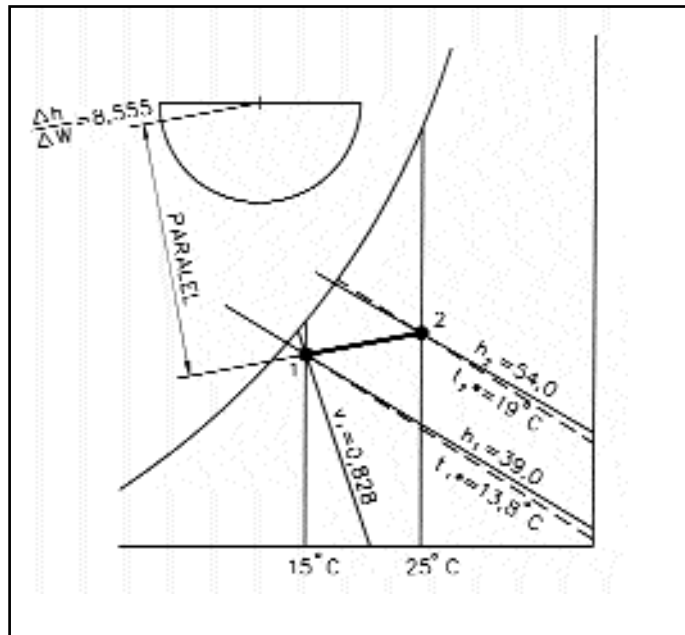
$$h_w = 2555,52 \text{ kJ/kg olduğundan, Denklem (3) kullanılarak}$$

$$\Delta h / \Delta W = [30000 + (5) (2555,52)] / 5 = 8555 \text{ kJ/kg}_{nem}$$

= 8,555 kJ/g yazılabilir.

Psikrometrik diyagramdaki yarım dairenin $\Delta h / \Delta W$ ölçeğinden yararlanılarak 2 noktasından geçen ve eğimi 8,555 kJ/kg (nem) olan bir doğru çizilebilir. Bu doğrunun, kuru termometre sıcaklığı 15 °C olan doğruyu kestiği nokta 1 noktasıdır. Bu şekilde, 1 noktasının termodinamik yaş termometre sıcaklığı $t_1^* = 13,8$ °C elde edilir.

DIO doğrusunun eğimi için $\Delta h_s / \Delta h_T$ ölçeğinden de yararlanılabilir. Bu ikinci yöntemde, psikrometrik diyagramdaki $\Delta h / \Delta W$ ölçeği yerine, salondaki duyulur ısı kazancının toplam ısı kazancına oranı olan $\Delta h_s / \Delta h_T$ ölçeğinden yararlanılır.



Şekil 10.22. ÖRNEK 11'İN PSİKROMETRİK DİYAGRAM YARDIMI İLE ÇÖZÜMÜ

Bu örnekte, bu oran

$$\Delta h_s / \Delta h_T = q_s / [q_s + \sum (m_w \cdot h_w)] = 30000 / [30000 + (5) (2555,52)] = 0,701$$

değerindedir. İstenirse psikrometrik diyagramda, 2 noktasından geçen bu eğimdeki doğru yardımıyla 1 noktası bulunabilir.

Dikkat edilirse psikrometrik diyagramdaki yarım dairenin ölçeklerinde $\Delta h_s / \Delta h_T = 0,701$ değeri ile $\Delta h / \Delta W = 8555$ kJ/kg (nem) değeri üst üste çalışmaktadır. Salona gönderilmesi gereken temiz hava Denklem (1) kullanılarak bulunabilir. Denklem (1)'den

$$m_a = [q_s + \sum (m_w \cdot h_w)] / (h_2 - h_1) = [30000 + (5) (2555,52)] / (54,0 - 39,0)$$

$$m_a = 2851,8 \text{ kg}_{kuru \text{ hava}} / h$$

elde edilir. 1 noktasında $v_1 = 0,828 \text{ m}^3 / \text{kg}_{kuru \text{ hava}}$ olduğundan, salona gönderilmesi gereken temiz hava

$$\text{Hacimsel debi} = m_a \cdot v_1 = (2851,8) (0,828) = 2361,3 \text{ m}^3/h \text{ olarak bulunabilir.}$$

Örnek 12:

Bir salonda kışın iç şartlar kuru termometre sıcaklığı 20 °C, bağıl nem %50 değerlerinde tutulmak istenmektedir. Salonun duyulur ısı kaybı 30000 kJ/h ve nem kazancı 5 kg/h olarak bilinmektedir. Nemin antalpisi,

$$h_w = 2555 \text{ kJ/kg}$$

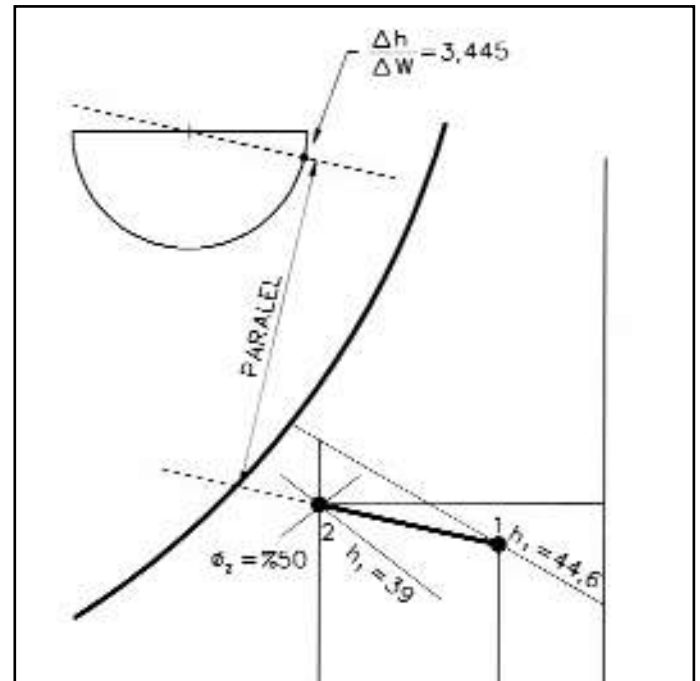
alınabilir. Salona üflenen sıcak hava ile salon havası arasındaki fark 10 °C istendiğine göre, salona gönderilmesi gereken üfleme havası miktarı ve şartlarını belirleyiniz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü Şekil 10.23'de görülmektedir. Salon iç şartları diyagramda 2 noktası ile gösterilmiştir. (3) denklemini kullanarak,

$$\Delta h / \Delta W = [-30000 + (5) (2555,52)] / 5 = -3445 \text{ kJ/kg}_{nem}$$

bulunur. Burada ısı kaybının (-) işaretlerle göz önüne alınacağı unutulmamalıdır. Psikrometrik diyagramdaki yarım dairenin $\Delta h / \Delta W$ ölçeğinden yararlanılarak 2 noktasından geçen ve eğimi -3,445 olan doğ-



Şekil 10.23. ÖRNEK 12'İN PSİKROMETRİK DİYAGRAMINDA GÖSTERİMİ

ru çizilir. Bu doğrunun $t_1 = t_2 + 10 = 20 + 10 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ kuru termometre sıcaklığı doğrusunu kestiği (1) noktası üfleme şartlarını verir.
 $t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

$h_1 = 44,6 \text{ kJ/kg}$

$W_1 = 5,6 \text{ g/kg}$

Salona gönderilmesi gerekli üfleme havası,

$m_a = [-30000 + (5)(2555)] / (39 - 44,6) = 3075 \text{ kg/h}$ bulunur.

10.7.8. Konfor Kliması

Çeşitli klima uygulamalarında psikrometri çalışması yapılarak santral seçilmesi gerekir. Farklı uygulamalarda, içeride istenen şartların sağlanması için klima santralında iç ve dış hava karışımı farklı işlemlerden geçirilir. Bu işlem kombinasyonlarını geniş bir biçimde ele almak buradaki amaçlara uygun değildir. Klima santralında amaç, karışım havasını bir veya bir dizi uygun işlemle istenen üfleme şartlarına getirmektir. Burada sadece yaz ve kış kliması olmak üzere iki klasik konfor uygulaması örneği verilecektir.

Örnek 13:

Yaz kliması yaz hesap şartları kuru termometre sıcaklığı $33 \text{ }^\circ\text{C}$ ve yağ termometre sıcaklığı $25 \text{ }^\circ\text{C}$ olan bir iklimde, iç şartlar kuru termometre $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ve bağıl nem %50 olarak istenmektedir. Göz önüne alınan salonun duyulur ısı kazancı, $q_s = 30000 \text{ kJ/h}$, nem kazancı 5 kg/h olarak bilinmektedir. Santralda 1 kısım dış hava, 3 kısım iç hava ile karıştırılmaktadır.

a. Üfleme sıcaklığının $15 \text{ }^\circ\text{C}$ olabilmesi için soğutucu serpantin CÇN sıcaklığı ve BF ne olmalıdır?

b. Soğutucu serpantin kapasitesi ne olmalıdır?

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramdaki çözümü, Şekil 10.24'de görülmektedir. Klasik yaz klimasında istenilen üfleme şartlarına ula-

şabilmek için sadece serpantin yüzeylerinde havanın soğutulması çoğunlukla yeterlidir.

Psikrometrik diyagramda iç ve dış şartlar işaretlendikten sonra bu ikisini birleştiren doğru 1/4 oranında bölünerek, K karışım noktası şartları bulunur.

$$(t_K - t_1) / (t_D - t_1) = 1 / (1+3)$$

$$(t_K - 25) / (33 - 25) = 1/4 \text{ buradan, } t_K = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$t_K = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ kuru termometre doğrusu ile I ve D noktalarını birleştiren doğrunun kesim noktasında karışım havası şartları,

$$t_K = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_K = 57 \text{ kJ/kg}$$

$$W_K = 11,7 \text{ g/kg}$$
 olarak bulunur.

Üfleme havasının 1 noktası ile gösterilen şartları ise aynen Örnek 11'de anlatıldığı gibi,

$$t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_1^* = 13,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 = 39 \text{ kJ/kg}$$

$$v_1 = 0,328 \text{ olarak bulunur.}$$

K ve 1 noktaları birleştirilerek uzatılır ve doyma eğrisini kestiği nokta CÇN olarak belirlenir.

Soğutucu serpantinden 1 noktasında çıkabilmek için serpantin CÇN sıcaklığı, $t_{CÇN} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ olmak zorundadır. By-pass faktörü (BF) ise,

$$BF = (t_1 - t_{CÇN}) / (t_K - t_{CÇN}) = (15 - 12) / (27 - 12) = 0,2 (=20\%)$$

bulunur.

Soğutucu serpantin kapasitesi,

$$Q_s = m_a \cdot (h_K - h_1)$$

olup, $m_a = 2851,8 \text{ kg/h}$ olarak Örnek 11'de bulunmuştu. Bu değer yardımı ile,

$$Q_s = 2851,8 (57 - 39) = 51332 \text{ kJ/h} = 14,2 \text{ kW}$$
 soğutucu serpantin kapasitesi belirlenir.

Örnek 14:

Kış kliması kış hesap şartları kuru termometre sıcaklığı $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ve bağıl nemi %60 olan bir iklimde iç şartlar kuru termometre $20 \text{ }^\circ\text{C}$, bağıl nem %50 değerlerinde istenmektedir.

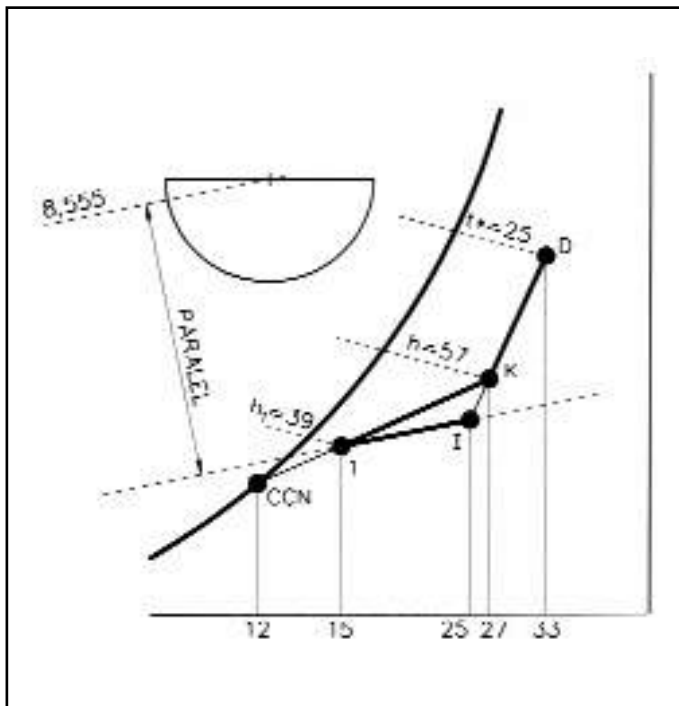
Salonun duyulur ısı kaybı 30000 kJ/h ve nem kazancı 5 kg/h olarak bilinmektedir. Salona üflenen sıcak hava, salon iç havasından $10 \text{ }^\circ\text{C}$ daha sıcaktır. Klima santralında 1 kısım dış hava 1 kısım iç hava ile karıştırılmaktadır.

a. Santralda gerekli işlemleri belirleyiniz.

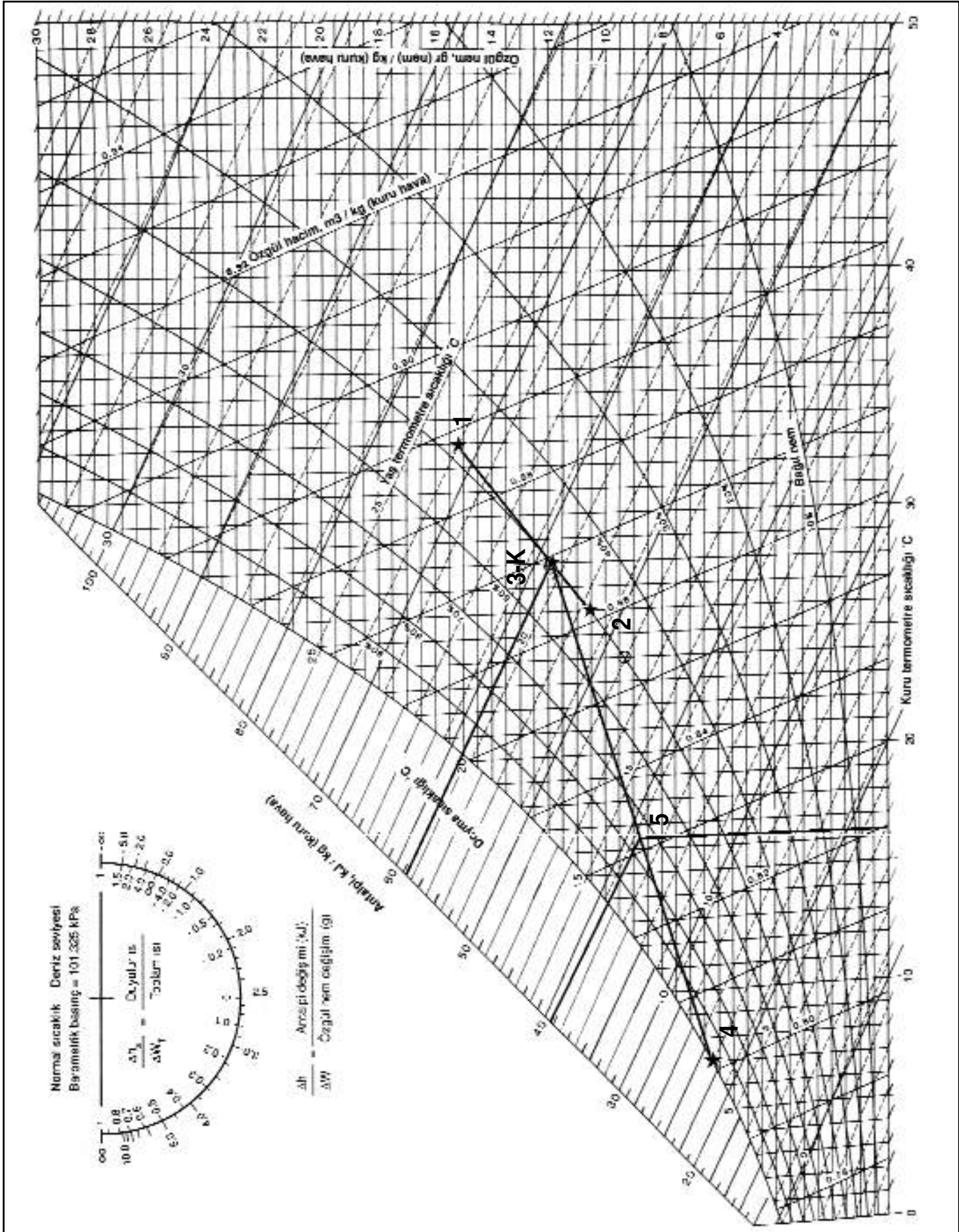
b. Gerekli ısıtma kapasitesini belirleyiniz.

Çözüm:

Problemin psikrometrik diyagramda çözümü Şekil 10.25'de görülmektedir. Klasik kış klimasında karışım havasının istenilen üfleme şartlarına ulaştırılabilmesi için önce ısıtılması, sonra yıkayıcıda adyabatik nemlendirme ile nemlendirilmesi ve tekrar ısıtılması gerekir. Bunun yerine günümüzde hijyen nedenleri ile buharla nemlendirme daha çok tercih edilmektedir. Bu durumda karışım havasını sadece ısıtmak ve buharla nemlendirmek yeterli olmaktadır. Bu ikinci yol problemin çözümünde tercih edilecektir. Kullanılan buharın sıcaklığı $100 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul edilsin. Buna göre, psikrometrik diyagramda iç ve dış şartlar işaretlendikten sonra, bu iki noktayı birleştiren doğru 1/2 oranında bölünerek K karışım noktası şartları bulunur.



Şekil 10.24. ÖRNEK 13'ÜN PSİKROMETRİK DİYAGRAMDA GÖSTERİMİ



Şekil 10.26. ÖRNEK 15'İN PSİKROMETRİK DİYAGRAMDA GÖSTERİMİ

11. KLİMA SİSTEMLERİ

11.1. KLİMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Binaların kullanım amaçları, buldukları bölge ve bölgeye bağlı olarak dış hava şartları değişkendir. Yatırımcılar, bina sahipleri veya binayı kullananlar farklı işletme şartları talebinde bulunabilirler. Bu nedenlerle klima sistemleri bu ihtiyaçları karşılamak amacıyla genellikle çeşitli tipte ve özellikte projelendirilir, monte edilir ve işletilir. Klima sistemlerini sınıflandırmanın amacı bir sistemi diğerinden ayırtabilmeyi sağlamak ve ihtiyaçlara bağlı olarak en doğru klima sistemini seçmeyi kolaylaştıracak bir yöntem oluşturmaktır. Eğer tasarımcı bir klima sistemini doğru bir şekilde belirleyemezse ve diğerlerinden ayıramazsa, müşterisi için uygun sistemi seçmesi zor olacaktır. Klima sistemlerinin sınıflandırılmasında aşağıdaki kriterler göz önünde tutulmalıdır:

- ◆ Klima sistemlerinin sınıflandırılması, eğer mümkünse, ısıtma ve soğutma sistemlerinin ayrıntılarının yanı sıra, hava dağıtım sisteminin öncelikli konularını da içermelidir. Çünkü hava dağıtım sistemi iç hava sıcaklığının ve kalitesinin kontrolünde doğrudan etkilidir.
- ◆ Sistem ve kullanılan ana elemanlar birbirlerine uyumlu olmalıdır. Örneğin paket tipi bir sistemde ana eleman paket tipi cihazdır.
- ◆ Sistem sınıflandırmaları pratik uygulamalara dayanmalıdır. Örneğin, bir klima sisteminin belirlenmesi için iç hava kalitesi artık birincil kriterler arasında yer almaya başladığına göre, taze hava bağlantısı yapılamayan bir sulu sistemin varlığından bahsetmenin ne kadar doğru olduğu düşünülmelidir.
- ◆ Sistem sınıflandırılması basit olmalı, her klima sistemi açık bir şekilde diğerinden farklı olmalıdır.

Sınıflandırma

Klima sistemlerini öncelikle merkezi sistemler ve bireysel sistemler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Merkezi sistemler; tam havalı, tam sulu ve havalı+sulu olarak üçe ayrılır. Tam havalı sistemler tek zonlu veya çok zonlu olabilir. Tam sulu sistemler iki ve dört borulu fancoil ve panel sistemleridir. Bunlara taze hava ilave edilince havalı ve sulu sistemler elde edilir. Ayrıca soğuk su yerine, doğrudan soğutucu akışkanın dolaştırıldığı merkezi sistemler vardır. Bireysel sistemleri ise, paket tipi üniteler, split cihazlar ve kanallı split cihazlar olarak ayırmak mümkündür.

Ayrıca, evaporatif soğutma sistemleri, nem alıcı-bazlı klima sistemleri, ısı depolu klima sistemleri, tekstil sektöründe kullanılan hava yıkamalı klima sistemleri gibi endüstriyel uygulamalarda kullanılan çeşitli özel klima sistemleri bulunur ve bir yandan da yeni klima sistemlerinin geliştirilmesi ve üretilmesi devam etmektedir.

- ◆ Bir paket sistem her zaman havayı direkt olarak soğutucu akışkanla soğutan DX (direk genişleme) serpantinini kullanan bir soğutma sistemine sahiptir. Bireysel sistemler de havayı soğutma için DX serpantinine sahip fabrika-üretimi, kendi içinde hazır, küçük bir soğutma sistemi içerirler.
- ◆ Merkezi sistemler, havayı dolaylı olarak soğutmak için soğutulmuş suyu kullanan soğutma sistemleri kullanılırlar. Isı depolayan sistem her zaman, soğutulmuş suyu veya salamurayı soğutucu olarak kullanan merkezi bir sistemdir.
- ◆ Direk genişlemeli serpantinli bireysel sistemlerde çoğunlukla ro-

tary kompresör kullanılır. Direk genişlemeli serpantinli paket sistemlerde ise pistonlu ve scroll kompresörler kullanılır. Paket sistemlerde scroll kompresörler yavaş yavaş yüksek verimleri nedeniyle pistonlu kompresörlerin yerini almaktadırlar. Merkezi sistemlerdeki chillerlerde ise kapasiteye göre kompresör seçimi yapılır. Kapasiteleri 75 ton (264 kW)'dan yüksek olan büyük chillerlerde çoğunlukla santrifüj veya vidalı kompresörler kullanılırken, orta büyüklükte veya küçük chillerlerde ise vidalı, scroll veya pistonlu kompresörler kullanılır. Küçük ve orta büyüklükteki chillerlerde de scroll kompresörler vidalı ve pistonlu kompresörlerin yerini almaktadırlar.

- ◆ Hava dağıtım sistemleri sabit debili (CAV) merkezi sistemler, değişken hava debili (VAV) merkezi sistemler, mekana özel havalandırma ve hava sirkülasyonu sistemleri olarak ayrılabilir. Buna göre ana klima sistemlerini aşağıdaki 12 grupta toplamak mümkündür. Ancak doğal olarak sistemler bununla sınırlı değildir.

1. Tek zonlu tam havalı merkezi sistemlerde her zona besleme yapan bir tek klima santrali vardır. Oda dışındaki bu santralda şartlandırılan (filtre edilen, ısıtılan, soğutulan veya nemlendirilen) hava kanallarla odaya taşınır ve besleme menfezlerinden odaya üflenir. Binadaki çok sayıda klima santralına ise, bir merkezden sıcak ve soğuk su beslenir. Tiyatro, konser salonu gibi tek ve büyük hacimlerde uygulanır. Bu sistemlerde aynı santralden birkaç zonlu ayrı ayrı beslemek de mümkündür. Birkaç zonlu sabit debili klima santralleri günümüzde fazla uygulanmamaktadır.
2. Tek zonlu sistemlerin bir başka çözümünde ise, paket tipi çatı üstü cihazlar veya çatı tipi ısı pompası (paket cihazlar) kullanılır. Bu cihazlarda direkt soğutma yapılır. Isıtma ise yine bu cihazda direkt olarak yakıt yanmasıyla veya dolaylı olarak merkezden gelen sıcak suyla yapılabilir. Burada elde edilen şartlandırılmış hava, kanallarla altındaki iç ortama beslenir. Daha çok tek katlı büyük alışveriş merkezleri gibi yaygın yapılarda kullanılır.
3. Çok zonlu tam havalı sistemlerde ise, aynı klima santralından çok sayıda zon beslenir. Bunun için her zonda bir VAV kutusu kullanılır. Bu kutulara tek kanalla gelen sabit şartlardaki soğuk hava, zonun ihtiyacı kadar debide odaya beslenerek farklı şartlar yaratılır. Bu sistemlerde ısıtma için cihaz çıkışında elektrikle veya sıcak su ile reheat gerekir. Bir başka çözüm ise ısıtmanın, ayrı merkezi sıcak sulu kalorifer sistemiyle yapılmasıdır. Burada çift kanallı sistemler de geliştirilmiştir. Çift kanallı sistemlerde bir kanalda sıcak hava, diğer kanalda soğuk hava bulunur ve karışım kutusunda bu havalar zonun ihtiyacına göre karıştırılarak odaya beslenir. Ancak çift hava kanallı VAV sistemleri çok pahalı ve ekonomik olmayan sistemler olarak bilinirler ve çok özel koşullar dışında uygulama alanı yoktur denebilir. VAV sistemleri oteller, ofis binaları ve alışveriş merkezleri gibi yerlerde uygulanır.
4. Tam sulu klima sistemlerinin en bilinen örneği iki borulu fancoil sistemleridir. Fancoil cihazları havanın fanla hareket ettirildiği konvektörlerdir. Fancoil borularından merkezde hazırlanan sıcak su veya soğutulmuş su dolaştırılır. Böylece cihaz odaya sıcak veya soğuk hava üfler. Fancoile, gelen tek borudan kısım sıcak su beslenir, yazın soğuk su beslenir. Dolayısıyla bütün sistemde ya ısıtma yapılır veya soğutma yapılır. İkisi aynı anda olmaz. Bu nedenle geçiş mevsimlerinde konforsuzluk sorunu ya-

şandır. Döşeme tipi fancoil dış duvar önüne, pencere altına yerleştirilir. Havayı yukarı oda içine doğru üfler. Tavan tipi cihazlar ise asma tavan içine yerleştirilir ve havayı aşağı doğru üflerler. Bu sistemde havalandırma pratik olarak yaktır.

5. Dört borulu fancoil sistemlerinde her cihaza dört boru bağlıdır. Aynı cihaza aynı anda hem soğuk su gelir hem de sıcak su gelir. Zonun ihtiyacına göre ısıtma veya soğutma yapılır. Sistemde ise aynı anda bazı zonları ısıtmak, bazı zonları da soğutmak mümkündür. Daha konforlu sistemlerdir. Diğer özellikleri ve tipleri iki boruluya benzer.
6. Tamamen sulu sistemler içinde panel sistemler de bulunmaktadır. En bilinen, panel radyatörlerle sıcak sulu ısıtma uygulamasıdır. Yapının tavan, döşeme, duvar gibi bir elemanın panel olarak kullanılması da mümkündür. Özellikle çelik panellerle kaplı tavanın soğutucu panel olarak kullanıldığı sistemler ile, içinden borular geçirilen döşemenin ısıtıcı panel olarak kullanıldığı sistemler daha yaygındır. Ancak tavandan panel ısıtma sistemleri de vardır. Sadece panel ısıtma veya panel soğutma yapılabileceği gibi iki borulu veya dört borulu sistemlerle aynı panelin hem ısıtma ve hem de soğutma amacıyla kullanılması da mümkündür. Panel sistemlerin hem ısıtma ve hem de soğutmada kullanılması hantal ve ekonomik olmayan bir sistem olarak bilindiği için çok sınırlı uygulama alanı bulabilmiştir.
7. Havalı + sulu sistemlerde ise ısıtma ve soğutma fancoil sistemiyle gerçekleştirilir. Buna karşılık her hacme kanallarla taze hava beslenir. Bu %100 taze hava bir merkezi santralde ön şartlandırılır. Egzoz sistemi de merkezi olarak gerçekleştirilir. İki borulu sistemlerde ara mevsimlerde sıcaklık sorunlarını biraz olsun azaltabilmek için taze hava miktarlarının artırılması yararlıdır. Bu sistemlerden sayılabilecek indüksiyon sistemleri günümüzde dezavantajları nedeniyle artık tercih edilmemektedir.
8. Merkezi sulu ısı pompası sistemlerinde bütün binayı dolaşan bir su devresi vardır. Bu devredeki su kışın bir kazan yardımıyla ısıtılır ve yazın bir su soğutma kulesiyle soğutulur. Her zonun ısı pompası bu su devresine bağlıdır. Bu devreden aldığı ısıyı odaya pompalar veya odadan aldığı ısıyı bu devreye pompalar.
9. Değişken soğutucu akışkan debili sistemleri. Doğrudan soğutucu akışkanın (freon gazı) dolaştırıldığı merkezi sistemlere Değişken soğutucu akışkan debili sistemleri adı verilmektedir. Burada bir dış ünite elde edilen sıvı soğutucu akışkan her bir zonda bulunan iç ünite cihazlarına gönderilir. İç cihazlarda sıvı akışkan buharlaşırken ortamdan ısı çeker. Zon kontrolü buharlaştırılan soğutucu akışkan miktarının değiştirilmesiyle gerçekleştirilir. Akışkanın ters döndürülmesiyle bu ünitelerde ısıtma da yapılabilmektedir. Aynı dış üniteye bağlı iç ünitelerde normal olarak birlikte soğutmadan, ısıtmaya geçmek mümkündür. Ancak ısı geri kazanımlı tip değişken soğutucu akışkan debili sistemlerinde farklı iç ünitelerde aynı anda ısıtma ve soğutma yapmak mümkündür. İç üniteler genellikle tavana yerleştirilir. İç ünitelerin döşeme tipi ve kanallı tipleri de vardır.
10. Paket tipi ünitelerde kompresör, kondenser ve evaporatör aynı paketin içindedir. Sadece cihaz dış hava ile irtibatlandırılır veya cihaza soğutma suyu bağlantısı yapılır. Bunların iç ortama yerleştirilen, dış duvara veya pencereye monte edilebilen tipleri

vardır. Her odaya bir cihaz kullanılır. Normal olarak sadece soğutma yaparlar. Isı pompası tiplerinde geçiş mevsimlerinde sınırlı ısıtma yapılabilir. Ancak esas ısıtma sıcak sulu kalorifer sistemiyle temin edilir.

11. Split cihazlarda ise kompresör ve kondenser ünitesi bina dışına yerleştirilir. Evaporatör ünitesi ise içindedir. Arada boru bağlantısı vardır. İç ünite oda havası soğutulur (veya ısı pompası tiplerinde sınırlı olarak ısıtılır).
12. Hava kanallı tip split cihazlarda ise; daha gelişmişlerinde, iç ünite soğutulan veya ısıtılan hava bir kanal yardımıyla iç ortama verilir. ısıtma sıcak sulu kalorifer sistemiyle de gerçekleştirilebilir. Radyatörlerde termostatik vana kullanılmalıdır. Bu cihazlarda dış bağlantı yapılarak taze hava alınabilir ve ortam havalandırılabilir. Ayrıca iç ortamda basınçlandırma yapılabilir ve hava cihazda filtre edilebilir. Bu sistemler ofis yapıları, konutlar ve işyerleri gibi yerlerde başarıyla kullanılmaktadır. Sistemin esnekliği ve sağladığı konfor en önemli özelliğidir.

11.2. MERKEZİ TAM HAVALI KLİMA SİSTEMLERİ

Isı transfer akışkanı olarak havanın kullanıldığı sistemlerdir. HVAC ekipmanı merkezi olarak yerleştirilmiştir. Tam havalı sistemler, soğutulmuş ve nemi alınmış havayı şartlandırılacak odaya yollayarak duyulur ve gizli soğutma, ısıtılmış havayı şartlandırılacak odaya yollayarak ısıtma yaparlar. Tam havalı sistemler nem alma, havayı filtreleme ve taze hava sağlama özelliğine sahiptirler. İlk yatırım maliyeti olarak çok rekabetçi, enerji verimi ve işletme maliyeti anlamında sistem tipine göre değişkenlik gösterirler. Tam havalı sistemler; sabit debili veya değişken debili, merkezi klima santrali içinde seri bataryalı veya paralel bataryalı, tek kanallı veya çok kanallı, tek zonlu veya çok zonlu olarak sınıflandırılabilirler.

Tam Havalı Sistemlerin Avantajları:

1. Merkezi klima cihazının, yerleşim alanları dışında makine dairelerinde tesis edilmesi ve filtrasyon; koku, ses kontrollerinin ve ısı, nem kontrollerinin istendiği şekilde daha rahat yapılmasını sağlar. Uzun kanallarda iç akustik kaplama yapabileceği ve gerektiğinde santrale susturucu ilave edebilme imkanları bulunduğu için tam havalı sistemler akustik kontrolün en iyi yapılabildiği sistemlerdir.
2. Boru bağlantılarının, drenaj borularının, elektrik hatlarının, filtrelerin klimatize saha dışında olması, bunların bakımını kolaylaştırmasının yanında; bunların ayak altından uzaklaşmasından dolayı hasar görmelerini de önler.
3. İyi bir havalandırma ve iyi bir hava dağılımı yapılmasına imkan sağlar.
4. İyi bir filtrasyon sağlar, iç hava kalitesi açısından uygun özellikleri vardır. Avrupa'da hijyenle ilişkili kurallar klima sistemlerinde çift kademe filtrasyonu (EU3-4 + EU7) öngörmektedir. Tam havalı sistemler bu uygulama açısından mükemmeldir.
5. Büyük miktar egzoz gerektiren tasarımlarda, çok rahatlıkla dış hava temini imkanı getirir.
6. Mekanda pozitif basınç yaratarak toz ve koku girişini engeller, mekanlar arasında basınç farkları oluşturulabilir.
7. Dış havanın oda sıcaklıklarından düşük olduğu zamanlarda, soğutucu cihazları devre dışı bırakarak, dış hava ile soğutma (free cooling) olanağı vardır.

8. Ayrıca ısı geri kazanım imkanı vardır. Isı geri kazanım cihazlarıyla dışarı atılan (sıcak veya soğuk) enerjiyi %90'lara varabilen verimlerle geri kazanıp, kullanmak imkanını verirler.
8. Zonlama yapılması, fleksibilite ve nem kontrolü sağlaması her mevsim için geçerlidir.
9. Mevsimsel change-over yapılması ve otomatik kontrol uygulanması çok kolaydır.
10. Kışın nemlendirme yapılmasına uygundur.

Dezavantajları:

1. Kanal için de ilave bir yükseklik gerektiğinden, binanın yükselmesine neden olur.
2. Çevre zonların ısıtılmasında kullanıldığı zaman kullanım saatleri dışında da fanların çalışmasını gerektirir.
3. Kanallarda hava balansının yapılması zor bir işlemdir.
4. Çevresel zonlardaki ısıtma, hava ile yapılması halinde, sulu sistemlere nazaran daha geç emre amade olur.
5. Uç elemanlara ulaşmak için bırakılacak müdahale kapakları mimari, dekorasyon sorunu yaratır.
6. İç soğutma yükünün fazla olması, daha büyük hava miktarları gerektirecektir. Neticede mimarla birlikte fazlaca çalışmak gerekecektir.
7. Merkezi cihaz arıza yaptığında bütün işletme (veya büyük bir bölümü) kesintiye uğrayacaktır.
8. Hava dengelemesi gereklidir.
9. Fanlarda önemli ölçüde enerji tüketilir.

11.2.1. Sabit Havalı Tek Kanallı Tek Zonlu Sistemler (Şekil 11.1)

En basit, tek bir zona hizmet eden, sabit debili, üflenen hava sıcaklığı değiştirilebilen bir sistemdir. Otomatik kontrolle hacme üflenen hava sıcaklığı (ve isteniyorsa, nem içeriği) kontrol edilir. Dikkatli bir dizayn ile sistemin hizmet ettiği hacmin sıcaklık ve nem kontrolü çok güzel yapılabilmektedir. Sistem istenildiğinde, komşu sistemlere zarar vermeden durdurulabilir. Sisteme egzoz fanı ilavesiyle ara mevsimlerde, uygun dış sıcaklıklarda, dış hava ile soğutma yapması sağlanabilir. Dönüş-Egzoz fanı kullanılmazsa (sabit dış hava çalışma durumunda) bu olanaktan yararlanılamaz.

Reheat Sistemler

Reheat sistemde birden fazla zona hizmet verilebilir. Şekil 11.2'de görülen bu sistemde hava miktarı, maksimum soğutma yükünün karşılanmasına göre seçilir. Soğutma yükünün azalması halinde, azalan yük miktarı kadar ısı, söz konusu hacimdeki reheat serpantini vasıtasıyla eklenerek oda sıcaklığının sabit tutulması temin edilmektedir. Bu sistemde, konfor ve proses klimasında, ortam şartlarını çok hassas biçimde kontrol etmek olanağı bulunmaktadır. Hava miktarı, birden çok mahal olması halinde her odanın max. hava debileri toplanarak bulunur. Soğutma yükü ise blok yüküdür. Yani, max. yük saatinde oluşan her odaya ait, o saatteki yükler toplamıdır.

Avantajları:

1. Odada istenen şartlar hassas bir şekilde gerçekleştirilir. Laboratuvarlarda (yüksek egzoz miktarı olan yerlerde) hastanelerde, ameliyathanelerde, yoğun bakım ünitesi olan yerlerde kullanılır.

Dezavantajları:

1. Çok pahalı bir işletme gideri vardır. Konfor uygulamaları için bazı enerji yönetmeliklerine aykırıdır.

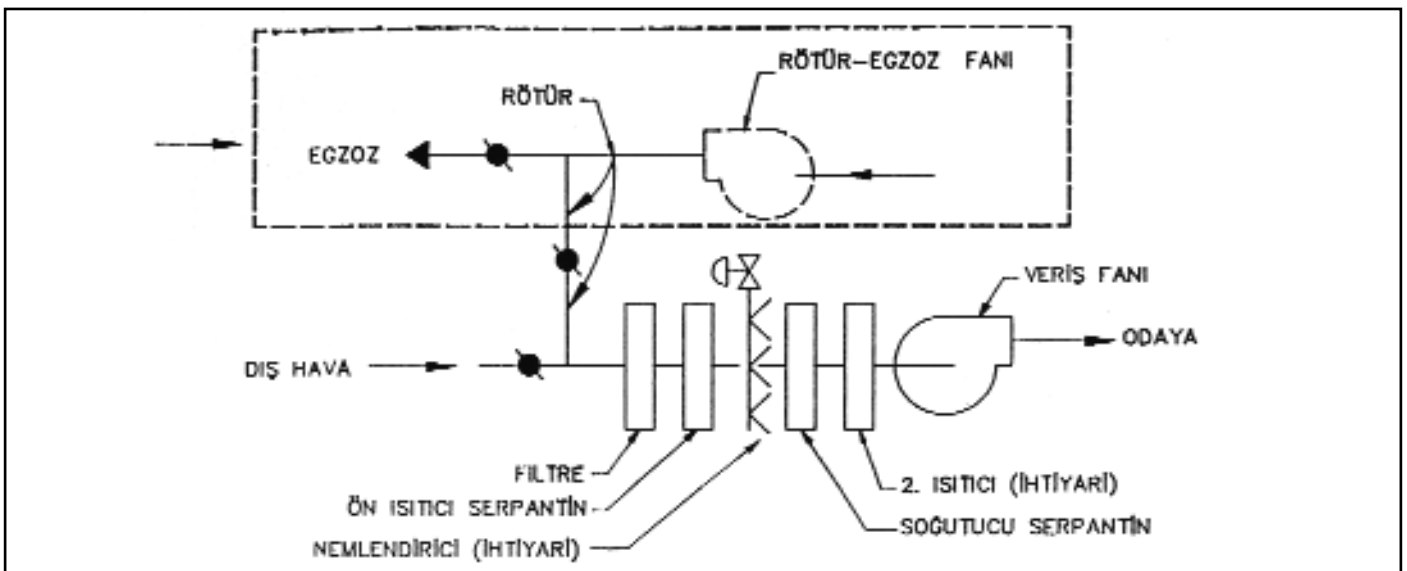
Çift Kanallı Sistemler

Çift kanallı sistemlerde, (Şekil 11.3 ve 11.4) merkezi santralde soğutulan ve ısıtılan hava, iki kanal ile mahallere gönderilmektedir. Burada her odada veya zonda, sıcak ve soğuk hava karışım valfiyle karıştırılıp istenen mahal şartları temin edilebilir. Çift kanallı sistemler, sabit havalı veya VAV esaslı olarak dizayn edilebilirler.

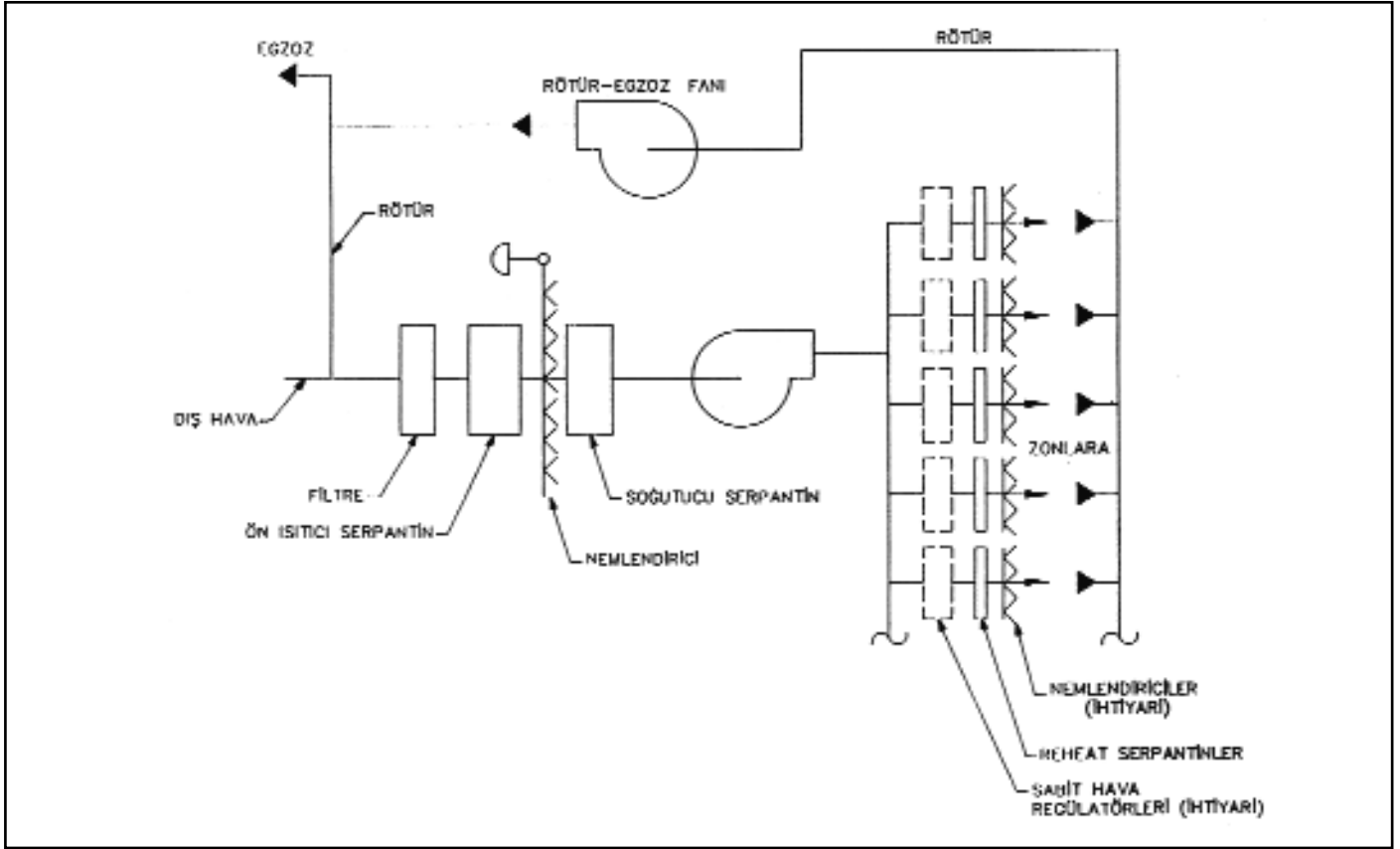
11.2.2. Sabit Debili Karışım Havalı Klima Santral Otomatik Kontrol Sistemi

Sabit debili tek zonlu tam havalı klima sistemi ve klima santral kontrol sistemi Şekil 11.5'de verilmiştir. Sistem; ısıtıcı ve soğutucu serpantin, taze hava, egzoz ve karışım havası damperleri, nemlendirici ünite ile aspiratör ve vantilatörden oluşmaktadır. Sistem, Karışım Havalı ısıtıcı ve soğutucu ünitesi bulunan klima santralidir. Santral merkezi olarak hizmet ettiği mahalleri havalandırmak ve sıcaklık ile nemini konfor şartlarına ulaştırmak için hizmet verecektir.

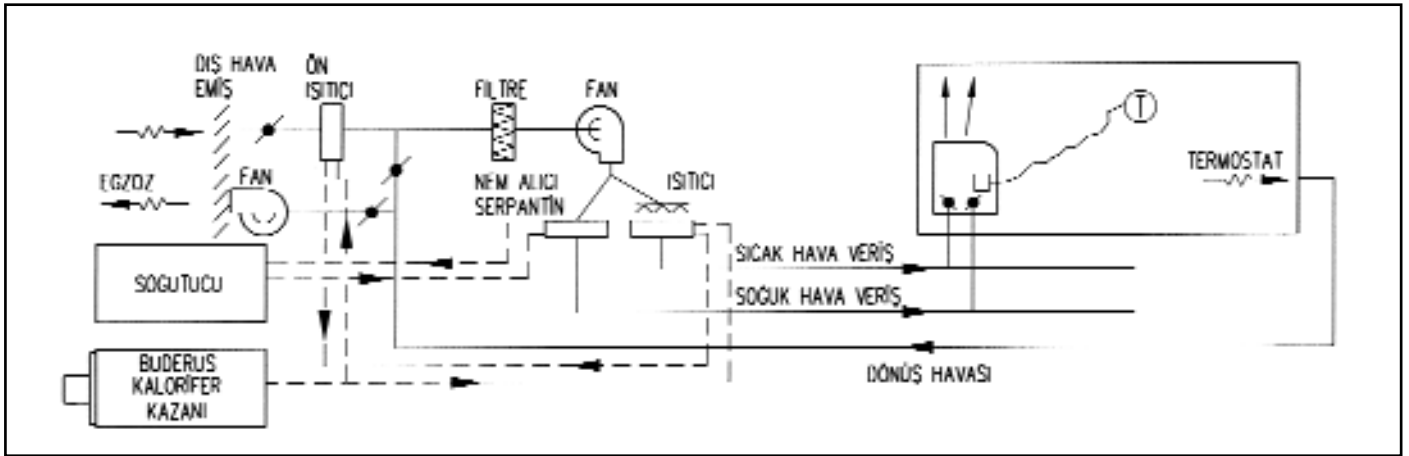
Kontrol sistemini oluşturan ekipmanlar; oransal damper servomotoru, filtre kirlendi alarmı için fark basınç anahtarı, ısıtıcı serpantin iki



Şekil 11.1. TEK KANALLI SİSTEM



Şekil 11.2. REHEAT SİSTEMİ



Şekil 11.3. SABİT HAVA ÇİFT KANAL

yollu vana ve oransal servomotoru, soğutucu serpantin iki yollu vana ve oransal servomotoru, donma termostatu (manuel resetli), besleme fanı, egzoz fanı, buharlı nemlendirici ünite, kayış koptu ve mekanik arıza bilgileri için fark basınç anahtarı, üfleme ve emiş havası, nem ve sıcaklık hissedicilerinden oluşmaktadır.

Sistem bina yönetim sistemi tarafından desteklendiği için tek bir dış hava (taze hava) kuru termometre sıcaklık + nem hissedicisi kullanılmaktadır.

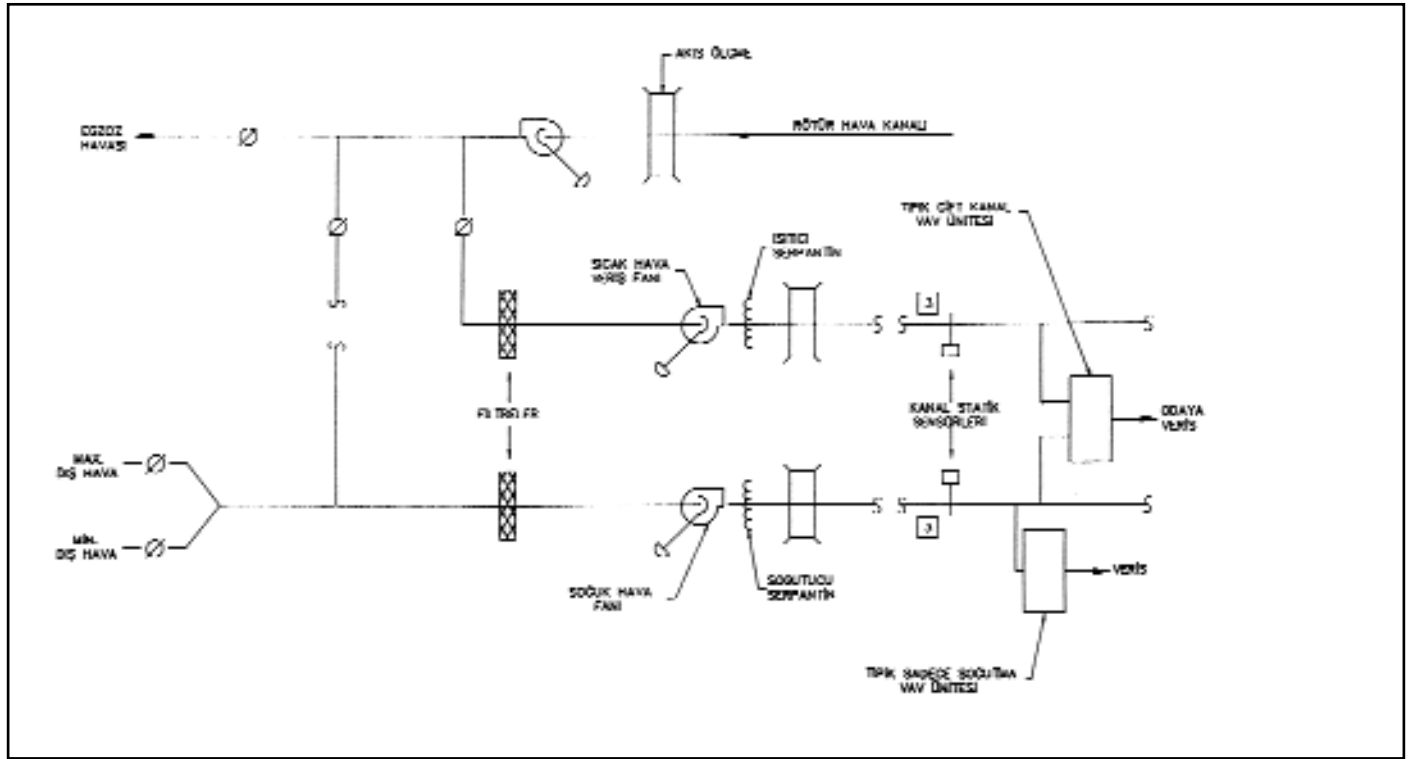
Sistem start komutu aktif değilken vantilatör ve aspiratör OFF konumunda; taze hava ve egzoz havası damperleri tam kapalı (%0), karışım havası damperleri tam açık (%100), ısıtıcı vanaları, soğutucu

vanaları tam kapalı (%0) pozisyonundadır.

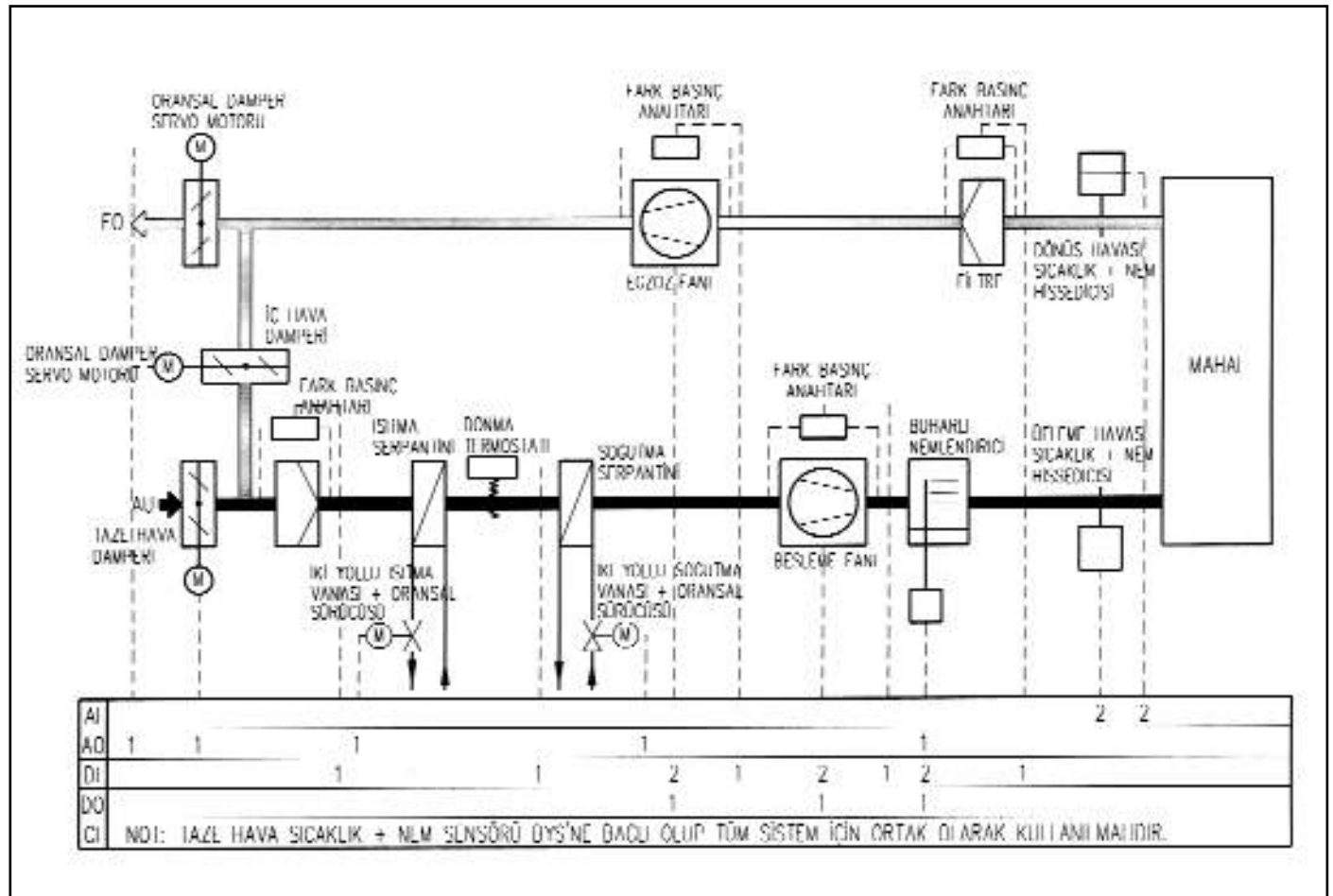
Yaz Çalışması (Normal Çalışma) Modu: ($T_{DİŞ} > 24 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Operatör, Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden start komutu verdiğinde veya zaman programına bağlı olarak sistem start komutu verildiğinde;

1. Motor Kontrol (MCC) panosu üzerindeki AUTO / MAN seçici anahtar AUTO pozisyonunda ise ve termik bilgisi normal ise Aspiratör ve Vantilatör çalışmaya başlar. Çalıştı bilgisi vantilatör ve aspiratör üzerindeki fark basınç anahtarları vasıtasıyla Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden gözlenir.
2. Sistem tarafından izlenen Dönüş havası sıcaklığı ve dış hava



Şekil 11.4. ÇOK FANLI ÇİFT KANALI VAV SİSTEMİ



Şekil 11.5. SABİT DEBİLİ KARIŞIM HAVALI KLİMA SANTRALI

sıcaklığına bağlı olarak damper motorlarına kumanda edilir. Taze Hava Damperi; Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden girilebilen taze hava damperi minimum konumu ile limitlenir.

3. Vantilatör fanı çalıştığı andan itibaren nem ve sıcaklık kontrolü aktif hale gelir. Nemlendirici ünitenin arıza durumuna bakılarak emiş kanalı üzerindeki nem ve sıcaklık sensöründen alınan nem bilgisi ile nem ayar değeri karşılaştırılmak suretiyle nem ünitesi kontrol sinyali üretilir. Üfleme kanalı üzerindeki nem ve sıcaklık sensörü ile üfleme nem değeri limitlenir.
4. Soğutma yapılan yaz çalışması boyunca üfleme kanalı sıcaklık ve nem sensörü vasıtasıyla ölçülen sıcaklık bilgisi sıcaklık yaz ayar değeri ile karşılaştırılarak; taze karışım, egzoz damper motorları ve soğutucu serpantin vana motoru için kontrol sinyali üretilmesi suretiyle mahal sıcaklıkları ayar değerinde sabitlenir.

Geçiş Mevsimleri Çalışması Modu: ($16\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{DİŞ}} < 24\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Sistem tarafından izlenen dönüş havası sıcaklığı ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak damper motorlarına kumanda edilir. Taze hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklığından büyük olduğunda, ısıtma ihtiyacını karşılamak için dış hava kullanımı yoluna gidilerek taze hava ve egzoz damperleri açma (%100), karışım damperi Kapama (%) yönünde hareket eder. Aksi durumda; (Taze hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklığından küçük olduğunda) soğutma ihtiyacını karşılamak için de sistem benzer bir davranış biçimi sergiler (dış hava ekonomizör çevrimi). Nemli bölgelerde (örneğin Akdeniz kıyı bölgesi) kuru termometre sıcaklıkları karşılaştırması yerine, entalpi karşılaştırması yapılarak bedelsiz soğutma (free cooling) yapılması daha verimli olacaktır.

Sıcaklık bilgilerine ve ayar değerine bağlı olarak gerektiğinde ısıtıcı serpantin vana motorunun veya soğutucu serpantin vana motorunun açma yönünde hareketlenmesi sağlanır. Sistem dönüş havası nem değerine ve ayar değerine bağlı olarak nemlendirici ünite oransal olarak devreye sokulur.

Kış Çalışması Modu: ($-3\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{DİŞ}} < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Isıtma yapılan kış mevsimi boyunca taze ve egzoz havası damperleri minimum konumuna kadar kısma yönünde, karışım havası damperi ise açma yönünde hareket eder. Üfleme sıcaklığı kış ayar değerinin yakalanması için ısıtıcı serpantin motorlu vanası açılarak üfleme sıcaklığı kış ayar değerinde sabit tutulur.

Kış sezonu boyunca serpantinden geçen karışım havası sıcaklığı $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ altına düşerse, ısıtma serpantininin donmadan korunması için ısıtıcı serpantin yüzey sıcaklığını hisseden donma termostatu, taze hava ve egzoz havası damperlerini %100 kapalı, iç hava damperini %100 açık konuma getirir. Besleme ve egzoz fanları kapanır ve ısıtıcı serpantin iki yollu otomatik kontrol vanası %100 açık konuma geçer. Böylece serpantin içinde sıcak su sirkülasyonu sağlanır. Sonuçta sistem donma riskinden korunmuş olur. Sistemde kullanılan donma termostatu manuel resetli olup donma riskinin atlatıldığı düşünülürse kullanıcı tarafından donma alarmı ve senaryosu iptal edilir. Karışım havalı klima santrallerinde donma riski %100 taze havalı primer klima santrallerine göre daha düşüktür.

Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması, kış çalışması modlarında mahal ısıtma – soğutma ihtiyacına bağlı olarak mahal konfor şartlarının temin edilmesini sağlar. Sistemin ihtiyacına göre soğutma ve ısıtma enerjisi kullanımının

optimum koşullarda gerçekleşmesini sağlayarak büyük ölçüde enerji tasarrufu temin edilir. Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması, kış çalışması modlarının dışında gerçek çalışma zamanı öncesi ve sonrasındaki periyotlarda da enerji optimizasyonuna yönelik çalışma modları aktif hale getirilir.

Gece Kullanım Optimizasyon Modu :

Isıtma sezonu boyunca gerçek çalışma saatleri dışında, gece sıcaklık düşümü programı ile mahal sıcaklıklarının ortalaması normal çalışma sıcaklığının $4-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ altına olacak şekilde ısıtma kontrolü yapılarak kısa periyotlar halinde klima santrali çalıştırılır. Sistemin daha düşük sıcaklıklarda tutulması enerji tüketimini azaltır.

Isıtma yapılan kış sezonunda sistem, normal çalışmaya başlamadan önce ortamı kısa sürede ısıtılmak ve set değerine ulaşmak için **hızlı ısıtma moduna** geçer. Taze hava ve egzoz damperleri %100 kapalı, iç hava damperi %100 açık konuma geçer, ısıtma vanası %100 açılır. Üfleme fanı çalıştırılarak dönüş havası sıcaklık hissedicisinden sıcaklık ayar noktası izlenir. Bu sıcaklık değeri yakalanıncaya kadar bu mod devam eder.

Gece Besleme Optimizasyon Modu (Night Purge):

Soğutma yapılan yaz aylarında gece dış hava sıcaklığının düşük olmasından faydalanılarak tüm çalışma günü boyunca binada biriken kirli hava ve bina zarfında depolanan ısı yükü dışarı atılır. Serin ve temiz dış hava ile bina içi süpürülür.

Dış hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklık değerinden düşük ise, iş başlama saatinden iki saat önce klima santrali devreye girer; hacmi temizler ve serinletir. Bu yolla iç hava kalitesi iyileştirilmiş ve gündüz çalışmasında bina için gerekecek soğutma yükü azaltılmış olur. Bu durumda dış (taze hava) ve egzoz damperleri %100 açık, dönüş hava damperi ise %100 kapalıdır. Bu mod, yapısı gereği 24 saat çalışın binalarda (hastaneler v.b..) kullanılmaz.

11.2.3. Sabit Debili %100 Taze Havalı Primer Havalandırma Santral Kontrol Sistemi

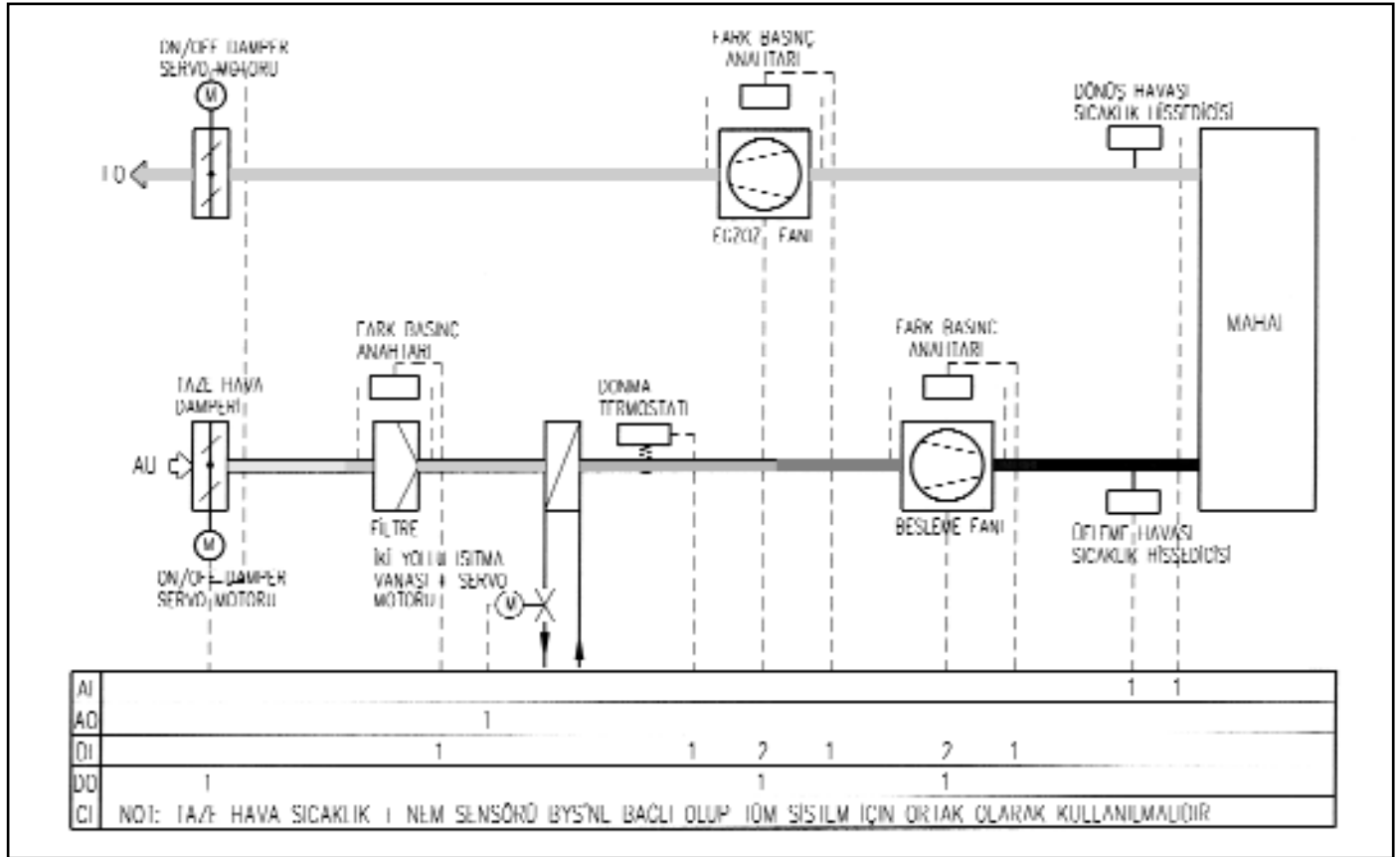
Primer taze hava santral sistemi otomatik kontrol sistemi şeması **Şekil 11.6'da** verilmiştir. Sistem; ısıtıcı serpantin, taze hava ve egzoz havası damperleri ile aspiratör ve vantilatörden oluşmaktadır. Sistem %100 Taze Havalı ısıtıcı ünitesi bulunan havalandırma santralidir. Santral merkezi olarak hizmet ettiği teknik mahalleri havalandırmak ve sıcaklığını konfor şartlarına ulaştırmak için hizmet verecektir.

Sistemi oluşturan ekipmanlar; on/off damper servomotoru, filtre kirlendi alarmı için fark basınç anahtarı, ısıtıcı serpantin iki yollu vana ve oransal servomotoru, donma termostatu (manuel resetli), ventilasyon ünitesi, aspirasyon ünitesi, kayış koptu ve arıza bilgileri için fark basınç anahtarı, üfleme ve emiş havası sıcaklık hissedicilerinden oluşmaktadır.

Sistem bina yönetim sistemi tarafından desteklediği için tek bir dış hava (taze hava) kuru termometre sıcaklık hissedicisi kullanılmaktadır. Sistem start komutu aktif değilken vantilatör ve aspiratör OFF konumunda; taze hava ve egzoz havası damperleri tam kapalı (%0), ısıtıcı vanası tam kapalı (%0) pozisyonundadır.

Yaz Çalışması (Normal Çalışma) Modu: ($T_{\text{DİŞ}} > 24\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Operatör, Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden start komutu verdiğinde veya zaman programına bağlı olarak sistem start komutu verildiğinde;



Şekil 11.6. SABİT DEBİLİ %100 TAZE HAVALI PRİMER HAVALANDIRMA SANTRALİ

1. Motor Kontrol (MCC) panosu üzerindeki AUTO / MAN seçici anahtar AUTO pozisyonundaya ise ve termik bilgisi normal ise Aspiratör ve Vantilatör çalışmaya başlar. Çalıştı bilgisi vantilatör ve aspiratör üzerindeki fark basınç preostatları vasıtasıyla Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden gözlenir.
2. Sistem start komutu verilmesiyle birlikte taze hava ve egzoz damper motorları tam açar yaz sezonu boyunca sadece havalandırma yapılır.

Geçiş Mevsimleri Çalışması Modu: ($16^{\circ}\text{C} < T_{DİŞ} < 24^{\circ}\text{C}$)

Sistem tarafından izlenen emiş havası sıcaklığı ayar değerine bağlı olarak gerektiğinde ısıtıcı serpantin vana motorunun açma yönünde hareketlenmesi sağlanarak mahal sıcaklığı ayar değerinde sabit tutulur.

Kış Çalışması Modu: ($-3^{\circ}\text{C} < T_{DİŞ} < 15^{\circ}\text{C}$)

Isıtma yapılan kış mevsimi boyunca üfleme sıcaklığı kış ayar değerinin yakalanması için ısıtıcı serpantin motorlu vanası açılarak üfleme sıcaklığı kış ayar değerinde sabit tutulur. Isıtıcı serpantininde monte edilmiş olan donma termostatından alarm bilgisi geldiğinde taze hava ve egzoz havası damperleri tam kapatılarak ısıtıcı serpantin vana motoru tam açılır. Böylelikle serpantininde donması engellenir.

Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması, kış çalışması modlarında mahal havalandırma ihtiyacını karşılar. Sistemin ihtiyacına göre ısıtma enerjisi kullanımının optimum koşullarda gerçekleşmesini sağlayarak büyük ölçüde enerji tasarrufu temin edilir. Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması, kış çalışması modlarının dışında gerçek çalışma zamanı öncesi ve sonrasında periyotlarda da enerji optimizasyonuna yönelik çalışma modları aktif hale getirilir.

Gece Besleme Optimizasyon Modu (Night Purge):

Soğutma yapılan yaz aylarında gece dış hava sıcaklığının düşüğünden faydalanılarak tüm çalışma günü boyunca binada biriken kirli hava ve bina zarfında depolanan ısı yükü dışarı atılır. Serin ve temiz dış hava ile bina içi süpürülür.

Dış hava sıcaklığı (merkezi dış hava sıcaklık sensörü) dönüş havası sıcaklık değerinden düşük ise iş başlama saatinden iki saat önce klima santrali devreye girer; hacmi temizler ve serinletir. Bu yolla iç hava kalitesi iyileştirilmiş ve gündüz çalışmasında bina için gereken soğutma yükü azaltılmış olur.

Bu mod, yapısı gereği 24 saat çalışan binalarda (hastaneler v.b..) kullanılmaz.

11.3. DEĞİŞKEN HAVA DEBİLİ HAVALI KLİMA SİSTEMLERİ (VAV SİSTEMLERİ)

VAV sistemleri özellikle çok zonlu uygulamalar ve değişken yüklü hacimler için geliştirilmiştir. Eğer sabit bir soğutma yükü varsa, VAV sistemlerden beklenen enerji tasarrufu gerçekleşmez. Bu sistemin bir diğer temel özelliği ise, ağırlıklı olarak soğutma işlemi için geliştirilmiş olmasıdır. Isıtma için ek önlemler alınması gerekir. VAV sistemleri belirli bir büyüklüğün üzerinde her türlü yapıda ve uygulamada kullanılabilir. VAV esas olarak bir soğutma sistemi olduğundan, sadece soğutma yapılan iç zon (çekirdek zonu) uygulamalarında başarıyla kullanılabilir. Dış zonalarda (perimetrede) ise herhangi bir formda ısıtmaya ihtiyaç vardır. Bu durumda ısı genelde zonda bulunan reheat bataryalar ile sağlanır. Bu reheat bataryalar bransman kanalına monte edilebileceği gibi; ayrıca değişken debili terminaller (VAV re-

heat kutusu veya sabit debili fan kutusu gibi ile kombine edilebilir. VAV soğutma sistemleri, döşeme tipi ısıtma sistemleri ile birlikte de kullanılırlar. Uygun şekilde tasarlanan bu sistem çok verimli çalışır. Verimli çalıştıklarından dolayı da işletme ve ilk yatırım maliyetinin önemini kavrayan projelerde büyük oranda kullanılırlar.

VAV sistemlerinde, merkezi santralındaki frekans konvertörlü kapasite kontrol cihazına sahip ana besleme fanında, hava debisi modüle edilerek hacimlerdeki VAV kutularına ve buradan üfleme menfezlerine yönlendirilir. VAV sistemlerinde (Şekil 11.7) odaya beslenecek hava bir merkezi santralde şartlandırılır (ısıtılır veya soğutulur). Bu santralde Free Cooling için ekonomizörler yoğunlukla kullanılır. Filtreler, damperler ve bazı durumlarda nemlendiriciler klima santralının ana elemanlarıdır. Sistemde yine debi kontrollü dönüş fanı bulunur ve bu fan şartlandırılan mekanlardaki basıncı da kontrol ederler.

Şekil 11.7.A'da VAV uygulaması örnek kat planı projesi verilmiştir. Santralde şartlandırılan hava besleme fanıyla orta basınçlı bir kanal sistemine ve buradan VAV kutuları yardımı ile odalara beslenir. Santral çıkışındaki hava şartları sabittir. Odaya verilen hava miktarı VAV kutuları vasıtasıyla değiştirilerek değişken yükler karşılanır. Yaz - kış bütün yıl boyunca santral çıkışında hava yaklaşık 14-16 °C mertebesinde sabit bir sıcaklıktadır. Soğutma gerekiyorsa odaya bu hava üflenir. Soğutma ihtiyacı azaldıkça üflenen hava da azaltılır. Ara mevsimlerde ve kışın soğutma grubunun çalışmasına gerek yoktur. Dış hava sıcaklığı düşükse, damper ayarı ile dışardan daha fazla soğuk hava alarak bedava soğutma yapmak mümkündür. Isıtma ihtiyacı doğduğunda, VAV kutusu çıkışındaki reheat ısıtıcı devreye girerek istenen sıcaklıkta bir havanın odaya üflenmesi sağlar. Bu ısıtıcı tercihen elektrikli ısıtıcı olmalıdır, ancak uygulamada VAV kutusundaki ısıtma amacıyla sıcak su serpantinleri de kullanılmaktadır. Sıcak su ile ısıtma, tercih edilmemesi gereken problemli bir uygulamadır.

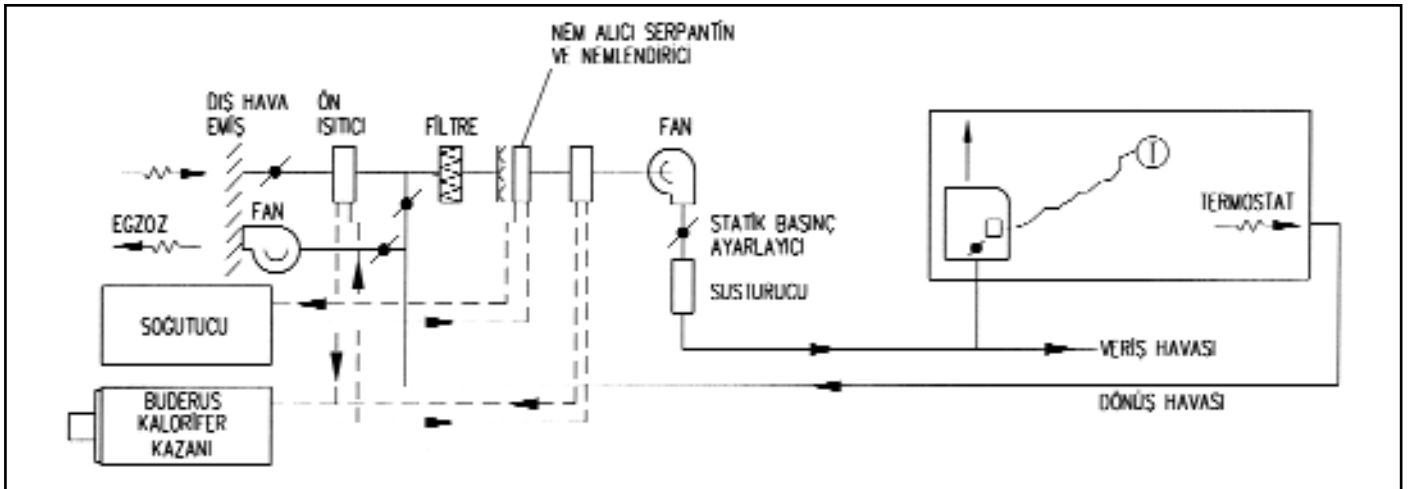
VAV kutuları beslenen soğuk hava miktarını odadan aldığı kumanda ile ayarlayarak odanın soğutma yükünü dengeler. Bütün sistemde hava kısılırsa, besleme kanalındaki bir basınç sensörü yardımı ile santraldaki beslenme fanı debisi azaltılarak kanallardaki basınç sabit tutulur. Fan kapasitesi kontrol cihazı kumandasını, üfleme hava kanalında bulunan statik basınç sensöründen gelen sinyalden alır. Basınçtan bağımsız (pressure independent) terminallerde, statik basınç sen-

sörü üfleme kanalın 2/3 mesafesi üzerine monte edilmeli ve en uzaktaki VAV cihazında istenen minimum statik basınç elde edilecek şekilde ayarlanmalıdır. Basınç bağımlı (pressure dependent) terminallerde sensör üfleme kanalının 1/2 mesafesine konmalıdır. Burada basınçtan bağımsız VAV kutuları günümüzde daha çok kullanılan gelişmiş tip kutulardır. VAV kutusu, önündeki basınç değişimlerinden etkilenmez ve üflenen debide bir değişiklik yaratmazlar. Böylece kutu sadece iç sıcaklık sensöründen aldığı uyarıya göre hava debisini ayarlar. Daha basit olan basınç bağımlı tiplerde ise kutu öncesindeki basınç değişimi üflenen hava debisini etkiler. Bu durum sistem çalışmasında bir nevi kararsızlığa ve dalgalanmaya neden olabilir. VAV kutularında maksimum basınç düşümü 65 Pa olmalı ve VAV kutuları önündeki basınçlar arasındaki fark 125 Pa değerini geçmemelidir. Branşman kanalları buna göre tasarlanmalıdır.

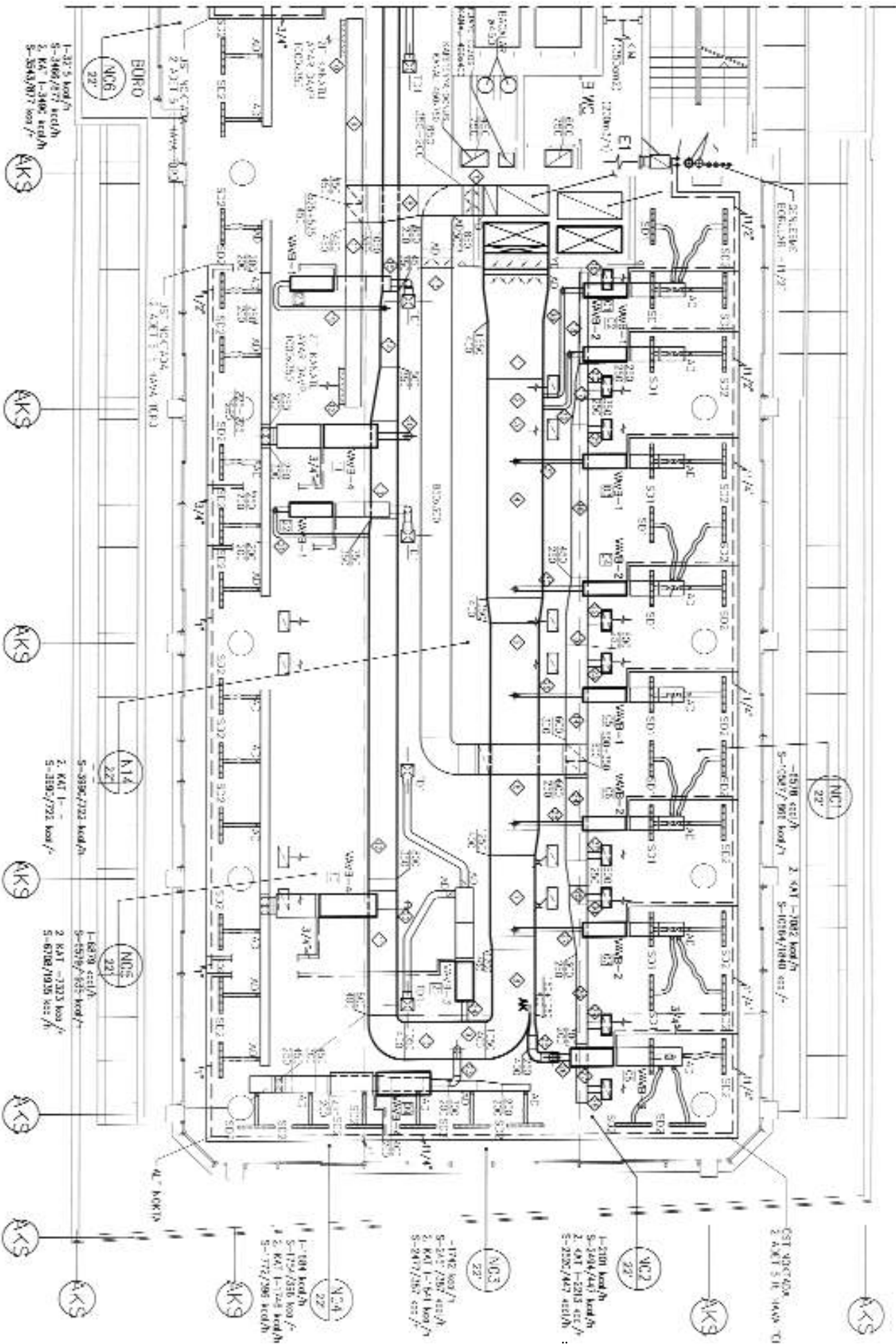
Eğer fan kontrol cihazları kullanılıyor ise, üfleme ve dönüş fanlarının koordineli olarak çalışıp şartlandırma yapılan mekanda dengeli bir basınç sağlaması önemlidir. Egzoz fanı debisi, besleme fanına bağlı olarak değiştirilmektedir.

Dış hava, dönüş havası ve egzoz havası damperleri, bina kullanımında olduğu müddetçe minimum havalandırma ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde kontrol edilmelidir. Üfleme debisi modüle edilirken dış hava damperinden sabit bir dış hava miktarını sağlayacak özel kontrollere ihtiyaç olabilir.

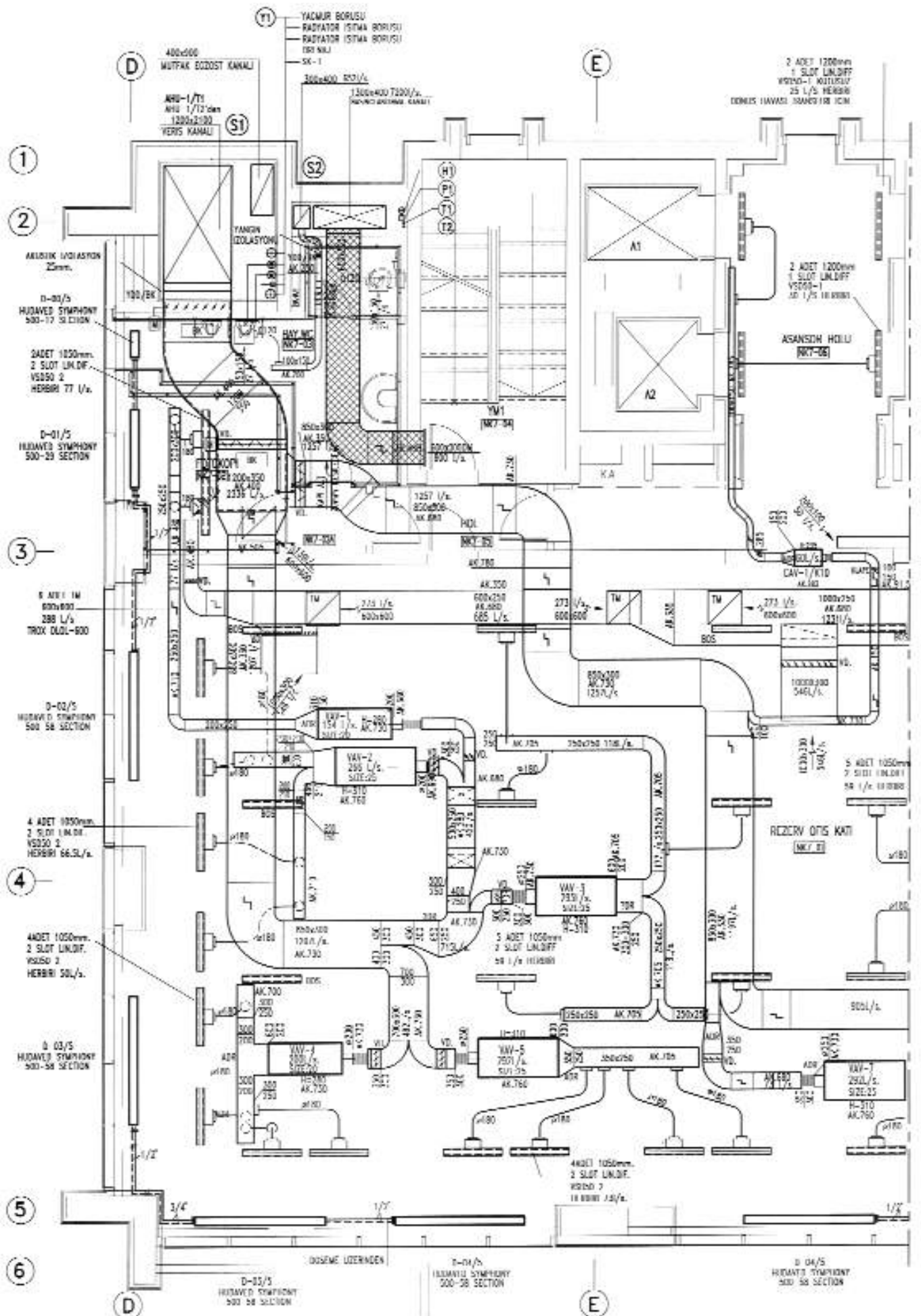
VAV sisteminin başarılı uygulanması için seçilecek menfezin büyük önemi vardır. Menfezler, geniş aralıkta değişen beslenme havası debisi şartlarında, odada ideal hava dağıtımını yapabilmelidir. Adı menfezlerle düşük debilerde odada istenilen hava hareketi ve karışım sağlanamaz ve soğuk hava düşmeye başlar. Bunun için değişim oranı yüksek, yüksek induksiyon oranlarını devam ettirebilen, hızlı hava karışımı ve iyi bir sirkülasyon sağlayan tipler seçilmelidir. Bu amaçla özel olarak geliştirilmiş modülasyonlu difüzörler de mevcuttur. Difüzör başına hava debisi en fazla 140-180 L/s alınmalıdır. Her zon, yılın bazı günlerinde ve günün bazı saatlerinde pik yüke maruz kalır. Ancak birçok binada farklı zonların pik yükleri aynı anda ortaya çıkmaz. Ancak tüm binanın pik yükü ile zonlarının pik yüklerinin toplamı arasında bir fark vardır. Bu fark Diversite olarak adlandırılır. Diversite faktörü, tasarımcıya VAV sistemlerde merkezi cihazı küçültme imkanı tanıdığı için önemlidir. Bu faktör binadan



Şekil 11.7. TEK KANAL VAV



Şekil 11.7.A. VAV UYGULAMASI ÖRNEK KAT PLANI



Şekil 11.7.B. VAV RADYATÖR UYGULAMASI ÖRNEK KAT PLANI

binaya değişmekte olup 0,7-0,8 arası değerler normaldir.

Bir çok uygulamada soğutma sistemi gece işletme periyodunda basit olarak kapatılır. Bu kontrol stratejisi işletme maliyetlerini azaltır. Eğer soğutma sistemi gece işletmesinde çalışacak ise reheat'i azaltacak veya devre dışı bırakacak bir kontrol stratejisi arzulanır. Minimum dış hava debisi gece işletmesinde istenmeyebilir. Eğer dış hava istenmiyor ise dış hava damperi, soğutmanın mekanik soğutma tarafından sağlandığı süre boyunca kapalı durmalıdır. Ancak dış hava şartları free cooling yapmaya müsait olduğu zamanlarda ekonomizör kullanılmalıdır. İç yükler normalde gece işletmesinde küçüktür, bu yüzden soğutma bataryasındaki minimum yük, günlük minimum gündüz işletmesi yükünden daha az olabilir. Hangi işletmenin soğutucu bataryada daha küçük yük oluşturduğunun tespiti için her iki işletme devresinin analizi yapılmalıdır.

Eğer üfleme havası ciddi oranda kısılmış ise, ortamda kabul edilebilir şartlar sağlanamaz. Ortam şartları çok hassas olarak kontrol edilmiyor ise minimum debi yaklaşık olarak tasarım debi değerinin %40 olarak ayarlanabilir. Hava debisinin belirli bir oranın altında kısılamamasının nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Hava kalitesi hava sirkülasyonuna bağlıdır. Bu yüzden bu zondaki hava sirkülasyon değeri; $8,5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ değerinin altına düşmemelidir.
- Üfleme havasının bir sabit gizli yükü absorbe etme yeteneği, üfleme debisindeki azalmayla direkt orantılı olarak azaltacaktır. Üfleme debisi yarıya düştüğünde izafi nem %50'den %58'e çıkacak; eğer üfleme debisi tasarım değerinin %25'ine düşerse nem %72'ye çıkacaktır.
- Taze hava, hava kalitesini etkileyecektir. Dış hava damperi minimum pozisyonda ayarlanmış ise zona yollanan dış hava debisi, üfleme debisindeki azalma ile direkt orantılı olarak azaltacaktır. Bunun anlamı, eğer tam akışta 20 birim taze hava geliyor ise, üfleme havası yarıya düştüğünde 10 birim, üfleme havası tasarım değerinin %25'ine düştüğünde 5 birim taze hava gelecektir.

Frekans kontrollü sistemlerde, cihaz kanal çıkışı ve bransman kanalları pik yük şartlarında istenen hava akışına göre belirlenir. Dolayısıyla bu kanalların hizmet verdiği zonlarda oluşan pik yük debi değerleri bu boyutlandırmayı etkiler. Kanal hesabında aşağıdaki hız veya özgül basınç düşümü değerleri kullanılabilir: 1) Şaft kanallarında 9 m/s veya 1,2 Pa/m; 2) Bransman kanallarında 7,5 m/s veya 1,2 Pa/m; 3) VAV kutularıyla difüzörler arasında 6 m/s veya 0,8 Pa/m. Hava tarafı diversitesi ana kanallara uygulanabilir. Bu kanalların boyutları merkezi cihazdaki üfleme debisi ihtiyacını tahmin etmek için kullanılan hava debi değerlerine bağlıdır.

ASHRAE standardına göre, hava dağıtım sistemindeki bütün kanallar ve plenumları izole edilmelidir. İzolasyon kalınlığının hesabında aşağıdaki değerler kullanılabilir. Yoğuşma da dikkate alındığında, izolasyon kalınlığı en az 30 mm olmalıdır.

Kanal içi hava sıcaklığı ile çevre sıcaklığı farkı, °C	İzolasyon tabakası ısı direnci, $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$
$\Delta T \leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$	İzolasyon gerekmez
$22 \text{ }^\circ\text{C} \geq \Delta T > 8 \text{ }^\circ\text{C}$	$R_{iz} = 0,58$
$\Delta T > 22 \text{ }^\circ\text{C}$	$R_{iz} = 0,88$

Sistemin avantajları:

- 1- İşletme maliyeti ve enerji gideri sabit debili konveksiyonel sisteme göre azdır.
- 2- VAV sistemleri, zonların yükleri ile ilişkili olan diversite avantajını kullanabilir.
- 3- VAV sistemler ile sınırsız sayıda zona servis verilebilir.
- 4- Esnek uygulanabilme ve yerleştirilebilme kabiliyeti vardır.
- 5- Kullanılabilir döşeme alanı oranı yüksektir.
- 6- Sistem hava dengelemesini kendi kendine yapabilmektedir.
- 7- Değişen yüklere etkin bir biçimde cevap verir.
- 8- Bina otomasyon sistemine bağlanabilir.
- 9- Mevsimsel değişim (change-over) için özel provisyona gerek yoktur.
- 10- Her zon için anında ısıtma ve soğutma sağlanabilir. Farklı zonlarda aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir.
- 11- İyi bir sıcaklık kontrolü ve yüksek ısı konfor sağlar.
- 12- Sistem sessizdir.

Dezavantajları:

- 1- Yatırım maliyeti daha yüksektir.
- 2- Değişen yüke bağlı olarak dış hava oranı değiştirilemediğinden, düşük yüklere yeterli taze hava beslenmesi problem olmaktadır.
- 3- Belirli bir asma tavan yüksekliği gerektirir.
- 4- VAV sistemler tam bir nem kontrolü sağlamaz, tam nem alma kapasitesi her zaman mevcut olmayabilir.
- 5- Soğutma bataryasının kapasite kontrolü direkt olarak mekanın duyulur yüküne bağlıdır. Gizli ısı yükünü hissetmez.
- 6- Merkezi cihaz tek bir zonda şartlandırma ihtiyacı olduğunda, binadaki diğer kullanılmayan zonlar şartlandırma istenmiyorsa bile kullanılmalıdır. Tüm zonlar boşalmadan merkezi cihaza gece işletmesi kontrolü uygulanamaz.
- 7- Zon bazında enerji tüketimini incelemek ve ölçmek kolay değildir.
- 8- VAV sistemler özel üfleme menfezleri ile kullanılırlar, sabit debili sistemlerin menfezleri uygun değildir.

11.3.1. Fan Destekli (Fan Powered) VAV Sistemleri

Fan destekli VAV sistemlerinde VAV kutusunda bir fan bulunur. Bu fanın bulunduğu konuma göre bu sistemler seri fan destekli ve paralel fan destekli olarak ikiye ayrılabilir.

Seri fanlı fan destekli VAV kutuları

Seri fanlı fan destekli VAV kutularında, kutu çıkışında ana sistem fanıyla seri çalışan sabit debili bir fan bulunur. VAV kutusu ilave olarak plenumdan hava emebilecek bir ağıza sahiptir. Bu ağız bir damperle kontrol edilir. Kutu içindeki fan sürekli devrede olup ortama sabit debide hava gönderir. Soğutma ihtiyacı olduğunda, kutu klima santralından gelen şartlandırılmış havayı ortama gönderir. Bu esnada kutudan yüzde yüz primer hava geçer. Ortam sıcaklığı düşüktükçe primer hava damperi kısılmaya başlar böylece kutu plenumda toplanmış sıcak havayı çekip kutu içinde santralden gelen primer hava ile karıştırmaya ve ortama bu karışım havasını vermeye başlar. Ortam sıcaklığı daha da düşerse kutu içinde bulunan ilave elektrikli ısıtıcı veya sıcak sulu batarya devreye girebilir.

Paralel Fanlı Fan Destekli VAV Kutuları

Bu cihazlar soğutmada değişken debili sabit sıcaklıkta hava, ısıtma da ise sabit debide değişken sıcaklıkta hava verirler. Bu durumda fan, kutu girişindedir ve asma tavan içinden (plenumdan) hava eme-

rek kutuya basmaktadır. Soğutma modunda kutudaki fan çalışmakta ve merkezi klima santralinden gelen şartlandırılmış hava basit VAV kutularındaki gibi ortama verilmektedir. Ortam sıcaklığı düşünce primer hava damperi kısma başlamakta ve minimum ayar değerine kadar kısma devam eder. Sıcaklık düşmeye devam ederse kutunun fanı devreye girmekte ve plenum içindeki sıcak havayı alıp primer hava ile karıştırıp ortama yollamaktadır. Eğer ısıtma yükü daha da yükselirse opsiyonel elektrikli ısıtıcı veya sıcak sulu batarya devreye girebilmektedir.

Sistem Özellikleri

Fan destekli VAV sistemleri ile atık ısı kullanılarak işletmede tasarruf sağlanır, merkezi santral fan motoru küçülür. Hem gündüz hem de gece işletmesinde tasarruf sağlanır. Fan destekli VAV sistemleri aydınlatmadan ve iç zonlardan gelen atık ısıyı çevre zonlarını ısıtmak için kullanılır. Fan destekli VAV kutularında ilave ısıtma için elektrikli ısıtıcı veya sulu ısıtıcı batarya bulunur. Fan destekli VAV kutularının üzerinde bulunan otomatik kontrol mekanizmaları ile VAV kutularıyla beraber kullanılan statik ısıtma cihazlarına da kumanda verilebilir.

Fan destekli VAV kutuları ile binalarda, sabit bir hava hareketi ve klasik VAV kutularına kıyasla ısıtma modunda daha fazla hava debisi sağlayarak iç hava kalitesi artırılır. Yüksek hava kapasitesi, sürekli hava hareketi sağlar ve ısıtma egzoz sıcaklığını düşürür. Bu şekilde hava sirkülasyonu artar ve ortamda CO₂ konsantrasyonu artışı engellenir. Hava hareketinin artması kişilerin konforunu artırır, aynı zamanda difüzörlerin performansını da artırır.

11.3.2. Perimetreden Statik Isıtmalı VAV (Ks1) Sistemi

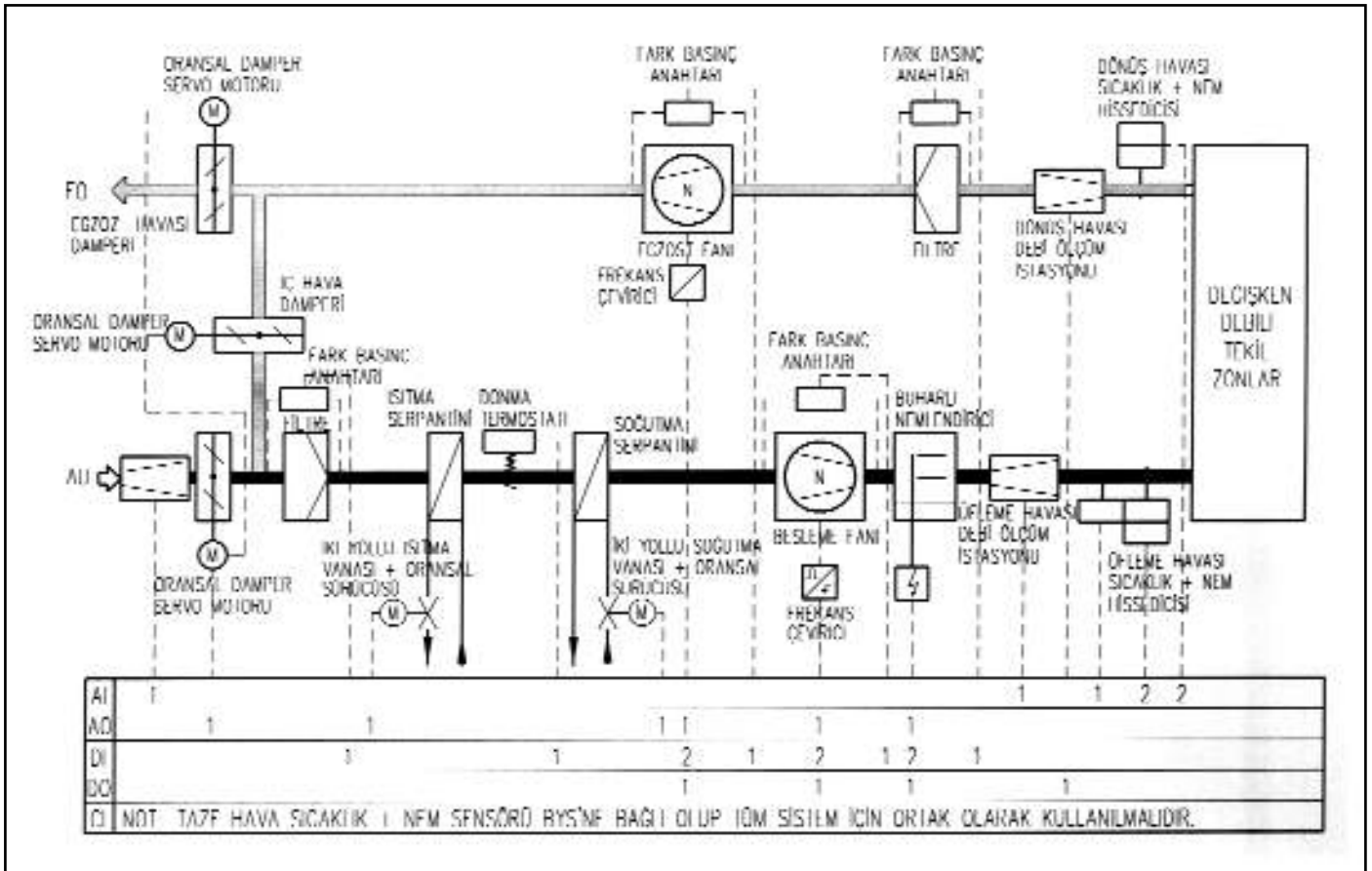
Otomatik Kontrol Sistemi

Değişken debili (VAV) tam havalı klima sistemi + perimetreden statik ısıtmalı sistem ve klima santral kontrol şeması Şekil 11.8'de verilmiştir. Bu sistem, merkezi olarak her katın iç ve dış zonlarına VAV terminalleri + son ısıtıcılar ve uygun menfezler/difüzörler üzerinden 16-20 °C aralığında sabit sıcaklıkta hava verir. Isıtma, yapının dış cephelerine yerleştirilen radyatörlerle temin edilir. Radyatör vanaları termostatik tipte yahut grup hacim sıcaklık hissedicisinden kumanda alan kontrol vanası+sürücülü olmalıdır.

Sistem; ısıtıcı ve soğutucu serpantin, taze hava, egzoz ve karışım havası damperleri, nemlendirici ünite ile aspiratör ve vantilatör, değişken debi terminalleri (V.A.V terminalleri), radyatör ve (VAV terminallerinde bulunan) son ısıtıcı serpantinlerinden oluşmaktadır.

Sistem Karışım Havalı ısıtıcı ve soğutucu ünitesi bulunan klima santralidir. Santral merkezi olarak her katın iç ve dış zonlarında, değişken debili terminallere sabit sıcaklıkta hava temin etmek ve mahallerden emiş yapmak suretiyle ofis alanlarını havalandırmak ve sıcaklığını konfor şartlarına ulaştırmak için hizmet verecektir.

Sistemi oluşturan ekipmanlar; oransal damper servomotoru, filtre kirlendi alarmı için fark basınç anahtarı, ısıtıcı serpantin iki yönlü vana ve oransal servomotoru, soğutucu serpantin iki yönlü vana ve oransal servomotoru, donma termostatı (manuel resetli), besleme fanı ve frekans çevirici, egzoz fanı ve frekans çevirici, nemlendirici ünite, kayış koğu ve arıza bilgileri için fark basınç anahtarı, üfleme ve emiş havası nem ve sıcaklık hissedicileri, üfleme havası statik ba-



Şekil 11.8. PERİMETREDEN STATİK ISITMALI VAV SİSTEMİ

sınç hissedicisi, emiş havası, taze hava ve üfleme havası debi ölçüm istasyonları ile katlarda iç ve dış zonlarda değişken debi üniteleri, radyatör vana ve motorları ile son ısıtıcılardan oluşmaktadır.

Sistem bina yönetim sistemi tarafından desteklediği için tek bir dış hava (taze hava) kuru termometre sıcaklık + nem hissedicisi kullanılmaktadır.

Sistem start komutu aktif değilken vantilatör ve aspiratör OFF konumunda; taze hava ve egzoz havası damperleri tam kapalı (%0), karışım havası damperi tam açık (%100), ısıtıcı vanaları, soğutucu vanaları ve Frekans çevirici tam kapalı (%0) pozisyonunda ve değişken debi üniteleri ayar damperleri tam açık (%100) konumdadır. Eğer sistem, tavanları dönüş havası plenumu olarak kullanıyorsa, egzoz havası tavadan ve aydınlatma armatürleri (air return) vasıtasıyla geri döner. Böylece soğutma enerjisinden önemli bir tasarruf sağlanır. Besleme hava kanalları dağıtıcı menfez ve plenumlarına esnek kanallarla bağlanarak sistem esnekliği önemli ölçüde artırılır.

Yaz Çalışması (Normal Çalışma) Modu: ($T_{DİŞ} > 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Operatör, Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden start komutu verdiğinde veya zaman programına bağlı olarak sistem start komutu verildiğinde; Motor Kontrol (MCC) panosu üzerindeki AUTO / MAN seçici anahtar AUTO pozisyonunda ise ve termik bilgisi normal ise Aspiratör ve Vantilatör çalışmaya başlar. Çalıştı bilgisi vantilatör ve aspiratör üzerindeki fark basınç anahtarları vasıtasıyla Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden gözlenir. Vantilatör ve Aspiratör çalışmaya başladığından itibaren frekans çeviriciler;

0,10 saniye süre ile %10 kapasite

0,10 saniye süre ile %20 kapasite

0,10 saniye süre ile %30 kapasite

kalacak şekilde kademeli olarak çalıştırılması suretiyle sistemin dengeye oturması hızlandırılır. Kademeler tamamlandıktan sonra santral, üfleme ağzındaki (üfleme kanalı 2/3 mesafesinde konumlandırılmıştır) statik basınç hissedicisinin kontrolü altına girer. Klima santralinin beslediği değişken debi terminaleri ayar damperleri açıldığında üfleme kanalındaki statik basınç azalır, terminaler ayar damperlerini kapattığında kanaldaki statik basınç artar. Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden verilmiş olan üfleme kanalı statik basıncı yaz ayar değerine bağlantılı olarak vantilatör devir sayısını frekans çevirici vasıtasıyla değiştirir. Kanal statik basıncı azaldığında (değişken debili terminaler ayar damperlerini açıldığında) Vantilatör devir sayısı, dolayısıyla üfleme debisi artırılır. Kanaldaki statik basınç arttığında; devir sayısı, dolayısıyla üfleme debisi azaltılmak suretiyle üfleme kanalı statik basıncı yaz ayar değerinde sabit tutulur.

Üfleme kanalı üzerindeki debi ölçüm istasyonu (dinamik basınç ölçer) vasıtasıyla üfleme debisi ölçülür, üfleme debisine göre emiş debisi yaz ayar değeri belirlenir. Emiş kanalı üzerindeki emiş debi ölçüm istasyonu aracılığıyla ölçülen emiş debisi yaz ayar değeriyle karşılaştırılarak aspiratör devri frekans çevirici kullanılarak değiştirilir. Emiş debisi ayar değerini aşmış ise aspiratör devir sayısı azaltılır, aksi durumda artırılır.

Taze hava debi ölçüm ünitesi vasıtasıyla ölçülen taze hava miktarı minimum dış hava yaz ayar değeri ile karşılaştırılarak üfleme havası debisi azaldığında sabit taze hava debisi temin edebilmek için taze ve egzoz havası damperleri açma yönünde (%100) karışım havası damperi kapama yönünde (%0) hareket ederek minimum taze ha-

vanın altına düşülmesi engellenir.

Vantilatör üfleme debisi yahut üfleme kanalı statik basıncı maksimum değeri Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden limitlenebilir.

Vantilatör fanı çalıştığı andan itibaren nem ve sıcaklık kontrolü aktif hale gelir. Nemlendirici ünitenin arıza durumuna bakılarak emiş kanalı üzerindeki nem ve sıcaklık sensöründen alınan nem bilgisi ile nem ayar değeri karşılaştırılmak suretiyle nem ünitesi kontrol sinyali üretilir. Üfleme kanalı üzerindeki nem ve sıcaklık sensörü ile üfleme nem değeri limitlenir.

Soğutma yapılan yaz çalışması boyunca üfleme kanalı sıcaklık ve nem sensörü vasıtasıyla ölçülen sıcaklık bilgisi sıcaklık yaz ayar değeri ile karşılaştırılarak; taze karışım, egzoz damper motorları ve soğutucu serpantin vana motoru için kontrol sinyali üretilmesi suretiyle iç ve dış zonda bulunan değişken debili terminalere sabit sıcaklıkta ($16 \text{ }^{\circ}\text{C}$) hava temin edilir. Mahal sıcaklık ve ayar değeri cihazı ile ölçülen sıcaklık bilgisi, ofis çalışanın girdiği ayar değeri ile karşılaştırılarak soğutma ihtiyacına göre değişken debili terminal ayar damperi kanatçığı açılır. Dolayısıyla odanın soğutma ihtiyacı karşılanır.

Geçiş Mevsimleri Çalışması Modu: ($16 \text{ }^{\circ}\text{C} < T_{DİŞ} < 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Sistem tarafından izlenen dönüş havası sıcaklığı ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak damper motorlarına kumanda edilir. Taze hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklığından büyük olduğunda ısıtma ihtiyacını karşılamak için dış hava kullanımı yoluna gidilerek taze hava ve egzoz damperleri açma (%100), karışım damperi kapama (%0) yönünde hareket eder. Aksi durumda; (Taze hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklığından küçük olduğunda) soğutma ihtiyacını karşılamak için de sistem benzer bir davranış biçimi sergiler.

Sistem dönüş havası nem değerine ve ayar değerine bağlı olarak nemlendirici üniteyi oransal olarak devreye sokar (dış hava ekonomizör çevrimi). Nemli iklim şartlarının hakim olduğu bölgelerde kuru termometre sıcaklıkları karşılaştırması yerine, dönüş havası-taze hava entalpi karşılaştırması yapılarak bedelsiz soğutma elde edilmesi işlemi daha verimli olacaktır.

Kış Çalışması Modu: ($-3 \text{ }^{\circ}\text{C} < T_{DİŞ} < 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Isıtma yapılan kış mevsimi boyunca taze ve egzoz havası damperleri minimum konumuna kadar kısma yönünde, karışım havası damperi ise açma yönünde hareket eder. Üfleme sıcaklığı kış ayar değerinin yakalanması için ısıtıcı serpantin motorlu vanası açılarak üfleme sıcaklığı kış ayar değerinde sabit tutulur.

Mahallerde ısıtma ihtiyacına bağlı olarak radyatör vanaları ve değişken debi terminali ayar damperleri açma yönünde (%100) hareket eder. Son ısıtıcı mahallerde ayrıca son ısıtıcı serpantin vana motorları açılır. İç zondaki mahallerde tüm dönemlerde (yaz, geçiş, kış) ağırlıklı olarak soğutma ihtiyacı gözlenecektir. $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sabit üfleme sıcaklığındaki hava ile beslenen değişken debi terminaleri, iç zondaki soğutma yükünü karşılayabilmek için ayar damperlerini açma yönünde hareketlendireceklerdir. İç zondaki ısıtma ihtiyacı gündeme gelmesi durumunda ise radyatör vanaları açılır.

Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması, kış çalışması modlarında mahal ısıtma – soğutma ihtiyacına bağlı olarak değişken debili sabit sıcaklıkta hava temin edilmesini sağlar. Sistemin ihtiyacına göre hava miktarının değiştirilmesi elektrik enerjisi ile soğutma ve ısıtma enerjisi kullanımının optimum koşullarda gerçekleşmesini sağlayarak büyük ölçüde enerji ta-

sarrufu temin edilir. Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması, kış çalışması modlarının dışında gerçek çalışma zamanı öncesi ve sonrasındaki periyotlarda da enerji optimizasyonuna yönelik çalışma modları aktif hale getirilir.

Gece Kullanım Optimizasyon Modu :

Isıtma sezonu boyunca gerçek çalışma saatleri dışında **gece sıcaklık düşümü** programı ile mahal sıcaklıklarının ortalaması normal çalışma sıcaklığının 4-6 °C altında olacak şekilde ısıtma kontrolü yapılarak kısa periyotlar halinde klima santrali çalıştırılır. Sistemin daha düşük sıcaklıklarda tutulması enerji tüketimini azaltır.

Isıtma yapılan kış sezonunda sistem, normal çalışmaya başlamadan önce ortamı kısa sürede ısıtılmak ve set değerine ulaşmak için **hızlı ısıtma moduna** geçer. Taze hava ve egzoz damperleri %100 kapalı, iç hava damperi %100 açık konuma geçer, ısıtma vanası %100 açıktır. Üfleme fanı çalıştırılarak dönüş havası sıcaklık hissedicisinden sıcaklık ayar noktası izlenir. Bu sıcaklık değeri yakalanıncaya kadar bu mod devam eder.

Gece Besleme Optimizasyon Modu (Night Purge):

Soğutma yapılan yaz aylarında gece dış hava sıcaklığının düşük olmasından faydalanılarak tüm çalışma günü boyunca binada biriken kirli hava ve bina zarfında depolanan ısı yükü dışarı atılır. Serin ve temiz dış hava ile bina içi süpürülür.

Mahal sıcaklıkları VAV sıcaklık hissedicileri tarafından ölçülerek ortalaması alınır. Dış hava sıcaklığı bu ortalama değerden düşük ise iş başlama saatinden iki saat önce klima santrali devreye girer; hacmi temizler ve serinletir. Bu yolla iç hava kalitesi iyileştirilmiş ve gündüz çalışmasında bina için gereken soğutma yükü azaltılmış olur. Bu durumda dış (taze hava) ve egzoz damperleri %100 açık, dönüş hava damperi ise %100 kapalıdır. Bu mod, yapısı gereği 24 saat çalışan binalarda (hastaneler v.b..) kullanılmaz.

11.4. TAM HAVALI SİSTEMLER İLE İLGİLİ PRATİK NOTLAR

- 1.) İç zonlarda veya soğutma yükü tasarım soğutma yükünün %80'inden aşağıya düşmeyen zonlarda sabit debili soğutma sistemleri daha uygundur.
- 2.) Basit, sırf soğutmalı değişken debili sistemler en iyi, soğutma yükü tasarım yükünün %40 ile %80'i arası olan yerlerde uygulanır.
- 3.) Değişken debili reheat sistemler en iyi, minimum soğutma yükü tasarım yükünün %40'ının altında olan mekanlarda veya belirli bir hava akışına ihtiyaç duyan mekanlarda uygulanır.
- 4.) Reheatli değişken debili sistemler, aynı gün içinde soğutmadan ısıtmaya geçiş ihtiyacı gösteren mekanlarda kullanılır.
- 5.) İç zonların çok büyük olduğu projelerde iki ayrı değişken debili sistem kullanılabilir. Bunlardan biri sadece soğutma olarak iç zonlara çalışan, diğeri ise çevre zonuna ısıtma ve soğutma çalışan sistemdir. İç zonların çok büyük olmadığı binalarda ise tek sistem genelde daha az maliyetlidir.
- 6.) Dış yüzeyden ısı kaybı 433 W/m olan yerlerde çevrede statik ısıtma yapılan VAV sistemleri tercih edilir. Isı kaybı 240-433 W/m arasında olan yerlerde pencerenin hemen üstünde difüzörlü reheat VAV sistemleri; ısı kaybı 240 W/m değerinden az olan yerlerde pencereden 2 m uzaklığa kadar olabilen reheat VAV sistemleri kullanılabilir. Aşırı soğuk hava dağıtım sistem-

lerinde fan takviyeli VAV kutulu sistemler kullanılır.

- 7.) Frekans kontrollü değişken debili sistemler büyük binalarda veya çok zona sahip geniş alanlarda kullanılır (15.000 ila 25.000 m³/h).
- 8.) Tek bir değişken debili sistemin hem iç zonlara hem de çevre zonlarına çalıştığı durumlarda; çevre zonlarına minimum üfleme hava debisi sağlamak için genelde çevrede ısıtmaya ihtiyaç vardır. Isıtma ihtiyacı, istenen reheat miktarını karşılamaya ilaveten ısı kayıplarını da karşılayacak düzeyde olmalıdır.
- 9.) Reheat fonksiyonunu maksimum debi kontrolü ile sağlayan VAV reheat kutuları tasarım, montaj ve dengeleme işini basitleştirir.
- 10.) Terminal ekipman boyutlandırılması ve seçiminde, minimum ve maksimum zon soğutma ve ısıtma yükleriyle; merkezi ekipman boyutlandırılması ve seçiminde minimum ve maksimum blok yükleriyle yapılan yük hesaplamaları dikkate alınmalıdır.
- 11.) Merkezi cihazdan çıkan havanın şartları (kuru ve yaş termometre sıcaklıkları) her zonda ve her işletme şartında oluşacak duyulur ve gizli yükleri karşılayacak şekilde olmalıdır (genelde 16 °C).
- 12.) Merkezi cihazdan geçecek dış hava oranı her zonda ve her işletme şartında minimum havalandırma şartlarını sağlayacak şekilde olmalıdır.
- 13.) Zonun üfleme hava debisi kısıldığında, zona gelen dış hava miktarı da azalacağından, belirli bir hava sirkülasyon oranını veya havalandırma oranını sağlayacak reheat'e ihtiyaç olabilir.
- 14.) Eğer gizli yükler nispeten sabit olup, duyulur yükler değişken ise zon içinde nem kontrolü için reheat monte edilebilir.
- 15.) Tavan üfleme menfezleri hem minimum debide, hem de tasarım debisinde uygun bir hava dağıtımını sağlayacak şekilde seçilmelidirler. Sabit debili sistemlerde kullanılan difüzörler ve menfezler değişken debili sistemlerde kullanılmazlar.
- 16.) Fan powered VAV kutuları ile sabit debili sistem menfezleri kullanılabilir.
- 17.) VAV üfleme fanı hiçbir zaman gereğinden büyük seçilmemelidir. Gereksiz büyük fan kapasitesi, akış kontrol cihazlarının verimli çalışma aralığını azaltır, işletme maliyetini artırır.
- 18.) Frekans kontrollü sistemlerde uygun bir fan kontrol metodu seçilmelidir. Geçmişte; büyük fanlarda çıkışta daralmalar, küçük fanlarda atış damper kontrolleri kullanılırken günümüzde değişken debili fanlar ucuzladığı için yoğunlukla frekans kontrollü fanlar kullanılmaktadır.
- 19.) Frekans kontrollü sistemlerde üfleme fanı, üfleme kanalı üzerinde bulunan statik basınç sensörü ile kumanda edilmelidir.
- 20.) Dönüş debisi üfleme debisinden belirli bir miktar az olmalıdır. Bu miktar zondaki toplam egzoz miktarı ve zonu basınç altında tutmak için üfleme debisine eklenen miktarın toplamıdır.
- 21.) Frekans kontrollü sistemlerde üfleme ve dönüş fanı istenen akışı sağlamak için beraber çalışmalıdır.
- 22.) Sistem birkaç saatlik durmadan sonra soğutma modunda çalışmaya başladığında, tüm terminaller tam açık pozisyona geçecektir. Eğer öne eğik kanatlı fan kullanılıyor ise, bu tam açık çalışma fan motoru üzerinde aşırı yük oluşturabilir. Bu tip çalışma koşulları için motor özel olarak seçilmelidir.
- 23.) Termostatlar, zondaki ısıtma devreye girmeden önce, menfezler

- minimum pozisyon ayarına kadar modüle edebilecek şekilde kademeli olmalıdırlar. Minimum pozisyon ile ısıtma ayar noktası arasında ölü bandı olan termostatların kullanımı tavsiye edilir.
- 24.) Binanın kullanılmadığı zaman sadece ısıtma ihtiyacı olabilir. İçinde ısıtıcı batarya olan sistemler, durma modundan ısıtma moduna geçmelidirler. Change over sistemleri tüm hava dağıtım ekipmanlarının hareketini terse çevirecek ve zon sıcaklığı düşerken debiyi artıracak özelliğe sahip olmalıdır. Bu özellik gece çalışmayan sistemlerde sabah çabuk ısıtmak için de önemlidir.
 - 25.) VAV sistemlerinin, çevre zonlarda dış havaya bağlı çalışan statik ısıtma sistemleri ile beraber kullanıldığı durumlarda, aşırı yüksek işletme maliyetlerini engellemek için özel dikkat gösterilmelidir. Çevre zondaki statik ısıtma, hiçbir işletme şartında aşırı büyük olmamalıdır. Isıtma ihtiyacı için dikkatli bir kısmi yük analizi yapılmalıdır. Gece ve gündüz işletmeleri için ayrı analizler yapılmalıdır.
 - 26.) Çevre zonlarda termostatik vana kontrollü statik ısıtmanın VAV sistemler ile birlikte kullanımında, özellikle geçiş mevsimlerinde termostatik vanalar ile VAV termostatların ayarları arasında 3-4 °C'lik fark olmalıdır. Bu fark aynı anda hem ısıtmanın (statik ısıtma) hem de soğutmanın (VAV) devreye girmesini engeller.
 - 27.) Soğuk sulu chillerler ile çalışan VAV sistemlerde soğutucu akışkan ile ilgili özel kontrol problemleri bulunmaz. Direk genişlemeli bataryalar kullanıldığında ise özel soğutucu akışkan kontrol stratejileri gereklidir.
 - 28.) VAV sistemlerinde hava tarafında balanslamaya ihtiyaç olmayabilir (VAV cihazlarında cihaz girişinde balanslama genelde gerekmez). VAV cihazlarının girişinde yeterli statik basıncının olduğu test edilmelidir.
 - 29.) Sistemin tasarım debisinde çalışmasında giriş statik basınçları, fan devrinin düşürülmesini sağlayacak kadar yüksektirler.
 - 30.) Dış hava damperinin minimum pozisyon ayarının, her işletme şartında minimum dış hava miktarını verecek şekilde yapılması kontrol edilmelidir. Bazı durumlarda dış hava debisi için modülasyonlu sistemler istenebilir.

11.5. FAN COİL SİSTEMİ

Fan coil sistemi esas olarak tamamen sulu bir sistemdir. Bir merkezde hazırlanan sıcak su ve soğutulmuş su, bina içine dağıtılmış fan coil cihazlarına dağıtılır. Sıcak su bir sıcak su kazanında, soğuk su ise su soğutma grubunda (chiller) üretilir. Fan coil cihazları bir fan ve ısı geçiş yüzeyi olarak serpantin içeren elemanlardır. Fan yardımı ile odadan alınıp, serpantinler üzerinden geçirilerek ısıtılan veya soğutulan hava tekrar odaya üflenir. Serpantin içinden soğuk su geçiyorsa soğutma, sıcak su geçiyorsa ısıtma yapılır. Dönüş borularıyla merkeze dönen su burada tekrar ısıtılıp/soğutulmuş sirküle ettirilir. Bu amaçla dolaşım pompaları kullanılır. Bilhassa çok odalı binalarda ve kanal geçirmek için yeterli hacmin bulunmadığı uygulamalarda tercih edilir. Özellikle otel, hastane, ofis ve yüksek katlı konutlarda kullanılmaktadır. Fan coil üniteleri cam önlerine, asma tavan içlerine yada tavan altına ve döşeme içlerine konabilir. Buna göre farklı fan coil tipleri geliştirilmiştir. Eğer kullanılan fan coil içinde tek serpantin varsa, kurulan sisteme

iki borulu fan coil sistemi adı verilir. Sistemde dağıtım ve toplama yapan iki boru dolaşır. Her fan coil cihazına bir dağıtım borusu, bir toplama borusu bağlanır. Bu durumda bütün sistemde ya soğuk su yada sıcak su dolaştırılabilir. Dolayısıyla bütün sistemde aynı anda ya ısıtma yada soğutma yapılabilecektir. Sistemin soğutmadan ısıtmaya dönmesi (change over) özel bir işlemi gerektirir. Bu açıdan iki borulu fan coil sistemleri özellikle ara mevsimlerde konforu sağlamakta eksik kalırlar. Öte yandan yine özellikle ara mevsimlerde, binadaki bazı hacimlerde soğutma istenirken, bazı odalarda ısıtma istenebilir. İki borulu sistem bunu da karşılayamaz.

Eğer fan coil içinde ısıtma ve soğutma olarak iki ayrı serpantin varsa, kurulan sisteme dört borulu fan coil sistemi adı verilir. Sistemde iki dağıtım ve iki toplama yapan dört boru dolaşır. Her fan coil cihazına iki dağıtım borusu, iki toplama borusu bağlanır. Boru çiftlerinden birinde soğuk su, diğerinde sıcak su bağımsız olarak dolaşır. Dolayısıyla her fan coil cihazında birbirinden bağımsız olarak aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir. Bu durumda bütün sistemde aynı anda hem soğuk su hem de sıcak su dolaştırılmaktadır. Dolayısıyla bütün sistemde aynı anda hem ısıtma, hem de soğutma yapılabilecektir. Sistemin soğutmadan ısıtmaya dönmesi (change over) gibi bir işleme gerek yoktur. Bu açıdan dört borulu fan coil sistemleri çok zonlu sistemlerde kullanılırlar ve özellikle ara mevsimlerde mükemmel ısı konfor sağlarlar.

Klasik fan coil sistemlerinde havalandırma yoktur. Sadece ısıtma ve soğutma yapabilirler. Bu eksikliği gidermek amacıyla fan coil sistemlerinde iki uygulama geçerlidir: a) Dış hava, dış duvara yerleştirilen karışımli fan coil cihazları ile doğrudan her ünite tarafından dışarıdan alınır. b) Sisteme ayrıca taze hava (primer hava) besleyen merkezi kanallı bir havalandırma sistemi ilave edilir. Bu sisteme primer havalı fan coil sistemi adı verilir. Primer havalı fan coil tesisleri hem havalı hem sulu sistemlerdir ve başka bir grupta mütalâa edilirler. Bu sistemlerde taze hava santralında ön şartlandırılan taze hava istenildiğinde belirli ölçüde nemlendirme de yapılabilir. Ancak temel olarak fan coil sistemlerin, primer havalı sistem de olsa, nem kontrolü performansı düşüktür.

Hem dış duvardan hava alan karışımli sistemde hem de primer (taze) havalı sistemde her odadaki hava sirkülasyonu sadece o odaya aittir. Odalar arasında hava geçişi, dolayısıyla koku, duman vs. geçişi pratik olarak yoktur.

Fan Coil Sistemlerinin Özellikleri

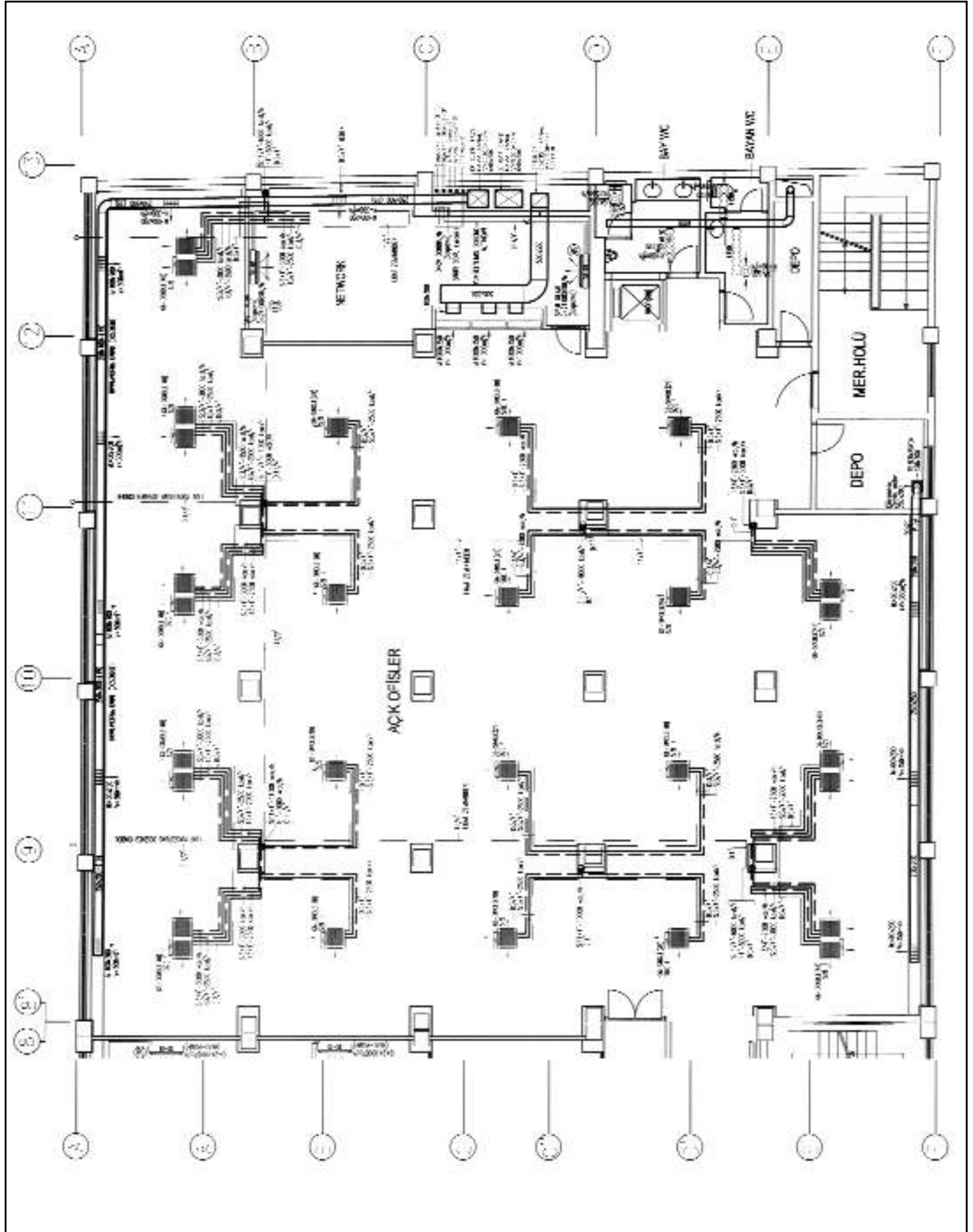
- 1- Fan coil sistemi ile her oda bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir. Zonlama yapmak oldukça kolaydır.
- 2- Kontrol genellikle oda termostatları ile yapılır. Böylece her odada, gün boyunca değişken yükün karşılanması yanında, farklı oda ayar sıcaklığı seçme imkanı da vardır.
- 3- Fan coil kontrol sistemleri; en basit olan yalnız fan kontrolünden (kontrol vanası yok), oransal vana kontrolüne kadar geniş bir çeşitlilik gösterir. Aynı çeşitlilik oda termostatlarında da mevcuttur. En basitinden, üzerinde gece/gündüz işletmesi olan, üniteye oluşan arızaları gösteren, gerektiğinde bir bina otomasyon sistemine bağlanabilen ve birbirleri ile haberleşebilen tiplerine kadar pek çok farklı model mevcuttur.
- 4- Fan motorlarında devir ayarı yapma imkanı kapasite kontrolünde ek bir kolaylık yaratır.

- 5- İki yollu kontrol vanaları kullanıldığı takdirde, frekans kontrolü dolaşım pompası kullanımı enerji tasarrufu açısından tavsiye edilir. Eğer bu yapılmazsa pompa emiş ve basma hattı arasına bir PRV vana monte edilmelidir.
- 6- Boru montajı genellikle kanal montajından daha kolaydır. Bunun yanı sıra kanal montajında, montaj ve kanal imalat işçiliği kalitesi çok değişken olmaktadır. Boru sisteminde ise montaj sonrası yıkama işlemi yapılmalı, sistem kimyasal işleme tabii tutulmalıdır.
- 7- Boru izolasyonu genellikle kanal izolasyonundan daha kolaydır. Ancak fan coil sisteminde özellikle asma tavan içindeki soğutma ve drenaj borularının izolasyonuna daha çok özen gösterilmelidir.
- 8- Özellikle iyi imal edilmemiş kanallarda meydana gelen kaçakların yaratacağı büyük işletme giderleri, fan coil sisteminde söz konusu değildir. Ayrıca kanalların büyük yüzey alanları nedeniyle borulara oranla ısı kayıpları daha fazladır.
- 9- Boru sisteminde reglaj yapmak kanal sistemine göre daha kolaydır. Mümkün olursa ters dönüşlü (eşit direnç) boru sistemi kullanılmalıdır. Fan coil serpantin basınç kaybını 3 mss gibi yüksek değerlerde tutmak reglajı kolaylaştırır.
- 10- Fan coil sisteminde kanal geçirmek için ihtiyaç duyulan büyük şaft kesitlerine gerek yoktur. Bu, özellikle günümüzün birim alan maliyetleri çok yüksek olan iş yeri binalarında kullanılabilir alanı artırıcı bir faktördür.
- 11- Özellikle döşeme tipi fan coil cihazları kullanıldığında, kanallı sistemlerdeki gibi yüksek asma tavan boşluklarına ihtiyaç yoktur.
- 12- Fan coil cihazlarının bakımları belli sürelerde, ihmal edilmeden yapılmalıdır. Özellikle filtre temizliği önemlidir.
- 13- Fan coil seçimi yapılırken filtrelerin kolayca çıkarılabilmesi özelliği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle kasetli tip cihazlarda kasetin sökülmeden filtrenin değiştirilebildiği modeller tercih edilmelidir.
- 14- Yoğuşma tavaları zaman zaman tıkanmaya karşı kontrol edilmelidir. Serpantin ve yoğuşma tavası ile borularının belli sürelerde yıkanması, bakteri üremesini önlemek açısından tavsiye edilir.
- 15- Fan coil sisteminde bakım yapılması gereken cihazların kullanım mahallerinde olması bir dezavantajdır. Bakım, eğitilmiş personel tarafından mesai saatleri dışında yapılmalıdır. Özellikle tavan tipi fan coil cihazlarında filtre değiştirilirken tavanın kirletilmemesine dikkat edilmelidir.
- 16- Açık ofis gibi büyük hacimlerde iç zonda homojen dağılımı sağlamak için tavan tipi fan coil kullanılabılır. Bu fan coil cihazları sadece soğutma yapmak üzere tasarlanabilir. Böylece bina çevresi boyunca fan coil'ler hem ısıtma hem soğutma yaparken, iç tarafta kalan üniteler sadece soğutma yapmış olurlar. Böylece hem konfor açısından oldukça uygun hem de daha ekonomik bir sistem elde edilebilir (**Şekil 11.9**).
- 17- Cam önlerine konan cihazların özellikle soğutma sırasında çevredeki kişileri rahatsız etmeyecek tarzda yerleştirilmesi ve hava üfleme yönünün buna göre tasarlanması gereklidir. Gizli döşeme tipi fan coil cihazlarında genellikle havayı yönlendirmek için açılı kanatlı lineer menfezler kullanılır. Bu menfezlerin açılına dikkat edilmelidir. Yalnızca havanın cama doğru üflenmesi yeterli değildir. Çoğu durumda camdan yansıyan hava da rahatsızlık verebilmektedir. Kasetli fan coil kullanımında ise sabit üfleme menfezi yerine üfleme yönü değiştirilebilen ayarlı tip menfezlere sahip fan coil cihazları tercih edilmelidir.
- 18- Fan coil cihazı ile ilgili değerlerin, özellikle ses ile ilgili değerlerin zaman içinde geçerliliğini yitirmemesi gereklidir. Sesin zaman içinde problem olmaması için yıllar sonra da monte edildiği günkü kalitesini ve performans değerlerini koruyabilen cihazlar seçilmelidir.
- 19- Karışımli fan coil cihazlarında dış hava ile ortamdaki dönen hava belli oranlarda karıştırılır, ısıtılıp soğutulmuş ortama verilir. Özellikle soğuk iklimli yerlerde mutlaka donma koruması yapılmalıdır. Bunun için karışım kutusuna motorlu damper montajı ve bunun bir donma termostatı ile irtibatlandırılması gerekir.
- 20- Karışımli ünitelerde, özellikle nemli bölgelerde yazın yoğunluğunun daha fazla olacağı göz önünde tutularak drenaj boruları tasarlanmalıdır.
- 21- Karışımli fan coil'lerde filtre daha sık temizlenmelidir.
- 22- Karışımli cihazların hava emişi rüzgar, yükseklik gibi faktörlerden etkilenebilir. İnfiltrasyon miktarı fazladır. İnfiltrasyon yükü de göz önünde tutulmalıdır.
- 23- Karışımli cihazların dışarıdan ses girişine karşı önlem alınmalıdır. Bu durumlar için özel karışım kutusu, susturucu gibi aksesuarları bulunan fan coil cihazları tercih edilmelidir.
- 24- Karışımli fan coil cihazları kullanıldığında taze hava kanalları için bir şafta ihtiyaç duyulmayacaktır.
- 25- Primer havalı sistemde kanallar için şaft ve asma tavan boşluğuna ihtiyaç vardır. Ancak kanallar havalı sistemle karşılaştırıldığında oldukça küçük kesitli olmaktadır. Bu bakımdan yer kaybı tam havalı sistemlerden çok daha azdır.
- 26- Taze havalı ve karışımli fan coil sistemlerinin toplam avantajları, iç havalı fan coil cihazlarının kullanıldığı ve taze havanın kat bazında alçak tip santraller ile sağlandığı bir diğer sistem ile elde edilebilir. GEA AT-Picco alçak tip santraller 35 cm yüksekliği ile asma tavan içlerinde rahatça kullanılabilir. Her türlü filtre kullanım imkanı, karışım, ısı geri kazanım hücreleri seçebilme şansı, yüksek basma yüksekliği, susturucu gibi aksesuar seçenekleri ile GEA AT-picco alçak tip santraller minyatür bir santral konumundadırlar.

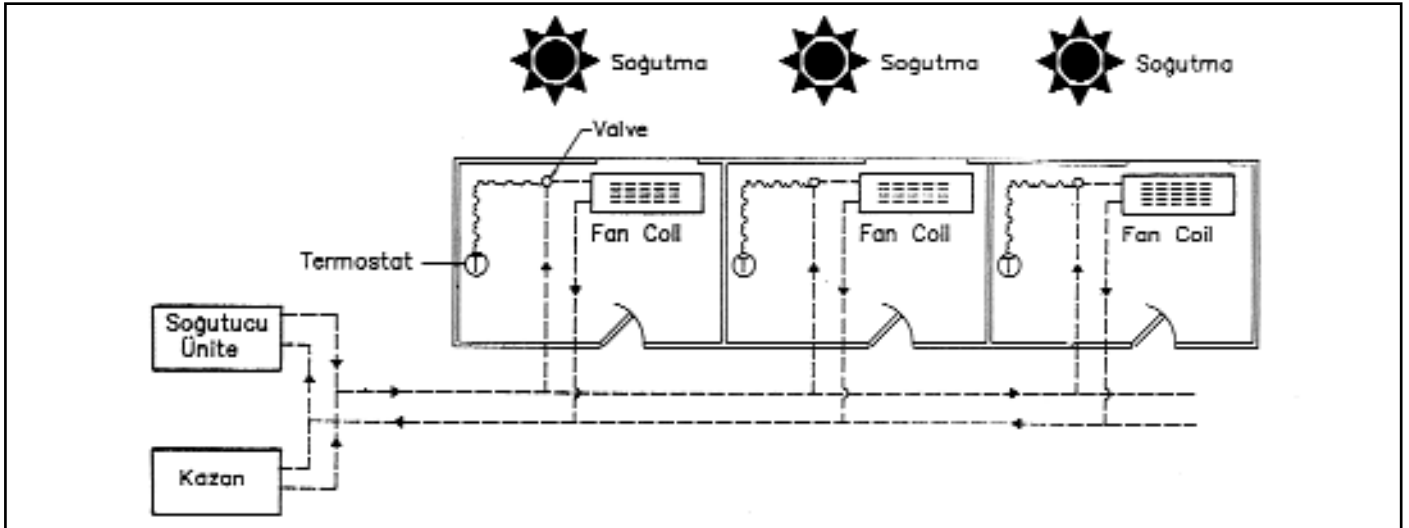
11.5.1 İki Borulu Sistem (Şekil 11.10)

İki borulu sistemlerde borularda ya sıcak yada soğuk su bulunduğu için sistem ya ısıtma yada soğutma yapmaktadır. Fan coil cihazı tek serpantinlidir.

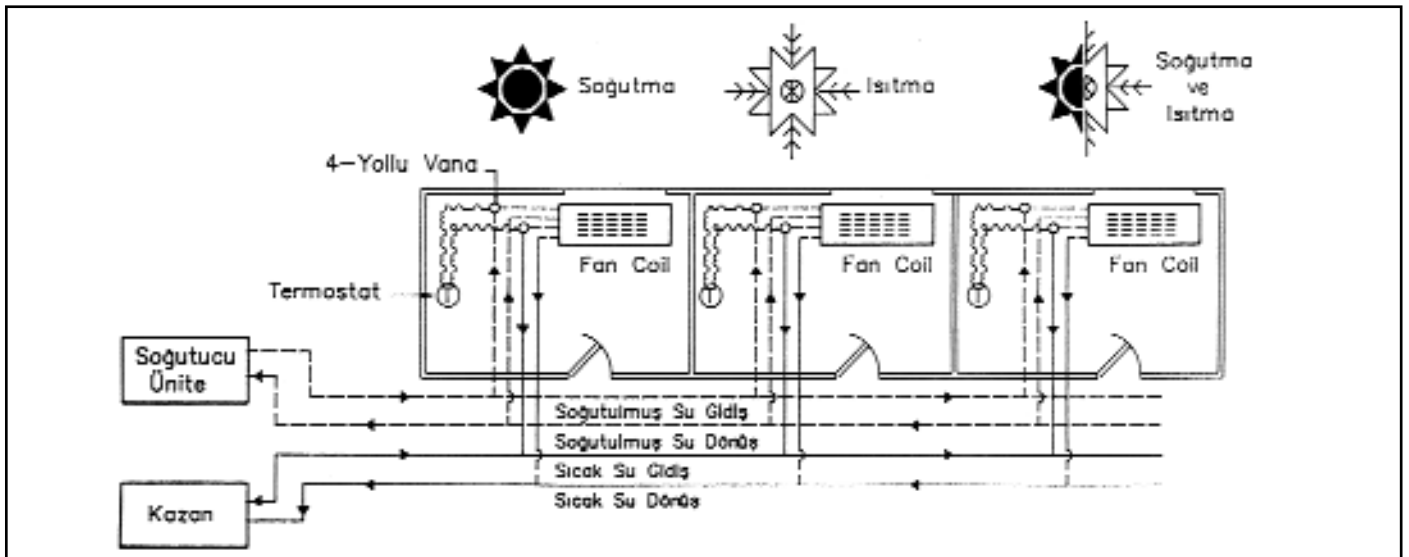
- İki borulu fan coil sistemi ilk yatırım maliyeti en ucuz merkezi sistemdir.
- Fan coil, borulama ve izolasyon maliyeti dört boruluya göre daha azdır.
- Daha az boru olduğu için özellikle kasetli cihazlarda borulama daha kolay yapılır.
- Özellikle geçiş dönemlerinde istenen konforun tam sağlanması mümkün değildir.
- Yaz işletmesinde su sıcaklığı genellikle 7/12 °C olarak seçilir. Kış işletmesinde ise su sıcaklıkları düşük seçilmeli ya da oransal vana kullanılmalıdır. Ancak oransal vana kullanıldığında



Şekil 11.9. OFİS KATI FANCOIL SİSTEMİ PROJESİ



Şekil 11.10. 2 BORULU SİSTEM



Şekil 11.11. 4 BORULU SİSTEM

yazın nem kontrolü daha zor olmaktadır.

- Fan coilde yaz kış geçişini sağlamak için a) Yaz-kış konum anahtarlı termostatlar kullanılmalı b) Boru termostatı eklenmelidir.

11.5.2. Dört Borulu Sistem (Şekil 11.11)

Sıcak ve soğuk su farklı borularda dolaşır. İki ayrı serpantin vardır. Vanalar vasıtasıyla fan coilde ya soğuk ya da sıcak suyun dolaşmasına izin verilerek ısıtma ve soğutma yapılır. Sistemde farklı odalarda aynı anda hem ısıtma hem de soğutma yapmak mümkündür.

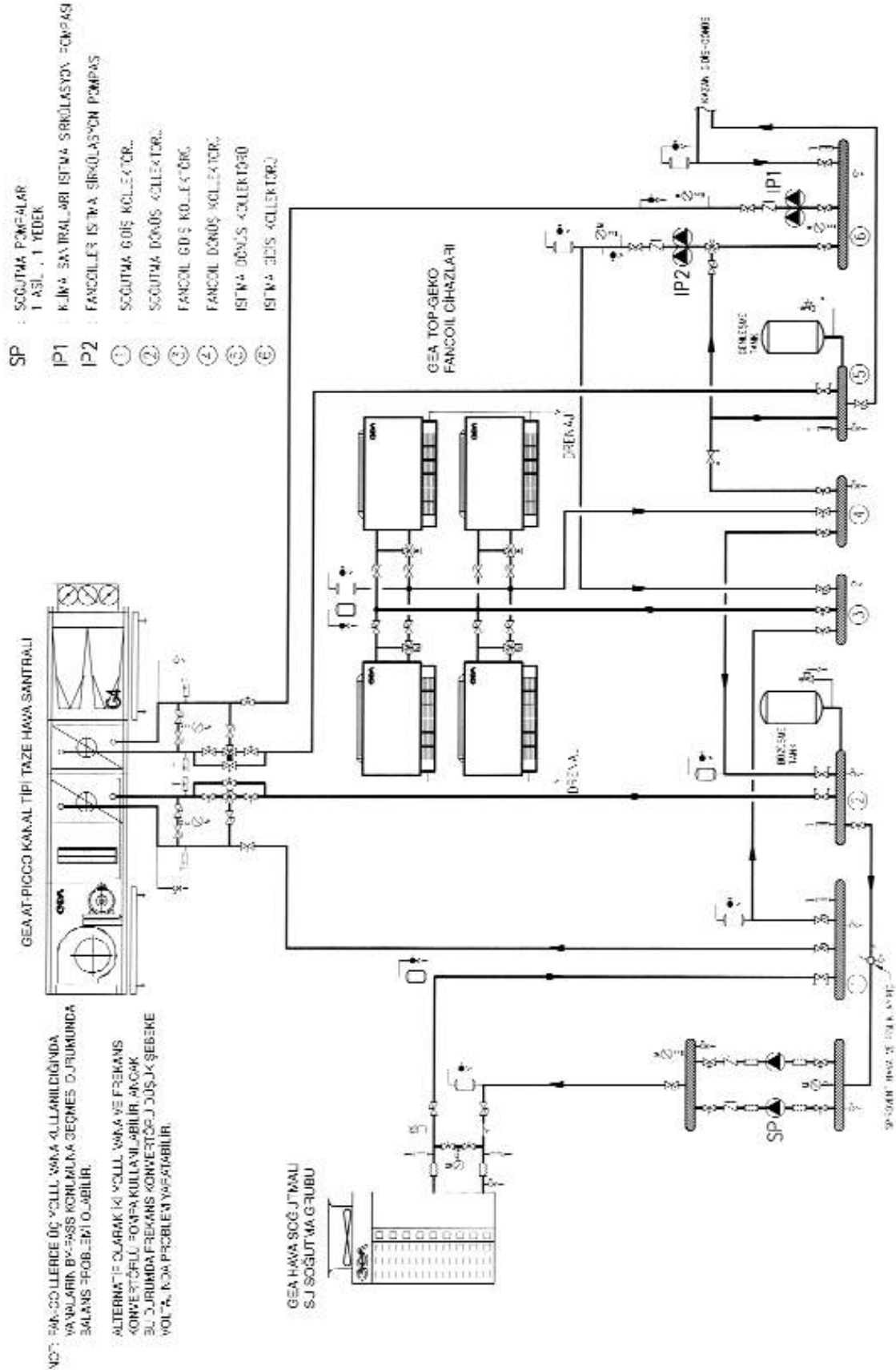
- Özellikle geçiş dönemlerinde mükemmel konfor sağlanır. Yaz-kış geçişi oldukça kolaydır. Değişikliklere oldukça hızlı cevap verir.
- Kontrol vanası kullanımı gerekli olduğu için kontrol maliyeti daha yüksektir.
- İlk yatırım maliyetinin daha yüksek olmasına karşın işletme verimliliği yüksek, işletme giderleri düşüktür.

11.5.3. Fan Coil Sistemi Uygulama Örnekleri

Fan coil sistemi, karışım veya taze havalı, iki veya dört borulu sistem-

ler olarak uygulanabilmesi ve çok çeşitli kontrol imkanları ile oldukça geniş bir uygulama sahasına sahiptir. Bu çeşitlilik yatırımcıya; istediği konfor düzeyi, ilk yatırım bedeli, işletme kolaylığı ve işletme giderleri, mimariye uygunluk, tesisat için yer gereksinimi gibi konular arasında verdiği önceliğe göre seçim yapma imkanı tanır.

Şekil 11.12'de bir iki borulu fan coil + taze hava sistemi görülmektedir. Sistemde taze hava GEA AT-Picco tip alçak klima santrali ile sağlanmaktadır. Hava soğutmalı, R407C soğutucu gazlı, scroll kompresörlü bir GEA soğutma grubu kullanılmıştır. Sistem tek zondur ve küçük olduğu için soğutma tarafında tek pompa kullanılmış, ayrı ayrı primer ve sekonder pompaya ihtiyaç olmamıştır. Sistemde üç yollu vanalar kullanıldığı için sabit debili bir sistemdir. Dolayısıyla frekans kontrollü pompa kullanımına gerek duyulmamıştır. Isıtma tarafında ise fan coil pompasından önce üç yollu vana konmak suretiyle su sıcaklığı düşürülmüştür. İki borulu fan coil cihazlarında kapasite soğutmaya göre seçildiğinden, serpantin ısıtma için çok büyük kalmaktadır. Bu bakımdan fan coil hattı su sıcaklıkları 90/70, 80/60 °C gibi yüksek sıcaklıklarda tasarlanmamalıdır.



Şekil 11.12. İKİ BORULU FAN-COIL + TAZE HAVA SİSTEMİ AKIŞ ŞEMASI

Şekil 11.12.A'da iki borulu fan coil sistemlerinde free cooling uygulaması şematik olarak verilmiştir. Havalı sistemlerde olduğu gibi sulu sistemlerde de free cooling imkanı bulunmaktadır. Kışın soğutma ihtiyacı varsa (bilgisayar odaları gibi) bu sistem kullanılabilir. Burada dış hava yaş termometre sıcaklığı yeteri kadar düşükse, soğutma grubu kullanılmadan, sisteme gönderilen su bir plakalı eşanjörde soğutma kulesinden gelen su ile soğutulur.

Şekil 11.13'de ise dört borulu fan coil+taze hava sistemi görülmektedir. Dört borulu kaset tavan tipi GEA G6 fan coil üniteleri seçilmiştir. Taze hava dış atmosfer şartlarına dayanıklı, harici tip bir GEA AT-Plus taze hava santrali ile sağlanmaktadır. İki adet hava soğutmalı, R134a soğutucu akışkanlı, vidalı kompresörlü GEA soğutma grubu seçilmiştir. Gruplardan biri daha küçük kapasitededir. Günümüzde yapılan cam giydirmeye cepheli binalarda kışın dahi soğutma ihtiyacı olabilmektedir. Ayrıca ofis içerisindeki bilgi işlem bölümlerinde de yıl boyunca soğutma istenmektedir. Bu bakımdan küçük grup kışın tek başına yeterli olmaktadır. Daha büyük bir cihazın düşük kapasitede düşük verimde çalışması önlenmiş olmaktadır. Bu kavram 'kış soğutma grubu' olarak adlandırılabilir. Primer devre pompaları her bir grup için ayrı ayrı ve yedekli olarak seçilmiştir. Grup kapasiteleri farklı olduğundan pompalar da farklıdır. Fan coil'ler ve taze hava santrallerinde iki yönlü kontrol vanaları kullanılmıştır. Bu bakımdan sekonder pompalar frekans kontrollüdür. Böylece hem hidrolik denge sağlanmış hem de işletme ekonomisi yapılmıştır. Sistem primer pompaları ise ait olduğu grup çalıştığı müddetçe sürekli çalışmaktadır. Isıtma tarafında fan coil pompası önüne yine üç yönlü vana konulmuştur. Böylece su sıcaklığı dış hava sıcaklığına bağlı olarak düşürülebilir. Dört borulu fan coil sisteminde ısıtma serpantini ayrı olduğu için iki borulu sistemde olduğu gibi serpantinin ısıtma için çok büyük kalması durumu söz konusu değildir. Dolayısıyla sistemin yine 80/60 °C gibi daha yüksek sıcaklıklarda tasarlanması gerekebilir. Ancak yine de dış hava kompanzasyonu yapmak için üç yönlü vana kullanımı tavsiye edilir. **Şekil 11.14**'de ise dört borulu sistemde, çeşitli sistem alternatifleri görülebilir.

11.5.4. Fan-Coil Üniteleri Otomatik Kontrolü

Otomatik kontrol açısından fan-coil üniteler iki borulu ısıtma, iki borulu soğutma, iki borulu ısıtma/soğutma ve dört borulu ısıtma/soğutma olarak genellenebilir; iki konumlu (on-off) veya oransal olarak kontrol edilirler. İki konumlu fan-coil termostatları ister elektro-mekanik ister elektronik olsun genelde ısı geri besleme fonksiyonuna ve bazen de gece sıcaklık düşümü yapabilmeye (termostat üzerindeki veya dışındaki harici elektro-mekanik veya dijital zaman programlayıcı vasıtasıyla), ölçülen mahal sıcaklığını dijital veya analog olarak gösterebilme yeteneklerine sahiptirler. Kontrol edilen oda sıcaklığındaki sıcaklık değişimlerini olabildiğince aza indirmek için ısı geri besleme fonksiyonu kullanılır. Isıtma kontrolü modunda iken termostat içinde hissedici elemana yakın monte edilmiş olan ve sabit ısı üreten bir ısıtıcı eleman vasıtasıyla; termostatın anahtarlama aralığından 5,5 K daha yüksek sıcaklıkta ısı üretilir. Oda sıcaklığı sabit durumda iken bile termostat aç-kapa yapmaya devam eder. Oda sıcaklığı termostat ayar noktasına eşit olduğunda anahtarlama darbeleri açma ve kapama için aynı (kontrol faktörü E=0.5) zaman boyutuna gelir. Oda sıcaklığı biraz arttığında açma darbesi zamanı kısa-

ılır, kapama darbesi zamanı uzar. Böylelikle yaklaşık oransal bandı $X_p=3K$ ve maksimum kontrol salınımı $X_p/2$ olan yarı-sürekli oransal kontrol sonucu elde edilir. Sıcaklık salınımları ise zaman sabitine bağlantılı olarak 0.1 ile 0.5K arasında değişir.

1-Fan kontrolü (iki konumlu)

Ülkemizde ucuz yatırım ve kolay işletme açısından tercih edilen bu fan-coil kontrol yöntemi, enerji savurganlığı ve konfor açısından sınırlıdır. Bu sistemde iki borulu ısıtma ve/veya soğutma serpantininden ısıtıcı-soğutucu akışkan, mevsimlere göre sabit debide dolaşır. Oda veya dönüş havası sıcaklığına bağlı olarak oda termostatu fanın çalışıp durdurulmasını iki konumlu olarak temin eder. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına ve hangi mevsimde (yaz-kış) olduğuna karar verir ve gerekli ayarları termostat üzerinden manuel olarak gerçekleştirir.

Bu uygulamanın en büyük dezavantajları, fan oda sıcaklığına bağlı olarak durdurulduğunda, ısıtma veya soğutma periyodunda fan-coil ünitenin bir konvertör veya radyatör gibi davranıp gereksiz yere mahale ısı enerjisi vermeye devam etmesi ve yük enerji talebi olmadığı durumlarda bile ısıtıcı-soğutucu akışkanın kaynak ile yük arasında tam debi olarak sirküle ediyor olmasıdır. Diğer çok önemli bir dezavantaj ise, fanın dur-kalk sesinin son derece rahatsız edici olmasıdır.

2-İki borulu ısıtma veya soğutma kontrol vanalı (iki konumlu)

Oda-mahal sıcaklığına bağlı olarak fan-coil termostatu akışkan devresi üzerindeki iki yönlü veya üç yönlü elektrik senkron motorlu, termal, selenoid veya pnömatik tahrik üniteli vanaya kumanda eder (**Şekil 11.15 ve 11.16**). Bu sayede mahal veya odanın yük değişimlerine uygun olarak ısıtma/soğutma enerjisi kullanılır. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına ve hangi mevsimde (yaz-kış) olduğuna karar verir ve gerekli ayarları termostat üzerinden manuel olarak gerçekleştirir. Bazı uygulamalarda yaz-kış kontrol modu çevrimi; termostat üzerindeki manuel seçici anahtar yerine, fan-coil giriş borusu üzerine takılan kelepçeli tip yaz-kış çevrim termostatu (kontrol noktası fabrikasyon 25-35°C arasında olan) sayesinde otomatik olarak sağlanmaktadır.

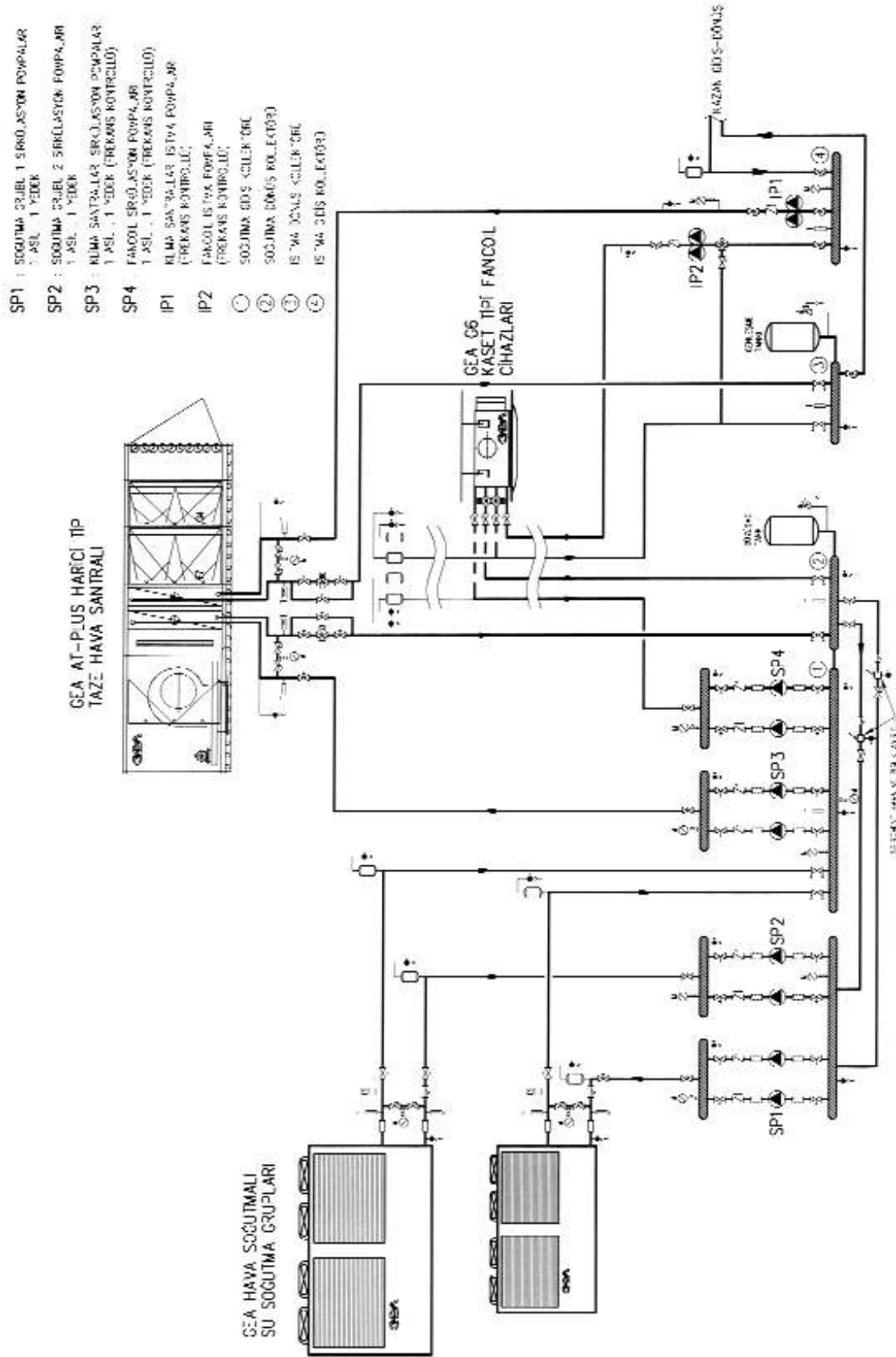
3-Dört borulu ısıtma ve soğutma kontrol vanalı (iki konumlu)

Oda sıcaklığını ölçen oda termostatu, termostat üzerinden manuel olarak veya kelepçeli yaz-kış termostatu vasıtasıyla otomatik olarak seçilmiş kontrol moduna (ısıtma veya soğutma) bağlantılı olarak oda sıcaklığını istenilen ayar değerinde tutabilmek için iki yönlü veya üç yönlü elektrikli senkron motorlu, termal, selenoid veya pnömatik tahrik üniteli vanaya kumanda eder (**Şekil 11.17**).

Bazı tip iki konumlu fan-coil termostatları, oda sıcaklığındaki yük değişimlerinin büyüklüğüne bağlı olarak kendileri manuel veya kelepçeli tip yaz-kış termostatına ihtiyaç duymadan çıktı sinyallerinin konumunu değiştirirler. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına karar verir ve termostat üzerinden gerekli ayarları manuel olarak gerçekleştirir.

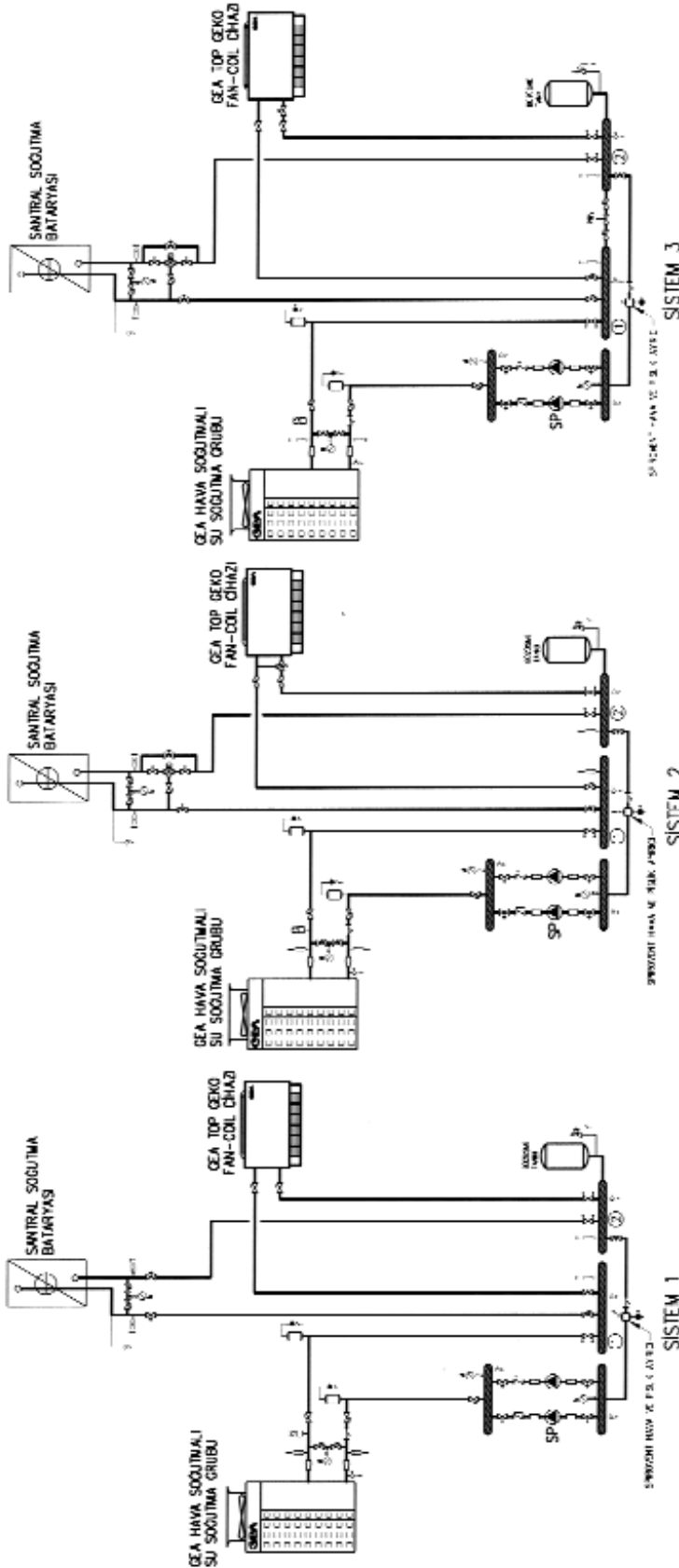
4-Dört borulu ısıtma ve soğutma kontrol vanalı (oransal) (**Şekil 11.18**)

Oda sıcaklığına (yüke) bağlı olarak ısıtıcı-soğutucu akışkanın taşıdığı enerjinin en optimum ve sağlıklı olarak kontrol edilebilmesini



Şekil 11.13. DÖRT BORULU FAN-COIL + TAZE HAVA SİSTEMİ AKIM ŞEMASI

- SP : SOĞUTMA POMPALARI
TANIMLI YERLER
- ⊙ : SOĞUTMA SİSİ 40L-EX1000
- ⊙ : SOĞUTMA 30005 KOLLEKTÖR

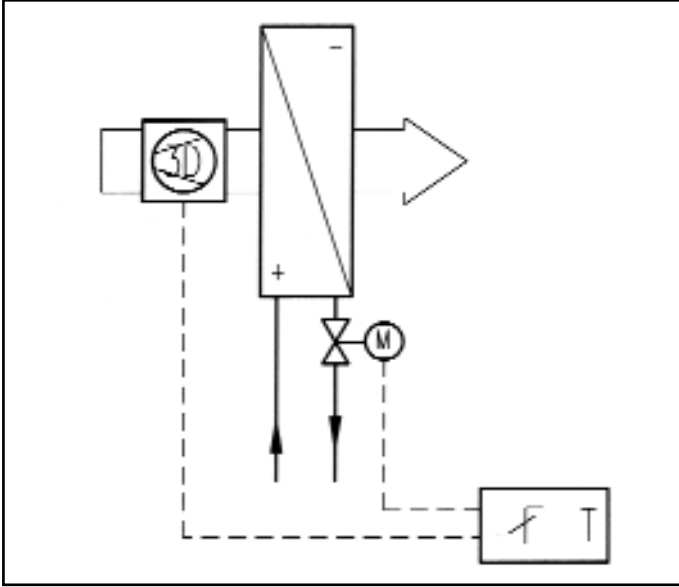


SİSTEM 1 : FANCOL VE SANTRALELERDE FERRARCI
BİR KONTROL VANASININ YOKTUR POMPANIN KAPASİTESİ
SİSTEMİN TOPLAM İHTİTACI DOĞRULANLARA BELEMLİSTİR
SOĞUTMA GRUBUNUN KAPASİTESİ İSE BİR DİRENŞİYE FAZLA
KULLANILAN TOP-PAV KAPASİTESİNE DAĞAR KÖÇÜR
TUTULMUŞTUR.

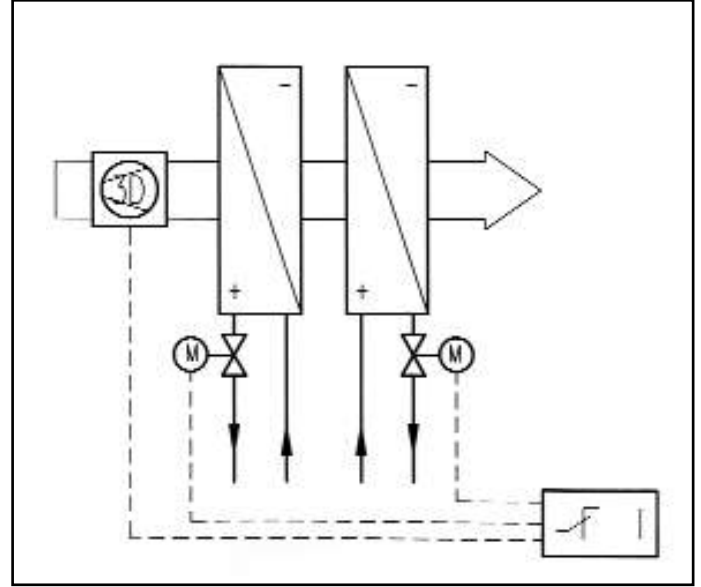
SİSTEM 2 : FANCOL VE SANTRALELERDE 3 YOLLU KONTROL VANASININ
BİR SAĞIDE SİSTEM DİRENŞİ SAKIT KALMAYAKTIR.
POMPA VE GRUBUN KAPASİTESİ BELİRLENMEŞE SİSTEMİN
DURUMUNUN KONTROLİNE.

SİSTEM 3 : FANCOL VE SANTRALELERDE 2 YOLLU KONTROL VANASININ
YARDAĞI İHTİTACI SİSTEM DİRENŞİ BELİRLENMİŞTİR.
SOĞUTMA GRUBUNUN DİRENŞİ BELİRLENMEŞE SİSTEMİN
SABİT KALMASI İHTİTACI VE DİRENŞİ
KOLLEKTÖR ARASINDA BİR VANANIN KULLANILMASI.

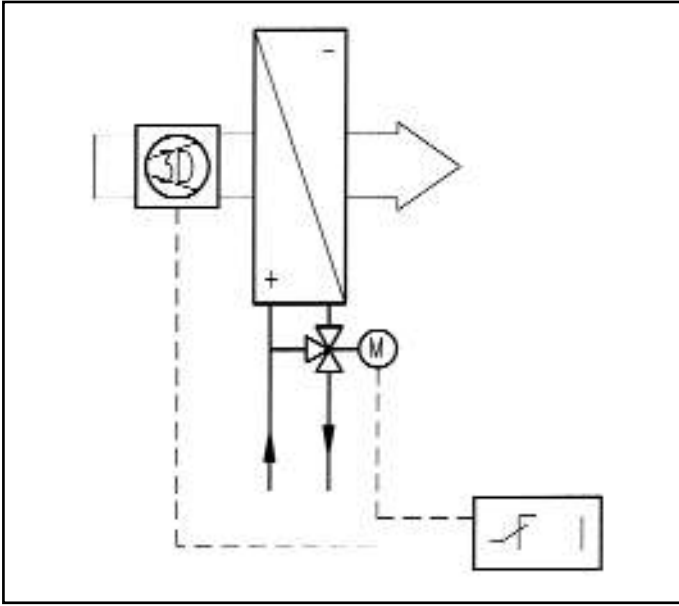
Şekil 11.14. DÖRT BORULU FAN-TAZE HAVA SİSTEMİ SOĞUTMA DEVRESİ SİSTEM ALTERNATİFLERİ



Şekil 11.15. İKİ YOLLU VANAYA KUMANDA.



Şekil 11.17. DÖRT BORULU FAN COIL ISITMA VE SOĞUTMA KONTROL VANALI İKİ KONUMLU KONTROL



Şekil 11.16. ÜÇ YOLLU VANAYA KUMANDA.

sağlayan bu tür termostatlar genelde mikroişlemci teknolojisi ile üretilmektedirler. Bazı türleri, bina otomasyon sistemine bağlanabilmek için arayüzlere sahiptir. Oda-mahal sıcaklığını ölçen ve/veya fan-coil dönüş havası sıcaklığını ölçen sıcaklık hissedicisinden gelen bilgilere göre mahal sıcaklık ayar değeri mukayese edilir ve ısıtma ihtiyacı söz konusu ise oransal iki veya üç yollu ısıtma vanasına, soğutma söz konusu ise soğutma vanasına kumanda edilir. Mahallen ısı ihtiyacına göre ısıtma veya soğutma vanası olması gereken konuma (%0 ile %100 arasında) gelir. Konfor ve kullanım zamanına bağlı fan devirleri ile ilgili manuel bir kumanda söz konusu değil ise, ısıtma veya soğutma vanalarına eşlenik olarak kontrol edilir. Oda kontrol ünitesi veya termostatu üzerindeki zaman programlayıcı vasıtasıyla sistemin otomatik çalışması (durma-çalışma veya gece sıcaklık düşümü fonksiyonları) temin edilebilir.

Mahalle ait pencere ve kapı gibi ısısal koşulları değiştirecek ekipmanların açık ve kapalı durumları kuru kontak olarak sisteme bağlanabilir ve bu durumlarda fan-coil ünitesinin durdurulması veya tekrar devreye girmesi programlanabilir. Keza bu tür fan-coil kontrol sistemi ile mevcut mahalle-odaya ait aydınlatma sistemi de zamana bağlı olarak kontrol edilebilir.

11.6. ENDÜKSİYON SİSTEMLERİ (Şekil 11.19)

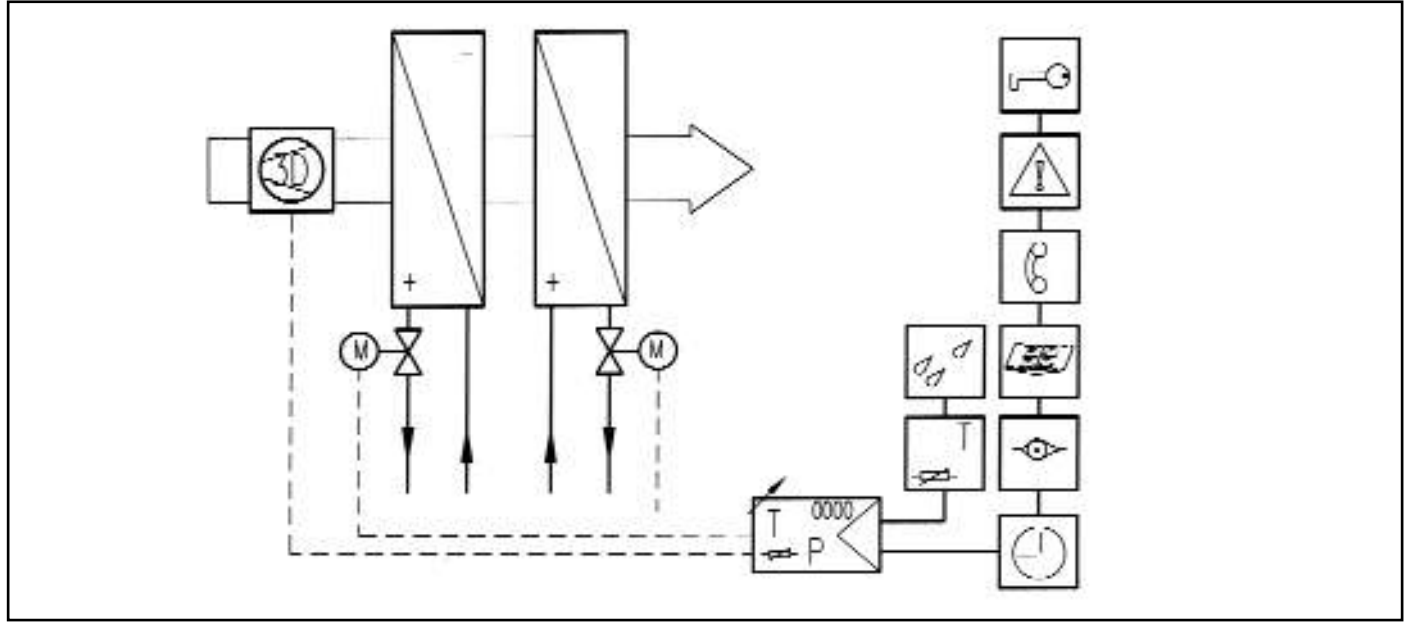
Endüksiyon sistemi çok katlı binaların çevre odalarında, ofis binası, otel, hastane, apartman gibi çok odalı binalarda kullanılırdı. Günümüzde endüksiyon sistemler artık pek kullanılmamaktadır. Yüksek binaların klimalandırılmasında minimum shaft gerektiren bir sistemdir. Avantajları:

1. Az yer gerektirmesi (Tam havalı sistemlerin aksine, duyulur ısı yükünün büyük miktarının su ile karşılanmasından dolayı)
2. Her odanın bağımsız kontrolü mümkündür..
3. Minimum servis (Fan motoru yok)
4. Merkezi nem alma ve oldukça küçük bir merkezi sistem.
5. Odalarda fan olmaması.

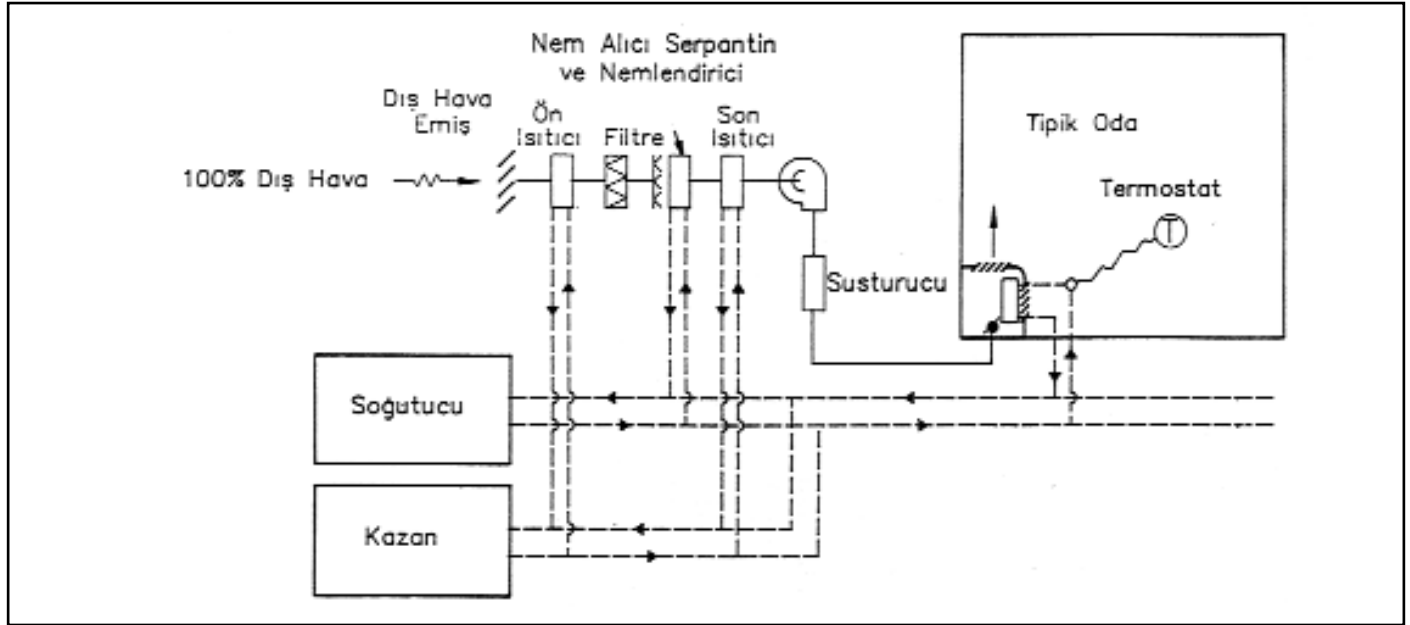
Dezavantajları:

1. Change-over işlemi benzerlerine göre daha problemlidir.
2. Kontrol daha kompleksdir.
3. Sekonder hava devresi üzerinde filtre gereklidir.
4. Primer hava devresini kapatmak mümkün değildir.
5. Oda nem miktarını ayarlayabilmek için primer su devresinde düşük bir sıcaklık gerektirmektedir.
6. Egzoz hava miktarı çok olan yerlerde uygulanamaz.
7. Genelde tesis edilmeyen drenaj borusunun olmayışı, aşırı insan yükünde veya penceresinin açık kalması halinde önemli zararlara sebep olabilmektedir.
8. Terminal ünitelerindeki basınç kaybından dolayı enerji sarfiyatı fazladır.

11.7. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ SİSTEM DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ (DSD) Sistem, so-



Şekil 11.18. DÖRT BORULU FAN COIL ISITMA SOĞUTMA KONTROL VANALI ORANSAL KONTROL

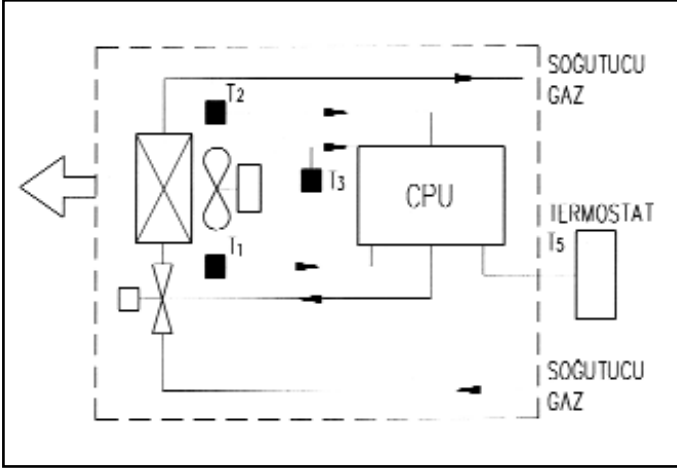


Şekil 11.19. ENDÜKSİYON

ğutma grubu ve fan coil sistemiyle aynı prensipte çalışır. DSD sistem dış ünitesi, sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklığında iç ünitelere soğutucu akışkan gönderir. Dış ünite soğutucu akışkanın kondenzasyon ve evaporasyon sıcaklıklarını sabit tutacak bir kapasitede çalışır. Dış ünitelerdeki inverter kompresörler ile farklı kapasitelerde çalışma imkanı yaratılmıştır. Bu sayede farklı kademelerden sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları temin edilir. Dış ünitelerin inverter kompresörler sayesinde tek bir 2000 kcal/h'lik iç ünite tek başına çalışsa dahi kompresör kapasitesi kontrol edilebilmektedir. Yine chiller sisteminden farklı olarak DSD iç üniteleri (fan coil) bağımsız çalışma olanağına ve yüksek kapasite kontrol hassasiyetine sahiptir.

Şekil 11.20'de şematik olarak görülen DSD iç ünitesi fana, serpan-

tin grubuna, 3 adet termistöre (T1, T2, T3), oransal vanaya ve mikro işlemciye sahiptir. Akışkan sıcaklığı, T1 termistöri tarafından girişte, T2 termistöri tarafından çıkışta gözlenir. T3 termistöri hava dönüş sıcaklığını ölçer ve bilgiler mikro işlemciye gönderilir. Mikro işlemci bu verileri değerlendirerek bir sonraki dönüş hava sıcaklığını belirler ve ayarlanmış termostat değeri (T5) ile T3 dönüş havası sıcaklıkları arasındaki farkı hesaplar. Bu hesaplamaların sonucu ideal superheat derecesini belirler. Daha sonra mikro işlemci gerçek superheat T1, T2 dereceleri arasındaki farkı hesaplar ve oransal vananın ne kadar açılması gerektiğini belirler. DSD sistemindeki bu PID kontrol sayesinde iç ünite odanın yük değişimlerini izler ve buna uygun olarak soğutucu akışkan debisini kontrol eder. İşte oda sıcaklığı bu kontrol hassasiyetinden dolayı 0.5 °C'lık farkla kontrol edilir. Bu



Şekil 11.20. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ SİSTEM İÇ ÜNİTESİ

hassasiyet hem konfor artırır, hem de enerji tasarrufu sağlar. DSD sistemde yine chillerden farklı olarak su dolaşımı yoktur. Bunun yerine soğutucu akışkan, direkt olarak fan coilere (DSD iç ünitesine) gönderilir. Soğutucu akışkanın direkt kullanılması sayesinde sulu sistemde kullanılan pompa, pislik tutucu, vana gibi birçok ekipman kullanılmaz. Suya ve havaya göre daha iyi ısı transfer ortamı olan soğutucu akışkan enerji tasarrufu sağlar. Bu aynı zamanda hacim tasarrufu da sağlar. Bilindiği gibi 5 °C'lik sıcaklık farkında 1 kg. su ile transfer edilebilecek ısı miktarı 5 kcal'dir. Yine 10 °C'lik sıcaklık farkında 1 kg hava ile transfer edilebilecek ısı miktarı 2.4 kcal'dir. Oysa 0°C evaporasyondaki 1 kg başına soğutucu akışkan ile transfer edilen ısı miktarı 49 kcal'dir. Böylece 1 kg başına soğutucu akışkanın taşıdığı ısı miktarı suya göre 10 kat, havaya göre 20 kat daha fazladır. Bu demektir ki, DSD sistemi ısıyı taşımak için çok daha az enerji kullanmaktadır.

DSD sistemde bilinenin aksine uzun akışkan borulaması yapılabilir. DSD sistem iç ve dış üniteler, 50 m.lik yükseklik farkında maksimum 100 m.lik borulama uzunluğuna sahiptir. (Eğer dış ünite aşağıda, iç üniteler yukarıdaysa, 40 m.lik yükseklik farkında çalışabilir.) Bu uzun akışkan borulaması sayesinde yüksek ve büyük ölçekli binaların klimatizasyonunu sağlamak mümkün olmaktadır. Aynı zamanda bu tür binalarda büyük yer tasarrufu sağlanmaktadır. DSD sistemde bu uzun borulamalardan kaynaklanacak problem de tamamen önlenmiştir. Bilindiği üzere, uzun soğutucu akışkan borulaması yapılması durumunda iki önemli problem vardır. Birincisi kompresöre likit dönüşüdür. İkincisi soğutucu akışkan ile birlikte sisteme sürüklenen yağın kompresöre geri döndürülememesidir. Bu iki durumda da kompresör hasarları meydana gelecektir. Likit dönüşünü önlemek için yüksüz yolalma (soft start), yağ geri dönüşünü sağlamak için yüksek verimli yağ seperatörleri kullanılmaktadır.

11.8. AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI

Bu sistem ısıtmanın sıcak sulu kalorifer sistemiyle, soğutmanın kanal tipi split klimala yapıldığı hibrit bir klima sistemi olarak tanımlanabilir.

Isıtma

Isıtma; cam altına monte edilen ısıtıcılar ile yapılmaktadır. Kışın cam yüzeyinden soğuyarak aşağıya inen hava, ısıtıcılar üzerinde ısı-

narak yukarıya doğru yükselir.

- Cam önlerine termostatik radyatör valfi monte edilmiş radyatörler (veya termostatik kontrollü elektrikli ısıtıcılar) yerleştirilir.
- Radyatörlerde ısınan hava yukarı doğru doğal sirkülasyon ile yükselir. Sıcak hava ortam havasına göre daha hafiftir. Bu nedenle yukarıya doğru kendiliğinden ve sessizce yükselerek, ortamı soğuk radyasyon etkisinden koruyan bir sıcak hava perdesi oluşturur ve en iyi ısıtma konforunu sağlar.
- Termostatik vanalar ile ortam sıcaklığı istenilen değerde hep sabit kalır. Ortam sıcaklığının sabitlenmesi konfor ve yakıt ekonomisi sağlar.
- Kışın ortam havası sıcaklığı arttıkça, nem oranı da azalır. Nem oranı azaldıkça da grip olma riski artar. Termostatik vana kontrolü, dolaylı olarak odadaki nem oranının da kontrol edilmesini sağlayarak sağlıklı bir ortam hazırlar.
- Radyatörlere sıcak su, dış hava sıcaklığına göre kazan suyu sıcaklığını ayarlayan kontrol panel (Ecomatic panel) ile çalışan kalorifer kazanından gönderilir. Termostatik vanalar bu nedenle ani ısı yüklerini (güneş ışınları, içeriye çok sayıda insan girmesi vb.) dengeler.
- Isıtıcılar (radyatörler) cam altına olabildiğince yaygın olarak yerleştirilmelidir. Geniş tip radyatörler yerine dar tip radyatörler tercih edilmelidir (tekli Alurad radyatör gibi). PKKP tipi panel yerine PK veya P tipi panel radyatör kullanılmalıdır.
- Radyatörlerin hafif ve su hacminin az olması da otomatik kontrolü kolaylaştıracağı için yakıt ekonomisine katkıda bulunacaktır.

Havalandırma ve Soğutma

Havalandırma ve soğutma kanal tipi split klima cihazları ile yapılır. Taze hava, klima cihazının arkasından dışarıya açılan bir hava kanalı yardımı ile alınır (hava kanalı üzerine damper monte edilmelidir) veya bir booster fan (hız anahtarı ile devri kontrol edilen) yardımı ile klima cihazı emişine gelir. Dönüş havası ile taze hava karıştırılarak filtre edilir. Yazın soğutulmuş hava kanalları yardımı ile ortama ulaştırılır.

- Klimatize edilen hava ortama tavandaki anemostatlar veya alın menfezleri ile verilir. Yeterli sayıda anemostat (veya menfez) kullanıldığı için hava ortama homojen bir şekilde dağıtılır ve en iyi konfor sağlanır.
- Uygun kesitlerle hava dağıtıldığı için ortamda tam bir sessizlik sağlanmaktadır.
- Egzoz ise, ayrı aspiratör ile yapılmaktadır. Egzoz havası varsa depo, kapalı garajlara; Adana, Antalya gibi bölgelerde asansör makine dairelerine (çok sıcak havalarda termik atmasını önlemek için) atölye hacimlerine üflenerek bu hacimlerin az da olsa ısıtılması ve havalandırılması, ilave bir bedel ödemeksizin sağlanmaktadır. Ayrıca bu hacimler (+) basınçta tutularak tozdan arındırılabilir. Bu tip hacimler yoksa veya çok ters tarafta kalıyorsa egzoz havası kondenserlerin üzerine atılarak, kanal tipi split cihazların verimleri artırılabilir.
- Kat yüksekliği 2,6 metre olan hacimlerde bir anemostatdan ortama verilen hava miktarı 7500 Btu/h kapasitesinde olmalıdır. 10.000 Btu/h değerini aşmamalıdır. Daha fazla kapasitede hava verilirse, ortamda ideal hava dağılımı gerçekleşmez, hız artar, soğuk bölgeler oluşur ve konfor bozulur. Kat yüksekliği 15 met-

re olan bir sergi holünde ise; bir anemostatdan 50.000 Btu/h kapasitesinde hava verilebilir.

- Duvar veya cam tipi split klimalarda duvardan yani tavana göre daha da alt seviyeden ortama 12.500 - 18.000 - 24.000 Btu/h gibi çok yüksek kapasitede hava verilmesi, bu cihazların altında veya yakınında oturanların hasta olma riskini arttırmaktadır. Duvar tipi split klimada havalandırma imkanı yoktur. Ayrıca ses problemi oluşmaktadır. Salon tipi cihazlarda ise soğuk hava hacme tek bir noktadan verilmekte ve genelde konfor açısından en kötü uygulama örneklerinden birini oluşturmaktadır. Bu durumu kalorifer tesisatı yapmak yerine büyük bir soba ile ısıtma yapmaya benzetebiliriz.
- Kanal tipi split klima cihazları ile hava ortama homojen olarak dağıtıldığı için ortamda hava hareketi ve ses hissedilmeden ideal konfor sağlanmaktadır. Havalandırma ise 12 ay yapılabilir.

Amerikan Sistem Klimanın Avantajları

1. Konfor

- Hava dağılımı homojen yapıldığı için rahatsız edici hava hareketleri oluşmaz.
- Sessiz bir ortam sağlanır.
- Isıtma cam altından yapıldığından soğuk havada ortamda soğuk radyasyon etkisi oluşmaz. Ortam sıcaklığı dış hava kompanzasyon paneliyle çalışan kazan ve termostatik radyatör valfleri sayesinde sabit kalır.
- Soğuk hava ise tavandan verildiğinden aşağıya inerken ortam havası ile karışır ve ideal dağıtım sağlanır.
- Yazın kanal tipi klima cihazları nemi aldığı için ortamda ideal hava şartları oluşur.
- Ortama ihtiyaç kadar taze hava verilir ve egzoz edilir. Ortamda sigara dumanı (veya kokusu) içeren kirli hava oluşmaz.
- Ortama verilen taze hava, egzoz edilen hava miktarından biraz daha fazladır. Bu şekilde ortam (+) basınçta tutulur. Kapı ve doğramalardan fazla hava dışarıya kaçar. Ortama toz girmesi önlenir. Tozdan arındırılmış ortamda temiz hava konforu artırır, tozun getirdiği problemlerden (bilgisayar arızaları, sık sık toz alma ihtiyacı, masa, mobilya gibi malzemelerin toz alınırken çizilmesi, halıların ömrünün kısalması vb.) çok büyük oranda kaçınılması olur.

2. İşletme Kolaylığı

- Amerikan sistem klima tesisatını sekreterler veya büro çalışanları işletir. Ayrıca bir teknisyene ihtiyaç duyulmaz. Kalorifer sistemi haftanın her gününe ayrı ayrı programlanır. Örneğin kışın sabah saat 8.30'da ortam sıcaklığının 20 °C olması isteniyorsa, Ecomatic panel dış hava sıcaklığını ölçerek kazanı önceden çalıştırıp (soğuk havalarda daha da erken çalıştırır) 8.30'da 20 °C oda sıcaklığı şartını sağlar. Pazar günü çalışmayan binalarda, pazartesi sabahı kazanı otomatik olarak daha erken çalıştırıp 8.30'da 20 °C oda sıcaklığı şartını yine sağlar.
- Soğutmada ise istenen sıcaklık dijital termostat üzerinde kolayca seçilir.

3. İşletme Esnekliği

- Ara mevsimde (Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ayları gibi) sabah ısıtma sistemi, öğlen saatlerinden itibaren otomatik olarak soğutma sistemi çalışabilir. İşyerlerinde fazla mesai saatlerinde (akşam veya hafta sonu gibi) ise sadece birkaç odayı soğutmak

(kışın da heat pump ile ısıtmak) mümkündür. Flexibilite ve ekonomi sağlanır. Evlerde ve villalarda ise gündüz salon, gece yatak odaları soğutularak ekonomi sağlanabilir.

4. Servis Kolaylığı

- Sistem elemanları arıza yapma riski olmayan basit ve uzun ömürlü cihazlardan seçilirse, servis ihtiyacı; yılda bir defa genel bakım yapılması ve bölgeye göre ayda veya birkaç ayda bir defa filtre temizliğinden ibarettir. Servis gereksinimi olan cihazların sayısı klasik sistemlere göre daha az sayıda olup belirli hacimlere toplanmıştır. Servis çok kolay yapılır ve servis sonrası iz bırakma riski oluşmaz. Yaşam mahalleri içerisinde servis gereksinimi olan cihazlar yoktur.

5. İşletme Maliyeti

- Isıtma cam altından, soğutma ise tavandan yapıldığı için ısı transferi ideal şekilde yapılır ve enerji gereksinimi en aza indirilir. Esnek bir sistem olduğu için işyerlerinde mesai saatleri dışındaki kullanımda binanın küçük bir bölümü ısıtılıp soğutulur ve enerji tasarrufu sağlanır. Konutlarda ise istenirse gündüz salon, gece yatak odaları ayrı ayrı soğutulabilir.

6. Kuruluş Maliyeti

- Kuruluş maliyeti klasik sistemlerden %20 ile %60 oranında daha ucuzdur.
- **Önemli Not:** Kışın taze havanın ısıtma ihtiyacı, kanal tipi heat pump split cihaz kullanılması halinde (taze hava ihtiyacı %10 ila %30 arasında ise) bu cihaz ile karşılanır. Kazan kapasitesini hesaplarken taze havanın ısıtma yükü eklenmez.

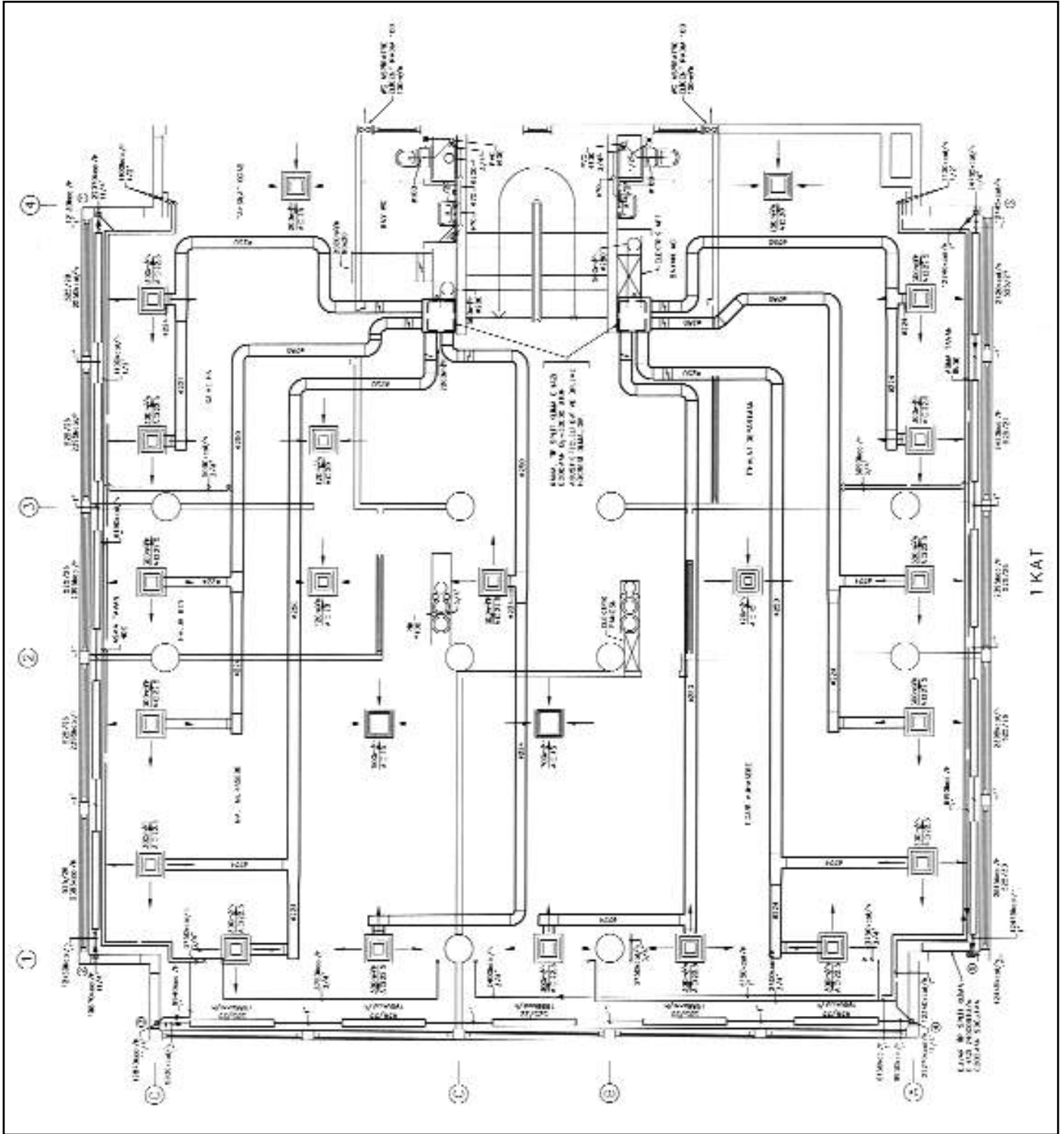
7. Ömür

- Sistem elemanları çok uzun ömürlü olup kaliteli cihazların kullanılması halinde ekonomik ömür 20 yıldan daha fazla olabilmektedir.

11.8.1. İşyerlerinde Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği

Amerikan sisteminin başarı ile uygulandığı ofis yapısı örneği **Şekil 11.21 ve 11.22'de** gösterilmiştir. Açık tek hacim olan showroom, bölmeli ofis odaları ve büyük seminer salonu gibi farklı karakterlerde hacimlerin bulunduğu 4 katlı bu ofis binasında 8 adet kanal tipi split klima cihazı kullanılmıştır. Her katta 2 adet olarak düzenlenen 50.000 Btu/h kapasiteli hava kanallı split cihazların havası üzerindeki içi akustik izoleli galvaniz sacdan yapılmış kutuya (plenum) verilmektedir ve eşit dirence sahip çok sayıda kanal ile dağıtım yapılmaktadır. Böylece kanal çapı küçük tutulabilirken (en az asma tavan içi yüksekliğe ihtiyaç duyuluyor) dengeli bir dağıtım da sağlanmış olmaktadır. Cihaz yerleşimi ve kanal dağıtımı yaklaşık simetriktir. Cihaz sayısına bağlı olarak sistemde 8 zon yaratılmıştır. Normal çalışma şartlarında yaklaşık %20 taze dış hava beslemekte ve aynı oranda hava asma tavan içinden egzoz edilmektedir.

Isıtma ise sıcak sulu bir sistemle temin edilmektedir. Sistemde Alurad radyatörler kullanılmıştır. Her bir radyatör girişinde termostatik vana bulunmaktadır. Böylece farklı zonların, farklı ısınma ihtiyaçlarına cevap verebilmektedir. **Şekil 11.21'de** ofis katı planı görülmektedir. **Şekil 11.22'de** ise yaklaşık 100 kişi kapasiteli seminer salonu çözümü verilmiştir. Amerikan sisteminin alternatif olarak düşünülebilecek klima sistemleri ile karşılaştırılması, karşılaştırma tabloları bölümünde verilmiştir.

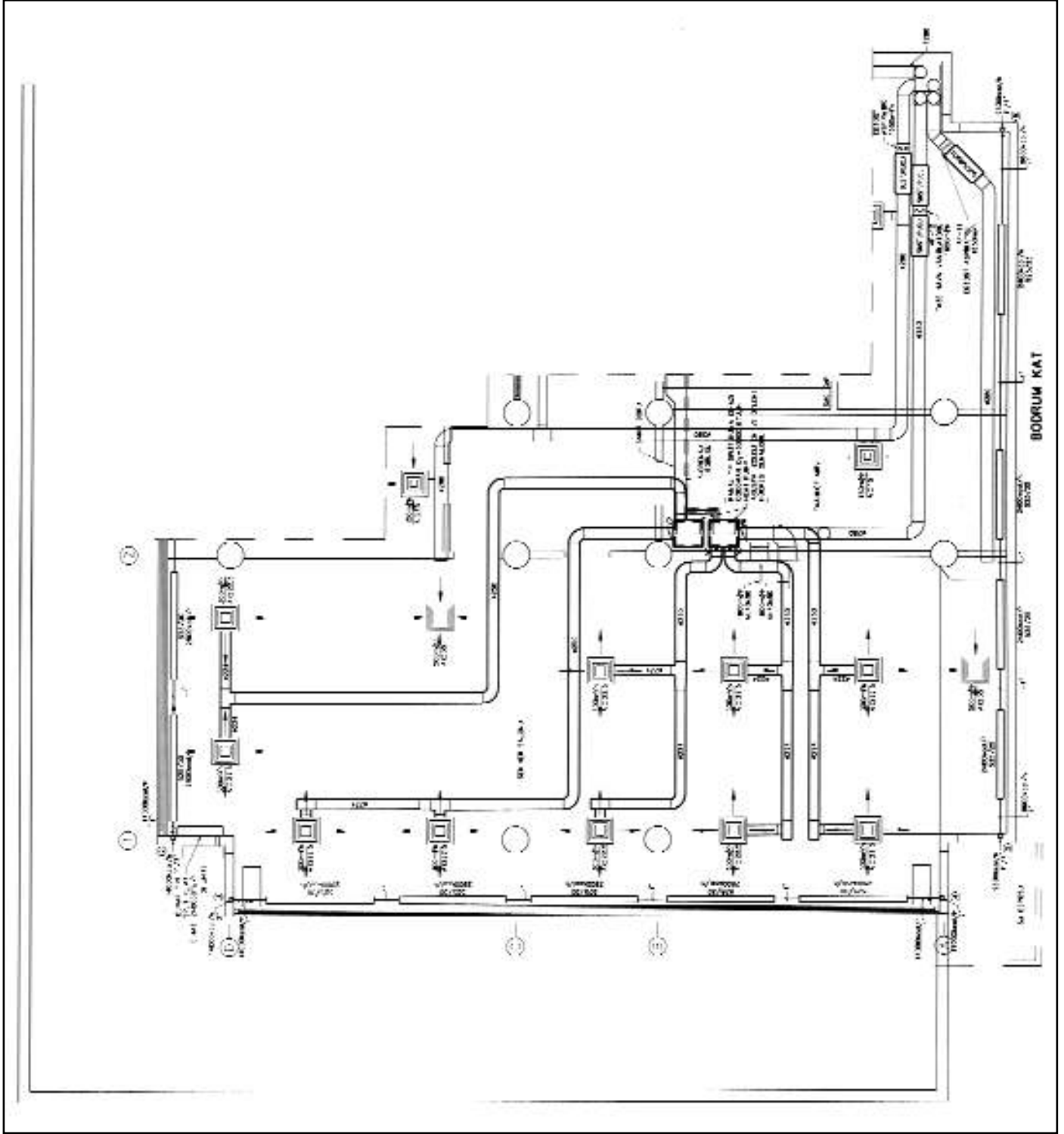


Şekil 11.21. AÇIK OFİS AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI

11.8.2. Konutlarda ve Villalarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği

Villa uygulamalarında çatı arasına yerleştirilecek cihazla çatı katını ve onun altındaki yatak odaları katını soğutmak ve havalandırmak mümkündür. Bu uygulamada asma tavan yapılması gerekmez. Sistem perspektif olarak Şekil 11.23'de görülmektedir. Bodrum katına yerleştirilecek cihazla da onun üzerindeki salon katı soğutulur. Şekil 11.24 ve 11.25'de aynı villanın

kat planı projeleri verilmiştir. Burada sıcak sulu ısıtma kısmı verilmemiştir. Bu sistemde gün içinde genelde salon katı, geceleri ise yatak odası katı kullanıldığından klimalar farklı sıcaklık ve zamanlarda çalıştırılarak hem zon kontrolü yapılmış hem de enerji tasarrufu sağlanmış olur. Soğutmaya İstanbul'da 3-4 ay ihtiyaç duyulur. Havalandırma ihtiyacı ise 12 aydır. Bu sistemde 12 ay boyunca havalandırma yapılabilmesi önemli bir avantajdır.



Şekil 11.22. 120 kcal/h SEMİNER SALONU KLİMA UYGULAMASI

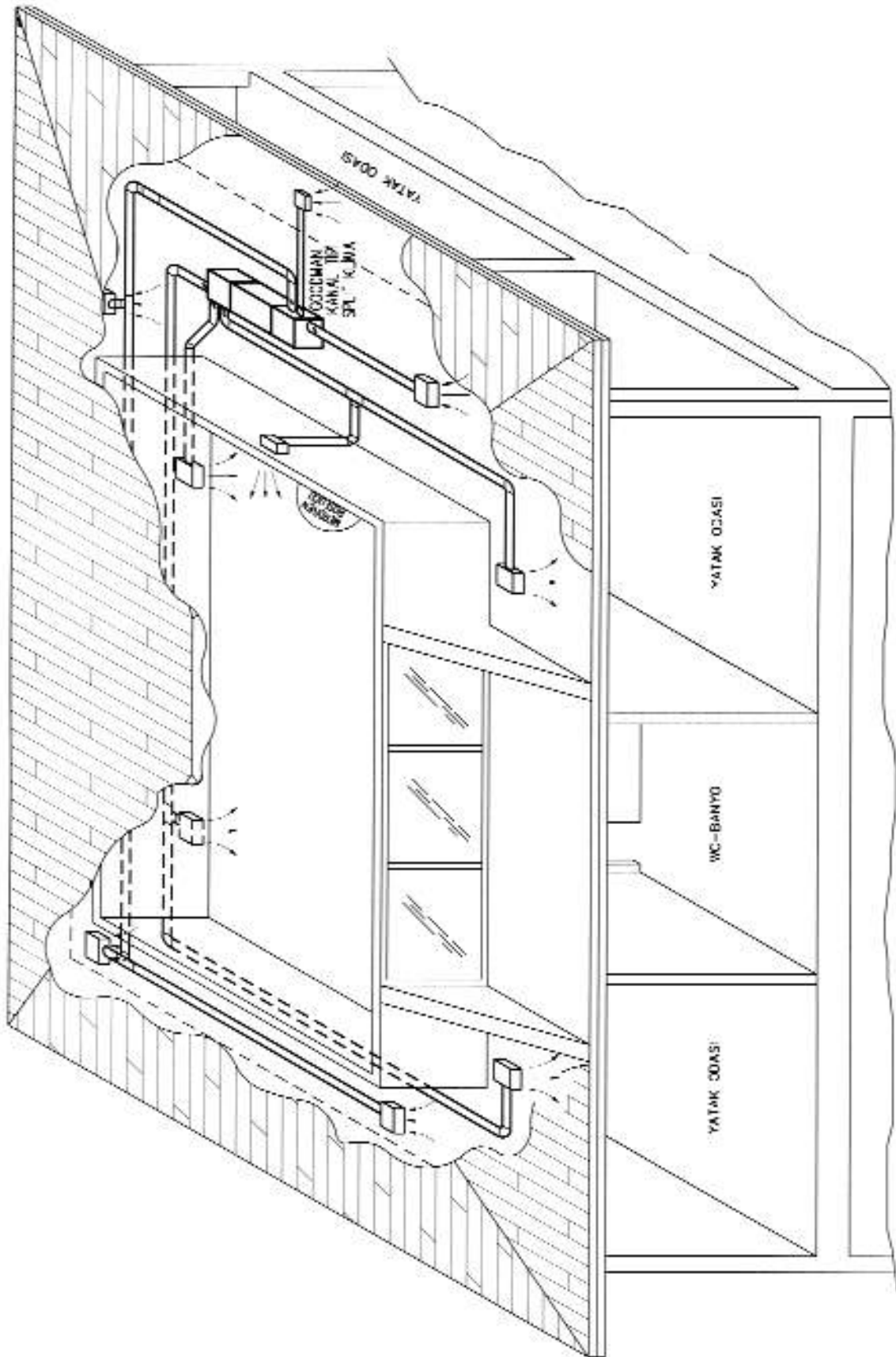
11.8.3. Çok Katlı Yapılarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması

Yukarıda anlatılan sistem tek katlı veya az katlı yapılarda uygulandığı gibi çok katlı yapılarda da uygulanabilir. Bu yönde yurtdışında yapılan uygulamalar vardır. Çok katlı yapılarda bu sistemin yukarıda anlatılan avantajları arasındaki esneklik özelliği öne çıkmaktadır. Sistem kat bazında kiralanılan veya satılan büyük iş merkezleri için çok uygundur. Yerleşim sırasında yapılacak bölmelere

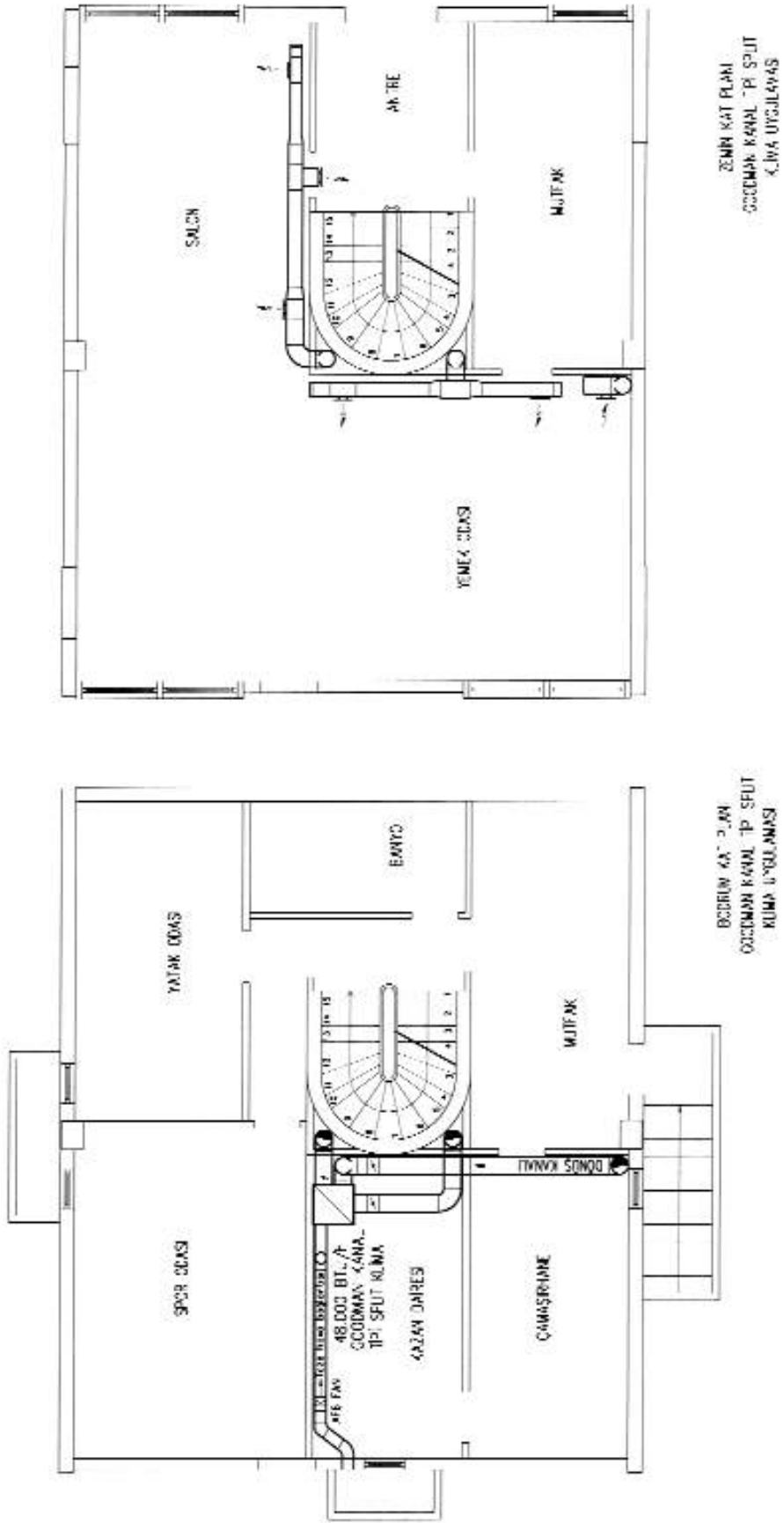
uygun olarak anemostat yerleri ayarlanabilir. Enerji giderlerinin paylaşımı problem teşkil etmez. Kat kat yerleşim yerine, bütün bina tek bir firmaya ait olsa, mesai saatleri dışındaki kısmi kullanımlara en iyi cevap veren sistem budur. Personelin bulunmadığı yerler gereksiz yere ısıtılıp soğutulmayacaktır.

Çok katlı yapılarda daha ziyade giydirme cephe söz konusudur. Giydirme cephe binanın genellikle arka cephesinde ve tercihan köşede iç balkon biçiminde dış ünitelerin konulabileceği bir mekan

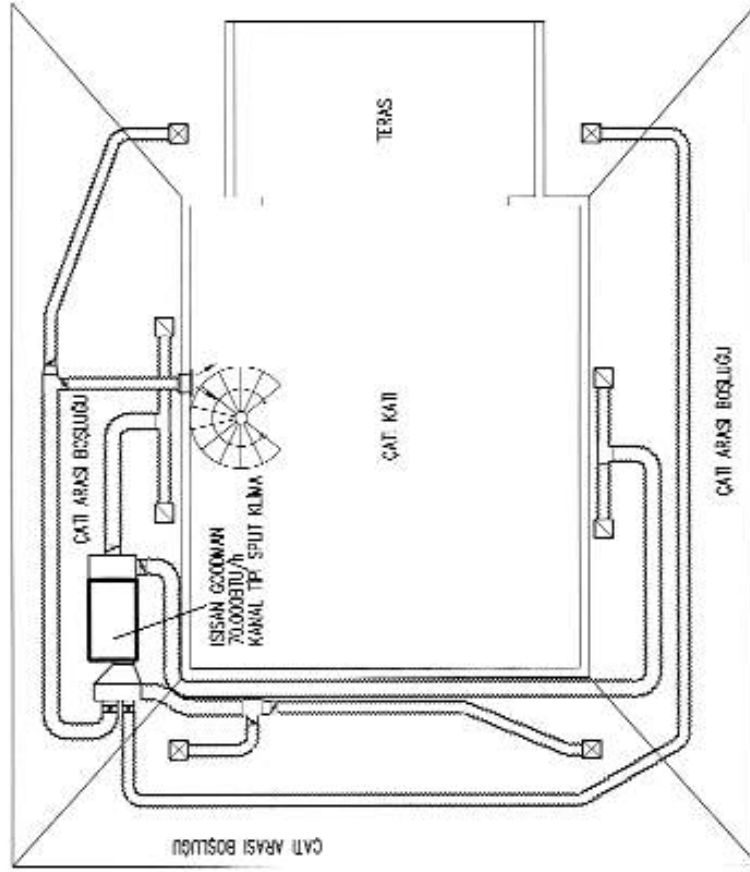
1. KAT+ÇATI KATI PLANI



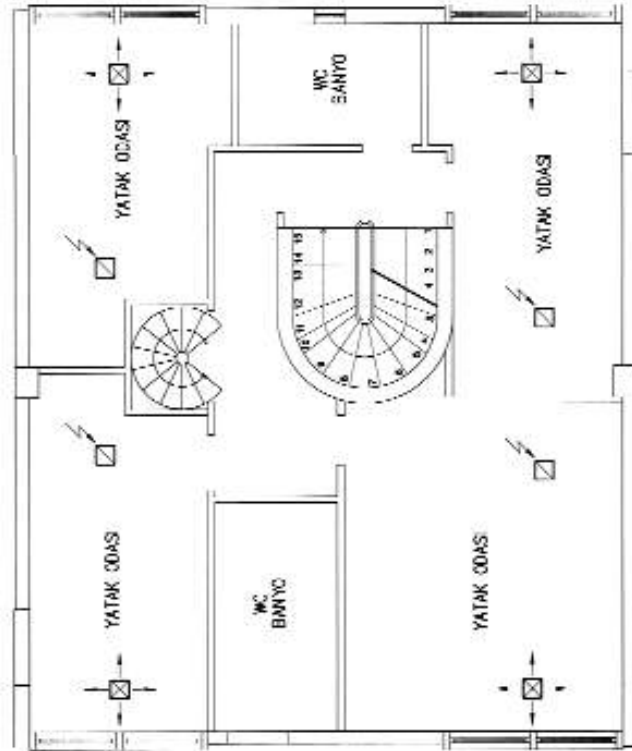
Şekil 11.23. KONUTLARDA AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI PERSPEKTİF GÖRÜNÜMÜ



Şekil 11.24. KONUTLARDA AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI KAT PLANLARI



ÇATI KATI PLANI
COOLMAN KANAL TPI SPLIT
KLİMA UYGULAMASI



1. KAT PLANI
COOLMAN KANAL TPI SPLIT
KLİMA UYGULAMASI

Şekil 11.25. KONUTLARDA AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI KAT PLANLARI (Devam)

oluşturulmalıdır. Böyle bir mekanın planda görünüşü **Şekil 11.26'da** verilmiştir. Dış üniteler bu mekana sıralanmakta ve bu mekan ön ve yan yüzlerinde yaratılan pancurlu yüzeyler sayesinde dış hava ile irtibatlandırılmaktadır. Mümkünse dış hava yan cepheden alınıp, ön cepheden atılmalıdır. Yan cephede hava tüm yüzeyden alınırken, ön cephede sadece belirli bir seviyenin üzerinde hava atışı için pancurlu yüzeyler bulunmaktadır.

Eğer dış ünitelerin konulacağı mekanı köşede oluşturmak mümkün olamıyorsa, arka cephenin ortasında oluşturmak düşünülebilir. Bu durumda hava pancurlu yüzeylerden alttan alınıp üstten dışarı atılacaktır. Bu durumda bütün bina arka cephesi görünüşü **Şekil 11.27 ve 11.28'de** görülmektedir.

Burada ele alınan bina tek katta $40 \times 20 = 800 \text{m}^2$ alana sahiptir. Her kat açık ofis olarak düzenlenmiştir. Buna göre her katta dört cephede dört dış zon ve bir de iç zon olmak üzere beş zon bulunmaktadır. Dış zonlar dış cephenin dört köşesinde oluşturulmuştur. Her zon kendi termostadından kumanda almaktadır. Klima sistemini oluştururken her zona bir adet olmak üzere her katta beş adet kanallı split klima cihazı kullanılacaktır.

Sistemin oluşturulmasında çeşitli alternatif çözümler mümkündür. Burada üç alternatif çözüm üzerinde durulacaktır. Her üç alternatifte de ısıtma sistemi aynıdır. Pencere önlerine çepeçevre yerleştirilmiş termostatik vanalı radyatörlerle sıcak sulu merkezi ısıtma yapılmaktadır. Kazan otomatik kontrol paneli yardımı ile dış hava sıcaklığına bağlı olarak su sıcaklığını ayarlamaktadır. İç mekan sıcaklıklarının sabit tutulması ise termostatik radyatör vanaları ile sağlanmaktadır. Dolayısı ile her radyatör bir iç zon gibi hareket etmekte ve bağımsız olarak kontrol edilmektedir.

Doğal gazın yakıt olarak bulunması halinde, ısıtma kazanı olarak duvar tipi yağışmalı kazanlarla oluşturulan bir kaskad sistem kullanılırsa, büyük yakıt tasarrufu sağlamak mümkündür. Bu amaçla kullanılacak sıcak sulu sistemi $70/55 \text{ }^\circ\text{C}$ gibi düşük sıcaklık sistemi olmalıdır. Isıtma konforu ve yakıt ekonomisi bakımından bu en iyi çözümü ifade etmektedir.

Kazan için diğer bir alternatif, her katta duvar tipi yağışmalı kazan kullanılmasıdır. Böylece bütün katlar ısıtma ve soğutma anlamında bağımsız hale gelmektedir. Bu çözümde kazanın konulacağı yer ve gerekli baca zorluk oluşturabilir.

Eğer her kat için kazan konulamıyorsa, kış yakıt giderinin paylaşımı açısından yakıt payölçer kullanımı önerilebilir. Bu durumda ısıtma boru tesisatı klasik çift borulu çözüm yerine tek borulu sistem ile çözümlenmelidir. Tek borulu sistemde aynı zamanda önemli bir maliyet düşümü potansiyeli bulunmaktadır.

1. Alternatif Havalandırma Klima Sistem Çözümü

Dış üniteler her üç alternatifte de arka dış cephenin ortasında hazırlanan iç balkona konulmuştur. Birinci ve ikinci alternatiflerde iç üniteler hemen dış ünitelere bitişik olarak yaratılan hacimde yerleştirilmiştir. İç cihazların bulunduğu hacim bir bölme içine alınmıştır. İç ünitelerin bakımları bu bölme veya dolap kapakları açılarak kolayca yapılabilir. Birinci alternatifte iç ünitelere ikişer adet gidiş ve dönüş kanalı bağlanmaktadır. Bu sisteme ait örnek uygulama projesi **Şekil 11.29'da** verilmiştir. Her iç üniteden iki gidiş kanalı çıkmakta, her bir kanal kolu köşe zonun bir cephesini beslemektedir. Yine aynı zonlardan havayı iki dönüş kanalı toplamaktadır. İç

zonda ise simetrik bir kanal düzeni oluşturulmuş, iki simetrik kolla iç zonun çekirdeğinden verilen hava iç zonun çevresinden simetrik iki kanalla toplanmaktadır. Her zon kendi termostatu ile kumanda almakta ve bağımsız olarak çalışmaktadır. Bu yöntemde kanal maliyeti yüksek olmakla birlikte mükemmel bir hava dağılımı ve zon kontrolü yapmak mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda sistem minimum ses düzeyine bu alternatifte sahip olmaktadır.

Bu alternatife ait dış ve iç ünitelerdeki çözümlerin detayları **Şekil 11.30'da** görülmektedir. Dış ünite havayı ön yüz alt kotundaki pancurlu yüzeylerden almaktadır. Dış ünite fanı ile hareket ettirilen hava cihaz çıkışında, kanalla, ön yüzeyin üst kotundan dışarı atılmaktadır. Bu hava atış kanalı içten akustik kaplamalıdır. Akustik kaplama kalınlığı en az 5 cm. olmalıdır. Dış ünitenin bulunduğu kapalı hacme aynı zamanda odadan dışarı atılan egzoz havası verilmektedir. Yaz şartlarında soğuk olan bu hava cihaz verimini artırmaktadır. Isı pompası tipi cihazlarda aynı durum kış şartlarında da geçerlidir. Isıtma modunda sıcak egzoz havasının dış ünite üzerine verilmesi cihaz verimini artırır.

İç ünitenin altında ve üstünde olmak üzere iki plenum oluşturulmuştur. Her iki plenum da içten akustik kaplamalıdır. Üstteki plenumdan iki gidiş kanalı çıkmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi dış cephe zonlarını besleyen kanallar birbirine dik iki yüzden çıkmaktadır. 60000 Btu/h kapasiteli cihazlar için yuvarlak kanal çapı 31,5 cm. değerindedir. Dönüş kanalları da yine aynı boyuttur ve cihazın iki ayrı tarafından inerek toplama plenumuna bağlanmaktadır.

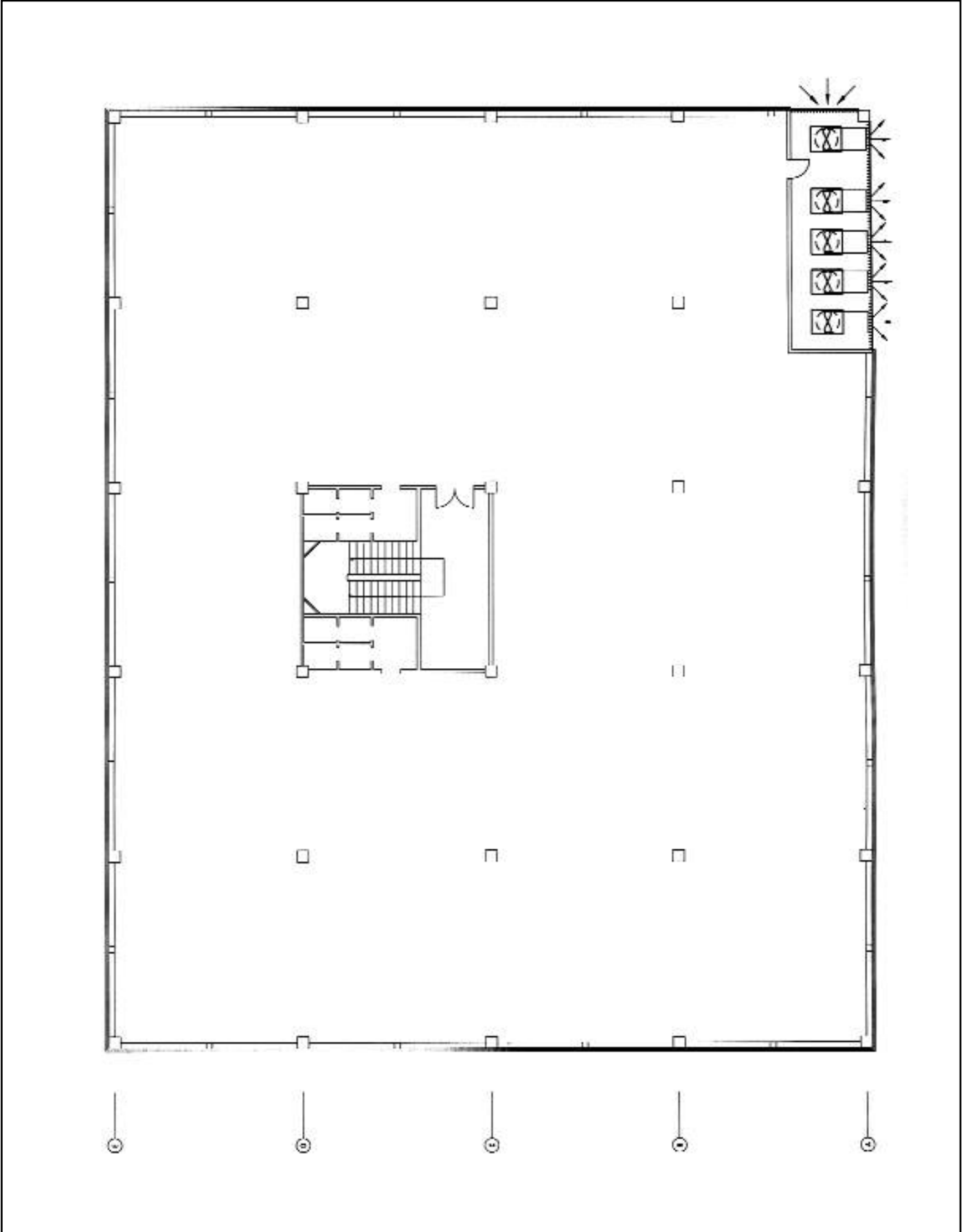
Cihazların her birinin dönüş kanallarından bir tanesinden çap 18 cm. bir kol alınarak bunlar bir plenum şeklinde çap 28 cm kanalla toplanıp, yine çap 28 cm. bir kanal ucuna takılan booster fan şeklindeki egzoz fanı ile $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ debisindeki egzoz havası dış ünitelerin bulunduğu mekana atılmaktadır. Burada dışarıdan emilen dış hava ile karışık cihaz kondenseri üzerinden geçtikten sonra dışarı atılmaktadır.

Taze hava ise dış ünitelerin bulunduğu hacimden alt kottan hemen pancur önünden bir kanalla emilmektedir. $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ debisinde bir booster fan ile emilen taze hava çap 31,5 cm. ana kanaldan çap 20 cm. kollarla cihazların dönüş havası plenumlarına dağıtılmaktadır. Böylece tarif edilen sistemle her kat bağımsız olarak havalandırılmakta, pozitif basınç yaratılmakta ve yine her katta bağımsız beş zon yaratılmaktadır. Oluşturulan sistem son derece esnek ve maksimum enerji tasarrufu sağlayan bir özellikte olmaktadır.

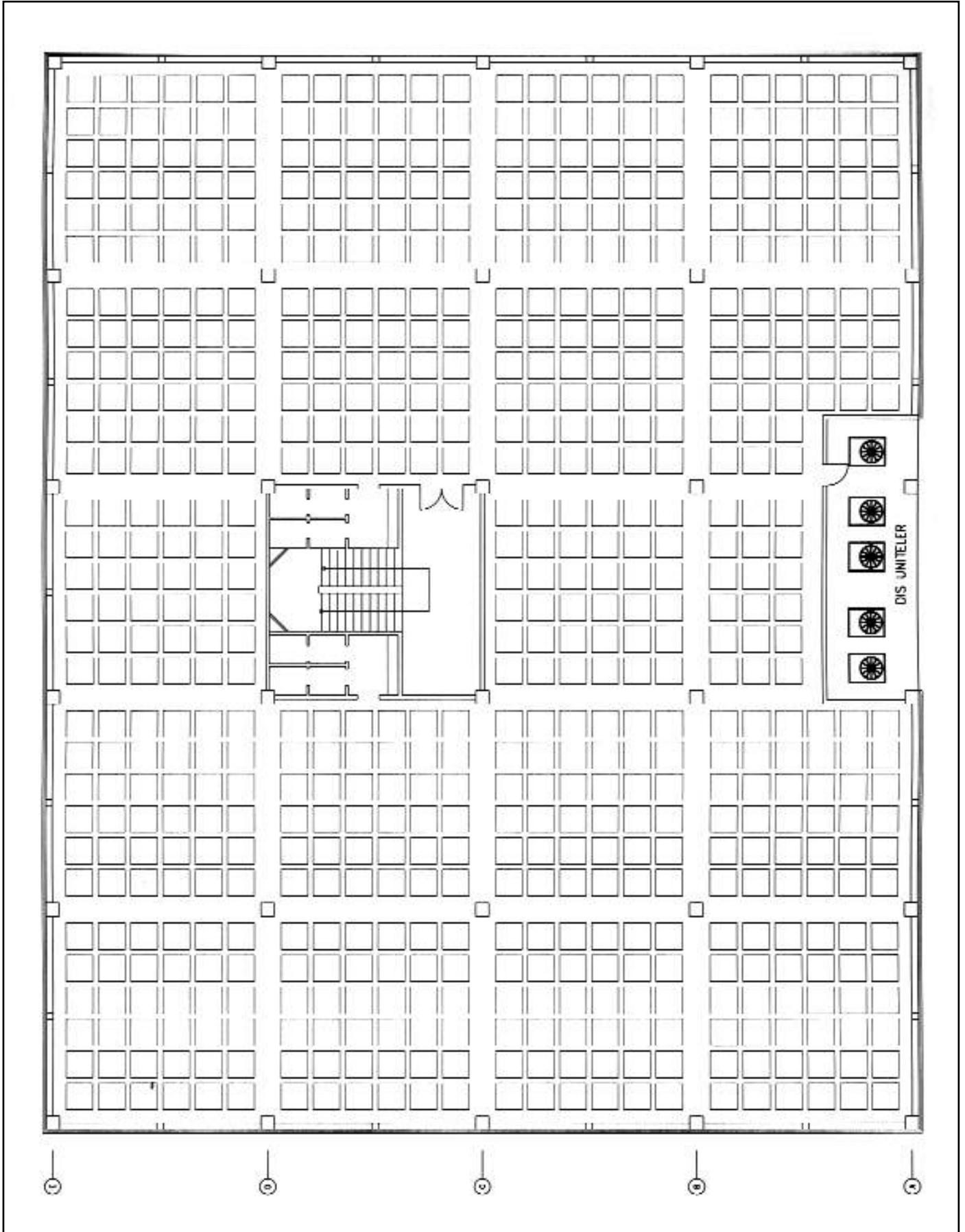
2. Alternatif Havalandırma Klima Sistem Çözümü

İkinci alternatifte iç ünitelere birer adet gidiş ve dönüş kanalı bağlanmaktadır. Bu sisteme ait örnek uygulama projesi **Şekil 11.31'de** verilmiştir. Her iç üniteden bir gidiş kanalı çıkmakta ve bu kanal bütün zonu beslemektedir. Yine aynı zonlardan hava tek dönüş kanalı ile toplamaktadır. İç zonda simetrik bir kanal düzeni oluşturulmuştur. İç zonun çekirdeğinden verilen hava, iç zonun çevresinden simetrik olarak toplanmaktadır. Bu çözümde kanal maliyeti düşmektedir. Buna karşılık hava dağılımında dengeleme ön plana çıkmaktadır. Bunun için sistemde dengeleme damperleri oluşturulmuştur. Bu damperler anemostatlarda değil, kol girişlerindedir. Böylece ses probleminde önlem alınmaktadır.

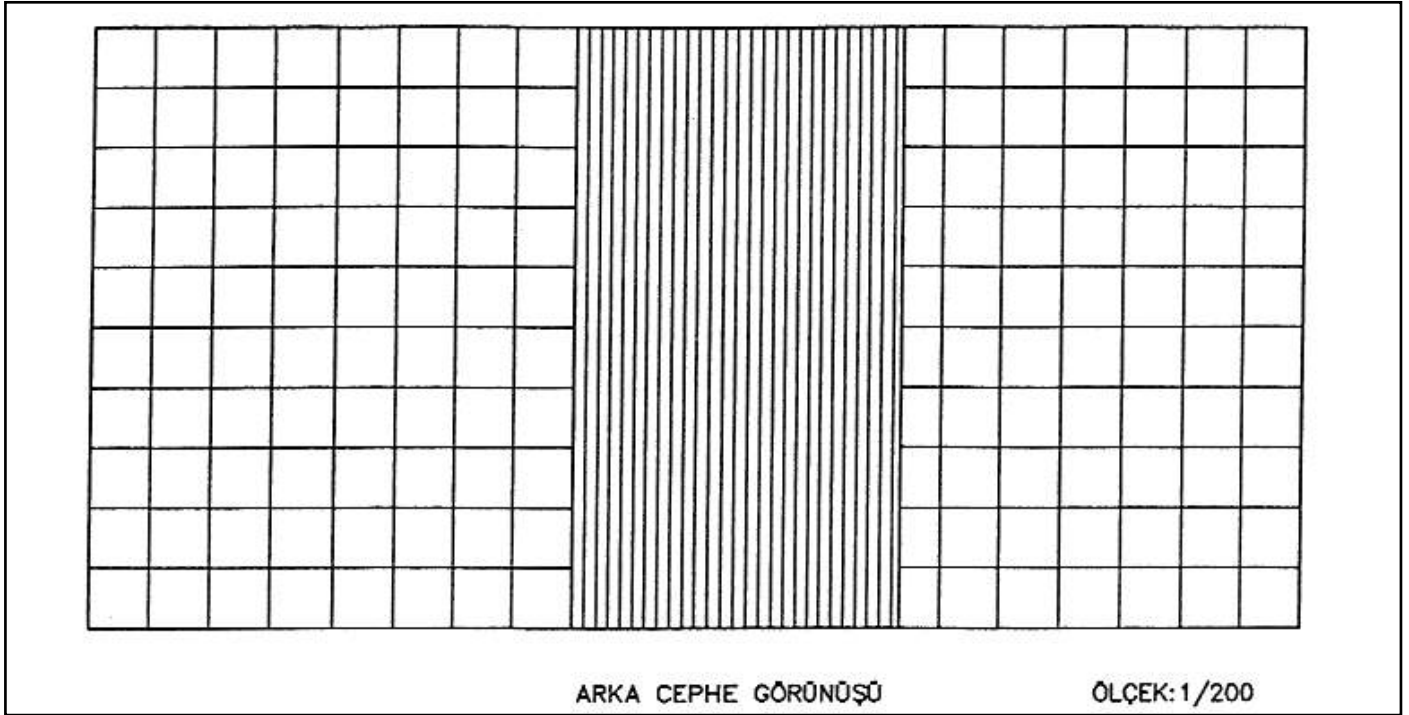
Dış ünite hava akışı bir önceki çözümle aynıdır. Dış ünitenin bulunduğu kapalı hacme yine aynı zamanda odadan dışarı atılan egzoz



Şekil 11.26. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI DIŞ CEPHE CİHAZ YERLEŞİMİ



Şekil 11.27. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI DIŞ CEPHE YERLEŞİMİ



Şekil 11.28. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI BİNA ARKA CEPHE GÖRÜNÜŞÜ

havası atılmaktadır.

İç ünitenin altında ve üstünde olmak üzere iki plenum oluşturulmuştur. Her iki plenum da içten akustik kaplanmalıdır. Bu plenumlar doğal olarak daha küçüktür. Üstteki plenumdan çıkan yuvarlak kanal çapı 45 cm. değerindedir. Dönüş kanalı da yine aynı boyutadır ve cihazın altındaki toplama plenumuna bağlanmaktadır.

Cihazların her birinin dönüş kanalından çap 18 cm. bir kol alınarak bunlar bir plenum şeklinde çap 28 cm. kanalla toplanmaktadır. Booster fan şeklindeki egzoz fanı ile 1500 m³/h debisindeki egzoz havası bu plenumdan çap 28 cm. bir kanalla alınarak dış ünitelerin bulunduğu mekana atılmaktadır.

Taze hava ise yine dış ünitelerin bulunduğu hacimden alt kottan hemen pancur önünden bir kanalla emilmektedir. 3000 m³/h debisinde bir booster fan ile emilen taze hava çapı 31,5 cm. ana kanaldan çap 20 cm. kollarla cihazların dönüş havası plenumlarına dağıtılmaktadır.

3. Alternatif Havalandırma Klima Sistem Çözümü

Üçüncü alternatifte dönüş kanalları bulunmamaktadır. Bu alternatifte özellikle sızdırmaz yuvarlak kanallar kullanılmalıdır. Her iç üniteden iki besleme kanalı çıkmakta ve havayı 1. Alternatifteki gibi dağıtmaktadır. Bu sisteme ait örnek uygulama projesi **Şekil 11.32'de** verilmiştir. Havanın dönüşü kanalsız olarak iç ortamdan cihaz fanlarının emişi ile sağlanmaktadır. Bu nedenle bütün iç üniteleri aynı yerde toplamak uygun değildir. Şekilde görüldüğü gibi örnek uygulama projesinde üç iç ünite eski yerindedir. Diğer iki iç ünite yapının ön taraflarında iki ayrı bölme içine yerleştirilmiştir. Bu çözümde de kanal maliyeti düşmekte buna karşılık iç hava hareketleri ilk çözümdeki mükemmellikte olmamaktadır.

Dış ünite hava akışı bir önceki çözümle aynıdır. Dış ünitenin bulunduğu kapalı hacme çapı 20 cm. bir kanal ve ucundaki booster fan ile iç hacimden emilen 900 m³/h hava atılmaktadır. Bu çözümde geri

kalan diğer iki iç ünitenin egzoz havası her bir cihaz için 300 m³/h olarak iç ortamdan emilip, ortak baca ile çatı üzerinden dışarı atılmaktadır. egzoz kanalı tuvalet egzozları ile birlikte iç cihaz dolapları içinden geçmektedir.

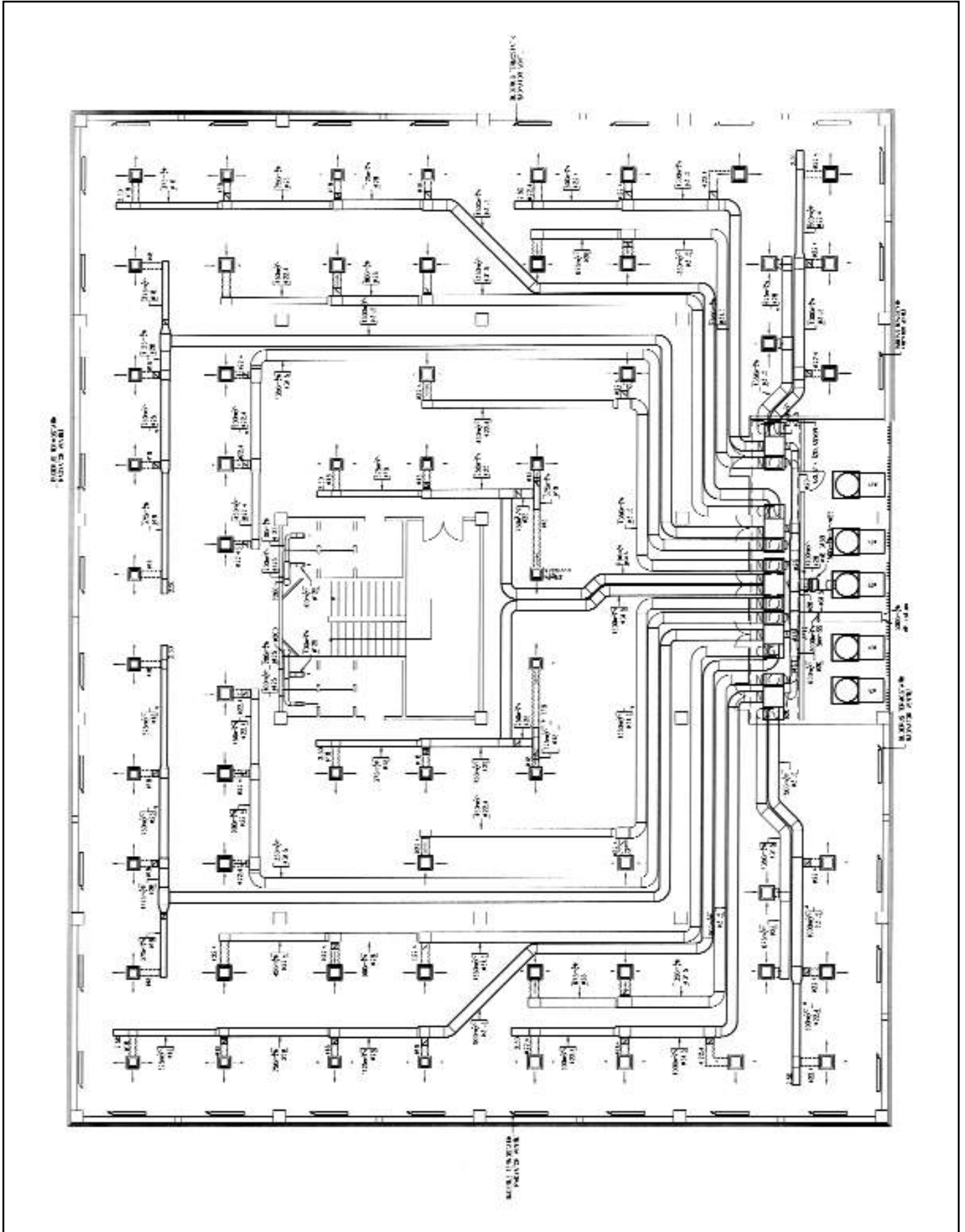
İç ünitenin altında ve üstünde olmak üzere iki plenum oluşturulmuştur. Her iki plenum da içten akustik kaplanmalıdır. Alt plenum doğal olarak daha küçüktür. Üstteki plenumdan çıkan yuvarlak iki kanal çapı 31,5 cm. değerindedir.

Taze hava yine dış ünitelerin bulunduğu hacimden iki bölmeyi ayıran ara duvar üzerinden alt kottan çap 20 cm. kanallarla emilmektedir. Her cihaz için bir taze hava kanalı gerekmektedir. Dış ünitelere bitişik kısa kanallar için fana gerek yoktur. Ancak iç bölmelere yerleştirilen iki iç ünite için taze hava kanalları üzerine booster fanlar konulmalıdır. Bu yolla temin edilen taze hava alt plenumlara bağlanmaktadır. Aynı alt plumlardan serbest olarak iç ortam havası emilmektedir. Bunun için iç ünite dolaplarının ön yüzlerinde panjurlu dolap kapakları kullanılmıştır.

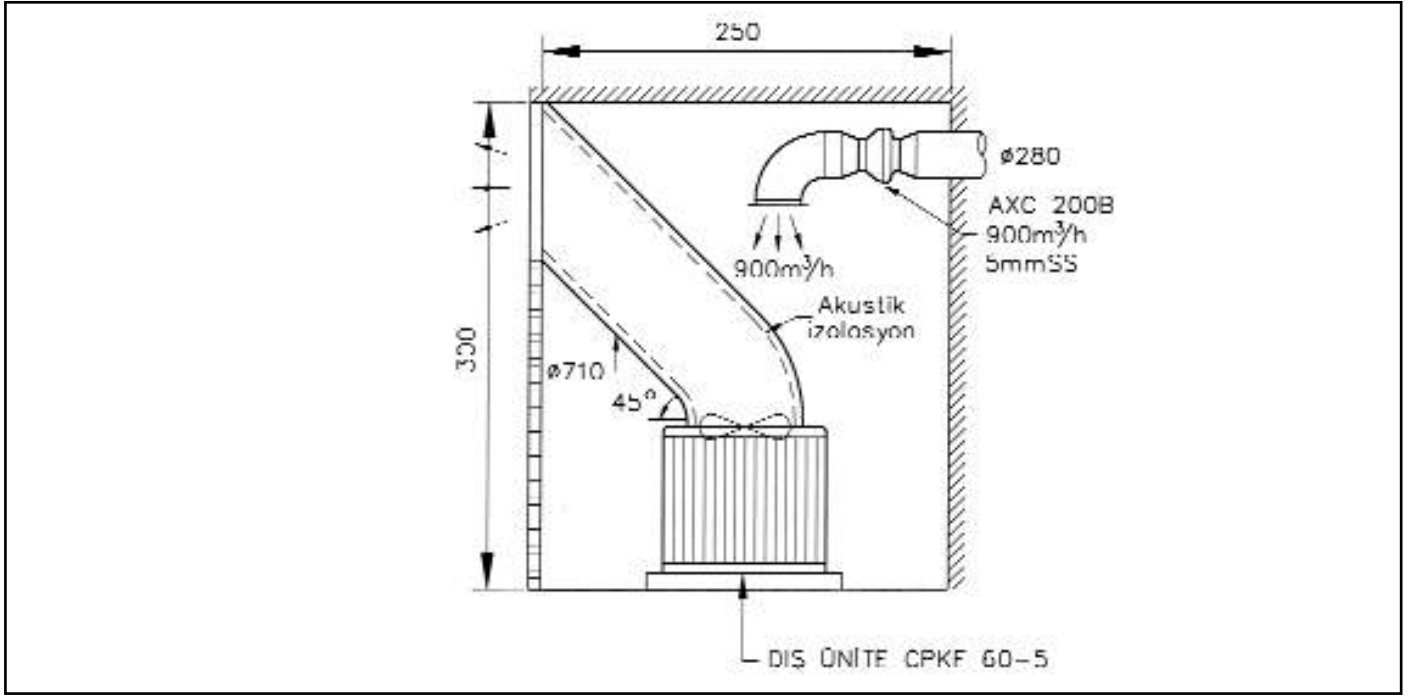
Bir başka çok katlı yapı Amerikan sistem klima uygulaması **Şekil 11.33 ve 11.34'de** gösterilmiştir.

11.8.4. Amerikan Sistem Klima ile Fan Coil Sistem Karşılaştırılması

- 1- Fan coil sistemlerinde, uygun sıcaklık kontrolü her bir fan coil önüne konulan üç yollu kontrol vanası ile sağlanmaktadır. Bu üç yollu vanalar hem önemli bir maliyet kalemi oluşturur hem de servis gerektirir ve arıza riski taşır.
- 2- Fan coilin fanı aynı şekilde servis ve bakım gerektirir. Ayrıca bu bakım ve servis yaşam mahalleri içinde olmak zorundadır. Bu ise rahatsızlık ve kirlilik yaratır.
- 3- Fan coil filtrelerinin belirli aralıklarda temizlenmesi gerekir. Bu temizlik yukarıdaki sakıncaları taşır. Bu nedenle de filtre temiz-



Şekil 11.29. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI (1.ALTERNATİF ÇÖZÜM İÇİN)

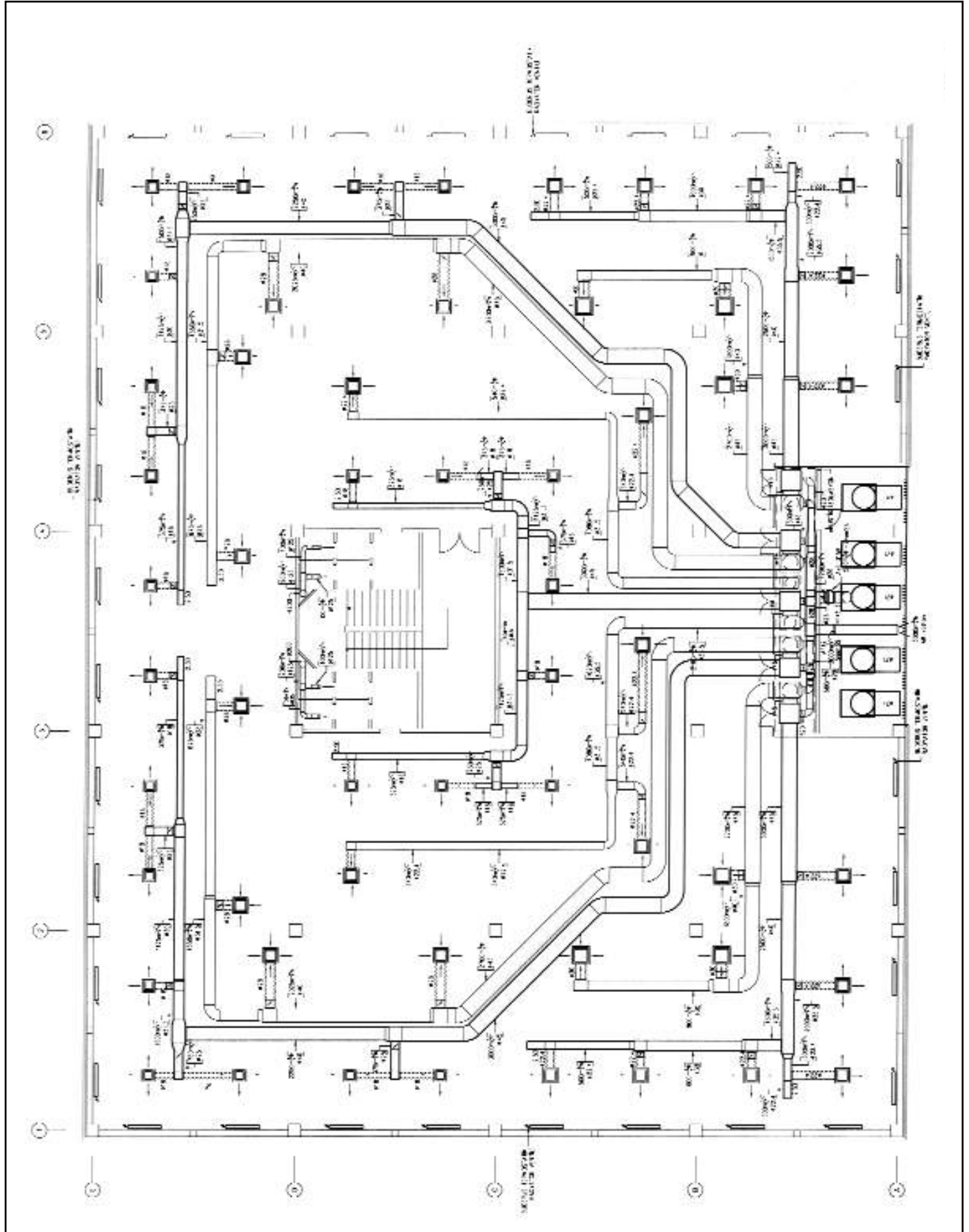


Şekil 11.30. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI DIŞ ÜNİTE DETAYI
(1. ALTERNATİF ÇÖZÜM İÇİN)

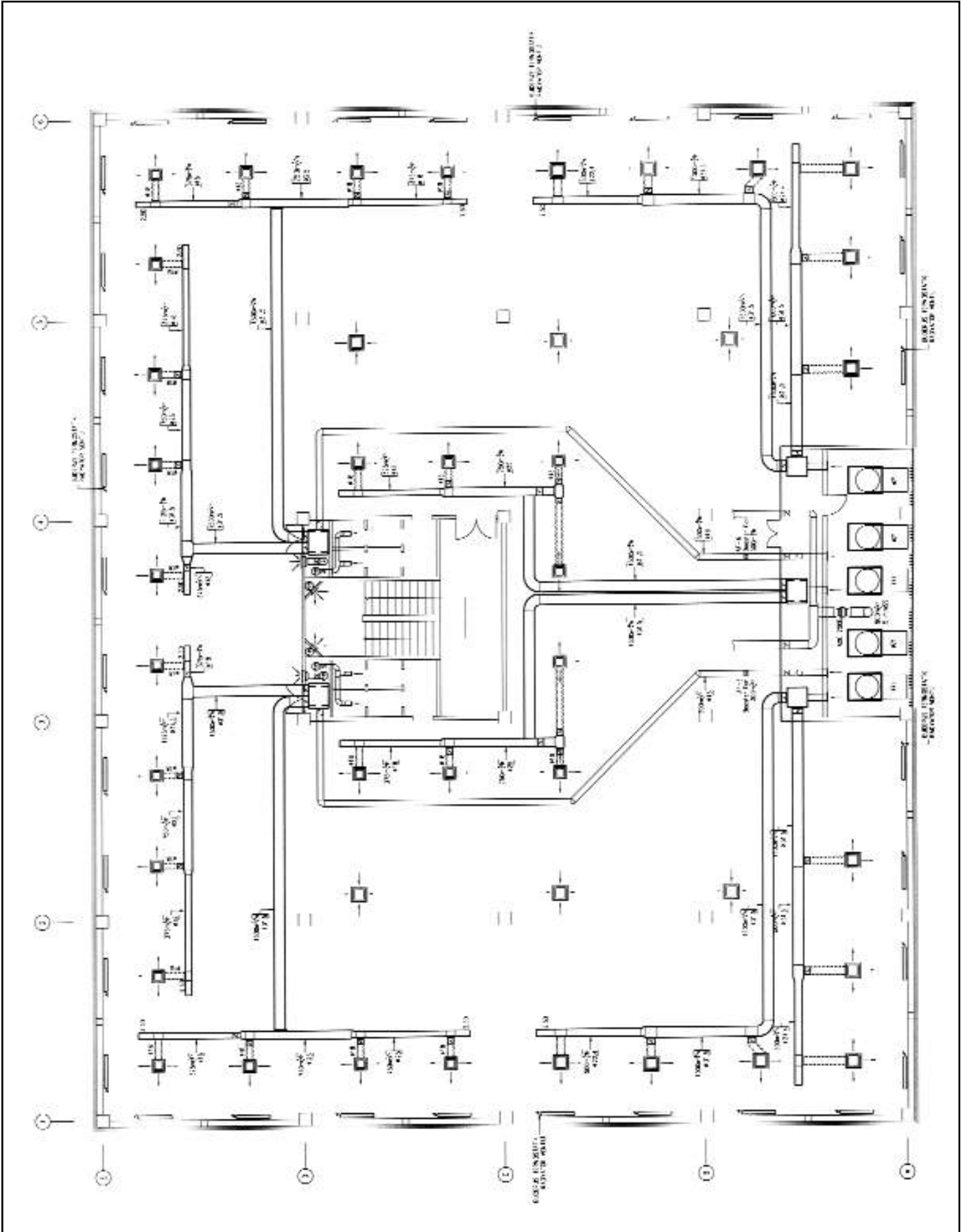
liği ihmal edilir. Kirli filtreler ise cihaz performansının düşmesine neden olur. Halbuki kanallı split cihaz iç üniteleri servis yapılabilir uygun yerlerdedir ve bu tek cihazdaki kasetli filtre kolayca değiştirilebilir. Yaşam mahallerinde herhangi bir rahatsızlığa ve kirlenmeye neden olmaz.

- 4- Isıtımda radyatörle ısıtma daha konforludur. Radyant ısıtma nedeniyle daha düşük oda sıcaklığında aynı konfor elde edilir. Fan coil'de ise radyant ısıtma hiç olmadığından soğuk yüzeylerin yarattığı rahatsızlık yanında, aynı konfor hissi için oda sıcaklığı daha yüksek tutulmak zorundadır. Fan coil sisteminde daha fazla hava hareketi oluşur. Bu ortamın aynı sıcaklıktaki hava hareketi daha az olan bir ortama göre daha soğuk hissedilmesine neden olur. Ortam sıcaklığının 20 °C'den 21 °C'ye (1°C) artırılması yakıt tüketimini %10 mertebesinde artırır.
- 5- Soğutmada da Amerikan sistem daha avantajlıdır. Soğuk hava kanallarla üst kottan üflenir, tavanda yayılarak ortama homojen bir şekilde dağıtılır. Tavan tipi fan coil ile hava üst kottan benzer şekilde üflenir. Döşeme tipi fan coil'de ise soğuk hava alt kottan üflenmektedir. Bu, oda içinde istenilmeyen hava hareketine ve konforsuzluğa neden olur. Fan coil cihazlarının önünde veya yakınında oturanlarda sırt ağrıları oluştuğu bilinmektedir.
- 6- Fan coil sisteminde fan coil cihazı ve boruları daha fazla yer kaplar ve gizlenmeleri zordur. Bu inşaat alanında yer kaybına neden olur. Fan coil boruları döşeme altından çekilirse, boru çapı ve izolasyon kalınlığı yüksek olacağından döşeme kalınlığı artacaktır. Ayrıca boruların döşeme altından çekilmesi istenmeyen bir uygulamadır.
- 7- Her iki sistemin yatırım maliyetleri arasında önemli fark vardır. Tipik bir villa için yapılan hesapta radyatör+kanal tipi split sisteminin yatırım maliyeti iki borulu fan coil sistemine göre %30, dört borulu fan coil sistemine göre de %50 daha ucuz olmaktadır.

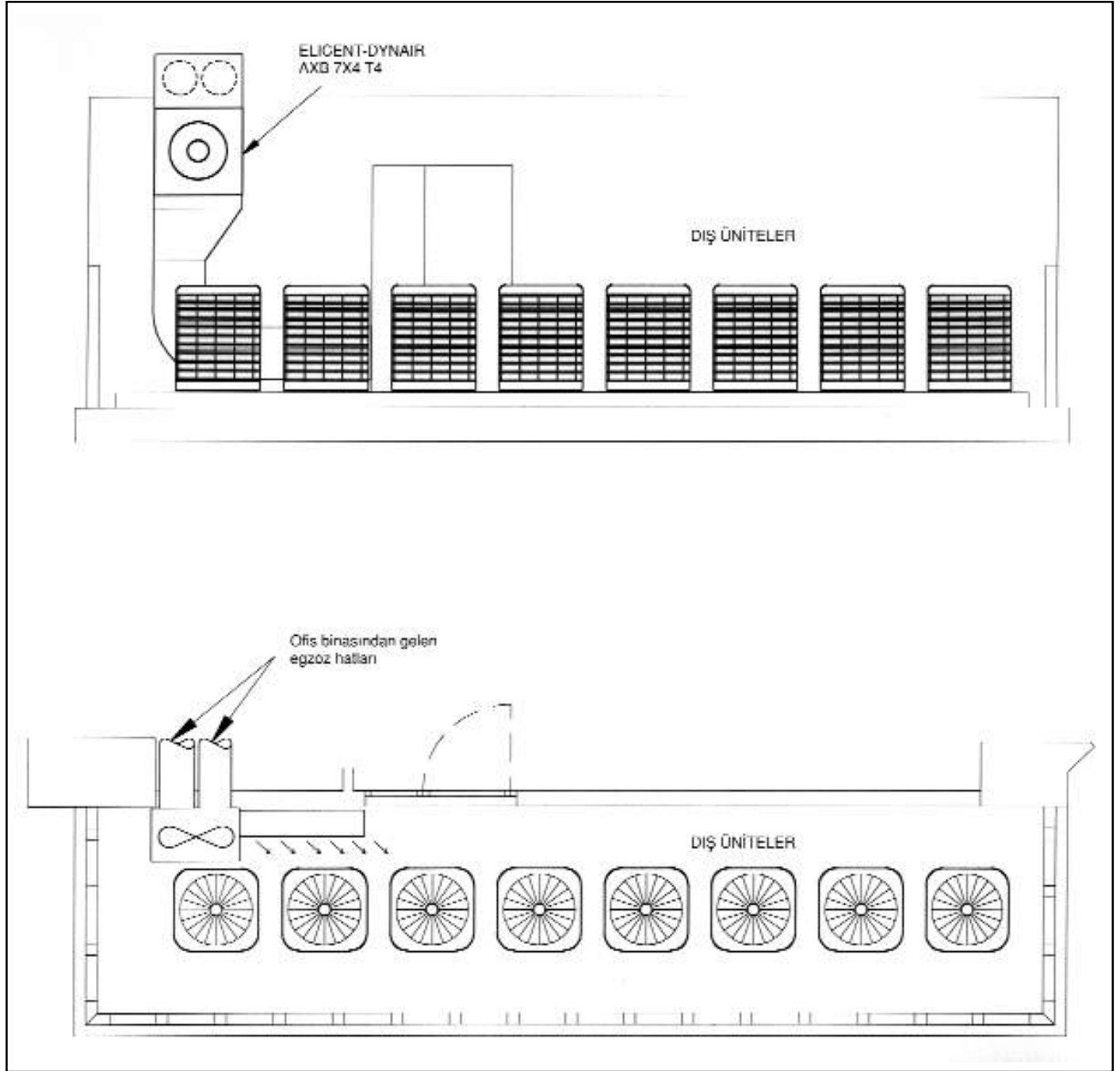
- 8- Kanallı split cihazları ile (her odaya damper ve oda termostatı monte ederek) oda sıcaklıklarını ayrı ayrı kontrol etmek mümkündür. Bu durumda klima cihazı çıkış ve dönüş kanalları arasında by-pass kanalı yapıp, üzerine basınçtan kumanda alan bir damper ve servomotor monte edilebilir. Ancak soğutmada dış ve iç hava sıcaklık farkı az olduğu için bu çok özel durumlarda gereklidir.
- 9- Özellikle dış ve iç hava sıcaklığı farkının çok fazla olduğu (25 °C) kış aylarında, fan coil'ler geceleyin de çalışacaktır. Bu da en kaliteli fan coil kullanılsa dahi uyumaya çalışan insanları çok rahatsız edecektir. Fan coil'lerin ses düzeyi başlangıçta düşük bile olsa kullanma süresi boyunca giderek artacağını da göz ardı etmemek gerekir.
- 10- Konutlarda havalandırma amacıyla fan coil'in arkasındaki duvara monte edilecek taze hava menfezleri hem binanın dış görünüşünü bozacak hem de ses, kirlilik, donma riski gibi problemleri beraberinde getirecektir. Bunun yerine taze hava kanallarla verilirse yazın soğutma, kışın ısıtma yapan bir santal, bunu besleyen bir kazan ve chiller gerekecektir. Ayrıca kanallar için rezervasyon gerekir. Bunların tümü hem maliyet hem de değerli inşaat alanından yer kaybı demektir.
- 11- Apartman tipi çok kullanıcı konutlarda, merkezi soğutma sistemi kullanılırsa yüksek enerji maliyetinin paylaşımı problem yaratır.
- 12- Fan coil sistemi işletmesinde bir teknik elemana gereksinim vardır. Diğerinde ise işletme kolaydır ve teknik eleman gerekmez.
- 13- Ara mevsimlerde, hafta sonlarında ve gece saatlerinde Amerikan sistem avantaj sağlar. Isıtımdan soğutmaya geçiş çok kolaydır. Heat pump tipi cihaz kullanıldığından lokal olarak geceleri ve hafta sonlarında ısıtma veya soğutma yapabilir. Bütün sistemi çalıştırmaya gerek yoktur.



Şekil 11.31. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI (2.ALTERNATİF ÇÖZÜM İÇİN)



Şekil 11.32. ÇOK KATLI YAPILARDA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI (3. ALTERNATİF ÇÖZÜM)



Şekil 11.33. ÇOK KATLI BİNA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI ÖRNEĞİ

11.9. YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEMEDEN ISITMA, SOĞUTMA VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Döşeme altı klimatizasyon sistemlerinde beton taban ile yükseltilmiş döşeme arasındaki boşluk klimatize edilmiş havanın belirlenen hacimlere dağıtımı için kullanılır (Şekil 11.35). Yükseltilmiş döşeme boşluğu; içerisine yerleştirilmiş elektrik, ses ve data kablolarına kolayca ulaşım imkanı sağlarken, bu boşluk aynı zamanda şartlandırılmış havanın dağıtımına da olanak verir. Sistem dizaynı çeşitli şekillerde yapılabilir:

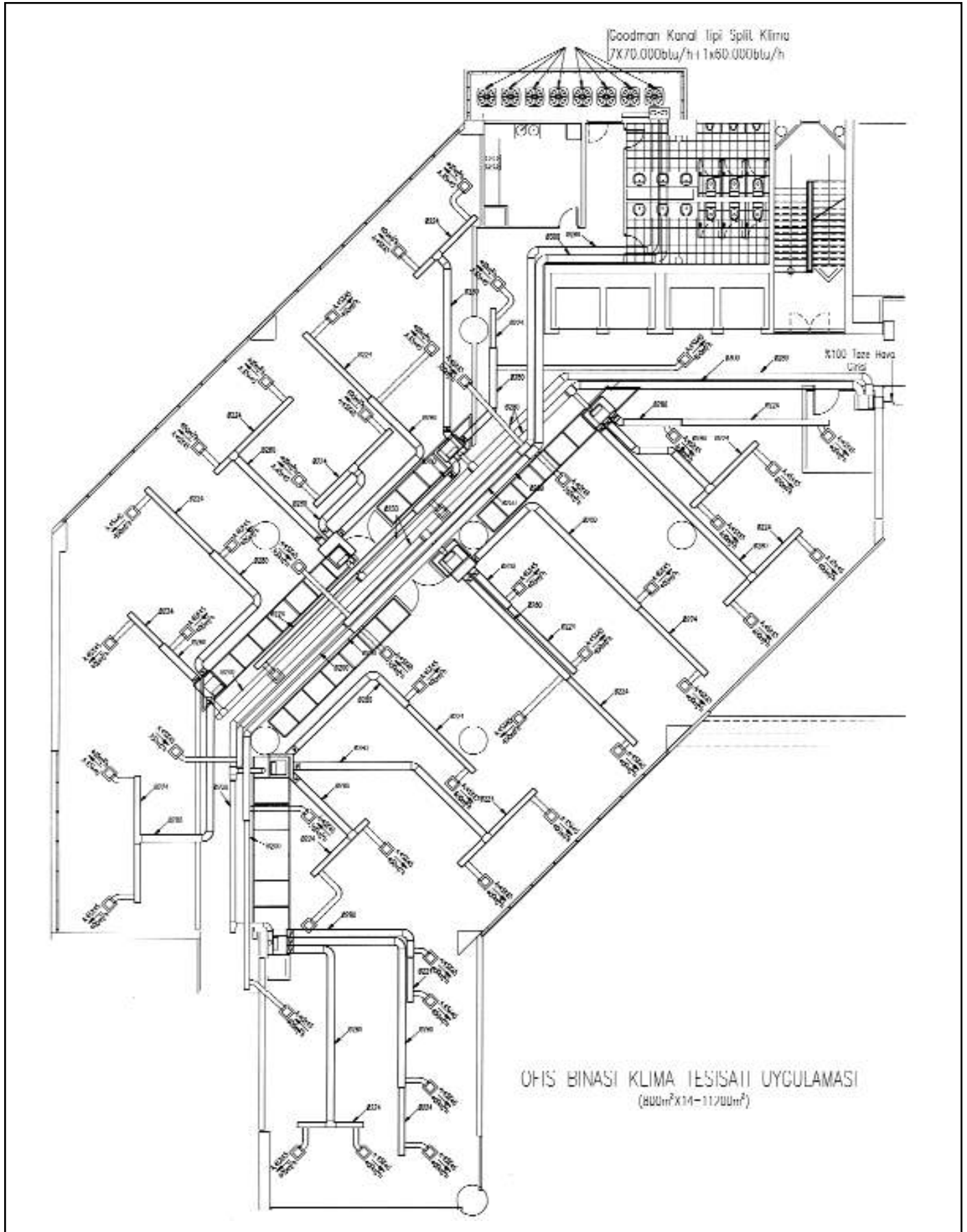
1) Merkezi bir hava klima santrali tarafından şartlandırılan hava kanallarla döşeme altı plenum kutusuna ulaştırılır. Artı basınçta tutulan (12,5-50 Pa) plenumdan hava, ortama üfleme menfezle-

ri, fansız veya fanlı difüzörler vasıtasıyla beslenir. Hava besleme amacıyla döşeme altına yerleştirilen fan coil cihazları veya VAV kutularından da yararlanılabilir.

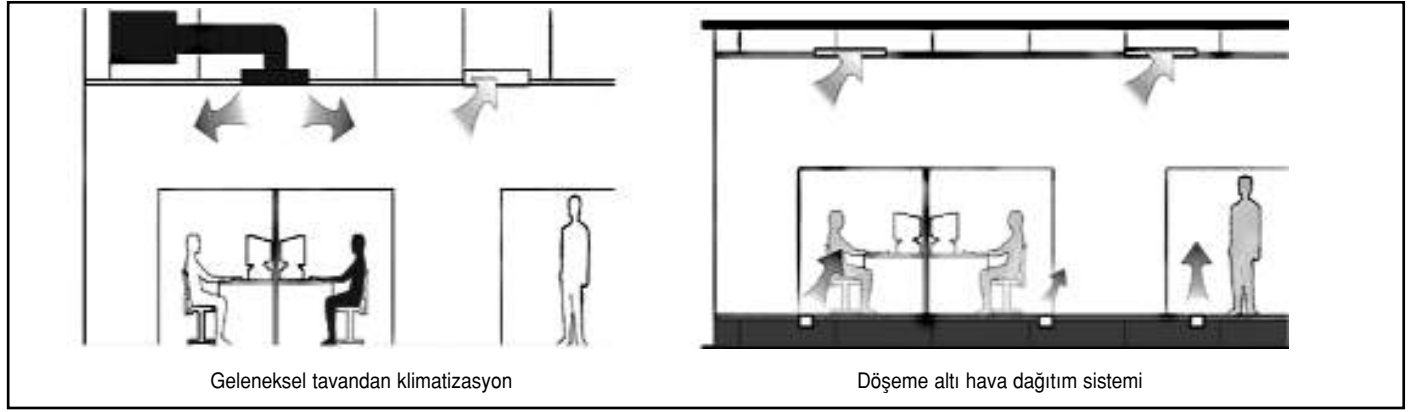
2) Diğer bir alternatif olarak ise döşeme altı plenum nötr basınçta tutulur ve şartlandırılması istenen hacme hava fanlı difüzörler aracılığıyla dağıtılır. Böylece plenumdan oluşabilecek hava kaçakları önlenmeye çalışılır.

3) Üçüncü bir alternatifte ise klimatize edilen hava döşeme boşluğu içerisinden kanallar vasıtasıyla üfleme menfezlerine ulaştırılır. Ancak bu uygulama ilk iki alternatife göre daha maliyetlidir.

Her üç sistemde de hava çıkışı yer seviyesindeki difüzörlerden ya-



Şekil 11.34. ÇOK KATLI BİNA AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI ÖRNEĞİ

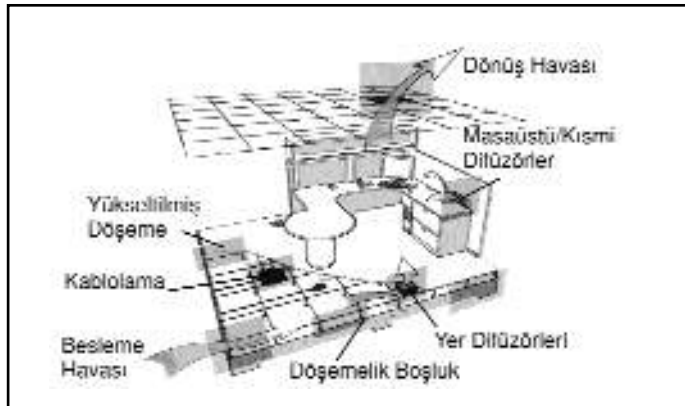


Şekil 11.35. GELENEKSEL TAVANDAN KLİMATİZASYON İLE DÖŞEMEDEN KLİMATİZASYON

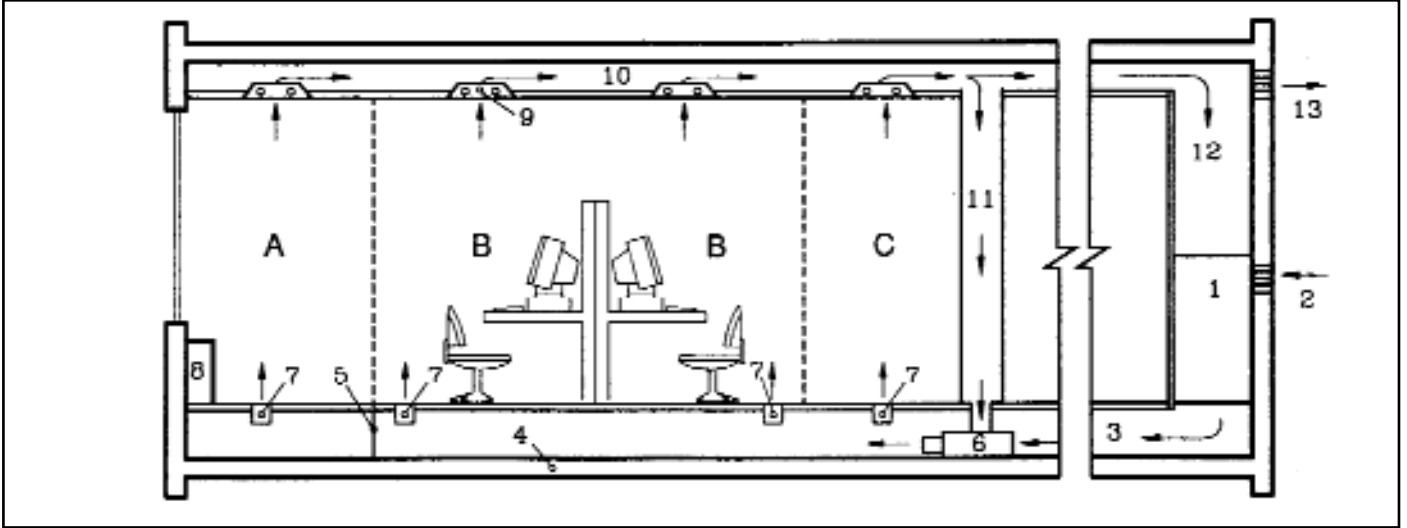
çalıştığı gibi, kişisel kontrol imkanının da bulunduğu masaüstü veya bölüm hava çıkışları da kullanılabilir. Isıtma öncelikli bölgelerde cam önleri gibi çevre zonlar ayrıca şartlandırılabilir veya radyatör, konvektör, fan coil gibi statik ısıtma sistemleri ile beraber kullanılabilir. Şekil 11.36, 11.37 ve 11.38'de şematik olarak bu uygulama biçimleri gösterilmiştir. Şekil 11.36'de tipik ofis çözümü olarak, merkezi klima santralinden gelen hava basınçlı döşeme altı plenumuna girmektedir. Bu yükseltilmiş döşeme altında aynı zamanda kablo sistemi de yer almaktadır. Yükseltilmiş döşeme üzerindeki yer difüzörlerinden ve bireysel klimatizasyon için masaüstü difüzörlerinden hava şartlandırılacak ortama beslenmektedir. Dönüş havası asma tavan içinden toplanarak santrale geri döndürülmektedir. Şekil 11.37'de yine ofis örneği üzerinde farklı zonların yükseltilmiş döşeme sistemleriyle şartlandırılma imkanları verilmiştir. Geleneksel olarak şartlandırılacak hacimler çevre ve çekirdek zonu olarak ikiye ayrılır. Bu örnekte çekirdek zonu da ısı yükü fazla dış çekirdek ve ısı yükü az iç çekirdek olarak ikiye ayrılmıştır. Böylece farklı karakterde üç zon oluşturulmuştur. Şekil 11.37'de 1 numara ile gösterilen klima santralinden şartlandırılmış hava, yüksek basınçsız olarak, yine bütün bölümlere hizmet veren yükseltilmiş döşeme altı plenumundaki fanlı karışım kutusuna beslenmektedir. Bu hava 6 numara ile gösterilen fanlı karışım kutusunda asma tavan dönüş plenumundan alınan iç hava ile belirli oranda karıştırılarak döşeme altı plenumuna beslenmektedir. Böylece klima santralinden çok daha düşük sıcaklıkta, dolayısıyla daha küçük kanallarla daha

az debide hava beslemek yeterli olabildiği gibi, plenuma beslenen havanın şartlarını burada kontrol etmek mümkün olabilmektedir. Bütün zonlara bu soğutulmuş ve şartlandırılmış hava beslenmektedir. Çekirdek zonlarda yüklerle orantılı olarak döşenen difüzör sayısı sayesinde yıl boyu soğutma karakterli klimatizasyon başarıyla karşılanmaktadır. Çevre zonlarda ise döşeme altı klima sistemine ilave olarak pencere altlarında radyatör veya fan coil yerleştirilmiş durumdadır. Döşemeden üflenen sabit soğuk hava temel soğutma yükünü karşılamaktadır. Isıtma ihtiyacı doğduğunda, termostatik vana kontrollü radyatörler devreye girmektedir. Radyatör yerine fan coil yerleştirildiğinde, çevrede hem soğutma ve hem de ısıtma yapılabildiğinden, değişken yüklerle daha iyi cevap vererek, daha konforlu bir iklimlendirme yapmak mümkün olabilmektedir. Dönüş havası yine asma tavan içindeki plenumda toplanmaktadır. Dönüş havasını aydınlatma armatürleri üzerinden alarak aydınlatma yüklerinin büyük bölümünü kaynağında yakalamak mümkündür. Dönüş havası karışım kutusuna ve klima santraline olmaktadır. Santrale alınan taze hava kadar hava dışarı egzoz edilmektedir. Şekil 11.38'de ise kanallı çözüme örnek görülmektedir. Klima santralinden gelen şartlandırılmış ve soğutulmuş hava döşeme altındaki besleme kanalları ile çekirdek zonundaki menfezlerden ortama verilmektedir. Çevre zonu için döşeme altında ayrı bir plenum oluşturulmuştur. Besleme kanallarından soğuk hava bir VAV kutusu yardımıyla çevre zonu plenumuna beslenmektedir. Çevre zonundaki değişken soğutma yükü VAV kutusu yardımıyla ayarlanan hava miktarıyla karşılanmaktadır. Çevre zonuna hava pencere önlerindeki döşeme tipi konvektörler üzerinden üflenmektedir. Dolayısıyla ısıtma ihtiyacı ortaya çıktığında konvektörden geçen sıcak su ile ısıtma yapmak ve çevre zonuna sıcak hava üfleme mümkündür. Dönüş yine tavan plenumundan olmaktadır.

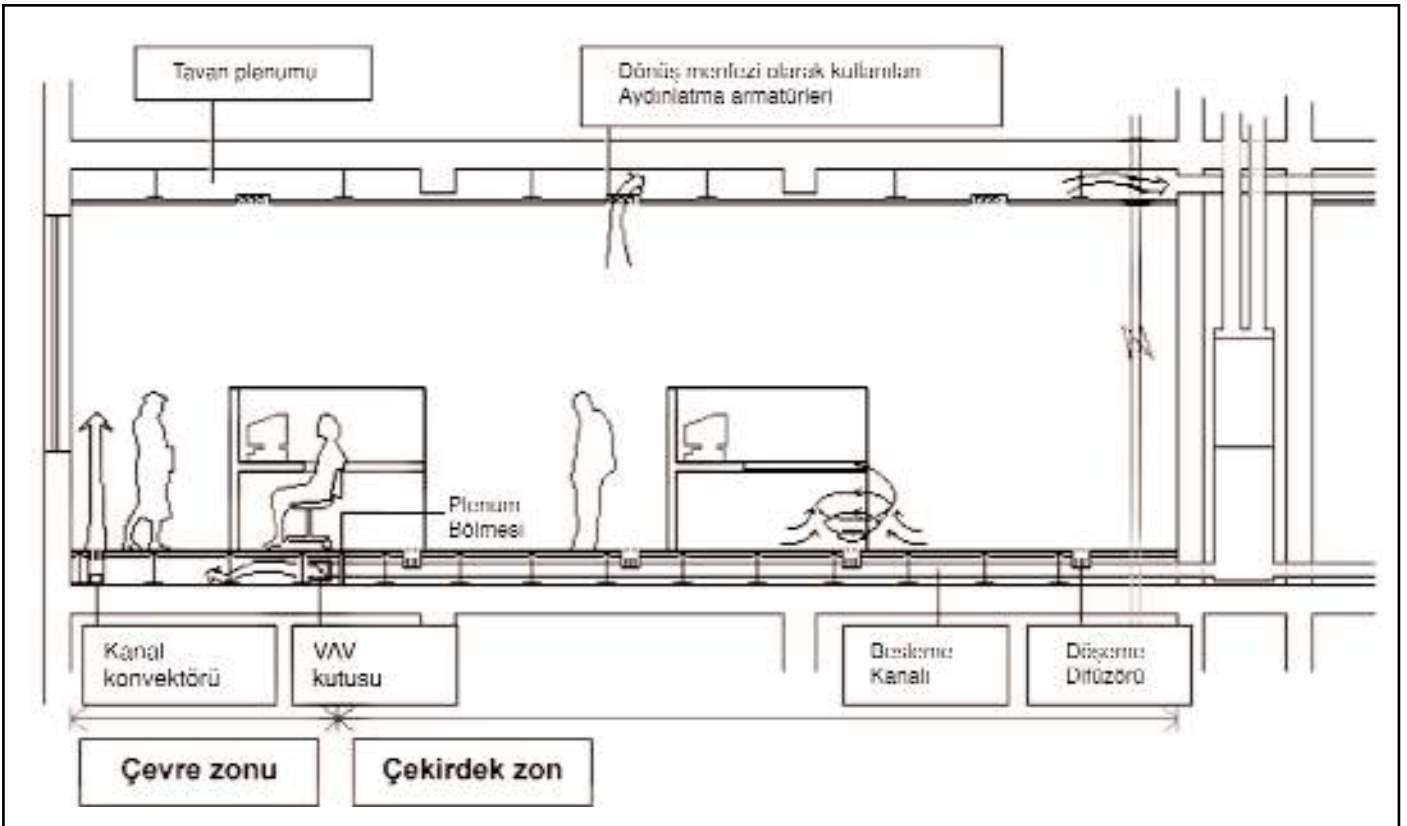
Üfleme menfezi çıkış sıcaklıkları 17 °C ile 18 °C arasında tutulur. Dolayısıyla ortamın soğutma ihtiyacı ve taze hava ihtiyacı karşılanır. Sistem esas olarak sabit debili tam havalı ve soğutma öncelikli bir sistemdir. VAV sistemlerde olduğu gibi ısıtma ayrıca düşünülmelidir. Doğal olarak tek küçük zonlarda santralde ısıtma yapılarak yazın soğuk, kışın sıcak hava üflenebilir. Ama bu sistem özellikle geniş ofis hacimleri için geliştirildiğinden, soğutma esaslıdır. Dönüş havası ortam sıcaklığında kabul edilir. Gerçekte tavan düzeyindeki ısı kazançları ve sıcaklık katmanlaşması gibi nedenlerle ortam ha-



Şekil 11.36. DÖŞEME ALTI HAVALANDIRMANIN KULLANILDIĞI TİPİK BİR OFİS KATI



Şekil 11.37. DÖŞEMEDEN KLİMATİZASYON UYGULAMASI



Şekil 11.38. DÖŞEMEDEN KLİMATİZASYON UYGULAMASI

vasından biraz daha yüksek sıcaklıktadır.

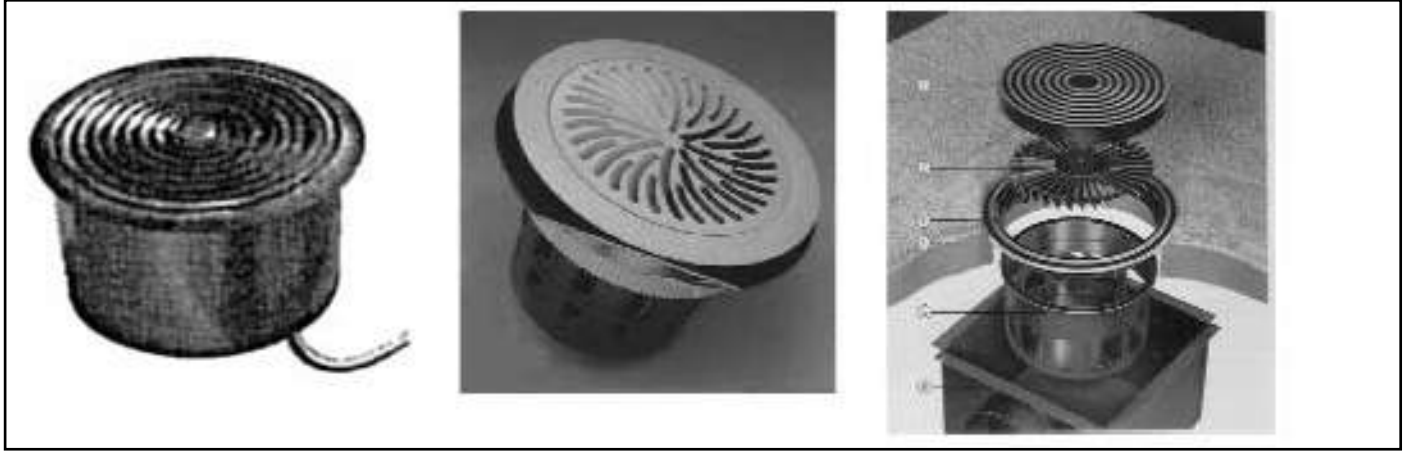
Döşemeden klima sisteminde tavandan havalandırma sistemine göre daha küçük kapasiteli ve daha fazla sayıda difüzör kullanılır. Bu difüzörler genelde çevredeki insanlara konfor şartlarını kendi isteklerine göre ayarlama imkanı verirler. Döşeme difüzör örnekleri Şekil 11.39'da görülmektedir.

Sistemin Avantajları:

1. Mahalin tekrar düzenlenmesi sırasında döşeme difüzörlerinin yerlerinin kolayca değiştirilebilmesi sayesinde maksimum es-

neklik sağlar.

2. Açık ofislerde dahi mahalde bulunan insanlara kendi çevrelerindeki sıcaklığı kontrol imkanı vererek, konforlu bir ortam yaratılır.
3. İç hava kalitesinde mahalde bulunan insanlara tabandan veya masa seviyesinden taze hava üfleyerek ve tabandan tavana bir hava akımı oluşturarak iç hava kalitesinin artırılması sağlanır. Bu sayede ortam havasıyla birlikte ortamda bulunan partiküllerin baş seviyesinden yukarıda asılı kalması sağlanır.



Şekil 11.39. ÇEŞİTLİ DÖŞEME DİFÜZÖRLERİ

4. Ofis ortamında ısı yayan kaynaklar etrafından sıcaklık gradyanı yönünde hava süpürülerek verimli bir şekilde ısı uzaklaştırılmış olur.
5. Yukarıda toplanan sıcak dönüş havası emilerek enerji tasarrufu yapılır.
6. Plenum sonrasında kanal olmadığı için branşman basınç kayıpları yoktur ve dolayısıyla düşük statik basınçlar sayesinde fan sisteminde enerji tasarrufu yapılabilir.
7. Asma tavan yüksekliklerinde azalmalar sağlanarak binanın iki kat arası mesafesi geleneksel sistem uygulamalarındakilere göre %5 ile %10 arasında azaltılabilir.
8. Yaz sezonunda gece havalandırması yapılarak dışarıdaki serin hava ile bina gövdesindeki atıl ısı uzaklaştırılır. Gün içinde ise döşeme betonu ısı depo gibi kullanılabilir.

Sistem dezavantajları:

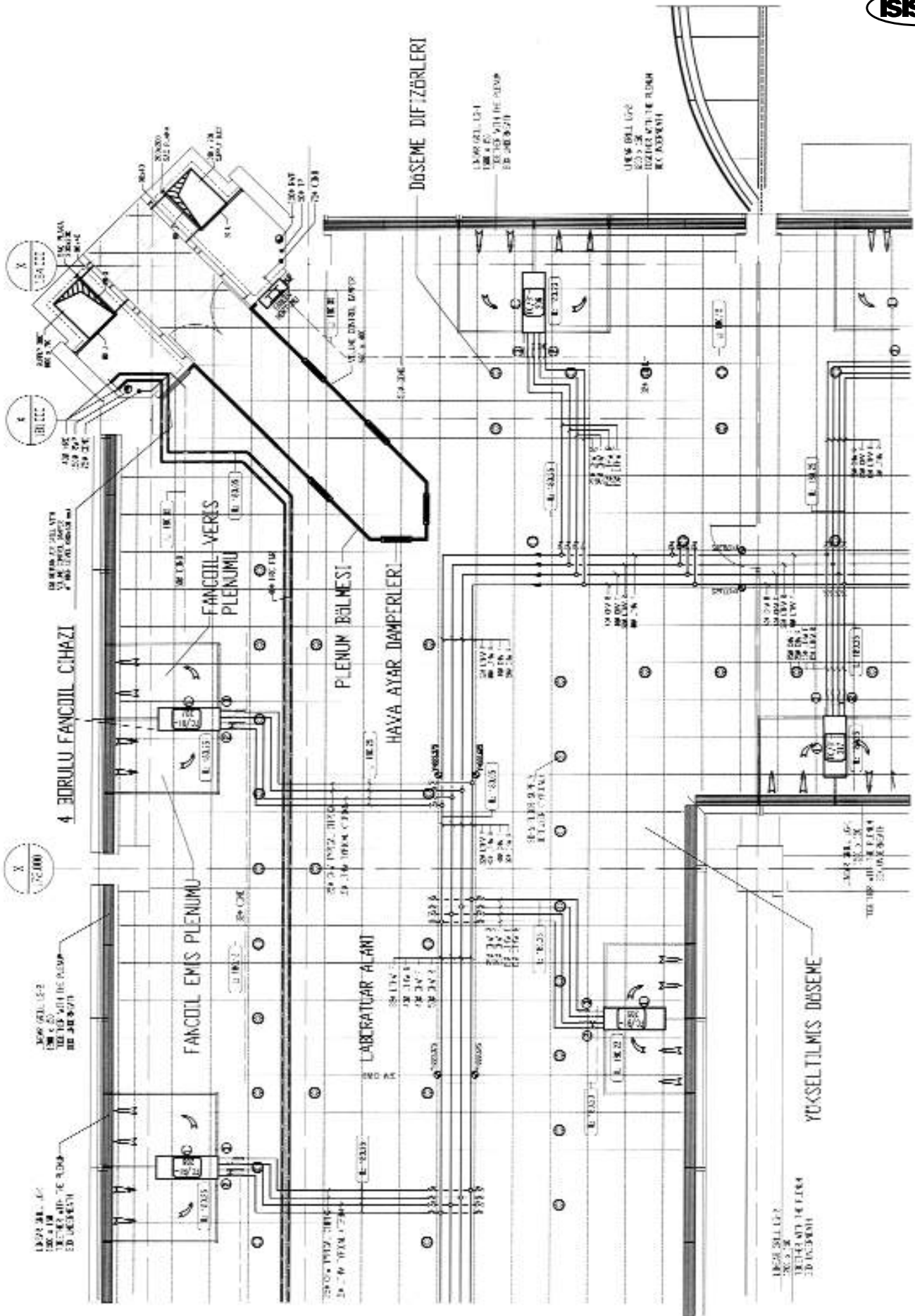
1. Geleneksel sistemlere göre gerekli hava debisi %10-30 daha fazladır. Ancak çekirdek zonlarda geleneksel sistemlere göre %25-30 daha az hava ile şartlandırma gerçekleştirilebilir.
2. Merkezi VAV klima santrali kullanılması durumunda; yüksek basınç gerektiren geleneksel kanallı sistemler yerine kullanılan düşük basınçlı plenum nedeniyle klima santrali kontrolü güçleşir.
3. Özellikle basınçlı tip plenum uygulamasında döşeme plenumu sızdırmazlığının sağlanması ek maliyet getirebilir ve uygulamada özel dikkat isteyebilir. Eksik uygulamalar geleneksel sistemlere göre daha fazla enerji harcayan verimsiz bir sistem oluşmasına neden olabilir.
4. Mevcut ve sistemi yenilenen binalarda uygulaması oldukça güçtür.
5. Özellikle eksik uygulamalarda döşeme seviyesinde serinlik hissi ve hava akımları rahatsızlık oluşturabilir.
6. Laboratuvar, kafeterya ve alışveriş alanları gibi kullanım alanlarında döşeme difüzörleri hızla kirlenebilir, plenum içine sıvı vs. kaçabilir.
7. Çok nemli bölgelerde döşeme betonunda kondenzasyon oluşabilir.
8. Yeni uygulanan bir sistem olduğu için standartları henüz oluşmamıştır dolayısıyla dizayn ve uygulamalarda eksikler olabilir. Ürünler çok çeşitli değildir.

Örnek Uygulama Projesi

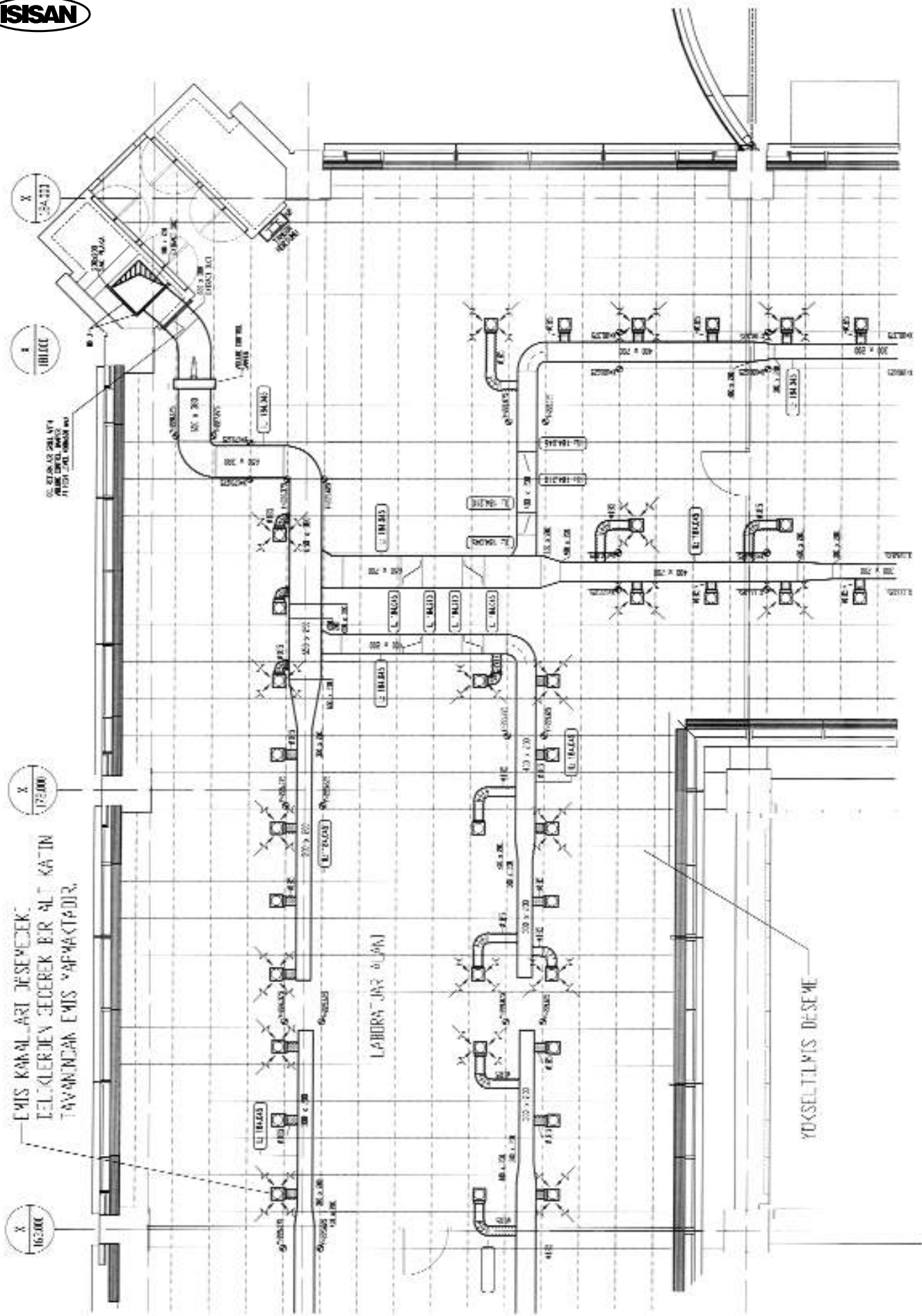
Şekil 11.40 ve 11.41'da yükseltilmiş döşeme sistemiyle iklimlendir-

me yapılan bir ofis binasının bir bölümüne ait uygulama projeleri verilmiştir. Aynı mahalle ait bu projelerden Şekil 11.40'da mahalın döşeme altı tesisat planı görülmektedir. Şekil 11.41'de ise bu mahalle ait emiş kanallarının bulunduğu bir üst katın yükseltilmiş döşeme planı verilmiştir. Şekil 11.40'da görüldüğü üzere, taze hava resmin sağ üst köşesindeki şaftın her iki yanından kanallar ile getirilmekte ve kat girişinde yükseltilmiş döşeme içine serbest olarak üfleme yapılmaktadır. Ancak havanın homojen dağılımını sağlamak amacıyla sağ üst tarafta gözüken plenum yapılmıştır. Taze hava kata bu plenumdan 5 adet hava ayar damperi kullanılarak dağıtılmaktadır. Hava yükseltilmiş döşemeden yer difüzörleri vasıtasıyla ortama yayılmaktadır. Taze hava sıcaklığı sabittir ve 18 °C değerindedir. Ortamın ısı yükünün bir kısmı bu 18 °C sıcaklıkta üflenen taze hava karşılanmaktadır. Sistemde hem iç zona ve hem de çevre zonuna cam önlerine yerleştirilmiş fan coil cihazları bulunmaktadır. İç çekirdek zonundaki ve dış çevre zondaki soğutma yüklerin geri kalanı ve ısıtma yükleri bu 4 borulu fan coil cihazlarıyla karşılanmaktadır. Özel, yükseltilmiş döşeme içine yerleştirilebilen tip 4 borulu GEA Top-Geko fan-coil cihazlarının verimini artırmak için yükseltilmiş döşemeden serbest emiş yapmak yerine; fan coil için ayrı ayrı üfleme ve emiş plenumları oluşturulmuştur. Her fan coil ortamdan havayı döşemedeki çevre zonlarda cam önündeki (çekirdek zonlarda duvar dibindeki) lineer menfezlerden bu plenum içine emmekte ve ısıtıp/soğuttuğu havayı bu plenumun basma kısmına vermektedir. Hava basma kısmındaki döşemede yine çevre zonunda cam önüne (çekirdek zonunda duvar dibine) yerleştirilen lineer menfezler vasıtasıyla tekrar ortama üflenmektedir. Üfleme ve emiş menfezlerinin yan yana olmasına rağmen hızlar bir miktar yüksek tutularak by-pass önlenmiştir.

Mahalın egzozu ise tavandan yapılmaktadır. Mahalde asma tavan bulunmaktadır. Bütün tesisat yükseltilmiş döşeme altındadır. Bu nedenle dönüş havası asma tavan içinden toplanamamaktadır. Bunun yerine Şekil 11.41'de görüldüğü gibi şartlandırılan mahallin tavanında delikler oluşturularak emiş menfezleri bu deliklere takılmıştır. Emiş menfezleri Şekil 11.41'de görülen bir üst kat yükseltilmiş döşeme altı kanal sistemine bağlıdır. Toplama kanalları ile toplanan katın egzoz havası, sağ üst köşedeki egzoz şaftı ile dışarı taşınmaktadır.



Şekil 11.40. DÖŞEMEDEN ISITMA, SOĞUTMA VE HAVALANDIRMA ÖRNEK PROJESİ



Şekil 11.41. DÖŞEMEDEN ISITMA, SOĞUTMA VE HAVALANDIRMA ÖRNEK PROJESİ

12. SPLIT VE PAKET KLİMA SİSTEMLERİ

Pencere ve oda tipi paket klima cihazları, split klimalar, iç ve dış mekanlara konulan paket klimalar bireysel klima sistemlerini oluştururlar ve fabrikasyon olarak üretilirler. Gerekli elektrik, drenaj ve kanal bağlantıları yapıldıktan sonra kullanıma hazırdır. Bireysel sistemler her zaman bir direkt genleşmeli (DX) soğutma serpantini yardımıyla havayı doğrudan soğutan sistemlerdir ve dış hava ile ilişkisi nedeniyle genellikle çevre zonlarında kullanılır. Bireysel sistemler çok zonlu olabilir. Ancak büyük bir bölümü tek zonludur.

Direk genleşmeli split ve paket klima cihazları özellikle konutlar, villalar, dükkanlar, ofisler, showroomlar, sinemalar, süper marketler, depolar, banka şubeleri, spor salonları, toplantı salonları gibi mekanlarda yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Cihazlar, kullanıldıkları mekana göre oldukça esnek bir uygulama imkanı sağlarlar.

Split ve paket tip direkt genleşmeli cihazların ana soğutma devreleri; iki adet ısı değiştirici (kondenser ve evaporatör), kompresör, bakır boru bağlantıları, genişleme vanası veya kapiller (kılcal) borular, kontrol elemanları ve fanlardan oluşur. Kanallı tip klimalarda ise ilaveten kanal sistemi ve difüzörler, menfezler ve aksesuarlar gelir.

Direk genleşmeli split klima cihazları bir iç ve bir dış üniteden meydana gelirler. Bu iki ünite arasında soğutucu akışkanın geçtiği bakır boru bağlantısı ve elektrik kablo bağlantısı mevcuttur. Split klimalarda, soğutma çevrimi esas alınarak, iç üniteye bulunan ısı değiştirici evaporatör, dış üniteye ısı değiştiricisi ise kondenser olarak adlandırılır. Soğutma çevriminde ısı içeriden dışarı pompalanır. Fakat ısıtma çevriminde (heat-pump çalışma esnasında), akış ters çevrilir ve iç ünite kondenser, dış ünite ise evaporatör vazifesi görür. Bu durumda ise, ısı dışarıdan içeri pompalanır. Split klimalarda kompresör dış üniteye bulunur. İç ünite duvar tipi, kanal tipi, gizli tavan tipi kanallı, salon tipi, kaset tipi veya tavan tipi olabilir. Kanal tipi klimalarda dış hava ile bağlantı yapılarak, istenilen oranda taze hava ile şartlandırılan ortamın havalandırılması mümkündür. Havalandırma 12 ay boyunca yapılan bir işlemdir. Günümüzde inşaat kalitesindeki yükselmeye paralel olarak izolasyon ve enerji ekonomisine yönelik tedbirler arttırılmıştır. Bazı binalarda cephe kaplaması kullanılmakta (alüminyum ve cam panel kaplı binalar), bir çok binada ise sızdırmaz doğramalar kullanılmaktadır. Bu tür binalarda enfiltrasyonla olan doğal havalandırma mümkün olmamaktadır ve havalandırmanın mekanik olarak yapılması gerekir. Kanal tipi klimalarla soğutma ve ısıtmanın yanında 12 ay boyunca havalandırma işlemi yapılabilir.

Paket tip cihazlarda klimanın tüm üniteleri aynı paket ünitenin içerisinde bulunmaktadır. Çatı tipi paket klimalar, pencere tipi paket klimalar ve oda tipi paket klimalar bu tür cihazlardır. Tek ünite olduğundan bakır boru montajı ve iç ve dış üniteler için ayrı ayrı yerleşim söz konusu değildir.

Bu bölümde direkt genleşmeli paket tipi ve split tip klima cihazları hakkında montaj, yerleşim, bakır boru bağlantısı, drenaj, elektrik bağlantıları hakkında açıklamalara ve ayrıca pratik notlara yer verilmiştir.

12.1 DUVAR TİPİ SPLIT KLİMALAR

Duvar tipi split klima cihazları özellikle villalarda, apartman daire-

lerinde, motellerde, dükkanlarda, küçük marketler ve benzeri mahallerde kullanılan sessiz ve etkin soğutma kapasitesine sahip cihazlardır. Tek bir duvar tipi split klimada nominal kapasite değeri sınırlı olduğu için kullanım alanları cihazların maksimum kapasitesine paralel olarak sınırlıdır. Goodman duvar tipi split klimalarda nominal kapasiteler, sadece soğutma yapan tiplerde 12.000, 18.000, 24.000 Btu/h ve heat pump tiplerinde 9.000, 12.000, 18.000, 24.000 Btu/h değerlerindedir.

Bu sistemlerde kompresör ve kondenser ünitesi ki buna dış ünite denir, bahçe, teras, binaların dış cepheleri gibi yerlere bina dışına yerleştirilir. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolandıran fan ve filtre, conta vs. gibi diğer aksesuar iç üniteyi oluşturur. İç ünite ile dış ünite soğutucu akışkan boruları ile birbirine bağlıdır.

Duvar tipi iç üniteler doğrudan şartlandırılacak hacme yerleştirilirler. Bu nedenle bu üniteler dekoratiftir. Split klima cihazlarında sadece soğutma yapılabildiği gibi, ısı pompası tiplerinde hem soğutma hem de ısıtma yapılabilir.

Duvar tipi split klimaların iç ünitelerinin üzerine entegre edilen kanatlar vasıtasıyla istenilen yöne üfleme yapılabilir. Ayrıca üfleme fanının hızı kademeli olarak değiştirilebilir. Genellikle üç kademe yeterli olmaktadır. Cihazda bir filtre bulunur. Böylece oda havasının filtrelenmesi mümkün olabilmektedir. Bu filtre kolay sökülüp takılabilen tipte ve gerektiğinde temizlenebilir olmalıdır. Bu cihazlar genellikle uzaktan kumanda ile çalıştırılabilirler.

Goodman duvar tipi split klimaların iç üniteleri kimyasal etkilere dayanıklı, özel antistatik ve toz tutmayan termoplastik dış kabinden imal edilir. Dış ünitelerinde dış yüzeyleri fırın boyalı, paslanmayan GD 90 galvanizli çelikten imal edilmiştir. Dış üniteler 500 saatlik tuz püskürtme testinden başarı ile geçmişlerdir.

Duvar tipi split cihazlarda kullanılan kompresörler daha çok pistonlu ve rotary tip kompresörlerdir. Pistonlu tip kompresör kullanılması halinde üniteler daha uzun bakır boru mesafelerinde verimli olarak çalışabilirler.

Dış üniteye bulunan kondenser serpantin yüzeylerinin büyük olması cihaz verimlerini artırır. Bu açıdan cihaz seçiminde bu konuya dikkat edilmelidir.

Dış üniteler özel önlemler alınmadan iç mekanlara monte edilemezler.

Dış ünite montajı yapılırken heat pump tipi cihazlarda kışın yoğunlaşma olacağı düşünülmeli ve önlem alınmalıdır. Ünitelerin elektrik besleme ve dağıtımları (3x2,5 mm²) kablo hattı ile genellikle iç ünite üzerinden yapılır. Dış ünite ile iç ünite arasında 6x1,5 mm² kablo hattı çekilmelidir.

12.1.1. Duvar Tipi Split Klima Cihazları Yer Seçimleri, Yerleşimleri Ve Montajı

Güvenlik Tedbirleri

Klima cihazı ve ekipmanlarının montajı ve servisleri, elektriksel olaylar ve sistem basıncından dolayı tehlikelidir. Bu nedenle klima cihazı ve ekipmanlarının servis, montaj ve bakımları sadece yetiştirilmiş ve kalifiye personel tarafından yapılmalıdır. Konu hakkında bilgisi olmayan kişilerin sadece ünitelerin ve filtrelerin temizliği gibi basit bakım işlemlerini yapmalarına izin verilmelidir. Diğer bü-

tün işlemler yetiştirilmiş servis personelleri tarafından yapılmalıdır.

Montaj Yerinin Seçimi

1. Duvar Tipi İç Üniteler

- Yerleşim yeri yanıcı gaz tüpleri ya da tanklarının yakınında seçilmemelidir.
- Cihaz yerleşim yeri direkt olarak güneş ışığına maruz kalmayacak bir bölge olmalıdır.
- Klimayı mutfağa ve makinaların yağlı ortamda çalıştığı yerlere yerleştirdiğimizde, cihaz yağ dumanını direkt olarak emmeyeceği bir noktaya yerleştirilmelidir.
- Yüksek frekans yayacak makina olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Ünite performansını etkileyecek kadar büyük ısı kaynaklarının yanına yerleştirilmemelidir.
- Ünite aşırı rutubetli ortamlara monte edilmemelidir.
- Hava sirkülasyonunun engellenmeyeceği bir yer seçimi yapılmalıdır.
- Yerleşim yeri odayı en iyi şekilde ısıtıp soğutacak herhangi bir köşesinde, mümkün olduğunca yüksek bir noktada seçilmelidir.
- Cihazın yeri servis işlemlerine imkân verir şekilde olmalıdır.
- Ünite bakım kolaylığı ve devamlı serbest hava alabileceği yan ve üst boşluklara sahip konumda yerleştirilmelidir.
- Ünitenin monte edildiği yer, ağırlığını çekebileceği konstrüksiyona sahip olmalıdır.
- Drenaj bağlantısı yapılmalıdır.

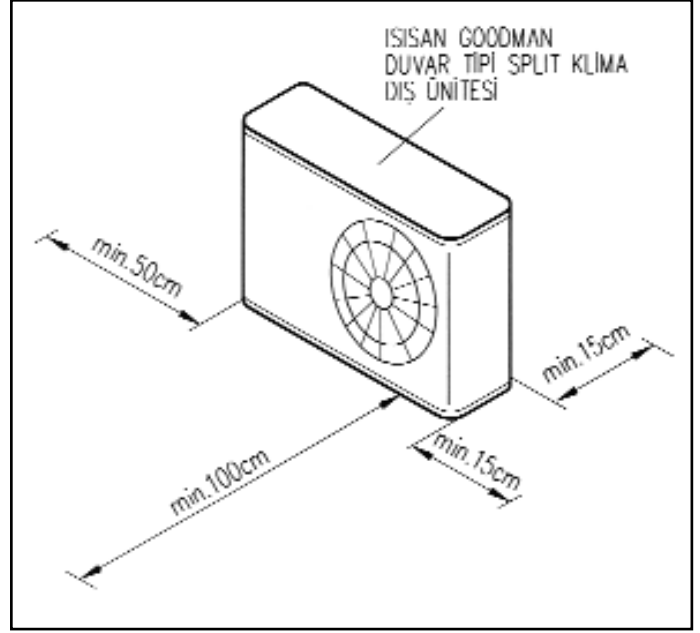
Duvar tipi split klimaların montajı **Şekil 12.1'de gösterilmiştir.**

2. Duvar Tipi Dış Üniteler

Dış ünitelerin yerleşiminde, bu ünitenin rahat hava alması ve atmasına dikkat edilmesi gerekir. Bir diğer önemli konu da alış ve atış havalarının bir birine karışmamasıdır. Goodman duvar tipi split klimaların dış ünite hava atışları ön yüzdendir. Önünde ve arkasında bulunması gereken boşluk mesafeleri **Şekil 12.2'de** belirtilmiştir.

Duvar tipi split klimaların dış ünitelerinde montaj esnasında dikkat edilmesi gereken diğer hususlar şu şekildedir:

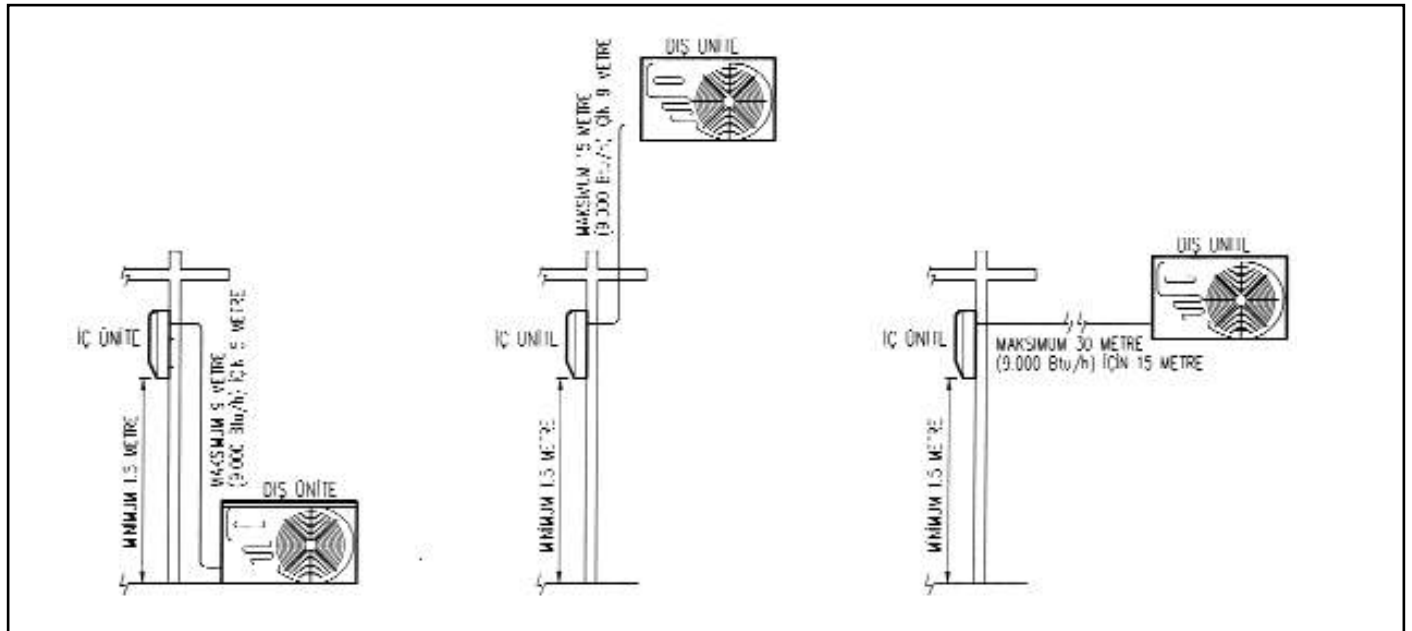
- Direkt güneş ışığına maruz kalacak şekilde monte edilmemelidir.



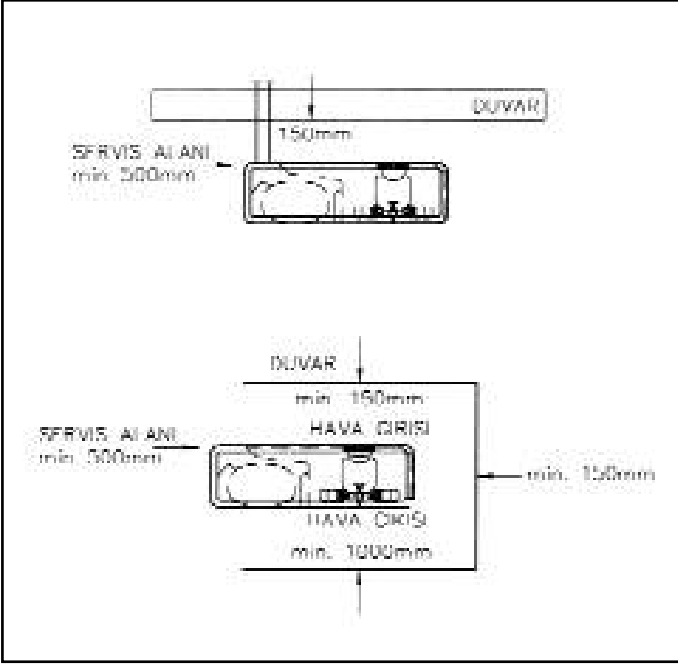
Şekil 12.2. ISISAN GOODMAN DUVAR TİPİ SPLIT KLİMA DIŞ ÜNİTESİ MONTAJI

Hava akışına engel teşkil etmeyen kör bir nokta montaj yeri olarak idealdir.

- Ünitenin yazın mümkün olduğu kadar soğuyabileceği, kışın ise mümkün olduğunca sıcak kalabileceği korunaklı bölgelere montajı tercih edilmelidir.
- Isı kaynaklarına, egzoz fanlarına, buhar ve yanıcı gaz kaynaklarına yakın montajdan kaçınılmalıdır.
- Ünite mümkün olduğunca, kuvvetli rüzgâr alan yerlerde monte edilmemelidir. Eğer bu durum kaçınılmaz ise dış ünitenin 2-3 metre önüne rüzgârı perdeleme amaçlı olarak bir duvar yapılabilir. (Cihaz yere monte ediliyorsa)
- Aşırı derecede nemli ortamlarda cihaz montajından kaçınılmalıdır.

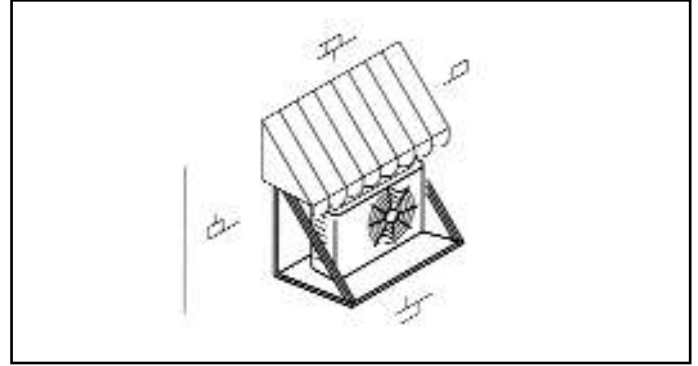


Şekil 12.1. ISISAN GOODMAN DUVAR TİPİ SPLIT KLİMA MONTAJI



Şekil 12.3.A. ÜNİTE ETRAFINDA SERVİS ALANI OLMALIDIR

- Cihaz direkt olarak toprak zemine ve eğik bir biçimde monte edilmemelidir.
- Ünitelerin arka bölümü mümkün olduğunca kuzeye bakacak şekilde monte edilmelidir. (Heat pumpta kullanıldığında yağın karın ısı değiştirici yüzeylere birikimini azaltmak için)
- Tek bir yere iki veya daha fazla ünite montajı yapılıyor ise aşağıda belirtilen unsurlara dikkat etmelidir. Ünite, bina cephesine ve

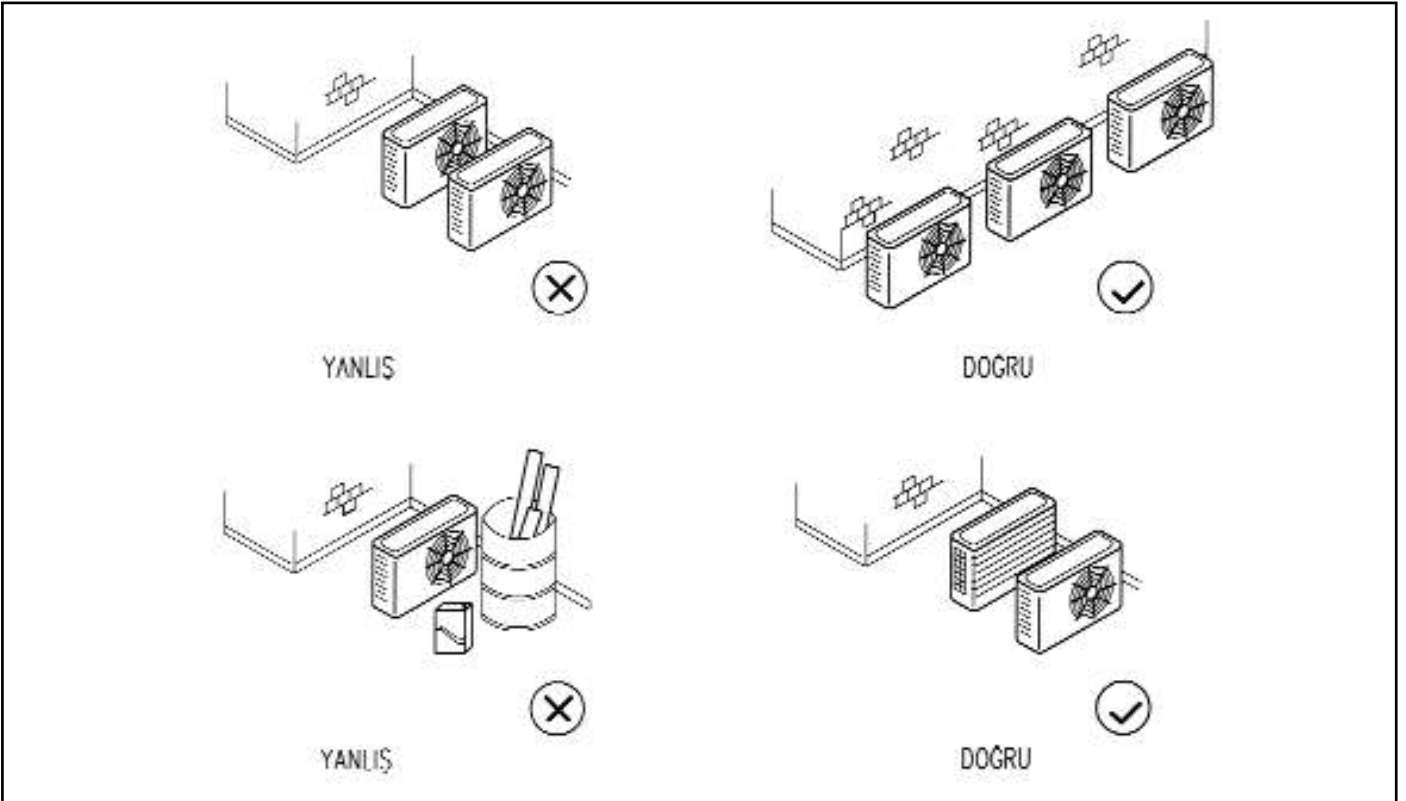


Şekil 12.3.B. DIŞ ÜNİTE YAĞIŞTAN KORUNMALIDIR

- altından insanların geçtiği bir bölüme monte edildiğinde drenaj suyunun ısıtma esnasında dış üniteden akıp çevreye rahatsızlık verebileceği kesinlikle göz ardı edilmemelidir.
 - Ünite servis verilebilir bir şekilde monte edilmelidir.
- Duvar tipi dış ünitelerin yerleşim detayları Şekil 12.3.A, B, C'de verilmiştir.

12.2. KANAL TİPİ SPLIT KLİMA CİHAZLARI

Bu sistemlerde de dış üniteyi oluşturan kompresör ve hava soğutmalı kondenser ünitesi bahçe, teras veya binaların dış cephe-leri gibi dış ortamlara yerleştirilir. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre, kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. İç ünite ile dış ünite, soğutucu akışkan boruları ve elektrik kablosu ile birbirine bağlıdır. Kanal tipi iç ünitelere bağlanan kanal sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere taşınabilir ve çok noktadan üfleme yapılarak homojen dağılım sağlanır. Kanal tipi iç



Şekil 12.3.C. DOĞRU VE YANLIŞ YERLEŞİMLER

Karşılaştırma Kriteri	GOODMAN Kanal Tipi Klima	Mini Split Tip Klima (Duvar - Döşeme - Tavan Tipi Split Klimalar)
Kapasite Aralığı	24.000 Btu/h... 140.000 Btu/h	6.500... 52.000 Btu/h
Heat- Pump	Var.	Var.
Havalandırma ve Taze Hava Verebilme Yeteneği	İstenilen oranda taze hava alma imkanı vardır. Ortamdaki havalandırmayı sağlar ve iç hava kalitesini artırır. İçeriye taze havayı filtre ederek aldığı için ortamda pozitif basınç yaratır. Toz girmesini önler. Havalandırma 12 ay kullanıldığından soğutmadan daha önce gelen bir ihtiyaçtır.	Genellikle yok.
Defrost Anında Konfor	Defrost anında elektrikli ısıtıcılar kısa süreli devreye girer ve cihaz sıcak üflemeye devam eder. (Elektrikli ısıtıcı isteğe bağlıdır.)	a- Defrost anında, cihaz genellikle soğuk hava üfler b- Defrost anında iç ünite fanı çalıştırılmazsa, süre çok uzar ve ortam sıcaklığı azalacağı için konfor bozulur.
Konfor (Isıl Konfor) (Ses) (Havalandırma)	Hava yukarıdan anemostadlar ile ve çok noktadan dağıtıldığından, ortama homojen olarak yayılır ve ideal konfor sağlanır. Odanın her tarafında sıcaklık aynıdır. Kullanılan odalarda (doğru hava kanalı ve cihaz montajı yapılırsa) ses (gürültü) olmaz. Taze hava verildiği için ortamdaki iç hava kalitesi çok iyidir.	Hava genelde tek noktadan ve alçaktan üflendiği için ortamda homojen sıcaklık dağılımı sağlanması zordur.Ortamda özellikle iç ünitenin karşısında hava hareketi oluşması rahatsız edicidir. Oda içinde farklı (düşük ve yüksek) sıcaklık bölgeleri oluşur. İç ünitenin fan sesi oda içinde duyulur. Havalandırma, taze hava alma imkanı genelde yoktur.
Elektrikli Isıtıcı Takviyesi	Isıtma yükü heat-pump kapasitesini geçtiğinde elektrikli ısıtıcı hemen devreye girer ve konfor bozulmaz. Yedek ısıtma alternatifidir. Defrost anında soğuk üflemeyi önler.	Elektrikli ısıtıcı genelde monte edilemez. Defrost anında genellikle soğuk üfler. Çok soğuk günlerde de cihaz kapasitesine ilave ısıtma kapasitesi genellikle sağlanamaz.
Egzoz	a- Harici olarak veya dönüş kanalı üzerinden egzoz yapılabilir. b- Egzozun bu şekilde yapılması daha ekonomik çözüm olup, yer kaybını da önler. c- Ortam verilen taze hava sayesinde pozitif basınçta olduğu için egzoz esnasında basınç dengesi kurulur. Ortama şartlanmamış ve tozlu hava girişi olmaz.	Harici bir sistemle egzoz yapılabilir. Egzoz esnasında ortamda negatif basınç olacağından ortama şartlanmamış ve tozlu hava girer.
Mimari, Estetik, Görünüş ve Yer Kaybı	Cihazın iç ünitesi için taze hava kanal bağlantılarının yapılabileceği uygun bir yere ihtiyaç vardır. (Taze hava girişi isteniyorsa) Hava kanallarının gizlenmesi için kısmi veya komple asma tavana ihtiyaç duyulabilir. Cihazın iç ünitesi ortamda yere monte edilip, bir dolap içinde gizlenebildiği gibi asma tavan boşluğu yeterli ise, asma tavan içine yatay olarak da monte edilebilir. Böylece yer kaybı minimuma indirilir. İç ünitelerin mutlaka kullanılacak odalara yerleştirilme zorunluluğu yoktur. Başka hacimlere monte edilip hava kanalları ile irtibatlandırılabilir. Kanal tipi klima mimari ve estetik görünüş açısından en uygun çözümdür denilebilir. Dış ünite sayısı daha azdır ve montaj mesafesi uzunluğunun sağladığı avantajdan dolayı rahatlıkla gizlenebilir. Görüntü kirliliği yaratmaz. Üfleme ve emişler anemostat ve menfezler ile yapıldığından, yıllar sonra bile estetik görünümünü korurlar veya boyanabilirler.	İç ünitesi duvara kolayca monte edilebilir. İç üniteler kullanılan odalara monte edildiğinden, bakır borular ve drenaj borusunu gizlemek için dekoratif önlem almak gereklidir. Her odadaki drenaj borusunun toplanıp drenaj sistemine bağlanması gerekir. Çok sayıda dış ünite uygun bir yere saklanmadığında görüntü kirliliğine neden olabilirler. İç ünitelerin ön kapakları bir kaç yıl içerisinde kullanıldıkları odaların içinde solmuş, eski ve kaba bir görünüm oluşturur.

Tablo 12.4. KANAL TİPİ KLİMA CİHAZLARI ile MİNİ SPLİT TİP KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Montaj	<p>İç üniteler kullanılan odaların dışındaki hacimlere yerleştirilebilir. Daha az sayıda ve daha yüksek kapasitede cihaz kullanma imkanı vardır. Cihaz iç ünitesi ile dış ünitesi arası montaj mesafesi en fazla 55 m olabilir.</p> <p>Çok daha az bakır borulama yapılır.</p> <p>İç ünite aşağıda, dış ünite 10 kat yukarıda veya iç ünite yukarıda dış ünite 5 kat aşağıda montaj yapılabilir. Hava kanalı ve menfez montajı gerekir.</p>	<p>Cihazlar kullanılan hacimlere monte edilmek zorundadır. Daha fazla sayıda (küçük kapasitede) cihaz kullanılır. Cihaz iç ünitesi ile dış ünitesi arası montaj mesafesi en fazla 20 metre olabilir. (Markaya ve modele göre değişir.) Daha fazla sayıda cihaz olduğu için daha fazla (2-3 kat) bakır boru montajı yapılmak zorundadır. Değişken soğutucu akışkan debili sistemde bakır boru miktarı çok fazladır. Bu kaçak ve arıza risklerini beraberinde getirir.</p>
Bakım ve Arıza	<p>İç ünite kolay ulaşılabilen ve yaşam mahali dışında bir yere monte edildiğinden, bakım işleri yaşam mahalinde yapılmaz, bakım ve arıza esnasında insanlara rahatsızlık verilmez. Filtre temizliği (ortalama ayda bir kez yapılır) sırasında da insanlara rahatsızlık verilmez. Cihaz sayısının az olması servis sayısının da daha az olduğu anlamındadır. Ayrıca Goodman kanal tipi cihazlar arıza yapmadan çalışmaları ile ünlüdür. ARI enstitüsü tarafından verilen "3 yıl sıfır hata ile çalışır" sertifikaları vardır.</p>	<p>İç ünite kullanılan oda içinde olduğu için servis rahatsız edici olabilir.</p> <p>Filtre temizliği (ortalama ayda bir kez yapılır) için teknisyen kullanılan odalara girer ve bazen iz bırakır. Daha fazla sayıda cihaz, daha fazla sayıda servis ihtiyacıdır.</p>
Sistemde Kullanılan Freon Gazı Miktarı	<p>Daha az.</p>	<p>Cihaz sayısına bağlı olarak çok daha fazla. Cihaz sayısının ve bakır boru uzunluğunun fazla olması nedeniyle freon gazı kaçağı riski daha fazladır. Bu risk en azından işletme maliyetini artırır.</p>

<p>a- Amerika'da önce cam tipi klimalar yapıldı.</p> <p>b- Gürültü çalışma ve dış cepheye montaj zorunluluğu nedeniyle, cam tipi klimaların dış ve iç ünite olarak iki ayrı parçaya ayrılması düşünüldü. Duvar, döşeme ve tavan tipi mini split cihazlar üretildi.</p> <p>c- Kanal tipi split cihazlar, mini split (duvar - döşeme - tavan tipi) cihazların havalandırma yapamamaları ve soğuk havayı tek yerden üflemlerine çözüm olarak düşünüldü. Havayı daha homojen dağıtabilmeleri taze hava olarak havalandırma yapmaları, ortamı tozdan arındırmaları, daha sessiz çalışmaları ve defrost anında soğuk üflemeden çalışabilme imkanlarını kanal tipi split cihazlar sağladılar.</p> <p>d- 1998 yılında ABD'de 80.000 adet mini split satışına karşılık 5.000.000 adet den fazla kanal tipi cihaz satıldı. Pazarın ~%99'unu kanal tipi cihazlar oluşturuyor.</p>
--

Tablo 12.4. KANAL TİPİ KLİMA CİHAZLARI ile MİNİ SPLİT TİP KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

üniteler bodrum, garaj, tavan arası, asma tavan içi, mutfak veya gardolap gibi bölmelere yerleştirilerek gizlenebilir.

Kanal tipi klimalar; pencere ve oda tipi paket, duvar, tavan veya salon tipi split klima cihazları ile başta havalandırma yapabilme yeteneği olmak üzere ses, homojen hava dağıtımı, kapasite genişliği gibi konularda beklentilerin karşılanamaması sonucunda geliştirilmiştir. Karşılaştırma tablosu: **Tablo 12.4'de** kanal tipi split klimalar ile duvar, döşeme, tavan tipi mini split klimalar birbirleriyle çeşitli performans kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. **Tablo 12.5'de** ise kanal tipi split klimalar, değişken soğutucu akışkan debili sistemlerle karşılaştırılmıştır.

Yapı elemanlarının kalitelerinin gün geçtikçe daha da artması ve bunun sonucunda pencere ve kapı sistemlerinin neredeyse hiç hava sızdırmaması, infiltrayon (sızıntı) sayesinde sağlanan doğal havalandırmanın yeni kaliteli binalarda yeterince gerçekleşmemesini beraberinde getirmiştir. "Nefes alamayan" bu binalarda havalandırma sistemi yok ise, oksijen yetersizliği oluşmakta, ortamda bakteri ve virüs konsantrasyonu artarak hastalıkların bulaşma riski ve hızı artmakta, insanlardan, eşyalardan ve yapı malzemelerinden yayılan

koku ve gazlar, sigara dumanı ve toz oluşumu gibi olumsuz etkiler sonucunda iç hava kalitesi çok düşerek sağlıklı bir ortam oluşmaktadır. Sonuçta içinde yaşayan insanların verimliliklerinin düştüğü, sürekli baş ağrısı, yorgunluk, uyku hali gibi rahatsızlıklar yaşadıkları ve yaz ortasında grip salgınına yakalandıkları "hasta binalar"daki temel problem havalandırma yetersizliğidir.

Binalarda havalandırma iklim ve mevsim şartlarından bağımsız olarak yani ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarından da önce gelen 12 ay boyunca süren en birincil ihtiyaçtır. İşte kanal tipi cihazların en büyük avantajı bu özelliğe sahip olmalarıdır. Çünkü bu cihazlar dışarıdan aldıkları taze havayı filtre edip (tozdan arındırıp); kışın ısıtarak, yazın ise soğutarak en iyi konfor şartlarında ortama vermekte ve böylece soğutma için zaten kullanılan klima sistemi ile havalandırmayı da gerçekleştirmektedirler. En iyi konfor en ucuz maliyetle bu sayede sağlanabilmektedir.

Havalandırma yeteneğinin yanında ortamda havanın homojen dağıtılabilmesi, sessizlik, iç ünitenin komşu hacimlere konularak servis işlemlerinin yaşam mahalli dışında gerçekleştirilmesi, yüksek kapasite, uzun ömür, iç-dış ünite montaj mesafesinin uzunluğu ve opti-

Karşılaştırma Kriteri	Goodman Kanal Tipi Split Klima	Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi
Kapasite Aralığı	24.000 Btu/h.. 140.000 Btu/h	55.000....155.000 Btu/h
Heat - Pump	Var.	Var.
Havalandırma ve Taze Hava Verebilme Yeteneği	İstenilen oranda taze hava alma imkanı vardır. Ortamdaki havalandırmayı sağlar ve iç hava kalitesini artırır. İçeriye taze hava aldığı için ortamda pozitif basınç yaratır. Toz girmesini önler. Havalandırma 12 ay kullanıldığından soğutmadan daha önce gelen bir ihtiyaçtır.	Taze hava verebilecek sistem ayrıca kurulmalıdır.
Defrost Anında Konfor	Defrost anında elektrikli ısıtıcılar kısa süreli devreye girerler ve cihaz sıcak üflemeyle devam eder.	Defrost anında genellikle soğuk hava üflenir.
Konfor (Isıl Konfor) (Ses) (Havalandırma)	Hava yukarıdan çok noktadan dağıtıldığından, ortama homojen olarak yayılır ve ideal konfor sağlanır. Odanın her tarafında sıcaklık aynıdır. Kullanılan odalarda (doğru kanal sistemi ve cihaz montajı yapılırsa) gürültü olmaz. Taze hava verildiği için ortamdaki iç hava kalitesi çok iyidir.	Hava genelde tek noktadan üflendiği için, ortamda homojen sıcaklık dağılımı sağlanmaz. Ortamda özellikle iç ünitenin karşısında hava hareketi oluşması rahatsız edicidir. Oda içinde farklı (düşük ve yüksek) sıcaklık bölgeleri oluşur. İç ünitenin fan sesi oda içinde duyulur. Havalandırma, taze hava alma için ayrı sistem kurulmalıdır.
Elektrikli Isıtıcı Takviyesi	Isıtma yükü heat-pump kapasitesini geçtiğinde elektrikli ısıtıcı hemen devreye girer ve konfor bozulmaz. İlave ısıtma kapasitesi sağlar, heat pump yedek ısıtma alternatifidir.	Yok.
Egzoz	Harici olarak veya dönüş kanalı üzerinden egzoz yapılabilir. Ortam verilen taze hava sayesinde pozitif basınçta olduğu için egzoz esnasında basınç dengesi kurulur. Ortama şartlanmamış ve tozlu hava girişi olmaz.	Harici egzoz için ayrı bir sistem kurulması gereklidir. Taze hava almak için ilave bir sistem yoksa, egzoz esnasında ortamda negatif basınç olacağından ortama şartlanmamış ve tozlu hava girer.
Mimari Estetik Görünüş ve Yer Kaybı	Cihazın iç ünitesi için taze hava kanal bağlantılarının yapılabileceği uygun bir yere ihtiyaç vardır.(Taze hava girişi isteniyorsa) Hava kanallarının gizlenmesi için kısmi veya tam asma tavana ihtiyaç duyulabilir. Cihazın iç ünitesi ortamda yere monte edilip bir dolap içinde gizlenebildiği gibi asma tavan boşluğu yeterli ise, asma tavan içine yatay olarak da monte edilebilir. Böylece yer kaybı minimuma indirilir. İç ünitelerin mutlaka kullanılacak odalara yerleştirilme zorunluluğu yoktur. Başka hacimlere monte edilip hava kanalları ile irtibatlandırılabilir. Kanal tipi klima mimari ve estetik görünüş açısından en uygun çözümdür denilebilir. Dış ünite sayısı azdır ve montaj mesafesi uzunluğunun sağladığı avantajdan dolayı rahatlıkla gizlenebilir. Görüntü kirliliği yaratmaz. Üfleme ve emişler anemostat ve menfezler ile yapıldığından, yıllar sonra bile estetik görünümünü korurlar veya boyanabilirler.	İç ünitesi duvara, döşemeye veya tavana kolayca monte edilebilir. İç üniteler kullanılan odalara monte edildiğinden, bakır borular ve drenaj borusunu gizlemek için dekoratif önlem almak gereklidir. Her odadaki drenaj borusunun toplanıp drenaj sistemine bağlanması gerekir. Dış ünite sayısı azdır ve montaj mesafesi uzunluğunun sağladığı avantajdan dolayı rahatlıkla gizlenebilir. Görüntü kirliliği yaratmaz. Estetik görünümüleri 3-4 yıl ile sınırlıdır. Günümüzde giderek incelen ve tip değiştiren iç ünitelerin ön kapakları bir kaç yıl içerisinde kullanıldıkları odaların içinde solmuş eski ve kaba bir görünüm oluşturur.

Tablo 12.5. GOODMAN KANAL TİPİ SPLIT KLİMA CİHAZLAR İLE DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

mum maliyet kanal tipi klimaların diğer önemli avantajlarıdır. Kanal tipi klimalar, Sadece Soğuk veya Sıcak-Soğuk (Heat-Pump) olmak üzere 2 tiptir. **Tablo 12.6 ve 12.7**'de sırasıyla, sadece soğutma tipi ve heat pump tipi Goodman kanallı split klima sistemlerinin kapasite tabloları verilmiştir.

12.2.1. Kanal Tipi Split Klima Cihazları Yer Seçimleri, Yerleşimleri ve Montajı

1. Kanal Tipi Dış Üniteler

Dış ünite serpantinleri üzerinden hava sirkülasyonu rahat sağlanma-

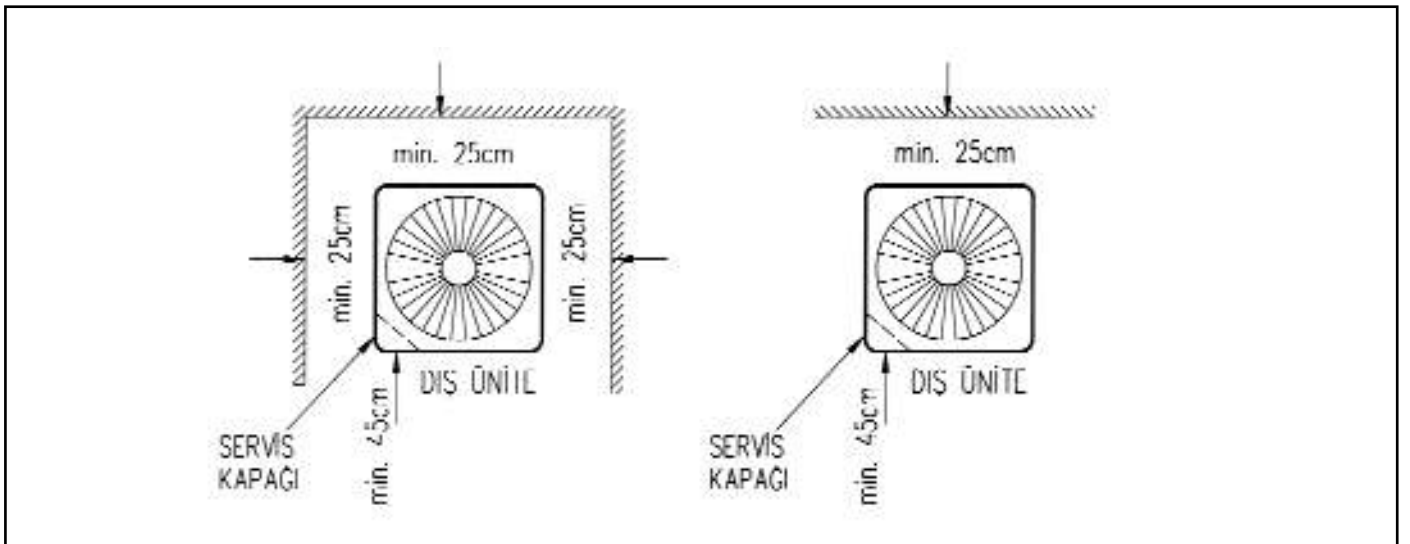
Model	Nominal kapasite Btu/h.	Soğutma kapasitesi Btu/h.
A24-00-2/HDCF24-2/T8400	24.000	26.000
A36-36-00-/CKF36-5/T8400	36.000	38.100
A48-00-2/CKF48-5/T8400	50.000	46.100
A60-00-2/CKF60-5/T8400	60.000	63.600
A60-00-2/CKF70-5/T8400	75.000	73.200
A90-00-2/CE90-5/T8400	100.000	103.960
A120-00-2/CE120-5/T8400	140.000	135.120

Tablo 12.6. SADECE SOĞUTMA YAPAN KANAL TİPİ KLİMA KAPASİTE TABLOSU

lıdır. Dış ünitenin attığı havayı tekrar emmesi cihaz kapasitesini oldukça düşürdüğü gibi cihazın yüksek basınç sensörünün atmasına da neden olabilir. Aynı zamanda üniteye kolayca servis yapılabilecek ve ulaşılacak bir biçimde yerleşim yapılmalıdır. Goodman cihazlarda, kondenser havası dış üniteye üç taraftan girer ve hava üstten yukarıya doğru dik olarak atılır. Elektrik ve soğutucu akışkan borusu bağlantıları ünitenin sağ tarafındadır. En yaygın uygulamada ünite gerideki bir duvardan 25 cm. açıktır yerleştirilir. Duvara yakın yerleşim boru ve kablo kullanımını azaltır, çarpmaları en aza indirir.

Model	Nominal kapasite Btu/h.	Soğutma kapasitesi Btu/h.	Isıtma kapasitesi Btu/h.
A24-00-2/CPKF24-2/T8411	24.000	26.000	23.000
A36-00-2/CPKF36-5/T8411	36.000	37.800	32.000
A48-00-2/CPKF42-5/T8411	50.000	47.200	40.000
A48-00-2/CPKF48-5/T8411	55.000	55.500	48.000
A60-00-2/CPKF60-5/T8411	60.000	61.400	53.000
A60-00-2/CPKF61-5/T8411	70.000	68.400	60.000
A120-00-2/CPKF48-5X2/T8624	110.000	111.000	96.000
A120-00-2/CPKF60-5X2/T8624	120.000	122.800	106.000
A120-00-2/CPKF61-5X2/T8624	140.000	136.800	120.000

Tablo 12.7. HEAT PUMP (SICAK-SOĞUK) KANAL TİPİ KLİMA KAPASİTE TABLOSU



Şekil 12.8. ISISAN GOODMAN KANAL TİPİ SPLIT KLİMA DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ

Eğer daha dar yerlerde yerleşim gerekli ise yanlardan en az 25 cm. mesafe olmalıdır. Servis için yaklaşım alanında en az 45 cm. mesafe bulunmalıdır (Şekil 12.8). Üst taraf ise tamamen serbest olmalıdır. Eğer cihaz bir çıkıntının altına yerleştirilmişse çıkıntı ile cihaz üst yüzeyi arasında en az 1 metre mesafe olmalıdır (Şekil 12.9).

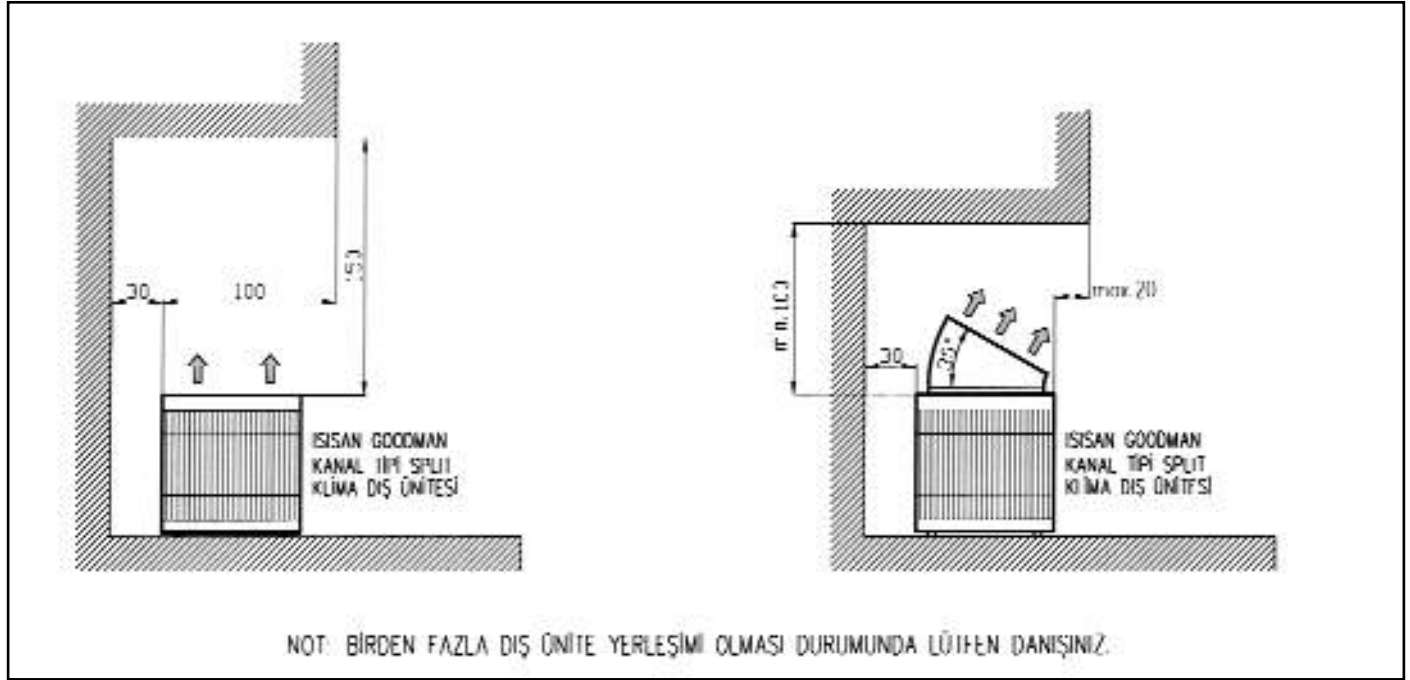
Kondens ünitesi (dış ünite) beton bir kaide üzerine tam yatay olacak şekilde monte edilmelidir. Su basma tehlikesi olacak yerlere dış ünite monte edilmemelidir. Çatı üstü uygulamalarında ise çatı konstrüksiyonunun üniteyi taşımaya (ağırlık açısından) yeterli olduğundan emin olunmalıdır. Çatı üstü uygulamalarda su yalıtımı ve ses ve titreşim yalıtımı özellikle ele alınmalıdır.

Dış üniteler yeterli hava alış-verişi sağlandığı takdirde kısmen bina içerisine (balkon, dış cephesi olan şaft vb.) monte edilebilirler.

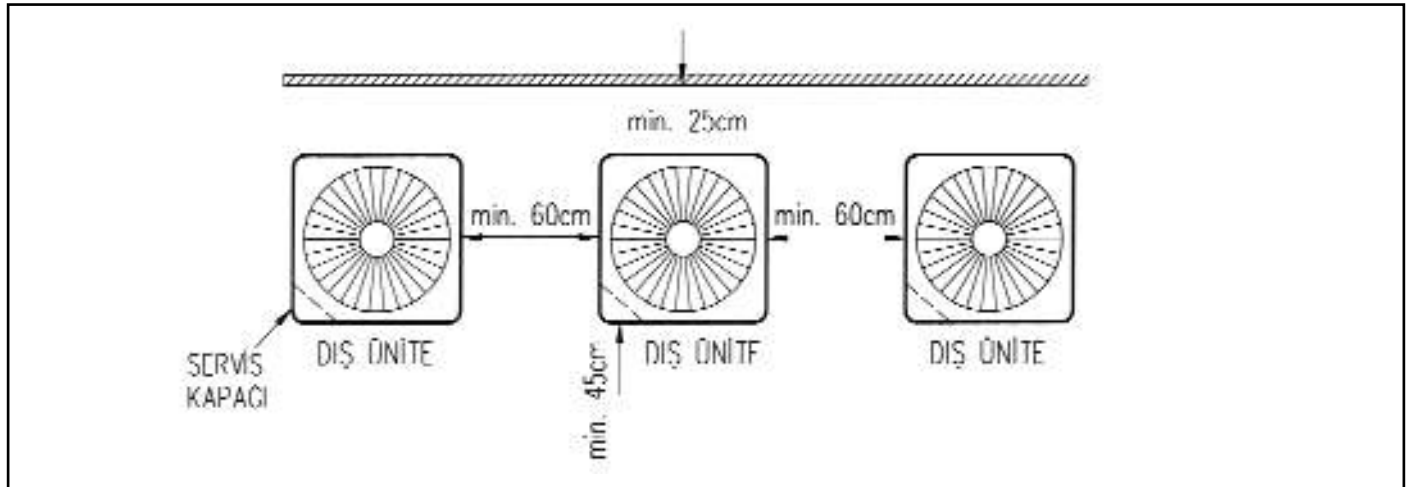
Heat-pump ünitelerde yoğunlaşma olacağı düşünülüp zemine bir gider oluşturulmalıdır. Dış ünitenin bina cephesine asılması gibi özel hallerde, ünitenin drenajı olan bir platform yapılarak bunun üzerine konması gerekir.

Montaj esnasında dış ünitenin ses etkisi göz önünde bulundurularak, cihazları pencere önlerinden, titreşim ve gürültünün kolaylıkla iletebileceği ortamlardan uzak tutmaya gayret edilmelidir.

Çatı ve teras montajlarında cihaz ağırlığı dengelenmesi ve titreşim iletiminin en az düzeye indirilmesi amacıyla lastik takoz üzerine



Şekil 12.9. ATIŞ ALANI KAPALI YANLARI AÇIK DIŞ ORTAMLARA DIŞ ÜNİTE MONTAJI



Şekil 12.10. ISISAN GOODMAN KANAL TİPİ SPLIT KLİMA DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ (ÜSTTEN GÖRÜNÜŞÜ)

konulmalıdır.

Soğutucu akışkan boruları bakır olmalıdır. Boru çapları iç dış üniteler arası mesafeye bağlı olarak ilgili firma kataloglarında genellikle belirtilir. Boruların montaj öncesinde ve montaj sırasında kuru ve temiz tutulmasına çok dikkat edilmeli ve bağlantıya hazır hale getirilmeden uçlarındaki tapalar çıkarılmamalıdır.

2. Kanal Tipi İç Üniteler

İç ünite yerinin belirlenmesi;

İç ünite yerinin belirlenmesinde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır.

a- Dönüş kanalı çekilecek cihazlar oturma yüzeyi olarak daha fazla yere ihtiyaç duyduklarından cihazın montaj noktası genelde bir bodrum katı, çatı arası, arşiv, depo vb. olabilir.

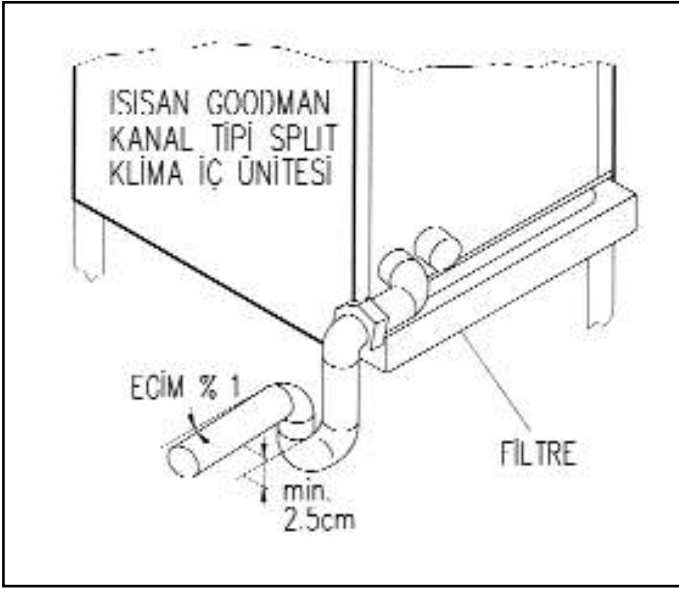
b- Cihazın konulacağı yerde veya yakınında drenaj suyunun bağlanabileceği bir su gideri bulunmalıdır.

Drenaj hatları gidere doğru en az %1'lik bir eğim ile bağlanmalı-

dır. Ayrıca giderden koku gelmesini ve drenaj tavasındaki suyun fan tarafından emilmesini engellemek amacıyla cihaz drenaj çıkışında en az 2,5 cm. derinliğinde bir sifon oluşturulmalıdır (Şekil 12.11). Özellikle asma tavan montajlarında drenaj hattı eğimine dikkat edilmelidir. Özellikle su giderinin üst kotta olmasından dolayı kullanılması gerekebilecek drenaj pompaları bakım ve kontrol gerektirdiğinden işletme giderleri fazladır. Mecbur kalmadıkça bu çözüm tercih edilmemelidir.

c- İç üniteler dik, sağa yatık, sola yatık veya baş aşağı şekilde monte edilebilirler (Şekil 12.12). Ünitelerin sola yatık ve baş aşağıya montajlarında evaporatörün yönü değiştirilmelidir.

d- Taze hava bağlantısını en kolay yapabileceğimiz veya taze hava kanalını kolayca çekebileceğimiz noktalar seçilmelidir. Bir dış duvara yapışık yerleştirilen iç ünitelere, alt kotta duvara takılmış bir damperli panjur vasıtası ile taze hava alınabilir. Taze havanın iç üniteye kanal ile getirilmesi durumunda mesafe 1-2 mt. den fazla

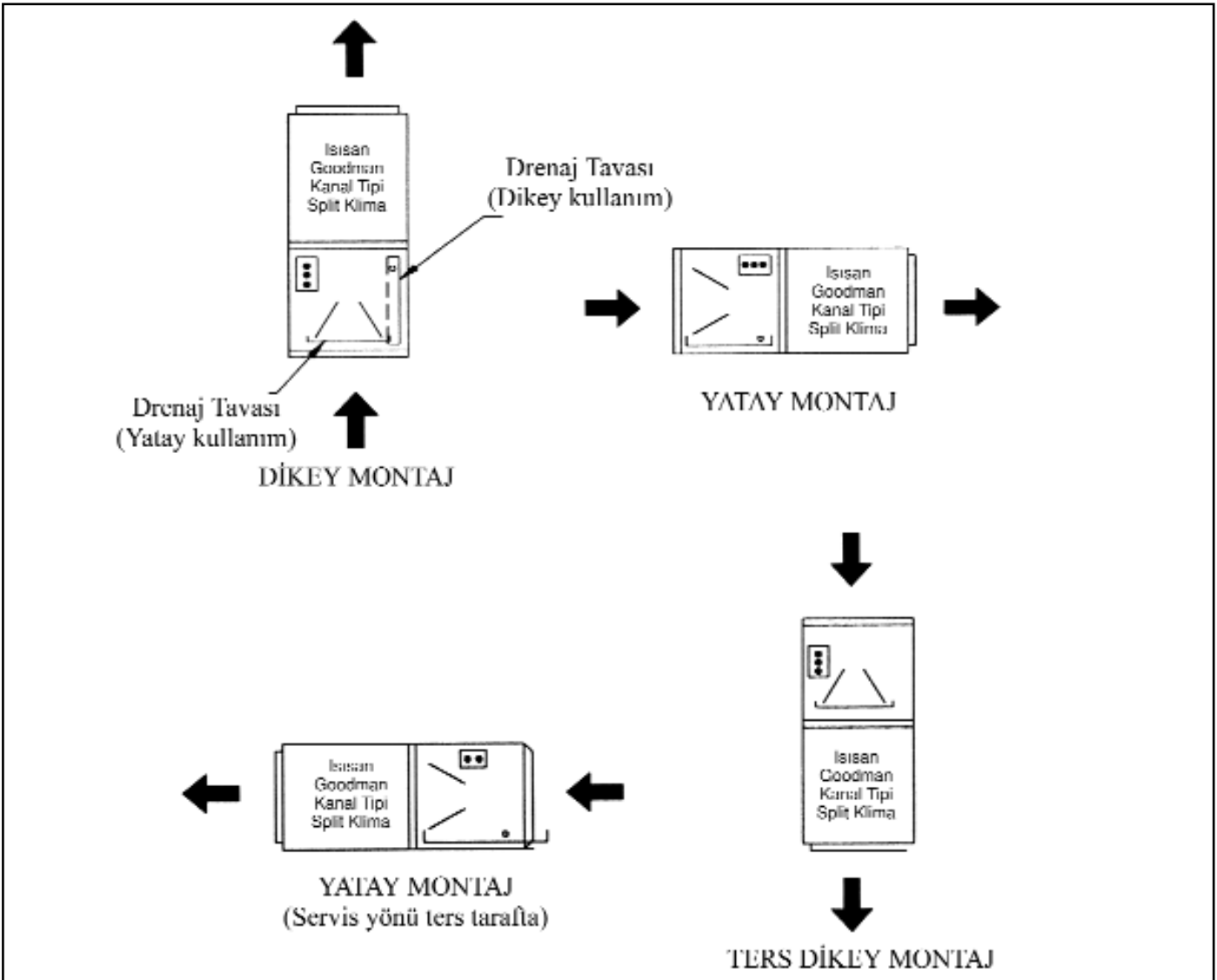


Şekil 12.11. DRENAJ BAĞLANTISI

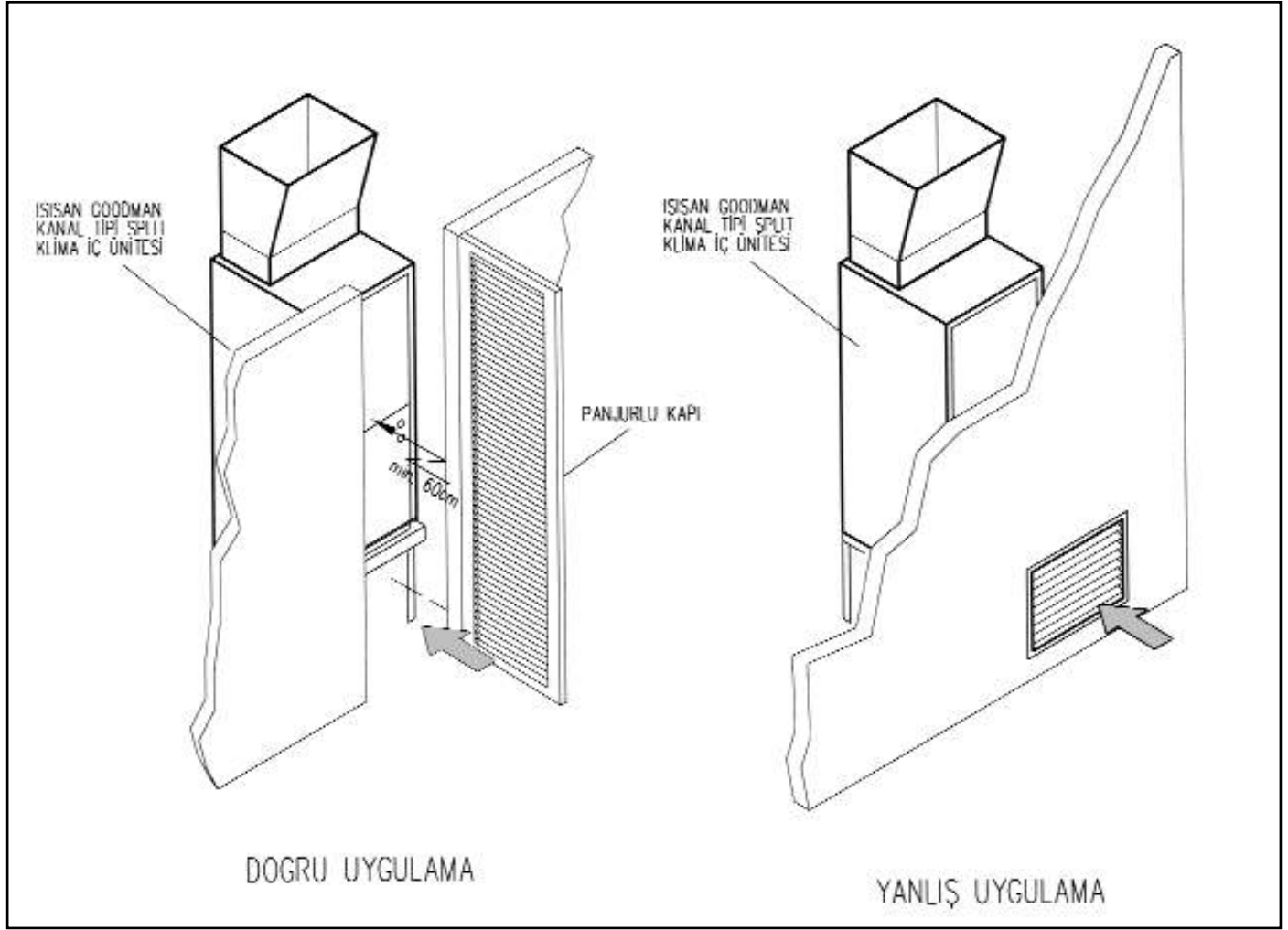
- ise araya mutlaka hız anahtarı ile kontrol edilen bir takviye fanı konulmalıdır. İsisan Aero-flo tipi fanlar bu iş için idealdir. Hız anahtarı ile taze hava debilerini ayarlamak mümkün olacaktır.
- e- İç ünite ve dış ünite arasındaki mesafe mümkün olduğu kadar kısa tutulmalıdır. Bu montaj maliyetini düşürdüğü gibi, ileride bakır borularda oluşabilecek servis problemlerinin de daha hızlı ve çabuk halledilmesini sağlar.
- f- Ünite aşırı rutubetli ortamlara yerleştirilmemelidir.
- g- Kolay servis verilebilecek noktalar seçilmelidir. Servis ve çalışma işlemlerinin tümü için cihazın ön kısmı mutlak suretle açık ve müdahale edilebilir durumda olmalıdır. Servis için minimum mesafe 60 cm.'dir. İç üniteler, ön tarafında bulunan tüm kapakların filtrenin kolayca açılıp rahatça çıkartılabileceği tarzda yerleştirilmelidir. Alçıpan duvar ile örtülmüş ve sadece filtrenin çıkarılabileceği kadar bir menfez bırakılmış uygulamalar doğru değildir (Şekil 12.13).

Servis kapakları açıldığında, Şekil 12.13'deki doğru uygulamada olduğu gibi;

- Kanal bağlantılarındaki damperlere (var ise) ulaşılmalı,



Şekil 12.12. İÇ ÜNİTENİN YATAY VE DİKEY MONTAJI



Şekil 12.13. İÇ ÜNİTE YERLEŞİMİ

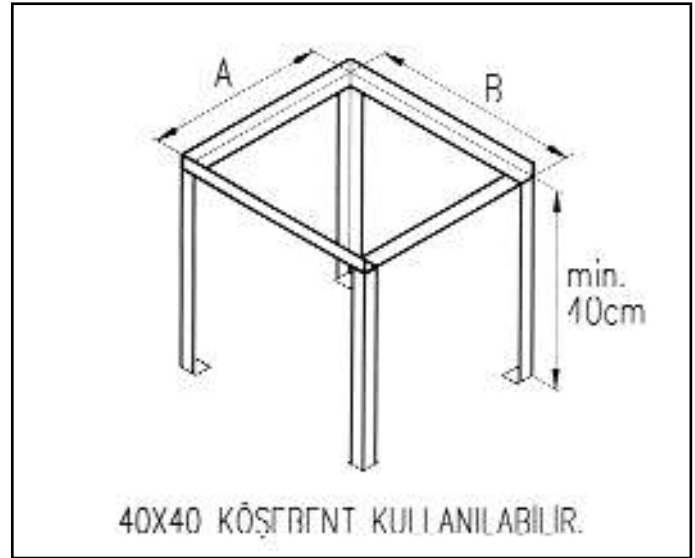
- Filtresi rahatça çıkartılıp, takılabilmeli
- Cihaz ön kapakları rahatça çıkartılıp, takılabilmeli
- Taze hava kanalı ve damperine ulaşılabilmesi
- Cihazın drenaj ve elektrik bağlantılarına rahatça ulaşılabilmesidir.

h- İç üniteler mümkün olduğunca mutfak, tuvalet veya banyo asma tavanı, tuvalet holü, yakıt deposunun olduğu kazan dairelerine monte edilmemelidir. Ortamda oluşabilecek kokular yaşam mahallerine taşınabilir. İç üniteler gerekli önlemler alınmadığı sürece atmosfere açık alanlara monte edilmemelidirler. Bu alanlarda ancak çatı tipi paket cihazlar kullanılabilir.

İç ünite montaj şekilleri;

a) Dikey serbest emişli sistemlerde montaj şekilleri;

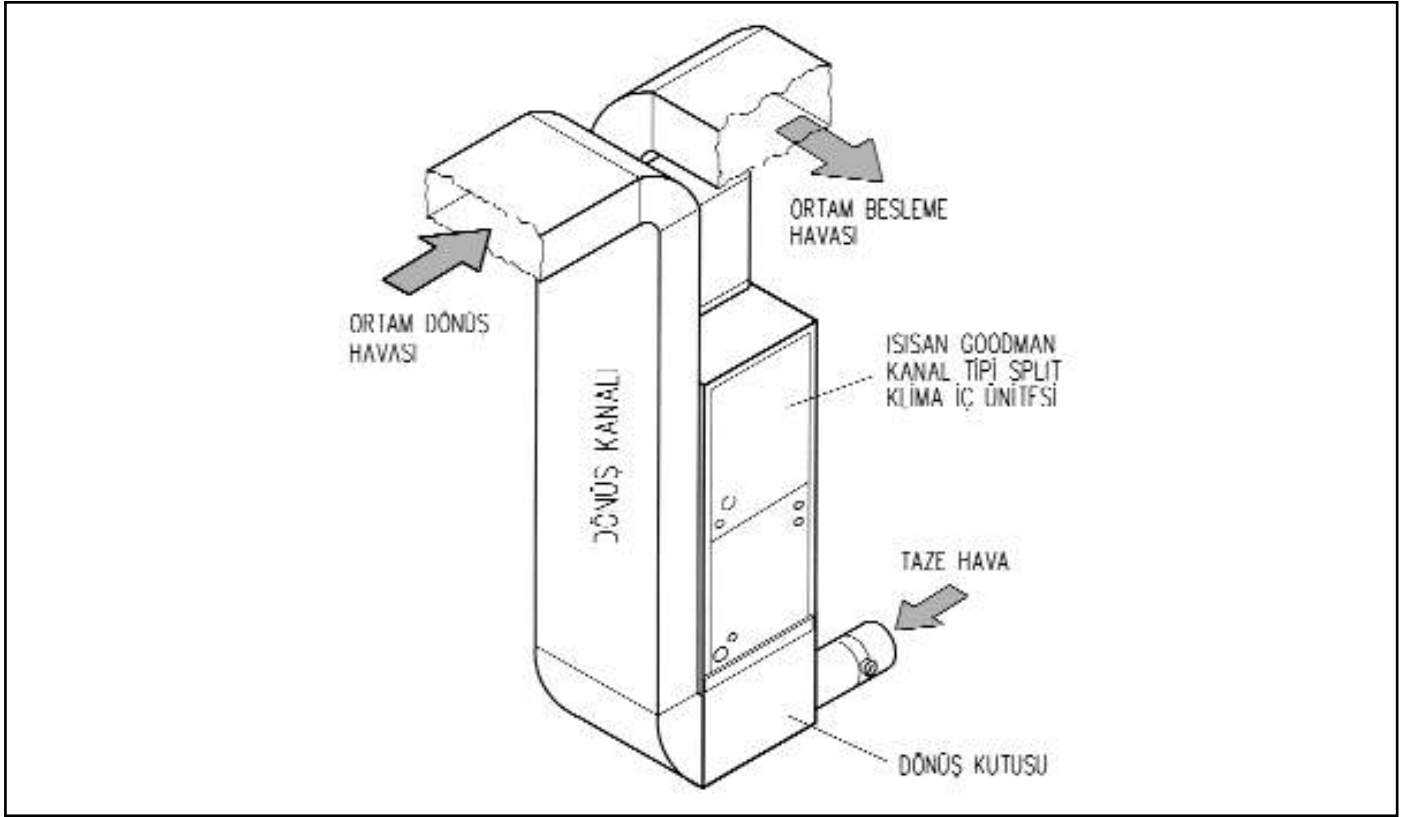
İç ünite 30x30 veya 40x40 köşebentten imal edilen sehpa üzerine monte edilir. İmalatta dikkat edilecek husus cihazın ön tarafındaki profilin ters olarak kaynak yapılmasıdır. Böylelikle filtrenin sökülüp takılması engellenmemiş olur. Cihaz alt oturma yüzeyinin oturacağı ölçülerde imal edilen konstrüksiyonların yükseklikleri rahat emiş için minimum 40 cm olmalıdır. Konstrüksiyon iki kat antipas ile boyanmalıdır. Konstrüksiyon üstündeki cihaz oturma yüzeylerinin kauçuk veya benzeri türden yumuşak bir malzeme ile kaplanmasında fayda vardır (Şekil 12.14).



Şekil 12.14. İÇ ÜNİTE KAİDESİ

b) Dikey dönüş kanallı sistemlerde montaj:

İç ünite, galvaniz sacdan yapılan bir kutu (emiş plenumu) üzerine oturtulabilir (Şekil 12.15). Bu kutunun üst yüzeyinde cihaz



Şekil 12.15. DÖNÜŞ KANALI UYGULAMASI

oturma boşluğu bırakıldıktan sonra, kutunun iç yüzeylerinin akustik izolasyon malzemesi ile kaplanmasıyla ses izolasyonu da sağlanmış olur. Bir önceki kısımda bahsedilen serbest emişli dikey monte edilen iç ünitelerde sehpa yerine bu tarzda bir emiş kutusunun kullanılması durumunda daha düşük ses seviyeleri sağlanır.

c) Yatay, tavan arası serbest emişli montaj;

Bu uygulamada iç ünite, rotlar ile tutturulan iki adet perfore U veya L profil üzerine oturtulmalıdır (Şekil 12.16). Yan drenaj tavası yere paralel olacak ve altta kalacak şekilde montaj yapılmalıdır. Ayrıca asma tavan arasında filtrenin çıkartılıp takılmasını engelleyecek herhangi bir engelin olmamasına dikkat edilmelidir. Titreşim oluşabileceği göz önüne alınıp profillerin üzerine titreşim sönmüleyici malzemeler monte edilmelidir. Drenaj giderinin sağlıklı çalışması için gerekli eğimler sağlanmalıdır. Cihaz montajında, cihaza servis verilebileceği gözönüne alınarak gerekli müdahale kapakları düşünülmelidir (min. 60x60 cm). Karolaj uygulamaları bu yüzden tercih edilmelidir. Cihaz bakır boru ve drenaj bağlantılarının, filtre değişimi ve servis kapaklarının açılmasına engel olmamasına dikkat edilmelidir.

d) Yatay tavan arası dönüş kanal bağlantılı montaj;

“c” maddesindeki açıklamalara ilaveten dönüş kanalının, servis kapakları ve filtre değişimine engel olmamasına dikkat edilmelidir.

e) İç ünitenin ters olarak (başşağı) montajı;

Özellikle iç ünitenin bir üst kata monte edildiği uygulamalarda kullanılan montaj şeklidir. Montaj için cihazın evaporatörü sökülerek ters olarak takılır. Bu durumda evaporatör filtre kasetini de geçerek dışarıya taşıma yapar. Bundan dolayı cihaz filtresi için

ayrı bir kaset yapmak gerekir (Şekil 12.17). Bu montajın en büyük avantajı minimum kanal direnci ve ses seviyesidir. Her türlü montajda cihaz çevresinde bırakılacak boşluklara uyulmalıdır.

Yüksek binalar için uzun bakır boru tesisatı uygulamaları:

Yağın geri dönüş problemi, yüksek soğutucu akışkan şarjları, düşük yüklerde çalışma ve buna benzer problemlerden dolayı bu tip tesisatlar özel dikkat gerektirmektedirler. Her katı 3 m. ve toplam 15 kata kadar olan binalarda; dış ünite çatıya, iç ünite de aşağıda klimatize edilen ortama konulabilir.

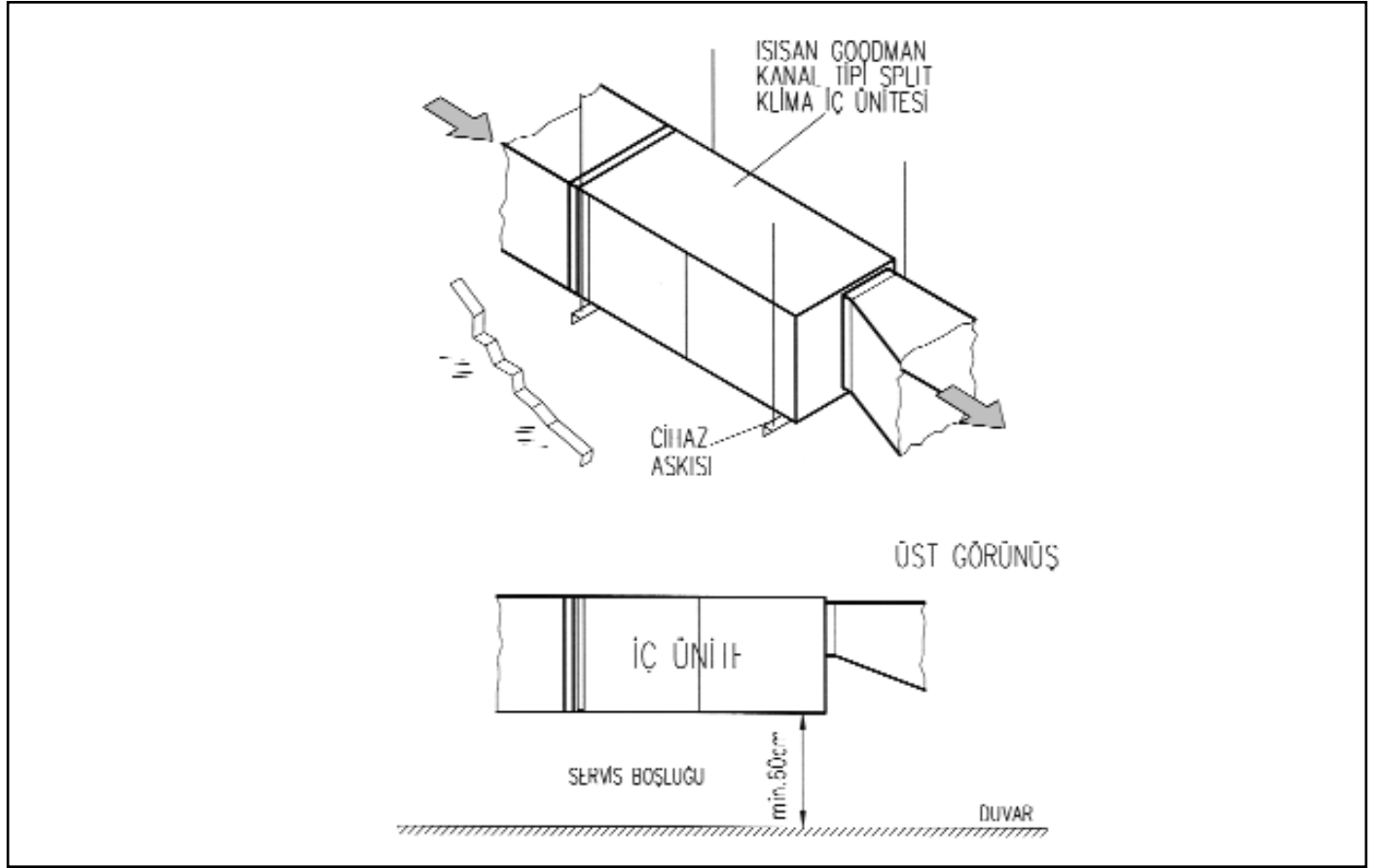
Yüksek Tesisatlarda Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

1. 15 m.'yi geçen her 15 m. mesafe için sisteme yaklaşık 28 gr. yağ eklenmelidir.
2. 90 derece dirsek ve fittings sayısı minimize edilmelidir. Buhar hattındaki basınç düşümünü minimuma indirebilmek için sadece büyük radyuslu 90 derece fittings kullanılmalıdır.
3. Buhar hattı üzerine, hemen iç ünite çıkışına veya çatıya doğru çıkış başlangıç noktasına bir yağ kapanı konulmalıdır.
4. Tüm kompresörler karter ısıtıcısına sahip olmalıdır.
5. Tüm üniteler üzerinde geciktirici röle, kısa devre oluşmasını önlemek için bulunmalıdır.

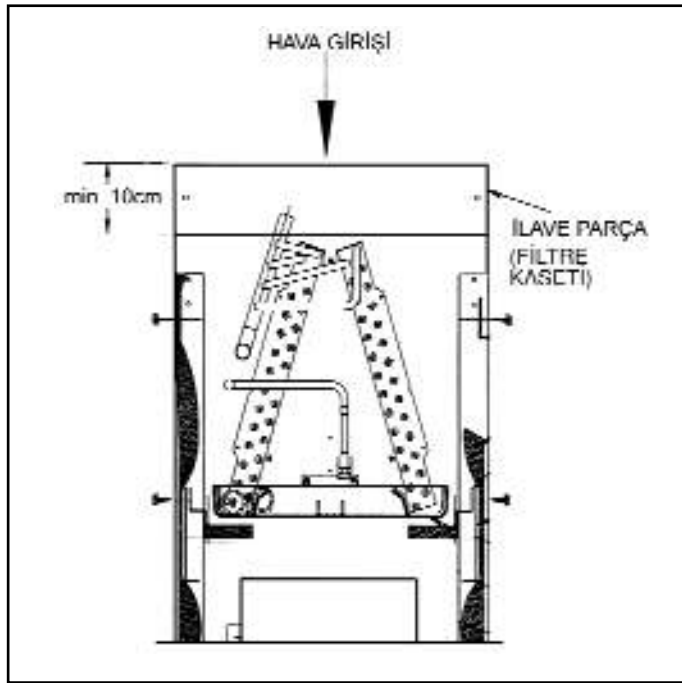
Oda Termostatı Yerleşimi

Termostat ısıtma ya da soğutma ünitesinin çalışmasını kontrol eden bir cihazdır. Termostat oda içindeki sıcaklığı hisseder ve ayarlanan sıcaklıkta sabit tutulmasını temin eder. Oda termostatı merkezi bir yerde olmalı ve sıcaklık ve radyasyondan etkilenecek bir yerde olmamalıdır. Termostat yılda bir kez temizlenmelidir.

- Oda termostatı direkt güneş ışığı almayacak bir yere yerleştirilmelidir.



Şekil 12.16. İÇ ÜNİTENİN YATAY OLARAK ASMA TAVAN İÇERİSİNE MONTAJI



Şekil 12.17. İÇ ÜNİTE TERS MONTAJI

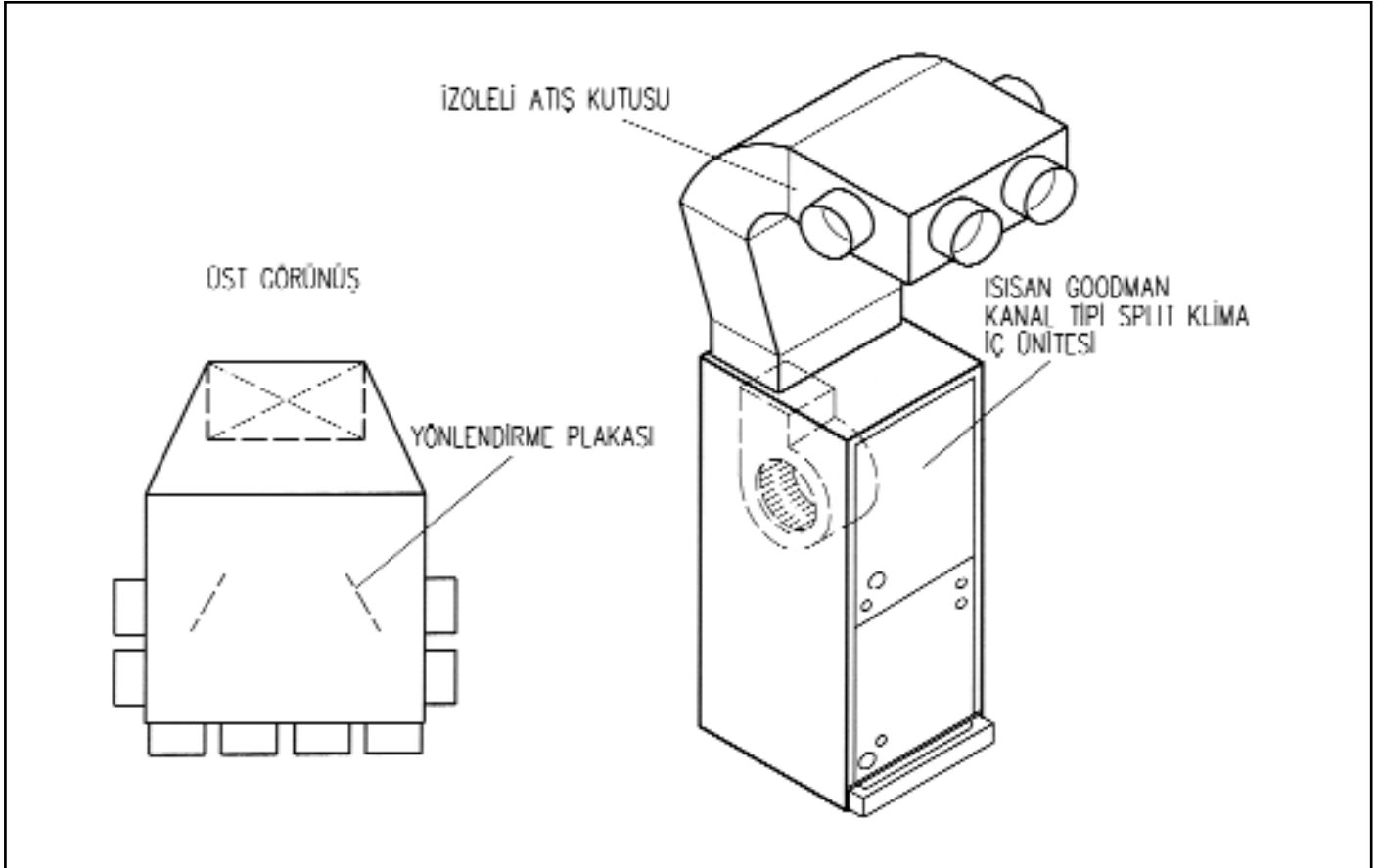
- Herhangi bir ısı kaynağından etkilenmemelidir (radyatör, direkt güneş ışığı, dış duvar vb.).
- Yerden en az 1,5 m. yükseğe ve yere paralel bir şekilde montaj ya-

pılmalıdır.

- Oda termostadı kolaylıkla müdahale edilebilecek bir yere monte edilmelidir.

12.2.2. Hava Kanalı Montajı

- 1-Asma tavan içersinde yeterli yükseklik varsa, hava kanalları asma tavan boşluğu içinden dağıtılır. Sızdırmaz contalı yuvarlak hava kanalları idealdir.
- 2- Asma tavan içindeki yüksekliğin az olduğu yerlerde :
 - a- İç ünite üzerine dağıtım kutusu yapılır.
 - b- Her iki anemostada bir çıkış veya her anemostada bir hava kanalı çıkışı yapılır.
 - c- Hava damperleri dağıtım kutusu çıkışına monte edilerek odalara girmeden hava ayarı yapılabilir.
 - d- Anemostat ve menfezler dampersiz seçilebilir.
 - e- Damperli menfez ve anemostatlar için daha fazla asma tavan boşluğu ihtiyacı ortadan kalkar.
 - f- Hava dağıtım contalı fittingsler kullanılan contalı yuvarlak hava kanalları ve fleksibil hava kanalları ile yapılabilir.
 - g- İzoleli fleksibil hava kanallarının ses yutucu özelliği vardır ve fiyatı daha ucuzdur.
- 3- Komple asma tavan yapılamayan yerler için Alternatif çözümler:
 - a- Cam kenarlarında kısmi asma tavan boşluğu yaratılabilir.
 - b- Ofislerde merdiven önü ve koridorlarda asma tavan yapılıp hava kanalı montajı yapılır. Odalara kapı üzerinden veya duvardan üst kottan hava üflenir veya cam önünde kısmi asma ta-



Şekil 12.18.

van ya da dekoratif kısmi tavanlar oluşturularak hava kanalı dağıtımı yapılır. Modern binalarda yapı mimarının dizayn yaklaşımına uyarsa, yuvarlak hava kanalları istenilen renge boyanarak açıkta kullanılabilir.

c- Apartman dairelerinde iç ünite koridor üzerinde bir dolabın içine yerleştirilip hava kanalları koridor tavanından dağıtılır. Odalara kapı üzerinden veya duvardan üst seviyeden hava üflenir.

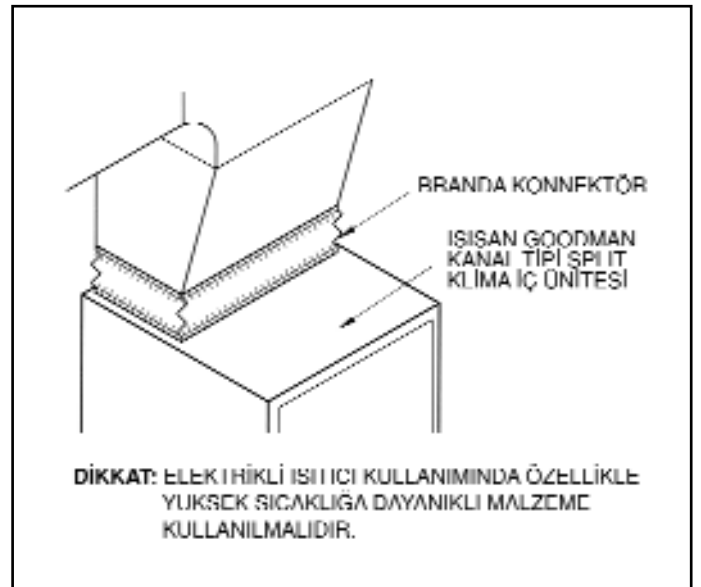
d- Villalarda

Yatak odası katlarının klima cihazı iç ünitesi, çatı arasındaki kullanılmayan boşluğa yatay olarak yerleştirilir. Hava kanalları çatı arasındaki boşluktan yatay olarak monte edilir. Alt kattaki yatak odalarının tavanı delinip, anemostat ve menfezler yerleştirilir. Yatak odalarına şartlandırılmış hava verilir ve alınır. Asma tavan ihtiyacı da oluşmaz. Aynı cihaz veya başka bir cihaz çatı arasındaki hacimlere de hava verir.

Salon ve giriş katının klima cihazı aynı katta dolap içine veya bodrum kata yerleştirilip, havanın kanallı dağıtımı için çözümler üretilebilir.

Kanal Tipi Klimalarda İç Ünite Üzerine Dağıtım Kutuları Yapımı

Asma tavan içinde yüksekliğin az olduğu (20-25 cm mertebelerinde) yerlerde çoklu kanal uygulaması, iç ünite üzerine monte edilen ve çok sayıda yuvarlak kesitli hava kanal bağlantısı bulunan, içi akustik ses izoleli kutular ile yapılabilmektedir (Şekil 12.18). Montajda kutu ile iç ünite arasında branda bağlantı kullanılmalı, kutu çubuklarla tavana ayrıca sabitlenmelidir (Şekil 12.19). Kutu üzerine monte edilecek damperler yardımı ile her kanalın debisi kolaylıkla



DİKKAT: ELEKTRİK Lİ İSİTİCİ KULLANIMINDA ÖZELLİKLE YÜKSEK SICAKLIĞA DAYANIKLI MALZEME KULLANILMALIDIR.

Şekil 12.19. İÇ ÜNİTE KANAL BAĞLANTISI

ayarlanabilir. Uzun hatların kutunun ön tarafından beslenmesi sistem verimini artırdığı gibi reglaj imkanlarını da kolaylaştırır. Kutunun arka tarafı havanın rahat yönlenebilmesi için yuvarlatılmış olmalı ya da kutu içerisine yönlendiriciler monte edilmelidir. Kutunun büyüklüğüne ve hava dağıtım kanallarının sayısına göre kutu içerisine ilave yönlendiriciler konulmalıdır.

Kanalların izole edilmesi;

Soğutma yapılan kanallar mutlaka dıştan izole edilmelidir. İzolasyon kalınlığı enerji ekonomisi açısından önem taşır. Atmosfere açık alanlardan geçen kanalların izolasyonları mutlaka dış hava şartlarına dayanıklı ayrı bir malzeme ile kaplanmalıdır (alüminyum vb.). Kanal içerisine akustik özellikteki malzemelerin kaplanması özen gösterilmeli, bunların zamanla aşınmayacak özellikte olmasına dikkat edilmelidir. Ulaşılamayacak noktalara akustik izolasyon uygulaması yapılmamalıdır. Bu malzemeler zamanla kanaldan ayrılarak kanal içerisindeki hava sirkülasyonunu engelleyebilir. Ayrıca flanşlı ve sürgülü dikdörtgen kanallarda birleşme noktalarında sızdırmazlık için silikon kullanılmalıdır.

12.2.3. Kanal Tipi Klimalarda Fleksibil kanal (GoodmanFlex) kullanımı ve montajı

Kanal tipi klima sistemi ile yapılan tesisatlarda, a) yuvarlak sızdırmaz contalı ana kanaldan anemostatlarla, (anemostat, menfez ve lineer difüzörler) bağlantıda, b) çoklu kanal uygulamasında (24.000 Btu/h-180.000 Btu/h kapasite aralıklarında) tüm sistem her anemostada ayrı bir hat (veya iki anemostada bir hat) çekilmek suretiyle yapılabilir. Doğrudan dağıtım kanalı olarak fleksibil kanal (GoodmanFlex) kullanmak mümkündür. Bu sayede ilk yatırım, işçilik maliyeti, ses seviyesi azaltılmış, hızlı ve kolay bir montaj sağlanmış ve sisteme esneklik kazandırılmış olur. Fleks kanal bağlantısı **Şekil 12.20'de** görülmektedir.

1- İlk yatırım maliyeti

a. İzoleli ve izolesiz hava kanalları ile karşılaştırıldığında GoodmanFlex fiyatı çok daha ucuzdur. Ayrıca dirsek kullanılmaya ihtiyaç olmadığı için (GoodmanFlex kıvrılarak dirsek oluşturulur.), fittings maliyeti de çok düşüktür.

b. Kullanılmayan, artan malzeme başka yerlerde değerlendirilebilir.

2- İşçilik maliyetine etkisi

GoodmanFlex'in montajı herhangi bir kanala ve o kanala ait fittings malzemelerinin montajına göre daha kolay ve hızlı olduğu için işçilik maliyetini düşürür. Kısa sürede montaj bazen en önemli avantaj olarak da değerlendirilebilir.

3- Ses seviyesine etkisi

Diğer hava kanalı sistemlerinde ses (gürültü) önlemi için susturucular kullanılır ve akustik izolasyonlar yapılır. GoodmanFlex hava kanallarının ses yutucu özelliği olduğu için ayrıca akustik izolasyon vb. maliyetler oluşmaz.

4- Sistem esnekliğine etkisi

Herhangi bir kanal sisteminin uygulama aşamasında, kanallar üzerindeki bağlantı ağzlarının uygulayıcı tarafından yanlış açıldığı veya bu bağlantı ağzlarının açılmasından sonra binanın mimarisinde ve projesinde bir değişiklik olduğunu varsayalım. Bu uygulamalarda çok sık rastlanılan bir durumdur. Eğer sistemdeki ana kanallardan anemostatlarla olan bağlantılar projede GoodmanFlex ile yapılmadıysa, bağlantı ağzı açılan kanallar ilave kanal veya fittings kullanmak suretiyle projenin yeni haline uydurulmalıdır. Ayrıca önceki projeye göre üretilmiş olan malzemeleri başka bir hatta kullanma şansınız olmayabilir. Bunların tümü maliyeti ve montaj süresini artırıcı etkenlerdir.

GoodmanFlex Hava Kanalının Özellikleri

- 4''(ø102 mm), 5''(ø127 mm), 6''(ø152 mm), 7''(ø180 mm),

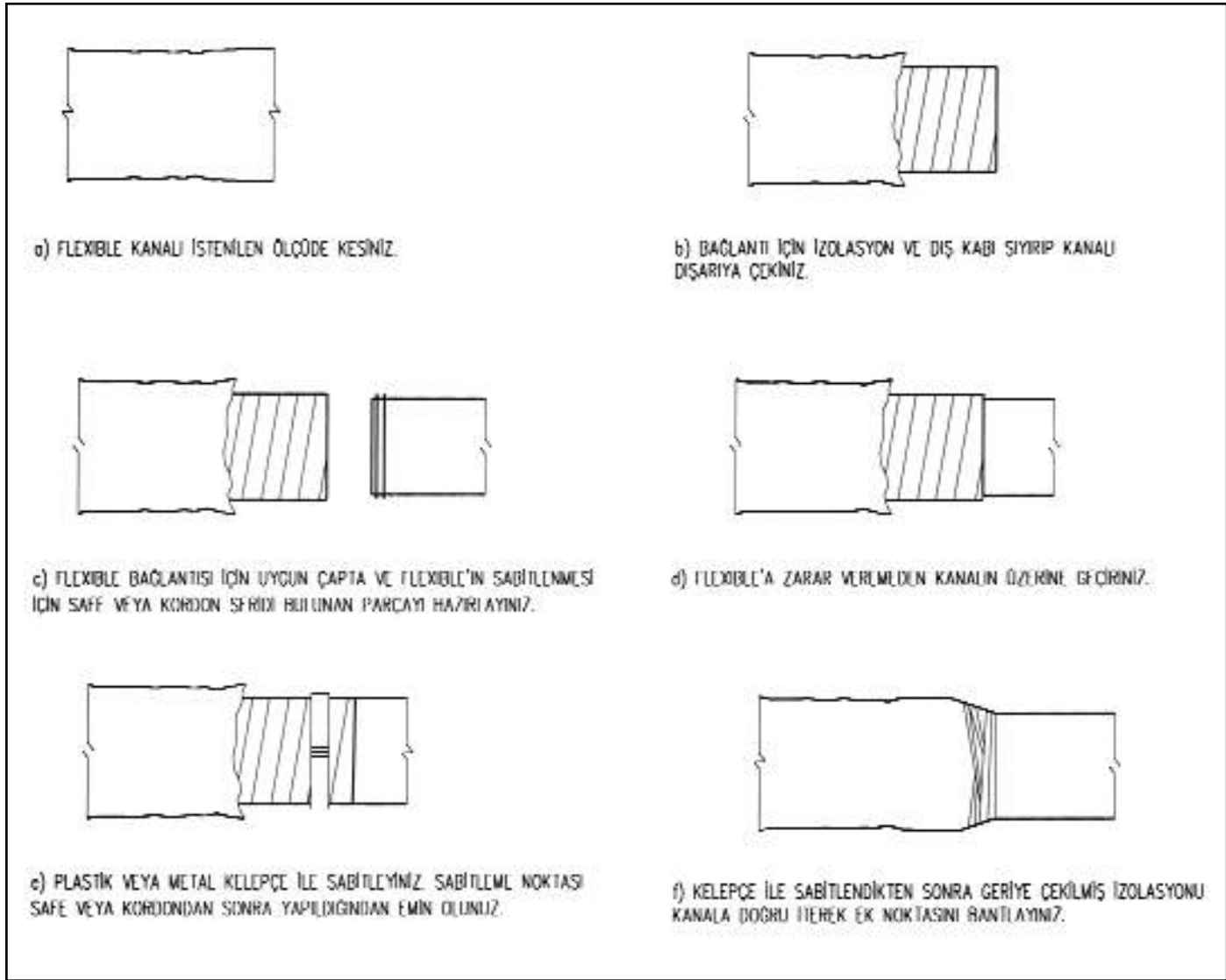
- 8''(ø203 mm), 9''(ø229 mm), 10''(ø254 mm), 12''(ø305 mm), 14''(ø355 mm) çaplarında standart olarak üretilirler,

- Ses sönümleyici özelliğe sahiptir,
- Pislik tutmaz.
- Sızdırmazdır.
- İç yüzeyi alüminyum folyodan yapılan hava kanallarında (alüminyum folyo yapıştırma olduğu için) hava kaçağı riski olduğu halde, GoodmanFlex hava kanalları monoblok (tek parçalı) imal edilirler ve hava kaçağı oluşmaz.
- Basınç kayıpları çok düşüktür.
- İzoleli ve izolesiz olarak üretilirler,
- İzolesiz kanallar özel polyester malzemeden imal edilmiştir,
- İzoleli kanalların iç çeperi özel polyester kaplı olup, arada 3 cm. camyünü izolasyon bulunmaktadır.
- İzolasyonun dış yüzeyi de alüminyum folyo ile bütünüyle kaplanmıştır.
- -30 °C/+120 °C sıcaklık aralığında kullanılırlar.
- GoodmanFlex kanallar NFPA 90A ve 90B (Amerikan Yangın Güvenlik Enstitüsü) standartlarına ve UL181 (Under Writes Laboratory) standartlarına uygundur. Genel olarak bütün flexible kanallarda yukarıda belirtilen yangın güvenlik standartlarına uygunluk sağlanmalıdır.
- Kanallar 148 °C'de alev almadan, yanmadan erimeye başlarlar. Erime sonucunda da zehirli gaz çıkartmaz.
- Tüm klima ve havalandırma tesisatlarında güvenle kullanılırlar. Fleks kanallar kolayca kesilip, parça parça kullanılabilir. Fleks kanallar yapısında bulunan çelik tellerden dolayı açık durumda durabilirler. Ancak özellikle emiş kanallarında mutlaka gerilerek ve yeterli boyda kullanılmalıdır.

12.2.4. İç Üniteye Taze Hava Bağlantısı Ve Şekilleri

Taze Hava Bağlantısı İle İlgili Notlar.

- 1- Taze hava mümkün olduğunca havanın daha temiz olduğu binanın üst kotlarından alınmalıdır. En iyi çözüm taze havanın çatı seviyesinden alınmasıdır.
- 2- Taze hava panjurları bina egzoz ve kalorifer bacaları çıkış noktalarının uzağında ve ters yönünde monte edilmelidir. Böylece egzoz havasının taze hava girişinden emilmesi engellenir.
- 3- Egzoz ve taze hava kanalları aynı şaftın içinden çıkıyorsa egzoz daha üst kottan ve hakim rüzgar yönünde atılmalı, taze hava ise daha alt kottan ve hakim rüzgarın ters yönünden alınmalıdır.
- 4- Taze hava kanalları tuvalet ve mutfak egzoz kanallarının uzağından çekilmeli ve sızdırmaz rijit veya esnek kanal sistemleri kullanılmalıdır.
- 5- Taze hava panjurlarının filtreli tipte ve gerekenden birkaç kat daha büyük boyutlarda kullanılmasını öneririz. Bu sayede ön filtreleme yapılacak ve taze havanın içindeki toz ve kirin iç ünite filtresine ek bir yük getirmesi engellenecektir. Böylece klima cihazlarının bakım periyotları da uzamış olacaktır.
- 6- Birden fazla klima cihazının kullanıldığı binalarda tüm cihazların taze havalarının tek noktadan ve bir üst maddede belirtildiği gibi büyük boyutlandırılmış bir filtre üzerinden alınması çok iyi sonuçlar vermektedir. Taze hava ihtiyacının yüksek olduğu binalarda dış hava önce bir kaba filtreden daha sonra da tamamen



Şekil 12.20. ESNEK KANAL BAĞLANTISI

taze hava şartlandırması için kullanılan bir kanallı klima cihazından geçirilerek katlardaki klimalara dağıtılsa cihazların performanslarında ciddi artışlar görülür ve konfor artar. Bu uygulamalarda %100 taze hava klima cihazı olarak çatı tipi paket klimalar kullanılması çok pratik olmaktadır.

- 7- Çok katlı binalarda merdiven kovanına bir çatı tipi klima cihazı ile %100 taze hava basılırsa, bu hem binaya verilen taze hava miktarının artması ile iç hava kalitesini ve konforu artıracak, hem de merdiven basınçlandırılmasını sağlayarak katlar arasında hava ve koku transferini önleyecektir.
- 8- Taze hava kanalları yoğunlaşma riski sebebiyle mutlaka dıştan izole edilmelidir. Taze hava kanalı olarak ses sönümleme özelliği olan izoleli esnek kanal kullanımı hem pratiklik hem de daha düşük ses seviyeleri sağlamaktadır.
- 9- Taze hava kanalı kullanılmayan sistemlerde hava panjurları tel kafesli ve kollu ayarlanabilir tipte olmalıdır. Eğer taze hava bir kanalla alınıyorsa kanal üzerinde taze hava miktarının ayarlanması için bir ayar damperi kullanılmalıdır.
- 10- Dış cephedeki panjurlar mutlaka kör kasa kullanılarak monte

edilmelidir. Aksi halde binaya su girebilir.

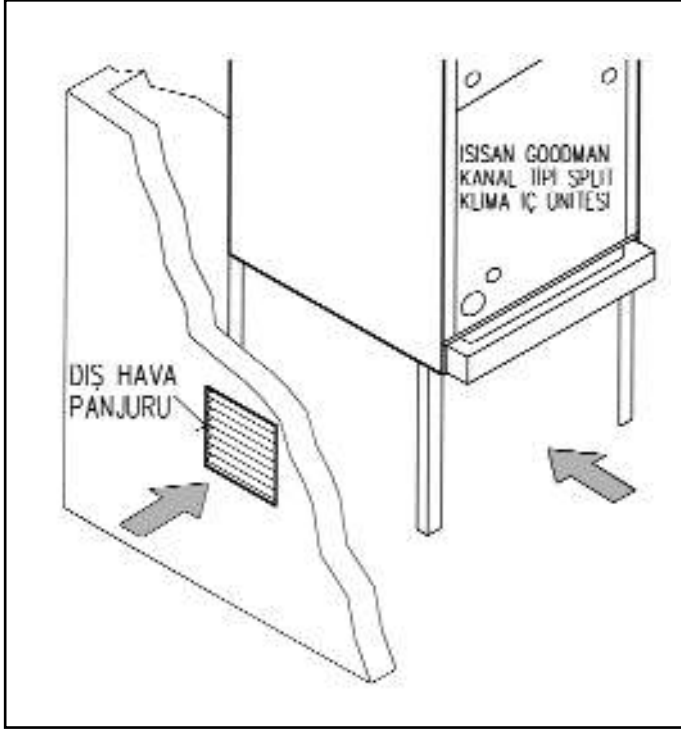
Serbest emişli (dönüş kanalsız) sistemlerde taze hava bağlantısı:

1) Taze Havanın Bir Dış Hava Panjurundan Direkt Alınması:

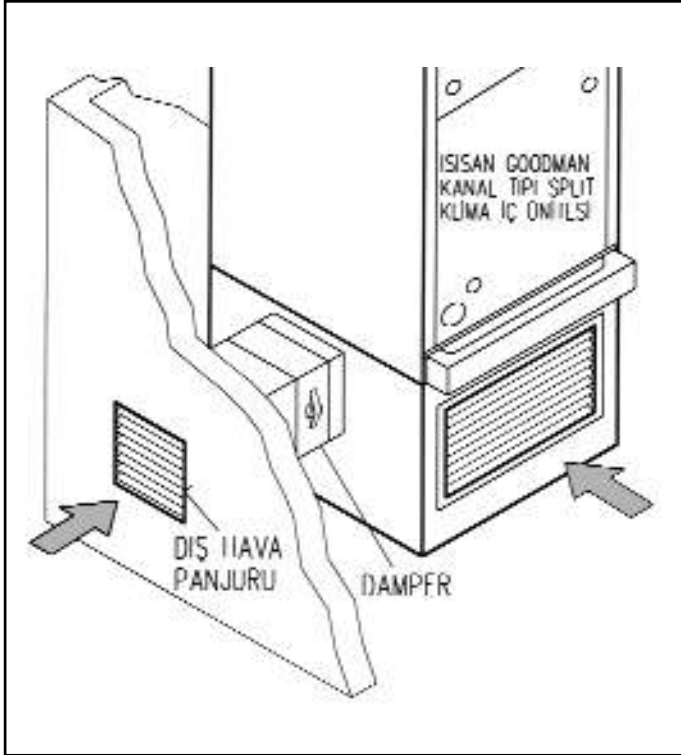
İç ünitenin bir dış cephe duvarına bitişik veya yakın monte edildiği durumlarda uygulanabilir. Şekil 12.21'de görüldüğü gibi dış hava panjuru iç ünitenin emiş ağzına yakın olarak monte edilir ve dış hava iç ünite fanının oluşturduğu emiş ile doğal olarak çekilir. Taze hava panjuru tel kafesli ve ayarlanabilir kollu tipte olmalıdır. İç ünite hemen dış duvarın yakınında değil ve duvara en çok 2-3 metre mesafedeyse, panjur ve iç ünite emişi arasında bir izoleli taze hava kanalı çekilmelidir.

En ideal uygulama ise iç ünitenin bir emiş kutusu üzerine oturtulması ve taze havanın da bir kanal ile bu kutuya bağlanmasıdır (Şekil 12.22). Taze hava miktarının ayarlanabilmesi için taze hava kanalı üzerinde mutlaka bir ayar damperi kullanılmalıdır.

Her iki uygulamada da yeterli taze havanın alınabilmesi için iç ünitenin klimatize edilen ortamdan panjurlu veya üzerinde dönüş menfezi bulunan bir kapı ile ayrılmış olması gereklidir. Aksi takdirde iç ünitenin çektiği tüm hava direncin daha düşük olduğu oda tarafın-



Şekil 12.21. DIŞ HAVANIN DİREKT DİŞARIDAN ALINMASI

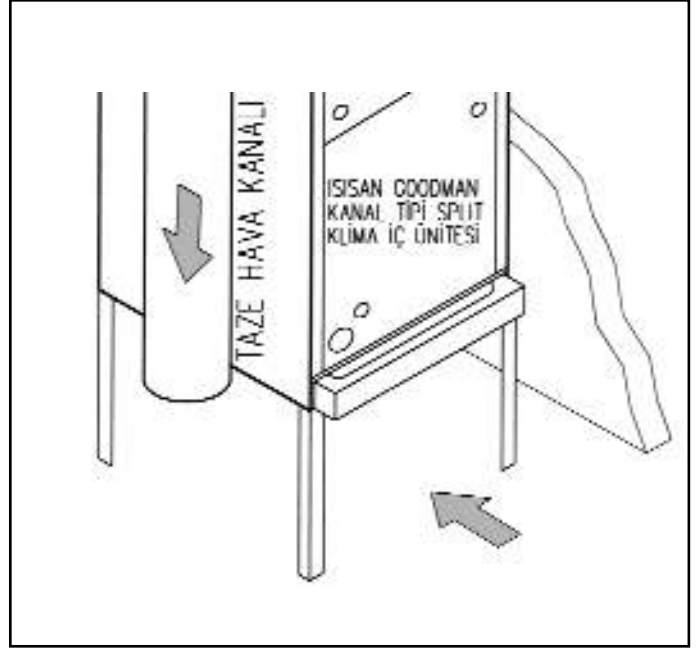


Şekil 12.22. TAZE HAVA KANALI İLE DOĞRUDAN EMİŞ

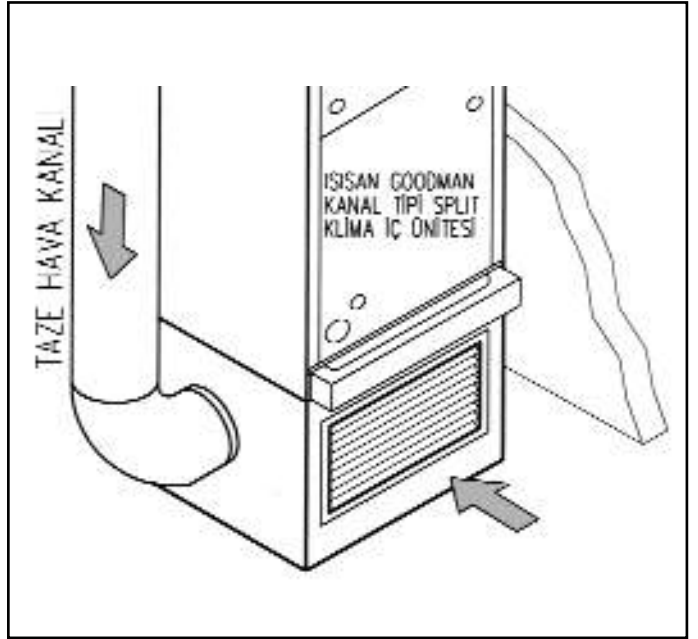
dan alınacak, taze hava yeterince alınamayacaktır.

2) Taze Havanın Uzak Bir Noktadan Fan ve Taze Hava Kanalı İle Alınması:

İç ünitenin yakınında bir dış cephe bulunmaması veya yakınındaki dış cepheden mimari vb. nedenlerle dış hava alınmasına müsaade edilmemesi durumunda uzaktaki uygun bir noktadan alınan dış ha-



Şekil 12.23. TAZE HAVA KANALI VE FAN İLE DIŞ HAVA TEMİNİ



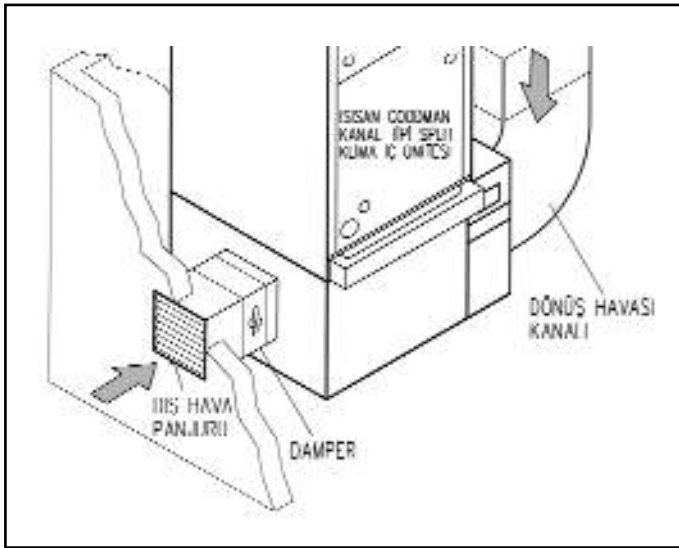
Şekil 12.24. DÖNÜŞ HAVASI SERBEST EMİŞLİ

va bir fan ve izoleli taze hava kanalı vasıtası ile iç üniteye getirilebilir. Bu durumda hava kanalı Şekil 12.23'deki gibi iç ünite emiş ağızına kadar indirilir. Böylece dış havadan gelebilecek tozun iç ünitenin bulunduğu hacmi kirletmesi de büyük ölçüde engellenir. Taze hava fanının devri bir hız regülatörü ile kontrol edilmeli ve fan iç ünite fanına, bu iki fan paralel çalışacak şekilde elektriksel olarak kilitlenmelidir. Eğer iç ünite bir emiş kutusuna oturtulmuşsa taze hava kanalı bu kutuya bağlanmalıdır Şekil 12.24. Taze hava fanı hava miktarı ve kanal dirençlerine bağlı olarak seçilir. Çoğu uygulamada kullanılan, hız anahtarıyla kontrol edilebilen sessiz fanlar bu konuda çok iyi sonuç vermektedirler.

Dönüş Kanallı Sistemlerde Taze Hava Bağlantısı:

1) Taze Havanın Bir Dış Hava Panjurundan Direkt Alınması:

Eğer iç ünite **Şekil 12.25'deki** gibi bir dış duvar yanındaysa taze hava bir panjur ve damperli bir kanal bağlantısı ile emiş hattına bağlanır.



Şekil 12.25. DÖNÜŞ HAVASI KANAL BAĞLANTILI

2) Taze Havanın Uzak Bir Noktadan Fan ve Taze Hava Kanalı İle Alınması:

Taze hava uzak bir noktadan alınacaksa **Şekil 12.26'daki** gibi bir shaft

içinden ve/veya asma tavan arasından çekilen taze hava kanalı dönüş kanalının herhangi bir noktasına bağlanabilir. Fan takviyesi yapılmayan uygulamalarda taze hava kanalı, hız 3-3,5 m/s olacak şekilde boyutlandırılmalı ve kanal üzerine damper takılmalıdır.

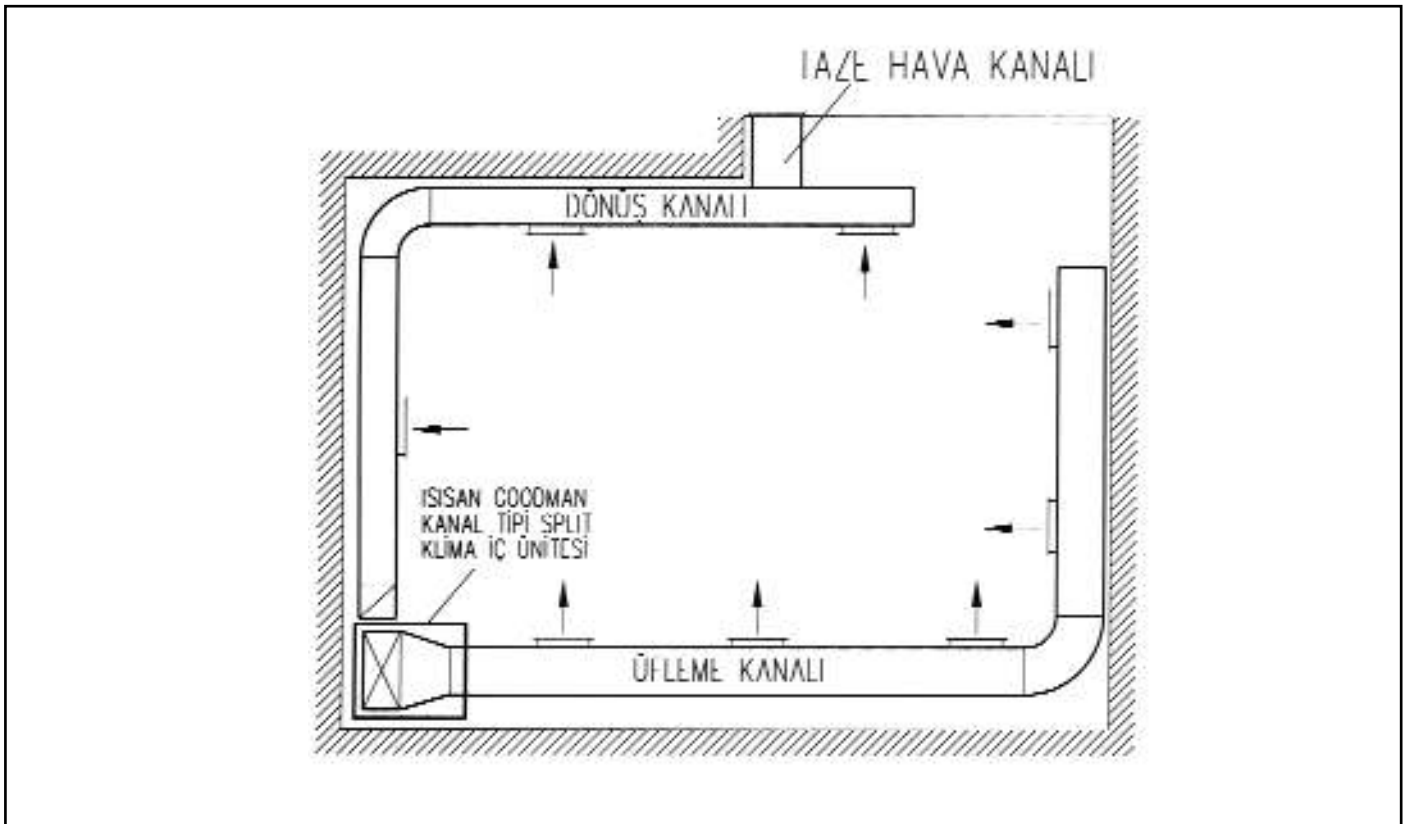
12.2.5. Kanal Tipi Heat-Pump Cihazların Dış Hava Sıcaklığına Bağlı Performans Değişimi

Havadan havaya tipteki Heat Pump cihazlar, kış mevsiminde dış sıcaklığa bağlı olarak performans kaybına uğrarlar. Bu performans düşümünde rol oynayan iki önemli faktör bulunmaktadır:

- (1) Dış sıcaklığın düşmesine paralel olarak düşen evaporasyon sıcaklığı nedeniyle, kompresör basınç farkının yükselmesi ve çevrim veriminin düşmesi;
- (2) Düşük sıcaklıklarda dış ünite (evaporatör) serpantinlerinde meydana gelen karlanmanın eritilmesi için defrost yapılma gereksinimidir.

(1) numaralı nedenle dış sıcaklığa bağlı olarak performans katsayısı (COP) düşmesi genellikle cihaz kataloglarında verilir. Burada iç ve dış ünite fanları için harcanan enerji dahil olmak üzere, birim elektrik gücü için elde edilen ısıtma değeri COP, tablolar veya diyagramlar halinde görülebilir. Bölüm sonunda verilen **Tablo 12.102, 12.120** Tablo dizisinde Goodman kanal tipi heat pump cihazların dış koşullara bağlı olarak kapasite değerleri değişimi verilmiştir.

(2) numaralı etki ise cihaz kataloglarında verilmez. Bu etki dış hava şartlarına bağlıdır ve değişkendir. Ayrıca kullanım şartlarına da bağlıdır. Defrost şartlarında cihazdan beklenen performans kabullere göre değişkendir. Defrosta geçtiğinde cihaz ısıtma yapamadığı gibi, tam tersine odayı soğutur. Bu nedenle defrost süresince ısıtma



Şekil 12.26. TAZE HAVA BAĞLANTISININ DÖNÜŞ KANALINA YAPILMASI

Cihaz tipi	AC24-05C	AC36-08C	AC 24-05C	AC 36-08C	AC 36-08C
	HDCF24-2	CKF 36-5	CPKF 24-2	CPKF 36-5	CPKF 42-5
Soğutma kapasitesi Btu/h	24.000	38.100	26.000	37.800	40.000
Isıtma Kapasitesi Btu/h	Rezistans	Rezistans	23.000*	32.000*	36.000*
Elektrikli ısıtıcı kapasitesi kW	4,5	6,7	4,5	6,7	6,7
İç ünite	AC 24-05C	AC 36-08C	AC 24-05C	AC 36-08C	AC 36-08C
Elektrikli beslemesi V/FAZ/Hz	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50
Kullanılması gereken sigorta	L-16A	L-16A	L-16A	L-16A	L-16A
Besleme kablo kesiti mm ²	3x2,5	3x2,5	3x2,5	3x2,5	3x2,5
Ağırlık kg	27	36	27	36	36
Dış ünite	HDCF 24-2	CKF 36-5	CPKF 24-2	CPKF 36-5	CPKF 42-5
Elektrikli beslemesi V/FAZ/Hz	220/1/50	380/3/50	220/1/50	380/3/50	380/3/50
Kullanılması gereken sigorta	G 25A	G 16A Grup	G 25A	G 16A Grup	G 20A grup
Besleme kablo kesiti mm ²	3X2,5	4x2,5	3X2,5	4X2,5	4x4
Ağırlık kg	66	68	65	75	89
Elektrikli ısıtıcı beslemesi mm ²	3X6	3x6	3X6	3X6	3x6
Toplam elektrik sarfiyatı kW	2,82	3,91	2,83	3,88	4,36

Tablo 12.27. GOODMAN GİZLİ TAVAN TİPİ KANALLI KLİMA TEKNİK ÖZELLİKLERİ (*Elektrikli ısıtıcı hariç)

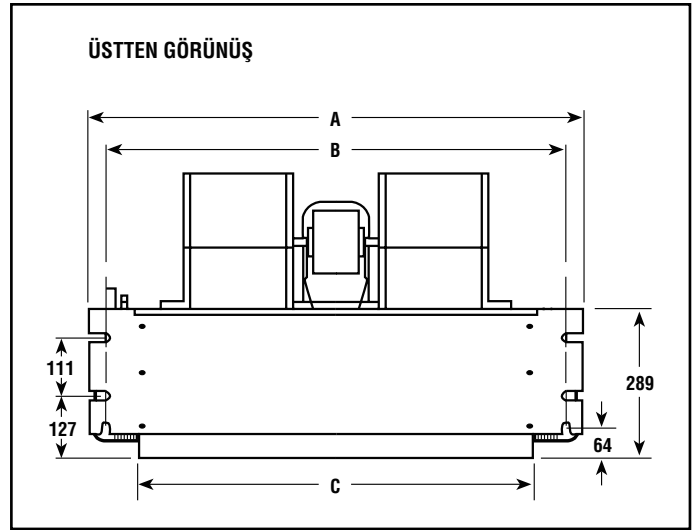
açısından çift katlı bir dezavantaj ortaya çıkar.

Isı pompası tipi cihazlar ilk uygulandığında, ABD’de müşterilerin şikayetçi oldukları gözlenmiştir. Bunun nedeni defrost sürecinden kaynaklanmaktadır. Isıtma da ısı pompasını başarı ile kullanmak için bina iyi izoleli olmalı ve hava sızıntısı minimuma indirilmelidir. İyi izoleli binalarda ısıtma ihtiyacı azaldığından cihaz otomatik olarak termostat üzerinden kapanır ve doğal defrost sağlanır. Buradan hareketle, başarılı bir ısı pompası ısıtma performansı için cihaz kapasitesinin bina ısı yükünün iki misli olması sonucuna ulaşılabilir. Eğer ısı pompası ile ısıtma yapılacaksa artık elektrikli ısıtmaya ihtiyacı kalmamalıdır.

12.3. GİZLİ TAVAN TİPİ KANALLI KLİMA

Gizli tavan tipi klimalar ince yapıları dolayısıyla asma tavan içine yerleştirilmeye uygun kanallı tip split klimalardır. Örneğin, 24.000 Btu/h – 40.000 Btu/h. kapasite aralığındaki Goodman AC gizli tavan tipi kanallı split klimalar 25,4 cm yüksekliğe sahiptir. Bu ölçüleriyle asma tavan aralığında rahatlıkla uygulanabilirler. Özellikle bürolarda, ofislerde ve bankalarda asma tavan aralığında yeterli mesafenin bulunmadığı yerlerde kullanılmaya uygundur. Bu tipler de yine sadece soğutma veya ısıtma+soğutma (heat-pump) yapabilen modeller olmak üzere ikiye ayrılır. Cihazın teknik özellikleri Tablo 12.27’de verilmiştir. Cihazla ilgili şemalar Şekil 12.28, 12.29, 12.30 ‘da verilmiştir.

Goodman AC gizli tavan tipi klimaların iç üniteleri paslanmaz galvaniz çelikten imal edilmektedir. Hem sadece soğutma hem de heat-pump olarak çalışan cihazlarda elektrikli ısıtıcı bulunmaktadır. AC tipi iç ünitelerde kullanılan elektrikli ısıtıcıların fan ile serpantin arasında montajı fabrikada yapılmaktadır. Heat-Pump cihazlarda elektrikli ısıtıcı ve heat-pump çevrimi aynı anda devreye girmez. Elektrikli ısıtıcı devreye girdiğinde heat-pump çevrimi durdurulmaktadır. Elektrikli ısıtıcılar iki sıradır ve her bir sıra ihtiyaca göre devreye girip çıkmaktadır. Elektrikli ısıtıcılar sıcaklık korumalıdır,

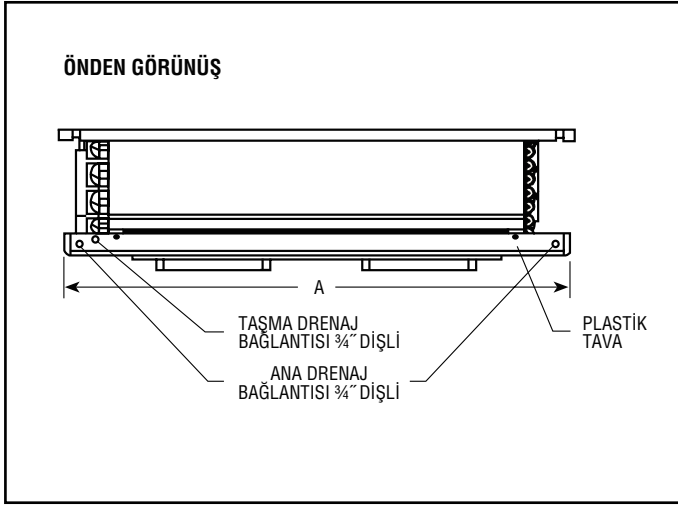


Şekil 12.28. GİZLİ TAVAN TİPİ KANALLI KLİMA

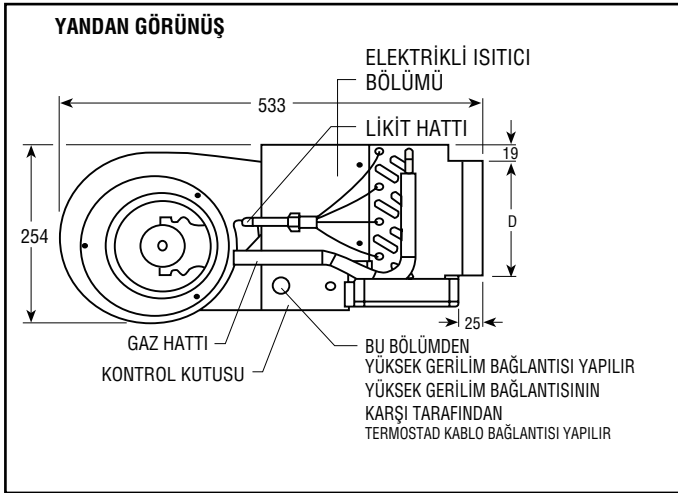
aşırı ısınma esnasında devreden çıkıp kendilerini korumaya alırlar. Paslanmaya karşı dayanıklı krom – nikel malzemeden imal edilmektedir.

Kullanılan fan iki hız kademesine sahiptir. Fanın debi ve karşılayabileceği basınç kaybı tablosu Tablo 12.31’de verilmiştir. İç ünite üfleme ağı önüne yapılacak atış kutusuna (plenum) bağlanan fleksibel hava kanalları vasıtasıyla hava homojen şekilde dağıtılabilir. AC serisi gizli tavan tipi klima cihazlarının etkili çalışmasını sağlamak ve debi dengelemesini yapılabilmek için uzun kanalların fanın atışı doğrultusunda monte edilmesi gerekir.

Cihazların servis ve bakımı için müdahale kapağı kullanılması gerekir. “Cap” tipi müdahale kapaklarının cihaza serbest emiş yapabileme imkanı veren menfezli ve üzerine filtre monte edilebilen modeli, uygulamalarda esneklik sağlar. Ayrıca menfezsiz düz “Cap” modeli de cihaza müdahale için kullanılabilir. “Cap 1” yalnızca 24.000



Şekil 12.29. GİZLİ TAVAN TİPİ KANALLI KLİMA



Şekil 12.30. GİZLİ TAVAN TİPİ KANALLI KLİMA

Model	Fan hızı	2,6	5,2	7,6	10,2	12,7
AC 24-05 C	Yüksek	1590	1496	1377	1250	1148
	Düşük	1224	1156	1071	961	833
AC 36-08 C	Yüksek	2040	1955	1853	1743	1607
	Düşük	1564	1496	1411	1309	1207

Tablo 12.31. CİHAZ DIŞI STATİK BASINÇ (mmSS) KARŞILIĞI DEBİ (m³/h) DEĞERLERİ

Btu/h model için, “Cap 2” diğer modeller için kullanılmaktadır. İç ünitelerde filtre bulunmamaktadır. Filtre montajı için cihaz arkasına filtre kaseti yapılması veya sızdırmaz asma tavanlarda kullanılan ve filtre monte edilebilen müdahale kapağı kullanılması gerekir (Şekil 12.32). Filtrenin uygulama şekline göre seçimi ve boyutlandırılması yapılmalıdır. Taze hava girişine ikinci bir filtre monte edilirse dönüş kutusuna monte edilen filtrenin ömrü daha uzun olur.

Cihaza yapılacak taze hava bağlantısı ile 12 ay boyunca havalandırma mümkün olmaktadır. Taze hava bir fan ve kanal vasıtasıyla dönüş kutusuna bağlanabilir. Ortama verilen taze hava sayesinde pozitif basınç sağlanır. Ayrıca egzoz esnasında basınç dengesi kurulur ve bu sayede iç ortama dışarıdan şartlandırılmamış ve tozlu havanın

girişi önlenmiş olur. Açık ofis uygulamalarında cihaz serbest emişli kullanılabilir, ancak ofis bölünmüş odalardan oluşuyorsa dönüş kanalı çekilmelidir. İç üniteye bir drenaj hattı çekilmelidir. İç ünite giderden alt seviyede kalıyorsa drenaj pompası kullanılmalıdır.

12.4. KANALLI SPLIT KLİMA SİSTEM DİZAYNI

Split klima sistemleri küçük çaplı uygulamalarda kullanıldıklarından hesap boyutlandırma ve seçimleri pratik olmalıdır. Sistem dizaynı aşağıdaki adımlardan oluşur:

- 1- Soğutma ve ısıtma yükleri hesaplanır
- 2- Kanal yerleşimi ve geçişleri hesaplanır
- 3- Cihaz yerleşimleri planlanır
- 4- Max. hava debisi (ısıtmada veya soğutmada) belirlenir
- 5- Düşük yüklerdeki hava debisi belirlenir
- 6- Cihaz seçimleri yapılır
- 7- Kanal dizaynı ve menfez seçimleri yapılır

12.4.1. Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Hesabı

Yapıların standart ısı kayıp ve kazanç hesapları gerek Türk ve gerekse yabancı standartlarda belirlenmiştir. Ayrıca Bölüm 9’da ısı kazancı hesabı verilmiştir. Bu standart hesap yöntemine göre hacimlerin ısı kayıp ve kazançları elle veya bilgisayarlarla hesaplanmalıdır. Ancak çabuk hesap yapılmak istendiğinde, tecrübeye dayanan bazı değerlere dayanarak ve yaklaşık olarak ısı kayıp ve kazançları belirlenebilir.

Bu çabuk ve yaklaşık hesapta m² döşeme alanı başına veya m³ olarak oda hacmi başına ısı kaybı veya kazancı değerleri esas alınır. **Tablo 12.33’de** çeşitli uygulamalar için tavsiye edilen ısı kayıp ve kazanç değerleri verilmiştir. Bu konuda ayrıca Bölüm 9 **Tablo 9.14 ve 9.15’den** yararlanılabilir.

Cihaz seçiminde hesaplanan ısıll yüklerle, %15-25 mertebesinde bir emniyet payı katılmalıdır. Buna göre belirlenen ısıll yüklerle kataloglardan cihaz seçimi yapılır.

12.4.2. Hava Miktarı

Kanal hesabına geçilmeden önce hava miktarları belirlenmelidir. Hava miktarları soğutma halinde;

$$Q = q / (1,23 \cdot \Delta T) \text{ formülünden bulunabilir.}$$

$$Q = \text{Hava miktarı, L/s}$$

$$q = \text{Duyulur ısı kazancı, W}$$

$\Delta t =$ Besleme havası ile oda havası sıcaklıkları arasındaki fark, °C olarak verilmiştir. Δt sıcaklık farkı için tavsiye edilen değerler, duyulur ısı oranına göre aşağıdaki gibidir.

Örneğin duyulur ısı kazancı 6800 W, gizli ısı kazancı 1500 W olan bir odada,

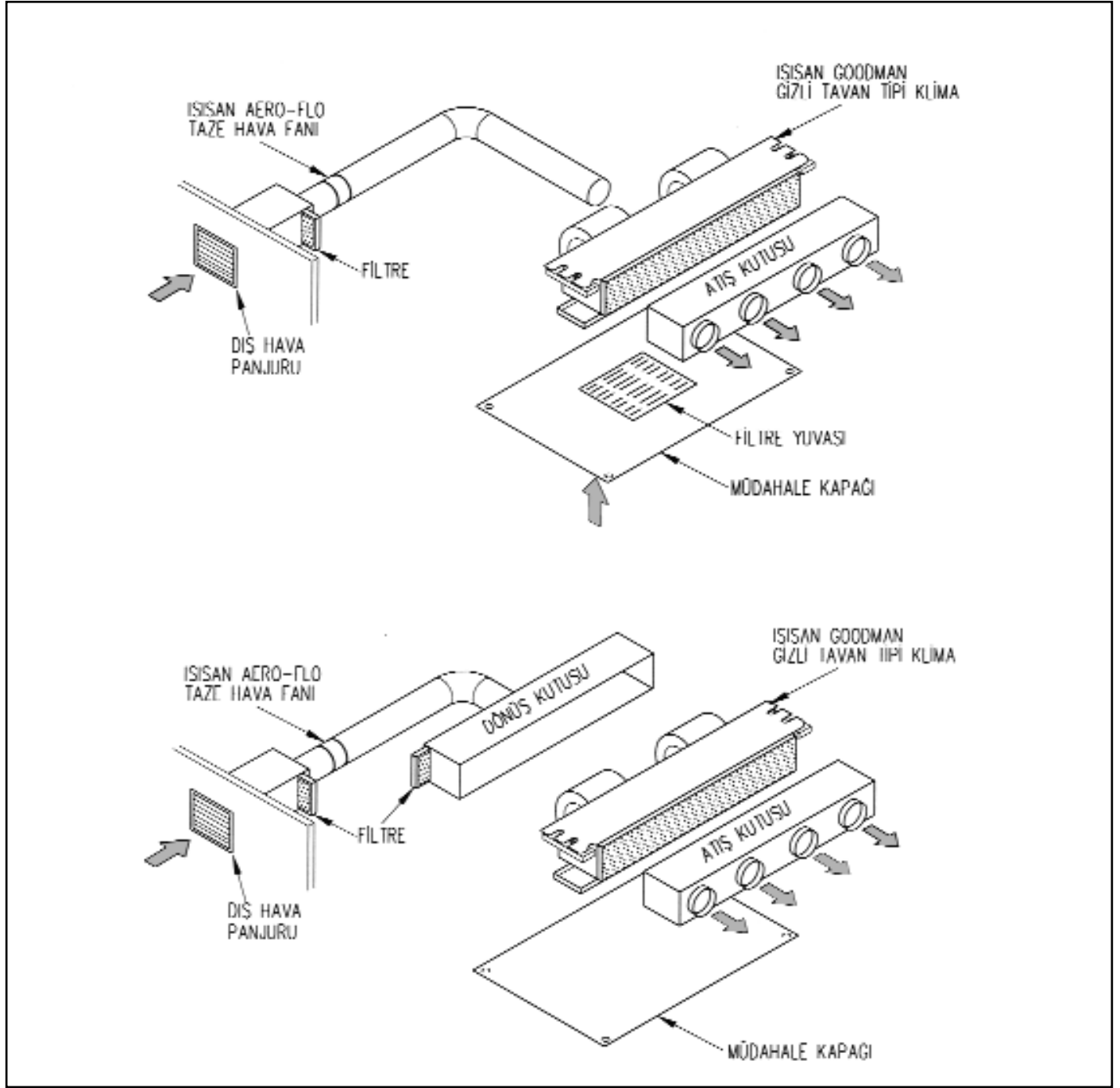
$$\text{Duyulur ısı oranı} = D.I_s / (D.I_s + G.I_s) = 6800 / (6800 + 1500) = 0,82$$

$$Q = 6800 / (1,23 \times 10,6) = 520 \text{ L/s olarak bulunur.}$$

Genellikle cihaz üreticileri split sistem kanal tipi iç ünitelerin hava miktarlarını, kanal sistemindeki basınç düşümüne bağlı olarak vermektedirler. Buna göre seçilen cihazın debisi, yukarıdaki gibi hesaplanan odaların hava debilerinin toplamına uygun olmalıdır.

12.4.3. Kanal Tasarımı

Split klima kanal sistemi tasarımı için a) eş sürtünme yöntemi, b) hız yöntemi olarak iki yöntem kullanılabilir.



Şekil 12.32. ISISAN GİZLİ TAVAN TİPİ KLİMA TAZE HAVA BAĞLANTISI

BİNA TİPİ	W/m ²	BİNA TİPİ	W/m ²
Konutlar	82	Bakkal dükkanı	250
Bankalar	160	Ayakkabı dükkanı	175
Ofis	120	Giyim - kuşam	135
Computer Merkezi	445	Berber dükkanı	150
Restaurant	190	Dişçi	165
Bar - taverna	420	Okul (ana - ilk)	145

Tablo 12.33. ÇEŞİTLİ UYGULAMALARDA YAKLAŞIK m² DÖŞEME ALANI BAŞINA SOĞUTMA İÇİN ISI KAZANCI DEĞERLERİ (W/m²)

Duyulur ısı oranı	ΔT
0,75-0,79	11,7
0,80-0,85	10,6
0,85-0,90	9,5

Tablo 12.34. TAVSİYE EDİLEN SICAKLIK FARKLARI

Eş sürtünme yöntemi

Eş sürtünme yönteminde kullanılacak basınç farkı, üreticinin belirlediği fan basıncından; serpantinler, filtre, menfezler ve kanal aksesuarlarının yarattığı kayıplar düşüldükten sonra geri kalan net

basınçtır. Bu basınç besleme ve dönüş kanallarında kullanılır. Net kullanılabilir basıncın besleme ve dönüş kanalları arasındaki tavsiye edilen dağılımı **Tablo 12.35**'de verilmiştir.

	Besleme, %	Dönüş, %
Besleme fanı vasıtasıyla emiş (Dönüş kanalı yok)	90	10
İç üniteler veya yakınından emiş (Dönüş kanalı yok)	80	20
Tek orta uzunlukta dönüş kanalı	70	30
Orta uzunlukta çoklu dönüş kanalı	60	40
Uzun çok kollu dönüş kanalı	50	50

Tablo 12.35. FAN BASINCININ BESLEME VE DÖNÜŞ KANALLARINDA BÖLÜŞÜMÜ

Yöntem aşağıdaki adımlarla uygulanır:

- 1- Isı kazancı ve kaybı hesaplanır.
- 2- Menfezlerdeki yükler; ısıtma için 2,4 kW ve duyulur ısı şeklindeki soğutma için 1,2 kW alınarak menfez sayısı ve her bir menfezdeki hava debisi belirlenir. Menfez yerleri belirlenir.
- 3- Basit bir kanal şeması çizilerek debi değerleri işaretlenir.
- 4- Basit çizim üzerine yerel kayıp yaratan her eleman için eşdeğer uzunluklar işaretlenir. Çeşitli elemanların eşdeğer uzunlukları yuvarlak kanallar için **Şekil 12.36**'de verilmiştir.
- 5- Şekil üzerine gerçek kanal uzunlukları işaretlenir.
- 6- En uzun besleme kanalı için toplam eşdeğer uzunluk belirlenir. Toplam eşdeğer uzunluk = Elemanların eşdeğer uzunlukları + kanalların gerçek uzunluklarıdır.
- 7- Seçilen hava akış miktarını sağlamak üzere cihazın verebileceği basınç belirlenir.
- 8- Bu basınçtan menfez kayıpları, serpantin kayıpları, filtre kayıpları vs. gibi kayıplar çıkartılarak net kullanılabilir basınç bulunur.
- 9- Kullanılabilir basınç besleme ve dönüş kanalları arasında bölüştürülür.

- 10- Kritik devre için kullanılabilir basıncı, toplam eşdeğer uzunluğa bölerek kritik özgül sürtünme kaybı bulunur.
- 11- Bu değerle ve debi değerleri ile Bölüm 1'de verilen sürtünme diyagramından sıra ile kanal çapları ve hız bulunabilir.
- 12- Dönüş kanalı için benzer bir yöntemle boyutlandırma yapılır. Isıtma ve soğutma halleri arasındaki gerekli hava debilerinde büyük farklar olabilir. Bu durumlarda kanal sistemi en kritik şartları sağlayacak biçimde dizayn edilir. Hava debisinin az olduğu dönemlerde debinin azaltılması için menfezlerin damperleri kullanılır.

Hız yöntemi

Ses kriterlerinin sağlanması göz önünde tutularak bu kanallarda tavsiye edilen hava hızları aşağıdaki gibidir:

Ana kanallarda: 3,6 - 4,6 m/s

Tali kanallarda: 3,0 m/s

Tali kolonlarda: 2,5 m/s

Hız yönteminde her kanal parçasındaki hız değeri seçilerek, bilinen debi değerleriyle doğrudan kanal çapı belirlenir. Bu yöntem kolaydır, ancak başarısı daha çok tecrübeye dayanır.

Yöntem aşağıdaki adımlarla uygulanır:

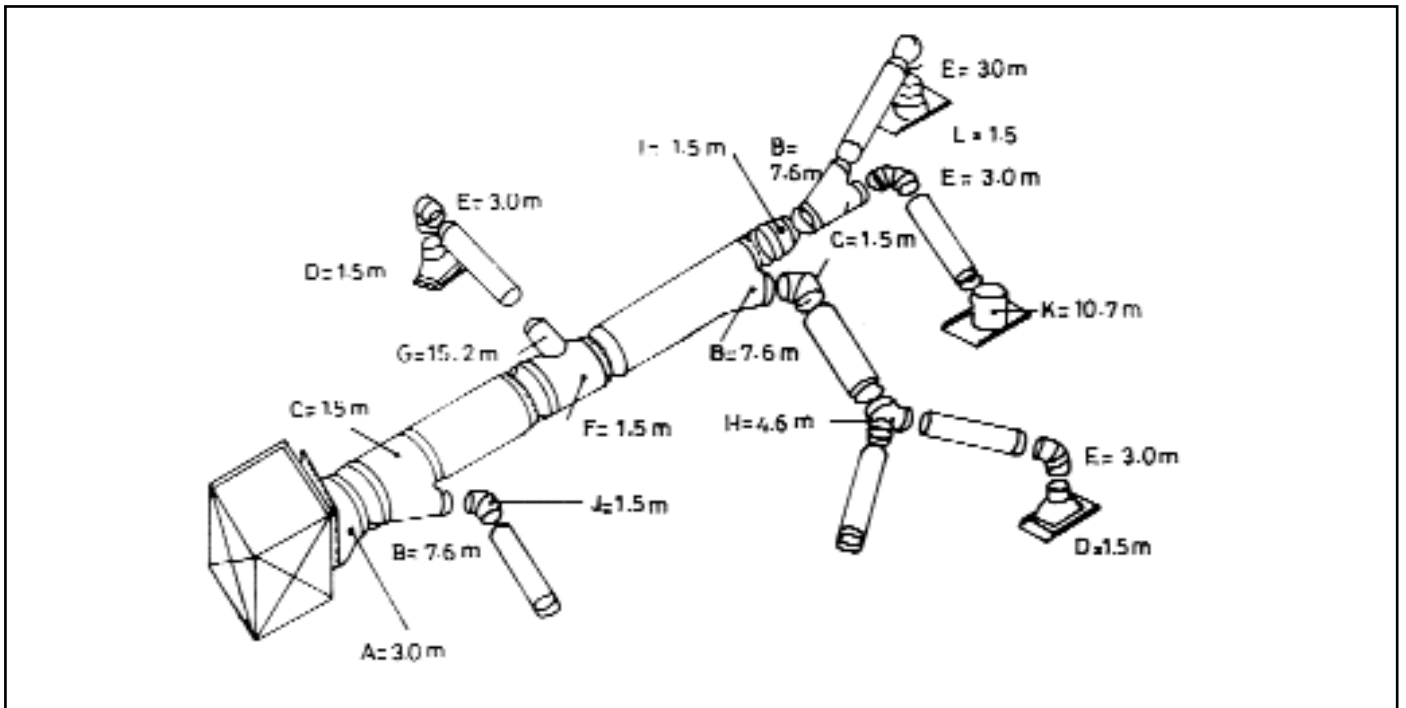
- 1- Isı kazancı ve kaybı hesaplanır.
- 2- Menfezlerdeki yükler ısıtma için 2,4 kW ve duyulur ısı şeklindeki soğutma için 1,2 kW alınarak menfez sayısı ve her bir menfezdeki hava debisi belirlenir.
- 3- Basit bir kanal şeması çizilerek uzunluklar ve debiler işaretlenir.
- 4- Her kanal parçası için hız kabulü yapılır.
- 5- Hız ve debi değerleriyle kanal çapları hesaplanır.
- 6- Dönüş kanalı benzer şekilde boyutlandırılır.

12.4.4. Örnek Kanallı Split Klima Hesabı

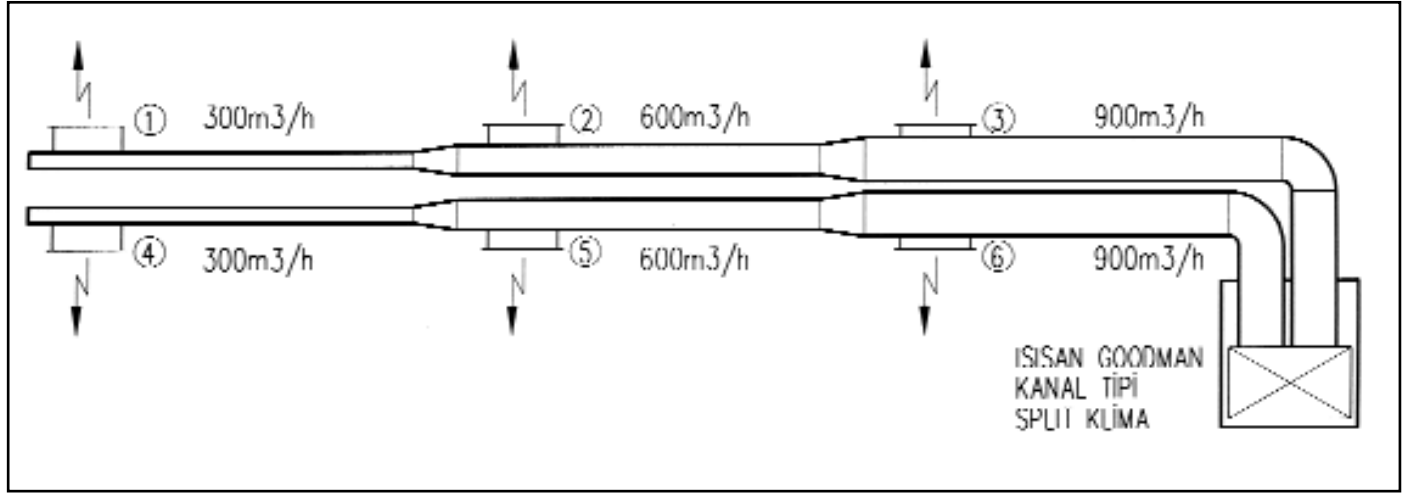
Toplam duyulur ısı kazancı = 55830 Btu/h (=16360 W)

Toplam gizli ısı kazancı = 25504 Btu/h (= 7474 W)

Emniyet %5 = 4066 Btu/h



Şekil 12.36. EŞDEĞER UZUNLUKLAR



Şekil 12.37. ÖRNEK HESAP İÇİN KANAL ŞEMASI

GENEL TOPLAM = 85400 Btu/h (= 25000W)

Hava debisi:

$Q = 16360 / (1,23 \times 11,7) = 1137 \text{ L/s} (= 4093 \text{ m}^3/\text{h})$ olarak bulunur.

2 adet GOODMAN 48.000 Btu/h Kanallı Split Klima cihazı seçilmiştir.

Her bir cihaz tarafından, katalog değeri olarak

Toplam beslenen hava miktarı = $1800 \text{ m}^3/\text{h}$

olarak verilmiştir. Bu havanın $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ bölümü dışarıdan taze hava olarak alınacaktır. Sistemde hesaplanan toplam taze hava ihtiyacı yaklaşık $2400 \text{ m}^3/\text{h}$ değerindedir. İçeriden pozitif basınç oluşturmak için her bir santral için dışardan alınan $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ havaya karşılık dışarı $800 \text{ m}^3/\text{h}$ egzoz edilmektedir.

Menfez sayısı = $8 \text{ kW} / 1,2 \text{ kW} = 6$ adet

İki paralel besleme kanalı basit şematik olarak Şekil 12.37'de verilmiştir.

Hava Kanalı Hesabı

(1) ve (4) Nolu parçalar

Seçilen Hız $3,0 \text{ m/sn}$.

Kesit = $300 / (3600 \cdot 3,0) = 0,0278 \text{ m}^2$

$D = 188 \text{ mm}$; seçilen çap = 200 mm

(2) ve (5) Nolu parçalar

Seçilen Hız $3,5 \text{ m/sn}$.

Kesit = $600 / (3600 \cdot 3,5) = 0,0476 \text{ m}^2$

$D = 246 \text{ mm}$; seçilen çap = 250 mm

(3) ve (6) Nolu parçalar

Seçilen hız $4,0 \text{ m/sn}$

Kesit = $900 / (3600 \cdot 4,0) = 0,0625 \text{ m}^2$

$D = 282 \text{ mm}$; seçilen çap = 315 mm

Elektrikli Isıtıcı Hesabı

Defrost sırasında üfleme Sıcaklığı $\sim 8^\circ\text{C}$ olup, ortam sıcaklığı 20°C 'ye kadar 12°C ısıtılmalıdır. Buna göre,

$1800 \times 0,3 \times 12/860 = 7,53 \text{ kW}$ Seçilen Isıtıcı ($3 + 4,5 \text{ kW}$)

12.5. SPLIT KLİMA CİHAZLARIYLA İLGİLİ PRATİK NOTLAR

- Yağ Kapanı Kullanma nedeni yağlama gereksiniminden doğar. Kompresördeki hareketli parçaların aşınmaması için yağlama gereklidir. Dolayısı ile kompresörün içinde yağ ve soğutucu

akışkan irtibat halindedir. Dış ünitenin iç üniteden yüksekte olduğu tesisatlarda ağırlığı daha yüksek olan yağ, alt kotlarda toplanır ve yağ kapanı kullanılmazsa kompresöre geri emilemez. Bunun sonucunda ise ilk olarak kompresörün yağsız kalarak tahrip olması, ikinci olarak da iç ünite ısı eşanjörünün yağla dolarak bloke olması sorunları ortaya çıkar.

- İkiden fazla yağ kapanı kullanılması halinde sisteme yağ eklemek gerekir. Yağ sisteme emiş valfinden verilmelidir.
- Cihazlarda yağın donmasını önlemek için karter ısıtıcısı bulunur. Özellikle yüksek tesisatlarda bu ısıtıcısı kontrol etmek gerekir. Sistemin ana enerjisi açıkken bu ısıtıcı sürekli olarak çalışır. Bu yüzden kompresörde herhangi bir tahribat olmaması için sistemin ana enerjisi her zaman açık bırakılmalı, sigortası kapatılmamalı, gerekiyorsa sistem termostattan kapatılmalıdır. Yine aynı sebepten ötürü, kışın soğuk zamanlarda ilk devreye alınacak sistemlerde ve 1-2 günlük elektrik kesintilerinden sonra, cihaz çalıştırılmadan önce 24 saat ana enerjisi açıp beklemek gerekir. (Termostatta sistem 'off' konumuna getirilmelidir.)
- Kompresörün aşırı ısınmaya karşı kendi koruması vardır. Ayrıca bir koruma istenirse harici bir termik kullanılmalıdır. Ayrıca cihaz açılıp kapanınca kompresör devreye girmek için 3 dakika bekler, böylece basınç dengesizliklerine karşı korunmuş olur.
- Dış ünite yüksek ve düşük basınç şalterleri vardır. Düşük basınç şalteri çok az akışkan olması halinde $30-35 \text{ psi}$ 'de, yüksek basınç şalteriyse 415 psi 'de aktive olmaktadır. Bu ancak elle resetlenebilir. Yüksek basınç şalteri ve kompresörün kendi bünyesindeki basınç koruması sayesinde 415 psi 'den büyük bir değerde kompresörü durdurur, kompresör tam korunmuş olur.
- İç ünite fanı sistem açıldıktan 20-30 sn. sonra devreye girer. Böylece evaporatöre gaz gelmiş olur ve istenmeyen sıcaklıkta hava üflenmesi engellenir. Sistem kapanınca da 60 sn. sonra devreden çıkar, böylece basınç dengelenmiş olur.
- Gaz miktarını kontrol etmek için en iyi metot, izoleli elektronik bir termometreyle kompresör emiş ağzı ile dört yollu vana arasındaki bir noktanın ve dış ortam sıcaklığının ölçülmesidir. Aradaki fark 52°C ise problem yoktur. Bu metot basınç ölçme metoduna göre daha sağlıklı sonuç verir, çünkü basınç değerleri geniş bir aralıkta verilmektedir. Ayrıca basınç ölçümleri soğutmada

25 °C'den yüksek, ısıtmada ise 10 °C'den düşük sıcaklıklarda doğru sonuç vermektedir.

- Defrost: Sistem ısıtmaya çalışırken dış ünite de karlanma oluşmasına neden olur. Bunun çözülmesi için cihazın ters çalışmasına (soğutma hali) defrost denir. Dış ünite serpantin yüzeyindeki sensör, borudaki sıcaklık -2 °C'ye düştüğü anda kapanır. Bu andan sonra sistem elektronik kartta daha önceden seçilen süre kadar (30-60-80 dk.) daha ısıtma devresinde çalışmaya devam eder. Bunun nedeni sensörün serpantin en altında olması ve karlanmanın da en alttan başlamasıdır. Böylece tüm yüzey karlanmadan defrost işleminin başlaması engellenmiş olur. Bu süre sonunda sistem ters çalışmaya başlar. Bu esnada sadece iç ünite fanı çalışırken dış ünite fanı bekler. Elektrikli ısıtıcı varsa devreye girer. İşlem sensörün 22-23 °C'de tekrar açılmasına dek sürer. Eğer 10 dk.'da bu sıcaklığa ulaşılmamışsa bile cihaz tekrar ısıtma konumuna geri döner.
- Sistem pratik olarak dış sıcaklık 4-5 °C'nin altına düşünce defrosta geçmeye başlar.
- Elektrikli ısıtıcı kullanılması defrost esnasında soğuk hava üflenmesini önleyeceğinden avantajlıdır.
- Çok sık defrosta geçme sebebi gaz azalması olabilir.
- Emergency Heater'ın amacı arıza anında servis gelene dek az da olsa ısıtma yapmaktır. Heat pump termostatındaki Emergency Heater (EM.HT) tuşu açılırsa dış ünite ile ilgili tüm enerji kesilir, sadece varsa elektrikli ısıtıcı çalışır. Dolayısı ile sistemim çalışmıyor diyen kullanıcılara bu konuyu sormak gerekir.
- İç ünite de mutlaka filtre kullanılmalıdır.
- Kanallar ve filtre periyodik olarak (ayda en az bir kere) temizlenmelidir. Filtre yıkanmamalıdır. Yıkaniyorsa bile mutlaka kurutulularak kullanılmalıdır. Asla filtresiz çalışılmamalıdır. Eğer bir kullanımlık filtreler kullanılıyorsa yeterli miktarda filtre stoklanmalıdır.
- Dış ünitenin planlanmış bir bakım programına ihtiyacı yoktur. Fakat özellikle ülkemizde her soğutma sezonunda bir kereden az olmamak kaydıyla kontrol edilmesi ve eğer gerekli ise temizlenmesi tavsiye edilir. Dış üniteyi emniyete almak için giren havaya özen göstermelidir. Kondensere giren hava akışını kısıtlamak, sistem kapasitesinin azalmasına sebep olacaktır. Ayrıca yüksek çalışma basınçları ve aşırı çalışma maliyetini de beraberinde getirecektir. Eğer dış ünite çimenli bir alana bitişik veya yakın olarak monte edilirse bunların cihaza zarar vermeleri önlenmeli ve çimen biçme cihazlarına dikkat edilmelidir.

12.6. SPLİT KLİMA CİHAZLARININ VERİMLİ KULLANILMASI İÇİN FAYDALI BİLGİLER:

- Klima çalışırken ihtiyaç dışı ısı yayan cihazları kapatın.
- Termostatı mümkün olan en yüksek sıcaklıkta tutun. Tavsiye edilen sıcaklık 25 °C'dir. Dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkının 8 °C olması insan sağlığı için idealdir.
- Günün sıcak saatlerinde pencereleri açarak sıcak havayı içeriye almayın. Doğal havalandırma yapılması gerekiyorsa bunu gece nin serin saatlerinde yapın.
- Klima hava besleme ağzlarını mobilya veya başka bir eşya ile bloke etmeyin.
- İzolasyon, kış için önemli olduğu kadar yaz için de önemlidir. Binanızda ısı yalıtım önlemlerinin alınıp alınmadığını kontrol edin.

Filtreli veya güneş ışığını yansıtabilen tipte cam kullanın.

- Yeni bir klima satın alırken enerji açısından verimli olanı seçin.
- Odanızdan belirli bir süre ayrılacaksanız fanı kapatın. Açık kalması mutlak bir enerji israfıdır.
- Klimanızın bakımını yaptırın. Periyodik bakımın cihazın ömrünü uzatacağı gibi aşırı elektrik sarfiyatını da önleyeceği unutulmamalıdır.
- Klimalarınızın filtrelerini temiz tutun. Filtresi kirli cihazlarda %6'ya varan oranlarda enerji kaybı olmaktadır.
- Klimanıza kalifiye bir ekip tarafından yılda en az bir kere bakım yaptırmanız verimli çalışması için gereklidir.
- Kondenser paketlerini soğutma sezonu başında ve sonunda sulandırılmış deterjan ile temizletin.
- Klimanızı direkt gün ışığından koruyun.
- Günün soğuk saatlerinde pencerenezi açarak soğuk dış hava ile evinizi soğutun. Günün sıcak saatinde gün ışığının odaya girmemesi için gerekli tedbiri alın. (Dış pancur, güneş kesicileri vb.)
- Klimanız "off" pozisyonuna geçince belirli bir süre fanın açık kalmasını temin edin.
- Dış üniteye hava giriş ve çıkış kısımlarını kapatan herhangi bir engel bulunmamasına dikkat edin. (Her sezon başında kontrol edin)
- Klimatize edilen ve kapısı çok sık açılan binalarda hava perdesi kullanılmalıdır.

12.7. PENCERE TİPİ PAKET KLİMA CİHAZLARI

Pencere tipi paket klimalar kompresör, kondenser, evaporatör, borulama, kablolama, kontrol elemanları ile fabrikada bir bütün olarak üretilirler. Oda penceresinde oluşturulan özel platforma yerleştirilir. Cihazın yarısı oda içinde ve diğer yarısı dışarıda dış havadadır. Dışta bulunan kondenser kısmı kendi fanı ile aldığı dış havaya yoğun-



Şekil 12.38. PENCERE TİPİ KLİMA CİHAZI

ma ısısını atarken, oda içinde bulunan evaporatör kısmı üzerinden bir başka fanla geçirilen oda havasından ısı çekilir. Cihaz böylece soğutma yapar. Soğutucu akışkan çevrimi ters döndürülerek kışın heat pump modunda ısıtma yapılabilir.

Pencere tipi paket klima cihazları özellikle apartman dairelerinde, ofislerde kullanılır. Cihazların kullanım alanları cihazların maksimum kapasitesine paralel olarak sınırlıdır. Bu cihazların en büyük avantajı ucuz olmalarıdır. Paket tipi olduklarından montajı çok kolaydır. Tek noktadan üfleme yapmaları ve kompresörün oda içinde olması nedeniyle sesli olmaları en önemli dezavantajlarıdır.

Cihaz montajda dışa doğru %1 eğim verilerek monte edilmelidir. Cihaz özellik olarak kendi yoğuştuğu drenaj suyunu buharlaştırmaktadır. Ancak özellikle nemli dış hava şartlarında, ilave tedbir olarak drenaj bağlantısı yapılabilir.

Amana Pencere tipi klimalarda, yan menfezden yapılan üfleme sayesinde daha doğal ve daha sessiz çalışma sağlanır. Ayrıca sessiz çalışan fan motoru, uygun şekilde yapılan poliüretan izolasyon, kauçuk kompresör rondelaları ve diğer ses sönümleyici önlemler ile ses seviyesi minimuma indirilmiştir. Cihazın geniş emiş kesiti sayesinde egzoz ses seviyesi çok düşüktür.

Amana elektronik kumandalı dijital pencere tipi klimaların diğer bir özelliği ise dijital gösterge üzerindeki programlardır:

SMART COOL fan hızını ayarlayarak istenilen sıcaklığa ulaşılmasını sağlar. Bu özellik bilgisayar mantığını kullanarak çabuk ve ses-

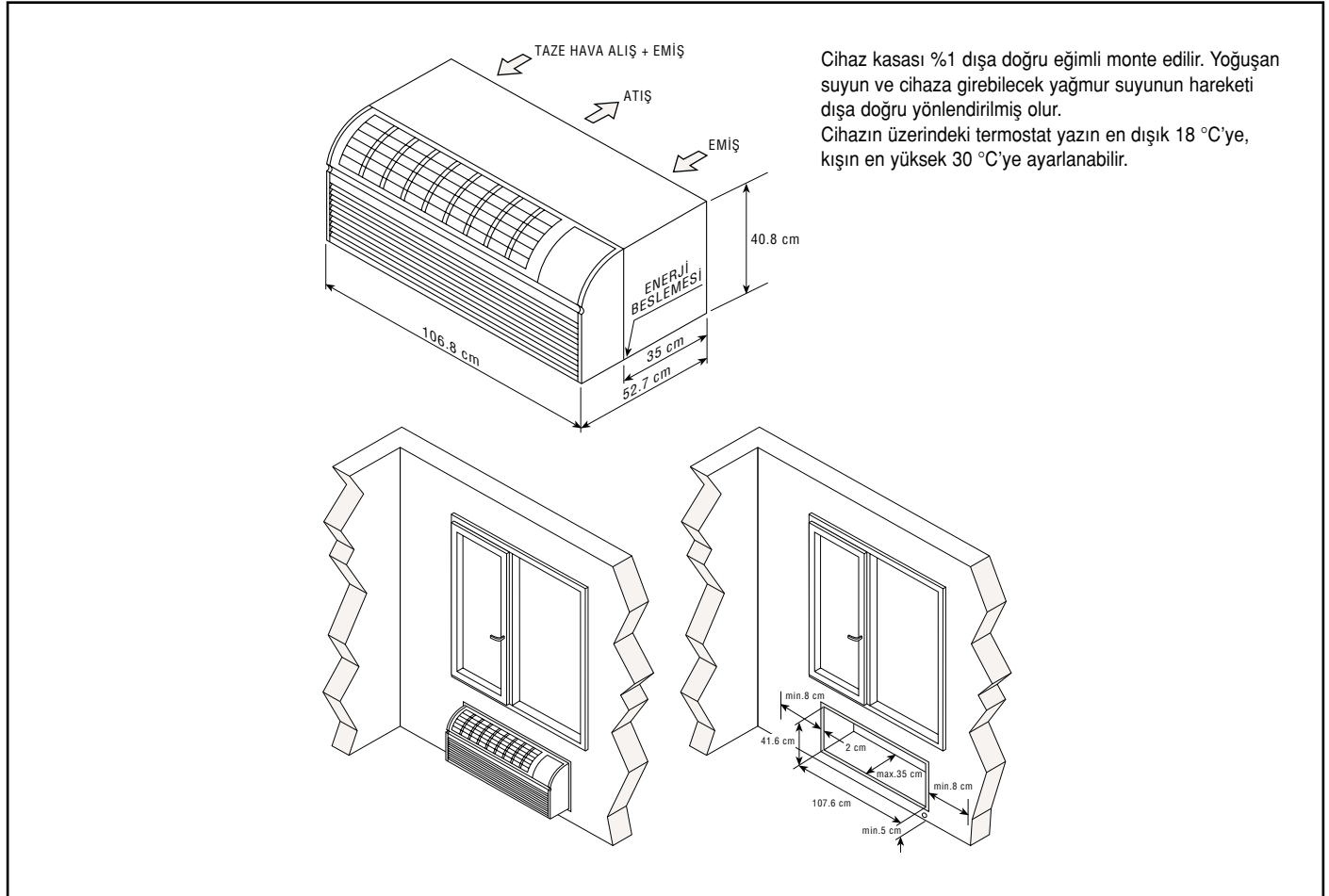
siz soğutma sağlar. Yüksek fan hızı ile başlar, otomatik olarak orta hıza düşer, son olarak istenilen sıcaklığa yaklaşıncaya düşük fan hızına geçer.

ENERGY SAVER modu cihazın en verimli şekilde çalışmasını sağlar. ENERGY SAVER modunda kompresör durduğunda fan da durdurulur. Bu özellik SMART COOL modunda ya da herhangi bir fan hızında kullanılabilir.

Yaklaşık olarak 5 dakikada bir fan devreye girer ve iç ortamdan alınan bir miktar havadan soğutma ihtiyacı olup olmadığı kontrol edilir. Eğer ihtiyaç yoksa, fan tekrar duracaktır. Eğer odada soğutma ihtiyacı gerekli ise, fan çalışmaya devam eder ve kompresör de devreye girer.

12.8. (P-TAC) ODA TİPİ PAKET KLİMALAR

Oda tipi paket klimalar (P-TAC), mini split klimaların ve pencere tipi klimaların avantajlarını bünyesinde birleştirmiş cihazlardır. Kompresör, kondenser, evaporatör, borulama, kontrol elemanları ile cihaz bir paket halinde bütündür. Şekil 12.39'da görüldüğü gibi oda dış duvarında oluşturulan özel kör kasa içine yerleştirilir. Cihazın yarısı oda içinde ve diğer yarısı dış havadadır. Dışta bulunan kondenser kısmı kendi fanı ile aldığı dış havaya yoğuşma ısısını atarken, oda içinde bulunan evaporatör kısmı üzerinden bir başka fanla geçirilen oda havasından ısı çekilir. Cihaz böylece soğutma yapar. Soğutucu akışkan çevrimi ters döndürülerek kışın heat pump mo-



Cihaz kasası %1 dışa doğru eğimli monte edilir. Yoğuşan suyun ve cihaza girebilecek yağmur suyunun hareketi dışa doğru yönlendirilmiş olur. Cihazın üzerindeki termostat yazın en dışık 18 °C'ye, kışın en yüksek 30 °C'ye ayarlanabilir.

Şekil 12.39. ODA TİPİ PAKET KLİMALAR (P-TAC)

dunda ısıtma yapılabilir.

P-TAC oda tipi paket klima cihazları özellikle villalarda, bakır bulama ve dış ünite yerleşiminin görüntü olarak sorun olduğu tarihi veya ahşap mekanlarda, apartman dairelerinde, motellerde, pansiyonlarda ve benzeri mahallerde kullanılan, sessiz ve etkin soğutma kapasitesine sahip cihazlardır. Tek oda tipi paket klimada nominal kapasite değeri sınırlı olduğu için kullanım alanları cihazların maksimum kapasitesine paralel olarak sınırlıdır.

Paket tip cihaz olduğundan, önceden rezervasyon bırakılmışsa montajı çok kolaydır. Isısan Amana oda tipi paket klimalarda defrost anında devreye girerek cihazın soğuk üflemesini engelleyen veya çok soğuk havalarda heat pump sistemine ısıtma takviyesi yapabilen elektrikli ısıtıcısı mevcuttur. Elektrikli ısıtıcı, kondenser sıcaklığı – 3.9 °C değerini bulduğunda otomatik olarak devreye girer. Cihazlarda (Emergency Heat) olarak adlandırılan acil ısıtma işletim sistemi bulunmaktadır. Acil ısıtma sistemi, meydana gelebilecek arıza veya ısıtmada yetersiz kalma durumunda elektrikli ısıtıcıyı devreye sokar. Cihazlar, oda sıcaklığı 4 °C ve altını gösterdiğinde donma koruması moduna geçerek elektrikli ısıtıcı ve fanı otomatik olarak devreye sokar. İstenilen oranda taze hava alma imkanı vardır. Opsiyonel fan ile 120 m³/h 'e kadar taze hava alınabilir. İçeriye taze hava alındığından iç hava kalitesini artırır ve ortamda pozitif basınç yaratır. Taze hava için ayrı bir filtre olduğundan, cihazda iç kısımda filtre kirlenmesi ve bakım periyodu süresi uzar. Polietilen ipliklerden oluşan cihaz filtresi yıkanabilir ve çok kolay temizlenir. Cihaz montajda dışa doğru %1 eğim verilerek monte edilmelidir (Su terazisinde gördüğünüz su kabarcığının 1/4'ü dışa çıkmalıdır). Cihaz özellik olarak kendi yoğuştuğu drenaj suyunu buharlaştırabilmektedir. Ancak özellikle nemli dış hava şartlarında, ilave tedbir olarak drenaj bağlantısı yapılabilir.



Şekil 12.40. ISISAN AMANA ODA TİPİ PAKET KLİMA (P-TAC)

Isısan Amana oda tipi paket klima cihazlarının özel ABS'den imal edilen cihaz ön paneli kolayca silinebildiği gibi zamanla renginde solma olmaz. Dış ortamdan iç ortama su sızdırmazlığı (yağmur vb.) ASTME 331-86 standartlarına göre test edilmiştir. Dışarıdan müdahale ve demontaj imkanı tanımayan, güvenli, paslanmayan, estetik

dış kabine sahiptir. Elektrostatik boyalı, sağlam alüminyum dış panjur dış cepheye uyum sağlar. Tüm ünitelerde sessiz ve verimli çalışan rotary kompresörler mevcuttur. Cihaz COP ve EER değerleri (sırasıyla 3,1 ve 10,9) yüksektir. Cihazların nem alma kapasiteleri (1,75L/h) yüksektir. Enerji tasarrufu için servis tarafından ayarlanan ve dışarıdan müdahale ile değiştirilemeyen sıcaklık sınırlaması özelliği vardır. Cihazlara harici bir duvar tipi termostat ile kumanda imkanı vardır. Cihaz teknik özellikleri Tablo 12.41'de verilmiştir.

Tablo 12.42'de Isısan Amana oda tipi paket klima cihazlarının split klima ve pencere tipi klima cihazlarıyla karşılaştırması verilmiştir.

CİHAZ TİPİ		PTH 10 Heat- Pump	PTH 12 Heat- Pump
Nominal Kapasite	Btu/h	10,000	12,000
Soğutma Kapasitesi*	Btu/h	10,200	12,300
Isıtma Kapasitesi*	Btu/h	8,700	11,100
Soğutma Toplam Elektrik Gücü	kW	0,91	0,97
Elektrik Değerleri	Faz/Volt/Hz	1/220/50	1/220/50
Isıtmada Toplam Elektrik Gücü**	kW	3.41	3.47
Kullanılacak Sigorta Değeri	A	G20	G20
Elektrikli Isıtıcı Kapasitesi	kW	2.5	2.5
Hava Debisi (Yüksek Hızda)	m ³ /h	425	510
Düşük Hız	m ³ /h	349	442
Taze Hava Miktarı	m ³ /h	60	76
Nem Alma Kapasitesi	lt/h	1,51	1,75
Kompresör Tipi		Rotary	Rotary
Ağırlık	Kg	58,9	63,5

Tablo 12.41. P-TAC CİHAZLARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

12.9. ÇATI TİPİ HEAT-PUMP PAKET KLİMA

Çatı tipi paket klima cihazları sadece dış hacimlere (açık havaya) yerleştirilmek üzere geliştirilmiştir. Ünite içinde hermetik bir soğutma sistemi (kompresör, yoğuşurucu batarya, buharlaştırıcı batarya), bir iç ünite fanı, bir yoğuşurucu fanı ve gerekli tüm kablolama mevcuttur. Isı pompası tipinde ayrıca geri çevirici vana, solenoid, defrost termostatu ve kontrolü mevcuttur. Sistem fabrikada vakumlanmış, doldurulmuş ve test edilmiştir. Cihazda üretilen soğutulmuş veya ısıtılmış hava, bir kanalla bina içi mahallere beslenir. Dönüş havası dönüş kanalıyla cihaza geri döndürülür.

Nominal kapasite 60.000 Btu/h heat-pump olarak üretilir. Cihaz kapasitesi ve teknik özellikleri Tablo 12.43'de verilmiştir. Heat-Pump cihaza ısıtma desteği için, 3-15 kW arası elektrikli resistans ısıtıcıları mevcuttur. Elektrikli ısıtıcı montajı kanal üzerine yapılabilir. Elektrikli ısıtıcı için ayrı bir besleme hattı çekilmesi gereklidir.

Normal ve düşük basınçlı uygulamalar için hava bağlantısında bir plenum ile kullanılabilir. Cihazın içerisinde filtre bulunmamaktadır. Cihaz dönüşüne filtre kaseti yapılarak, filtre ayrıca eklenmelidir. Filtre üzerinde hız 0,5 m/s'yi geçmeyecek şekilde filtre montajı yapılmalıdır. Cihaz filtresiz kullanılmamalıdır. Dönüş kanalı üzerinden egzoz yapılabilir. Mobil evlere mevcut yüksek basınçlı kanal sistemiyle kolaylıkla adapte edilebilir.

Karşılaştırma Kriterleri	Isisan Amana P-TAC Oda Tipi Paket Klima	Split Klima (Duvar - Döşeme veya Tavan Tipi)	Pencere Tipi Klima
Kapasite Aralığı	10.000 Btu/h heat pump veya yalnız soğutma 12.000 Btu/h heat pump veya yalnız soğutma	6.500 Btu/h ve üzeri	5.500 - 24.000 Btu/h
Heat Pump	Var.	Var.	Var.
Elektrikli Isıtıcı Takviyesi	Defrost anında devreye girerek cihazın soğuk üflemesini önler. Elektrikli ısıtıcı heat pump kapasitesinin aşırı ısıtma yükünü karşılayamadığı durumlar oluşursa otomatik olarak devreye girer. Mükemmel ısıtma sağlar.	Genellikle yok.	Pencere tipi heat pump cihazlarda elektrikli ısıtıcı yoktur. Elektrikli ısıtıcısı olan pencere tipleri de genellikle heat pump değildir.
Sıcak Su veya Buharlı Isıtıcı Serpantin Bağlantısı	Isıtma yükü çok olan uygulamalarda özel sıcak su veya buharlı ısıtıcı serpantin de elektrikli ısıtıcı yerine kullanılabilir.	Yok.	Yok.
İlk Yatırım Maliyeti	Duvar tipi splitten daha ucuz, pencere tipi klimalardan daha pahalıdır.	En pahalı seçenektir. Cihaz bedeli. Bakır boru ve montaj bedeli. Boruların izolasyon bedeli Freon gazı test bedeli Dış ünite elektrik bağlantısı. Bakır boruların ve elektrik bağlantılarının kaplama veya gizleme bedeli.	En ucuz seçenektir.
Montaj Kolaylığı	Önceden rezervasyon bırakılmışsa montaj çok kolaydır. Cihaz kör kasa içine yerleştirilir, fişi takılır ve çalıştırılır. Cihaz dış duvara monte edilmek zorundadır.	İç ve dış ünitenin montajı, bakır boru montajı, boruların izolasyonu, iç ve dış üniteye ayrı ayrı elektrik kablosu çekilmesi, bakır boruların ve elektrik kablolarının dekoratif kaplaması gerekmektedir.	Önceden rezervasyon bırakılmışsa montaj kolaydır. Cihaz kör kasa içine yerleştirilir, fişi takılır ve çalıştırılır. Cihaz dış duvara veya dış cephedeki cama monte edilmek zorundadır.
Yer Kaybı	Cihazın bulunduğu ortam içerisindeki derinliği 18 cm. dir. Bu değer duvar tipi cihazlarla aynı mertebededir. Duvar içerisinden dışarıya kadar olan derinliği 33 cm. olup 20 cm. kalınlığında bir duvara monte edildiğinde (2.5 cm. iç sıva + 20 cm. duvar + 2.5 cm. dış sıva kalınlığı = 25 cm.) 7-8 cm. lik kısmı çıkıntı yapar. Gerekirse bitmiş döşeme üzerine yere monte edilebilir.	Cihazın bulunduğu ortam içerisinde kapladığı yer 15-20 cm. dir. Dış ünite için bina dışında uygun bir yere ihtiyaç vardır.	Cihazın bulunduğu ortam içerisinde kapladığı yer azdır ancak derinliği kapasite ve modele göre 50-75 cm. arasında değişmektedir. 20 cm. lik bir dış duvara monte edildiğinde (iç ve dış sıva kalınlıkları 5 cm kabulü ile) bina dışına ortalama 50 cm. çıkıntı yapar ve konsol üzerine monte edilir. Döşeme üstüne monte edilemez.
Mimari ve Estetik Görünüş	Özel alüminyum panjuru, ön kapağı, değişik renk seçenekleri ile dış cephede ve bina içinde mimariye uyum sağlar. Cihazın montajı için dış duvar içine cihaz kasası önceden yerleştirilir. Sıva ve boya işleri bitince cihaz yerleştirilir. Cihazın kasa boyutları; (rezervasyon için) genişlik: 107 cm. yükseklik: 41 cm. derinlik: 34 cm. Dışardan görünümü estetikdir. Rahatsız etmez.	Dış ünite için servis vermeye uygun ve sirkülasyonu engellemeyecek bir yere ihtiyaç vardır. Bakır boru bağlantısı için dış duvara açılan delikler ve izoleli bakır boruların dışarıdan görünümü binaların dış estetiğini bozmaktadır. İç ve dış üniteler arasındaki bağlantıyı sağlayan izoleli bakır borular bina içinde de çirkin bir görünüm oluşturmakta ve özel bir dekoratif önlem gerektirmektedir.	Pencereye monte edildiğinde binanın dış tarafındaki konsolların estetik olduğu söylenemez. Duvara monte edildiğinde ise duvar kalınlığı ile cihaz derinliğinin uyum gösterme ihtimali çok azdır. Konsolları ile birlikte görünümü şık değildir.

Tablo 12.42. ISISAN P-TAC ODA TİPİ PAKET KLİMA CİHAZI - SPLIT KLİMA VE PENCERE TİPİ KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRMASI

Karşılaştırma Kriterleri	Isısan Amana P-TAC Oda Tipi Paket Klima	Split Klima (Duvar - Döşeme veya Tavan Tipi)	Pencere Tipi Klima
Özel Kanal Uzatma Parçası	Özel kanal uzatma parçası ile komşu odaları aynı cihaz ile şartlandırma imkanı vardır. Hava debisi %60 - %40 veya %70 - %30 oranında ayarlanabilir. İstenirse cihaz ile iki oda ısıtılır veya soğutulur.	Cihaz sadece monte edildiği ortamı şartlandırır.	Cihaz sadece monte edildiği ortamı şartlandırır.
Havalandırma Yeteneği	İstenilen oranda taze hava alma imkanı vardır. Ortamdaki havalandırmayı sağlar ve iç hava kalitesini artırır. İçeriye taze hava aldığı için ortamda pozitif basınç yaratır. Toz girmesini önler. Tozun neden olacağı eşyaların çizilmesi, halıların eskimesi ve sağlık problemleri oluşmaz. Havalandırma 12 ay kullanıldığı için soğutmadan daha önce gelen bir ihtiyaçtır.	Genellikle yok.	Taze havalı modellerde çok sınırlı oranda alabilir.
Ömür	Dış ünitesi olmadığından ünite içindeki fan, kompresör ve dış ünite aksamının korozyon tehlikesi yoktur. Artırılmış nem alma kapasitesi sayesinde soğutma maliyeti düşer cihazın ömrü artar.	Dış ünite fanı ve kompresörü korozyon tehlikesi ile karşı karşıyadır. Dış ve iç ünite arasındaki bakır boru bağlantısı dışarıdan gelebilecek darbeler ile hasar görebilir. Bakır boru bağlantısında kaçak riski mevcuttur.	Dış ünitesi olmadığından ünite içindeki fan, kompresör ve dış ünite aksamının korozyon tehlikesi yoktur.
Otomatik Acil Isıtma ve Donma Koruması	Isıtma yükü heat pump kapasitesini geçtiğinde elektrikli ısıtıcı hemen devreye girer ve konfor bozulmaz. Oda sıcaklığı 4°C olduğunda donmaya karşı elektrikli ısıtıcı devreye girer. Heat pump sistem arıza yaparsa (ki bu olasılık çok düşüktür) elektrikli ısıtıcı yedek ısıtma alternatifidir.	Genellikle yok.	Yok.
Verim	Yüksek verimi ile enerji harcamasını en alt seviyededir. COP=3.1-2.9 EER=10.9-9.7	COP=2.4-3.43 EER=11-9.2 (markaya göre değişmektedir)	COP=1.93-2.53 EER=8.4-9.5 (markaya göre değişmektedir)
Nem Alma Kapasitesi	1.51 -1.75 l/h Artırılmış nem alma kapasitesi sayesinde konfor sıcaklığı yükselir. Soğutma yükü azalır.	1- 1.9 l/h (markaya göre değişmektedir)	0.8 - 1.6 l/h (markaya göre değişmektedir)
Servis Bakım Kolaylığı ve Arıza Riski	Cihaz içindeki tüm bağlantılar fabrika çıkışında test edilir. Tüm ön ayarlar fabrikada yapılır. Paket olarak fabrikada imal edilen cihaz binada önceden bırakılan rezervasyon içine yerleştirilir. Cihaza servis vermek, arızanın teşhisi ve çözümü kolaydır. Oteller, merkez ofisler, alışveriş merkezleri gibi çok sayıda cihazın kullanıldığı yerlerde arıza yapan cihaz kasasından kolayca çıkarılır ve yerine yedek bir cihaz takılır. Konfor arıza sebebiyle kesintiye uğramaz. Cihaz içerisinde elektrik kullanan ünitelerin devreye girme zamanı aynı olmadığından demeraj akımı sebebiyle elektrik devrelerinin hasar görme ihtimali yoktur. Servis sadece cihazın elektrik bağlantısını yapar.	Dış ünitesi servis vermek için uygun yerleştirilmedi ise sorun yaşanabilir. Borulama, dış ünite yerleştirme ve soğutucu akışkan dengesi servis tarafından yapılır. Servisin yapabileceği hata cihaz performansına yansımacaktır. Bakır borular mahallinde kaynak ile birleştirildikleri için kaynak yerleri ve rakor bağlantılarından kaçak ihtimali mevcuttur. Genellikle her yıl freon gazı sarjı yapılır.Bu pahalı bir uygulamadır.	Cihaz içindeki tüm bağlantılar fabrika çıkışında test edilir. Tüm ön ayarlar fabrikada yapılır. Paket olarak fabrikada imal edilir. Cihazı servis vermek için monte edildiği yerden sökmek zahmetlidir. Servis sadece cihazın elektrik bağlantısını yapar.
NOT : Amana P-TAC oda tipi paket klimalar Amerika'da kendi kategorisinde en pahalı cihaz olmasına rağmen %38 lik pazar payına sahiptir.Bu da yukarıda açıklanan üstün özelliklerinin kullanıcılar tarafından yoğun olarak benimsendiğinin kanıtıdır.			

Tablo 12.42. ISISAN P-TAC ODA TİPİ PAKET KLİMA CİHAZI - SPLIT KLİMA VE PENCERE TİPİ KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRMASI (Devam)

Kapasiteler	
30 °C'deki Soğutma Kapasitesi	62.500 Btu/h
35 °C'deki Soğutma Kapasitesi	59.400 Btu/h
8 °C'deki Isıtma Kapasitesi	53.000 Btu/h
-8 °C'deki Isıtma Kapasitesi	28.000 Btu/h
İç ünite fanı	Radyal
Tip	Direkt motor tahrikli iki kademeli
Fan Boyutları (Çap – Genişlik)	254 mm - 203 mm
Motor gücü	0.56 kW
Evaporatör	
yüze alanı	0.578 m ²
Kondenser fanı	
Fan atış çapı	559 mm
Motor gücü	0.19 kW
Kondenser	
yüze alanı	1.5 m ²
Elektriksel değerler	
Faz / Gerilim / frekans	3 / 380V / 50 Hz
Kullanılması gereken sigorta	25A grup
Besleme kablosu çapı	4x6 mm ²
30 °C toplam elektrik sarfiyatı	6.22 kW
Ağırlık	181 kg

Tablo 12.43. PH SERİSİ ÇATI TİPİ PAKET KLİMA CİHAZI TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Cihaz Montajı

Bu üniteler dış hacimlere monte edilmek üzere dizayn edilmişlerdir. Bir kaide üstüne veya çatıya monte edilebilir. Tavanarası, merdiven boşluğu, dolap vb. ev içi hacimlere, dış ortam havasını alamayacağı yerlere kesinlikle yerleştirilmemelidir.

Heat Pump tiplerinde soğuk bölgelerde (uzun süreli 0 °C altında ça-

ışma oluyorsa) kar birikimi ve drenaj, cihaz yerleşiminde göz önünde bulundurulmalıdır. Bu ünitelerin alt kısımları U şeklindeki bataryanın hemen altından kesilmiş ve açık bırakılmıştır. Bu şekilde buz ve suyun herhangi bir engelle karşılaşmadan akıp gitmesi sağlanır.

Kondensere 3 yönden hava girişi vardır. Ünitenin üst kısmından hava atışı yapılır. Ünite çevresinde min. 92 cm. boşluk olmalıdır. Ünitenin üstü tamamen boş kabul edilmiştir. Eğer ünite üstünde bir engel varsa minimum 1,5 m. boşluk olmalı ve sıcak havayı engelin dışına yönlendirecek bir yansıtıcı bulunmalıdır.

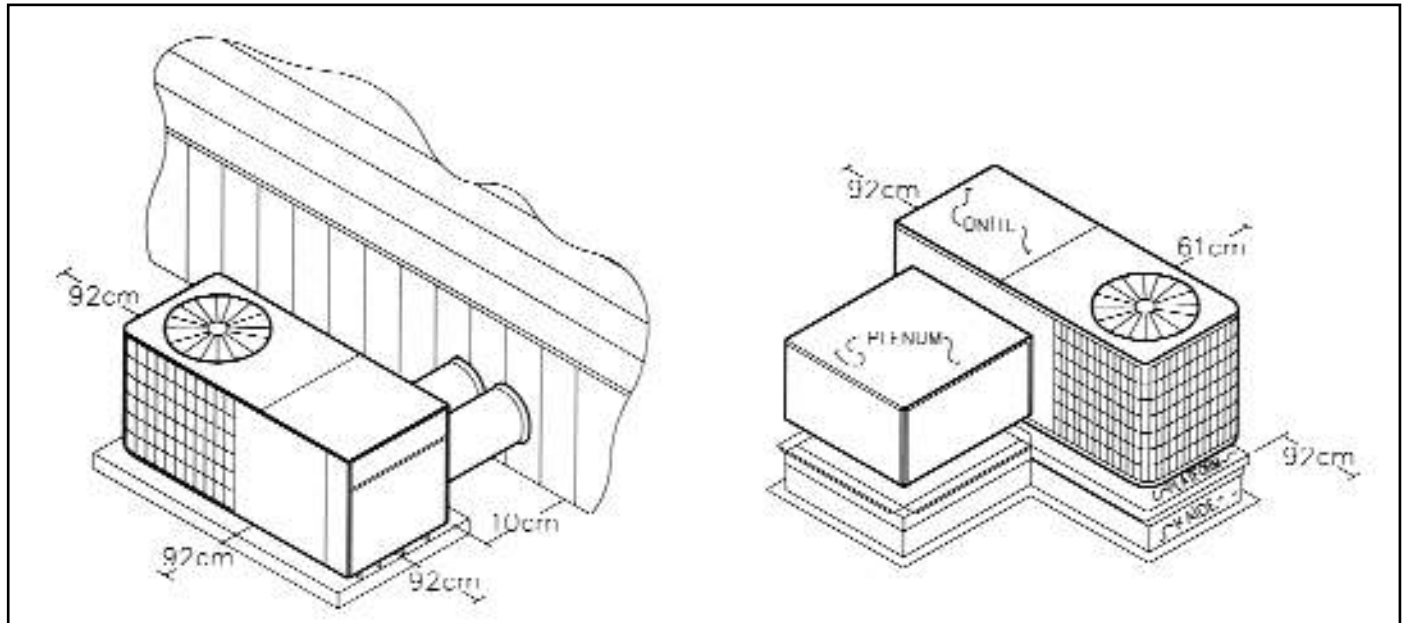
- 1- Ünite binaya yapışık olmayan sağlam bir kaide üstüne oturtulmalıdır. Yoksa binaya titreşim ve ses transferi söz konusu olabilir.
- 2- Besleme ve Emiş kanal uzunluklarını minimuma indirecek bir yere yerleştirilmelidir.
- 3- Ünite çevresinde su birikmeyecek bir yere monte edilmelidir.
- 4- Ses, gölge durumu ve estetik görüntü gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.
- 5- Çatının ve kirişlerin ünite ağırlığına dayanabileceğinden emin olmalıdır. Bu çok önemlidir ve kullanıcının sorumluluğundadır.
- 6- Çatı sızdırmazlığı tam olarak sağlanmalı ve drenaj suyu uygun şekilde tahliye edilmelidir.

Bakım

Paket klima doğru monte edildiği takdirde senelerce problem çıkarmadan ve servis gerektirmeden çalışır. Kullanıcı her sezon başında bir kontrol yapmalıdır: Bataryalar tıkalı olmamalı ve yeterli hava debisini geçirebilmelidir. Atış ve emiş menfezleri önünde herhangi bir engel olmamalıdır. Filtreler temizlenmiş veya değiştirilmiş olmalıdır.

12.10. GMP KANAL TİPİ HAVA ISITICILAR

Tamamen fabrikada monte ve test edilmiş ısıtma (veya ısıtma/soğutma kombinasyonu) amaçlı cihazlardır. Isıtma amaçlı sıcak hava, gaz yakıt yakılarak temin edilmektedir. Genellikle bodrum kata veya çatı arasına yerleştirilmektedir. Ancak dolap içine veya tesisat



Şekil 12.44. ISISAN GOODMAN PH SERİSİ ÇATI TİPİ PAKET KLİMA MONTAJI



Şekil 12.45. GMP KANAL TİPİ HAVA ISITICILAR

odasına da yerleştirilebilir.

Bu cihazlar mutlaka baca bağlantılı olmalı, temiz hava cihazın bulunduğu ortamdan temin edilirken, yanma ürünleri baca ile dış atmosfere atılmalıdır. Isıtma için kullanılacak hava iç ortamdan kanallarla emilir, temiz dış hava ile belirli oranda karıştırılır ve ısıtıldıktan sonra besleme kanalları ile yine iç odalara gönderilir. Hava hareketi bir fanla sağlanır.

GMP cihazları tam güvenlik sistemi ile donatılmış olmalıdırlar. Bu cihazlarda iyonizasyon ile yanma kontrolü, baca tepmesine karşı emniyet sistemi, aşırı ısınma emniyeti ve arıza bildirim sistemi ile %100 emniyetli çalışma sağlanmalıdır. Brülör üzerinde herhangi bir sebeple alevin oluşmaması, alevin yanma beklerinden dışarı taşması, bacada tıkanma veya yeterli çekişin oluşmaması gibi durumlarda güvenlik sistemine bağlı olan sensörler bunu anında yakalayıp sistemi kapatarak emniyeti sağlarlar. GMP (ve PGB) cihazlarının kontrol ünitesi, herhangi bir arıza durumunda arızanın hangi kısımda olduğunu servise bildiren özel bir sisteme sahip olmalıdır. Böylece servis arızayı bulmak için cihazı söküp takmak yerine cihazın gösterdiği kısma müdahale edecektir.

Kullanım Yerleri

GMP kanal tipi hava ısıtıcılar hava ile ısıtma yapılması düşünülen ve dış hava şartlarının heat pump çevrimiyle ısıtma yapmak için uygun olmadığı sistemlerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Heat-Pump cihazların kapasiteleri dış hava şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Hava sıcaklığı düştükçe heat-pump cihazların kapasiteleri ve verimleri (COP) düşmekte, buna karşılık düşük sıcaklıklarda ısıtma ihtiyacı artmaktadır. Özellikle karasal iklimin hüküm sürdüğü yerlerde GMP kanal tipi hava ısıtıcılar, gaz yakıtla (doğalgaz veya LPG) çalışmaları sayesinde dış hava şartlarından etkilenmeksizin sorunsuz şekilde ısıtma yapılabilir. **Tablo 12.46'da** Kanal Tipi

Heat Pump Klima Cihazlarıyla, Kanal Tipi Gazlı Isıtıcı Klima Cihazları karşılaştırması verilmiştir.

Hafta sonu evleri kesintili kullanıldığında çabuk etkili olan cihazlar avantaj sağlar. Hafta sonu evlerinde GMP kullanarak sıcak hava ile ısıtma yapmak aşağıdaki avantajları getirir:

1. Donma riski yoktur. Bu nedenle sulu sistemlerde getirilen pek çok önleme gerek kalmaz.
2. Ev çabuk ısınır. Sulu sistemlerde saatler alan ısınma süreci çok kısadır. Duvar ve eşyalar ısınmadan önce oda havası ısınır. Evin önceden ısıtılması şart değildir.
3. Ev terk edilirken bırakılan depo edilmiş ısı daha azdır. Ev çabuk soğur. Böylece çabuk ısınma ve çabuk soğuma önemli bir enerji tasarrufu sağlar.

Özellikle otomobil showroomları gibi cepheleri boydan boya yere kadar cam olan binalarda cam önünden radyatörle ısıtma yapmak mimarı açıdan uygun olmayabilir. Bu tür binalarda GMP cihazları kullanılması halinde hava tavanda dolaşan hava kanalları yardımıyla cam önlerinden aşağıya doğru üflenerek ısıtma yapılabilir.

12.10.1. Cihaz Yerleşimi

Genellikle bodrum kata veya çatı arasına yerleştirilir. Ancak ahşap olmayan veya yanmaz dolap içine veya tesisat odasına da yerleştirilebilir. Gazlı ısıtıcı mobil evlere yerleştirilmez. Bu cihaz sadece inşa edilmiş evlerde uygundur. Isıtma ünitesi bacanın yakınında, ısı dağıtım sistemlerine uygun olarak yerleştirilmelidir. Bu cihaz, kullanılan bir odaya yerleştirilecekse kapının, cihazın en geniş parçasının geçmesine izin verecek kadar geniş olması gerekir. Bu cihaz, sadece kapalı mekânlarda yerleştirilmek üzere tasarlanmıştır. Bu cihaz, dışarıya (açık mekana) yerleştirilmemelidir. Cihaz sudan korunacak şekilde yerleştirilmeli, arka üstü yerleştirilmemeli ve yatay olarak havalandırılmamalıdır.

Servis kolaylığı açısından, bütün gazlı ısıtıcıların ön tarafında en az 60 cm. aralık bırakılması uygun görülmüştür.

Cihaza erişebilme açıklığı, yangın koruma açıklığından daha önce gelmelidir. Eğer gazlı ısıtıcı, bir garaja konulacaksa, çakmak ve brülör yerden en az 25 cm. yukarıda olacak şekilde ve gazlı ısıtıcı, araçlardan gelebilecek fiziksel hasarlardan korunacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yukarı dikey akışlı veya yatay gazlı ısıtıcılar halı, tuğla veya odun gibi yanıcı maddelerin üstüne yerleştirilmemelidirler.

Gazlı ısıtıcının havalandırma kutusunun karşısına veya üstüne malzeme konulmamalıdır. Cihazın çevresi temiz tutulmalıdır. Benzin veya diğer patlayıcı buhar ve sıvılar içeren maddeler cihazdan uzak tutulmalıdır.

GMP cihazları, üzerinde hiçbir değişiklik yapılmadan yatay, dikey veya baş aşağı monte edilebilirler. **Şekil 12.47-12.48-12.49'da** bu montaj biçimleri görülebilir. Cihazların montaj şekillerine göre baca fanı atış ağız değiştirilmelidir (**Şekil 12.50**).

Baca Bağlantısı

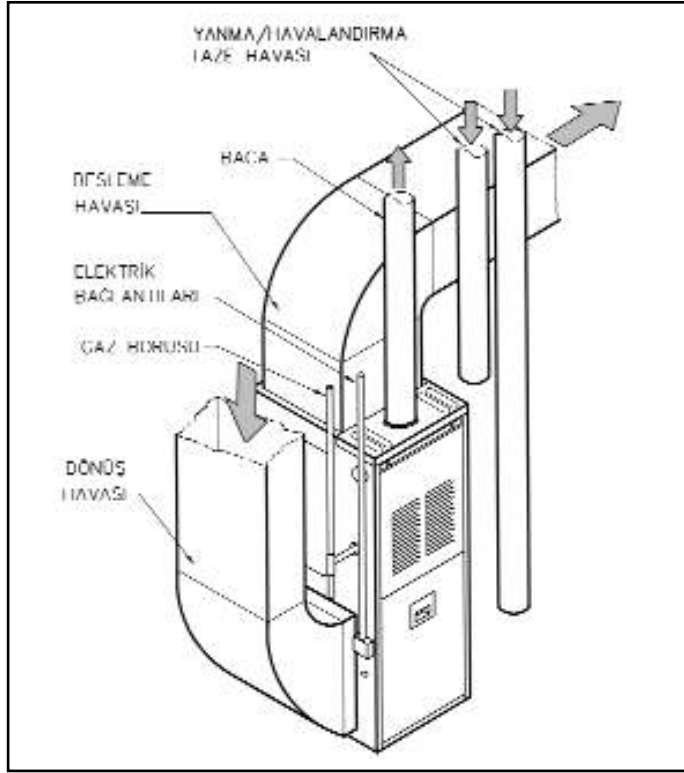
Cihazlar bacaya yakın bir yere monte edilmeli, atık gazlar baca bağlantısı ile mahya üzerine kadar çıkarılmalıdır. Cihazların tüm modellerinde cihaz baca çapı 10 cm.dir. Bacalar mutlaka paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiş olmalı ve bacadaki yoğunlaşmaya karşı drenaj bağlantısı yapılmalıdır. GMP serisi cihazlar direkt yan cepheye baca çıkışı yapılarak kullanılamazlar.

Karşılaştırma Kriterleri	Kanal Tipi Heat Pump Klima Cihazları	Kanal Tipi Gazlı Isıtıcı Klima Cihazları (LPG - Doğal gaz)
Modeller	Döşeme tipi split ve rooftop modeller.	Döşeme tipi split ve rooftop modeller.
Soğutma Verimi	Aynıdır	Aynıdır
Isıtma Verimi	Heat-Pump sistemlerinin ısıtma kapasiteleri ve verimleri dış hava sıcaklığına bağlıdır ve azalan dış hava sıcaklığı ile orantılı olarak ısıtma kapasiteleri ve verimleri de düşer. Bu yüzden ısıtmanın öncelikli olduğu soğuk bölgelerde cihaz kapasitelerinin büyük seçilmesi ve elektrikli ısıtıcı takviyesi gerekir. Elektrikle ısıtmanın en pahalı ısıtma şekli olduğu unutulmamalıdır.	Isıtma kapasitesi dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak değişkenlik göstermez. Sezonluk ısıtma verimi yüksektir ve her iklim şartında aynıdır. Doğal gaz veya LPG kullanma imkanı varsa özellikle soğuk bölgelerde (dış hava hesap sıcaklığı +1 °C veya daha düşük yöreler) kanal tipi gazlı ısıtıcı klima cihazları tercih edilmelidir. İşletme maliyeti kanal tipi heat-pump cihazlar ile karşılaştırıldığında, soğutmada aynı, ısıtmada ise genellikle daha düşüktür.
Isıtma – Soğutma Kapasiteleri	Isıtma ve soğutma yükü farklı olan bölgelerde cihaz seçimi için ısıtma ve soğutma kapasitesini farklı seçmek mümkün değildir. Kapasiteler: 24.000 - 140.000 Btu/h (Isıtma ve Soğutma)	Isıtma kapasitesi soğutma kapasitesine göre daha yüksektir. Bu nedenle özellikle kış ikliminin sert geçtiği ya da soğutma ihtiyacının ısıtma ihtiyacına göre daha az olduğu ısıtma öncelikli soğuk bölgelerde kullanımı idealdir. Kapasiteler: 73.600 - 110.400 Btu/h ısıtma 50.000 - 75.000 Btu/h soğutma Çatı tipi paket cihazlarda kapasiteler: 100.500 - 186.000 Btu/h ısıtma 62.500 - 220.000 Btu/h soğutma
Kullanım Yerleri	a- Soğutma yükü daha fazla olan hafta sonu evleri b- Soğutma öncelikli bölgelerdeki (Akdeniz vb.) ofis ve iş yerleri	a- Isıtma yükü daha fazla olan hafta sonu evlerinde çok hızlı ısıtma avantajı vardır. b- Dağ evleri ve soğuk bölgelerdeki evlerde, kalorifer tesisatındaki suyun donması sonucu radyatörler ve kazan tahrip olabilir. Soğuk bölgelerde gas furnaces cihazların (su ve donma riski olmadığı için) kullanılması daha uygundur. c- Dış hava ile iç ortamdaki hava karıştırılıp verildiğinde, iyi bir havalandırma yapılır ve ortam tozdan arındırılabilir.
	<p>Not : İyi bir klima sisteminde :</p> <p>Binanın ısı kaybı, cam önlerine monte edilen ısıtıcılar (radyatör + Termostatik Radyatör Vanası) ile karşılanır. Havalandırma ve soğutma için gerekli hava (dönüş havası taze hava ile karıştırılarak) tavan seviyesinden anemostatlar ile üflenir.</p> <p>Dönüş havası taze hava (dış hava) ile karıştırılıp filtre edilerek ortama verilir. İyi bir havalandırma sağlanır ve ortam tozdan büyük oranda arındırılır. Camdan ve kapıdan içeriye dış hava girişi (tozlu hava) büyük ölçüde önlenir. Temizlik ihtiyacı azalır, halı ve eşyaların ömrü uzar, sağlıklı bir yaşam mahalli oluşur. Havalandırma 12 ay kullanılabilirdiği için genellikle soğutmadan daha önce gelen bir ihtiyaçtır.</p> <p>Kışın üfleme havası sıcaklığı 18 °C mertebesinde olmalıdır. Tavan seviyesinde aydınlatmadan gelen ve yukarıda toplanan ısıyı dengeler ve ortamda ideal şartlar oluşur.</p> <p>Yazın tavan seviyesinden üflenen havanın sıcaklığı 14 °C kadar azaltılabilir.</p> <p>Homojen hava dağılımı sonucu rahatsız edici hava hareketleri oluşmaz. İstenilen sıcaklıkta, sessiz, temiz ve konforlu bir ortam oluşur. Sistem basit, işletmesi kolay ve arıza yapmadan çok uzun yıllar (20 yıldan fazla) çalışır.</p>	

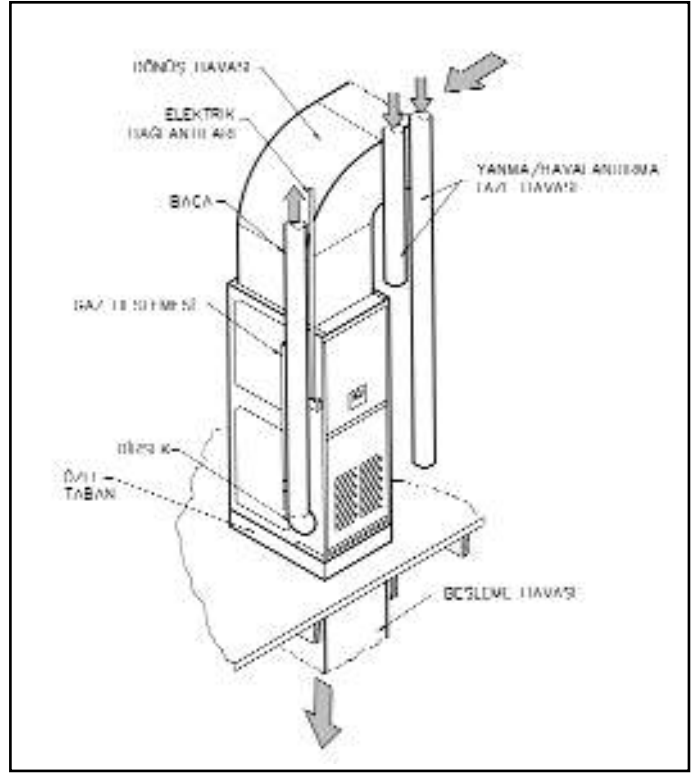
Tablo 12.46. KANAL TİPİ HEAT PUMP KLİMA CİHAZLARI VE GAS FURNACE CİHAZLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Karşılaştırma Kriteri	Kanal Tipi Heat Pump Klima Cihazları	Kanal Tipi Gazlı Isıtıcı Klima Cihazları (LPG-Doğal gaz)
Tesisat ve Montaj	<p>Bakır borulama, klima montajı ve hava kanallarının montaj işleri yapılır.</p> <p>Dikey, yatay, baş aşağı montaj yapılabilir.</p> <p>Dönüş hava kanalı çekmek her zaman gerekli olmaz, bazı uygulamalarda cihaz serbest emiş yaptırılarak çalıştırılabilir.</p>	<p>Kanal tipi klima tesisat ve montajına ilaveten gaz hattı çekilmesi, baca bağlantısının yapılması ve eğer doğalgaz mevcut değil ise gazın temini (LPG tankı, tüpü v.b.) gereklidir.</p> <p>Dikey, yatay, baş aşağı montaj yapılabilir.</p> <p>Villalarda cam önünden (altından) üfleme yapılabilir.</p> <p>Cihaza mutlaka dönüş kanalı çekilmelidir, aksi takdirde brülör fanı negatif basınçta kalarak yeterli yakma havasını ememeyerek, yanma bozulabilir.</p> <p>Cihaz altına bu etkilenmeyi yok etmek amacıyla kısa bir kutu yapmak yararlı olacaktır.</p>
İlk Yatırım Maliyeti	İlk yatırım maliyeti daha düşüktür.	İlk yatırım maliyeti daha yüksektir. Gaz hattı, sayaç, baca, doğal gaz yoksa LPG tankı vb. ilk yatırım maliyetini artırır. Soğutma bataryası ve dış ünite daha sonra eklenebilir. Yani gas furnace cihaz ilk yatırımda sadece ısıtma amaçlı kullanılabilir. Bu sayede ilk yatırımı bölmek mümkün olur.
Ömür ve arıza Riski	Dış ünite hem ısıtma sezonu hem de soğutma sezonu boyunca bütün yıl devrede olduğundan ömrü daha az ve arıza yapma riski daha fazladır.	Dış ünite sadece soğutma sezonunda devrededir. Bu yüzden ömrü daha fazla, arıza yapma riski daha azdır. Soğutma sezonu başlangıcında birkez yapılacak bakım yeterlidir.
Servis ve Bakım	Isıtma ve soğutma sezonu başlangıcında birer kez bakım yapılması gereklidir.	Soğutma sezonu başlangıcında bir kez yapılacak bakım yeterlidir. Bu bakım esnasında hem iç hem dış ünitenin bakımı yapılır.
Mimari Önlemler ve Cihaz Yerleşimi	<p>a- Yaşam mahalline monte edilebilir.</p> <p>b- Başka hacimlere de (alt veya üst katlara) monte edilebilir.</p>	Yanma için gerekli yakma havası ve baca gazı tahliyesi, cihazın makina odası gibi özel bir mekana yerleştirilmesini gerektirir veya böyle bir mekan katlarda oluşturulabilir.
Hava Debisi	Isıtma ve soğutmada aynı hava debisi ile çalışır. Özellikle ısıtma sezonunda sıcak havanın yer seviyesine ulaştırılması problem olabilir.	Gazlı ısıtıcılar soğutma ve ısıtma sezonunda farklı fan hızlarında çalışırlar. Cihaz otomatik olarak ısıtma sezonunda daha yüksek debi ile çalışır. Bu üfleme hızlarını artırarak sıcak havanın yer seviyesine ulaşmasında yardımcı olur.
Ses	Doğru montaj yapıldığında çok sessizdir.	İç ünite özellikle ısıtma konumunda yanma sesi ve yüksek debiden ötürü düşük seviyede ses mevcuttur. Aynı tip dış ünite kullanılır. Isıtmada dış ünite çalışmadığı için dış ünite ses problemi yoktur.

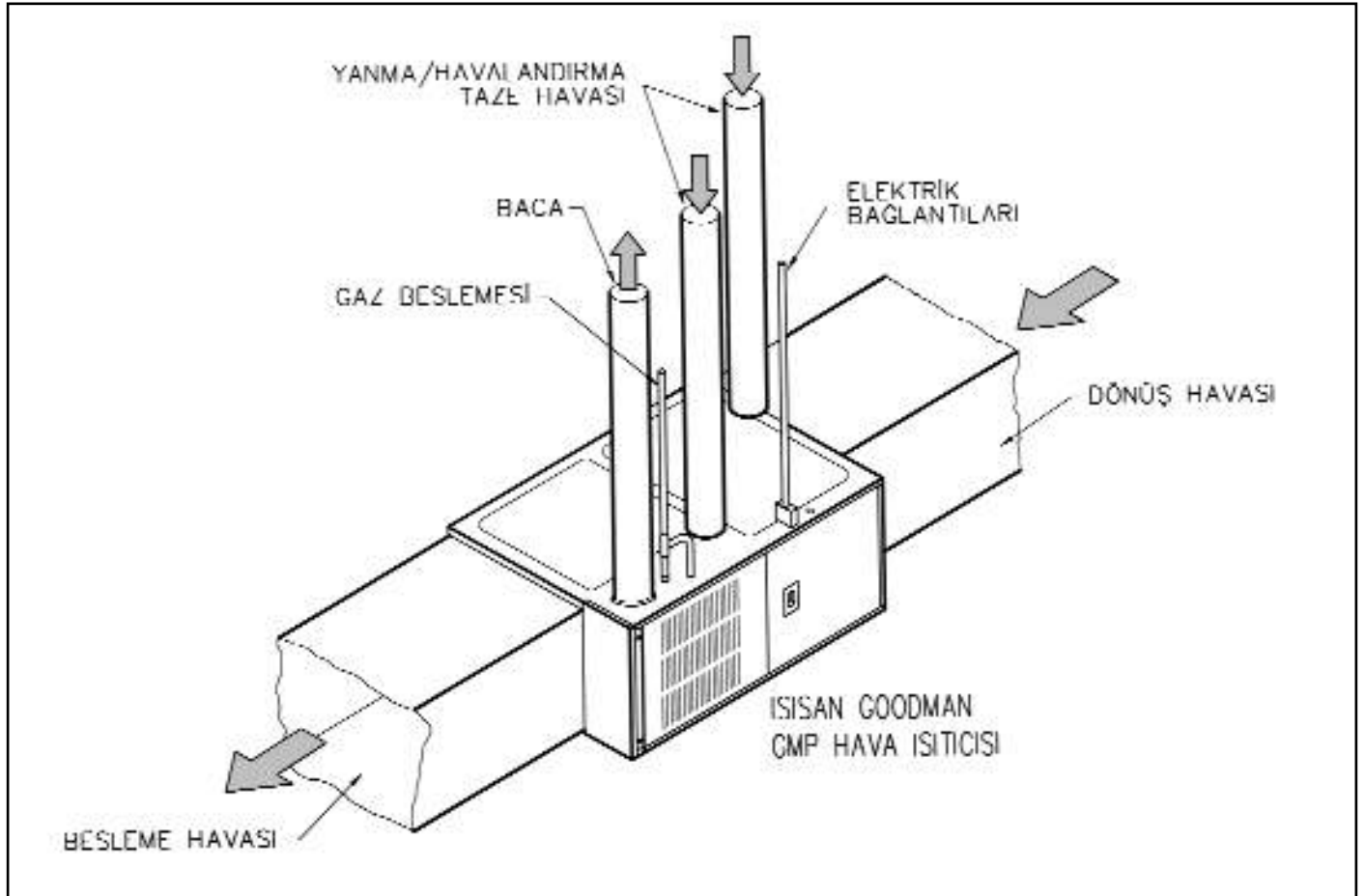
Tablo 12.46. KANAL TİPİ HEAT PUMP KLİMA CİHAZLARI VE GAS FURNACE CİHAZLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Devam)



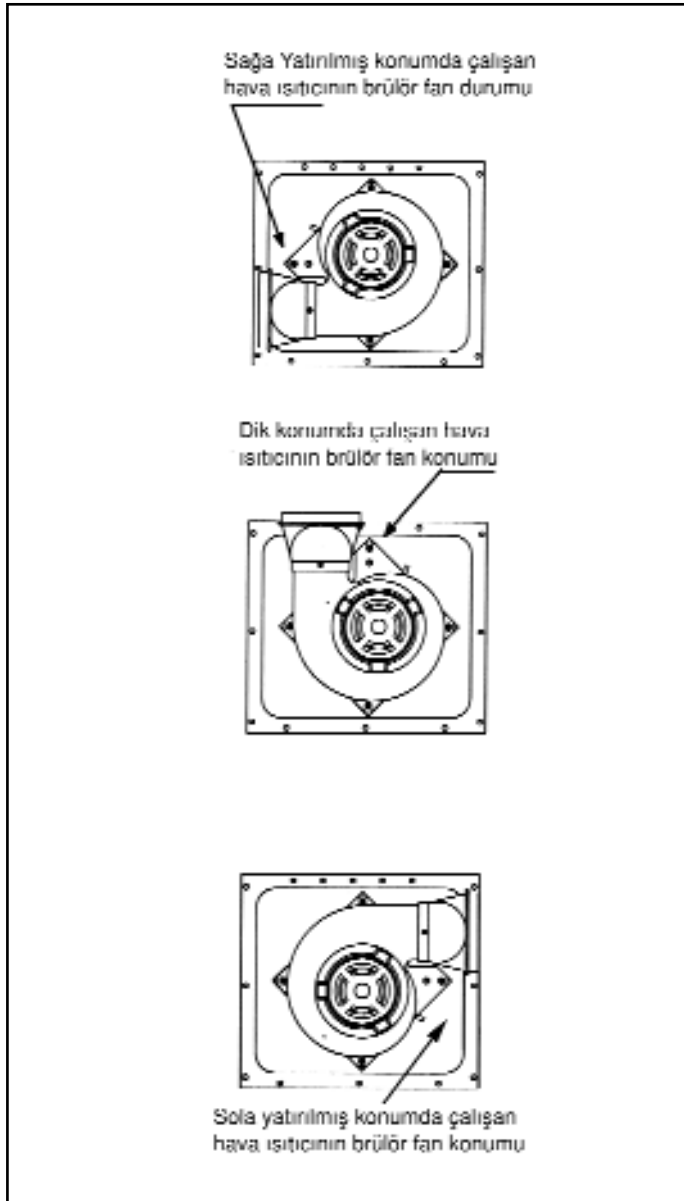
Şekil 12.47. ISISAN GOODMAN GMP HAVA ISITICISI DİKEY MONTAJ



Şekil 12.48. ISISAN GOODMAN GMP HAVA ISITICISI DİKEY MONTAJ (CİHAZ BAŞAŞAĞI)



Şekil 12.49. ISISAN GOODMAN GMP SERİSİ HAVA ISITICISI YATAY MONTAJI



Şekil 12.50. CİHAZLARIN MONTAJ ŞEKİLLERİNE GÖRE BACA FANI ATIŞ AĞZI DEĞİŞTİRİLMELİDİR

Gaz Bağlantısı:

GMP cihazları ısıtmayı doğal gaz ve LPG ile yapmaktadırlar. Fabrika çıkışında doğal gaz yakmaya uygun olarak sevk edilen GMP hava ısıtıcılar istenirse LPG seti takılarak LPG yakıtla da kullanılabilir. GMP kanal tipi hava ısıtıcıların gaz bağlantı çapı 1/2" tır. Cihaz doğal gaz ile çalışacaksa 21 mbar, LPG ile kullanılacaksa 50 mbar gaz

basıncına ihtiyaç vardır. Boru uzunluğu belirlendikten sonra, debi aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

Kapasite (debi) = Cihaz anma gücü (Btu/h) / Gazın ısıl değeri (Btu/m³).

Debi ve boru uzunluğu değerleri ile tablodan boru çapı okunur.

Değişik çap ve uzunluktaki gaz borularının kapasiteleri **Tablo 12.51**'de belirtilmiştir.

Yakma Havası

Cihazların yerleştirildiği mahallin gazla çalışan tüm cihazlarda olduğu gibi alt ve üst havalandırmasının yapılması gerekir. Çalışma mahallerinde yönetmelikler çerçevesinde alt ve üst havalandırma yapılmalıdır. LPG ile çalışacak cihazlar bodrum veya kot altı mahallere monte edilmemelidir. Aksi halde, egzoz sisteminde Ex-pro-fan kullanılmalıdır.

Gerekli yakma havası bir temiz hava kanalı yardımıyla veya dış cephe panjuru ile dış ortamdan sağlanmalıdır. Bu havanın dış ortamdan sağlanması gerekir, fakat bazı şartlar altında iç ortamdan da temin edilebilir (Şekil 12.52). Bu veya benzeri cihazlar için taze hava hesabı yapılırken, ortamda vakum yaratan egzoz fanı, vantilatör, ocak, kurutucu..vb. cihazlar da dikkate alınmalıdır.

Cihazın kötü veya tehlike yaratan çalışması büyük ölçüde yanma ve havalandırma havasının uygunsuzluğundan oluşmaktadır. Şekil 12.52 sınırlı bir alanda yerleştirilmiş, gazlı ısıtıcı ve gaz yakan başka bir cihaz için gerekli minimum yanma / havalandırma havası açıklıklarını göstermektedir. Yeterli yanma ve havalandırma havasının sağlanması gerekir. Sisteme, yakma havasının beslemesi için aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

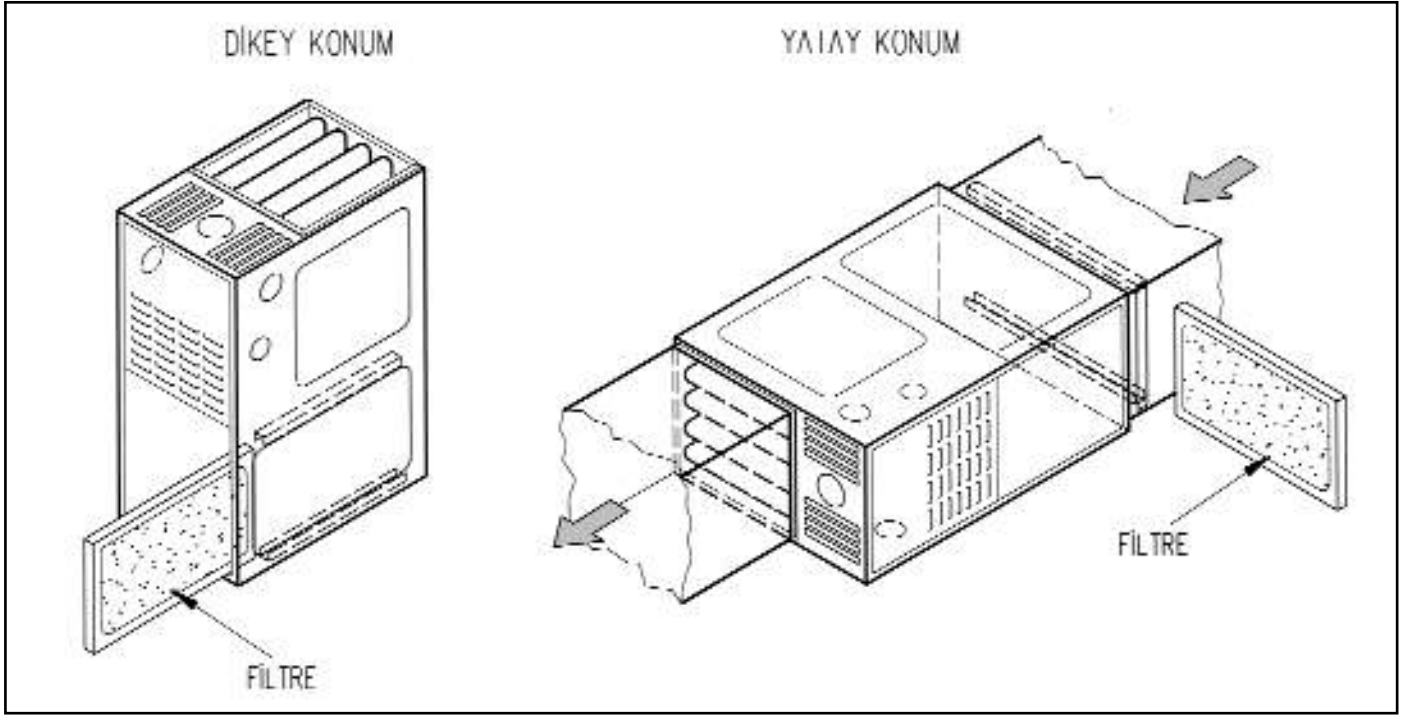
- Yanma/havalandırma havasını besleyen geçiş yolları, havanın tesisat odasına geçişini engellemeyecek şekilde yapılmalıdır.
- Şekil 12.52'de belirtildiği gibi yanma ve havalandırma havası kanallarının büyüklüğü, hava kaynağının bulunduğu yerle ilgilidir. Burada verilen alanlar serbest alanlar olup, kullanılacak panjur veya kafes net açıklığı bu değere eşit olmalıdır. Tüketici, bu açıklıkları bloke etmemesi veya sınırlandırmaması konusunda bilgilendirilmelidir.
- Eğer ünite egzoz fanının yakınına yerleştirilmişse, egzoz fanının odada negatif basınç yaratmaması için yeterli havalandırma yapılmalıdır.
- Yanma havasının yatak odası veya banyodan sağlanmaması gerekir.
- Eğer cihazın konulduğu kapalı hacim sızdırmaz nitelikte ise yanma ve havalandırma havası temini için gerekli önlem alınmalıdır (Şekil 12.52).

12.10.2. GMP Gazlı Hava Isıtıcıların Montajı ve Kanal Dizayını

GMP cihazları ile birlikte filtre verilmemektedir. Kanal boyutlarına

Uzunluk (m) Çap (inch)	3	6	9	12	15	18	21	24
1 / 2	4,29	3,40	2,74	2,32	2,06	1,87	1,72	1,61
3 / 4	10,20	7,08	5,66	4,81	4,27	3,91	3,54	3,34
1	19,27	13,17	10,62	9,06	8,07	7,36	6,80	6,23
1 1/4	39,67	26,92	21,82	18,70	16,43	15,02	13,88	13,03
1 1/2	59,51	41,37	33,43	28,05	25,50	22,95	21,25	19,55

Tablo 12.51. GAZ HATTI UZUNLUĞUNA GÖRE GAZ DEBİLERİ (m³/h)



Şekil 12.53. ISISAN GOODMAN GMP SERİSİ CİHAZLARDA FİLTRE MONTAJI

Teknik Özellikler	GMP 100	GMP 150
Isıtma kapasitesi Btu/h	73.600	110.400
Isıtma verimi	%89	%89
İç ünite fanı	Radyal	Radyal
Tip	Direkt tahrikli 3 hızlı	Direkt tahrikli 3 hızlı
Motor gücü	0.373 Kw	0.560 kW
Evaporatör (İç) Bataryası	U/H 49*	U/H 60/61
Sıcaklık Artış Aralığı (ΔT=giriş-üfleme)	27-48 0C	27-45 0C
Faz / Volt / Frekans**	1/220 /50	
Baca çıkış bağlantı çapı***	Ø100 mm	

Tablo 12.54. GMP GAZLI HAVA ISITICILARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

- * Yerine U/H 60 serisi evaporatörler ile de kullanılabilir.
- ** Soğutma bataryası olmaksızınki değerlerdir. Soğutma bataryası için ilgili kataloğa bakınız.
- *** Baş aşağıya uygulamalarda baca cihaz çıkışında redüksiyonla minimum 125 mm ye genişletilmelidir. Ana baca ve baca bağlantı çapları için firmaya danışılmalıdır.

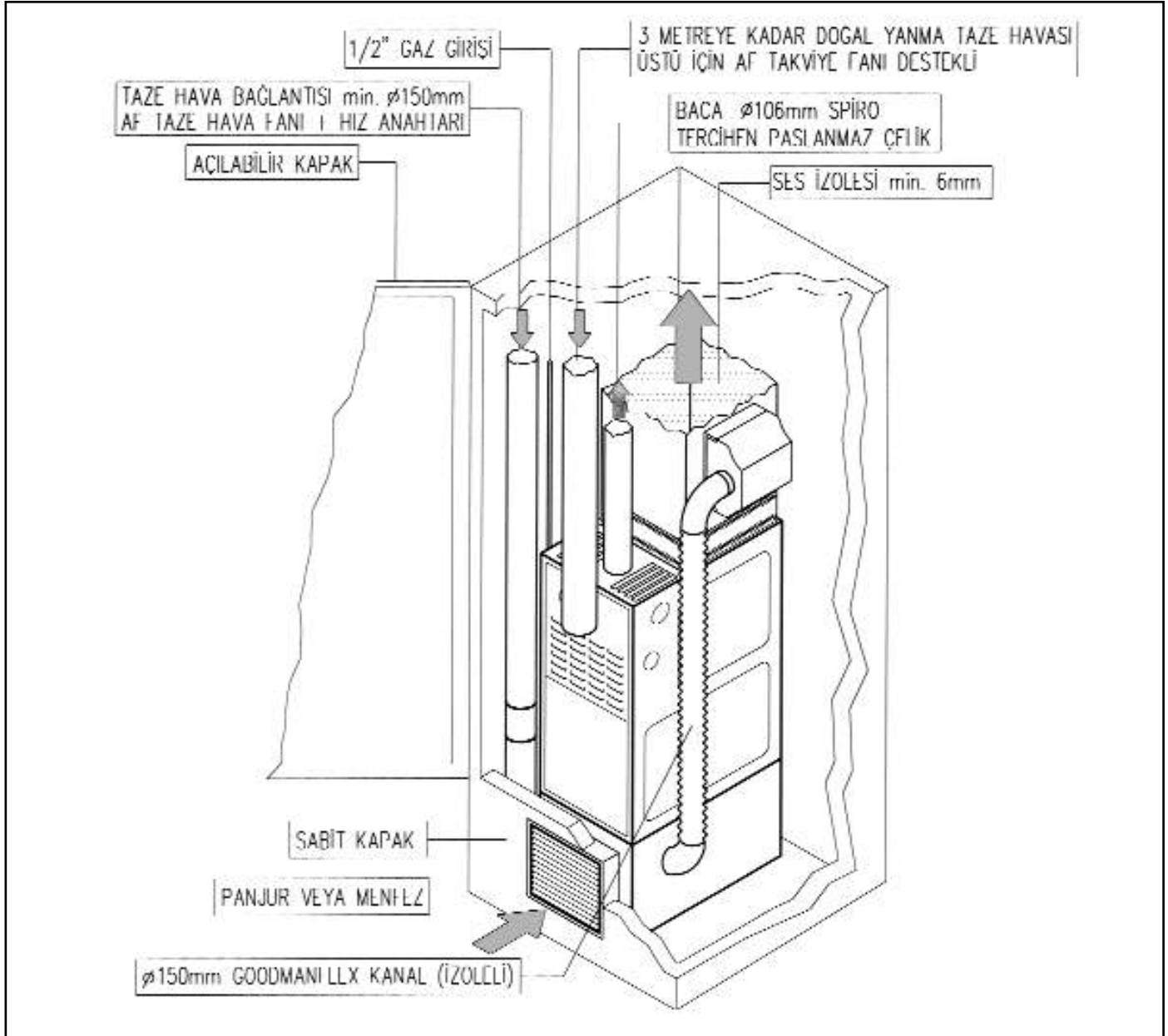
leme kanalları ile ısıtılan mekana gönderilir. Üfleme kanalları ısıtılmayan mekanlardan geçiyorsa mutlaka kanallar izole edilmelidir. Kanal dizaynı akış hızı 5 m/s değerini geçmeyecek şekilde yapılmalıdır. Cihaz titreşimlerinin kanallara iletiminin engellemesi için kanal ile cihaz bağlantısı, yüksek sıcaklığa dayanıklı branda konnektör ile yapılmalıdır. Ayrıca saç kanal yerine, ses sönümlenme özelliğine sahip özel esnek kanalların kullanıldığı kanal dizaynlarında ses ile ilgili en olumlu sonuçlara ulaşılmaktadır. Cihaz açık ofis uygulamasında kullanılacaksa, dönüş kanalı çekmeden Şekil 12.55'deki

uygulama yapılabilir. Dönüş kanalı çekilmeyen uygulamalarda yakma havası ile dönüş havasının farklı mahallerden sağlanmasına dikkat edilmelidir. GMP cihazlarında dönüş havası yandan (sağdan veya soldan) veya alttan cihaza verilebilmektedir (Şekil 12.56). Yoğunluğu az olan sıcak havanın üst kotta birikmemesi için cihaz dönüş havası mutlaka yer seviyesinden toplanmalıdır. GMP hava ısıtıcıları, cihaz çıkışlarına bağlanan soğutucu batarya ve dış ünite (kondenser) ile soğutma da yapılabilir. Ancak cihaz aşağı üfleme konumunda monte edilmiş ise, soğutucu batarya aşağıda ısıtıcıdan sonra monte edilmelidir. Yüksek ısıtma verimi ve soğutma kapasiteleri ile büyük hacimler kolaylıkla klimatize edilebilir. GMP serisi cihazlar soğutma bataryası ile kullanıldıklarında, evaporatör ile cihaz ara parça kullanarak birleştirilmelidir. Isıtma ve soğutma yapacak cihazın hava kanalı dizaynı, ısıtma konumunda düşük fan hızına göre seçilmelidir.

Cihazın teknik kataloğunda yer alan hava debileri, cihaz dışı statik basınca bağlı olarak verilmiştir. Soğutma uygulaması yapıldığı zaman evaporatör direnci göz önüne alınmalı ve kanal dizaynı ona göre yapılmalıdır. Tüm evaporatörlerde 3/4" dişli drenaj çıkışı bağlantısı bulunmaktadır. Ancak direnaja hattının en az bir boy büyük yapılmasında fayda vardır.

12.11. ÇATI TİPİ GAZLI ISITICI VE PAKET KLİMALAR

Çatı tipi paket klima cihazları sadece dış hacimlere (açık havaya) yerleştirilmek üzere dizayn edilmiştir. Genelde çatı üzerine monte edilmiş çelik bir montaj platformu üzerine yerleştirilir. Çatı tipi cihazlar paket halinde, fabrika testi yapılmış olarak sevk edilir. Cihaz Şekil 12.59'da görüldüğü filtre, soğutucu ve ısıtıcı bölümlerinden oluşmaktadır. Tek fanla dış hava ve dönüş havası emilerek karıştırılmakta ve şartlandırıldıktan sonra kanal sistemine basılmaktadır. Soğutma DX olup, kompresör, kondenser ve evaporatör (soğutucu



Şekil 12.55. DÖNÜŞ HAVASI VE YAKMA HAVASI

serpantin) ünitenin kendi bünyesi içindedir. Isıtma elektrikle veya gaz yakıtlı hava ısıtıcı (furnace) ile gerçekleşmektedir.

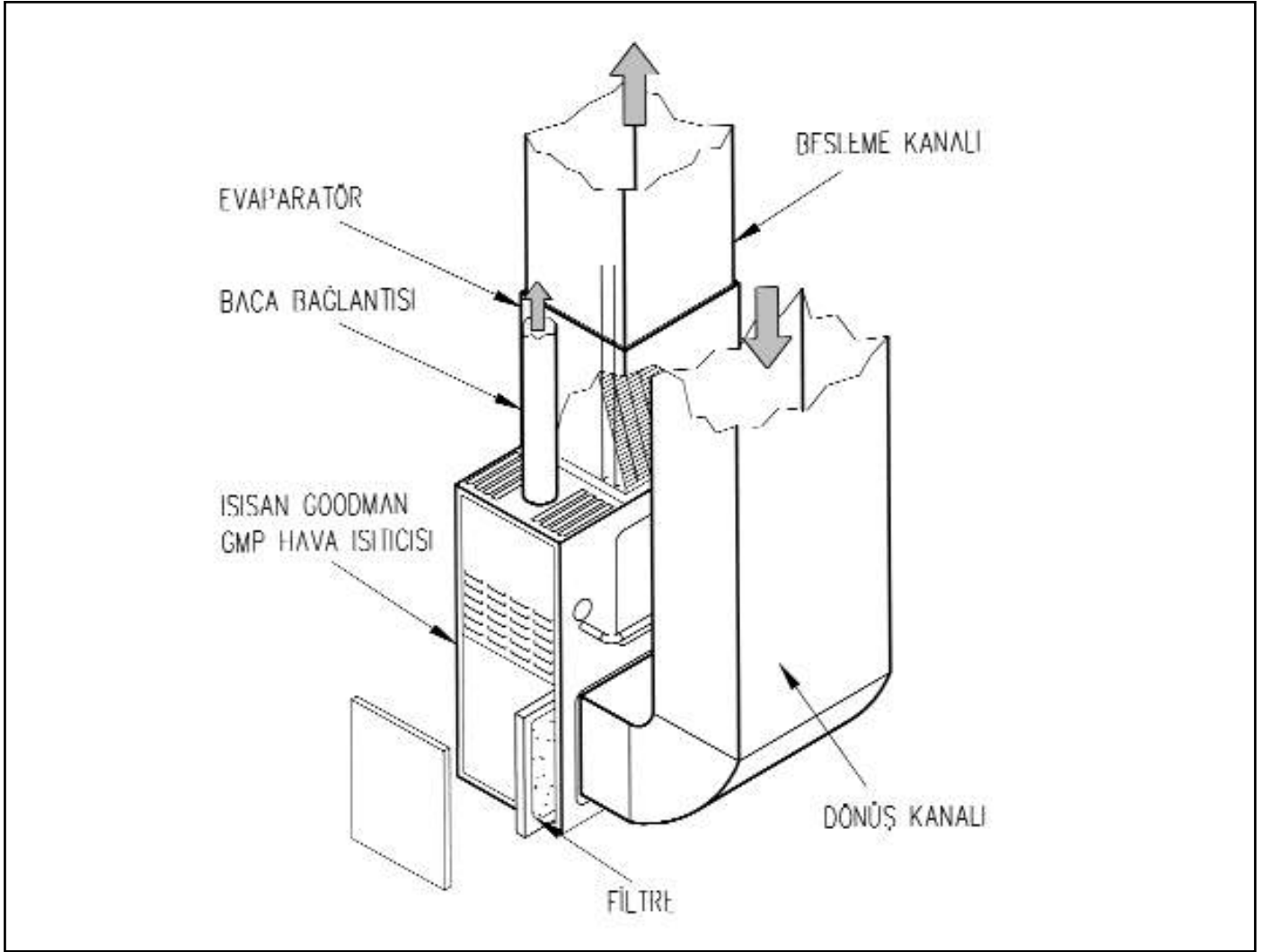
Sadece soğutma yapan çatı tipi paket klimalar ve gazlı ısıtıcılı paket klimalar olmak üzere iki değişik tipi vardır. Sadece soğutma yapan PCB serisinde kapasite 220.000 Btu/h 'e kadardır ve bu cihazlarda elektrikli ısıtıcı takviyesi ile ısıtma da yapılabilir. PGB serisinde 220.000 Btu/h soğutma ve 180.000 Btu/h ısıtma kapasitelerine ulaşılabilir. Isıtmayı gazlı ısıtıcı, soğutmayı ise direkt genişlemeli (DX) soğutucu yapar. Goodman PCB ve PGB cihazları kapasite değerleri ve diğer teknik özellikler tablolar halinde verilmiştir. Söz konusu soğutma kapasiteleri 30 °C dış hava sıcaklığında cihazın vereceği kapasitelerdir. Isıtma ise gazlı ısıtıcı ile yapıldığından kapasiteler dış hava sıcaklığından bağımsızdır.

Cihaz etrafında, güvenlik, servis, bakım ve değişik operasyonlar için uygun açıklık bırakılmalıdır. Şekil 12.60'da gösterildiği gibi

cihazın ana kontrol panel tarafında olası şaft, fan coil, elektrik ısıtması ve gaz yakıtlı ısıtıcı müdahalelerini kolaylaştırmak için toplam 1,9 m'lik açıklık bırakılmalıdır. Cihazın diğer taraflarında kompresöre müdahaleyi kolaylaştırabilmek, servis imkânı sağlamak ve temel havalandırmayı mümkün kılarak kondenser hava akışına müsaade edebilmek için PGB 060 modelinde 30 cm, diğer modellerde ise 122 cm'lik açıklık tavsiye edilir. Cihaz herhangi bir engel veya çıkıntının altına monte edilmemelidir.

PCB Serisi Çatı tipi paket klimalar (sadece soğutma);

Cihazlar çatı veya zemine (bahçe, teras vb.) monte edilebilirler. Cihazlarda kademeli kompresör ve kondenser fanı kullanılmaktadır. Cihazlarda kullanılan termostat iç ortam sıcaklığına göre kompresörleri kademe kontrolü ile devreye sokup çıkarabilirler. Cihazlar böylece daha az dur kalk yaparak verimli çalıştıkları gibi, hava üfleme sıcaklıkları da kontrol edildiğinden maksimum konfor sağlanmış olur.



Şekil 12.56. ISISAN GOODMAN GMP SERİSİ CİHAZ MONTAJI

Cihaz tipi	Nominal kapasite Btu/h.	Gerekli ortalama hava debisi m ³ /h.	Basınç düşümü mmSS	Bakır Boru Bağlantıları	Evaporatör Ağırlığı kg
U 49+CKF 42-5	50.000	2.720	7.6	3/8"-7/8"	22
U 60+CKF 60-5	60.000	3.400	7.6	3/8"-7/8"	26
U 61+CKF 70-5	75.000	3.400	7.6	3/8"-7/8"	27
H 49+CKF 42-5	50.000	3.060	5.1	3/8"-7/8"	23
H 60+CKF 60-5	60.000	3.655	5.6	3/8"-7/8"	25
H 61+CKF 70-5	75.000	3.655	6.1	3/8"-7/8"	28

Tablo 12.57. GMP CİHAZLAR İLE BİRLİKTE KULLANILAN SOĞUTMA BATARYALARI ÖZELLİKLERİ

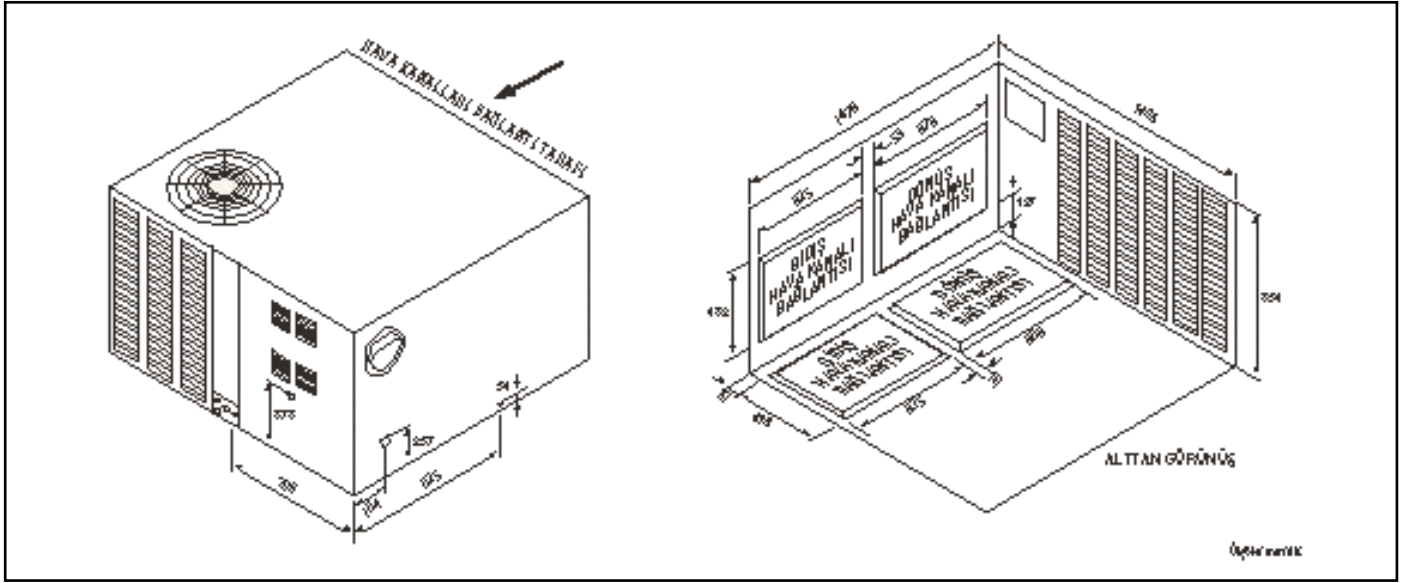
Cihazların kademe kontrollerine göre toplam kapasiteleri **Tablo 12.61**'de verilmiştir. Cihaz teknik özellikleriyse, **Tablo 12.62**'dedir.

Bu özelliklerinden dolayı, cihazlar özellikle mevsim geçişlerinde ekonomik ve konforlu şekilde kullanılabilirler. Cihazların hava kanalı bağlantıları standart olarak alttan, opsiyonel "yandan çıkış kiti" ile yandan yapılabilir.

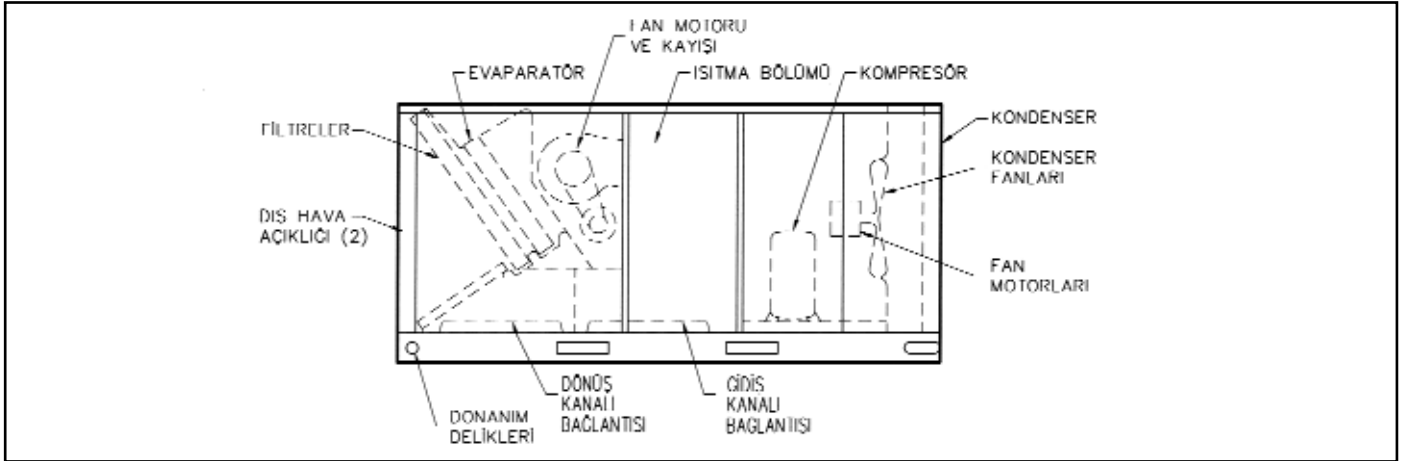
Cihazların hava debileri ayarlanabilir. Cihaz fan yapıları kayış kasnak mekanizmalı olup farklı devir sayılarına göre hava debileri ilgili kataloglarda verilmiştir. Fan devirleri motor üzerinde bulunan

ve bir alyen tarafından sabitlenen makaranın sağ veya sol yöne döndürülüp sabitlenmesi ile ayarlanabilir (**Şekil 12.63**). Motor üzerindeki makaranın konumuna göre cihazın fan devir sayıları **Tablo 12.64**'da verilmiştir. Fan debilerine göre kapasiteler değişkenlik gösterebilir.

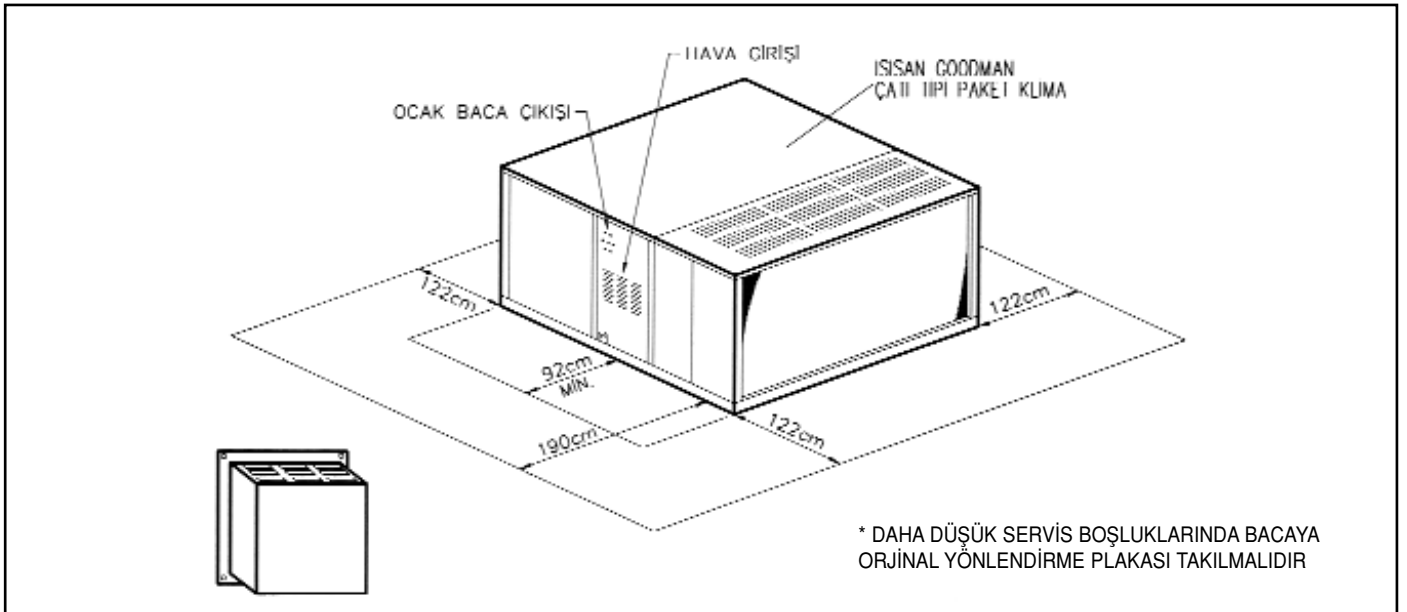
PGB Serisi Çatı tipi paket klimalar (soğutma + LPG/D.GAZ) ; Cihazlarda kademeli kompresör ve kondenser fanı kullanılmaktadır. Isıtma gaz yakıtla çalışabilen ve sessiz bir yanma sağlayan brülör ile yapılmaktadır. Sistem, bir fan yardımı ile yanma havasını



Şekil 12.58. ÇATI TİPİ PAKET KLİMA CİHAZI



Şekil 12.59. ÇATI TİPİ PAKET KLİMA CİHAZI İÇ YAPISI



Şekil 12.60. CİHAZ ETRAFINDAKİ SERVİS AÇIKLIĞI

Cihaz Tipi	Soğutma Kapasitesi (Btu/h)	
	I.KADEME	TOPLAM
PCB 090-5	55.850	112.000
PCB 0120-5	49.850	150.000
PCB 0180-5*	73.000	220.000

Tablo 12.61. PCB CİHAZLARIN SOĞUTMA KAPASİTE KADEME ORANLARI

* Cihaz 3 kademelidir. Birinci ve ikinci kademe kontrolü termostat tarafından yapılırken, üçüncü kademe cihazın kendisi tarafından kontrol edilir.

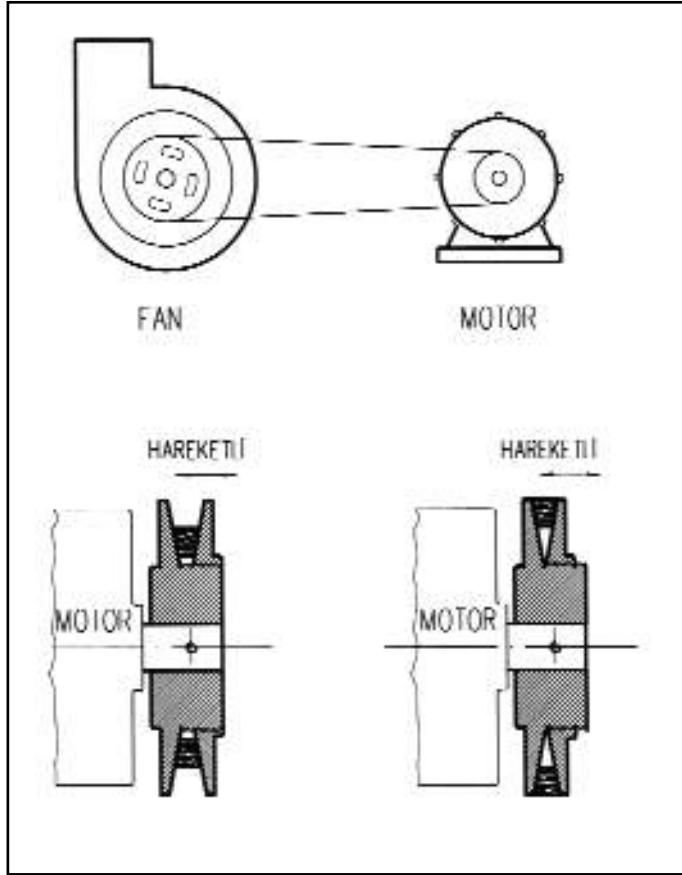
atmosferden alarak yanmış gazları tekrar atmosfere bırakır. Brülör sistemi dış hava şartlarından etkilenmeden verimli şekilde çalışır. Özel uygulamalarda baca gazı bir kanal ile daha uzağa taşınabilir. Cihazlarda kullanılan termostat, kompresörleri ve brülörü iç ortam sıcaklığına göre kademe kontrolü ile devreye sokup çıkarabilirler. Cihazlar böylece daha az dur kalk yaparak verimli çalıştıkları gibi hava üfleme sıcaklıkları da kontrol edildiğinden maksimum konfor sağlanmış olur. Cihazların kademe kontrollerine göre toplam kapasiteleri Tablo 12.65’de verilmiştir. Cihaz teknik özellikleriyse, Tablo 12.66’dadır. Cihazda filtre yoktur. Dönüş kanalı üzerinde (taze hava ayırımından önce) mutlaka bir filtre kaseti yapılarak cihaz evaporatörü ve klimatize edilen ortam tozdan korunmalıdır. Cihazda min. 0.32 m² ‘lik geçiş alanı bulunan bir filtre kullanılmalıdır.)

12.11.1. PCB-PGB Tipi Cihazlar ile İlgili Özet Notlar

1. Taze hava bağlantısı ile soğutmanın yanında tüm yıl boyunca havalandırma da yapılır.
2. Taze hava alabilme özelliği ve filtresi sayesinde sigara içilen kalabalık ortamlarda bile hava kalitesi yüksek tutulur, koku ve nem önlenir.
3. Termostat kullanımı ve değişik noktalardan üfleme ile homojen ve sabit sıcaklık dağılımı sağlanır.
4. İç ünite yoktur, cihaz çatı üzerine veya yere monte edilebilir, binada yer kaybı olmaz.
5. Kanal bağlantıları alttan veya yandan (yatay kanal bağlantı kiti kullanıldığında) yapılabilir.
6. Cihaz G 90 galvaniz saçtan üretilmiş olup, 500 saat tuz püskürtme testinden başarı ile geçmiştir. Bu yüzden cihazlarda paslanma olmaz.
7. PGB cihazları ısıtmayı doğal gaz veya LPG ile yapmaktadır. Cihazlar doğal gaza ayarlı gelmekte, yapılan küçük bir değişiklikle (LPG dönüşüm seti) LPG ile de kullanılabilir.
8. PGB cihazları tam güvenlik sistemi ile donatılmıştır. Brülör üzerinde alev oluşmadığı zaman, alev beklerden dışarı taşıtığında bacada tıkanma-çekmeme hallerinde, sistem kendini kapatarak emniyeti sağlar.
9. Bütün cihazlar kontrol ünitesi herhangi bir arıza durumunda arızanın hangi kısımda olduğunu servise bildiren özel bir sisteme sahiptir.
10. Çatı tipi paket cihazlar havayı cihaz altından basacak şekilde teslim edilmektedirler ve bu yüzden kaide üzerine yerleştirilmelidirler. Ancak özel bir aksesuar yardımı ile yatay hava üf-

	PCB090-5	PCB120-5	PCB180-5
Kapasiteler			
30 °C'deki Soğutma Kapasitesi	112.000 Btu/h	150.000 Btu/h	220.000 Btu/h
İç ünite fanı			
Tip	Radyal, tek motordan tahrik alan çift fan		
Fan Boyutları (Çap – Genişlik)	305 mm – 305 mm	305 mm – 381 mm	305 mm – 381 mm
Motor gücü	1,49 kW	2,24 kW	3,73 kW
Ortalama hava debisi	5.100 m ³ /h	6.800 m ³ /h	9.520 m ³ /h
Evaporatör			
Yüzey alanı	0,86 m ²	1,3 m ²	1,3 m ²
Kondenser fanı	Aksiyel	Aksiyel	Aksiyel
Fan çapı	2 x 610 mm	2 x 610 mm	4 x 559 mm
Motor gücü	0.37 kW / adet	0.37 Kw / adet	0.37 kW / adet
Fan debisi	7.308 m ³ /h	10.368 m ³ /h	11.880 m ³ /h
Kondenser			
Yüzey alanı	1,45 m ²	2,21 m ²	2,21 m ²
Kompresör adedi	2	2	3
Kompresör tipi	Scroll	Scroll	Scroll
Elektriksel değerler			
Faz / Gerilim / frekans	3 / 380 V / 50 Hz	3 / 380 V / 50 Hz	3 / 380 V / 50 Hz
30 °C toplam elektrik sarfiyatı	9,77 kW	11,85 kW	19,59 kW
Ağırlık	422 kg	572 kg	658 kg

Tablo 12.62. PCB CİHAZLARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ



Şekil 12.63. KAYIŞ KASNAK MEKANİZMASI

Cihaz Tipi	Soğutma* (Btu/h)	
	I. KADEME	TAM KAPASİTE
PGB 090210-5	55.850	112.000
PGB 120245-5	49.850	150.000
PGB 180280-5**	73.000	220.000

Tablo 12.65. CİHAZLARIN KADEME KONTROLLERİNE GÖRE TOPLAM KAPASİTELERİ

* Cihaz 3 kademelidir. 1. ve 2. kademe kontrolü termostat tarafından yapılırken, 3. kademe cihazın kendisi tarafından kontrol edilir.

kontrolü termostat tarafından yapılırken, 3. kademe cihazın kendisi tarafından kontrol edilir.

- Herhangi bir kademe kompresöründe arıza olursa, diğerleri devreye girerek soğutmaya devam eder.
- PGB 060 pistonlu, diğer PGB ve PCB paket klimaları ise scroll kompresörlüdürler. Scroll tip kompresörlü tüm cihazlar mutlaka faz koruma rölesi ile beraber kullanılmalıdır.
- Cihazların fanları kayış kasnak mekanizmalıdır. Katalogdan seçilebilecek debi ve statik basınca göre yetkili servis tarafından istenilen hava debisine göre fan devri ayarlanabilmektedir.
- Cihazların kondenser hava atışı yukarı doğrudur.
- Cihazlar bina içerisinde özel bölümlere de yerleştirilebilir, ancak cihaz etrafında belirli mesafeler bırakılması gereklidir (Hava atışı, hava emişi ve servis için).
- PGB 060 cihazlarıyla beraber filtre verilmemektedir. Cihaz dönüşüne filtre kaseti yapılarak filtre ayrıca sipariş edilmelidir. Cihazlar filtresiz kullanılmamalıdır.

12.11.2. Cihaz Yerleşimi

PGB Cihazlarının Yerleşiminde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

- Şekil 12.60'da görüldüğü gibi, cihazın yanma odası giriş tarafından herhangi bir yanıcı (tutuşucu) malzemeden minimum 90cm açıklık bırakılmalıdır. Bütün yanıcı (tutuşucu) malzemeler bu alanın dışında tutulmalıdır.
- Bu 90cm minimum açıklık, uygun yanma havası girişi ve baca gazı akışını sağlamak için de gereklidir. Yanma havası girişi ve baca gazı atışı hiçbir sebeple (karlanma dahil) kapatılmamalı, bloke edilmemelidir.
- Çatı sızdırmazlığı tam olarak sağlanmalı ve drenaj suyu uygun şekilde tahliye edilmelidir.
- Isıtıcı bacası çıkışından itibaren herhangi bir elektrik sayacı, gaz sayacı ve regülatöre minimum 1,2 m yatay açıklık gereklidir.

PCB-PGB Cihazlarının Çatı Kaidesi Uygulaması

- Çatı kaideleri, monte edilmemiş şekilde gönderilir. Şantiyede

CİHAZ TİPİ	MAKARANIN AÇIKLIK AYARINA GÖRE DEVİR SAYILARI					
	Tam Kapalı	1 tur açık	2 tur açık*	3 tur açık	4 tur açık	5 tur açık
PCB 090-5	1209	1146	1082	1018	955	891
PCB 0120-5	1242	1186	1129	1073	1016	960
PCB 0180-5	1400	1446	1273	1209	1146	1082

Tablo 12.64. MAKARANIN KONUMUNA GÖRE CİHAZIN FAN DEVİR SAYILARI

* Cihazlar fabrika çıkışı olarak fan makaraları 2 tur açık olarak ayarlanmaktadır.

	PGB 060150-5	PGB 090210-5	PGB 120245-5	PGB 180280-5
30 °C'deki Soğutma Kapasitesi	62.500 Btu/h	112.000 Btu/h	150.000 Btu/h	220.000 Btu/h
Isıtma Kapasitesi	100.500 Btu/h	162.000 Btu/h	186.000 Btu/h	186.000 Btu/h
İç ünite fanı				
Tip	Radyal, tek motordan tahrik alan çift fan			
Fan Boyutları (Çap – Genişlik)	279 / 254	305 mm – 305 mm	305 mm – 381 mm	305 mm – 381 mm
Motor gücü	0,560 kW	1.49 kW	2.24 kW	3.73 kW
Evaporatör				
Yüzey alanı	0.41 m ²	0.86 m ²	1.3 m ²	1.3 m ²
Kondenser fanı				
Fan çapı	559 mm	2 x 610 mm	2 x 610 mm	4 x 559 mm
Motor gücü	0.250 kW	0.37 kW / adet	0.37 kW / adet	0.37 kW / adet
Fan debisi	4.000 m ³ /h	7.308 m ³ /h	10.368 m ³ /h	11.880 m ³ /h
Kondenser				
Yüzey alanı	1.39 m ²	1.45 m ²	2.21 m ²	2.21 m ²
Kompresör adedi	1	2	2	3
Kompresör tipi	Pistonlu	Scroll	Scroll	Scroll
Elektriksel değerler				
Faz / Volt / frekans	3 / 380 / 50	3 / 380 V / 50 Hz	3 / 380 V / 50 Hz	3 / 380 V / 50 Hz
30 °C toplam elektrik sarfıyatı	6.34kW	8.37 kW	10.53 kW	17.55 kW
Ağırlık	247 kg	520 kg	665 kg	783 kg

Tablo 12.66. PGB CİHAZLARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Cihaz Tipi	2.5	5	7.5	10	12.5	15
PGB 060	3111	3025	2950	2865	2805	2737

Tablo 12.67. PGB 060 CİHAZIN FARKLI BASINÇ KAYIPLARINDAKİ (mmSS) HAVA DEBİLERİ m³/h

montajı, ve çatı yapısına desteklemesinin yapılması müteahhit firmanın sorumluluğundadır.

- Çatı kaidesi montajı için gerekli olan tüm parçalar kaide aksesuarları arasında mevcuttur.
- Tüm çerçeve tipi kaide aksesuarları fabrikadan temin edilebilir. Ancak dirsek tipi çatı kaidelerinin fabrikadan temini mümkün değildir. Tüm çevre kaidesi, (PGC-5) platforma bağlanacak olan bir kanal bağlantı çerçevesini içerir. Ayrı bir kanal bağlantı çerçevesi, dirsek kaidesi ile beraber kullanılmak üzere imal edilebilir. Cihaz dirsek kaidesi üzerine ya kondenser tarafı ya da iki yan tarafı dışarıda kalacak şekilde yerleştirilebilir (Şekil 12.68).
- Dirsekler çatı elemanlarının iki paralel kenarı üzerine desteklenmelidir. Çatı elemanları cihaz hava kaynağı ve dönüş kanalı açılma alanlarını etkilememelidir.
- Çatı kaide izolasyonu eğimli uzun parçalar ve genel çatılama elemanları müteahhit firma tarafından yerleştirilmelidir.
- Cihaz ve kaide aksesuarları cihaz yerleştirilmeden önce dikey kanal bağlantısına müsaade edecek şekilde dizayn edilmiştir. Kanal bağlantıları cihaz montajından önce yapılmalıdır.

12.11.3. PGB ve PCB cihazların montajları ;

Cihazlar alttan giriş ve çıkış bağlantılı uygulamalarda mutlaka

kaide üzerine monte edilmelidir. Kaidenin yüksekliği minimum 20 cm olmalı, kaide betondan yapılmalıdır. Kaide kenarlarında su izolasyonu açısından gerekli önlemler alınmalıdır.

Cihazların montaj mesafeleri Şekil 12.60'da gösterilmiştir. İki cihazın yan yana monte edilmesinde veya baca gazının yan tarafa rahatsızlık vermesi durumunda cihaz baca gazı yukarıya yönlendirilebilir. (Bu parça cihaz ile birlikte verilmektedir.)

PGB ve PCB cihazlarda scroll kompresör kullanıldığından cihaz beslemelerinde faz koruma cihazı kullanılması zorunludur.

Dikey Atış Kanal Bağlantıları

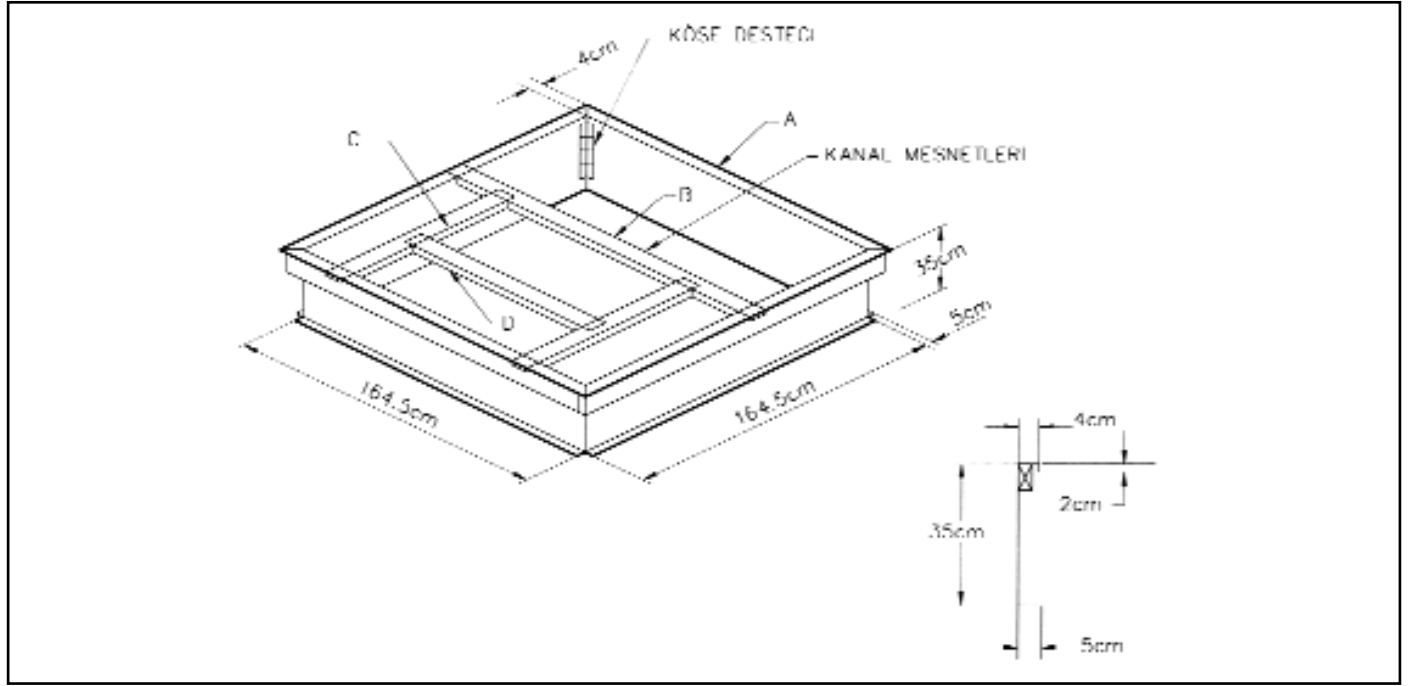
Cihaz ve kaide aksesuarları kanal bağlantıları cihaz yerleştirilmeden önce yapılacak şekilde dizayn edilmiştir. Kanal bağlantısı cihazın yerleştirilmesinden sonra yapılabilir, fakat bu tavsiye edilmez. Kanallar hiçbir zaman cihaz tabanına tam olarak bağlanmamalıdır. Esnek kanal bağlayıcıların kanal içinde cihazın yanında olmaları tavsiye edilir. Bütün kanallar bina yapısı kontrol edilerek desteklenmelidir. Dış kanal bağlantıları izole edilmelidir. Şartlandırılmamış mahallerdeki kanallar izole edilmeli ve kaplanmalıdır.

Gaz Besleme Boruları

Cihaz gaz girişinde sırasıyla yangın emniyet vanası-filtre-küresel gaz kesme vanası kullanılmalıdır.

Cihazların gaz bağlantısı 3/4" tir. Gaz hattı çapı hattın uzunluğu ve gazın kalorifik değerine göre değişkenlik gösterebilir. Gaz hattı üzerinde yangın kesme ventili, 20 –50 mbar arasında ayarlama yapılabilen (kapasitesi LPG için min. 6kg, doğal gaz için gerekli ise 8.5 m³/h 'lik) bir regülatör, küresel vana, üzerinden 0-100 mbar okunabilen bir manometre bulunmalıdır. Regülatör yatayda bacaya en az 120 cm uzakta monte edilmelidir.

LPG kullanımında LPW-06 LPG kiti monte edilmelidir. Kit



Şekil 12.68. ÇATI PLATFORMU

Cihaz Tipi	Doğalgaz		LPG	
	Çalışma basıncı	Min. Sayaç kapasitesi	Çalışma basıncı	Min. Regülatör kapasitesi
PGB 090210-5	20 mbar	6.36 m ³ /h	30 mbar	5 kg
PGB 120245-5	20 mbar	7.42 m ³ /h	30 mbar	5.5 kg
PGB 180280-5	20 mbar	8.48 m ³ /h	30 mbar	6.5 kg

Tablo 12.69. PGB CİHAZLARININ LPG VE DOĞAL GAZDA ÇALIŞMA BASINÇLARI

içerisinde uygun meme seti ve LPG regülatörü yer alır. Cihazlar atmosfere tamamen açık alanlara monte edildiğinden havalandırma şartı istenmez.

Bütün cihazlar standart dişli boru bağlantıları ile donatılmıştır. Gaz bağlantısı çapı tesisat uzunluğuna, sistem üzerindeki toplam eleman sayısına, gaz karakteristiklerine, gerekli kapasiteye ve gaz basıncına bağlıdır. Bütün boru bağlantıları standartlara göre yapılmalıdır.

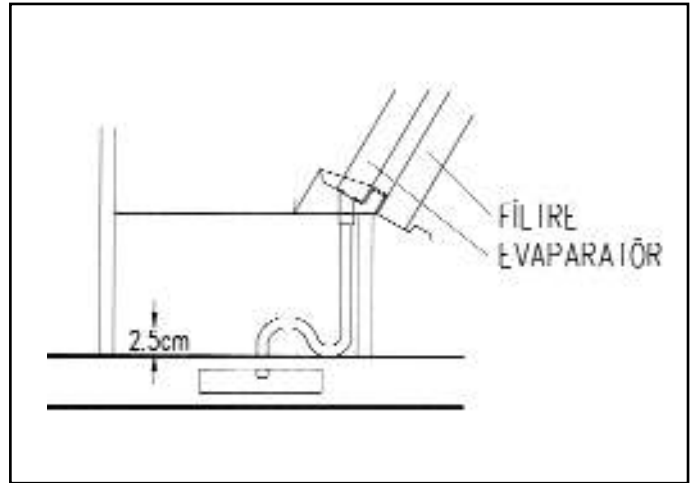
Not: Cihaz üzerindeki gaz bağlantısı çapı gaz hattındaki boru çapını saptamaz.

Kondens Suyu Drenaj Bağlantısı

Bütün cihazlar Şekil 12.70'de gösterildiği gibi drenaj tavasının her iki tarafına yerleştirilebilen esnek boru kondens kapalı ile donatılmıştır.

Uyarı: Drenaj borusu sonu izolasyon içinden ve taban profili üzerinden geçirilerek, yoğuşma suyunun çatıya veya dış drenaj sistemine serbest bir çıkışı sağlanmış olur. Drenaj tavasının karşısında bulunan ve kullanılmayan delik, verilen tıkaç ile kapanmalıdır.

Yoğuşma suyunun drenajının direkt olarak çatıya akması kabul edilebilir. Küçük taştan, tahtadan veya metalden bir akış kanalı yapılması çatıda meydana gelebilecek hasarları önleyebilmek için tavsiye edilir. Eğer yoğuşmuş olan su drenaj sistemiyle bina içine boru ile akıtılacaksa, drenaj çatıya dışından girmelidir. Esnek yoğuşma suyu tapası dış bir drenaj hattına bir boru kelepçesi ile



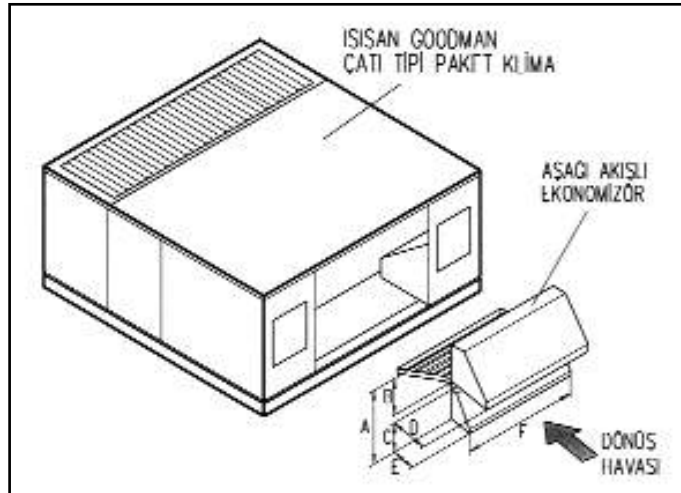
Şekil 12.70. KONDENS SUYU DRENAJ BAĞLANTISI

bağlanabilir. Her klima sisteminin drenaj tavası üzerinde bir miktar nem oluşacağı gerçeğinden hareket ederek, bu bölgelerde oluşan bakterilerden dolayı yosunlaşmaların meydana gelebileceği unutulmamalıdır. Bu oluşumun yaratacağı tıkanmaların sebep olacağı drenaj tavası taşmalarını önlemek için periyodik temizleme yapılmalıdır.

12.11.4. PGB-PCB Cihazın Periyodik Bakım Talimatları

Güvenli işletim için cihaz ısıtma sezonunun başında ve sezon boyunca periyodik olarak tetkik edilmelidir. Aşağıda belirtilen noktalar kontrol edilmeli, hiçbir aksaklık gözlenmese bile cihaz yetkili servisçe periyodik olarak kontrol edilmelidir.

1. Cihazın sızdırmazlığının korunması için kasa üzerinde herhangi bir çökme, yarık, aralık olmamalıdır.
2. Baca ve hava girişi temiz olmalıdır ve önleri tıkanmamalıdır.
3. Brülör alevi doğru ayarlanmalıdır ("Brülör Alevi Spesifikasyonları" bölümünden karşılaştırma yapılabilir).
4. Hava dönüş bağlantısı cihazın kasasına contalanmalıdır.
5. Cihaz ön panelini çıkarıp brülör kompartımanını ve fan çıkışı korozyon, korozyon parçacıkları veya kurum oluşumuna karşı gözle tetkik etmek gerekir. Cihazda önemli bir bozulma belirtisi olmamalıdır. Eğer böyle bir belirti gözlemlenirse, yetkili bir servis ile temasa geçilmelidir.



Şekil 12.71. AŞAĞIYA AKIŞLI EKONOMİZÖR

12.11.5. PGB-PCB Cihazların Opsiyonel Aksesuarları

Termostatlar

PGB 060 ile standart olarak T 8411 programsız dijital termostat kullanılır. Termostat üzerinden manuel olarak soğutma/ısıtma geçişi ve ON ya da AUTO olarak fan ayarı yapılabilir. Termostat elektrikli ısıtıcıya kumanda edebilir. Enerji kesilmelerinde pile gerek duymayan hafızaya sahiptir. Eğer arzu edilirse PGB 060 ile programlanabilir dijital termostatlar da kullanılabilir.

PGB 060 dışındaki tüm PGB ve PCB serisi cihazlarla beraber standart olarak T 8624 programlanabilir dijital termostatlar kullanılır. Bu termostatlar ile iki kademeli soğutma ve iki kademeli ısıtma termostat ayarı otomatik olarak, fan ayarı ise ON yada AUTO manuel olarak yapılabilir. Ayrıca soğutma/ısıtma geçişi de otomatik olarak yapılır. Termostat elektrikli ısıtıcıya kumanda edebilir. Enerji kesilmelerinde pile gerek duymayan hafızaya sahiptir. T 8624 termostat ile 7 gün program yapılabilir.

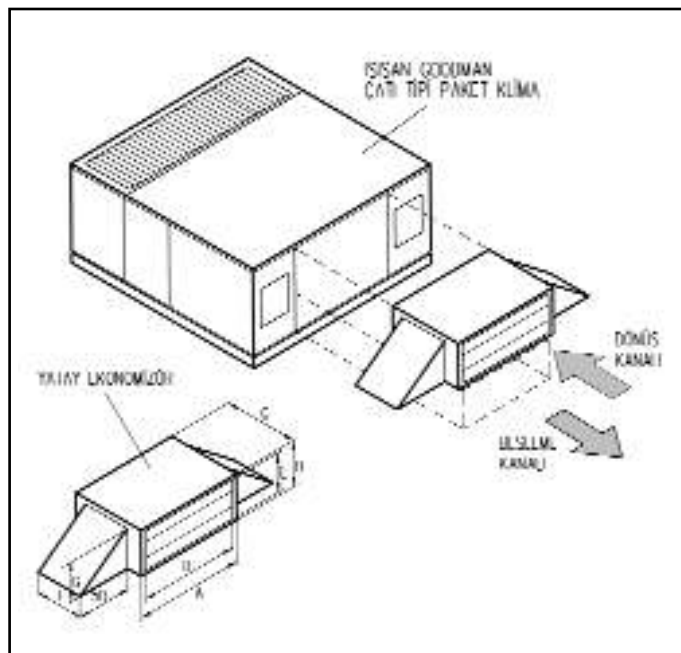
PGB ve PCB Serisi cihazlarda yatay çıkış uygulamalarında ekonomizör kullanımı;

Ekonomizör, yatay bağlantı uygulamalarında dönüş kanalı üzerine monte edilerek, özellikle dış hava sıcaklıklarının uygun olduğu durumlarda sisteme daha fazla taze hava karıştırarak soğutma etkisini artırır (Free Cooling). Ekonomizör damperi cihaz üzerindeki bir kontrol panosu tarafından idare edilir. Cihaza elektrik bağlantısı bir fiş yardımı ile kolayca bağlanabilir. Ekonomizörler entalpi kontrolü yapıp buna göre kademesiz modülasyonlu olarak çalışırlar. Bu bakımdan özellikle çarşı, sinema, spor salonu vb. yoğun yerlerde kullanılması idealdir (Şekil 12.71).

Tam modülasyonlu sabit ekonomizör 24 VAC damper motoru ve yay dönüşü ile beraber verilmektedir. %100 taze hava sağlayabilir. Tamamen monte edilmiş ve bağlantı için gerekli tüm kablolama fabrikada yapılmıştır. Ayarlanabilir karışım havası sıcaklığı ve minimum taze hava ayarına sahiptir. Ünitenin içinde fişlerin direkt takılabileceği prizler mevcuttur. Ünite yatay deşarja dönüştürüldükten sonra merkez giriş panelini yerleştirilmelidir. Bütün montaj ekipmanları ve talimatları cihazla beraber verilmektedir.

MODEL	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)
PGED090/102-5	82	40	34	41	20	102
PGEH120/180-5	122	56	59	48	26	102

Tablo 12.72. AŞAĞI AKIŞLI EKONOMİZÖR (PGED090/102-5 & PGED 120/180-5)



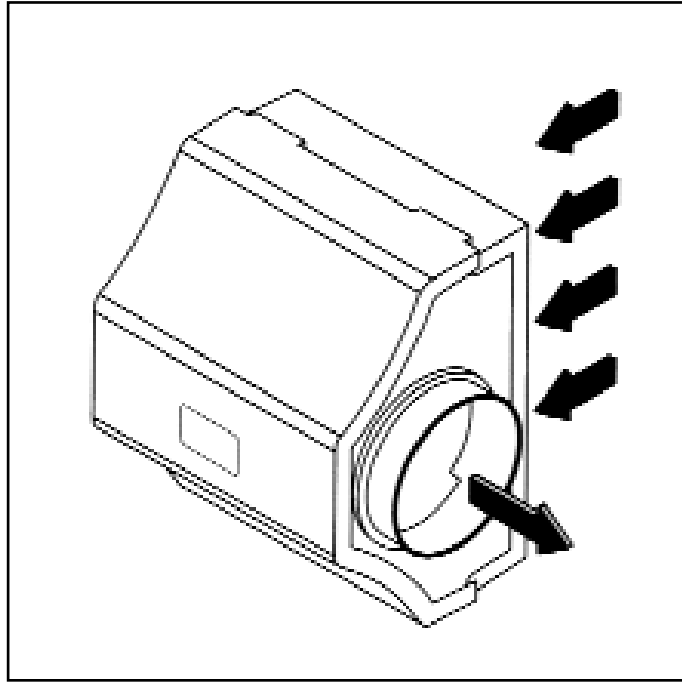
Şekil 12.73. YATAY EKONOMİZÖR

G200 Nemlendirme Cihazı

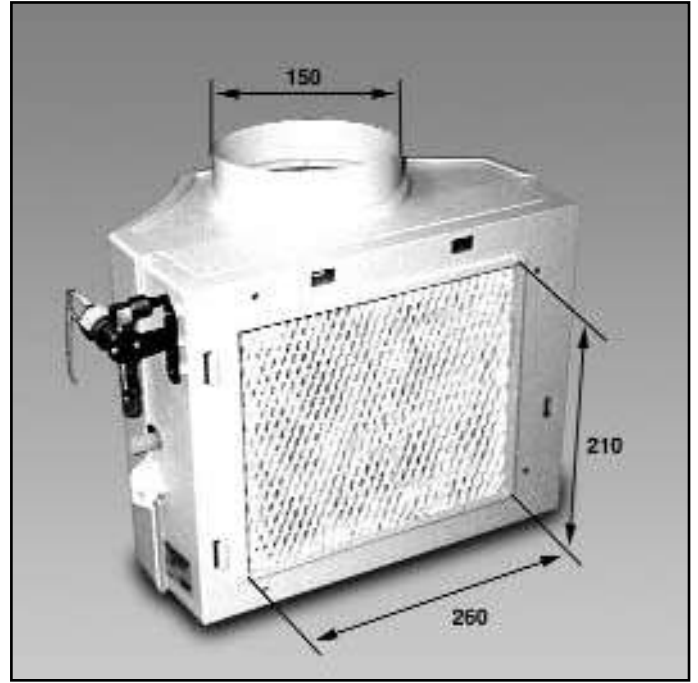
G200 nemlendiriciler by-pass prensibiyle çalışan ve sadece ısıtma periyodunda nemlendirme yapan cihazlardır (Şekil 12.75 - 12.76). GMP cihazlarında ısıtmada kullanılır. Cihazın iç yapısı oldukça basit, işletme maliyeti düşüktür. Cihazda soğuk veya sıcak su (60 °C) kullanılabilir. Şebekeden çekilen bir su besleme hattı ile çalıştırılabilir (Minimum su basıncı 0.5 bar olmalıdır). Drenaj bağlantısı için mutlaka bir gider bırakılmalıdır. Montaj şekli Şekil 12.77'de görülebilir.

MODEL	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	FILTRE
PGEH090/102-5	102	45	66	97	40	46	38	48 x 38 (2)
PGEH120/180-5	102	66	66	97	60	46	46	48 x 45 (2)

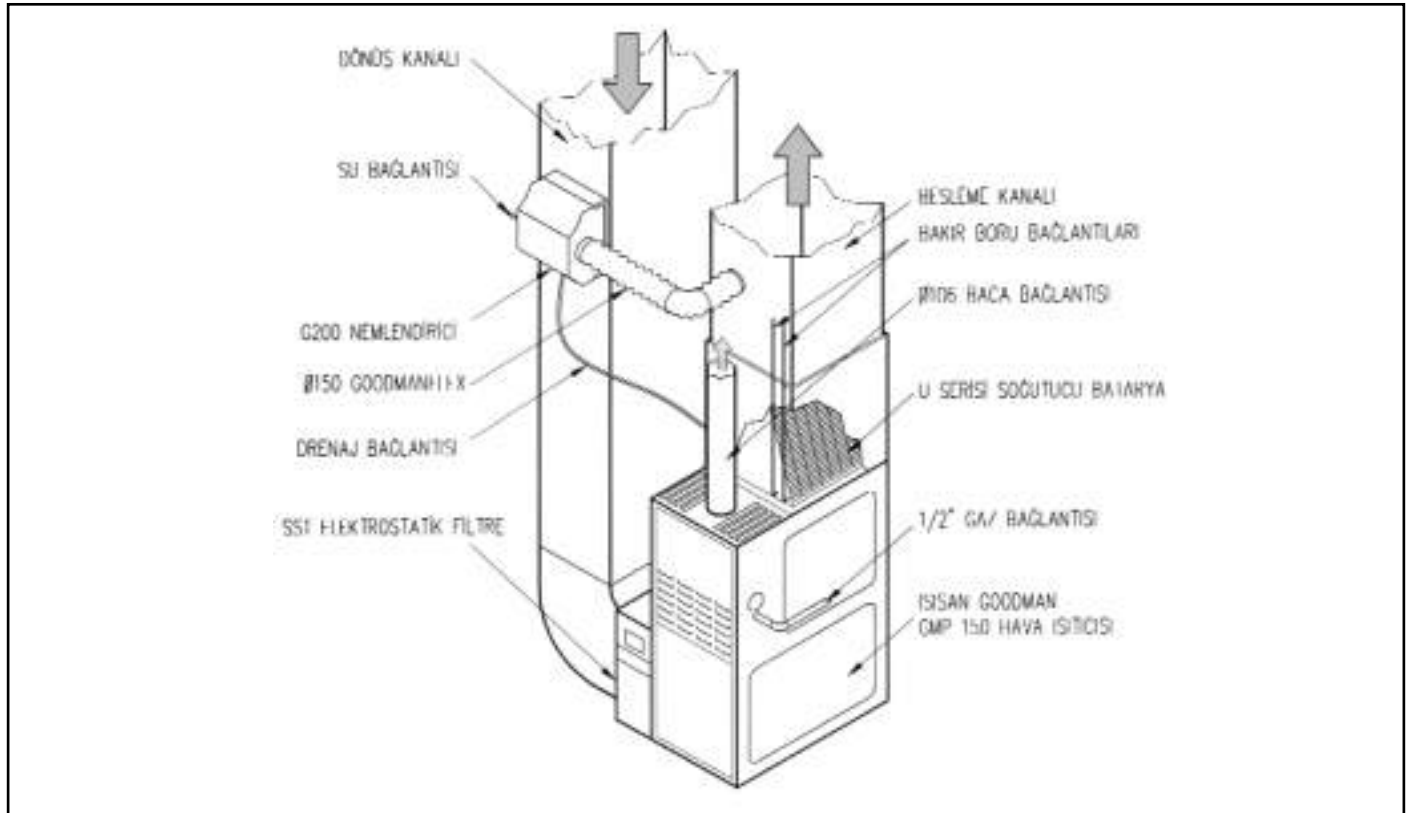
Tablo 12.74. YATAY EKONOMİZÖR (PGEH090/102-5 & 120/180-5)



Şekil 12.75. NEMLENDİRİCİ CİHAZ ŞEMASI



Şekil 12.76. NEMLENDİRİCİ CİHAZ RESMİ



Şekil 12.77. ISISAN GOODMAN GMP HAVA ISITICI+KLİMA ÜNİTESİNDE NEMLENDİRİCİ VE ELEKTROSTATİK FİLTRE UYGULAMASI

Cihaz dönüş hava kanalı üzerine monte edilip odada bulunan nem sensörü ile kumanda edilir. Maksimum kapasitesi 2.5 kg/h'tir. Maksimum konfor sağlamak için odadaki sensörün %40-50 mertebelerinde ayarlanması tavsiye edilir. Fazla nem eve ve evdeki eşyalara zarar verebilir.

SST Elektrostatik Filtreler

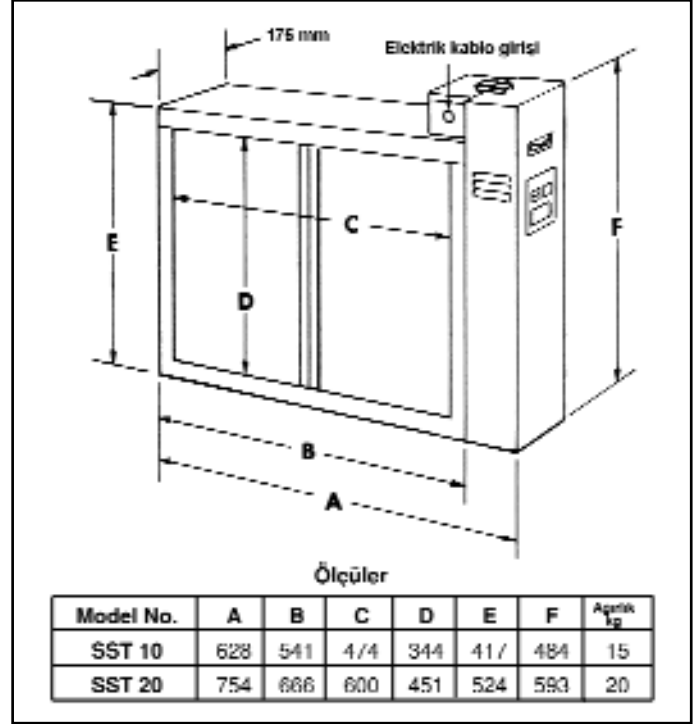
Kanal tipi elektrostatik hava temizleyicileri iç ortam havasını en verimli şekilde temizleyen filtrelerden biridir. Çıplak gözle ancak 10 mikron büyüklüğündeki partikülleri görebilirken SST elektrostatik filtreler 0,01 mikron büyüklüğündeki partikülleri %98'e varan bir verimle temizleyebilirler. Aşama aşama temizleme yaptığından filtrenin mutlaka hava akışını sağlayacak bir cihazın emişine koyulması gerekir.

Enerji beslemeleri iç ünite üzerinden yapılır. Toplam çektiği güç 40 W olup işletme maliyetleri düşüktür. Filtreler metal kasetlerden oluştuğundan uzun yıllar yıkılarak kullanılabilir. Elektrostatik filtrelerin seçiminde debi önemlidir. SST10 serisi 1700 m³/h'e kadar, SST20 3400 m³/h debilerde kullanılabilir. Cihazın ölçüleri ve detayı için **Şekil 12.78 ve 12.79**'ya bakınız, montaj şekilleri **Şekil 12.80**'de verilmiştir. Yatay ve dikey monte edilebilirler. Montaj emiş tarafına yapılır ve cihazların çalışması optimum verimde olması için gereken hava miktarının üzerine kılınmamasına dikkat edilmelidir.

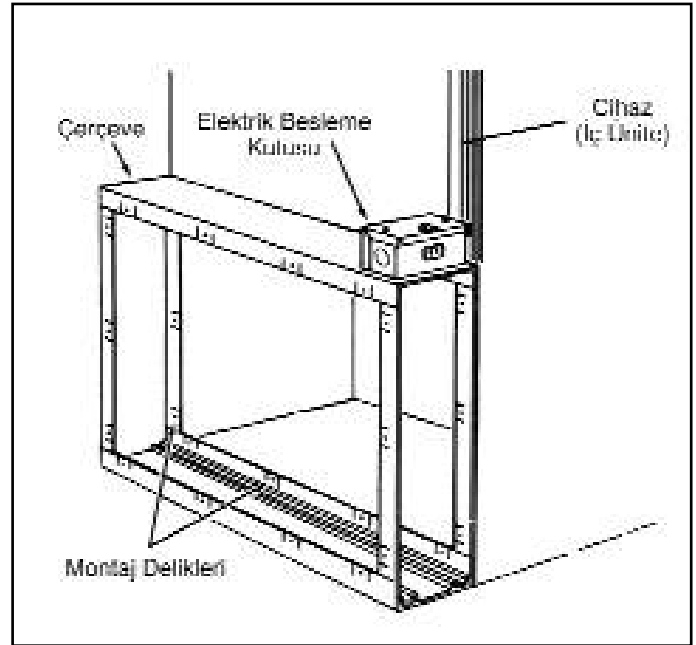
12.12. KLİMA CİHAZLARINDA BAKIR BORU TESİSATI UYGULAMALARI

12.12.1. Bakır boru tesisatı uygulamaları hakkında genel bilgiler-pratik notlar ve talimatlar

- Bakır boru tesisatının sistemde 2 ayrı görevi vardır. Bunlardan ilki; sistemde kompresör tarafından basınçlandırılan soğutucu akışkanın taşınması ve dolaşımını sağlamak, diğeri ise; kompresör tarafından soğutucu akışkanla birlikte sisteme gönderilen kompresör yağlama yağının geri getirilmesini sağlamaktır. Fakat bunlar, ancak sistem temiz ve sızdırmaz konumda olduğu süreçte mümkün olabilir.
- Klimalarda kullanılan bakır borular %99 saflıkta ve çaplarına göre uygun et kalınlıklarındadırlar.
- Tablo 12.81**'de klima sistemlerinde kullanılan bakır boru ölçüleri ve et kalınlıkları ile ilgili detaylı bilgiler bulunmaktadır.
- Hemen hemen her klimanın teknik dokümanında, iç-dış ünite arasındaki mesafeye göre seçilmesi gereken boru çapları belirtilmiştir. Belirli mesafelerden sonra boru çapları bir üst değerde seçilir. Aşağıda Goodman cihazlarda metraja göre çekilmesi gereken bakır boru çap seçim tabloları bulunmaktadır. (**Tablo 12.82 ve Tablo 12.83**)
- Aynı zamanda her markanın kendine ait mesafe limiti vardır. Bu limitlerden daha uzun mesafelere ihtiyaç duyuluyor ise montaj yerleri yeniden gözden geçirilmelidir. Isısan goodman duvar tipi split klimalarda, 9.000 Btu/h üniteler hariç 12.000'den 24.000 Btu/h kapasiteye kadar olan cihazlarda **toplamda 30 metre** bakır boru hattı çekilebilir. 9.000 Btu/h' lik cihazlarda çekilecek bakır boru mesafesi 15 metreyi geçmemelidir. Isısan Goodman Kanal tipi split klima cihazlarında ise **toplamda 53 metre** bakır



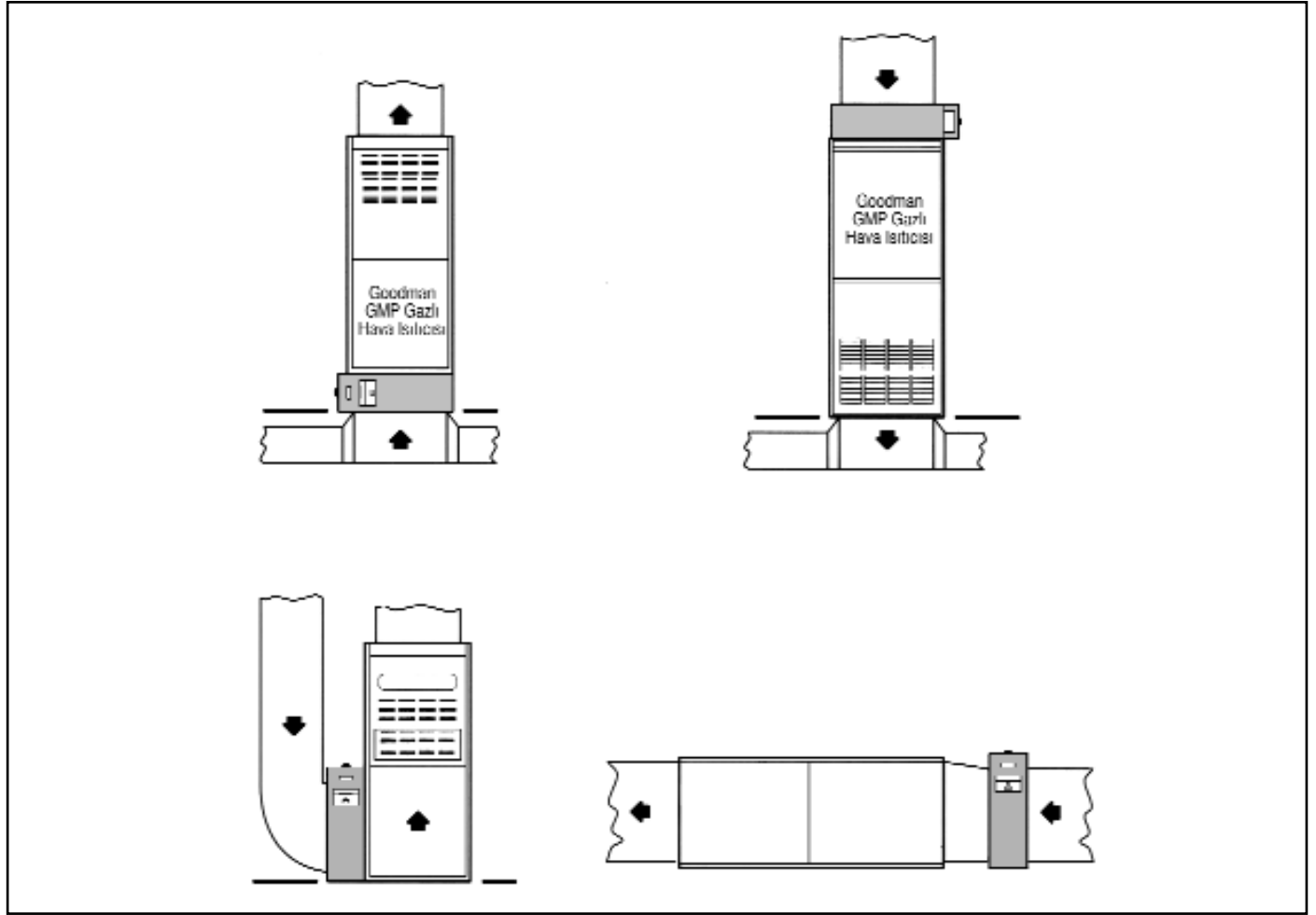
Şekil 12.78. ELEKTROSTATİK FİLTRE



Şekil 12.79. ELEKTROSTATİK FİLTRE MONTAJ ÇERÇEVESİ

boru hattı çekilebilir.

- Yine her markanın ve modelin kendine ait iç-dış üniteler arası yükseklik farkı (kot farkı) limiti vardır. Dış ünite bu limitlerin dışında, iç üniteden daha yukarı ya da aşağı monte edilmemelidir. Aralarında yükseklik farkı bulunan montajlarda, uyulması gereken bakır boru tesisatı çekme işlemi ile ilgili kurallar vardır. Isısan Goodman duvar tipi split klima cihazlarında;
- Dış ünite yukarıda-iç ünite aşağıda iken;**
- 9.000 Btu/h kapasiteli cihazlarda;** max. kot farkı 9 metre olmalıdır.



Şekil 12.80. MONTAJ ALTERNATİFLERİ

Klima Bakır Boruları	İnç (Dış Çap)	mm. (Dış Çap)	Et Kalınlığı mm	Anma Değerleri	Max.Çalışma Basınçları(Bar)
50 mt tavlı kangal	1/4"	6,350	0,68	6 lık	35
50 mt tavlı kangal	3/8"	9,525	0,68	9 luk	35
50 mt tavlı kangal	1/2"	12,700	0,68	13 lük	35
50 mt tavlı kangal	3/4"	19,050	0,68	19 luk	35
50 mt tavlı kangal	5/8"	15,875	0,68	16 lık	40
6 mt düz sert boy	7/8"	22,225	1,00	22 lik	40
6 mt düz sert boy	1 1/8"	28,575	1,20	28 lik	40
6 mt düz sert boy	1 3/8"	34,925	1,50	35 lik	37

Tablo 12.81. KLİMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN BAKIR BORU ÖLÇÜLERİ VE ET KALINLIKLARI

KAPASİTE	BAKIR BORU MESAFESİ (m)									
	İÇ ÜNİTE ÇAPI		İÇ ÜNİTE ÇAPI		0-15		15-22		22-30	
					BORU ÇAPLARI					
BTU/H	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ
9.000	1/4	1/2	3/8	5/8	1/4	1/2	-	-	-	-
12.000	1/4	1/2	3/8	5/8	1/4	1/2	3/8	5/8	3/8	5/8
18.000	1/4	5/8	3/8	5/8	1/4	5/8	3/8	5/8	3/8	5/8
24.000	3/8	5/8	3/8	5/8	3/8	5/8	3/8	5/8	3/8	3/4

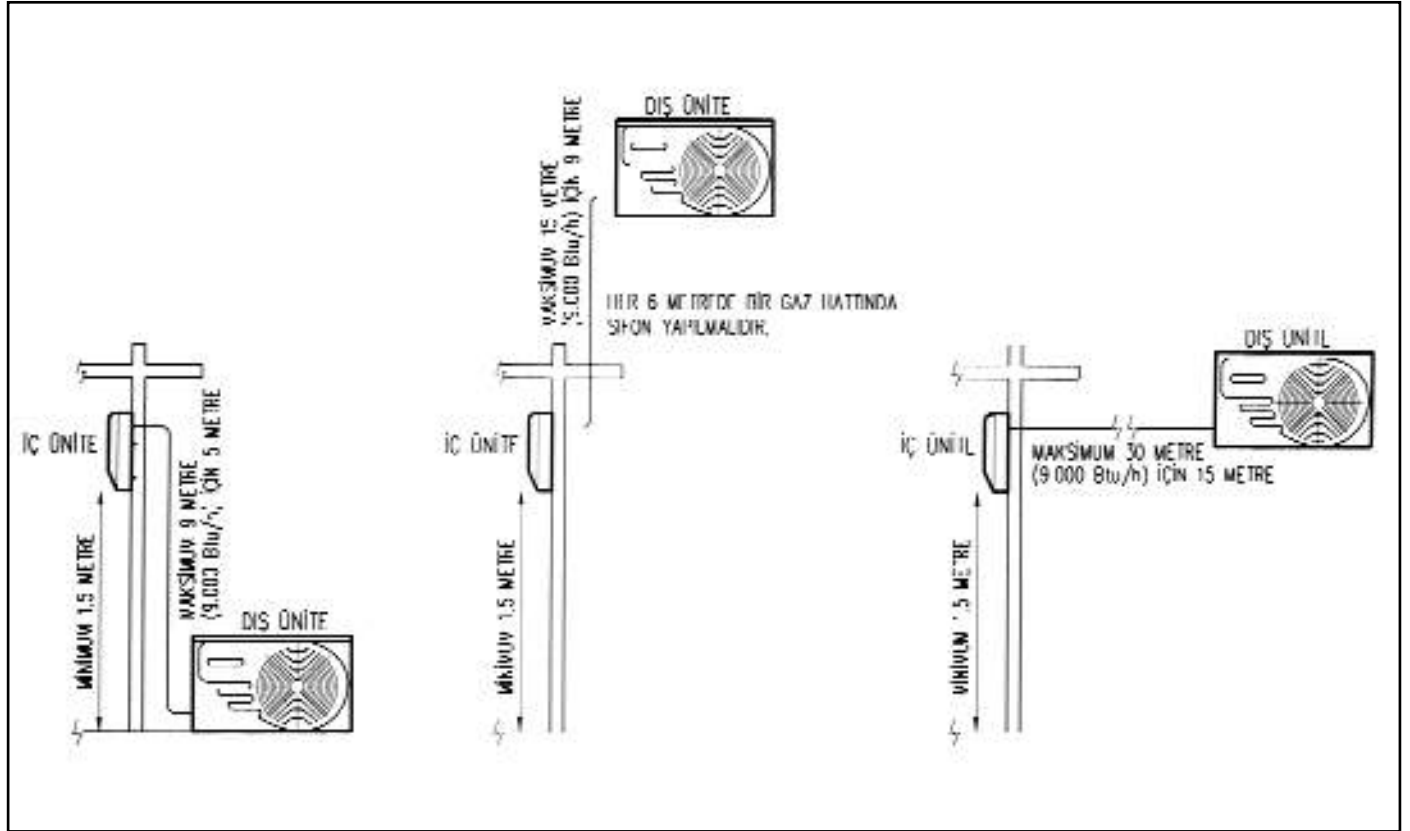
Tablo 12.82. ISISAN-GOODMAN DUVAR TİPİ CİHAZLARIN MESAFEYE GÖRE BAKIR BORU ÇAP SEÇİM CETVELİ

KAPASİTE BTU/H	BAKIR BORU MESAFESİ (m)											
	0-7.5		7.5-15		15-25		25-33		33-41		41-53	
	BORU ÇAPLARI											
	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ	LİKİT	GAZ
24000	5/8	3/8	3/4	3/8	3/4	3/8	7/8	3/8	7/8	3/8	7/8	3/8
36000	3/4	3/8	3/4*	3/8	7/8	3/8	7/8	3/8	7/8	1/2	1 1/8	1/2
42000	3/4*	3/8	7/8	3/8	7/8	3/8	7/8	3/8	7/8	1 1/8	1/2	1 1/8
50000	7/8	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2
55000	7/8	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2
60000	7/8**	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2	1 3/8	1/2
70000	7/8**	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2	1 3/8	1/2
95000/SOĞUTMA	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	5/8	1 3/8	5/8
120000/SOĞUTMA	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	5/8	1 3/8	5/8	1 3/8	5/8
110000/HEAT-PUMP***	7/8	3/8	1 1/8	3/8	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2
120000/HEAT-PUMP***	7/8**	3/8	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2	1 3/8	1/2
140000/HEAT-PUMP***	7/8**	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	1 3/8	1/2	1 3/8	1/2

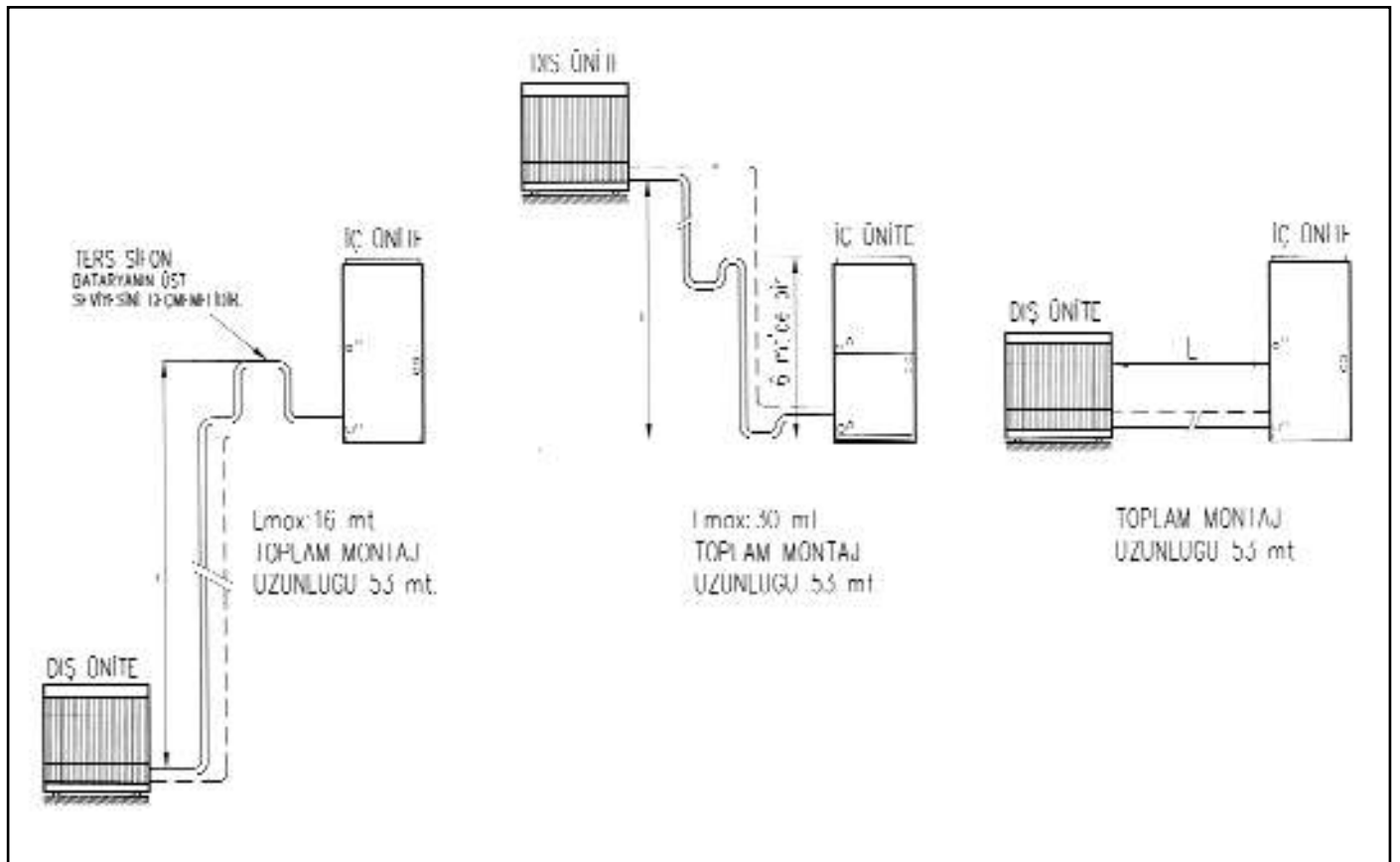
* TAM KAPASİTE ALABİLMEK İÇİN 7/8 KULLANILMALIDIR.
** TAM KAPASİTE ALABİLMEK İÇİN 1 1/8 KULLANILMALIDIR.
*** 110000,120000,140000/HEAT-PUMP CİHAZLARDA 2 ADET DIŞ ÜNİTE KULLANILDIĞI İÇİN BAKIR BORULAR TABLODA BELİRTİLEN ÇAPLARDAN İKİ ADET AYRI AYRI ÇEKİLECEKTİR.

Tablo 12.83. ISISAN GOODMAN KANAL TİPİ SPLİT KLİMA CİHAZLARINDA MESAFEYE BAĞLI BAKIR BORU ÇAP SEÇİM CETVELİ

- **12.000-24.000 Btu/h kapasiteli cihazlarda** ; max. kot farkı 15 metre olmalıdır.
 - **Kanallı Tip cihazların tümünde**; max. Kot farkı 30 metre olmalıdır.
- Not:** Bu durumda bakır boru tesisatının soğutucu akışkan buhar hattına (dönüş hattı) her 6 metrede bir yağ cebi yapılmalıdır. Yağ cebi başına sisteme 28 gram yağ ilave edilmelidir. Aşağıda **Şekil 12.84 ve 12.85'de** tüm uygulamalardaki bakır boru ölçüleri görülebilir.
- Dış ünite aşağıda - iç ünite yukarıda iken;**
- **9.000 Btu/h kapasiteli cihazlarda**; max. kot farkı 5 metre olmalıdır.
 - **12.000-24.000 Btu/h kapasiteli cihazlarda**; max. kot farkı 10 metre olmalıdır.
 - **Kanallı Tip cihazların tümünde**; max. Kot farkı 16 metre olmalıdır.
 - Dış ünitenin aşağıya monte edildiği durumlarda ise, bakır boru tesisatı iç üniteye evaporatörün en üst seviyesini geçecek kadar yükseltildikten sonra inmeli, yani ters U yapılmalıdır. Bu işlem soğutucu akışkanın likit halde kompresöre dönüşünü engellemek için yapılan bir işlemdir.
 - **Tablo 12.86'da** mesafeye ve bakır boru çapına göre verim düşümlerini verilmiştir. Bu tabloyu, kabaca bakır boru çapı seçim cetveli amaçlı olarak da kullanmak mümkündür.
 - Sistem devreye alınırken, boru çapı ve uzunluğu ile orantılı olarak, belirli miktarda yağ ilave etmeyi unutmamak gerekir. **Tablo 12.87'de** 15 metreyi geçen tesisatlarda her 3 metre için sisteme verilmesi gereken yağ miktarları mevcuttur.
- Hatalı çekilen tesisat neticesinde meydana gelecek ilk arıza soğutma ya da ısıtma işleminin tam olarak gerçekleşmemesi (cihazın verimsiz çalışması), arıza yapacak ilk eleman ise dış üniteye kompresördür.
 - Bakır boru hattı mümkün olduğunca kısa tutulmalı, az sayıda dirsek ve fittings kullanılmasına gayret edilmelidir.
 - Boruların dış darbeye maruz kalabileceği yerlerde koruyucu tedbirler alma zorunluluğu tesisatı döşeyen firmaya aittir.
 - Cihazların dış ünitelerinde fabrikada şarj edilmiş, belli metre bakır boru tesisatına yetecek kadar soğutucu akışkan mevcuttur. Ancak bakır boru mesafesi uzadıkça, mesafeye ve bakır boru çaplarına bağlı olarak belli oranda gaz ilavesi yapılmalıdır. Bu ilaveler için 3 ayrı yöntem mevcuttur.
- 12.12.2. İlave Gaz Şarjı Yöntemleri**
- Ağırlığa göre gaz şarjı :** Sistemin düzgün bir biçimde şarj edildiğinden emin olmanın en iyi yolu; hattın ölçüsüne, uzunluğuna ve sistemdeki diğer ekipmanlara göre eklenecek şarj miktarını tartarak eklemektir.
- Bu yöntem en güvenli yöntemdir. Bu işlemi yaparken, şarj işlemi yapan teknisyenin elinde bir soğutucu akışkan manometresi ve bir adet hassas elektronik gaz terazisi bulunmalıdır. Öncelikle şarj işlemi yapılacak olan cihazın fabrika şarj miktarının bilinmesi gerekir. Ayrıca cihaza şarj edilen akışkanın kaç metreye yeterli olacağı cihaz kataloglarında belirtilmeli ve bilinmelidir. Örneğin; Goodman duvar tipi cihazlarda, dış üniteye bulunan fabrika şarjlı R-22, 15 metre tesisata yetecek kadardır. Kanallı cihazlarda ise bu şarj miktarı 7,5 metreye yetecek kadardır. Bu mesafelerden daha fazla bakır



Şekil 12.84. ISISAN GOODMAN DUVAR TİPİ SPLIT CİHAZLARDA MAKSİMUM BAKIR BORU VE KOT FARKI ÖLÇÜLERİ



Şekil 12.85. ISISAN GOODMAN KANAL TİPİ SPLIT CİHAZLARDA MAKSİMUM BAKIR BORU VE KOT FARKI ÖLÇÜLERİ

KAPASİTE BTU/H	GAZ BORU ÇAPI	KAPASİTE DÜZELTME FAKTÖRÜ					
		BAKIR BORU MESAFESİ (GAZ HATTI)					
		8	16	25	33	41	50
24.000	3/4	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90
	7/8	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
36.000	3/4	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88
	7/8	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
48.000	1 1/8	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
	3/4	0,95	0,92	0,90	0,86	0,83	0,80
60.000	7/8	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87
	1 1/8	1,00	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89
120.000	1 1/8	0,99	0,97	0,96	0,94	0,92	0,90
	SOĞUTMA	1 3/8	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97
120.000	7/8	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87
HEAT-PUMP	1 1/8	1,00	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89

Tablo 12.86. GAZ HATTI BORU ÇAPINA KARŞILIK GELEN SİSTEM PERFORMANS DEĞERLERİ

15 METREDEN FAZLA OLAN BAKIR BORU UYGULAMALARI İÇİN GEREKLİ YAĞ ŞARJI	
CİHAZ	Her 3 m. için gereken yağ miktarı (g)
18.000 Btu/h	7,09
24.000 - 60.000 Btu/h	14,17

Tablo 12.87. YAĞ CEPLERİNE VE TESİSATA İLAVE EDİLECEK OLAN YAĞ VİSKOZİTE NO. 32 OLAN KILAVUZ TİPİ SOĞUTUCU SİSTEM YAĞLARI OLMALIDIR

Boru Çapı (inc)	Likit (g/m)	Gaz (g/m)
1/4	20,45	
3/8	53,91	
1/2	105,96	
5,8	172,88	3,72
3/4		5,58
7/8		7,44
1 1/8		13,94
1 3/8		20,45

Tablo 12.88. İZİN VERİLEN (R22) GAZ ŞARJI gr/m

boru hattı çekilecekse, metraja bağlı olarak Tablo12.88'a göre gaz şarjı yapılmalıdır.

Sistemde ölçülen sıcaklık değerine göre gaz şarjı

A) Superheat Ölçümü Bu ölçümleri yapabilmek için sırası ile aşağıdaki işlemler yapılır:

- Her iki ana vana da tam olarak açılır.
- Servis göstere manifoldu ana vana servis portlarına, hattın temiz olduğuna emin olmak koşuluyla bağlanır. Sistem en az 10 dakika basıncın sabitlenmesi için çalıştırılır.

- Termometre emme hattının kondenser ünitesi tarafına geçici olarak bağlanır. Bağlantının iyi yapıldığına dikkat edilmelidir. Termometre izole edilerek doğru okuma sağlanır.
- Ölçülen değer, sistem superheat değerini verir. Superheat ölçümünün doğruluğunu kontrol etmek için Tablo 12.89 kullanılır. Eğer sistemde düşük superheat okundu ise sisteme soğutucu akışkan eklenmeli, yüksek superheat okundu ise gaz atarak yük azaltılmalıdır.

Ortam Sıcaklığı (Kondenser Girişi) Kuru Termometre Sıcaklığı	Dönüş Havası Sıcaklığı (Kuru Termometre Sıcaklığı)				
	18	21	24	26	29
°C					
37				2,77	2,77
35			2,77	2,77	2,77
32			3,89	6,67	10
29		2,77	5,56	9,44	11,11
26		2,77	6,67	11,66	14,45
24	2,77	5,56	9,44	13,89	16,11
21	2,77	7,78	11,11	15,55	17,78
18	7,22	11,56	14,45	17,78	19,44
15	9,44	13,89	16,67	18,33	20,56

Tablo 12.89. DIŞ ORTAM VE EMİŞ HAVASI SICAKLIĞINA GÖRE SİSTEMDE ÖLÇÜLMESİ GEREKEN SUPERHEAT DEĞERLERİ

- Gösterge hattı dikkatlice çıkarılır. Gaz kaçağı yanmaya sebebiyet verebilir.

Superheat Aşağıdaki Gibi Belirlenir:

- Emme basıncı okunur. Tablo 12.90 bu basınca göre doymuş buhar (emme) sıcaklıklarını vermektedir.
 - Emme hattı sıcaklığı okunur.
- Süperheat (kızgınlık derecesi)= emme hattı sıcaklığı – doymuş buhar sıcaklığı

Tablo 12.90 ve Tablo 12.91 kullanılarak, sıcaklıkları bilinen bir sistemin gaz basınçları tayin edilebilir.

Emme Basıncı (bar)	Doymuş Buhar Sıcaklığı (°C)
3,45	-3,3
3,66	-2,2
3,79	-1,1
4,00	0
4,21	1,1
4,34	2,2
4,55	3,3
4,76	4,4
4,97	5,5
5,17	6,6
5,38	7,7
5,59	8,8

Tablo 12.90. DOYMUŞ BUHAR SICAKLIĞI (R22)

Likit hattı basıncı (bar)	Doyma Sıcaklığı (°C)
13,79	38,89
4,48	40,56
15,17	42,2
15,86	43,89
16,55	45,56
17,24	47,22
17,93	48,89
18,62	50,56
19,31	52,22
20,00	53,33
20,69	55,00

Tablo 12.91. LİKİT HATTI SICAKLIKLARINA KARŞILIK GELEN BASINÇ DEĞERLERİ

B) Heat-pump cihazlarda ısıtma çevrimi esnasında sıcaklık ölçüm metodu ile gaz şarjı

Bu yöntem, ısıtma modunda kompresördeki sıcak gaz deşarjını ölçerek sistem şarjını kontrol etmek için kullanılabilir.

1. Sistem minimum 20 dakika çalıştırılmalıdır.
2. Kompresör ile dört yollu vana arasına sıcak gaz deşarj hattına

elektronik bir termometrenin kovani monte edilerek izole edilir. Hissedici kovanın dış havaya karşı iyice izole edildiğinden emin olunmalıdır.

3. Kovan yerleştirildikten sonra sistemin en az 10 dakika daha çalışmasına izin verilmelidir. Sonra, yine hassas bir elektronik termometre ile kovandan gaz deşarj (çıkış) sıcaklığı ölçülür.
4. Elektronik termometre yardımı ile dış ortam sıcaklığı da ölçülmelidir.
5. Sonuç olarak; kompresör ile dört yollu vana arasında ölçülen sıcaklık, dış ortam sıcaklığından +55,5 °C daha fazla ise sistem gaz şarjı tamdır.

ÖRNEK : Düzgün bir şarj için dış hava sıcaklığının 25 °C olduğu bir yerde, kompresörün çıkış ağzında yapılan ölçüm 80,5 °C olmalıdır. Eğer ölçülen sıcaklık değeri, dış hava sıcaklığı değerinden +55,5 °C' den daha yüksek veya düşükse; sıcaklığı düşürmek için gaz ekilmesi yapılarak ve sıcaklığı artırmak için gaz eklemesi yapılarak ayarlanmalıdır. Bu şekilde sistem şarjını ayarlarken, bir sonraki sıcaklık değerini ölçmeden önce sistemin en az 10 dakika çalışmasına izin verilmelidir.

Dış ve iç hava sıcaklığına göre gaz şarjı yöntemi : Bu işlem sadece ortalama sonuç almak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem için dış ve iç hava sıcaklıkları ölçülmeli, manometre yardımı ile sis-

DIŞ HAVA SICAKLIĞI °C	DIŞ ORTAM SICAKLIĞI °C		BASMA (SIVI) BASINCI (bar)		EMİŞ (GAZ) BASINCI (bar)	
	KURU TERMOMETRE	YAŞ TERMOMETRE	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
46,1		17,2	20,7	22,8	5	5,7
	23,8	19,4	21	23	5,3	5,3
		21,6	21,5	23,5	5,6	6,3
40,5		17,2	25,3	21	5	5,6
	23,8	19,4	18,8	22	5,3	5,9
		21,6	26	21	5,5	6,2
35		17,2	16	18	4,6	5,3
	23,8	19,4	16,4	19	4,9	5,6
		21,6	16,7	19	5,3	5,9
29,4		17,2	13,6	16	4,2	4,8
	23,8	19,4	13,9	16	4,2	4,9
		21,6	14,5	16,5	4,8	5,5
23,8		17,2	12	14	3,9	4,6
	23,8	19,4	12	14	4,2	4,8
		21,6	12,5	15	4,5	5,2
18,3		17,2	10	12	3,5	4,2
	23,8	19,4	10,2	12,5	3,8	4,5
		21,6	10,6	13	4,1	4,8

Not 1 : Yukarıdaki testleri yapabilmek için emiş ve basma değerlerinin ölçülebileceği 1 adet manometreye ve 1 adet dijital termometreye ihtiyaç vardır. Termometre yardımı ile dış ünitenin çalıştığı ortam sıcaklığını ölçünüz. Bu size ortam sıcaklığını verir. Ölçülen değer hangi dış ortam sıcaklığına daha yakınsa o değeri baz alınız.

Not 2 : Normal termometre ile ölçülen sıcaklık kuru termometre sıcaklığıdır. Yaş termometre sıcaklığını ölçmek için ayrı tip termometrelere ihtiyaç vardır.

Not 3 : En ideal gaz şarj yöntemi ağırlıklı bakır boru metrajına göre elektronik gaz terazisi yardımıyla yapılandır. Yukarıdaki değerler değişkendir. Tam bir sonuç vermez. Sadece sistem testi için fikir verir. Lütfen gaz şarjını terazi yardımı ile yapınız.

Tablo 12.92. DIŞ VE İÇ ORTAM SICAKLIĞINA GÖRE R-22 İLE KLİMA CİHAZLARINDA OLMASI GEREKEN EMİŞ VE BASMA HATTINDA MANOMETRE YARDIMIYLA OKUNMASI GEREKEN GAZ BASINÇLARI TABLOSU

temdeki soğutucu akışkan basınçları okunmalı ve aşağıdaki **Tablo 12.92'den** yapılan ölçümler kontrol edilmelidir.

12.13 BAKIR BORU TESİSATI ÇEKİLMESİ

- R-22 mükemmel bir temizleyici, kir eritici maddedir. Bu soğutucu akışkanlar, metal gözeneklerinden ve kötü yapılmış kaynak bağlantılarından yol bularak, azot ve karbondioksit gibi kuru gazlara ile yapılan muayenede ortaya çıkmayan kaçaklar meydana getirebilir. Bu nedenle, soğutucu akışkan boruları montaja başlamadan önce, hem borular hem de kaynak yapılacak yüzeyler iyice temizlenmeli ve boru birleşmeleri çok iyi yapılmalıdır.
- Kesinlikle aşırı derecede pis ve hasarlı borular kullanılmamalıdır.
- Boy borular haricindeki çaplarda bakır boruya şekil verirken, borunun iç çapının değişmemesine ve kırılmamasına dikkat edilmelidir. Özellikle 3/8" çapından büyük borularda bükme işlemi için yay ya da boru bükme aparatı kullanılmalıdır.
- Borular kesilirken tam dik ve düzgün kesilmelidir. Bu sadece özel bakır boru makasları ile mümkündür. Bu sayede bakır boru fittingse yada kaynatılacağı yüzeye çepeçevre oturur. Böylece kaynağın bakır boru tesisatının içine akması engellenmiş olur.
- Bakır borunun kaynak yapılacak yerinin dış kısmı ve fittingsin iç kısmı zımparayla temizlenmeli, bütün fittingsler ve okside olmuş kısımlar iyice temizlenmeli, temizlenen yüzeylere el sürülmemelidir.
- Servis valfleri, reversing valfler, dryer, yüksek ve alçak basınç presostatları gibi yan elemanların aşırı sıcaklıktan etkilenmemeleri için kaynak yaparken ısı geçirmeyen macunlar yada ıslak bez kullanılmalıdır.
- Sisteme nem ve pislik girmemesi için gerekli önlemler alınmalı, borulama işlemi bittikten sonra boruların ağızları (gidiş-dönüş) birleştirilmeli ve sisteme test için azot gazı verilmeli, montaj beklenecekse boruları bu şekilde bekletmelidir. Boruların ağızını bantla kapatmak çok geçici ve ilkel bir yöntemdir. Bu yöntem boruları nemden ve kirten korumaz.
- Boruları kaynak yaparken, iç yüzeyde oksijen kaynağının içinde bulunan oksijen ve sıcaklık etkisiyle oksitlenmeyi önlemek amacıyla kaynak yapılan borunun içinden çok düşük basınçta kuru azot ya da karbondioksit üflenmelidir.
- Borular min. her 3 metrede bir kelepçeler yardımı ile desteklenmelidir.
- Kaynak yapılırken sıcaklık kontrolü çok önemlidir. Fittingsten daha önce boru ısıtılmalı, hatta fittings ısıtılırken alev ileri geri oynatılarak hem boru, hem de fittingse tutularak borunun soğuması önlenmelidir. Yani alev fittings tarafından boruya doğru yönlendirilmelidir.
- Kaynak teli hiçbir zaman alevle eritilmemelidir. Kaynak teli boruya temas ettirilerek eritilmelidir.
- Kaynağın daha temiz ve güzel görünmesi için hemen hafif nemli ve temiz bir bezle silinebilir.

NOT : Bakır boru tesisatı çekilmesi sırasında mümkün olduğu kadar kaynak ile ekleme yapılmamalı, yekpare boru çekilmelidir. Ancak büyük sistemlerde boy boru kullanılmasından dolayı sık sık

kaynak yapılması zorunluluğu vardır. Böyle durumlarda kaynağın azot gazı altında yapılması veya en azından bütün kaynak işlemleri bittiğinde, yüksek basınçlı azot ile boru içindeki kaynak tortusu ve bakır-oksidin süpürülmesi gerekir. Son olarak da vakum işleminden ve dış ünite vanalarının açılmasından önce, 20-25 bar gibi bir değer de azotun tesisata şarj edilmesi gerekir. Bu şekilde dış ünite vanasına bağlı olan basınç saatimizdeki basınç değerinde düşme gözlemlenirse, tesisatta kaçak olduğu da tespit edilmiş. Kaçak yeri tespiti ve onarılması işlemlerinden sonra tekrar azot testi yapmamız gerekir; basınç değerinde düşme gözlemlenmediği ana kadar bu işlemler tekrarlanır.

Bakır boru tesisatında izolasyonun önemi

İç-dış üniteler arasındaki tesisatın, soğutucu akışkanın ısı kazancını ve ısı kaybını engellemek amacıyla izole edilmesi şarttır. Tüm klima cihazları bakır boru tesisatlarındaki buhar ve likit hatlarının izole edildiği varsayılarak dizayn edilirler. İzolasyonun bir faydası da bakır boruların terleme yaparak yoğunlaşan suyun istenmeyen mekanlarda damlamasını engellemesidir.

İzolasyon malzemesi kauçuk esaslı ve boru çapına uygun et kalınlığında olmalıdır. Özellikle kalın borularda 9 – 12 mm kalınlığında izolasyon malzemesi kullanılmalıdır.

Uzun tesisatlarda izolasyonun yapılmaması, superheat değerinin de yükselmesi anlamına gelir(soğutmada). Bu değer yükselmesi klima verimini ciddi oranda azaltacağı, işletme maliyetini yükselteceği hatta sistemdeki bazı elemanların arıza yapmasına yol açacağı bilinmelidir.

Rekorlu bağlantı ve Havşalama işlemi

Küçük kapasiteli (7.000 ila 26.000 Btu/h) split klima cihazlarında çekilen bakır borular, iç ünite ve dış üniteye genellikle havşa açılıp rekor ile sıkılarak bağlanırlar. Vidalı ve rakorlu bağlantılar 1/4" ile 3/4" çapındaki borularda sık sık uygulanmaktadır. Kolaylıkla yapılabilmesi ve istendiğinde sökülebilmesi tercih nedenlerinin başında gelir.

Havşa açarken ilk dikkat edilecek husus, borunun eğimli değil düz olan yerinden kesilmesi ve çapak oluşmamasıdır. Bakır boru havşa mengenesindeki uygun deliğe yerleştirildikten sonra havşa mengenesini çok az geçecek şekilde pay bırakılmalı ve sıkıştırma esnasında borunun yarılmasına yani havşanın çatlamasına meydan verilmemelidir. Borular havşa mengenesine yerleştirildikten sonra, işkencelerin tamamen sıkılmış olması da sağlıklı bir havşa açmak için en önemli unsurdur.

Havşa açarken, sıkma kolu devamlı sıkma yönünde çevrilmemeli, yarım turda bir hafifçe geriye gevşetilerek tekrar sıkılmaya devam edilmelidir. Havşa açma işlemi sırasında bakır boru iyice ezilecek kadar tork uygulanmayıp, havşanın zayıflaması ve titreşimlere karşı mukavemetinin azalması engellenmelidir.

Klima Montajı Ve Borulama İçin Bulunması Gereken Malzemeler

- Uygun kıyafet
- Vakum Pompası
- Soğutucu akışkan
- Gerekli delme ve kırma makineleri
- Matkap ve Makinesi

Model (İç Ün./Dış Ün./Termostat)	Kapasite		Isıtma (Btu/h)	Enerji Besleme		Termostat iç ünite arası kablo kesiti	Dış ünite-iç ünite arası kablo kesiti	Sigorta değeri (Amper)		**Bakır Boru Kesitleri	
	Nominal (Btu/h)	Nominal (Btu/h)		İç ünite Kablo kesiti	Dış ünite Kablo kesiti			İç ünite	Dış ünite	Likit Hattı	Gaz Hattı
A 24-00-2/HDCF24-2 T 8400	24,000	24,000	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Monofaze 3x2,5 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-25 A	3/8"	5/8"
A 36-00-2/CKF 36-5 T 8400	36,000	38,100	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x2,5 mm ²	G-16 A 5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	Grup	3/8"	3/4"
A 48-00-2/CKF 48-5 T 8400	50,000	46,000	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x4 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-20 A Grup	3/8"	7/8"
A 60-00-2/CKF 60-5 T 8400	60,000	61,400	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-25 A Grup	3/8"	1,1/8"
A 60-00-2/CKF 70-5 T 8400	75,000	73,200	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-25 A Grup	3/8"	1,1/8"
A 90-00-2/CE 90-5 T 8400	100,000	103,960	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-32 A Grup	1/2"	1,1/8"
A 120-00-2/CE 120-5 T 8400	140,000	135,120	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-32 A Grup	5/8"	1,3/8"
A 24-00-2/CPKF24-5 T 8411	24,000	26,000	23,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Monofaze 3x2,5 mm ²	7x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	L-16 A	G-16 A Grup	3/8"	5/8"
A 36-00-2/CPKF 36-5 T 8411	36,000	37,800	32,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x2,5 mm ²	7x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	L-16 A	G-16 A Grup	3/8"	3/4"
A 48-00-2/CPKF 42-5 T 8411	50,000	48,000	39,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x4 mm ²	7x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	L-16 A	G-20 A Grup	3/8"	7/8"
A 48-00-2/CPKF 48-5 T 8411	55,000	55,500	48,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x4 mm ²	7x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	L-16 A	G-20 A Grup	3/8"	7/8"
A 60-00-2/CPKF 60-5 T 8411	60,000	61,400	53,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	7x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	L-16 A	G-25 A Grup	3/8"	7/8"
A 60-00-2/CPKF 61-5 T 8411	70,000	68,400	58,000 3	Monofaze x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	7x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	L-16 A	G-25 A Grup	3/8"	1,1/8"
A 120-00-2/2xCPKF48-5 T 8624	110,000	111,000	96,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze(2 dış ünite) 2x(4x4) mm ²	7x1,5 mm ²	2(5x1,5) mm ²	L-16 A	2x(G-20 A) Grup	2x3/8"	2x7/8"
A 120-00-2/2xCPKF60-5 T 8624	120,000	122,800	106,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze(2 dış ünite) 2x(4x4) mm ²	7x1,5 mm ²	2(5x1,5) mm ²	L-16 A	2x(G-25 A) Grup	2x3/8"	2x7/8"
A 120-00-2/2xCPKF61-5 T 8624	140,000	136,800	116,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze(2 dış ünite) 2x(4x4) mm ²	7x1,5 mm ²	2(5x1,5) mm ²	L-16 A	2x(G-25 A) Grup	2x3/8"	2x7/8"

Notlar:

* A 120-00 cihazların Heat-Pump uygulamasında çift dış ünite kullanılır. Bu nedenle her bir dış ünite için ayrı enerji besleme, iç ve dış ünite sinyal hattı çekilmelidir.

** Bakır boru kesitleri, hattın max. 8m. olacağı düşünülerek verilmiştir. 8m'den daha uzun olan tesisatlarda kullanılması gerekli olan boru kesitleri iç-dış ünite arası çözümlerle sağlanmalıdır. Bu tabloda verilen kesitler aynı zamanda cihazların bağlantı ağı ölçüleridir.

Tablo 12.93. KANAL TİPİ SPLIT KLİMALAR KABLO KESİTLERİ

Model (iç Ün./Dış Ün/termostat)	Kapasite		Enerji Besleme		Termostat iç ünite arası kablo kesiti	Dış ünite-iç ünite arası kablo kesiti	Sigorta değeri (Amper)		**Bakır Boru Kesitleri	
	Nominal (Btu/h)	Nominal (Btu/h)	İsıtma (Btu/h)	İç ünite Kablo kesiti			Dış ünite Kablo kesiti	İç ünite	Dış ünite	Likit Hattı
A C24-00-5/HDCF24-2 T 8400	26,000	-	Monofaze* 3x2,5 mm ²	Monofaze 3x2,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-25 A	3/8"	3/4"	5(2,5+2,5)
A C36-00-8/CKF36-5 T 8400	38,100	-	Monofaze* 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x2,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16 A	G-16 A Grup	3/8"	3/4"	8(4+4)
A C24-00-5/CPKF24-2 T 8411	26,000	23,000	Monofaze 2x(3x4) mm ²	Monofaze 3x2,5 mm ²	5x1,5 mm ²	2x(L-20 A)	G-25 A	3/8"	3/4"	5(2,5+2,5)
A C36-00-8/CPKF36-5 T 8411	37,800	32,000	Monofaze 2x(3x4) mm ²	Trifaze 4x2,5 mm ²	5x1,5 mm ²	2x(L-20 A)	G-16 A Grup	3/8"	3/4"	8(4+4)
A C36-00-8/CPKF42-5 T 8411	41,200	36,000	Monofaze 2x(3x4) mm ²	Trifaze 4x4 mm ²	5x1,5 mm ²	2x(L-20 A)	G-20 A Grup	3/8"	7/8"	8(4+4)

* AC24-00-5 Ve AC36-008 Serisi gizli tavan tipi kanallı cihazların içinde standart olarak elektrikli ısıtıcı bulunmaktadır. Sadece soğutma amaçlı kullanılıp, kış aylarında elektrikli ısıtıcı ile taze havayı yada ortam havasını ısıtmak istiyorsak Heat-Pump kullanımındaki iç ünite besleme kablo kesitlerini kullanmalıyız.

Normal koşullarda verilen kablo kesitleri yeterlidir.

** Bakır boru kesitleri, hattın max. 8m. olacağı düşünülerek verilmiştir. 8m'den daha uzun olan tesisatlarda kullanılması gerekli olan boru kesitleri iç-dış ünite arası çekilecek hattın uzunluğuna bağlı olarak bakır boru çaplarının verildiği ilgili tablodan seçilmelidir. Bu tablodan verilen kesitler aynı zamanda cihazların bağlantı ağı ölçüleridir.

Tablo 12.94. GİZLİ TAVAN TIPI KANALLI SPLIT KLIMALAR KABLO KESİTLERİ

- Hassas sıcaklık ve nem ölçüm cihazları-2 uçlu
- Alçak ve Yüksek gaz basınçlarının ölçülebileceği, hassas ölçüm yapılabilecek manifold
- Kumpas ve hassas ölçüm cihazları
- Elektronik gaz terazisi
- Azot tüpü
- Elektronik gaz kaçak detektörü
- Azot tüpü
- Bakır boru kaynak yüzeylerinin özel temizleme bezi
- Isı geçişini engelleyen ısı geçirmez macun
- Oksijen kaynak takımı
- Havşa takımı
- Bakır boru kesme makası (değişik tip ve boylarda)
- Su terazisi
- Dijital uzaklık ölçer
- Şerit metre
- Pens ampermetre, Voltmetre, Ohmmetre,
- Çaplara göre ayrı ayrı bakır boru bükme aparatları
- Kesici aletler,(Falçata, cep bıçağı vb.)
- El feneri
- Muhtelif kaynak malzemeleri
- Min.15 metre uzatma kablosu- (Aydınlatma bağlanabilir)
- Uygun çapta bakır boru ve izolasyonları
- Drenaj hortumu
- Dekoratif bant ve değişik ölçülerde kablo kanalı
- Uygun ebatla kablolar
- Konsollar
- Cihazların titreşimini önleyen alt takoz lastikleri
- Çanta kaynak makinesi
- Ufak montaj malzemeleri (Cıvata, somun, vida, kelepçe, v.s.)
- Diğer el aletleri (Anahtarlar, pense, kerpeten, tornavida, çekiç, tokmak, demir testeresi, fırça, eğe, zımpara vb.)
- Muhtelif temizleme maddeleri, temizlik aparatları
- Elektrik süpürgesi,

Gerekli Emniyet Malzemeleri

- Emniyet kemeri
- Baret
- İlk yardım seti
- Yangın söndürücü
- Acil durumda yapılacakların listesi
- Acil durum telefonları

Sistemin montajı sırasında temiz tutulması en önemli konudur. Sistemin Temizliğini Etkileyici ve Bozucu Maddeler şunlardır

- A) Hava ve diğer yoğunlaşmayan gazlar,
- B) Rutubet, su ve su buharı,
- C) Kaynak pastası artıkları,
- D) Kaynak esnasında ve öncesinde oluşan bakır oksit,
- E) Muhtelif eriyikler,
- F) Metal talaşları, pislik, elyaflar v.s.
- G) Kaynak yan ürünleri,

Bu maddelerin bazıları, boru montajından sonra sistemden atmak mümkündür, ancak diğerleri sistemde kalacak ve zararlı sonuçlar verecektir.

12.14. KLİMA CİHAZLARI İÇİN GENEL KABLO KESİTLERİ

12.14.1. Bağlantı Şemaları ve İşlemleri

Elektrik tesisatı kablo kesitleri çatı tipi, kanal tipi, gizli tavan tipi ve pencere-oda tipleri için ayrı ayrı **Tablo 12.93, 12.94, 12.95, 12.96, 12.97, 12.98, 12.99**'da verilmiştir.

12.14.2. Hava Debisi Ölçümü

Kanal tipi klima cihazları iç ünitelerde hava debisinin ölçülmesi gerekirse, bunu doğrudan debiyi ölçmek yerine, cihaz giriş ve çıkışlarında sıcaklıkların ölçülmesi yolu ile yapmak mümkündür. Bunun için iç üniteye sadece elektrikli ısıtıcılar çalıştırılır. Gücü bilinen elektrikli ısıtıcıların yarattığı hava giriş çıkış sıcaklık farkı ölçülerek, **Tablo 12.100**'dan hava debisi belirlenir.

12.15. SPLIT KLİMA CİHAZLARI MONTAJ SONRASI İLK ÇALIŞTIRMA ÖNCESİNDE YAPILMASI GEREKEN KONTROLLER LİSTESİ

1. Cihaz tipi ve kapasitesinin ortam için uygunluğu gözden geçirilmelidir.
2. Cihaz yerleşimi ve yer seçimi kurallara uygun olmalıdır. Özellikle cihazın montaj edileceği yerin kullanıcının oturduğu ortama direk hava üfleme şekliyle olduğundan emin olunmalıdır.
3. Cihaz iç ve dış ünitelerinin hava sirkülasyonunu engelleyici herhangi bir unsur olmadığından emin olunuz. Engelleyen bir unsur söz konusu ise; bu durum ciddi sistem arızalarına neden olacaktır. Ayrıca cihaz dış üniteleri dış ortamdan havayı alıp tekrar aynı ortama atmak için dizayn edilmiştir. Dış üniteler özel önlemler alınmadığı sürece kapalı mekanlara yerleştirilemezler.
4. Cihaz kanallı tip ise emiş ve üfleme kanal çapları, menfez yada anemostat ölçüleri uygun olmalıdır. Filtreler doğru monte edilmeli ve temiz olmalıdır. Sistem iç ünite fanları mekan şantiye halindeyken çalıştırılmış ve dolayısı ile filtreler kirlenmiş olabilir.
5. Titreşim ve gürültünün iç ortama iletilmemesi için özellikle dış ünitelerin yerleri doğru seçilmelidir. Dış üniteler yatak odası vs. gibi sessiz olması istenen ortamlara yakın yerleştirilmemelidir. Montajda cihazdaki titreşim ve ses olasılığını azaltmak için ayakların yere yada konsola oturduğu bölüme lastik takozlar yerleştirilmelidir vb. diğer önlemler alınmalıdır.
6. Cihaz yerleşimleri yanıcı gazlardan, aşırı nemli ve yağ buharı bulunan ortamlardan uzakta olmalıdır.
7. Dış ve iç ünitelerin monte edildiği yerler ve montaj şekli cihazların ağırlığını kaldırabilecek dayanımda olmalıdır.
8. Dış ve iç ünitelerin montaj edildiği yer her türlü servis, demontaj ve bakım işlemlerinin yapılmasına uygun olmalıdır. Cihaza kolayca ulaşılabilir.
9. Cihaz iç ünitesi ile dış ünitesi arasındaki bakır boru çapları metraja göre ilgili tablodan doğru olarak seçilmelidir. Bakır boru tesisatında bakır oranı minimum %99 saflıkta olan bakır bo-

rular kullanılmalıdır. Aksi takdirde bakır boru hiç beklenmeyen kısımlarından çatlak ve bulunması zor kaçaklar meydana gelebilir.

10. Ankastr bakır boru tesisatından kaçınılmalıdır. Ankastr tesisatlarda oluşan kaçaklar ve diğer sorunlardan ötürü ortaya çıkan hasarlardan ve onarımından uygulamayı yapan firma sorumludur.
11. Bakır boru hattı tamamen (Likit ve gaz hattı) izole edilmelidir. Minimum İzolasyon kalınlığı 9 mm. olmak zorundadır.
12. Cihaza çekilen bakır boru tesisatı eğer uzunsa, ya da tesisatta yapılan kaynak sayısı fazla ise kaynak işlemi azot altında yapılmalıdır. (bkz. Bakır boru tesisatı çekilmesi bölümü)
13. Cihaz bakır boru tesisatının uçları atmosfere açık olacak şekilde azot gazı yardımıyla iyice süpürülmelidir. Bu işlem bakır boru tesisatında birikmesi muhtemel tüm parçaların tesisat dışına atılmasını sağlayacaktır.
13. Bakır boru tesisatına basınçlı azot yardımı ile kaçak kontrol işlemi yapılmalıdır.
14. Servisi çağırılmadan önce mutlaka tesisat çok iyi vakum edilmelidir.
15. Cihaz drenaj hattı akış yönüne meyilli, uygun çapta ve suyu rahatça gidere ulaştırabilecek şekilde çekilmiş olmalıdır. Drenaj hattının çıkışı mümkünse pis su giderine verilmemelidir. Kanallı cihazlarda ise cihaz drenaj hattı kesinlikle gırtlak borudan çekilmemelidir ve cihaz çıkışına mutlaka uygun şekilde sifon yapılmalıdır. Yapılan sifon hem drenaj hattında evaporatör fanının su akış yönünün tersine negatif basınç yaratmasını, hem de drenaj hattından gelmesi muhtemel kokuları engellemiş olacaktır. Özellikle kanallı cihazlarda sifon yapılması zorunludur.
16. Cihazların iç ünite ve/veya dış ünitelerine besleme için ilgili tablolardan bakılarak, uygun ebat ve çaplarda enerji besleme hattı çekilmelidir. Önerilenden küçük kesitte çekilecek enerji besleme kabloları aşırı akım sonucu yangın tehlikesi ortaya çıkaracaktır. Bu konu hayati önem taşımaktadır. Çekilecek kabloların kesitinin mesafeye bağlı olarak da değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
17. Elektrik panosuna her cihaz için ayrı ayrı olmak üzere birer adet, cihazın nominal akımına uygun sigorta yerleştirilmelidir. 1 Kw.'ın üzerindeki motorların demeraj akımı nedeni ile panoya konulacak sigortanın gecikmeli olması gerekmektedir.
18. Cihazların iç ve dış ünite arasında kontrol voltajının iletilebilmesi için tablo değerlerine uygun kesitte kablo hattı çekilmelidir.
19. Aşırı gerilim asimetrisinden doğacak hasarlar üretici firmalar tarafından garanti kapsamı dışı tutulmaktadır. Ani gerilim düşme ve yükselmelerine karşı önlem alma sorumluluğu kullanıcıya ya da uygulamacı firmaya aittir. Eğer cihazınız trifaze ve scroll kompresörlü ise faz eksilmelerine ve faz sırası değişimine karşı da önlem alınmalıdır. (Faz sırası ve motor koruma röleleri ve termik koruma röleleri gibi)
20. Cihaz termostatı (var ise) yerden min. 1,5 m. yüksekliğe ve emiş menfezine yakın olacak şekilde yerleştirilmelidir. Termostatın bulunduğu yer başka ısı üreticilerinden ve üfleme menfezlerinden uzak olmalıdır.

Model	Kapasite		Enerji Besleme		Termostat iç ünite arası kablo kesiti	Dış ünite-iç ünite arası kablo kesiti	Sigorta değeri (Amper)		**Bakır Boru Kesitleri	
	Soğutma (Btu/h)	Isıtma (Btu/h)	İç ünite Kablo kesiti	Dış ünite Kablo kesiti			İç ünite	Dış ünite	Likit Hattı	Gaz Hattı
GMP100-5/U49 T 8400 CPIKF42 veya 48-5	73,600	48,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x4 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16A	G-20 A Grup	3/8"	7/8"
GMP150-5/U60-U61 T 8400 CPIKF60 veya 61	110,400	61,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16A	G-25 A Grup	3/8"	1,1/8"
GMP150-5/U60-U61 T 8400 CPIKF60 veya 61	110,400	61,000	Monofaze 3x2,5 mm ²	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	2x1,5 mm ²	L-16A	G-25 A Grup	3/8"	1,1/8"

Tablo 12.95. KANAL TİPİ HAVA ISITICI (LPG/D.GAZ) + KLİMA CİHAZLARI KABLO KESİT DEĞERLERİ

GMP100-42 T 8400	73,600	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	-	5x1,5 mm ²	-	L-16 A	-	-	-
GMP150-52 T 8400	73,600	-	Monofaze 3x2,5 mm ²	-	5x1,5 mm ²	-	L-16 A	-	-	-

Tablo 12.96. KANAL TİPİ HAVA ISITICI (LPG/D.GAZ) CİHAZLARI KABLO KESİT DEĞERLERİ

Model	Cihaz Tipi	Kapasite		Enerji Besleme Kablo Kesit Değerleri	Termostat-Cihaz Arası Kablo Kesiti	Sigorta Değeri Amper	Isıtıcı Gücü Kw
		Soğutma (Btu/h)	Isıtma (Btu/h)				

ÇATI TİPİ - SADECE SOĞUTMA

PH060-5/T 8411	ÇATI PAKET	53,000	62,500	Trifaze 4x6 mm ²	7x1,5 mm ²	G-25 A-Grup	-
----------------	------------	--------	--------	-----------------------------	-----------------------	-------------	---

ÇATI TİPİ - SADECE SOĞUTMA

ÇATI TİPİ - ISITMA (LPG/D.GAZ) + SOĞUTMA

PGB060/T 8411	ÇATI PAKET	133,000	60,000	Trifaze 4x6 mm ²	5x1,5 mm ²	G-25 A-Grup	-
PGB090/T 8624	ÇATI PAKET	90,470	163,800	Trifaze 4x6 mm ²	7x1,5 mm ²	G-32 A-Grup	-
PGB120/T 8624	ÇATI PAKET	122,010	189,900	Trifaze 4x10 mm ²	7x1,5 mm ²	G-40 A-Grup	-
PGB180/T 8624	ÇATI PAKET	180,110	218,400	Trifaze 4x16 mm ²	7x1,5 mm ²	G-50 A-Grup	-

Tablo 12.97. PAKET TİPİ CİHAZLARA AIT ENERJİ BESLEME KABLO KESİT DEĞERLERİ

Model (İç Ün./Dış Ün./Termostat)	Kapasite			Enerji Besleme		Termostat iç ünite arası kablo kesiti	Dış ünite-iç ünite arası kablo kesiti	Sigorta değeri (Amper)		**Bakır Boru Kesitleri	
	Nominal (Btu/h)	Nominal (Btu/h)	Isıtma (Btu/h)	iç ünite Kablo kesiti	Dış ünite Kablo kesiti			iç ünite	Dış ünite	Likit Hattı	Gaz Hattı
HDCF12-2WMC12-2	12,000	15,300	-	-	Mono 3x2.5mm ²	-	4x1,5 mm ²	-	G-16 A	1/4"	1/2"
HDCF18-2WMC18-2	18,000	21,700	-	-	Mono 3x2.5mm ²	-	4x1,5 mm ²	-	G-20 A	1/4"	5/8"
HDCF24-2WMC24-2	24,000	26,000	-	-	Mono 3x2.5mm ²	-	4x1,5 mm ²	-	G-25 A	3/8"	5/8"
HDPF09-2WMH09-2	9,000	9,000	-	-	Mono 3x2.5mm ²	-	*6x1,5 mm ²	-	G-10 A	1/4"	1/2"
HDPF12-2WMH12-2	12,000	13,600	11,000	-	Mono 3x2.5mm ²	-	*6x1,5 mm ²	-	G-16 A	1/4"	1/2"
HDPF18-2WMH18-2	18,000	19,400	16,000	-	Mono 3x2.5mm ²	-	*6x1,5 mm ²	-	G-20 A	1/4"	5/8"
HDPF24-2WMH24-2	24,000	24,800	20,500	-	Mono 3x2.5mm ²	-	*6x1,5 mm ²	-	G-25 A	3/8"	5/8"

Not:

* Duvar tipi heat-pump cihazlarda iç ünite-dış ünite arasındaki bağlantı kablo sayısına, cihazdan çıkan sensör kablosu dahil değildir. Kablo uzunluğu 8 m.dir.

Eğer dış-iç üniteler arası mesafe 8 m'den çok ise kablo eklenmesi yapılmalıdır.

** Bakır boru kesitleri, hattın max. 8m. olacağı düşünülerek verilmiştir. 8 m'den daha uzun olan tesisatlarda kullanılması gerekli olan boru kesitleri iç-dış ünite arası çekilecek hattın uzunluğuna bağlı olarak bakır boru çaplarının verildiği ilgili tablodan seçilmelidir. Bu tabloda verilen kesitler aynı zamanda cihazların bağlantı ağzı ölçüleridir.

Tablo 12.98. DUVAR TİPİ SPLIT KLİMALAR KABLO KESİT DEĞERLERİ

Model	Cihaz Tipi	Kapasite		Enerji Besleme Kablo Kesit Değerleri	Termostat-Cihaz Arası Kablo Kesiti	Sigorta Değeri Amper	Isıtıcı Gücü Kw
		Nominal (Btu/h)	Soğutma (Btu/h)				
PTH105A30AA	P-TAC	10,000	9,100	10,500	6x1,5 mm ² *	G-20 Amper	3.7
PTH125A30AA	P-TAC	12,000	11,500	12,500	6x1,5 mm ² *	G-20 Amper	3.7
7M51TA-DIJİTAL	PENCERE	7,000	-	8,600	-	L-16 Amper	-
10M52TB-DIJİTAL	PENCERE	10,000	-	9,900	-	G-16 Amper	-
12C5Y	PENCERE	12,000	-	12,500	-	G-20 Amper	-
18C5Y	PENCERE	18,000	-	18,500	-	G-20 Amper	-
REF24080C5E	PENCERE	24,000	10,300	24,000	-	G-20 Amper	3

* P-TAC serisi oda tipi paket klimalarda ilave termostat alınarak cihazı harici olarak çalıştırmak mümkündür. Bu durumda tabloda gösterilen kesitte termostat cihaz arası kablo hattı çekilecektir. Normal koşullarda bu hattın çekilmesine gerek yoktur.

Tablo 12.99. PENCERE VE ODA TİPİ PAKET CİHAZLARA AİT ENERJİ BESLEME KABLO KESİT DEĞERLERİ

		HAVA DEBİSİ (m³/h)																					
		680	850	1020	1190	1360	1530	1700	1870	2040	2210	2380	2550	2720	2890	3060	3230	3400	3570	3740	3910	4080	4250
KW	Btu/h	SICAKLIK ARTIŞI (°C)																					
3	10242	13.3	10.6	8.9	7.8	6.7																	
4	13656	17.8	13.9	11.7	10.0	8.9	7.8	7.2															
5	17070	21.7	17.8	14.4	12.8	11.1	10.0	8.9	7.8	7.2													
6	20484	26.1	21.1	17.8	15.0	13.3	11.7	10.6	9.4	8.9	8.3	7.8											
7	23898	30.6	24.4	20.6	17.8	15.6	13.9	12.2	11.1	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8									
8	27312	35.0	28.3	23.3	20.0	17.8	15.6	13.9	12.8	11.7	10.6	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8							
9	30726	39.4	31.7	26.1	22.8	20.0	17.8	15.6	14.4	13.1	11.7	11.1	10.6	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8					
10	34140	43.9	35.0	29.4	25.0	21.7	19.4	17.8	16.1	14.4	12.8	12.2	11.7	11.1	10.6	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8			
11	37554	48.3	38.3	32.2	27.8	23.9	21.7	19.4	17.8	16.1	13.9	13.9	12.8	12.2	11.1	10.6	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	7.2	
12	40968	52.8	42.2	35.0	30.0	26.1	23.3	21.1	18.9	17.8	15.0	15.0	13.9	13.3	12.2	11.7	11.1	10.6	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8
13	44382		45.6	37.8	32.2	28.3	25.62	22.8	20.6	18.9	16.7	16.1	15.0	14.4	13.3	12.8	12.2	11.7	11.1	10.6	10.0	9.4	8.9
14	44796		49.4	41.1	35.0	30.6	7.2	24.4	22.2	20.6	17.8	17.8	16.7	15.6	14.4	13.9	12.8	12.2	11.7	11.1	10.6	10.0	9.4
15	51210		52.8	43.9	37.8	32.8	29.4	26.1	23.9	21.7	18.9	18.9	17.8	16.7	15.6	14.4	13.9	13.3	12.8	12.2	11.7	11.1	10.6
16	54624			46.7	40.0	35.6	31.1	27.8	25.6	23.3	20.0	20.0	18.9	17.8	16.7	15.6	15.0	13.9	13.3	12.8	12.2	11.7	11.1
17	58038			49.4	42.8	37.2	33.3	30.0	27.2	25.0	21.1	21.1	20.0	18.9	17.8	16.7	15.6	15.0	14.4	13.3	12.8	12.2	11.7
18	61452			52.8	45.6	40.0	35.6	31.1	28.9	26.7	22.2	22.2	21.1	20.0	18.9	17.8	16.7	15.6	15.0	14.4	13.9	13.3	12.8
19	64866				47.8	41.7	37.2	33.3	30.6	27.8	23.3	23.3	22.2	21.1	20.0	18.9	17.8	16.7	16.1	15.0	14.4	13.9	13.3
20	68280				50.0	43.9	38.9	35.0	31.7	29.4	25.0	25.0	23.3	22.2	20.6	19.4	18.3	17.8	16.7	16.1	15.0	14.4	13.9

Tablo 12.100. HAVA DEBİSİ ÖLÇÜMLERİ

21. Cihaz termostatu (var ise) için sistemin sorunsuz çalışabilmesi amacıyla tablo değerlerine uygun kesitte kablo çekilmelidir.

Uyarı : Dış ünite servis vanalarını, cihaz devreye alınmaya kadar kapalı tutunuz. Sisteminiz iyi şekilde vakum edilmemiş ise ve gaz basıncınız uygun değil ise cihazınız zarar göreceğinden sistem tamamen garanti kapsamı dışı kalacaktır.

12.16. SPLIT VE PAKET TİPİ KLİMA CİHAZLARI BAKIM NOTLARI

Sistemin işletmeye alındıktan sonraki kullanım dönemlerinde beklenmeyen sorun ve arızaların önüne önceden geçebilmek, işletme maliyetini en az düzeye indirebilmek, sistemin kullanıcılara kesintisiz ve sorunsuz hizmetinin devamını sağlayabilmek amacı ile Klima Sistem Bakımı prosesinin belli dönemlerde uygulanması gerekir.

Bu işlemler Bürolar, Banka şubeleri, Mağazalar, Konutlar, v.s. gibi yerlerde yaz başlangıcında ve kış başlangıcında olmak üzere en az yılda iki kez yapılmalıdır.

12.16.1. Pencere Ve Oda Tipi Paket Klimalar Bakım Talimatnamesi

a) Pencere Tipi Klimalar

Pencere tipi klimalarda arıza halinde servis çağırılmadan önce basit sorun giderme önlemleri ve yapılabilecekler bir tablo halinde **Tablo 12.101'de** verilmiştir.

Not: Cihazın doğru çalıştığından emin olmak için her yıl yetkili servis tarafından cihaz bakımı alınmalıdır.

1. Senede bir defa, kondenserin etrafındaki metal şasiyi (gövde) çıkartın ve iyice bir temizlik yapın.
2. Klimayı gerektiğinde ılık ve sabunlu suyla yıkayabilirsiniz. An-

cak tamamen durulayın ve kurulayın.

3. Eğer konsantre (yoğun) sıvı deterjan kullanıyorsanız, önce ılık suyla seyreltin.
4. Toz (çizici) temizlik malzemeleri kullanmayın. Bunlar cihazı çizebilir ve renk bozulmasına sebep olabilirler.

Deniz kenarı ve korozif ortamlarda kullanımda

Tuzlu hava veya korozif (paslanma görülen) ortamlar cihazın ömrünü büyük ölçüde azaltır. Temizledikten sonra, boyalı yüzeylerdeki çizikler boyayla kapatın. Alg (yosun) üremesine müsait yüksek nemli ortamlarda cihaz alt plakasının üstünde dış tarafa (kondenser kısmına) alg asit (alg öldüren ilaç) yerleştirin.

Hava Filtresi

Cihazın önünde hava filtresine kolay erişim sağlayan bir menfez vardır. Filtre iki değişik yöntemle çıkarılabilir:

1. Filtrenin tutamağını elinize alın ve tamamen dışarı çıkana kadar sola doğru çekin.
2. Ön menfezi çıkartın.
 - Menfezi sola doğru klipsinden kurtulana kadar kaydırın ve çekip çıkartın.
 - Filtrenin tutamağını elinize alın ve tamamen dışarı çıkana kadar sola doğru çekin.

Önemli Not: Kirli bir hava filtresi verimi düşürür. Filtreyi çalışma süresinde en az haftada bir defa kontrol edin. Filtreyi bir elektrikli süpürge veya ılık sabunlu su ile temizleyebilirsiniz. Tekrar kullanmadan önce filtreyi iyice kurutun. Üniteyi filtresiz kesinlikle çalıştırmayın.

Fan Motoru

Motoru yağlamaya gerek yoktur, çünkü sürekli otomatik olarak

Arıza	Muhtemel Nedeni	Tavsiye Edilen Çözüm
Klima cihazı çalışmıyor.	<ul style="list-style-type: none"> Elektrik bağlantısı yok. 	<ul style="list-style-type: none"> Fan kontrol düğmesini OFF haricindeki bir konuma getirin. Fişin prize takılı olduğundan emin olun. Sigorta ya da devre kesiciyi kontrol edin.
Az ya da sıfır soğutma.	<ul style="list-style-type: none"> İlk elektriğe bağlamada kompresör bozulmuş. Kirli hava filtresi. Klima cihazı kapasiteyi karşılamak için yetersiz. Güç kesintisi veya değişen ayarlar. 	<ul style="list-style-type: none"> 3-4 dakika bekleyip tekrar deneyin. Hava filtresini temizleyin. Satıcınızla kapasitenin uygunluğu konusunda konuşun. Fanı çalıştırın. Kompresör otomatik olarak 3-4 dakika içinde devreye girecektir.
Gürültülü çalışma.	<ul style="list-style-type: none"> Gevşek parçalar. Güçsüz bina yapısı. Su fan kanatlarına çarpıyor. Voltaj düşük olabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Gevşek parçaları sıkılaştırın. Ek destek yaratın. Yüksek nemde normal bir durumdur. Voltaj normale döndüğünde düzelecektir.
Konsol monte edilemiyor.	<ul style="list-style-type: none"> Fırtına çerçevesi pencereye monte edilmiş. 	<ul style="list-style-type: none"> Bazı modeller pencere pervazının konsol için uygun hale getirilmesini gerektirir. Montaj Talimatlarını inceleyin.
Soğutmada kokular oluşuyor.	<ul style="list-style-type: none"> Islak yüzeylerde yosun oluşumu. 	<ul style="list-style-type: none"> Algisit kullanın.
Alt plakada su var.	<ul style="list-style-type: none"> Alt plakadaki su fan kanatları tarafından kapılıyorsa ve kondenser üstüne atılıyor ve bu su buharlaşıyor. 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek nemde normal bir durumdur.
Klima cihazı çalışmıyor.	<ul style="list-style-type: none"> Elektrik bağlantısı yok. 	<ul style="list-style-type: none"> Enerjinin olduğundan emin olun. Sigorta ya da devre kesiciyi kontrol edin. Fan kontrol düğmesini OFF haricindeki bir konuma getirin.
Klima tatmin edici miktarda soğutmuyor.	<ul style="list-style-type: none"> İlk elektriğe bağlamada kompresör bozulmuş. Kirli hava filtresi. Klima cihazı kapasiteyi karşılamak için yetersiz. Güç kesintisi veya değişen ayarlar. Uzaktan kumanda ayarlarında hata olabilir. Dış ünite hava alışı ve atışı pervanelerinin önü kapatılmış. Şartlandırılan hacimlerde kapılar, pencereler açık olabilir. İstenilen sıcaklıktan çok yüksek bir değerde tutuluyor. 	<ul style="list-style-type: none"> 3-4 dakika bekleyip tekrar deneyin. Hava filtresini temizleyin. Satıcınızla kapasitenin uygunluğu konusunda konuşun. Fanı çalıştırın. Kompresör otomatik olarak 3-4 dakika içinde devreye girecektir. Uzaktan kumandada verilen komutun doğru olduğundan emin olun Dış ünite montaj kurallarına uyulmalıdır.(Örneğin :Önü açık bir duvara monte edilecekse;Yarınlardan 15'er cm önden 100cm olmalıdır.) Set değerini düşürün.
Klima cihazı çalışmıyor, uzaktan kumanda komut almıyor.	<ul style="list-style-type: none"> Uzaktan kumanda ekranı karanlık veya hiç yok. Uzaktan kumandadan sinyal verdiği halde cihaz çalışmıyor. 	<ul style="list-style-type: none"> Piller bitmiş veya yönleri ters takılmış olabilir. Cihazın sigortasını indirin 3-4 dak. sonra açın ve cihazı çalıştırın.

Tablo 12.101. PENCERE TİPİ CİHAZLAR İÇİN SERVİS ÇAĞIRMADAN ÖNCE BASİT SORUN GİDERME YÖNTEMİ

yağlanma gerçekleşmektedir

Çıkarılabilir Şasi

Bazı modellerde kolay montaj sağlamak için çıkarılabilir şasi bulunmaktadır. Dış kasadan şasiyi çıkarma detayı için Montaj Talimatları bölümüne bakınız.

Ünite Etrafında Hava Akışı

İçerideki ve dışarıdaki menfezlerde hava akışını engelleyecek bir nesne olup olmadığını kontrol edin. Cihaza ve cihazdan hava akışını kesmeyin. Dış ünite (kondenser tarafı) periyodik olarak kontrol edilmeli ve temizlenmeli, çünkü üzerinde pislik birikebilir ve bu hava akışını bozar. Eğer bu şekilde akış engellenir veya cihaz içine yönlendirir, kompresör ani kalkış/duruşlar (on-off döngüsü) yapar. Bu da kompresörü arızaya geçirir.

12.16.2. Oda Tipi Paket Klimalar Bakım Talimatnamesi

Taze Hava Filtresi

Taze hava filtresi ve cihazın içindeki filtre çok dayanıklı bir malzeme olan polipropilenden imal edilmiştir. Taze hava filtresi cihazın ön kısmına konur ve taze hava ızgarası filtrenin kolayca çıkarılmasına imkan tanır. Filtreyi temizlemeden önce düğmeyi OFF pozisyonuna getirerek üniteyi kapatın. Filtre istenildiği gibi temizlenmelidir.

Filtrenin çıkarılması

1. Baş parmağınızla filtrenin üzerindeki çıkıntıya yavaşça basıp filtreyi çıkarınız
2. Filtreyi vakumla veya suyla temizleyiniz. Filtreyi monte etmek için bu işlemleri tekrarlayınız.

Filtreyi temizlemeden önce, cihazın güç kablosunu fişten çekiniz veya sigorta ya da devre kesiciden gücü kesiniz. Cihaz havalandırma kapağı kapalı çalıştırılmışsa filtreyi temizlemeye gerek yoktur.

Havalandırma Filtresi

1. Öndeki paneli tarif edildiği gibi çıkartınız.
2. Çerçeveyi duvardaki kola sabitleyen 6 vidayı sökünüz.
3. Çerçeveyi duvardan havalandırma filtresine ulaşacak şekilde kaydırınız.
4. Havalandırma filtresini çıkarırken, filtrenin sağ üst köşesine basarak sökünüz.
5. Filtreyi temizleyip yerine takınız çerçeveyi duvardaki kola takınız, vidaları takip ön parçayı yerine monte ediniz.

Kompresör

Kompresör hava sızdırmaz bir şekilde kapatılıp kendini sürekli yağladığından (hermetik tip) ekstra yağlamaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Ses izolasyonu için kompresörün izole özellikte bir malzeme ile kaplanması tavsiye edilir.

Ön Ünite

Hava deşarj ızgarası ve ön bölüm yumuşak sabun veya deterjanla temizlenebilir. Ön ünite veya ızgara hiçbir durumda hidrokarbon esaslı temizleyicilerle (aseton, benzin, nafta, gaz yağı, vb.) temizlenmemelidir.

Kontrol ünitesini temizlerken dikkat ediniz. Tamamen ıslak bez kullanmayınız.

Periyodik Bakım

Yüksek performans ve verim almak için bu üniteye periyodik bakım ve temizlik uygulanmalıdır. Bu işlem, o bölgedeki bakım elemanları veya yetkili servislerce aşağıda anlatılanlara göre yapılmalıdır.

- Eğer cihaz tozlu bir ortamda çalıştırılıyorsa, toz alt kapta toplanıp kondenser kabinini tıkayabilir. Periyodik olarak bu ünitelerin temizliğinin yapılması tavsiye edilir.
- Eğer cihaz deniz kıyısı veya korozif atmosferli bir yerdeyse cihazın ömrü korozif çevrenin etkisiyle oldukça azalır. Bu şartlar altında bu ünite çıkarılıp yılda 1 kez bütünüyle temizlenmelidir. Bu sırada boyalı yüzeylerde görülen herhangi bir çizik veya kaba birtü kumlanıp yeniden tamir edilmelidir.

12.16.3. Duvar Tipi Split Klimalar Bakım Talimatnamesi

Haftada Bir Yapılması Gereken İşlemler

1. İç ünite ön panelinde bulunan iki adet kapak kilidine ÇIT sesini duyacak şekilde basınız.
2. Filtre iki ayrı parça halindedir. Her iki parçayı da aşağıya doğru çekerek çıkartınız.
3. Ilık sabunlu su ile yada elektrikli süpürge gibi bir cihaz ile vakumlayarak temizleyiniz.
4. Filtreyi kesinlikle ıslak olarak takmayınız.

NOT: Filtre zamanında temizlendiği takdirde; cihazın komut kontrol lambalarının en sağında bulunan filtre test lambası yanıp sönmeye başlayacaktır. Filtrenin sürekli olarak temiz bulunması hem insan sağlığı açısından, hem de cihaz performansı açısından şarttır.

Mevsim Geçişlerinde Yapılması Gereken İşlemler

(Bu bakımdan mutlaka yetkili servisler tarafından yapılmalıdır.)

1. İç ünite filtre temizliği yapılacaktır.

2. İç ünite serpantinleri özel Alüminyum temizleyici madde ile temizlenecektir, daha sonrada su ile ilaç ve pislik iyice yıkanacaktır.
3. İç ünite kablo bağlantıları, fan balans kontrolü, çektiği akım (amper), çektiği güç (kw) ölçümleri yapılacaktır.
4. Dış ünite serpantinleri özel Alüminyum temizleyici madde ile temizlenecek, daha sonra da su ile ilaç ve pislik iyice yıkanacaktır.
5. Kompresör ve fan motoru akım ve güçleri ölçülecektir.
6. Elektronik kart özel olarak test edilecektir.
7. Gaz basınçları dış sıcaklığa bağlı olarak kontrol edilecek, gaz şarjı gerekiyor ise şarj işlemi gerçekleştirilecektir.
8. Bakır boru tesisatının tamamını ezilme ve delinmelere karşı; özellikle birleştirme ve kaynak yapılmış olan bölgeler tek, tek kontrol edilecektir.

Uyarı, Cihaz, kışın ısıtmaya çalışırken, kondenser sıcaklığı -2 C° 'ye ulaştığında DEFROST işlemi yapacaktır. Bu esnada iç ünite fanı durduracak ve ısıtma lambası yanıp sönmeye başlayacaktır. Bu bir arıza değildir. Bu işlem 3-4 dakika sürer ve cihazınız tekrar ısıtma moduna geçer.

12.16.4. Kanalı Tipi Split Klimalar Bakım Talimatnamesi

1. Klimanızı filtresiz çalıştırmayınız
2. Klimanızı filtre periyodik olarak yapınız. İç ünite filtresini haftada 1 kez kontrol ediniz, gerekli durumda temizleyiniz. Filtreleri su altında yıkamanız yeterli olacaktır.
3. Cihazınızla hem soğutma hem ısıtma yapıyorsanız ilkbahar ve sonbaharda olmak üzere yılda iki kez bakımını yaptırınız. Cihazınız yalnız soğutma ise ilkbaharda bakım yaptırmanız yeterlidir.
4. Cihaz dış ünitelerini özellikle yaz sezonunda tozdan arındırmak için ayda bir kez tazyikli su ile yıkayınız. Bu işlemi cihaz kapalıyken yapınız. Bu işlemin elektrik aksamına zararı yoktur.
5. Cihaz besleme hatlarına yetkili servis dışında ehliyetsiz kişilerin müdahale etmesine izin vermeyiniz.
6. Periyodik bakım sözleşmesi bedellerini servisinizden öğrenebilirsiniz.

Basit Termostat Kullanım Önerileri

- Sistem anahtarındaki sürgüyü ihtiyacınıza göre ısıtma (HEAT) veya soğutma (COOL) moduna getiriniz.
- İstedığınız oda sıcaklığını tuşlara basarak ayarlayınız. Fan konumunu "On" pozisyonuna getiriniz. Sistem 3dk. İçinde çalışmaya başlayacaktır.
- Emniyet ayarında Em.Ht.bölümü dış ünite arızalarında cihaz içerisinde acil durumlarda ısıtma yapmak için monte edilen elektrikli ısıtıcıyı devreye sokar. Bu elektrikli ısıtıcı cihaz ile birlikte verilmez, isteğe bağlıdır.
- Cihaz termostatu fan konumu onda iken ortam sıcaklığı istenilen sıcaklığa gelse dahi hava üfleme devam eder, fan konumu Auto' da ise cihaz iç ünite fanı ortam sıcaklığı istenilen sıcaklığa geldiği durumlarda çalışmaz, yani dış ünite ile birlikte devreye girer veya devreden çıkar.
- İç ünitenin taze hava bağlantısı yapılmış ise, cihazınızı ortam havalandırması içinde kullanabilirsiniz. Bunun için fan konumu on'da, sistemi off 'ta tutmanız yeterli olacaktır. Cihazınızı kapatmak için fan konumunu auto' ya, sistem konumunu off 'a getirmeniz gerekir.

Uyarı, Cihazın dış ünite sigortasını uzun süreli olarak kapalı tutmayınız. Kapama işlemi için termostatın OFF konumuna getirilmesi yeterlidir. Ancak sigortadan kapatılması halinde, sigorta devresi açıldıktan 4 – 8 saat sonra klima cihazının çalıştırılması gerektiği unutulmamalıdır.

On (10) Günde Bir Yapılması Gereken İşlemler

1. İç ünitenin alt bölümünde bulunan filtre koruma kapağının vidalarını sökünüz.
2. Filtre kaset şeklindedir.
3. Ilık sabunlu su ile ya da elektrikli süpürge gibi bir cihaz ile vakumlayarak temizleyiniz.
4. Filtreyi kesinlikle ıslak olarak takmayınız.

Mevsim Geçişlerinde Yapılması Gereken İşlemler

(Bu bakımdan mutlaka yetkili servisler tarafından yapılmalıdır.)

1. İç ünite filtre temizliği yapılacaktır. Gerektiğinde değiştirilmelidir.
2. İç ünite serpantinleri özel Alüminyum temizleyici madde ile temizlenecektir, daha sonrada su ile ilaç ve pislik iyice yıkanacaktır.
3. İç ünite kablo bağlantıları, fan balans kontrolü, çektiği akım (amper), çektiği güç (kw) ölçümleri yapılacaktır.
4. Dış ünite serpantinleri özel Alüminyum temizleyici madde ile temizlenecek, daha sonra da su ile ilaç ve pislik iyice yıkanacaktır.
5. Kompresör ve fan motoru akım ve güçleri ölçülecektir.
6. Elektronik kart özel olarak test edilecektir.
7. Gaz basınçları dış sıcaklığa bağlı olarak kontrol edilecek, gaz şarjı gerekiyor ise şarj işlemi gerçekleştirilecektir.
8. Bakır boru tesisatının tamamını ezilme ve delinmelere karşı; özellikle birleştirme ve kaynak yapılmış olan bölgeler tek, tek kontrol edilecektir.

Uyarı:

Cihaz, kışın ısıtmaya çalışırken, kondenser sıcaklığı -2 C° ye ulaştığında DEFROST işlemi yapacaktır. Bu esnada iç ünite fanı durduracak ve ısıtma lambası yanıp sönmeye başlayacaktır. Bu bir arıza değildir. Bu işlem 3-4 dakika sürer ve cihazınız tekrar ısıtma moduna geçerek çalışmaya başlar.

12.16.5. Çatı Tipi Paket Klimalar Bakım Talimatnamesi

Goodman Çatı Tipi Paket Klimaların Bakım İşlem Sırası

1. Kayışların gerginliği, sıkıştırma vidaların sıklığını ve kablo bağlantıları kontrol edin.
2. Evaporatör ve kondenser sargılarını mekanik olarak veya eğer gerekli ise soğuk su ile kolaylıkla fırçalanarak temizlenir.
3. Motor mil yataklarını yağlayın.
4. Kayışları istenildiği gibi yerleştirin.
5. Filtreyi gerekirse değiştirin.
6. Kondens suyu drenajı blokajı olup olmadığını kontrol edin.
7. Güç ve kontrol voltajlarını kontrol edin.
8. Amperajı kontrol edin.
9. İşletme sıcaklıklarını ve basınçlarını kontrol edin.
10. Sıcaklık ve basınç değerlerini kontrol edin ve ayarlayın.
11. Damper bağlantılarını kontrol edin ve ayarlayın.
12. Sistemdeki bütün güvenlik kontrollerini gözden geçirin.
13. Cihazın ısıtmasını kontrol edin.

14. Kondenser fanlarını kontrol edin ve sıkıştırma vidalarını sıkın.

Filtreler

Her uygulamada filtrelerin kirlenmeleri değişik sürelerde olabilir. Filtreler en azından çalışma sezonunun her üç (3) ayında bir değiştirilmelidir. Filtreyi sökmek için cihazın her iki taraftaki filtre geçiş panellerini sökün.

12.17 ARIZA ARAMA

Soğutma tesisatında arızanın aranması ve yerinin tespit edilmesi çok önemlidir. Arızayı tespit edecek teknisyenin işi bazen çok güç olabilir. Bu sebeple aramayı ve muayeneyi yapacak teknisyenin hem çok tecrübeli ve bilgili olması hem de çok dikkatli hareket etmesi gerekir.

Aşağıda gösterilen ve ana başlıklar altına toplanan arızanın görünümüne göre önce sebepler sütunundan bütün maddeler okunmalı ve her ihtimal kontrol edilerek gösterilen önerilere göre arıza giderilmelidir.

Kompresör Çalışmaya Başlamıyor

1. Şebeke elektrik cereyanı kesiktir.
 - Hat sigortası yanmışsa değiştirin; bağlantı ucu kopuk veya gevşemişse sıkıştırın.
2. Yanlış elektrik bağlantısı vardır.
 - Kontrol edip düzeltin.
3. Sigorta atmıştır.
 - Sigortayı değiştirin, motor yükünü kontrol edin.
4. Voltaj düşüktür.
 - Voltmetre ile ölçün; gerekirse elektrik idaresine haber verin.
5. Motor sargıları yanmıştır. (Motor bağlantılarında normal voltaj mevcut fakat motor çalışmıyor.)
 - Yenisi koyun yada onartın.
6. Motor sargılarında topraklama veya kısa devre var.
 - Kısa devre topraklama irtibatlarını bulup gidin veya motoru değiştirin; sarın.
7. Kontrol devresi açıktır.
 - a) Alçak veya yüksek basınç otomatığı kesmiştir.
 - b) Motor şalter termiği aşırı yükten atmıştır.
 - c) Termostat uygun sıcaklıkta ayarlanmamıştır veya açık kalmaktadır.
 - Kontrol devresinin açıldığı yeri bulun, sebebini araştırın ve gidin.
8. Kompresör kavraması kırık: veya sıyrılmıştır. (Bu durumda motor çalışır fakat kompresör durur.)
 - Tamir edin veya değiştirin.
9. Herhangi bir mekanizma kilitlenmesinden veya hasarından dolayı kompresör sıkışmıştır.
 - Kompresörü revizyondan geçirin.

Kompresör Gürültülü Çalışıyor

1. Yağı yoktur.
2. Kompresör iç parçalarından biri kırılmış veya sürtünmektedir.
3. Kompresöre sıvı soğutucu akışkan gelmektedir. (Emiş hattı çok soğuk ve klapeler ses yapar.)
4. Kompresör veya motor kaide bağlantı civataları gevşemiştir.
5. Çok fazla yağ vardır ve hidrolik darbe yapmaktadır.

6. Kompresör çıkış hattında aşırı hızdan veya basınç darbesinden dolayı ses vardır.

Sistem Kapasitesini Vermiyor

1. Sıvı hatta soğutucu akışkan buharlaşması oluyor.

Sebepleri;

- a) soğutucu akışkan eksikliği
 - b) Sıvı borusu çapı çok küçük veya boru uzunluğu çok fazla
 - c) Düşey yükselme çok fazla,
2. Evaporatör pislik veya kar ile tıkanmıştır.
 3. Kompresörün çalışması normal değildir.
 4. Evaporatörde aşırı bir basınç düşmesi vardır.
 5. Sistemde soğutucu akışkan azdır.
 6. Check Valve Orifice tıkanmış olabilir veya uygun ebatta seçilmemiştir.

Kompresör Çıkış Gaz Basıncı Çok Yüksek

1. Kondanser fanı çalışmamaktadır veya soğutma havası sıcaklığı çok yüksektir. Kondanser petekleri kirli olabilir.
2. Evaporatör fanı çalışmamaktadır veya petekler tıkalı olabilir.
3. Kompresör çıkış vanası tam açık değil veya sıcak gaz çıkış borusunda akış engellenmektedir.

Kompresör Çıkış Gaz Basıncı Çok Düşük

1. Yeterli miktarda soğutucu akışkan mevcut değildir.
2. Kondanser hava miktarı çok fazla veya hava sıcaklığı çok düşüktür.
3. Evaporatörden sıvı halde soğutucu akışkan gelmektedir.
4. Dört Yollu vana arızası söz konusu olabilir.

Kompresör Emiş Basıncı Çok Yüksek

1. Evaporatörde aşırı ısı yükü mevcuttur. (Kompresör devamlı olarak çalışır.)
2. Check Valve Orifice gerekenden fazla soğutucu akışkan geçirmektedir.
3. Check Valve Orifice tıkanmıştır, yağ mumlaşması rutubet veya pislik valfi tıkanmıştır.
4. Kompresör emiş valfi kırılmıştır.

Kompresör Kısa Fasıllarla Durup Çalışıyor

1. Elektrik kontrol devresinde fasıllarla açılıp kapama vardır.
 - Arızalı kontrol elemanını tamir edin veya değiştirin.
2. Termostat ayarı “duruş/kalkış” değeri olarak çok dar ayarlanmıştır.
 - Farklı çalışma şartlarına göre ayar edin.
3. Evaporatör kanat aralıkları pislik doludur, vantilatörün hava debisi azalmıştır. Evaporatör vantilatörü hiç çalışmamaktadır.
 - Evaporatörü temizleyin; filtreleri kontrol edin, kompresörü kontrol edin.
4. Sistemde çok fazla soğutucu akışkan var.
 - Fazla soğutucu akışkanı atın.
5. Sistemde kafi miktarda soğutucu akışkan yoktur. (Normal çalışma, fakat alçak basınç otomatığı etkisiyle sık sık durup çalışma olur.)
 - Gaz kaçağı varsa bulup tamir edin, gaz ilave edin.
6. Dryer tıkanmıştır.
 - Dryeri değiştirin.
7. Motorun kendisi arızalıdır.
 - Motoru tamir edin veya değiştirin.

8. Dış ünite fanı çalışmamaktadır veya hava akışı engellenmektedir.

- Sebebini bulup gidin.

Kompresör Çalışıyor, Fakat Aşırı Yük Termiği Atıyor ve Duruyor

1. Voltaj düşüktür.
2. Bağlantı hatası vardır.
3. Emiş ve çıkış basıncı aşırı derecede yüksektir.
4. Yatak sıkışması veya kompresörün içinde mekanik hasar vardır.
5. Aşırı yük termiği arızalıdır.
6. Motor sargılarında kısa devre veya toprak irtibatı vardır.

Kompresör Devamlı Olarak Çalışıyor

1. Oda hacmindeki soğutma yükü fazladır veya klima kapasitesi küçük seçilmiştir.
 - Klima cihazının dış hava damperi çok açıktır veya odaya dışarıdan çok hava girmektedir, klimatize edilen mahal iyi tecrid edilmemiştir, odada aşırı kalabalık veya ısı kazancı mevcuttur. Gerekli önlem alın.
2. Termostat çok düşük sıcaklık seviyesine ayar edilmiş veya bozuktur.
 - Termostat ayarını düzeltin veya bozuksa tamir edin, değiştirin.
3. Kontaktör yapışık kalmıştır.
 - Arızalı kontaktörü tamir edin veya değiştirin.
4. Sistemde yeteri kadar soğutucu akışkan yoktur.
5. Sistemde fazla soğutucu akışkan vardır.
6. Kondanser kirlidir.
7. Sistemde hava-yoğuşmayan gazlar vardır.

Kanallı Tip Cihazlar

Cihaz Çalışmıyor

- İç üniteye 220 V. gelip gelmediğini kontrol ediniz.
- İç ünite trafosundan 24 V. çıktığından emin olunuz. (R-C) arası 24 V. olmalıdır.
- Termostat açık mı? Isı ayarlarının uygun olup olmadığını kontrol ediniz.
- İç ünite geciktiricisinde 24 V.'u kontrol ediniz. (G-C arası 24 V. olmalıdır.)
- Fan motoru kapasitörünü ve fan motorunun sağlam olup olmadığını kontrol ediniz.
- Dış üniteye enerji gelip gelmediğini kontrol ediniz.
- Gaz basınçlarını kontrol ediniz.
- Termostattan gelen kumanda kablosundan Y-C arasında 24 V. okunmalıdır.
- Yüksek basınç presostatını resetleyiniz.
- Dış ünite 3 dk. geciktirici rölesini kontrol ediniz.
- Kontaktör bobinini kontrol ediniz.

Bu İşlemlerin Sonucunda Dış Ünite Kontaktörü Çektiği Halde Cihaz Halen Devreye Girmiyorsa

- Kontaktör çıkış uçları olan T1-T2-T’’ kontak ayaklarından 380 V. okuyunuz.
- Kompresör çalışmıyorsa **Tablo 12.101**’deki arıza arama cetvelini kullanınız.

Dış Ünite Fan Motoru Çalışmıyorsa

- Fan kapasitörünü,
- Fan motorunu,
- Heat Pump cihaz ise defrost kartından fan rölesini kontrol ediniz.

Cihaz Soğutma Konumunda Isıtma İşlemi Yapıyor İse

- Termostattan gelen kumanda kablosundan (0-C) arasında 24 V. okuyunuz.
- Dört yollu vana bobinini kontrol ediniz.

- Dört yollu vanayı dikkatlice değiştiriniz.

Cihaz Isıtma Konumunda Soğutma İşlemi Yapıyor İse

- Dört yollu vana bobininde 24 V. olmamalıdır.
- Dört yollu vanayı dikkatlice değiştiriniz.

Cihaz Isıtma Konumunda Defrost Yapmıyorsa

- Defrost sensorünü kontrol ediniz. Yerine oturmamış olabilir, yada arızalıdır.
- Defrost kartını test ediniz.

Cihaz Sık Sık Defrosta Geçiyorsa

- Gaz basıncı düşüktür.
- Defrost kontrol kartını kontrol ediniz.

Cihaz Defrosta İken Dış Ünite Fanı Çalışmaya Devam Ediyorsa

- Defrost kartı üzerindeki fan rölesini kontrol ediniz.

Defrost İşlemi 10 Dakikanın Üzerine Çıkıyor İse

- Defrost kartını kontrol ediniz.

DIŞ ÜNİTE: CPKF 24-2

İÇ ÜNİTE: A 24-00-2

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
1433	22	27.3	14.9	2.72	26.0	14.4	2.83	24.6	13.9	2.97	23.1	13.4	3.11	21.8	13.0	3.25
	20	25.3	19.3	2.56	24.0	19.0	2.67	22.7	18.5	2.81	21.3	17.8	2.94	20.0	17.3	3.08
	17	23.8	22.6	2.45	22.9	21.6	2.59	21.6	20.6	2.72	20.7	19.6	2.86	19.4	18.5	3.03
	14	23.8	22.6	2.45	22.9	21.6	2.59	21.6	20.6	2.72	20.7	19.6	2.86	19.4	18.5	3.03
1246	22	26.6	13.7	2.67	25.3	13.2	2.78	24.0	12.7	2.92	22.7	12.4	3.05	21.1	11.7	3.19
	20	24.4	17.5	2.50	23.3	17.0	2.61	22.0	16.5	2.75	20.7	16.0	2.89	19.4	15.5	3.03
	17	22.7	21.0	2.37	21.6	20.3	2.48	20.5	19.5	2.61	19.6	18.5	2.75	18.5	17.5	2.92
	14	22.4	21.3	2.34	21.3	20.5	2.48	20.5	19.5	2.61	19.6	18.5	2.75	18.5	17.5	2.92
1060	22	25.5	12.4	2.59	24.4	11.9	2.72	23.1	11.4	2.83	21.8	10.9	2.97	20.5	10.4	3.11
	20	23.3	15.3	2.42	22.2	14.9	2.53	21.1	14.4	2.67	19.8	13.9	2.81	18.5	13.9	2.94
	17	21.6	18.2	2.26	20.5	17.7	2.39	19.9	17.2	2.53	19.4	16.7	2.67	18.3	16.0	2.78
	14	20.7	19.6	2.20	19.8	18.8	2.34	18.9	18.0	2.48	17.8	17.0	2.64	16.9	16.0	2.75

Tablo 12.102. GOODMAN KANAL TİPİ HEAT PUMP CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

DIŞ ÜNİTE: CPKF 36-5

İÇ ÜNİTE: A 36-00-2

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
2085	22	39.7	22.5	3.73	37.8	21.8	3.88	35.8	21.0	4.07	33.6	20.3	4.25	31.7	19.8	4.44
	20	36.8	29.3	3.50	34.9	28.8	3.65	33.0	28.0	3.84	31.0	27.0	4.03	29.1	26.3	4.22
	17	34.6	34.3	3.35	33.3	32.8	3.54	31.4	31.3	3.73	30.1	29.8	3.92	28.2	28.0	4.14
	14	34.6	34.3	3.35	33.3	32.8	3.54	31.4	31.3	3.73	30.1	29.8	3.92	28.2	28.0	4.14
1814	22	38.7	20.8	3.65	36.8	20.0	3.80	34.9	19.3	3.99	33.0	18.8	4.18	30.7	17.8	4.37
	20	35.5	26.5	3.43	33.9	25.8	3.58	32.0	25.0	3.76	30.1	24.3	3.95	28.2	23.5	4.14
	17	33.0	31.8	3.24	31.4	30.8	3.39	29.8	29.5	3.58	28.5	28.0	3.76	26.9	26.5	3.99
	14	32.6	32.3	3.20	31.0	31.0	3.39	29.8	29.5	3.58	28.5	28.0	3.76	26.9	26.5	3.99
1542	22	37.1	18.8	3.54	35.5	18.0	3.73	33.6	17.3	3.88	31.7	16.5	4.07	29.8	15.8	4.25
	20	33.9	23.3	3.31	32.3	22.5	3.46	30.7	21.8	3.65	28.8	21.0	3.84	26.9	21.0	4.03
	17	31.4	27.5	3.09	29.8	26.8	3.28	29.0	26.0	3.46	28.2	25.3	3.65	26.6	24.3	3.80
	14	30.1	29.8	3.01	28.8	28.5	3.20	27.5	27.3	3.39	25.9	25.8	3.61	24.6	24.3	3.76

Tablo 12.103. GOODMAN KANAL TİPİ HEAT PUMP CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
2606	22	49.6	28.1	4.95	47.2	27.1	5.15	44.8	26.2	5.40	42.0	25.3	5.65	39.6	24.6	5.85
	20	46.0	36.5	4.65	43.6	35.9	4.85	41.2	34.9	5.10	38.8	33.7	5.35	36.4	32.8	5.57
	17	43.2	42.7	4.45	41.6	40.9	4.70	39.2	39.0	4.95	37.6	37.1	5.20	35.2	34.9	5.40
	14	43.2	42.7	4.45	41.6	40.9	4.70	39.2	39.0	4.95	37.6	37.1	5.20	35.2	34.9	5.40
2266	22	48.4	25.9	4.85	46.0	25.0	5.05	43.6	24.0	5.30	41.2	23.4	5.55	38.4	22.2	5.72
	20	44.4	33.1	4.55	42.4	32.1	4.75	40.0	31.2	5.00	37.6	30.3	5.25	35.2	29.3	5.41
	17	41.2	39.6	4.30	39.2	38.4	4.50	37.2	36.8	4.75	35.6	34.9	5.00	33.6	33.1	5.20
	14	40.8	40.2	4.25	38.8	38.7	4.50	37.2	36.8	4.75	35.6	34.9	5.00	33.6	33.1	5.20
1926	22	46.4	23.4	4.70	44.4	22.5	4.95	42.0	21.5	5.15	39.6	20.6	5.40	37.2	19.7	5.22
	20	42.4	29.0	4.40	40.4	28.1	4.60	38.4	27.1	4.85	36.0	26.2	5.10	33.6	26.2	5.30
	17	39.2	34.3	4.10	37.2	33.4	4.35	36.2	32.4	4.60	35.2	31.5	4.85	33.2	30.3	5.07
	14	37.6	37.1	4.00	36.0	35.6	4.25	34.4	34.0	4.50	32.4	32.1	4.80	30.8	30.3	5.00

Tablo 12.104. GOODMAN KANAL TİPİ HEAT PUMP CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
3063	22	58.3	33.7	5.17	55.5	32.5	5.38	52.6	31.4	5.64	49.4	30.3	5.90	46.5	29.5	6.16
	20	54.1	43.8	4.86	51.2	43.0	5.07	48.4	41.9	5.33	45.6	40.4	5.59	42.8	39.3	5.85
	17	50.8	51.2	4.65	48.9	49.0	4.91	46.1	46.8	5.17	44.2	44.5	5.43	41.4	41.9	5.74
	14	50.8	51.2	4.65	48.9	49.0	4.91	46.1	46.8	5.17	44.2	44.5	5.43	41.4	41.9	5.74
2664	22	56.9	31.0	5.07	54.1	29.9	5.27	51.2	28.8	5.54	48.4	28.1	5.80	45.1	26.6	6.06
	20	52.2	39.6	4.75	49.8	38.5	4.96	47.0	37.4	5.22	44.2	36.3	5.48	41.4	35.2	5.74
	17	48.4	47.5	4.49	46.1	46.0	4.70	43.7	44.1	4.96	41.8	41.9	5.22	39.5	39.6	5.54
	14	47.9	48.2	4.44	45.6	46.4	4.70	43.7	44.1	4.96	41.8	41.9	5.22	39.5	39.6	5.54
2264	22	54.5	28.1	4.91	52.2	26.9	5.17	49.4	25.8	5.38	46.5	24.7	5.64	43.7	23.6	5.90
	20	49.8	34.8	4.60	47.5	33.7	4.80	45.1	32.5	5.07	42.3	31.4	5.33	39.5	31.4	5.59
	17	46.1	41.1	4.28	43.7	40.0	4.54	42.5	38.9	4.80	41.4	37.8	5.07	39.0	36.3	5.27
	14	44.2	44.5	4.18	42.3	42.6	4.44	40.4	40.8	4.70	38.1	38.5	5.01	36.2	36.3	5.22

Tablo 12.105. GOODMAN KANAL TİPİ HEAT PUMP CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
3388	22	64.5	37.1	5.72	61.4	35.8	5.95	58.2	34.6	6.24	54.6	33.4	6.53	51.5	32.5	6.82
	20	59.8	48.2	5.37	56.7	47.4	5.60	53.6	46.1	5.89	50.4	44.5	6.18	47.3	43.2	6.47
	17	56.2	56.4	5.14	54.1	53.9	5.43	51.0	51.5	5.72	48.9	49.0	6.01	45.8	46.1	6.36
2947	22	62.9	34.2	5.60	59.8	32.9	5.84	56.7	31.7	6.12	53.6	30.9	6.41	49.9	29.2	6.70
	20	57.7	43.7	5.26	55.1	42.4	5.49	52.0	41.2	5.78	48.9	39.9	6.07	45.8	38.7	6.36
	17	53.6	52.3	4.97	51.0	50.7	5.20	48.4	48.6	5.49	46.3	46.1	5.78	43.7	43.7	6.12
	14	53.0	53.1	4.91	50.4	51.1	5.20	48.4	48.6	5.49	46.3	46.1	5.78	43.7	43.7	6.12
2504	22	60.3	30.9	5.43	57.7	29.6	5.72	54.6	28.4	5.95	51.5	27.2	6.24	48.4	25.9	6.53
	20	55.1	38.3	5.08	52.5	37.1	5.32	49.9	35.8	5.60	46.8	34.6	5.89	43.7	34.6	6.18
	17	51.0	45.3	4.74	48.4	44.1	5.03	47.1	42.8	5.32	45.8	41.6	5.60	43.2	39.9	5.84
	14	48.9	49.0	4.62	46.8	46.9	4.91	44.7	44.9	5.20	42.1	42.4	5.55	40.0	39.9	5.78

Tablo 12.106. GOODMAN KANAL TİPİ HEAT PUMP CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
3060	22	71.9	40.7	6.38	68.4	39.4	6.64	65.0	38.0	6.96	60.9	36.6	7.28	57.4	35.7	7.60
	20	66.7	52.9	5.99	63.2	52.0	6.25	59.7	50.7	6.57	56.3	48.9	6.90	52.8	47.5	7.22
	17	62.6	62.0	5.74	60.3	59.3	6.06	56.8	56.6	6.38	54.5	53.8	6.70	51.0	50.7	7.09
	14	62.6	62.0	5.74	60.3	59.3	6.06	56.8	56.6	6.38	54.5	53.8	6.70	51.0	50.7	7.09
2946	22	70.2	37.5	6.25	66.7	36.2	6.51	63.2	34.8	6.83	59.7	33.9	7.15	55.7	32.1	7.48
	20	64.4	48.0	5.86	61.5	46.6	6.12	58.0	45.2	6.44	54.5	43.9	6.77	51.0	42.5	7.09
	17	59.7	57.5	5.54	56.8	55.6	5.80	53.9	53.4	6.12	51.6	50.7	6.44	48.7	48.0	6.83
	14	59.2	58.4	5.48	56.3	56.1	5.80	53.9	53.4	6.12	51.6	50.7	6.44	48.7	48.0	6.83
2793	22	67.3	33.9	6.06	64.4	32.6	6.38	60.9	31.2	6.64	57.4	29.9	6.96	53.9	28.5	7.28
	20	61.5	42.1	5.67	58.6	40.7	5.93	55.7	39.4	6.25	52.2	38.0	6.57	48.7	38.0	6.90
	17	56.8	49.8	5.28	53.9	48.4	5.61	52.5	47.0	5.93	51.0	45.7	6.25	48.1	43.9	6.51
	14	54.5	53.8	5.16	52.2	51.6	5.48	49.9	49.3	5.80	47.0	46.6	6.19	44.7	43.9	6.44

Tablo 12.107. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

NOTLAR:

KAPASİTE HESAPLARINDA İÇ ÜNİTE VE DIŞ ÜNİTE FAN VERİMLERİ DİKKATE ALINMIŞTIR.

Mbtu/h = 1.000 Btu/h

TOPLAM ELEKTRİK GÜÇLERİNE KOMPRESÖR, İÇ ÜNİTE VE DIŞ ÜNİTE FANI ELEKTRİK GÜÇLERİ DAHİLDİR.

DUYULUR KAPASİTELER 27 °C KURU TERMOMETRE EVAPARATÖR GİRİŞ SICAKLIĞI İÇİNDİR.

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
2105	22	40.1	19.5	3.76	38.1	18.9	3.91	36.2	18.2	4.10	33.9	17.6	4.29	32.0	17.1	4.48
	20	37.1	25.4	3.53	35.2	25.0	3.69	33.3	24.3	3.88	31.3	23.4	4.07	29.4	22.8	4.26
	17	34.9	29.7	3.38	33.6	28.4	3.57	31.7	27.1	3.76	30.4	25.8	3.95	28.4	24.3	4.18
	14	34.9	29.7	3.38	33.6	28.4	3.57	31.7	27.1	3.76	30.4	25.8	3.95	28.4	24.3	4.18
1831	22	39.1	18.0	3.69	37.1	17.4	3.84	35.2	16.7	4.03	33.3	16.3	4.22	31.0	15.4	4.41
	20	35.9	23.0	3.46	34.2	22.4	3.61	32.3	21.7	3.80	30.4	21.0	3.99	28.4	20.4	4.18
	17	33.3	27.6	3.27	31.7	26.7	3.42	30.0	25.6	3.61	28.7	24.3	3.80	27.1	23.0	4.03
	14	32.9	28.0	3.23	31.3	26.9	3.42	30.0	25.6	3.61	28.7	24.3	3.80	27.1	23.0	4.03
1556	22	37.5	16.3	3.57	35.9	15.6	3.76	33.9	15.0	3.91	32.0	14.3	4.10	30.0	13.7	4.29
	20	34.2	20.2	3.34	32.6	19.5	3.50	31.0	18.9	3.69	29.1	18.2	3.88	27.1	18.2	4.07
	17	31.7	23.9	3.12	30.0	23.2	3.31	29.2	22.6	3.50	28.4	21.9	3.69	26.8	21.0	3.84
	14	30.4	25.8	3.04	29.1	24.7	3.23	27.8	23.7	3.42	26.2	22.4	3.65	24.9	21.0	3.80

Tablo 12.108. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

DIŞ ÜNİTE: CKF 48-5

İÇ ÜNİTE: A 48-00-2

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
2548	22	48.5	24.1	4.30	46.1	23.3	4.47	43.8	22.5	4.69	41.1	21.7	4.91	38.7	21.2	5.13
	20	45.0	31.4	4.04	42.6	30.8	4.21	40.3	30.0	4.43	37.9	28.9	4.65	35.6	28.1	4.87
	17	42.2	36.7	3.87	40.7	35.1	4.08	38.3	33.5	4.30	36.8	31.9	4.52	34.4	30.0	4.78
	14	42.2	36.7	3.87	40.7	35.1	4.08	38.3	33.5	4.30	36.8	31.9	4.52	34.4	30.0	4.78
2215	22	47.3	22.2	4.21	45.0	21.4	4.39	42.6	20.6	4.61	40.3	20.1	4.82	37.5	19.0	5.04
	20	43.4	28.4	3.95	41.4	27.6	4.13	39.1	26.8	4.34	36.8	26.0	4.56	34.4	25.2	4.78
	17	40.3	34.0	3.74	38.3	33.0	3.91	36.4	31.6	4.13	34.8	30.0	4.34	32.8	28.4	4.61
	14	39.9	34.6	3.69	37.9	33.2	3.91	36.4	31.6	4.13	34.8	30.0	4.34	32.8	28.4	4.61
1884	22	45.4	20.1	4.08	43.4	19.3	4.30	41.1	18.5	4.47	38.7	17.7	4.69	36.4	16.9	4.91
	20	41.4	24.9	3.82	39.5	24.1	4.00	37.5	23.3	4.21	35.2	22.5	4.43	32.8	22.5	4.65
	17	38.3	29.5	3.56	36.4	28.7	3.78	35.4	27.9	4.00	34.4	27.1	4.21	32.5	26.0	4.39
	14	36.8	31.9	3.48	35.2	30.6	3.69	33.6	29.2	3.91	31.7	27.6	4.17	30.1	26.0	4.34

Tablo 12.109. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

DIŞ ÜNİTE: CKF 60-5

İÇ ÜNİTE: A 60-00-2

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
3512	22	66.8	32.6	5.80	63.6	31.5	6.03	60.4	30.4	6.33	56.6	29.3	6.62	53.4	28.6	6.91
	20	62.0	42.4	5.45	58.8	41.6	5.68	55.5	40.5	5.98	52.3	39.1	6.27	49.0	38.0	6.56
	17	58.2	49.6	5.21	56.1	47.4	5.51	52.8	45.3	5.80	50.7	43.1	6.09	47.4	40.5	6.44
	14	58.2	49.6	5.21	56.1	47.4	5.51	52.8	45.3	5.80	50.7	43.1	6.09	47.4	40.5	6.44
3055	22	65.2	30.0	5.68	62.0	29.0	5.92	58.8	27.9	6.21	55.5	27.2	6.50	51.7	25.7	6.80
	20	59.8	38.4	5.33	57.1	37.3	5.57	53.9	36.2	5.86	50.7	35.1	6.15	47.4	34.0	6.44
	17	55.5	46.0	5.04	52.8	44.5	5.27	50.1	42.7	5.57	48.0	40.5	5.86	45.3	38.4	6.21
	14	55.0	46.7	4.98	52.3	44.9	5.27	50.1	42.7	5.57	48.0	40.5	5.86	45.3	38.4	6.21
2596	22	62.5	27.2	5.51	59.8	26.1	5.80	56.6	25.0	6.03	53.4	23.9	6.33	50.1	22.8	6.62
	20	57.1	33.7	5.16	54.4	32.6	5.39	51.7	31.5	5.68	48.5	30.4	5.98	45.3	30.4	6.27
	17	52.8	39.8	4.80	50.1	38.7	5.10	48.8	37.6	5.39	47.4	36.6	5.68	44.7	35.1	5.92
	14	50.7	43.1	4.69	48.5	41.3	4.98	46.4	39.5	5.27	43.7	37.3	5.62	41.5	35.1	5.86

Tablo 12.110. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

DIŞ ÜNİTE: CKF 70-5

İÇ ÜNİTE: A 60-00-2

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
4040	22	76.9	39.6	6.14	73.2	38.3	6.39	69.4	37.0	6.70	65.1	35.6	7.01	61.4	34.8	7.32
	20	71.3	51.5	5.77	67.6	50.6	6.01	63.9	49.3	6.32	60.1	47.5	6.63	56.4	46.2	6.94
	17	67.0	60.3	5.52	64.5	57.6	5.83	60.8	55.0	6.14	58.3	52.4	6.45	54.6	49.3	6.82
	14	67.0	60.3	5.52	64.5	57.6	5.83	60.8	55.0	6.14	58.3	52.4	6.45	54.6	49.3	6.82
3514	22	75.0	36.5	6.01	71.3	35.2	6.26	67.6	33.9	6.57	63.9	33.0	6.88	59.5	31.2	7.19
	20	68.8	46.6	5.64	65.7	45.3	5.89	62.0	44.0	6.20	58.3	42.7	6.51	54.6	41.1	6.82
	17	63.9	55.9	5.33	60.8	54.1	5.58	57.7	51.9	5.89	55.2	49.3	6.20	52.1	46.6	6.57
	14	63.2	56.8	5.27	60.1	54.6	5.58	57.7	51.9	5.89	55.2	49.3	6.20	52.1	46.6	6.57
2987	22	71.9	33.0	5.83	68.8	31.7	6.14	65.1	30.4	6.39	61.4	29.0	6.70	57.7	27.7	7.01
	20	65.7	40.9	5.46	62.6	39.6	5.70	59.5	38.3	6.01	55.8	37.0	6.32	52.1	37.0	6.63
	17	60.8	48.4	5.08	57.7	47.1	5.39	56.1	45.8	5.70	54.6	44.4	6.01	51.5	42.7	6.26
	14	58.3	52.4	4.96	55.8	50.2	5.27	53.3	48.0	5.58	50.2	45.3	5.95	47.7	42.7	6.20

Tablo 12.111. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		30 °C			35 °C			41 °C			46 °C			49 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
5330	22	103.96	55.03	9.52	97.63	52.89	10.13	91.30	50.75	10.73	84.97	48.61	11.34	78.65	46.47	11.94
	20	95.40	70.30	8.92	90.40	67.80	9.56	83.75	65.90	10.12	77.80	64.00	10.71	72.10	61.50	11.32
	17	87.01	86.25	8.33	82.46	82.01	8.98	77.92	77.77	9.62	73.37	73.52	10.27	68.83	69.28	10.91
	14	87.01	86.25	8.33	82.46	82.01	8.98	77.92	77.77	9.62	73.37	73.52	10.27	68.83	69.28	10.91
4027	22	99.70	49.69	9.22	93.83	47.57	9.82	87.96	45.45	10.43	82.09	43.33	11.03	76.21	41.21	11.63
	20	91.98	59.76	8.64	86.19	58.54	9.23	80.40	57.32	9.82	74.62	56.10	10.42	68.83	54.88	11.01
	17	83.64	73.71	8.24	79.73	71.13	8.78	75.81	68.55	9.32	71.90	65.97	9.86	67.99	63.39	10.40
	14	80.86	80.27	7.94	76.42	76.05	8.53	71.99	71.83	9.12	67.56	67.61	9.70	63.12	63.39	10.29

Tablo 12.112. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		30 °C			35 °C			41 °C			46 °C			49 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
6324	22	135.12	74.53	12.82	127.79	71.77	13.83	120.47	69.00	14.85	113.14	66.23	15.86	105.81	63.47	16.88
	20	124.00	95.20	12.00	117.80	90.20	13.38	110.50	89.60	14.02	103.75	86.80	15.00	97.10	84.01	16.01
	17	113.01	116.84	11.20	107.91	111.29	12.26	102.81	105.73	13.31	97.70	100.18	14.37	92.60	94.63	15.42
	14	113.01	116.84	11.20	107.91	111.29	12.26	102.81	105.73	13.31	97.70	100.18	14.37	92.60	94.63	15.42
5143	22	129.56	67.31	12.41	122.81	64.55	13.42	116.05	61.80	14.42	109.29	59.04	15.43	102.54	56.29	16.44
	20	119.57	80.91	11.62	112.80	79.50	12.84	106.09	77.93	13.59	99.60	77.00	14.03	92.60	74.95	15.56
	17	108.60	99.82	11.08	104.31	96.51	11.99	100.03	93.20	12.89	95.75	89.89	13.79	91.46	86.58	14.69
	14	105.05	108.75	10.68	100.02	103.21	11.64	94.98	97.67	12.61	89.95	92.13	13.58	84.92	86.58	14.54

Tablo 12.113. GOODMAN KANAL TİPİ YALNIZ SOĞUK CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
3454	22	65.7	34.3	6.03	62.5	33.1	6.27	59.4	32.0	6.58	55.7	30.9	6.88	52.5	30.1	7.19
	20	61.0	44.6	5.67	57.8	43.8	5.91	54.6	42.7	6.21	51.4	41.1	6.52	48.2	40.0	6.82
	17	57.2	52.2	5.42	55.1	49.9	5.73	51.9	47.6	6.03	49.8	45.3	6.34	46.6	42.7	6.70
	14	57.2	52.2	5.42	55.1	49.9	5.73	51.9	47.6	6.03	49.8	45.3	6.34	46.6	42.7	6.70
3004	22	64.1	31.6	5.91	61.0	30.5	6.15	57.8	29.3	6.46	54.6	28.6	6.76	50.9	27.1	7.07
	20	58.8	40.4	5.54	56.2	39.2	5.79	53.0	38.1	6.09	49.8	37.0	6.40	46.6	35.8	6.70
	17	54.6	48.4	5.24	51.9	46.9	5.48	49.3	45.0	5.79	47.2	42.7	6.09	44.5	40.4	6.46
	14	54.1	49.1	5.18	51.4	47.2	5.48	49.3	45.0	5.79	47.2	42.7	6.09	44.5	40.4	6.46
2553	22	61.5	28.6	5.73	58.8	27.4	6.03	55.7	26.3	6.27	52.5	25.1	6.58	49.3	24.0	6.88
	20	56.2	35.4	5.36	53.5	34.3	5.60	50.9	33.1	5.91	47.7	32.0	6.21	44.5	32.0	6.52
	17	51.9	41.9	5.00	49.3	40.8	5.30	48.0	39.6	5.60	46.6	38.5	5.91	44.0	37.0	6.15
	14	49.8	45.3	4.87	47.7	43.4	5.18	45.6	41.5	5.48	42.9	39.2	5.85	40.8	37.0	6.09

Tablo 12.114. GOODMAN ÇATI PAKET TİPİ HEAT PUMP CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

ÜNİTE: PGB 090210-5

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
5861	22	119.5	62.9	8.82	111.7	59.6	9.77	103.9	56.3	10.73	96.2	53.0	11.69	88.4	49.8	12.64
	20	109.9	84.2	8.28	102.7	79.7	9.21	95.6	75.2	10.14	88.4	70.7	11.07	81.3	66.2	11.99
	17	103.2	97.2	7.89	97.0	90.6	8.86	90.9	83.9	9.84	84.7	77.3	10.81	78.6	70.7	11.78
	14	103.2	97.2	7.89	97.0	90.6	8.86	90.9	83.9	9.84	84.7	77.3	10.81	78.6	70.7	11.78
5098	22	116.6	58.5	8.63	108.9	55.1	9.58	101.2	51.7	10.53	93.5	48.2	11.48	85.7	44.8	12.43
	20	107.0	74.9	8.08	99.9	71.0	9.01	92.8	67.1	9.93	85.7	63.2	10.86	78.6	59.3	11.78
	17	97.6	91.6	7.53	92.0	85.4	8.49	86.3	79.2	9.44	80.7	73.0	10.40	75.0	66.8	11.35
	14	97.6	91.6	7.53	92.0	85.4	8.49	86.3	79.2	9.44	80.7	73.0	10.40	75.0	66.8	11.35
4331	22	111.8	52.8	8.36	104.6	49.6	9.29	97.5	46.3	10.23	90.3	43.0	11.17	83.1	39.7	12.10
	20	103.2	63.8	7.82	96.1	61.1	8.73	89.1	58.4	9.64	82.1	55.6	10.55	75.0	52.9	11.46
	17	93.9	78.5	7.46	89.0	74.1	8.30	84.0	69.8	9.14	79.1	65.5	9.98	74.1	61.1	10.82
	14	90.7	85.2	7.18	85.2	79.1	8.06	79.8	73.1	8.94	74.3	67.1	9.83	68.8	61.1	10.71

Tablo 12.115. GOODMAN ÇATI TİPİ PAKET KLİMA + GAZLI ISITICI CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI
ÜNİTE: PGB 120245-5

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
7812	22	159.2	85.4	10.50	149.5	80.1	11.85	139.8	74.9	13.20	130.0	69.6	14.55	120.3	64.3	15.90
	20	146.4	114.4	9.86	137.5	107.2	11.17	128.5	100.0	12.48	119.6	92.7	13.78	110.6	85.5	15.09
	17	137.5	131.9	9.39	129.9	121.7	10.75	122.2	111.6	12.11	114.6	101.4	13.46	107.0	91.3	14.82
	14	137.5	131.9	9.39	129.9	121.7	10.75	122.2	111.6	12.11	114.6	101.4	13.46	107.0	91.3	14.82
6797	22	155.4	79.5	10.28	145.7	74.1	11.62	136.1	68.7	12.96	126.4	63.3	14.30	116.7	57.9	15.64
	20	142.6	101.8	9.62	133.7	95.5	10.92	124.8	89.2	12.22	115.9	82.9	13.52	107.0	76.6	14.82
	17	130.1	124.2	8.95	123.1	114.7	10.29	116.1	105.3	11.62	109.1	95.8	12.95	102.1	86.3	14.29
	14	130.1	124.2	8.95	123.1	114.7	10.29	116.1	105.3	11.62	109.1	95.8	12.95	102.1	86.3	14.29
5778	22	149.0	71.7	9.95	140.0	66.6	11.27	131.1	61.5	12.59	122.1	56.4	13.91	113.1	51.3	15.23
	20	137.5	86.8	9.31	128.6	82.2	10.59	119.8	77.6	11.86	111.0	73.0	13.14	102.1	68.4	14.41
	17	125.1	106.6	8.89	119.0	99.7	10.07	113.0	92.8	11.25	106.9	85.9	12.43	100.9	79.0	13.61
	14	120.9	115.5	8.54	114.1	106.4	9.78	107.3	97.2	11.01	100.5	88.1	12.24	93.7	79.0	13.47

Tablo 12.116. GOODMAN ÇATI TİPİ PAKET KLİMA + GAZLI ISITICI CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI
ÜNİTE: PGB 180245-5

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
10940	22	233.9	119.7	17.33	219.1	114.8	19.59	204.4	109.9	21.85	189.6	105.0	24.11	174.9	100.1	26.37
	20	215.1	160.4	16.27	201.5	153.6	18.46	187.9	146.8	20.64	174.3	140.0	22.83	160.7	133.2	25.01
	17	202.0	185.6	15.49	190.4	174.7	17.76	178.8	163.9	20.03	167.1	153.0	22.30	155.5	142.1	24.57
	14	202.0	185.6	15.49	190.4	174.7	17.76	178.8	163.9	20.03	167.1	153.0	22.30	155.5	142.1	24.57
9515	22	228.3	111.6	16.97	213.6	106.3	19.21	199.0	100.9	21.45	184.3	95.5	23.68	169.6	90.1	25.92
	20	209.5	142.7	15.87	196.0	136.9	18.05	182.5	131.0	20.22	169.0	125.2	22.40	155.5	119.3	24.46
	17	191.1	174.8	14.77	180.5	164.7	17.00	169.8	154.6	19.23	159.1	144.5	21.46	148.4	134.4	23.68
	14	191.1	174.8	14.77	180.5	164.7	17.00	169.8	154.6	19.23	159.1	144.5	21.46	148.4	134.4	23.68
8086	22	219.0	100.8	16.42	205.3	95.6	18.63	191.7	90.4	20.83	178.0	85.1	23.04	164.4	79.9	25.25
	20	202.0	121.4	15.36	188.6	117.7	17.50	175.2	113.9	19.63	161.8	110.2	21.76	148.4	106.5	23.89
	17	183.8	149.6	14.67	174.5	142.9	16.64	165.2	136.3	18.61	155.9	129.6	20.59	146.6	123.0	22.56
	14	177.6	162.6	14.10	167.2	152.7	16.15	156.9	142.8	18.21	146.5	132.9	20.27	136.1	123.0	22.33

Tablo 12.117. GOODMAN ÇATI TİPİ PAKET KLİMA + GAZLI ISITICI CİHAZLARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
5861	22	119.5	62.9	8.82	111.7	59.6	9.77	103.9	56.3	10.73	96.2	53.0	11.69	88.4	49.8	12.64
	20	109.9	84.2	8.28	102.7	79.7	9.21	95.6	75.2	10.14	88.4	70.7	11.07	81.3	66.2	11.99
	17	103.2	97.2	7.89	97.0	90.6	8.86	90.9	83.9	9.84	84.7	77.3	10.81	78.6	70.7	11.78
	14	103.2	97.2	7.89	97.0	90.6	8.86	90.9	83.9	9.84	84.7	77.3	10.81	78.6	70.7	11.78
5098	22	116.6	58.5	8.63	108.9	55.1	9.58	101.2	51.7	10.53	93.5	48.2	11.48	85.7	44.8	12.43
	20	107.0	74.9	8.08	99.9	71.0	9.01	92.8	67.1	9.93	85.7	63.2	10.86	78.6	59.3	11.78
	17	97.6	91.6	7.53	92.0	85.4	8.49	86.3	79.2	9.44	80.7	73.0	10.40	75.0	66.8	11.35
	14	97.6	91.6	7.53	92.0	85.4	8.49	86.3	79.2	9.44	80.7	73.0	10.40	75.0	66.8	11.35
4331	22	111.8	52.8	8.36	104.6	49.6	9.29	97.5	46.3	10.23	90.3	43.0	11.17	83.1	39.7	12.10
	20	103.2	63.8	7.82	96.1	61.1	8.73	89.1	58.4	9.64	82.1	55.6	10.55	75.0	52.9	11.46
	17	93.9	78.5	7.46	89.0	74.1	8.30	84.0	69.8	9.14	79.1	65.5	9.98	74.1	61.1	10.82
	14	90.7	85.2	7.18	85.2	79.1	8.06	79.8	73.1	8.94	74.3	67.1	9.83	68.8	61.1	10.71

Tablo 12.118 GOODMAN ÇATI TİPİ YALNIZ SOĞUK PAKET KLİMALARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
7812	22	159.2	85.4	10.50	149.5	80.1	11.85	139.8	74.9	13.20	130.0	69.6	14.55	120.3	64.3	15.90
	20	146.4	114.4	9.86	137.5	107.2	11.17	128.5	100.0	12.48	119.6	92.7	13.78	110.6	85.5	15.09
	17	137.5	131.9	9.39	129.9	121.7	10.75	122.2	111.6	12.11	114.6	101.4	13.46	107.0	91.3	14.82
	14	137.5	131.9	9.39	129.9	121.7	10.75	122.2	111.6	12.11	114.6	101.4	13.46	107.0	91.3	14.82
6797	22	155.4	79.5	10.28	145.7	74.1	11.62	136.1	68.7	12.96	126.4	63.3	14.30	116.7	57.9	15.64
	20	142.6	101.8	9.62	133.7	95.5	10.92	124.8	89.2	12.22	115.9	82.9	13.52	107.0	76.6	14.82
	17	130.1	124.2	8.95	123.1	114.7	10.29	116.1	105.3	11.62	109.1	95.8	12.95	102.1	86.3	14.29
	14	130.1	124.2	8.95	123.1	114.7	10.29	116.1	105.3	11.62	109.1	95.8	12.95	102.1	86.3	14.29
5778	22	149.0	71.7	9.95	140.0	66.6	11.27	131.1	61.5	12.59	122.1	56.4	13.91	113.1	51.3	15.23
	20	137.5	86.8	9.31	128.6	82.2	10.59	119.8	77.6	11.86	111.0	73.0	13.14	102.1	68.4	14.41
	17	125.1	106.6	8.89	119.0	99.7	10.07	113.0	92.8	11.25	106.9	85.9	12.43	100.9	79.0	13.61
	14	120.9	115.5	8.54	114.1	106.4	9.78	107.3	97.2	11.01	100.5	88.1	12.24	93.7	79.0	13.47

Tablo 12.119 GOODMAN ÇATI TİPİ YALNIZ SOĞUK PAKET KLİMALARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

İÇ ÜNİTE DEBİSİ		DIŞ HAVA SICAKLIĞI														
		24 °C			30 °C			35 °C			41 °C			46 °C		
m ³ /h	Yaş termometre sıcaklığı °C	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh	Toplam Kapasite 1000xBtu/h	Duyulur Kapasite 1000xBtu/h	Elektrik gücü kWh
10940	22	233.9	119.7	17.33	219.1	114.8	19.59	204.4	109.9	21.85	189.6	105.0	24.11	174.9	100.1	26.37
	20	215.1	160.4	16.27	201.5	153.6	18.46	187.9	146.8	20.64	174.3	140.0	22.83	160.7	133.2	25.01
	17	202.0	185.6	15.49	190.4	174.7	17.76	178.8	163.9	20.03	167.1	153.0	22.30	155.5	142.1	24.57
	14	202.0	185.6	15.49	190.4	174.7	17.76	178.8	163.9	20.03	167.1	153.0	22.30	155.5	142.1	24.57
9515	22	228.3	111.6	16.97	213.6	106.3	19.21	199.0	100.9	21.45	184.3	95.5	23.68	169.6	90.1	25.92
	20	209.5	142.7	15.87	196.0	136.9	18.05	182.5	131.0	20.22	169.0	125.2	22.40	155.5	119.3	24.46
	17	191.1	174.8	14.77	180.5	164.7	17.00	169.8	154.6	19.23	159.1	144.5	21.46	148.4	134.4	23.68
	14	191.1	174.8	14.77	180.5	164.7	17.00	169.8	154.6	19.23	159.1	144.5	21.46	148.4	134.4	23.68
8086	22	219.0	100.8	16.42	205.3	95.6	18.63	191.7	90.4	20.83	178.0	85.1	23.04	164.4	79.9	25.25
	20	202.0	121.4	15.36	188.6	117.7	17.50	175.2	113.9	19.63	161.8	110.2	21.76	148.4	106.5	23.89
	17	183.8	149.6	14.67	174.5	142.9	16.64	165.2	136.3	18.61	155.9	129.6	20.59	146.6	123.0	22.56
	14	177.6	162.6	14.10	167.2	152.7	16.15	156.9	142.8	18.21	146.5	132.9	20.27	136.1	123.0	22.33

Tablo 12.120. GOODMAN ÇATI TİPİ YALNIZ SOĞUK PAKET KLİMALARIN DEĞİŞKEN DIŞ KOŞULLARDA PERFORMANSI

13. KLİMA SİSTEMLERİ, SİSTEM SEÇİMİ VE SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI

Enerji maliyetlerinde son otuz yıl içinde önemli artışlar olmuştur. 1960'lı yıllarda varili 2 \$ olan petrol günümüzde 25 \$ - 30 \$ aralığında seyretmektedir. Bu büyük değişim enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı kavramlarını getirirken, bir yandan da teknolojik gelişmeler insanların konfor beklentilerini artırmıştır. Bir başka önemli problem ise çevrenin ve yaşadığımız mekanların kirlenmesidir. Dünyadaki su, hava, ormanlar gibi doğal kaynaklar hızla kirlenmekte ve tüketilmektedir. Gelecek kuşaklara tükenmiş bir dünya bırakmanın endişesi yaşanmaya başlamıştır ve bu doğrultuda sürdürülebilirlik kavramı gündemdedir. Son 15-20 yılda ortaya çıkan bir başka önemli kavram ise, iç hava kalitesi kavramıdır. Sonuç olarak HVAC tesisatında sistemlerin bir yandan daha ekonomik olması ve soğutma ve ısıtmanın daha ekonomik olarak yapılması istenirken, bir yandan da sistemlerin daha az arıza yapması, daha sessiz olması, çevreyi kirlenmemesi, daha az yakıt tüketmesi ve bakımı ve işletmesinin daha kolay ve ucuz olması istenmektedir.

Isıtmanın aşağıdan, soğuk yüzey önlerinden ve mümkün olduğunca ışınım yolu ile yapılması ana konfor prensibidir. Isı kaybı yoğunluğu fazla olan dış yüzeyler (ki genellikle cam yüzeylerdir) önlerine konulacak radyatör gibi statik ısıtıcılarla ısıtılmalıdır. Böylece soğuk dış yüzey sıcaklıkları dengelenir. Mahallin içindeki insanlar hava sıcaklığı ile mahalli çevreleyen yüzey sıcaklıklarının ortalamasını hissederler. Bu konudaki kuralları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür [Ref.4]:

Sistem seçiminde mutlaka yeni kavramlar göz önüne alınmalı, ortaya çıkan yeni eğilimlere ve gelişmelere uyulmalıdır. Tecrübe birikimi sistem seçimine aktarılmalıdır. Bunun için genel kavramlar çerçevesinde klima sistem hedefi belirlenir ve buna uygun sistem alternatifleri ortaya konur. Bu alternatif sistemler arasında seçim ise, teknik ve ekonomik kriterlerin hangi ölçüde sağlandığına bağlıdır. Bu kriterler açısından sistemlerin karşılaştırmasının en akılcı yollarından biri karşılaştırma tablolarıdır.

13.1. KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ

Sistem Düzeyinde Seçim

Yeni bir klima sistemi veya yenileme için klima sistemi seçimi yapıldığında, üç seviyede seçimden söz edilebilir. Bu seçim; a) klima sistemi, b) ekipman ve c) cihazlar düzeyinde olabilir.

- **Klima sistemi düzeyi.** Bu düzeydeki seçim örneğin VAV (değişken hava debili) paket bir sistem ve fan-coil sistem arasındaki tercihin yapılması ile ilgilidir.
- **Hava sistemi, su sistemi, merkezi soğutma ve ısıtma tesis sistemi ve kontrol sistemi düzeyi.** Örneğin, VAV paket sistem için sistemin tek zonlu VAV hava karışımı; çok zonlu VAV tekrar ısıtılmalı veya fan tahrikli VAV hava karışımı sistem olması tanımlanmalıdır. Paket sistemde soğutma sistemi daima DX sistemidir. Ancak burada pistonlu veya scroll bir kompresör seçimi söz konusudur. Isıtma; gazlı ısıtıcı

1. Eğer **ısı kaybı**, duvarın her metre genişliği için 1476 Btu/h (**429 Watt**) değerini geçiyorsa, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma** yapılmalıdır.
2. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820-1.476 Btu/h (**238-429 Watt**) arasında ise, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için yine, pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması doğrudur**.
Bu koşullarda hava üst kottan dış duvara bitişik yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Bu çözümde hava direkt olarak aşağıya doğru, soğuğa maruz kalan duvar ve pencereleri bohçalayacak şekilde üflenmelidir.
Yorum 1:
Aynı difüzörlerden yazın da soğuk havanın verileceği unutulmamalıdır. Soğuk hava ağır olduğu için, aşağıya doğru çok hızlı inerek rahatsızlık verebilir.
3. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 Btu/h (**238 Watt**)*dan az ise, yine pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması tavsiye edilir**.
Ancak bu koşullarda hava dış duvara bitişik veya çok yakın yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Hava bu çözümde dışa bakan duvar/pencereye doğru üflenir veya hem duvar/pencereye doğru ve hem de açığa doğru çift yönde üflenir.
4. **Yorum 2:**
 - a) *Yaşanılan hacimlerde:* ısıtmanın her zaman cam altından yapılması (statik ısıtma) tavsiye edilmektedir.
 - b) *İnsanların kısa süreler kaldığı yerlerde:* (fuaye, giriş vb.) ise;
Isı kaybı 429 Watt/m değerini aşıyorsa, alttan ısıtma yapılmalıdır.
Isı kaybı 238 – 429 Watt/m değerleri arasındaysa ve alttan ısıtma yapılamıyorsa, sıcak hava yukarıdan özel difüzörler kullanılarak üflenebilir.
5. Buna karşılık soğutma yukarıdan yapılmalıdır. Duvar tipi soğutucularla aşağıdan yapılan soğutma işlemleri, yaz klimasında konforsuzluğa neden olmaktadır. Bu soğutuculardan çıkan soğuk hava fazla yükselemeyerek geri düşmekte ve insanlara çarparak üşütmekte ve hasta etmektedir. Isıtma ve soğutmanın birlikte tavandan yapılması halinde ise; kışın sıcak havayı aşağı indirebilmek için menfez çıkış hızları artırılmak zorundadır. Bu durumda ses oluşur ve aynı menfezden yazın çıkacak soğutulmuş hava daha ağır olduğu için, aşağı hızlı inerek konforu bozar.

veya cihaz elektrik değerlerinin düşük olduğu yerlerde heat pump (ısı pompası) veya elektrikli ısıtıcı ile yapılabilir. Sulu sistem için de alternatifler vardır: Fan-coil sistemi için sıcak sulu ısıtma veya elektrikli ısıtma seçilebilir. Yüksek kapasiteli bir fan-coil sisteminde genellikle santrifuj veya vidalı kompresörlü chiller, ve küçük kapasiteli sistemlerde ise vidalı veya scroll kompresörlü chiller kullanılır. Oda tipi klima cihazları ve küçük kapasiteli paket sistemler dışında, genellikle direkt dijital kontrollü (DDC) kontrol sistemleri (EMCS) düşük maliyetlidir. Spesifik bir proje için kontrol zonları, noktaları ve genel ve spesifik kontrol fonksiyonları optimum olmalıdır.

- **Ana sistem bileşenleri düzeyi.** Hava sistemleri için aşağıdaki gibi ana cihazların seçimi söz konusudur:
- Öne eğik kanatlı santrifuj, (airfoil) kanatlı santrifuj, eksenel besleme fanları,
- Besleme - egzoz fanı kombinasyonu veya besleme ve dönüş fanı kombinasyonu,
- CO₂ tabanlı talep kontrollü havalandırma, veya plenum basınç kontrolü ile havalandırma.
- Hava veya su ekonomizörü, ısıl tambur, run-around serpantinli veya ısı borulu hava-hava ısı geri kazanım sistemi.
- Frekans kontrollü değişken hızlı sürücü, girişteki yönlendirici kanatlar, veya giriş konisinde statik basınç düşümü ile debi kontrolü,
- Karışımli akış, tabakalı karışımli akış, veya yer değiştirmeli akış biçimleri ve besleme çıkışları ve dönüş girişlerinin tip ve yerleşimi.

Sulu sistemlerin ana cihaz seçimi için aşağıdakiler düşünülebilir:

- Merkez-bina ayrı lüpları veya merkez ve bina tek lüplu
 - Merkez-bina ayrı lüplu sistemde balans vanalarının kullanımı
 - Merkez ve bina tek lüplu sistemde bypass kısmalı akış, pompalı akış veya değişken debili akış kontrolü sistemi
 - Açık veya membranlı kapalı genişleme deposu seçimi
- Soğutma sistemi için aşağıdaki ana cihazların seçimi söz konusu olabilir:
- Isıyı atmak için hava soğutmalı, su soğutmalı veya evaporatif soğutmalı bir kondenser kullanımı.
 - Santrifuj fanlı chiller için, iki ya da üç kademeli kompresör ve değişken devirli sürücü veya giriş yönlendirici kanatlı kapasite kontrolü seçenekleri.
 - Pistonlu veya scroll kompresörlü soğutma sistemleri için, değişken devirli, iki kademeli hızlı, silindir yüksüzleştirilmeli veya on/off kapasite kontrolünden birinin seçimi.

13.2. SEÇİM HEDEFLERİ

Sistem seçimi yapılırken öncelikle hedef belirlenmelidir. Daha doğrusu klima sistemi bir hedefe yönelik olarak kurulur. Burada hedef, neden klima yapıyorum? sorusunun cevabıyla ilgilidir. Şüphesiz klima hedefleri başında insan konforu gelir. Klima ile sağlanmak istenen başlıca hedefler aşağıdaki gibi sayılabilir:

1. **Konfor.** İnsanlar ancak belirli çevre koşullarında kendilerini rahat hissederler. Konfor şartları adı verilen bu şartlar klima sayesinde mekanik olarak temin edilebilir. Bunun için insanların yaşadığı her yerde (konutlar, işyerleri, alışveriş merkezleri, kurumlar vs.) klimanın hedefi konfordur. Pek çok faktöre bağlı olarak değişken olan konfor şartlarının sürekli olarak temini, kolay değildir ve problem dinamik olarak ele alınmak zorundadır.
2. **Proses.** Endüstride klima genellikle proses gereksinimi nedeniyle

yapılır. Bu tür, hedefi prosesi gereği gibi yapabilmek olan, klima uygulamalarından en bilinenlerden biri temiz oda tekniğidir. İlaç üretimi, elektronik endüstrisi gibi dallarda üretim hollerinde mikrop, toz vs. havada asılı tanecik sayısı belirli sınır değerlerin üzerine çıkmamalıdır. Burada klimanın amacı bu filtrasyonun sağlanmasıdır. Tekstil endüstrisinde hedef belirli bağıl nem değerlerinin sabit tutulması veya bazı hallerde aynı zamanda sıcaklıkların da kontrol edilmesidir. Bu örneklerle gıda ve kimya endüstrisinden başkaları da katılabilir.

3. **Koruma.** Özellikle gıda saklanmasında, değerli koleksiyonların saklanmasında, askeri malzeme saklanmasında, tarihi yapıların korunmasında ortam havasının belirli şartlarda tutulması; özellikle nemin kontrolü gerekir. Bu klimayla gerçekleşir. Burada uygulanan klimanın hedefi korumadır.
4. **Üretkenlik.** Çalışma ortamının konfor şartlarından uzak olması, çalışanların performansını düşürür. Bazı klima uygulamalarında hedef çalışanların performansının ve üretkenliğinin artırılmasıdır.
5. **Mülk geliri ve değerinin artırılması.** Klima uygulamasının bir başka hedefi ise mülkün değeriyle ilgilidir. Mal sahibi mülkünün kıymetini artırmak ve daha yüksek bir fiyatla satabilmek veya kiraya verebilmek üzere klima sistemi kurdurmak isteyebilir.

Bu hedeflerden her birinde seçilecek klima sisteminin aranan özellikleri farklı olacaktır.

13.3. SİSTEM SEÇİM KRİTERLERİ

Klima sistem seçiminde öncelik hedeflerdedir. Belirli hedefe yönelik sistemler diğerlerinden ayrılır. Ancak yine de aynı hedefi gerçekleştirebilecek özelliklerde, birden fazla klima sistem alternatifleri vardır. Bunlar arasında seçim yaparken, ikinci aşamada sistem seçim kriterleri göz önünde tutulur. Sistem seçim kriterleri, seçimi etkileyen faktörlerin neler olduğu, sistemden ne beklediği ve ihtiyacın ne olduğu soruları ile ilgilidir. Sistem seçim kriterleri fazla sayıda olabilir. Ayrıca bu kriterlerin bir diğerine göre önem uygulamaya veya mal sahibine göre değişebilir. Başlıca sistem seçim kriterleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Bina yapısı ve mal sahibi. Bina yapısı, oryantasyonu, konumu, eski veya yeni yapılmakta oluşu ve mal sahibinin istekleri kriterlerin ilk sırasında yer alır.

2. Binanın kullanım amacı. Klima sistemleri farklı uygulamalar ve faaliyetler için kullanıldığında, farklı işletme saatleri, farklı sistem özellikleri ve farklı tasarım kriterlerine ihtiyaç vardır. Örneğin Sınıf 10 tipi temiz oda uygulaması için sabit debili merkezi bir sistem kullanımı şarttır. Lüks otellerde yatak odalarında en çok kullanılan sistem dört borulu fan-coil sistemidir. Çünkü bu sistem ile bireysel sıcaklık ve fan hızı kontrolü mümkündür; ayrıca yeterli miktarda taze hava temini yapılabilmektedir. Özel tasarım kriteri her zaman uygulamaya bağlıdır ve klima sisteminin seçimini doğrudan belirler. Örneğin, hassas sabit sıcaklık (21 ± 0.1 °C) kontrolü yapılan bir odada eğer cihaz için ayrılan alan sınırlı ise sabit debili ve kullanım noktasında elektrikli reheatli merkezi bir sistem kullanılabilir. Elektrikli tekrar ısıtma diğer tüm ısıtma sistemlerinden daha kolay modüle edilebilir. Merkezi klima cihazında DX serpantinli paket ünitelerden daha homojen bir üfleme sıcaklığı temin edilebilir. Sabit debili sistem, böyle uygulamalarda VAV sisteme göre daha avantajlıdır.

3. Kuruluş maliyeti. Sistemin satın alınması ve kurulmasının parasal bedelidir. Sistem seçiminde mal sahibi açısından belki en önemli kriter budur. Sistem ucuz olmalıdır. Özellikle klima sistemleri monte edilmiş

hazır binalar satan bir yatırımcı için yatırım maliyeti ve işletme giderleri (enerji harcamaları) sistem seçimini en çok etkileyen faktördür. Doğal olarak sistemin diğer teknik kriterleri sağlaması da istenir. Özellikle Türkiye açısından kuruluş maliyeti büyük önem taşımaktadır. Kaynakların kısıtlı olması yatırımcıyı çoğu zaman ucuz yatırımlara yönlendirmekte ve en önemli kriter haline getirmektedir. Halbuki asıl önemli olan toplam maliyet (life cycle cost) değeridir. Yani sistemin ekonomik ömrü içinde ortaya çıkan işletme ve yatırım maliyetleri toplamıdır. Bir HVAC&R klima sisteminin \$/m² olarak ifade edilen yatırım maliyeti binada yapılan faaliyetlere, sistem konfigürasyonuna ve binanın büyüklüğüne bağlıdır. Örneğin Amerika'da okul binaları için ilk yatırım masrafları aşağıdaki gibidir:

Sistem	\$/m ²
Tek zonlu, sabit debili paket sistem	57.8
Çok zonlu tekrar ısıtılmalı sabit debili merkezi sistem	72.6
Çok zonlu çift kanallı merkezi sistem	90.8

4. İşletme maliyeti. Sistemin çalışmasının bedeli ise işletme maliyetini oluşturur. Bunda en önemli pay yakıt ve enerji giderleridir. Enerji giderlerinin anormal derecede artması işletme maliyetlerini ön plana çıkarmıştır. Sistem verimi ne kadar yüksekse ve enerji tasarrufu ve geri kazanmasıyla ilgili önlemler ne kadar fazla ise, enerji gideri o kadar azdır. İyi bir sistemde enerji maliyeti düşük olmalıdır. Diğer işletme giderleri servis- bakım giderleri ve işletme personeli giderleridir. Yukarıda açıklandığı gibi ucuz fakat işletmesi pahalı bir sistem günümüzde yanlış bir seçim olarak ortaya çıkmaktadır. Sistem verimi en önemli parametredir. Yüksek verimli bir sistem, toplam maliyet olarak çok daha ekonomik olabilmektedir.

5. Kapasite. Sistemin kapasitesi seçimde ilk dikkate alınacak konudur. Sistemin hangi kapasite aralıklarında mevcut olduğu, belirli kapasitedeki sistemin değişen şartlara bağlı olarak kapasitesinin hangi oranda değiştirilebildiği, bu değişimin kontrolünün mükemmelliği, kapasite değiştiğinde buna bağlı olarak verimin ne ölçüde değişeceği gibi kriterler de önemlidir. Örneğin, Tek katlı bir toptancı mağazası için genelde sabit debili paket bir sistem tercih edilir. Eğer şartlandırılan yer 70.000 seyirci kapasiteli kapalı bir stadyum ise, tek zonlu bir VAV ve çok sayıda klima santralından beslenen değişik seviyelere yerleştirilmiş üfleme nozullu bir sistem çoğu zaman tercih edilir.

6. Performans. Klima sisteminden performansı ile ilgili beklentilerimiz vardır. Bunlar arasında sistem verimi, kullanılan yakıt/enerji cinsi, zor işletme koşullarına dayanıklılık, arızanın etkisi, kuruluş-montaj kolaylığı, otomatik kontrole uygunluk, kontrol tipi, yedekleme yeteneği, zonlama imkanı sayılabilir. Verim en önemli performans kriterlerinden biridir. Burada özellikle sistemin yıllık kullanma verimi önem taşır. Cihaz üzerinde yazan anma verimleri hem laboratuvar şartlarını yansıtır, hem de düşük kapasitelerde sistemdeki karşımıza çıkan verim düşmelerini dikkate almaz. Sistemin enerji tüketimini ilgilendiren esas verim, yıllık kullanma verimidir. Bir başka önemli performans kriteri zonlama imkanıdır. Uygulamaların çoğu çok zonludur. Zonlar farklı kullanım amaçlarından, farklı kullanım zamanlarından, yönden ve yaşayanların farklı tercihlerinden kaynaklanır. Örneğin her bir otel odası, diğerlerinden bağımsız olarak şartlandırılabilir.

7. Yer ihtiyacı. Farklı klima sistemlerinin gereksindiği yer farklı boyut-

larda olmaktadır. Genel olarak klima sistemi binada bodrumda, ara katlarda, normal katlarda döşeme alanları; çatı alanları; shaft boşlukları ve asma tavan boşluklarına ihtiyaç gösterir. Mimari planlamada bu göz önüne alınmalıdır. Bu alanlar çok kıymetli olabilir. Dolayısıyla bazı hallerde verilebilen yerlere sığacak, mimari zorlamalara uygun bir sistem seçmek gereği vardır. Örneğin, 30 kat ve üzeri yükseklikte bir binada klima santralleri ve diğer mekanik ekipman için çatıda yeterli hacim yoksa, veya gidiş ve dönüş havası kanalları için shaft yeri yoksa, kat bazında merkezi klima santralli bir sistem kullanmak pratik bir çözüm olabilir. Bir diğer örnekte, endüstriyel uygulamalarda genellikle yeterli tavan yüksekliği olduğu için düşük hızlı kanal sistemleri kullanılabilir ve böylece fan enerjisinden tasarruf edilebilir.

8. Güvenirlilik. Bir sistemin arıza riskinin az olması, tehlike yaratmasıyla ilgilidir. Servis imkanlarının kısıtlı olduğu yerlerde bu en önemli kriter haline gelebilir. Örneğin belli dönemler ulaşım imkanının bile olmadığı, dağ başlarında veya ücra köşelerdeki tesislerde bu durum geçerlidir.

9. Servis bakım kolaylığı. Sistem seçiminde nihai kullanıcı açısından servis ve bakım sıklığı konforun ya da hizmetin sürekliliği veya kesintiye uğraması anlamına geldiği için önemlidir. Servis sıklığı ve kolaylığı problemsiz bir işletmede arka planda kaldığı halde, sorun olduğunda en önemli olacaktır. Bazı uygulamalarda sistemi çalıştıracak profesyonel personel bulunmaz. Dolayısıyla sistemin çalıştırılması ve bakımı kullanıcılar tarafından gerçekleştirilebilecek biçimde basit ve kolay olmalıdır. Amerika'da bu "Simple is best" sloganı ile tanımlanıyor. Özellikle Türkiye şartlarında çoğu zaman kalifiye teknisyen ve profesyonel servis ve bakım teminindeki zorluklar nedeniyle, karmaşık sistemler istenildiği gibi korunamamakta, zamanla tasarım şartlarının çok dışında ilkel şartlarda çalışmak zorunda kalmaktadır. Bu durumda yüksek verim bir tarafa, sistem temel fonksiyonlarını yerine getiremez hale düşmektedir. Bu nedenle seçilecek sistemlerin basit, az bakım ve servis isteyen karakterde olması çok önemlidir. Sistem seçerken, bakım ve servisinin kimler tarafından yapılacağı mutlaka düşünülmelidir. Öte yandan profesyonel servis ekibinin sistemde gerekli müdahaleyi yapabilmesi için cihazların kolay ulaşılabilir ve servis verilebilir biçimde olması gereklidir. Ayrıca bu servis insanların yaşadığı kullanım alanları içinde olmalıdır. Teknik alanlarda olmalıdır. Aksi halde yaşayanlar rahatsız olur, bu hacimler kirlenir.

10. İç hava kalitesi. İç hava kalitesi (İHK) sistemin havalandırma, filtrasyon ve toz toplama yeteneği ile ilgilidir. Minimum ventilasyon kontrolü; bakterilerin, partiküllerin, rahatsız edici buharların ve zehirli gazların uzaklaştırılması; aşırı nemliliği önleme gerekli koşullardır. (İHK) aynı zamanda HVAC sisteminin iyi bakımına bağlıdır. ASHRAE standartlarına göre, kontrol alternatifleri arasında, CO₂ esaslı talep kontrollü havalandırma en iyi çözümdür. Hacme tahsis edilmiş bağımsız havalandırma sistemi, karışım plenumu basınç kontrollü sabit debili sistemler ve taze hava enjeksiyon fanlı sistemler bu açıdan istenilen yeterli performansa sahiptir. Havalı cihazların ekonomizör modunda çalışma dönemleri ve iş günü mesai başlamadan önce tamamen dış hava ile binanın süpürülmesi (İHK)'i artıran işlemlerdir.

Havası şartlandırılan ortamlarda partiküllerin, bakterilerin, virüslerin, rahatsız edici buharların ve zehirli gazların uzaklaştırılması için klima santrallerinde, taze hava santrallerinde veya paket tip cihazlarda kullanılan filtrasyon, gaz absorpsiyonu ve diğer kimyasal işlemleri aşağıda-

ki dört sınıfta derecelendirmek mümkündür:

Düşük verimli hava filtreleri 3-10 µm büyüklüğünde partikülleri tutma özelliğine sahiptirler. Sporlar, polenler ve kumaş elyafı bu hava filtreleri ile tutulabilirler. Tel örgülü, sentetik veya cam elyaftan panel filtreler düşük verimli filtrelerdir.

Orta verimli hava filtreleri 1-3 µm büyüklüğünde partikülleri tutma özelliğine sahiptirler. Araba egzoz gazları, ince tozlar ve bakteriler orta verimli hava filtreleri ile tutulur. Sentetik ve cam elyaf kullanılan tabakalı filtreler bu sınıfa girer.

Yüksek verimli filtreler sigara dumanı, yemek kokuları ve bakteri gibi 0.3-1µm büyüklüğündeki partikülleri ayırmak için kullanılır. Mikron altı boyutlarda sentetik ve cam elyaf kullanan torba veya kartuşlu filtreler bu tiptedir.

Ultra yüksek verimli filtrasyon: HEPA filtreler %99.97, ULPA filtreler de %99.999 DOP (dispersed oil particulate = dağılmış yağ parçacıkları) verimine sahiptirler. Bu filtreler virüsleri, karbon tozlarını, yanma gaz-

azaltılması ile ortamın bağıl nemi belirgin biçimde artırılabilir.

Kontrol modları. Büyük sıklıkta kullanılan kontrol modu DDC tip, oransal-integral (PI), sapmasız modülasyon kontrolüdür. Ayrıca iki ya da üç hızlı kademeli fan kontrolü ve on/off su debisi kontrolü de uygulanabilir. PI (veya PID) kontrollü DDC her zaman için daha iyi bir kontrolüdür. Çünkü cihaz hatalarının dışında sapma oluşmamaktadır.

12. Gürültü kontrolü. Ses problemleri büyük çoğunlukla iyi tasarlanmayan sistemlerde ve dikkatsiz fan, kompresör ve pompa seçimlerinde karşımıza çıkmaktadır. Ses her zaman rahatsız edici olmaktadır. Bazı klima sistemleri yapıları icabı potansiyel bir ses problemi oluştururlar. Oda tipi klimalar ve su kaynaklı ısı pompaları genellikle havası şartlandırılan mekana yerleştirildiklerinden gürültü dezavantajı taşırlar. Çoğu fan-coil cihazları, havalandırılan ortamın üzerinde tavana monte edilirler. Burada dönüş havası giriş menfezi ses geçişi için kısa ve uygun bir yol yaratır. Bazı klima sistemlerinde mekanda oluşan yaklaşık ses seviyeleri aşağıdaki gibidir:

Durum	Klima sistemi	Ekipman	Yaklaşık ses seviyesi
Zayıf	Oda tipi klima sistemi	Oda tipi klima	45-50 dBA
Kabul edilebilir	Dört borulu fan-coil	Fan-coil cihazı (~600m ³ /h)	35-40 dBA
İyi	VAV reheat merkezi sistem	Santral, VAV kutusu	25-35 NC
Mükemmel	Tek zonlu merkezi VAV	Santral	15-20 NC

larını ve radon bazı yabancı maddeleri ayırmada kullanılır. Genellikle temiz odalarda ve ameliyathanelerde uygulanır. Zararlı kokular, rahatsız edici buharlar ve molekül boyutu 0.003-0.006 µm arasında olan zehirli gazları ayırmak için ise daha çok aktif karbon ve kimyasal tutuculu filtreler kullanılır. Ultra yüksek verimli filtreler yüksek verimli filtreler ile ömürlerini uzatmak amacıyla korumaya alınmalıdır.

11. Isıl Konfor. Isıl konforla ilgili kriterleri, ısıtma ve soğutma konforu, nemlendirme veya nem kontrolü yeteneği olarak saymak mümkündür. Zonlarda ısı konfor, sıcaklık ve nem kontrolü ile sağlanır. Bu da doğrudan havası şartlandırılan mekanda bulunan insanları etkiler. Ortamın gerekli ısıtma ve soğutma yükünü karşılamak kadar, sürekli kontrol de önemlidir. Zon kontrolünün amacı ve kalitesi aşağıdaki üç alanda değerlendirilebilir:

Amaç. Zon kontrolü bireysel ısı konforu sağlamanın temelidir. Genellikle alanı 10 ile 100 m² arasında olan bir oda veya mahal bir zon olarak ele alınır. Her zon için genelde bir duyar eleman, bir kontrol cihazı ve karşılık gelen bir terminal cihaz (ör. VAV kutusu) bulunmaktadır. Bu şekilde zonun sıcaklık ve nem kontrolü ihtiyaca uygun olarak gerçekleştirilebilir. Geniş ofis alanları için, kendi içinde daha küçük zonlar yaratılabilir. Son gelişmeler ise her birey için kendisi tarafından kontrol edilebilen mikro zonların yaratılması yönündedir.

Debi ve üfleme sıcaklığı kontrolü. Soğutma için zon kontrolünün kalitesi, kısmi yükte işletmede; ortamın duyulur yükündeki azalmayı karşılamak üzere, VAV kutusunun üflediği soğuk hava debisini veya soğutma serpantininden geçen su miktarını uygun biçimde azaltmakla ilgilidir. Isıtma için zon kontrol kalitesi reheat sistemi veya radyatörle ısıtma sisteminin kapasite ayar kabiliyetine bağlıdır.

Kısmi yükte çalışma esnasında, üflenen soğuk hava debisinin değişimi ortamın bağıl nemini fazla değiştiremez. Ancak, özellikle fan-coil büyük seçildiğinde, soğutucu serpantine gönderilen soğuk suyun debisinin

13. Çevre Faktörü. Günümüzde çevre faktörü, mühendislik kriterleri üzerinde ve tek başına belirleyici bir kriter olabilmektedir. Türkiye hâlâ ciddi çevre koruma sınırlamaları getirmemiş bir ülkedir. Bu nedenle sistem seçiminde çevre faktörü henüz belirleyici olmamaktadır. Ancak yakın gelecekte, ileri ülkelerde olduğu gibi yakıt, akışkan, ekipman ve sistem seçiminde çevre daha belirleyici hale gelecektir. Bunun ötesinde ikinci derecede çok daha farklı teknik, ekonomik, ekolojik ve sosyal kriterler sayılabilir; bunlar bazı hallerde en önemli dizayn şartı olabilir.

14. Diğer Faktörler. Örneğin ara mevsimlerdeki geçiş kolaylığı veya sistem performansı bu kriterlerden biridir. İşyerlerinde, evlerde ve birçok yapıda ara mevsimde sık sık ısıtmadan soğutmaya geçiş (veya tersi) gerekecektir. Hatta böyle mevsimlerde bazı hacimler ısıtma, bazı hacimler aynı anda soğutma isteyebilecektir. Bu durumda, sistem seçiminde bu, sağlanması gerekli bir kriter haline gelmektedir. Ayrıca yapının özelliği ve mimarisi de seçimde önemlidir. Bir resim galerisinde veya bir tekstil kliması uygulamasında nemin sabit tutulması birinci şart konumuna gelebilir. Tarihi bir yapıda kanal istenmeyebilir. Bir konser salonunda ses, ameliyathane hijyenik şartlar en önemli kriter olabilir veya dağ başında bir tesiste kesin işletme güvenliği birinci plana çıkabilir. Kuru bir iklimde buharlaşmalı soğutma prensibi kullanılabilirken, az su bulunan bir yerde havalı kondenser tercih edilmelidir.

15. Yangın koruması ve duman kontrolü. Özellikle yüksek bloklarda klima sisteminin binadaki duman kontrolü sistemiyle entegre olabilmesi beklenen önemli bir kriterdir. Yüksek binalarda yangın koruma ve söndürme sistemi şöyle çalışır: Otomatik sprinkler sisteminin su akış sensörü duman kontrol ve merdiven basınçlandırma sistemlerini harekete geçirir ve bina yönetim sistemi çeşitli hava sistemlerini acil çıkışlardan ve merdivenlerden dışarıya dumandan etkilenmeden kaçıışı kolaylaştırmak için koordine eder. Bu işlemler dizisi aşağıdaki gibi gerçekleşir:

- Merdiven basınçlandırma sistemleri aktive edilir.

- Duman egzoz sistemi yoluyla yangın katındaki (duman zonundaki) duman dışarıya atılır.
- Duman zehirlenmesini engellemek amacıyla yangın katının bir üst ve bir altındaki veya komşu katlara taze hava üflenir.

Ekonomizörlü hava sistemleri için; yangın katından egzoz edilen hava miktarı ve duman zonuna komşu olan kontrol zonlarına verilen hava miktarları yaklaşık olarak ekonomizör çevrimindeki üfleme havası miktarına eşittir.

13.4. SİSTEM SEÇİMİNDE ÖNCELİK

a. Yukarıdaki kriterler arasında değinildiği gibi, uygulama yapılacak yerin iklim şartları sistem seçiminde büyük önem taşır. Hiç bir sistem bütün avantajları bünyesinde toplayamayacağı için; "ısıtma öncelikli veya soğutma öncelikli sistem seçimi" ilk adımda gözönüne alınmalıdır. Örneğin Antalya'da ısıtma mevsimi 2,5 ay mertebesinde iken, soğutma mevsimi 7,5 ay mertebesindedir. Böyle bir iklimde soğutma öncelikli sistem seçimi gerekir. Isıtma soğutmaya göre daha az önemlidir. Antalya ve benzer iklimlerdeki bölgelerde sistem seçimi ve dizaynında ağırlık soğutmadadır. Böyle bir yerde soğutulmuş havanın üst kottan (tavan seviyesinden) verilmesi düşünülmelidir. Tavan seviyesinden verilen soğuk havanın yoğunluğu fazla olduğu için ortamdaki havaya karışımı ideal konforu sağlayacaktır. Isı pompası tipi cihaz seçimleri uygundur. Buna karşılık İstanbul'da ısıtma mevsimi yaklaşık 6,5 ay, soğutma mevsimi 3-4 ay mertebesindedir. Erzurum'da ise bu değerler ısıtma yönünde daha fazla değişmektedir. Böyle iklimlerde ısıtma öncelikli sistemler seçilmelidir. Isıtma öncelikli sistemde ısıtmanın aşağıdan yapılması ve vantilatör v.b. ses yapabilen cihazların kullanılmaması avantajlıdır. Isıtmanın cam önlerine konan ısıtıcılar ile yapılması konforu artıracaktır. Villa sahipleri genelde en iyi konforu isterler. Villalarda; ısıtmayı cam önlerine konulan radyatörler (termostatik vanalı) ile, soğutmayı ise hava kanallı split cihazlarla yapıp, ayrıca klima cihazına yaklaşık %10 oranında taze hava alınmalıdır. Bu durumda ortam havalandırılacak, taze hava ortamı artı basınçta tutacağı için dışarıdan toz girişi önlenecektir.

b. Sistem seçiminde öncelik açısından, dış ortamdaki nem oranı da önemlidir. Kurak iklimlerde evaporatif soğutma prensibinden yararlanılabilir. Bu büyük avantaj sağlar (Diyarbakır v.b. şehirlerde). Ayrıca kuru ve soğuk iklimlerde kışın nemlendirme mutlaka sağlanmalıdır. Buna karşılık nemli iklim ve ortamlarda tam tersine nem alıcı öncelikli sistemler seçilmelidir.

c. Sistem seçimindeki önceliklerden birisi de uygulama alanı ile ilgilidir. İşyerlerinde aydınlatma, makinalar ve insanlar dolayısı ile ısı kazancı daha fazladır. Bu nedenle konutlarla karşılaştırıldığında, daha fazla soğutma yükü gereklidir. Soğutma ihtiyacı da yıl içinde konutlara göre daha uzun sürelidir.

d. Sistem seçiminde bir başka öncelik ise mimarı sınırlamalarla ilgilidir. Seçilecek HVAC sisteminin boyutları mimari yapıya uygun olmalıdır. Ayrıca mimarın estetik anlayışı ve sistem fonksiyonları; seçilecek difüzör, menfez v.s. gibi elemanların tiplerini belirler. Bu çerçevede sesle ilgili sınırlamaları da gözönüne almak mümkündür. Sağlanması gerekli ses düzeyi bazı uygulamalarda sistem seçimini belirleyen ana öncelik olabilir.

e. Soğutma yapılacak binalarda güneşin camlardan içeri girmesini engelleyecek önlemler (güneş kesici dış perdeler, saçak çıkıntılarının uzatılması, dış panjur, yansıtıcı özelliği olan cam v.b) alınması enerji ekonomisi sağlar. Ancak bu önlemlerin bir kısmı kalıcı olduğunda, ısıtma

sezonunda dezavantaj yaratabilir. Bir başka sakınca ise sağlık açısından yararlı olan güneş ışınlarının önlenmiş olmasıdır. Bu çelişkili durum ısıtma ve soğutma sürelerinin gözönüne alınması suretiyle tercih yapılması, hareketli elemanların kullanılması gibi yollarla çözülebilir.

Özetle, sistem seçimi aşağıdaki kriterler ve faktörlerin pek çoğuna bağlıdır:

A. Yatırım Maliyeti:

1. Sistem Maliyeti
2. İlave Zonların Maliyeti
3. Kapasite Artırım Olanakları
4. İş ve İşçi Güvenliğine Katkısı
5. Hava Kalitesi Kontrolü
6. İleride Olabilecek Yer Değişimi ve/veya Onarım Maliyetleri

B. İşletme Maliyeti:

1. Enerji Maliyeti
2. Enerji Türü:
 - Elektrik
 - Gaz
 - Sıvı Yakıt
 - Merkezi Buhar Sistemi
 - Diğer Kaynaklar
3. Projenin Bulunduğu Bölgede Kullanılabilecek Enerji Türleri
4. Ekipman seçimi

C. Bakım Maliyeti:

1. Onarım Maliyeti
2. Kullanıcı Personelin Bakım Kabiliyeti
3. Üretim Sırasında Sistem Arızasının Bedeli
4. Ekonomizör Çevrimi
5. Isı Geri Kazanımı
6. İlerideki Yenileme Maliyetleri
7. Kolay ve Hızlı Servis İmkanı
8. Kolay ve Hızlı Zon İlavesi İmkanı
9. Bakım Periyotları ve Kapsamları

D. Yatırımın Geri Dönüşü:

E. Binanın Konumu:

1. Coğrafik durumu
2. Yönü
3. Şekli

F. Bina Tipi :

1. Kurumsal. (Hastane, Cezaevi, Bakımevleri, Eğitim Kurumları)
2. Ticari. (Ofisler, Mağazalar)
3. Konutsal. (Otel, Motel, Apartman Daireleri)
4. Endüstriyel. (Üretim Tesisleri)
5. Araştırma ve Geliştirme. (Laboratuvarlar)

G. Kullanıcı Tipi :

1. Kamu Sektörü
2. Yatırımcı
3. İşletmeler
4. Bireysel Kullanıcı

I. Binanın Kullanımı :

1. İnsan miktarı
2. Ekipmanlar
3. İşletme

J. Binanın Tipi :

1. Kontrüksiyonu

2. Şekli
3. Eski ve yeni oluşu

K. Performans:

1. Prosesin Desteklenmesi. Bilgisayar Faaliyetleri, Telefon Faaliyetleri
2. Hijyenik (Mikropsuz) Bir Çevrenin Elde Edilmesi
3. Satış ve Kiralama Gelirlerindeki Artış
4. Sistem Verimi
5. Gayrimenkul Satılabilirliğindeki Artış
6. Durma, Yedekleme Kapasiteleri ve Rezerv Kapasiteler
7. Güvenilirlik, Beklenen Cihaz Ömrü. Bakım ve Arıza Sıklığı
8. Ekipman Arızalarının Binaya Etkisi Nasıldır? Kullanıcının Yapması Gereken İşlemler?

L. Kapasite İhtiyacı :

1. Soğutma Yükleri. Miktarı ve Özellikleri
2. Isıtma Yükleri. Miktarı ve Özellikleri
3. Havalandırma
4. Zonlama İhtiyacı :
 - Binanın Kullanım Amacı
 - Güneş Işınımından Gelen Kazanç
 - Özel İhtiyaçlar
 - Sıcaklık Aralığı ve Nem Toleransları

M. Yer İhtiyacı :

1. Mimari Kısıtlamalar:
 - Estetik
 - Yapısal Destek
 - Mimari Stil ve Fonksiyon
2. HVAC Ekipmanları İçin Gerekli Alan ve Yerleşim
3. Kanal ve Boru Dağıtımı İçin Alan
5. Alan İşgal Eden Komponentlerin Fiziksel ve Görsel Olarak Kabul Edilebilirliği
6. İç Dekorasyon
7. Esneklik
8. Bakım İçin Erişilebilirlik
9. Çatı
10. Bilinen Yer Kısıtlamaları
11. Mekanik Oda veya Şaft Gereksinimi

N. Konfor:

1. Kontrol Seçenekleri
2. Gürültü ve Titreşim Kontrolü
3. Sıcaklık
4. Nem
5. Filtrasyon (toz, koku, mikro canlı kontrolü)
6. Hava Kalitesi Kontrolü
7. Taze hava miktarı
8. Temizlik (hijyen)

O. Sistem Kontrolü:

1. Zon kontrolü
2. Her mahallin müstakil kontrolü

P. Yönetmelikler:

1. Yönetmelikler HVAC ve diğer bina sistemlerinin tasarımını etkiler.
2. Çoğu bina tasarım yönetmelikleri yereldir.
3. Yönetmelikler belediye, hükümet veya yetkili resmi kuruluşlar tarafından onaylanmazsa uygulanamaz.

13.5. SİSTEM SEÇİMİ

Sistem seçiminde öncelikle hedefleri sağlayan ve ekonomik olarak optimumu veren çözümler aranır. Ekonomik optimum işletme ve kuruluş maliyetleri toplamını minimize eden çözümdür. Çünkü genelde sistemin kuruluş maliyeti ile işletme maliyeti ters yönde çalışır. Biri artarken diğeri azalır. Daha sonra zorlayıcı kriterler ve öncelikler kontrol edilir. Kapasite, konfor, performans, yerleşim vs. ile ilgili zorlayıcı kriterlerin seçilen sistem tarafından sağlanması gerekir.

Sistem seçimi için farklı yöntemler kullanılabilir. Burada önceliklerin belirlenmesinde kimin etkili olacağı da önemlidir. Sistem seçimini mal sahibi ve onun danışmanı olan mühendis ve proje mühendisi birlikte yapmalıdır. Mal sahibi ile mimar ve teknik ekibin öncelikleri farklıdır. Her grubun öncelikleri önemlidir ve mutlaka dikkate alınmalıdır. Bunun için teknik detayları en iyi bilen proje mühendisinin alternatif sistemler arasında bir teknik karşılaştırma tablosu hazırlaması en uygun yoldur. Bu tabloyu destekleyen bir raporla birlikte seçim olanakları sunulursa, taraflar bir araya gelerek ve imkanları göz önüne alarak, mevcut şartlar içinde en uygun sistemi seçebilirler.

Sistemlere ait farklı özellikleri bir arada görmek ve karşılaştırmak için bir tablo oluşturulabilir. Bu tablonun oluşmasında ve sistem seçiminde ilk adım projede etkili olan sınırlayıcı ve zorlayıcı kriterlerin belirlenmesidir. Yukarıda geniş olarak verilen kriterlerin hepsi her projede geçerli değildir ve sistem alternatifleri sınırsız değildir. Daha önceki tecrübe, sağ duyu ve yaklaşım biçimine bağlı olarak değerlendirilecek alternatifler sınırlıdır. Pratikte seçim iki, üç alternatif arasında yapılır. Bundan sonraki kısımda karşılaştırma tabloları verilmiştir. Bu tablolar da hem karşılaştırma kriterleri çok fazladır ve hem de karşılaştırma alternatifleri çok fazladır. Pratikte, yukarıda ifade edildiği gibi, daha az sayıda alternatif, daha az sayıda kriterle karşılaştırılabilir.

Karşılaştırma tabloları a) niceliksel, b) niteliksel olarak ikiye ayrılabilir. Niceliksel tablolarda bir puanlama sistemi oluşturulmalıdır. Buradaki puanlar tamamen objektif olamaz. Her özelliğe net bir puan verilemez. Değerlendirme belirli ölçüde subjektif olacaktır. **Dolayısıyla örnek tablodaki değerlendirmeler de belirli ölçülerde subjektif olarak algılanabilir. Söz konusu puanlar uygulamaya, projeciye ve mal sahibinin isteklerine göre farklılıklar arz edebilir.**

Tabloların ilk sütununda karşılaştırma kriterleri bulunur. Yukarıda ilgili bölümde söz konusu edilen ve proje için önemli olan kriterler burada alt alta sıralanır. İkinci sütunda ise bu kriterlerin önem puanları bulunmaktadır. Her kriter bir puanla değerlendirilir. Kriterlerin önem puanı her proje için değişiktir. Söz konusu projede, söz konusu kriterin önemi mal sahibiyle birlikte kararlaştırılmalı ve puanlandırılmalıdır.

Daha sonraki sütunlarda alternatif sistemler, bunların değerlendirilmesi ve puanları yer alır. Herhangi bir kriter açısından, alternatif sistemler bu alanlarda değerlendirilir. Bu teknik değerlendirmeyi projeci mühendis yapmalıdır. Bu değerlendirme özet bir biçimde yazılı ve açıklanabilir; çok kısa notlar biçiminde (kötü, orta, iyi... veya az, orta, çok... gibi); harfler biçiminde (A, B, C, ...) veya sayısal biçimde (1, 2, 3, veya 10,20,30, ...) olabilir. Puanla değerlendirme sisteminde, bir alternatif sistemin toplam puanını bulmak için; her kriterin önem puanı ile bu kriter için bu sisteme verilen not çarpılır ve bunların hepsi toplanır.

Niteliksel tablolarda ise bir puanlama sistemi yoktur. Tablo yapısı yine aynıdır. Sadece puan verilmez ve sistemlerin söz konusu kriter konusundaki durumu tanımlanır. Seçim bu toplu karşılaştırmaya dayanarak kişisel yargı ile yapılır.

13.6. SİSTEM KARŞILAŞTIRMA TABLOLARI

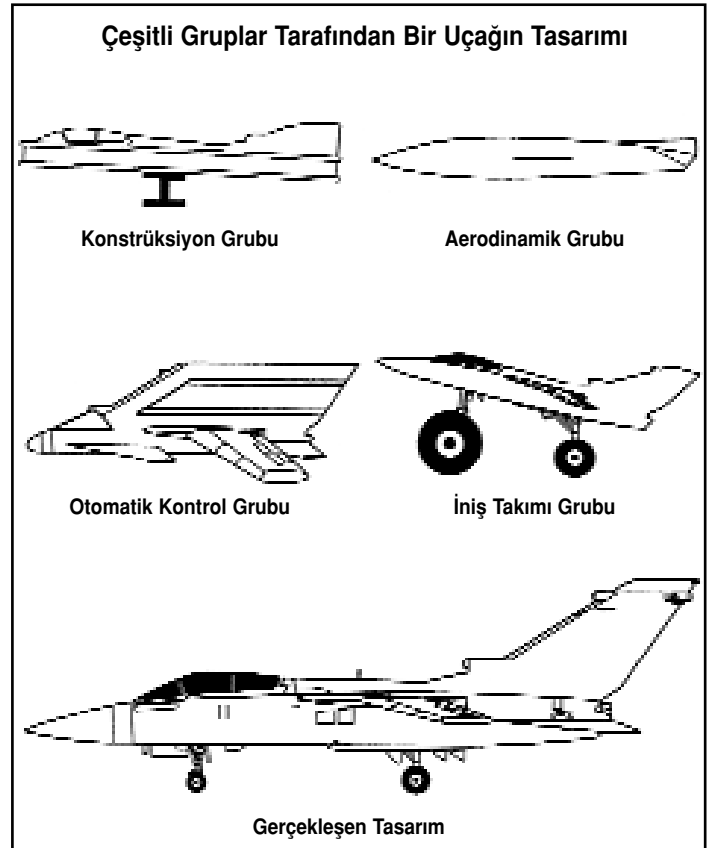
Bu kısımda pratikte geniş ölçüde kullanılan temel klima sistemleri, yukarıdaki esaslar çerçevesinde birbirleriyle karşılaştırılmışlardır. Burada daha önemli olan karşılaştırma kriterleridir. Karşılaştırma kriterleri mümkün olduğu kadar kapsamlı ve detaylı bir biçimde hazırlanmıştır. Buna karşılık çeşitli sistemler için yapılan değerlendirmeler sonuçta belirli ölçüde bizim bakış açımızı yansıtmaktadır ve sübjektif olarak kabul edilebilir. Bu örnek tablolardan yararlanarak kendi karşılaştırma tablolarını hazırlayanlar kendi önceliklerine göre, sistemleri buradakinden farklı değerlendirebilirler. Sonuçta verilmeye çalışılan değerlendirmeler değil yöntemdir.

Bu tablolarda 8 farklı klima sistemi, 63 ayrı kriter açısından karşılaştırılmıştır. Tablolar arka arkaya birbirini takip edecek biçimde verilmiştir.

- 1- Klimada sistem seçimi başlığı altında, çok kullanılan sekiz sistemi değerlendireceğiz.
- 2- Burada amaç:
 - a- Tesisat mühendislerinin klima bilgilerinin artırılması,
 - b- Değerlendirme için önceliklerin daha kolay belirlenmesi,
 - c- Konuyu tartışmaya açıp, eleştirileri değerlendirerek daha fazla geliştirmektir.
- 3- Hiçbir sistem avantajların tamamını sağlayamaz.
 - a- Malsahibinin beklentileri ve olanakları,
 - b- Bina kullanım amacı ve şekli,
 - c- **Bina ölçeği:** Bina kullanım alanı, yatay ve düşey büyüklüğü,
 - d- Bölgenin iklim koşulları dikkate alınarak en uygun sistem seçilmelidir. Sistemler değerlendirilirken iyi – kötü ya da siyah – beyaz olarak bakılmamalı, iyilerin içinde en uygununun araştırıldığı bilinmelidir. Çünkü her sistemin ideal olarak kullanılabilmesi için yapılar vardır.
- 4- Kriterler de gruplanarak sunulmaktadır. (Performans, İşletme Maliyeti, Planlama ve Montaj, Servis – Bakım – Onarım ve İşletme, Emniyet ve Riskler (Sağlık vb.), Mimari, Maliyet)
- 5- Kriterin önemi bölümü; beklentileri ve önerileri karşılaşılabilecek sorunları kapsamaktadır.
- 6- Sistemlerin karşılaştırılması her kriter için ayrı ayrı yapılmıştır. Ancak her kriter aynı derecede önemli değildir ve yatırımcıların beklentisine göre de değişir. Bu anlamda proje bazında her kriter bir önem puanı verilerek (kriterlerin önem puanlarının toplamı 100 veya 1000 alınabilir), her sistemin aldığı toplam puan değerlendirmeye esas alınabilir.
- 7- Yatırımcı için maliyet değerlendirmesi yapılırken:
 - a- Malsahibinin beklentilerini karşılayamayan, bina tipine ve imkanlarına uygun olmayan sistemler elenip,
 - b- Son kriter olarak verilen “**ÖMÜR BOYU TOPLAM MALİYET**” en önemli kriter olarak dikkate alınabilir.
- 8- Klimada sistem seçimi (sistem karşılaştırma tablosu) iş merkezleri için hazırlanmıştır. Çarşı, konut, otel, hastahane ve özel yapılar için de bazı değişiklikler ve ilaveler yapılarak kullanılabilir.
- 9- Enerji maliyetleri hesaplanırken, genellikle güncel yakıt ve elektrik fiyatları kullanılır.
 - a- Isı geri kazanımlı, enerjiyi daha az tüketen, yüksek verimli sistemler olabildiğince tercih edilmeli ve ısı geri kazanımından yararlanılmalıdır.

- b- Gelecekte enerji maliyetlerinin artabileceği dikkate alınarak, tahmini bir düzeltme faktörü kullanılmalıdır.
- c- Ancak enerji maliyetlerinin gelecekte beklenenden de çok daha fazla artabileceği olasılığı da dikkate alınmalıdır.
- d- Enerjiyi doğru kullanmak, bir mühendislik etiğidir.

- 10- **Sistem seçimi yapılırken** aşağıdaki konular belirlenmelidir:
 - Üfleme havası sıcaklığı,
 - Yaşanılan hacim içerisindeki hava hareketleri,
 - Hava kanallarındaki hızlar,
 - Menfez yerleşimi ve tipleri,
 - Klima santrallerinin kapasite büyüklükleri,
 - Hava kanallarının yükseklikleri (borular ve kablo kanalları vs. ile kesişme noktaları da dikkate alınarak). Asma tavan içindeki cihaz yükseklikleri (tavan tipi F/C, VAV kutuları, tavan tipi split cihaz vb. varsa).
 - Mekanik hacimlerin toplam alan ve hacimleri,
 - İç hava proje şartları,
- 11- Mal sahipleri büyük bedeller ödeyerek binalar yaptırıyorlar. Harcamaların nereye ve nasıl yapılacağı proje yapılırken belirlenmektedir. Mal sahiplerinin daha kaliteli projeye, daha fazla ödemesi; yatırımı daha ekonomik kılacak ve beklentilerinden daha iyisi gerçekleşecektir.
- 12- Kiracıların, kira bedeli kadar binanın aylık harcamalarına da dikkat ettikleri unutulmamalıdır. Bu nedenle seçilen sistemin işletme ve bakım masraflarının en az olması ve esnek kullanım imkanı çok önemlidir.
- 13- Verimlilik, kalite, kapasite ve performans kavramlarının güncel olması çok önemlidir. Çünkü herşey sürekli değişmekte ve gelişmektedir.



14. KLİMA VE HAVALANDIRMA SİSTEM UYGULAMALARI

Bu bölümde çeşitli klima ve havalandırma uygulamaları üzerinde durulmuş, dizayn özellikleri verilmiş, kullanılabilir sistemler tartışılmış ve hayata geçmiş projelerden örnekler verilmiştir. Uygulamaya geçilmeden önce bir konunun altı çizilmelidir. Uygulamanın sağlıklı olabilmesi açısından, projelerin üzerinde dizayn şartları ile ilgili aşağıdaki notlar mutlaka yazılmalıdır:

1. Soğutma grupları için soğuk su devresinde kabul edilen direnç
2. Santrallerdeki serpantin direnci (su tarafı)
3. Eşanjör direnci
4. Fan coil dirençleri
5. Kapalı devre ise su soğutma kulesi direnci

Benzer şekilde klima santrallerinde hesaplanan hava tarafı dirençleri de projeler üzerine işlenmelidir.

Cihazlar veya santral satın alınınca cihazların direnci ile proje üzerindeki değerler karşılaştırılmalıdır. Buna göre pompaların veya santral fanlarının basıncı yeniden gözden geçirilmelidir. Yukarıda sayılan su devresi üzerindeki direnç yaratan cihazlar ile klima santrali elemanlarının seçiminde enerji maliyetleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Petrolün 30 dolara çıktığı günümüzde enerji pahalıdır. Bu pahalı enerjiyi sürekli harcayacak direnç elemanlarının iyi seçilmesi, yani daha az direnç gösteren elemanların (örneğin plakalı eşanjör gibi) seçilmesi çok önemlidir. Sürekli enerji harcayan elemanların dirençlerinin minimum tutulması bir proje tasarım hedefi olmalıdır. **Unutulmamalıdır ki havalandırma sistemlerinde enerji fanlarda değil, kanal sisteminde tüketilir.**

14.1. KONUTLAR

14.1.1. Konutlarda Klima

Bir binanın genelinde konfor şartlarının sağlanması için, iki oda arasında sıcaklık farkının 1 °C değerini aşmaması lazımdır. Bazı kat planları tüm cephelere dağıtılmış şekildedir. Dağılım ne kadar fazla ise güneş, rüzgar gibi aşırı ısınma ya da aşırı soğumaya neden olabilecek çevresel faktörlerin etkileri o denli büyük olur. Ayrıca komşu odaların birbirlerine etkileri gece veya gün içerisinde, yaz veya kış içerisinde değişkenlikler taşır. Bu türden evlerde tek zonlu klimatizasyon sistemleri kullanılamaz. Odalardaki farklı yükler gözönüne alındığında, binanın birden çok farklı evin birarada bulunduğu bir mekan olarak düşünülmesi gerekir.

Tek zonlu merkezi sistem:

- Odalarda değişken yüklere göre kontrol imkanı yoktur.
- Cihaz tek bir termostat ile kontrol edilir.
- Fan debisi sabit tutulabilir.
- Fan debisi değişken tutulabilir.

Tek zonlu sistemin kullanılması uygun bulunmayan durumlarda çok zonlu sistemler kullanılır. Çok zonlu sistemlerin belli başlı özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Hava akışı her zonda ayrı kontrol edilir. Branşmanlarda kontrol damperleri kullanılır ve odada yahut kanal içerisinde konumlandırılan termostatlar ile sıcaklık kontrolü gerçekleştirilir.
- Merkezdeki cihazda bulunan bir mikro işlemci ile zon termos-

tatlarından gelen bilgiler değerlendirilir ve cihaza kumanda edilir.

- Üfleme debisi sabit olabilir, fakat ekipman içerisindeki akışın sağlanabilmesi için bir by-pass damperi kullanımı gereklidir.
- Üfleme debisi, fan debisinin ayarlanması ile değiştirilebilir.

Isı kazançları, en çok güneşten gelen radyasyon kazançlarına, cam büyüklüklerine ve camların yönlerine bağlı olup batı ve doğu yönlerine bakan odalarda güneş ışınları daha yatık geldiği için ısı kazancı maksimumda oluşurken, güney bölümünde daha az, kuzey bölümünde ise bu kazançlar ihmal edilebilecek kadar azdır. Daha geniş pencere yüzeyine sahip binalarda kış aylarında radyasyon ile gelen ısı kazançları bazı odalarda ilave ısıtma etkisi yaratır. Oda termostatının radyasyon kaynaklı ısı kazancı yüksek olan bu türden bir odaya yerleştirilmesi tüm evin iklimlendirme koşullarını etkileyebilir. Oda içerisinde algılanan sıcaklık tüm evin geneli için geçerli olmaktadır. Ayrıca soğuk gecelerde veya bulutlu, yağışlı havalarda bu durum tam tersine döner. Büyük cam yüzeyler nedeni ile ısı kayıpları artacaktır. Termostatın bulunduğu oda bu türden bir mekan ise; oda içerisinde algılanan referans sıcaklık değeri diğer tüm odalar için geçerli olacaktır.

Bu türden evlerde tek zonlu klimatizasyon kullanılamaz. Isı kazançları hesaplanırken kullanım saatleri ve kullanım amaçları dikkate alınmalıdır. Özellikle gün içerisinde çok kullanılmayan, dış hava sıcaklıklarının düşük olduğu saatlerde kullanılan ve düşük sıcaklık istenmeyen yatak odalarında, ısı kazançları daha düşük alınabilmektedir.

Yaz aylarında ısı kazancı yüksek olan binalarda kış aylarında ısı kayıpları nispeten az olur. Aynı durum tam tersi için de geçerlidir. Tek zonlu ısıtma ve soğutma sistemlerinde branşmanlarda kullanılan çıkış damperleri mevsim geçişlerinde ayarlanmalıdır. Aynı oda için kış mevsimindeki ısı kayıpları yaz aylarındaki ısı kazançlarından farklıdır. Özellikle kış aylarında gerekli olan taze hava, genelde yaz aylarında gerekli olan miktardan daha fazla olduğu için bu türden farklılıklarla karşılaşılabilir.

İki veya daha fazla kat birbirleri ile bir merdiven boşluğu veya benzeri bir konstrüksiyon ile bağlantılı ise, ortamın üst katlarda aşırı sıcak ve alt katlarda aşırı soğuk olması problemi ile karşılaşılır. Bu problemin nedeni, sıcak havanın yoğunluğunun soğuk havadan daha düşük olması ve sıcak havanın üst bölümlerde toplanmasıdır. Teroride; hava kanallarında damper kullanımı ile veya branşmanların doğru ayarlanması ile daimi bir akışta uniform bir oda sıcaklığı sağlanır. Böylece her odada istenilen yükün karşılanması mümkündür. Merkezi sistemin soğutma veya ısıtması kapalı iken, yani odalarda ihtiyaç yokken, cihaz içerisindeki fanın çalışması ile odalara taze hava beslemesi yapılabilir. Fakat bazı durumlarda bu strateji işe yaramayabilir. Herhangi bir branşmanda kullanılan damper sabit ise; oda içerisinde ısıtma ya da soğutma yükünün dengeli olarak karşılanabilmesi mümkün değildir. Oda içerisinde yük, radyasyon kazancı veya diğer iç etkenlerden ötürü sürekli olarak değişir.

Çok katlı konutlarda (villa vb.) katların klimatizasyonu ayrı ayrı cihazlar ile çözülmeye çalışılmalı, yönleri (batı – doğu) veya kullanım zamanları farklı olan mahaller (özellikle yatak odaları ile genel yaşam mekanları) birbirinden bağımsız düşünülerek zonlama yapıl-

malıdır. Böylelikle enerji tasarrufunun yanı sıra, konforda maksimum düzeyde sağlanmış olmaktadır. Isı kazançları hesaplarının sonucunda, kat bazında iki veya daha fazla cihaz kullanımını gerektiriyorsa batı ve doğu cephelerine bakan mahaller bağımsız düşünülmeli ve zonlamaya gidilmelidir. Bazı binalarda zonlama yapılmasına gerek yoktur. Özellikle kompakt yapıda ve tek alandan oluşan binalarda odalar arasındaki sıcaklık farkları doğal akış ile kendiliğinden azalabildiğinden bu türden binalarda konfor şartları tek zonla sağlanabilir. Fakat odalar birbirlerinden tamamen izole edilmiş ise durum farklıdır. Çatı arası bir odada, teras katında kapalı bir odada, bodrum katında bir odada iklimlendirme istekleri farklıdır ve bu farklı amaçlarda kullanılacak odaların klimatizasyonu için zonlama yapılması zorunludur.

Çok katlı yapılarda (> 500 m² villa vb.) merdiven boşluklarına da hava üflenmeli ve bu merdiven boşluklarının bir hava bacası gibi çalışması önlenmelidir. Konutlarda taze hava miktarları ortalama %15 - 20 seviyelerinde olmalı, konutlar sürekli pozitif hava basıncında tutulmalı; cam, kapı ve pencerelerden gelecek tozlar engellenmelidir.

Bu türden binalarda karşılaşılan bir diğer problem ise katlar arasında koku geçişi ve kanallar tarafından taşınan ses problemidir. Özellikle sadece bir yahut iki cepheden enfiltrasyon ile taze hava alabilen binalarda hava değişim problemi yaşanabilir. Villalarda durum apartmanlara benzer. Fakat farklı olarak odalar iki veya daha fazla katlara dağılmıştır. Genellikle en üst katlarda ısı kazançları ve ısı kayıpları çatı faktöründen ötürü diğer katlara oranla daha fazladır. Alt katlarda ise, kapının sıkça açılıp kapanmasından ötürü yükler artabilir. Her villa için müstakil bir klima-havalandırma sistemi gereklidir. Ayrıca her katta farklı zonlama isteniyorsa çok zonlu sisteme geçiş gerekebilir.

Pozitif hava basıncının sağlanması ile ortamdaki pozitif basınçlı havanın mutfak, banyo ve tuvaletlerdeki egzoz sistemlerinden atılması sağlanır. Spor odaları, rutubet yapabilecek hava sirkülasyonunun sağlanmadığı bodrum mahalleri gibi sadece özel mekanlarda egzoz düşünülebilir. 20 m² den büyük mutfaklarda kısmi hava üflemesi düşünülebilir. Mutfak, banyo ve tuvalet hacimlerine hava üflemesi yapılmaz. Ayrıca, aynı kanaldan ısıtma ve soğutma yapılıyor ise banyoya hava üflenmez, buralara elektrikli ısıtıcı radyatör monte edilebilir.

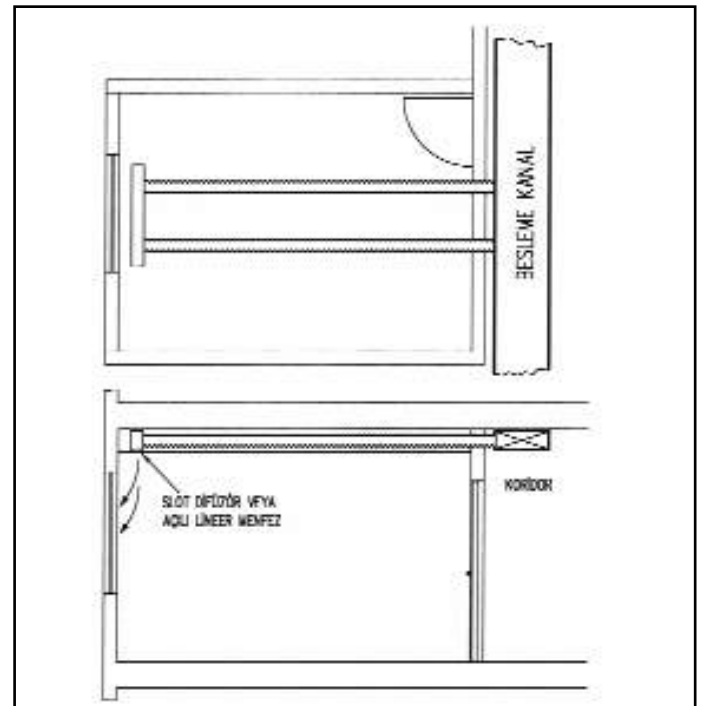
Konutlarda kanal tipi klima iç ünite montajı için en uygun yer antre ve koridora bakan bir oda veya girinti olmaktadır. Konutlarda asma tavan uygulaması yaşam mahallerinde hemen hemen hiç istenmediğinden; hava kanallarının koridorda monte edilip odalara koridordan girişler yapılarak sistem çözüme ulaştırılabilmektedir. Koridordan odalara giriş yapılarak üfleme yapılan hava, bu odaların açıldığı ortak bir mahale yerleştirilen iç ünite veya dönüş kanalı yardımıyla cihaza geri toplanabilmektedir. Bu tip uygulamalarda termostat koridora yerleştirilir. Büyük mahallerden hava dönüşünün rahat sağlanması için bu mahallerin kapılarının altında yeterli boşluk bırakılmalı ya da kapılarda transfer menfezleri kullanılmalıdır. Sistemde odalara hem üfleme, hem cihaza dönüş menfezi monte edilmek istendiğinde; bu kanal birbirleri ile çakışacağından, koridordaki asma tavan boşluğu artar, koridor tavan kodu düşer.

Önemli not: Hava ile ısıtma yapılacak ise kanallar cam kenarına kadar getirilmeli, sıcak hava cam üzerlerinden cama doğru yönlendirilmelidir (Şekil 14.1). Açılı lineer menfezler bu iş için idealdir.

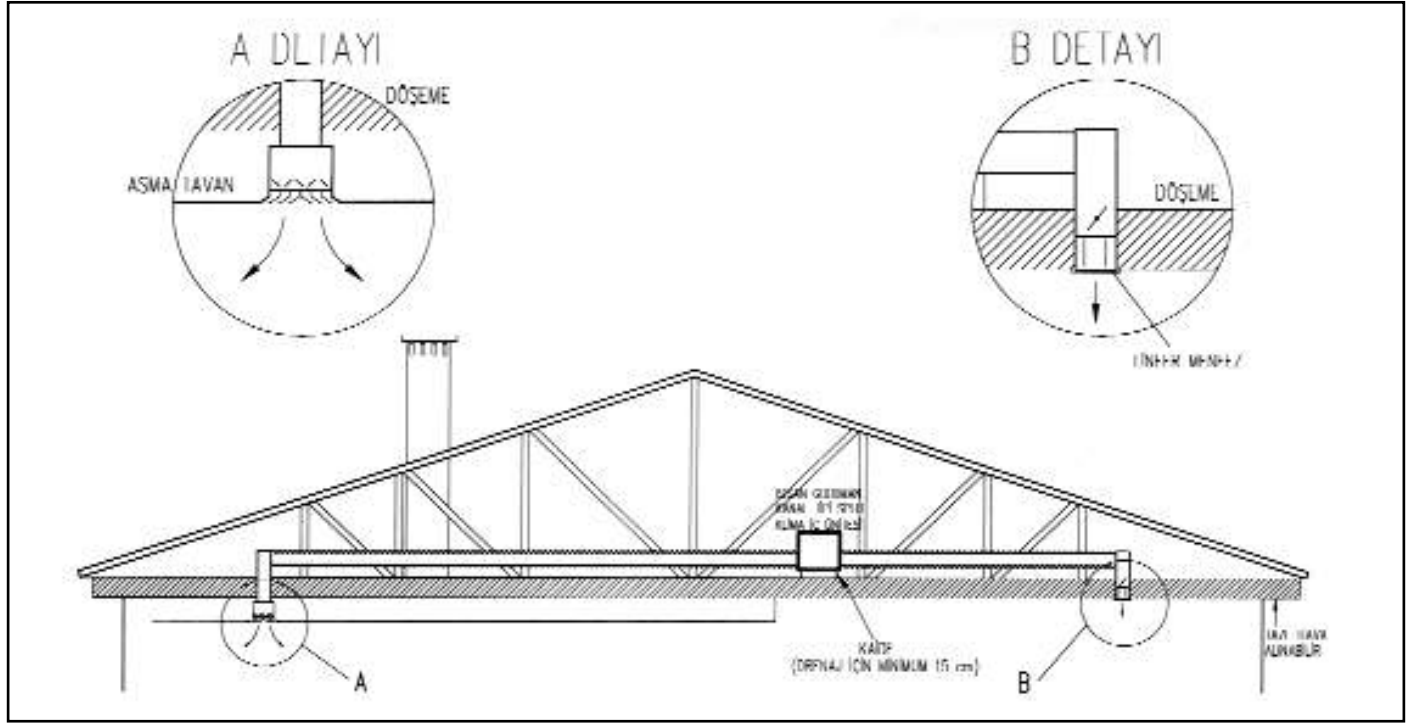
Çok katlı konutlarda (villa vb.) yatak odalarına hitap eden cihazın iç ünitesi çatı arasına, oturma ve yaşam mahallerine hitap eden cihazlar bodrum katına monte edilebilirler. Kanal dağıtımlarında merdiven köşelerinde bırakılmış boşluklar kullanılıp yine koridordan dağıtımlar yapılabilir (Şekil 14.2). Bu tür boşluklar bulunmayan konutlarda döşeme delinerek (statik mühendisine danışılmalı) ve kanalların geçtiği noktalar yalancı kolon gibi saklanarak hava kanalı dağıtımları yapılabilir.

14.1.2. Konutlarda Havalandırma

Geleneksel konut havalandırılması, kapı ve pencerelerin açılmasıyla veya buralardan sızıntı ile doğal olarak gerçekleşir. Enfiltrasyonla (sızıntı) olan hava değişimi normal hallerde 0,3 - 0,7 değişim / saat mertebelerindedir ki bu yeterli olabilmektedir. Ancak son yıllarda iki yönde olan gelişmeler konutlarda mekanik havalandırma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bunlardan birincisi yapı tekniğindeki değişimlerdir. Örneğin giydirme cephe yapılarda doğal yolla ve pencerelerin açılması ile havalandırma imkânı ortadan kalkmaktadır. İkinci ve daha genel olan mekanik havalandırma zorunluğu ise yapılarda enerji tasarrufu ile ilgili alınan önlemlerden kaynaklanmaktadır. Tablo 14.3'de Almanya'da yıllara bağlı olarak konutlarda yönetmelikler gereği ısı kaybı değerlerinde meydana gelen düşmeler işaret edilmiştir. Isı kayıplarındaki bu düşmeler hem ısı yalıtımının artırılması ile transmisyonla olan ısı kaybında, hem de yapının sızdırmazlığını artırarak enfiltrasyonla olan ısı kaybında meydana getirilmiştir. 1970 yılında yıllık 75 kWh/m² olan müsadde edilen enfiltrasyon kaybı 1990 yılında doğal havalandırmada yıllık 58 kWh/m² değerine indirilmiştir.



Şekil 14.1. ISITMADA HAVA ÜFLEMESİ



Şekil 14.2. ÇATI ARASI KANAL DAĞITIMI

	Tek katlı				Çok katlı			
	1970 DIN 4108	1980 WSVO 77	1990 WSVO 82/84		1970 DIN 4108	1980 WSVO 77	1990 WSVO 82/84	
Isı geri kazanma α	Yok	Yok	Yok	0.6	Yok	Yok	Yok	0.6
q W/m ²	150	85	65	45	95	60	48	26
q kWh/m ² - yıl	255	145	110	75	160	100	80	45
q_L kWh/m ² - yıl	75	58	58	23	75	58	58	23
q_t kWh/m ² - yıl	180	87	52	52	85	27	22	22

q_t = Transmisyonla ısı kaybı
 q_L = Havalandırma ile ısı kaybı

Tablo 14.3. YILLARA GÖRE KONUTLARDA ISI KAYBININ YÖNETMELİKLER UYARINCA DEĞİŞİMİ

Bu durum, yapıdaki doğal havalandırmada ortaya çıkan kısıtlamaları göstermektedir. Pencerelemin sızdırması günümüzde klasik pencerelerin %10'ları mertebesine indirilmiştir.

Doğal havalandırma miktarlarında yapılan büyük indirimler, diğer yandan iç hava kalitesi sorununu ortaya çıkarmıştır. İç mekânlarda çeşitli bakteri ve mantarların ortaya çıkması, oksijen yetersizliği, ter ve sigara kokusu, buhar oluşumu, eşya ve yapı malzemelerinden yayılan gazlar gibi olumsuz faktörlerin artması iç hava kalitesinin düşmesine, hastalıklara ve rahatsızlıklara neden olmuştur. Bu nedenlerle bölümün başında da sözü edildiği gibi enerji tasarrufu önlemlerinden daha baskın olarak iç hava kalitesi önlemleri ABD başta olmak üzere uygulanmaya başlanmıştır. Bu önlemler konutlarda da mekanik havalandırma gerekliliğine getirmektedir.

Konutlarda gerekli havalandırma, hava beslemesi 7,5 L/s değerinden az olmamak şartı ile, saatlik hava değişimi sayısı $n = 0,5 - 1$ l/h değerleri arasında olursa yeterli kabul edilmektedir. Küçük hacimlerde veya sigara içilmesi halinde saatte 1 hava değişimi daha uygundur.

14.1.3. Konutlarda Mekanik Havalandırma

Konutlarda merkezi mekanik havalandırmada, oturma ve yatak odalarına filtre edilmiş, kışın ısıtılan dış hava üflenir; egzoz havası ise mutfak, tuvalet ve banyolardan çekilir. Eğer taze havanın egzoz havası ile ısıtılması için bir ısı geri kazanım cihazı kullanılırsa, havalandırma için harcanan enerjiden yarından fazla tasarruf edilebilir. Tek katlı veya villa tipi evlerde ısı geri kazanımlı havalandırma te-

sisati daha kolay kurulabilir.

Tek katlı evlerde mutfak davlumbazına bağlanabilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarının özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

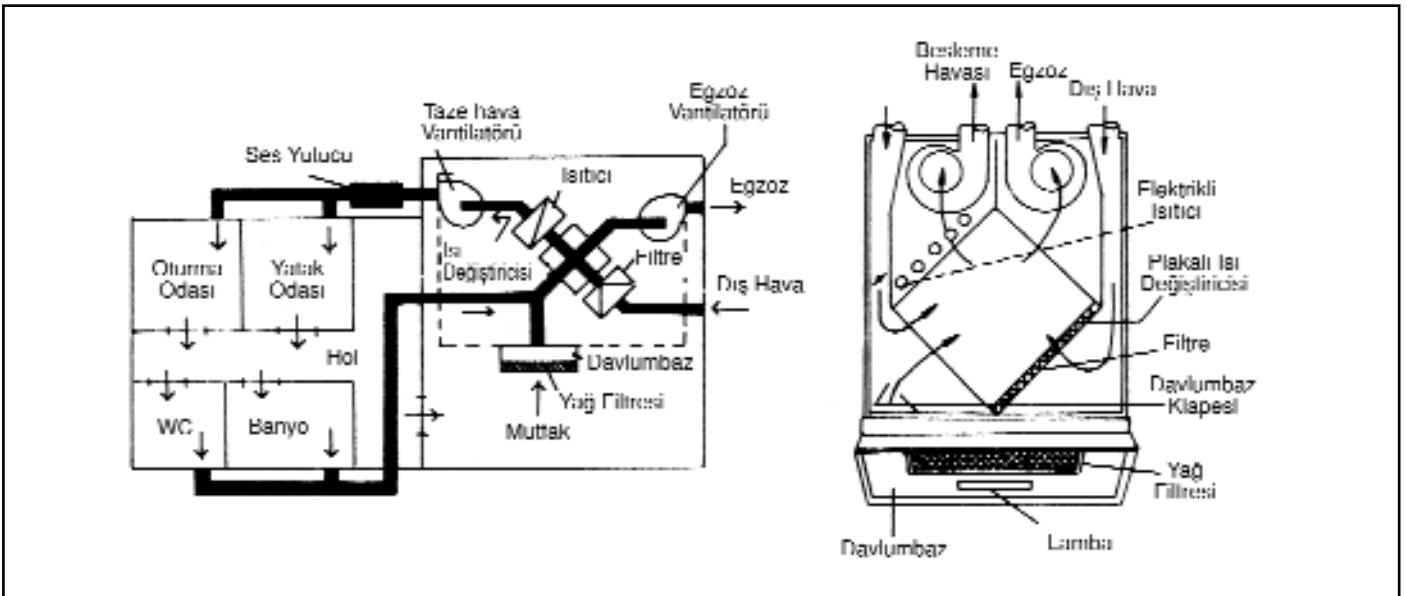
- 1- Karşılıklı klapeleler sayesinde pişirme sırasında diğer bölgelerden emilen hava azaltılırken, davlumbazdaki çekilen hava debisi artırılabilir.
- 2- Soğuk havalarda donma emniyeti olarak ortam havasından karışım yapılabilir.
- 3- Ayrıca soğuk havanın ısıtılması için sıcak su bağlantısı yapılmalı veya elektrikle ısıtma yapılmalıdır.
- 4- Bu sistemlerde yazın sadece egzoz yapılarak besleme fanı enerjisinden tasarruf sağlanabilir.
- 5- Bu cihazlarda kontrollü havalandırma, yemek pişirmelerde hava emiş ayarı, ısı geri kazanımı, düşük gece işletmesi gibi özellikler bulunur.
- 6- Bu tür mekanik merkezi havalandırma sistemlerinde ses problemi ve hava kanallarının yerleşimi sakınca yaratmaktadır.
- 7- Özellikle prefabrik evlerde, döşeme altından geçen yassı kanallarla havalandırma yapılması mimari açıdan uygun bir çözüm oluşturmaktadır.
- 8- Çok katlı apartman tipi konutlarda ise en uygun çözümlerden biri, iki dikey ana kanal ile bütün dairelere ulaşmaktadır. Besleme ve egzoz fanları çatıda yerleştirilir. Her daireye ana kanallardan bir besleme havası kanalı, bir de egzoz havası kanalı girer. İkisi arasında her daireye ait ısı geri kazanma cihazı yerleştirilebilir. Ayrıca besleme havası ısıtması bu cihazdan sonra yapılır. Daire içinde kanal dağıtımı asma tavan içinden veya yükseltilmiş döşeme altından gerçekleştirilebilir. Yine oturma odası, yatak odası gibi hacimlere sadece besleme havası verilirken; mutfak, tuvalet, banyo gibi hacimlerden sadece egzoz havası emilir.
- 9- $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ın altındaki dış sıcaklıklarda plakalı tip ısı değiştirgeçerlerinde donma nedeniyle tıkanmalar olabilir. Bu nedenle bu tip cihazlarda ortam havası by-pass yapılarak giriş havası sıcaklığı yükseltme imkânı olmalıdır.

Mal sahibinin istekleri doğrultusunda daha basit veya daha karmaşık sistemler oluşturulabilir. Aynı şekilde farklı bölgelerde, farklı zamanlarda daha fazla ve daha az havalandırma imkanı yaratılabilir. Örneğin geceleri sadece yatak odalarının havalandırmasının çalıştırılması mümkündür. Tek katlı evlerde mutfak davlumbazına bağlanabilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları kullanılabilir. Şekil 14.4'de böyle bir sistem gösterilmiştir. Karşılıklı klapeleler sayesinde pişirme sırasında diğer bölgelerden emilen hava azaltılırken, davlumbazdan çekilen hava debisi artırılabilir. Soğuk havalarda donma emniyeti olarak, ortam havasından karışım yapılabilir. Ayrıca soğuk havanın ısıtılması için sıcak su bağlantısı yapılmalı veya elektrikle ısıtma yapılmalıdır.

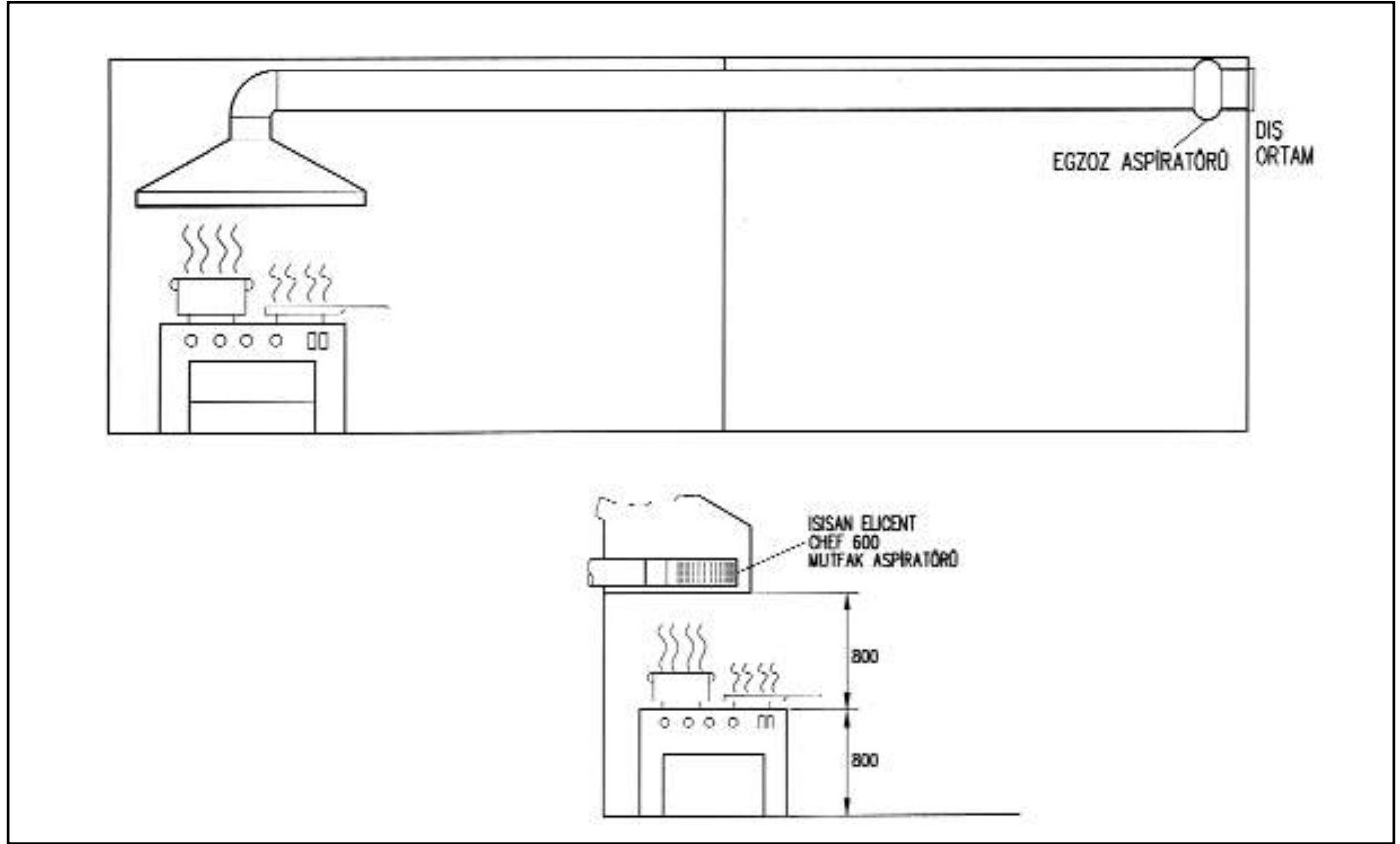
14.1.4. Konut Mutfak Havalandırılması

Konutlarda yemek pişirmeden kaynaklanan buhar ve kokuların dışarı atılması için en yaygın kullanılan yöntem ocak üstü aspiratörlerdir. Aspiratör debisi $360\text{ m}^3/\text{h}$ değerini sağlayabilmelidir. Türk tipi mutfaklar için daha uygun olan ELICENT Chef 600 tipi aspiratörlerde ise debi $620\text{ m}^3/\text{h}$ değerine kadar çıkabilmektedir. Debi ayarlanabilir olmalıdır. Aspiratör baca bağlantısında $\varnothing 125$ yuvarlak metal kanal kullanılmalıdır.

Esnek alüminyum kanallar kir toplanması nedeni ile önerilmez. Bu amaçla yaygın kullanılan $\varnothing 100$ PVC borular ise yangın tehlikesi ve ses nedeniyle, kesinlikle kullanılmamalıdır. Yemek pişirme sonucu filtre ve baca bağlantısında biriken yağ tabakası, ocaktan ulaşan bir kıvılcım ile tutuşabilir. Filtre kağıdı ve yanabilen bir malzeme olan PVC kanal, önemli bir yangın potansiyeli oluşturur. Bu nedenle mutfak egzoz sisteminde galvanizli saçtan imal edilmiş contalı sızdırmaz (SPIROsafe) yuvarlak kanalların kullanımı önerilir. Bacanın da tuğla baca yerine galvanizli saçtan yapılmış, yuvarlak tip contalı baca olması tavsiye edilir. Çünkü aspiratör bacaya bastığı için mutfak bacasında pozitif basınç hüküm sürer. Bu artı basınç altında tuğladaki çatlak ve derz aralarından koku yaşam mahallerine sızar. Baca sızdırmaz biçimde birleştirilmiş metal kanal olursa, böyle bir sızma ol-



Şekil 14.4. TEK KATLI KONUTLAR İÇİN MERKEZİ HAVALANDIRMA CİHAZI



Şekil 14.5. MUTFAK ASPİRATÖRÜNÜN KANALLA YANDAN DIŞARI BAĞLANMASI

mayacaktır.

Havalandırma kanalı 2 mm DKP sactan yapılmalı PVC malzeme, yanıcı olduğu için kullanılmamalı, bağlantılar kaynaklı veya flanşlı yapılmalı, bağlantılar flanşlı yapılacaksa, amyant conta kullanılmalı, üzerine 5 cm veya daha kalın taş yünü sarılmalı, daha sonra alüminyum folyo ve alüminyum levha ile kaplanmalıdır. (Tutuşma riskini azaltmak için)

Dirseklerden sonra temizleme kapağı olmalıdır. Bu kapak yine amyant contalı olmalıdır.

Mutfaklarda aspiratörü, kanalla dışarı uzatarak binanın dışına koymak daha doğrudur.

Avantajları;

1. Ses dışarıda kalacaktır.
2. Kanal eksi basınçta olduğundan kanaldan dışarıya sızmalar olmayacaktır. Sızma kanal içine doğru olacaktır.

Dolap içinde kalıyorsa havalandırma aspiratörünün alt noktası yerden 1,60 mt. olabilir. Fırından taşma varsa bu yükseklik biraz daha fazla olmalıdır.

Mutfaklarda hava değişimi 20 defa olmalıdır. (Ancak hesap davalumbazın boyutlarına göre yapılmalıdır.)

Banyolarda ve mutfaklarda havalandırma kapının ters köşesinden yapılmalı, fırın ve küvet de bu bölgeye konulmalıdır.

Bacalar ideal halde bağımsız olmalıdır. Yani her dairenin bağımsız bacası olmalıdır.

Genellikle apartmanlarda ortak baca kullanılır. Ortak bacalar kokunun bir kattan diğerine taşınmaması için mutlaka şönt baca biçimin-

de olmalıdır. Katlar arası yükseklik dikkate alındığında, şönt baca uzunluğu 2 m. mertebesinde olmalıdır. Dolayısı ile aspiratör kanalının bağlandığı şönt baca yaklaşık 2 m. yükseldikten sonra ortak ana bacaya açılmaktadır. Böyle bacalarda, aynı ana ortak bacaya üst üste 7 kattan fazla şönt baca bağlanmamalıdır. Dolayısı ile 7 katın üzerindeki apartmanlarda birden fazla ana ortak baca olacaktır. Şekil 14.6.A, B, C'de görülen örneklerde 7, 14 ve 21 katlı apartmanlarda SPIROsafe yuvarlak kanal ve fittingsten oluşan şönt baca çözümleri ve ölçüleri verilmiştir.

Tablo 14.7'de ise 20 kata kadar apartmanlarda hesaplanan şönt baca ve ana baca çapları ile ana baca sayıları ve her ana bacaya bağlanacak şönt baca sayıları verilmiştir. Doğal hava girişi için mutfak kapısı altında yeterli açıklık bulunmalıdır.

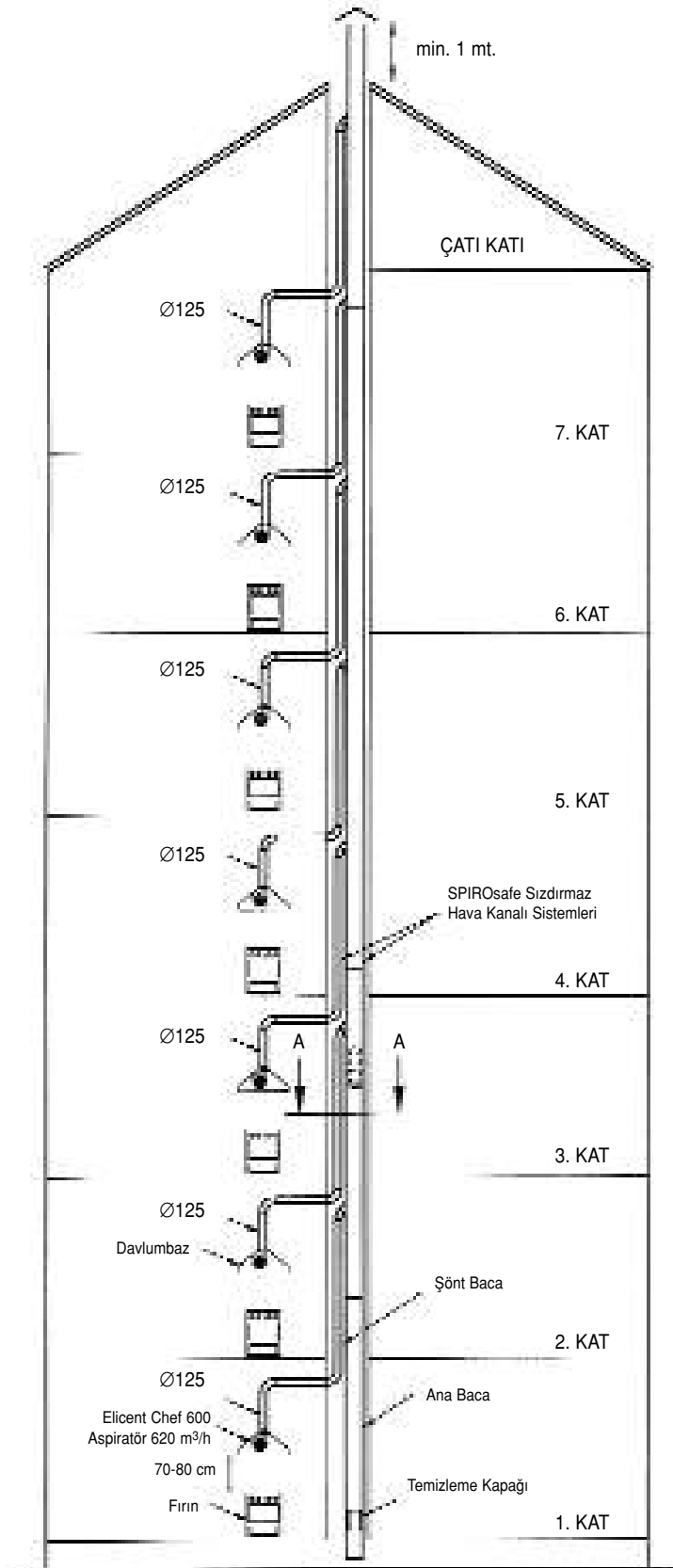
14.1.5. Konut Banyo ve Tuvalet Havalandırılması

Banyo buharları mantar oluşumuna, aynaların kararmasına ve metalik yüzeylerin paslanmasına neden olur. Ayrıca tuvaletlerdeki kokunun eve yayılması istenmez.

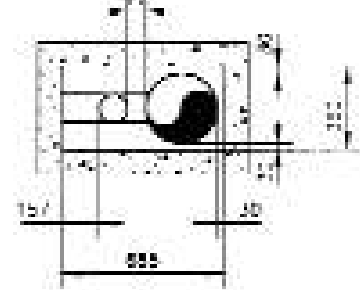
Bu nedenle kullanılacak banyo aspiratörleri küvet üzerine yerleştirilmeli ve buharın ortama yayılmadan dışarı atılması sağlanmalıdır. WC aspiratörü ise klozet üzerine yerleştirilmelidir.

Banyo ve tuvaletlerde kesintili çalışan sistemlerde hava debisi 90 m³/h tavsiye edilmektedir. Sürekli çalışan sistemlerde ise debi 36 m³/h değerine düşebilir.

Buna göre banyo ve tuvalet havalandırması için iki yöntem mevcuttur. Birinci yöntem merkezi bir aspirasyon sistemi kurmaktır.



A-A Kesiti

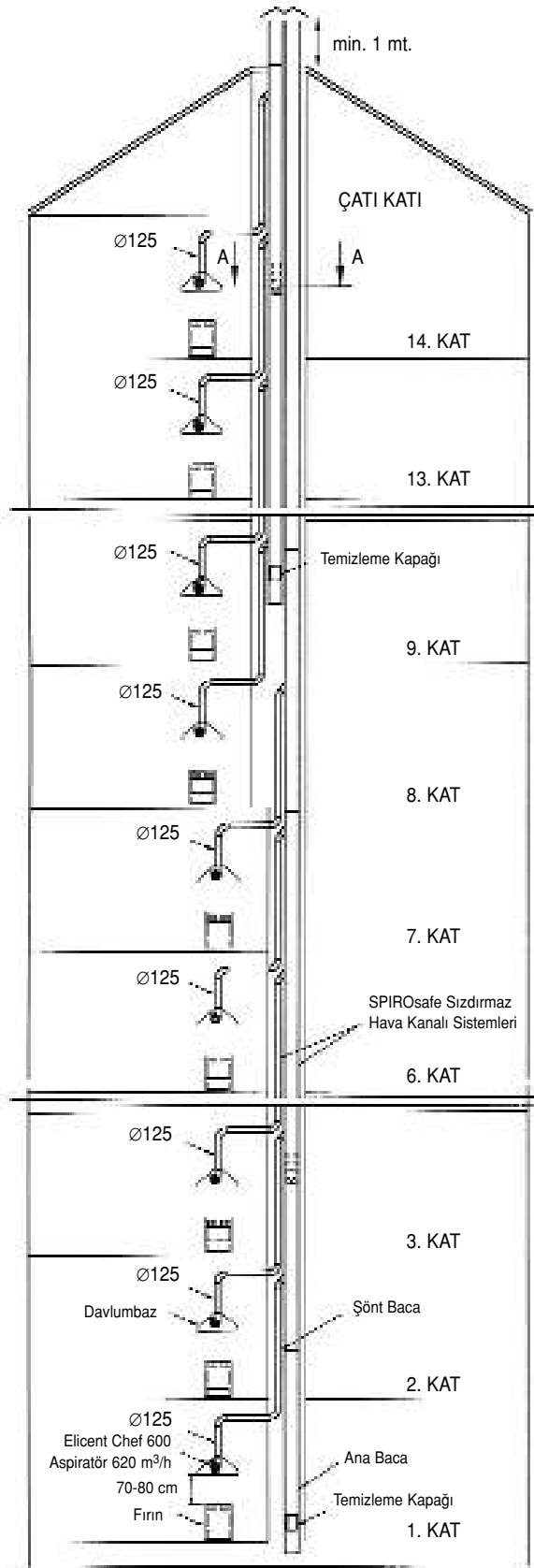


Minimum Şaft Ölçüsü
685 mm x 360 mm

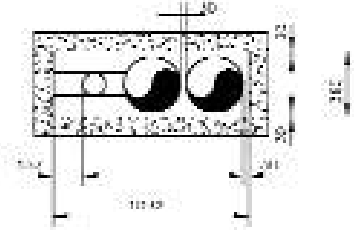
NOT:

- 1- Aspiratör çıkışından itibaren hava kanallarında artı basınç oluşacağından diğer katlara koku dağılmaması için hava kanalları mutlaka sızdırmaz olmalıdır. SPIROsafe yuvarlak sızdırmaz hava kanalları ile tam sızdırmazlık sağlanır.
- 2- Kanallarda yangın riskinden dolayı kesinlikle PVC boru kullanılmamalıdır.
- 3- Tuğladan veya briketten şönt bacalar sızdırma riskleri ve yüzey pürüzlülüğü (pislik yuvası) nedeniyle kullanılmamalıdır.
- 4- Şönt baca ana bacaya yatayda 45° - 60° açı ile bağlanmalıdır.

Şekil 14.6.A. 7 KATLI BİNADA ŞÖNT MUTFAK BACASI UYGULAMASI



A-A Kesiti

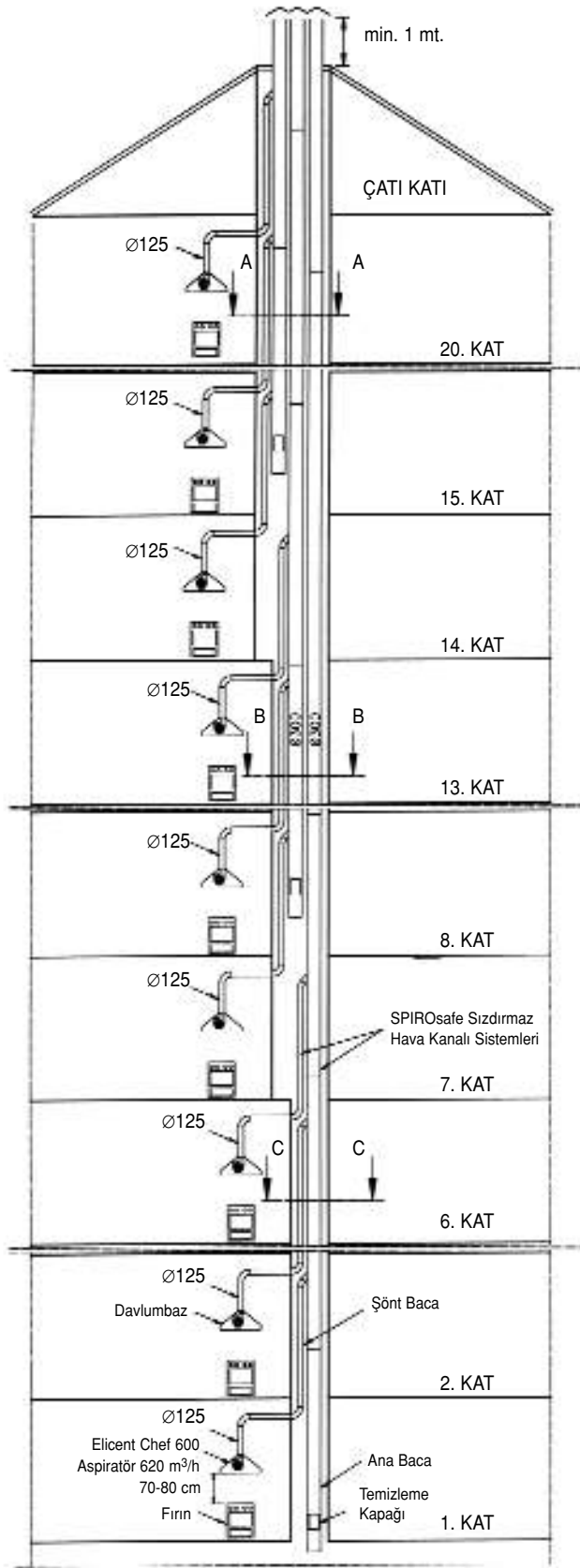


Minimum Şaft Ölçüsü
1032 mm x 360 mm

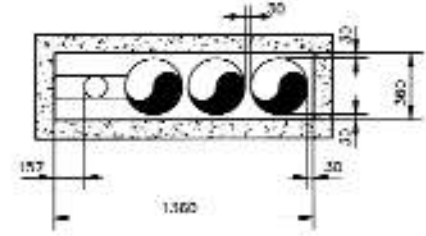
NOT:

- 1- Aspiratör çıkışından itibaren hava kanallarında artı basınç oluşacağından diğer katlara koku dağılmaması için hava kanalları mutlaka sızdırmaz olmalıdır. SPIROsafe yuvarlak sızdırmaz hava kanalları ile tam sızdırmazlık sağlanır.
- 2- Kanallarda yangın riskinden dolayı kesinlikle PVC boru kullanılmamalıdır.
- 3- Tuğladan veya briketten şönt bacalar sızdırma riskleri ve yüzey pürüzlülüğü (pislik yuvası) nedeniyle kullanılmamalıdır.
- 4- Şönt baca ana bacaya yatayda 45° - 60° açı ile bağlanmalıdır.

Şekil 14.6.B. 14 KATLI BİNADA ŞÖNT MUTFAK BACASI UYGULAMASI

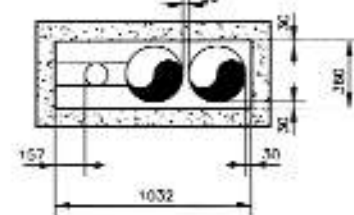


A-A Kesiti



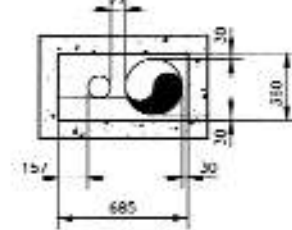
Minimum Şaft Ölçüsü
1360 mm x 360 mm

B-B Kesiti



Minimum Şaft Ölçüsü
1032 mm x 360 mm

C-C Kesiti



Minimum Şaft Ölçüsü
685 mm x 360 mm

NOT:

- 1- Aspiratör çıkışından itibaren hava kanallarında artı basınç oluşacağından diğer katlara koku dağılmaması için hava kanalları mutlaka sızdırmaz olmalıdır. SPIROsafe yuvarlak sızdırmaz hava kanalları ile tam sızdırmazlık sağlanır.
- 2- Kanallarda yangın riskinden dolayı kesinlikle PVC boru kullanılmamalıdır.
- 3- Tuğladan veya briketten şönt bacalar sızdırma riskleri ve yüzey pürüzlülüğü (pislik yuvası) nedeniyle kullanılmamalıdır.
- 4- Şönt baca ana bacaya yatayda 45° - 60° açı ile bağlanmalıdır.

Şekil 14.6.C. 21 KATLI BİNADA ŞÖNT MUTFAK BACASI UYGULAMASI

Kat Sayısı	Şönt Baca		Ana Baca		Ana Baca Sayısı	Ana Bacaya Bağlanan Kat Sayısı
	Kesiti	Çapı	Kesiti	Çapı		
	cm ²	cm	cm ²	cm		
2	123	12.5	490	25	1	2
3	123	12.5	625	28	1	3
4	123	12.5	700	30	1	4
5	123	12.5	700	30	1	5
6	123	12.5	700	30	1	6
7	123	12.5	700	30	1	7
8	123	12.5	700	30	2	4 + 4
9	123	12.5	700	30	2	4 + 5
10	123	12.5	700	30	2	5 + 5
11	123	12.5	700	30	2	5 + 6
12	123	12.5	700	30	2	6 + 6
13	123	12.5	700	30	2	6 + 7
14	123	12.5	700	30	2	7 + 7
15	123	12.5	700	30	3	5 + 5 + 5
16	123	12.5	700	30	3	5 + 5 + 6
17	123	12.5	700	30	3	5 + 6 + 6
18	123	12.5	700	30	3	6 + 6 + 6
19	123	12.5	700	30	3	6 + 6 + 7
20	123	12.5	700	30	3	6 + 7 + 7

Tablo 14.7. MUTFAK HAVALANDIRMASI İÇİN 20 KATA KADAR ŞÖNT BACA ÖLÇÜLERİ

Burada bir çatı aspiratörüne bağlı olan kanal sistemi her banyo ve ya tuvaletten bir menfezle kirlı hava toplar. Bu sistem sürekli çalışır.

Diğer yöntemde ise her banyoda bir aspiratör bulunur. Aspiratörler ortak havalandırma bacasına bağlanmalıdır. Bu ortak şönt baca sistemi aynen mutfakta anlatılan gibidir.

Sadece hava debisi ve boyutlar farklıdır. **Tablo 14.8'**de banyolar için yine 20 kata kadar şönt ve ortak ana baca ölçüleri verilmiştir. Bu hesaplarda banyo aspiratör debileri 100 m³/h değerinde alınmıştır.

Eğer şönt baca oluşturulamıyorsa ve banyo aspiratörü doğrudan havalandırma şaftına bağlanıyorsa, bu durumda aspiratör çıkışına ø 100 PVC dirsek bağlanarak hava yukarı doğru yönlendirilir.

Katalog sayfalarındaki örneklerde duvar tipi Muro ve Mini Muro; cam tipi Mini Vitro banyo ve WC aspiratörleri, Elicent Duvar Tipi Radia ve kanal tipi Aero Flo banyo ve WC aspiratörleri görülmektedir. Bu aspiratörlerde modele göre debi 50 m³/h ile 320 m³/h arasında değişmektedir. Banyo - WC hacminde 10 - 15 hava değişimi yeterlidir.

Banyo aspiratörü kullanıldığında banyo penceresi kapalı tutulmalı ve kapı altında hava girişi için yeterli boşluk bırakılmalıdır. Aspiratör elle kumandalı olabileceği gibi aydınlatma düğmesine de bir zaman rölesi üzerinden bağlanabilir. Banyo aspiratörü duş hacminden, WC aspiratörü klozet üzerinden hava emmelidir. Böylece yoğuşmanın banyo içine dağılması önlenmiş olur.

Daha büyük hacimlerin havalandırmasında modele göre 300 - 1400 m³/h debisi olan cam ve duvara takılabilen Elicent Vitro aspiratör-

ler kullanılabilir. Merkezi aspirasyon için ise kanal tipi AXC radyal aspiratör kullanılabilir.

14.1.5.1. Evsel Aspiratörlerin Banyo ve Duşlarda Güvenli Kullanım Bölgeleri

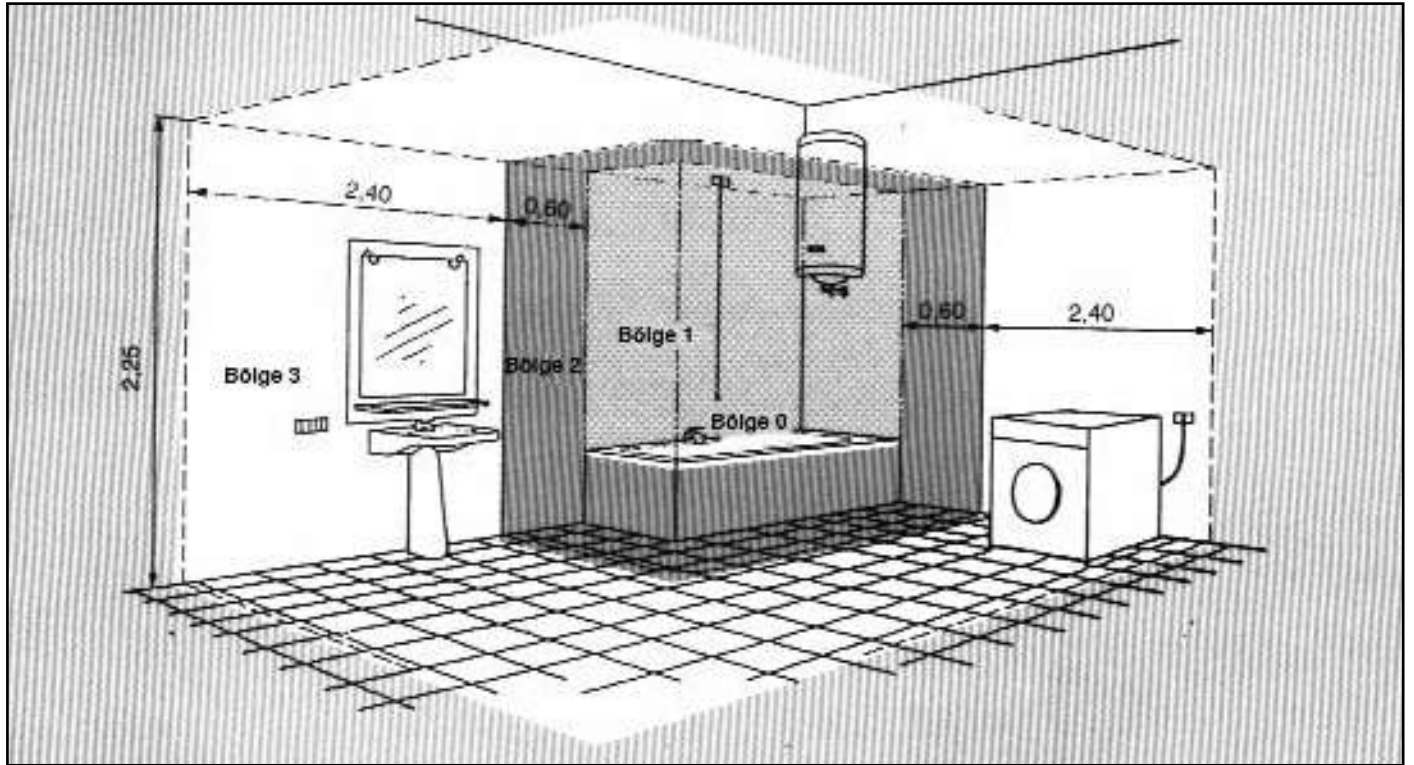
Binaların elektrik tesisatı uluslararası normu IEC 364-7-701.32 banyo ve duşlarda riskli bölgeleri belirtmiştir. Bu bölgelerin sınıflandırılması **Şekil 14.9'**da gösterilmiştir. Standart korumaya sahip fanlar şekilde gösterilen Zon 0, Zon 1 ve Zon 2'de kullanılmamalıdır. Standart banyo aspiratörleri ancak Zon 3 olarak gösterilen bölgeye yerleştirilebilir. Ancak koruma sınıfı IPX4 olan fanlar Zon 2'ye yerleştirilebilir. Zon 1 ve Zon 2 bölgelerine yerleştirilecek fanlar 12 V alternatif akım veya 30 V doğru akım değerlerini aşmayan voltajda çalışmalıdır. Bu fanlar izolasyonlu transformatörlere bağlanarak çalışmaktadır. Bu transformatörler Zon 0-1-2 dışındaki bölgelere monte edilmeli ve aspiratör bağlantısı yapılmalıdır. 12 V alternatif akım fanlar banyo ve duşun istenen her yerine (Zon 1), hatta duş alanı içine veya duş veya küveti kullanan kişinin ulaşabileceği yerlere rahatlıkla monte edilebilir. Zon 3 bölgesine yerleştirilen transformatör sayesinde bu fanlar 230 V ana elektrik hattına bağlanabilir.

14.1.5.2. Konut Çamaşır Odası Havalandırması

Eğer konutlarda merkezi havalandırma yapılmıyorsa ve ayrı bir çamaşır odası varsa, burası için de ayrı bir egzoz aspiratörü konulmalıdır. Çamaşır odası aspiratörleri banyo aspiratörleri ile benzer biçimde

Kat Sayısı	Şönt Baca		Ana Baca		Ana Baca Sayısı	Ana Bacaya Bağlanan Kat Sayısı
	Kesiti	Çapı	Kesiti	Çapı		
	cm ²	cm	cm ²	cm		
2	100	10	350	20	1	2
3	100	10	350	20	1	3
4	100	10	350	20	1	4
5	100	10	350	20	1	5
6	100	10	350	20	1	6
7	100	10	350	20	1	7
8	100	10	350	20	2	4 + 4
9	100	10	350	20	2	4 + 5
10	100	10	350	20	2	5 + 5
11	100	10	350	20	2	5 + 6
12	100	10	350	20	2	6 + 6
13	100	10	350	20	2	6 + 7
14	100	10	350	20	2	7 + 7
15	100	10	350	20	3	5 + 5 + 5
16	100	10	350	20	3	5 + 5 + 6
17	100	10	350	20	3	5 + 6 + 6
18	100	10	350	20	3	6 + 6 + 6
19	100	10	350	20	3	6 + 6 + 7
20	100	10	350	20	3	6 + 7 + 7

Tablo 14.8. BANYO HAVALANDIRMASI İÇİN 20 KATA KADAR ŞÖNT BACA ÖLÇÜLERİ



Şekil 14.9. BANYO VE DUŞLARDAKİ RİSKLİ BÖLGELER

monte edilmelidir. Aspiratör kapasitesi olarak 10 L/s (36 m³/h) değeri yeterlidir. Bu aspiratörlerin sadece çamaşır yıkama halinde değil, sürekli çalıştırılmaları tavsiye edilir. Ayrıca özellikle çamaşır odalarında paket nem alma cihazları kullanımı tavsiye edilir.

14.1.5.3. Sauna Havalandırması

Konut tipi yapılarda saunalarda mekanik bir egzoz havalandırması imkân olmalıdır. Seans bittikten sonra saunanın havalandırılması gerekir. Bu amaçla kesintili çalışacak bir egzoz aspiratörü tesis edilmelidir. Elle kumandalı olarak kullanılacak bu aspiratör debisi 25 L/s (90 m³/h) değerinde seçilebilir. Tesis biçimi banyo aspiratörlerine benzer.

14.1.6. Konutlarda Enerji Geri Kazanma

Tablo 14.3'de görüldüğü gibi sağlık nedenleri ile fazla indirilemeyen havalandırma ısı kayıpları, transmisyonla olan kayıplara göre çok büyük kalmıştır. 1970'te 75/180 olan oran, 1990'da 58/22 değerine yükselmiştir. Havalandırma ısı kayıplarını azaltırken iç hava kalitesini artırmanın tek yolu ısı geri kazanmalı mekanik havalandırma sistemleri olarak görülmektedir.

Bu sistemde gerek tek konutlarda ve gerekse apartman tipi konutlarda, besleme ve egzoz kanalları arasına bir ısı geri kazanma ünitesi konulmakta ve bu üniteye soğuk besleme havası, sıcak egzoz havası ile ön ısıtılmaktadır. Isı geri kazanma etkenliği %60 olan bir ısı geri kazanma ünitesi ile, havalandırma ile olan yıllık ısı kaybı 58 kWh/m²'den 23 kWh/m² değerine indirilebilmektedir (Burada verilen değerler Almanya şartlarında 1700 saatlik tam yükte çalışma hali içindir).

Isı geri kazanımı için konutlarda daha çok plaka tipi değiştiriciler tercih edilmektedir. Almanya'da yönetmeliğe uygun 100 m² bir apartman dairesinde ısı geri kazanımlı bir mekanik havalandırma düşünüldüğünde, gerekli ısıtma kapasitesi 2,6 kW olmaktadır ki bu gücü elektrikle ısıtma ile bile sağlamak mümkündür ve yıllık elektrik enerjisi maliyeti Almanya şartlarında 225.- DM olmaktadır.

14.1.7. Kazan Dairelerinin Havalandırması

Apartman kazan daireleri havalandırmasında,

- Yakma havası ihtiyacının karşılanması
- Kazan dairesinin havalandırılması ihtiyacının karşılanması olmak üzere iki ihtiyacın toplamı ele alınır. Gerekli havalandırma doğal yolla veya fanlarla zorlanmış olarak gerçekleştirilir.

Tamamen Mekanik Havalandırma

Hem temiz hava temini ve hem de pis havanın egzoz edilmesi fanlarla sağlanır. Egzoz fanı debisi kazan dairesinin havalandırılması için gerekli olan hava debisinde, besleme fanı ise bu debiye yanma için gerekli hava debisinin ilavesi ile bulunan debide seçilmelidir. Dolayısı ile temiz hava fanı, egzoz fanının en az %25 üzerinde bir debiye sahip olmalıdır.

Kazan dairesi mekanik havalandırılması için saatte 5 hava değişimi yeterli kabul edilebilir. Mekanik havalandırma yapıldığında fanlardan birisi bile çalışmıyorsa brülörün de çalışmaması garanti altına alınmalıdır.

Doğal Havalandırma

Kazan dairesine doğal olarak temiz hava girişi için döşmeden en fazla 50 cm. yükseklikte bir hava giriş menfezi bulunmalıdır.

Alt temiz hava giriş menfezi net kesit alanı:

$$F = 4,5 (Q + 60) \text{ cm}^2$$

Burada, Q (kW) kazan dairesi toplam ısı gücüdür.

Kazan dairesinden pis hava çıkışı için tavandan en çok 40 cm. aşağıda ikinci bir menfez bulunmalıdır.

Üst hava çıkış menfezi net kesit alanı:

$F = 2,25 (Q + 60) \text{ cm}^2$ olarak hesaplanabilir.

Kazan dairelerinin havalandırılması konusunda daha geniş bilgi için ISISAN Çalışmaları: Isıtma Tesisatı isimli kaynağa bakınız.

14.2. OFİS BİNALARI

Ofis binaları genellikle çevre ve çekirdek zonlardan oluşur. Çevre zonu için dış duvarlardan 3-3,6 m içeri kadar olan bölgeyi almak mümkündür. Çevre zonunda yükler değişirken, iç zonda yaz-kış değişmeyen iç ısı kazançları hakimdir. Bina çalışma rejimi kesintilidir. Normal çalışma saatleri 8.00 ile 18.00 arasında olurken, bazı bürolarda daha geç saatlere kadar çalışma ihtiyacı olabilir. Kişi yoğunluğu da değişkendir. Genel büro hacimlerinde kişi başına 7 m² alan normalken, özel ofislerde kişi başına 17 m² alan alınabilir. Normal aydınlatma yükleri 10-50 W/m² alınabilir. Bu değer bilgisayar odalarında ve elektronik cihazların olduğu odalarda 50-110 W/m² değerine çıkabilir. Ekipmanların yükü 27 W/m² mertebelerinde alınabilir. Ofis yapılarında esneklik çok önemlidir. İç dekorasyona bağlı olarak cihaz ve menfez yerleşimi mümkün olabilmelidir. Binanın işletim biçimi de sistem seçiminde önemli bir faktördür. Çok katlı tek sahipli ofis veya kat kat ayrı firmalara ait ofis veya daha küçük bağımsız büroların paylaştığı katlardan oluşan ofis blokları farklı sistem tercihlerini gerektirir.

Ofis iç mekanlarında çeşitli bakteri ve mantarların ortaya çıkması, oksijen yetersizliği, ter ve sigara kokusu, toz oluşumu eşya ve yapı malzemelerinden yayılan gazlar gibi olumsuz faktörlerin artması iç hava kalitesinin düşmesine, hastalıklara ve rahatsızlıklara neden olmaktadır.

Son yıllarda yapılan binalarda doğrama ve pencerelerde kullanılan malzemelerin kalitesi artmıştır. İç ile dış ortam arasında sızdırmaz yüzeyler olduğundan özellikle büro ve ofis tarzı yerlerde havalandırma problemleri oluşmaktadır. İnsan yoğunluğunun fazla ve sigara içilen ortamlarda hava kalitesinin düşük olması, çalışan insanların performansının düşmesine neden olmaktadır. İnsanlarda bu; kendini uyuşukluk, yorgunluk ve verimsiz çalışma olarak göstermektedir. Mevsim şartları İstanbul gibi olan yerlerde 4 ay süreyle soğutma ihtiyacı olurken, 12 ay boyunca havalandırma ihtiyacı vardır. Havalandırma ihtiyacı bürolardaki pencerelerin açılarak giderileceği düşünülebilir, fakat bunun birçok dezavantajı vardır.

- Öncelikli olarak kontrolsüz hava iç ortama girer, içerideki eşyaların tozlanmasına ve daha çabuk yıpranmasına neden olur.
- Kontrolsüz içeriye alınan hava yazın içerisinin daha sıcak olmasına, kışın ise içerisinin soğumasına neden olmaktadır.

Ofis binaları, çok farklı büyüklüklerde olabilir. Tek bir mal sahibi olan çok katlı ofis binasından başlayıp, 8-10 kişinin çalıştığı küçük ofislere kadar değişen boyutlar söz konusudur. Özellikle yüksek blok ofis binaları klimatizasyonunda yakın zamana kadar çift kanallı, endüksiyon veya fan coil ile klima yapılırken; son yıllarda 20.000 m² 'den büyük yapılarda VAV sistem tercih edilmektedir. Cam önlerine ayrıca ısıtıcı monte edilmektedir. Daha küçük binalarda ise yine cam önlerine ısıtıcı (termostatik vana monte edilmiş radyatörler) monte edilip, kanal tipi cihazlar kullanılmaktadır. Taze ha-

va her cihaza ayrı ayrı alınabildiği gibi, birkaç merkezde kanal tipi cihazlar ile soğutulup veya ısıtılıp gönderilmekte, egzoz ise merkezi veya zonlara ayrılarak yapılmaktadır. Asma tavanın dönüş havası için plenum olarak kullanılması ısı yükünü, hava miktarını ve ihtiyaç duyulan asma tavan içi yüksekliğini azaltacaktır.

Asma tavan içindeki fan coil sistemleri servis bakım güçlükleri yaratmaktadır. Drenajdan damlama yapabilmektedir. Filtre temizliği için asma tavanın açılması gerekir. En basit problem olarak görülen asma tavan üzerinde kalan teknisyen parmak izi ve kirlilik önemli olabilmektedir. Isıtma mevsiminde sıcak hava aşağı üflendiği için Antalya, Adana gibi şehirler hariç, soğuk bölgelerde eksik konfor ve istenilen biçimde ısınamama söz konusudur. Hava hızla üflenip yere ulaştırıldığı hallerde ise, aynı menfezden yazın soğuk hava verildiğinde, hava hızla aşağı inmekte ve draft adı verilen soğuk hava akımları insanları rahatsız ve hatta hasta edebilmektedir. Konfor yine kaybolmaktadır. Bu sistemlerin klasik sorunları ses, servis bakım sıklığı, filtre temizliği ve konfor eksikliğidir. Merkezi sistemlerin başka işletim sancısı ise, bu sistemleri kısmen çalıştırmanın olanaksızlığıdır. Bu durumda, binanın çalışmadığı tatil günleri, gece saatleri gibi zamanlarda çalışmak isteyen ofislerde klimatizasyon olamayacaktır.

14.2.1. Bağımsız Sistemlerle Ofis Kliması

Belirli büyüklüklere kadar büro ve ofis gibi yerlerde havalandırma ve soğutma işlemi için kanal tipi split klimalar kullanılabilir. Taze hava, klima cihazının arkasından dışarıya açılan bir hava kanalı yardımı ile alınır veya bir booster fan yardımı ile klima cihazı emişine gelir. Dönüş havası ile taze hava karıştırılarak filtre edilir. Yazın soğutulularak hava kanalları yardımı ile ortama ulaştırılır. Ortama verilen taze hava, egzoz edilen hava miktarından biraz daha fazladır. Bu şekilde ortam (+) basınçta tutulur. Kapı ve doğramalardan fazla hava dışarıya kaçar. Ortama toz girmesi önlenir. Taze hava miktarı sigara içilen ofis ve bürolarda kişi başına 50 –60 m³/h. sigara içilmeyen ofis ve bürolarda kişi başına 25-30 m³/h alınabilir. Ofislerden egzoz ayrı bir aspiratör ile yapılmaktadır. Egzoz havası varsa depo veya teknik hacimlere basılmalıdır. WC aspirasyonunu koku karışmasını engellemek amacıyla bağımsız bir kanalla veya bağımsız duvar/cam tipi WC tipi aspiratörleriyle yapılmalıdır. Büronun jeneratör odası varsa buradaki sıcak havanın dışarı atılması gerekir. Bu hava dışarıya atılırken yanma havası da tekrar içeriye verilmelidir.

Kat yüksekliği = 2,6 metre olan hacimlerde şartlandırılan hava ortama anemostad yardımıyla verilir. Daha yüksek tavanlarda slot difüzörler veya lineer menfezler kullanılabilir. Bir anemostatdan ortama verilen hava miktarı 2 kW (= 7.500 Btu/h) kapasitede olmalıdır ve 3 kW (10.000 Btu/h) değerini aşmamalıdır. Daha fazla kapasitede hava verilirse, ortamda ideal hava dağılımı gerçekleşmez, hız artar, soğuk bölgeler oluşur ve konfor bozulur. Üfleminin mümkün olduğunca cam önlerinden yapılması sağlanmalıdır.

Duvar veya cam tipi split klimalarda duvardan yani tavana göre daha da alt seviyeden ortama verilmesi, bu cihazların altında veya yakınında oturanlarda hasta olma riskini arttırmaktadır. Salon tipi cihazlarda ise, soğuk hava hacme tek bir noktadan verilmekte ve genelde konfor açısından en kötü uygulama örneklerinden birini oluşturmaktadır.

Kanal tipi split klima cihazları ile hava ortama homojen olarak da-

ğıtıldığı için ortamda hava hareketi ve ses hissedilmeden konfor sağlanır. Klima cihazının sekreter veya büro çalışanı rahatlıkla çalıştırabilir.

Bağımsız sistemlerle ofis ısıtması

Bürolarda yapılan işlerin cinsine bağlı olarak çalışma günleri ve saatleri farklılık gösterebilir. Binanın tüm katları aynı anda dolu olmayabilir. Cihazların çalışma saatleri ve giderlerin paylaşılması bu tip yerlerde problem olabilir. Büro katlarından oluşan binalarda münferit ısıtma ve soğutma yapmak en ekonomik işletme yöntemidir.

Isıtmada yakıt olarak doğal gaz veya LPG kullanılabilir. Isıtma kapasitesine göre oda ve su sıcaklığına bağlı olarak kapasitesini %0-%100 arasında otomatik olarak ayarlayan %109 verimli duvar tipi yoğunmalı kazan veya kombi cihazları, büyük kapasitelerde ise dökme dilimli Logamatic panelli, atmosferik brülörlü doğal gaz kazanı kullanılabilir. Eğer yakıt motorin olursa dökme dilimli dış hava kompanzasyonlu mavi alev brülörlü sıvı yakıt kazanı kullanılmalıdır.

Günümüzde ısıtmada en çok tercih edilen ve en konforlu sistem radyatörlü ısıtma sistemidir. Isıtma cam altlarına monte edilen ısıtıcılar ile yapılmalıdır. Cam yüzeyinden soğuyarak inen hava ısıtıcılar üzerinden ısınarak yukarıya doğru ilerler. Radyatörler cam altına olabildiğince yaygın olarak yerleştirilmelidir. PKKP tipi panel yerine PK ve P tipi panel radyatör kullanılmalıdır. İnce alurad radyatörler kullanılırsa yer kaybı olmaz. Duvardan toplam çıkıntısı 6 cm'dir. Niş içerisine yerleştirilecek radyatörlerin yüksekliği parapet yüksekliğinden en az 15 cm daha az olmalıdır. Pencere altında niş bırakılmamış yapılarda derinliği az olan tipteki radyatörler seçilmelidir. Yer kaybı daha az olacaktır. Radyatörlerle yapılacak ısıtmada servis ihtiyacı olmayacaktır. Toz tutmayan ve kolay temizlenen tipte radyatör seçilmelidir. Isıtmada borulama döşeme altından yapılabilir. Bu sayede herhangi bir yer kaybı olmaz, dekorasyonu bozmaz. Radyatörlerde mutlaka termostatik vana kullanılmalıdır. Termostatik vanalar ile ortam sıcaklığı istenilen değerde hep sabit kalır. Ortam sıcaklığının sabitlenmesi konfor ve yakıt ekonomisi sağlar. Özellikle kışın ortam sıcaklığı arttıkça nem oranı da azalır. Nem oranı azaldıkça grip olma ihtimali artar. Termostatik vana kontrolü sayesinde nem oranı da kontrol edilmiş olur. Bölünmüş mahallerden oluşan bürolardan termostatik kullanımı sayesinde oda bazında sıcaklık kontrolü sağlanmış olur.

Radyatörlü ısıtmaya alternatif olarak heat pump klima cihazları ile ısıtma yapılabilir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken hususlar vardır;

Heat pump cihazlarla ısıtma ancak Ege ve Akdeniz bölgelerinde uygulanabilir. Kışın dış hava sıcaklıklarının düşmesi ile cihaz kapasitesi ve verim düşer. Bu yüzden en soğuk havaya göre cihaz seçilir ve bu da cihaz kapasitesini artırır. Kışın dış üniteye karlanma meydana gelir. Bunun giderilmesi için cihaz defrosta geçer, yani soğutma yapmaya başlar bu da ısıtmanın kesintiye uğramasına neden olur. Defrost anında soğuk hava üflenmemesi için elektrikli ısıtıcı kullanılmalıdır. Ancak elektrikle ısınma en pahalı yoldur. Isıtma öncelikli yerlerde çatı tipi cihazlar kullanılarak (gaz yakıtlı) heat pump cihazlarının kullanımındaki olumsuz şartlar ortadan kaldırılır, ancak sıcak hava ile ısıtmada ortam havasının kuruyacağı gerçeği göz ar-

di edilmemelidir. Bu yüzden hava ile ısıtma yapılan yerlerde mutlaka nemlendiriciler kullanılmalıdır. Isıtmada oluşan hava hareketi insanların soğuk hissetmesine sebep olur. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta hava üflenir bu da yakıt sarfiyatını artırır. Hava ile ısıtma yapılan yerlerde sıcak havanın yoğunluğu az olduğundan sıcak hava üst kotlarda birikecektir. Sıcak havanın aşağıya yönlendirilmesi için cihaza dönüş mutlaka alt kottan yapılmalıdır.

14.2.2. Merkezi Sistemlerle Ofis Kliması

Ofis, işyeri, idare binası olarak üç ayrı merkezi uygulama örneği projeleri Şekil 14.10 ve 14.11 gruplarında verilmiştir. Şekil 14.10A, B, C ve D'de bir idare binası tavan+döşeme tipi 2 borulu fan coil uygulaması görülmektedir. Şekil 14.10A'da fan coil boru bağlantıları planda verilmiştir. Depo, arşiv, koridor gibi genel alanlar tavan tipi fan coil ile; çalışma odaları ise duvar tipi fan coil ile donatılmıştır. Şekil 14.10B'de mahallere olan bağımsız taze hava besleme sistemi planda görülmektedir. Şekil 14.10C'de duvar tipi ve tavan tipi fan coil bağlantı detayı verilmiştir. Asma tavan tipi fan coil havayı asma tavan içinden almaktadır. Oda ile asma tavan arası bağlantı ise şekilde görülen boş menfezlerle sağlanmaktadır. Şekil 14.10D'de ise sistem kolon şeması verilmiştir. Şekil 14.11 grubu 4 borulu fan coil uygulanan bir iş merkezi projesine aittir. Şekil 14.11A, B, C, D ve E 'de soğutma devresi şeması ve detayları görülmektedir. Aynı sistemin ısıtma devresi ise, detayları ile birlikte Şekil 14.11F, G, H, K 'da verilmiştir. Şekil 14.11L'de ise fan coil bağlantı detayı görülmektedir.

14.3. OTELLER

Beş yıldızlı bir otel üç ana kısımdan oluşur:

1. Yatak odaları
2. Genel alanlar
3. Servis alanları

Yatak odası katlarının yer aldığı kulenin genel hacimlere bağlandığı katta, tesisatı asma tavan içinde yataya döndürmek önemli sorunlara neden olur. Bu hacimlerde ses ve sızma sorunları yaşanır. Bunun yerine yatak katlarının altındaki kat galeri katı yapılmalıdır. Böylece ses sorunu ortadan kalkar ve tesisata doğrudan ulaşım imkanı yaratılır.

14.3.1. Yatak Odaları

En önemli dizayn kriterlerinden biri ses seviyesidir. Yatak odalarında ses seviyesi RC 25-35 değerlerinde olmalıdır. Yatak odaları için en yaygın çözüm fan coil + primer havalı klima sistemleridir. Fan coil sistemleri 2 borulu veya 4 borulu olabilir. Öte yandan kullanılan fan coil üniteleri oda dekorasyonuna uygun olarak çeşitli tipte ve konfigürasyonda olabilir. Bunlar duvar tipi, asma tavan tipi, dik, yatık, kasetli veya gizli olarak sayılabilir. En çok tavan tipi kullanılmaktadır. Cihaz seçimi yapılırken, seçilen fan coil cihazının dizayn kapasitesini istenilen ses seviyesinde vermesi önemlidir.

Genellikle cihazlarda termostat+vana kontrolü uygulanır. Vana kontrolü olmadan sadece fan kontrolü yapılması istenmez. Çünkü cihaz devreye girip çıktıkça oluşan kesikli fan sesi, sürekli çalışan fan sesine göre daha fazla fark edilir ve rahatsızlık verir.

Primer hava ayrı bir santralde şartlandırılır ve oda soğutma cihazına veya direkt olarak odaya kanalla getirilerek verilir. Şartlandırılmamış primer hava kullanılması halinde odada nem kontrolü yapılamaz ve küflenmelere neden olur. Şartlandırılmış primer hava sıcaklığı yazın 18 °C ve kışın 20 °C olarak alınabilir.

Odaya verilen primer hava dolayısıyla yatak odasında artı basınç oluşur. Yatak odası egzoz havası banyo-tuvaletten emilir. Yatak odaları banyo-tuvaletleri ortak egzozu şaft içerisinden çatıya taşınarak buradan dışarı atılır.

Yanyana iki yatak odasına hizmet veren ortak şaft içerisindeki banyo egzoz kanalı çift olmalıdır. Her oda kendi düşey kanalına bağlanmalıdır. Aksi halde iki komşu banyo aynı egzoz kanalına bağlandığında, banyolar arasında ses geçer. Bu istenmeyen bir durumdur.

Her durumda ilgili boru ve kanal tesisatı sıhhi tesisat boruları ile birlikte iki yatak odası arasında kalan şaft içinde yapılmalıdır. Toplam işçiliğin yaklaşık yarısı yatak odalarında olduğundan, fonksiyonel bir şaft yerleşimi çok önemlidir. Gerekli şaft alanları mimaride mutlaka bırakılmalıdır. Bu şaftlara bakım amacıyla ulaşım için bazı uygulamalarda kapak bırakılmaktadır. Kapak yetersizdir. Bu şaftlara ulaşım için kapak yerine kapı bırakılmalıdır.

Yatak odalarında ikinci önemli problem banyo asma tavan yüksekliğidir. Borulara belirli bir eğim verilmelidir. Dolayısıyla istenen eğime sahip sıhhi tesisat ve klima tesisatı borularının ve hava kanallarının geçebileceği yeterli ve gerekli yüksekliğe sahip bir asma tavan bırakılmalıdır.

Fan coil genellikle yatak odası koridoru asma tavanı içine monte edilir. Bu durumda buradaki asma tavan yüksekliği de kritiktir. Ayrıca bakım kapağı boyutları ve yerleşimi de önemlidir. Filtre ve vana grubuna ulaşabilmek ve gerektiğinde cihazı çıkarabilmek mümkün olmalıdır.

Yatak odası çözümlerinde proje koordinasyonundan sonra mutlaka örnek oda uygulaması yapılarak, problemler görülmelidir.

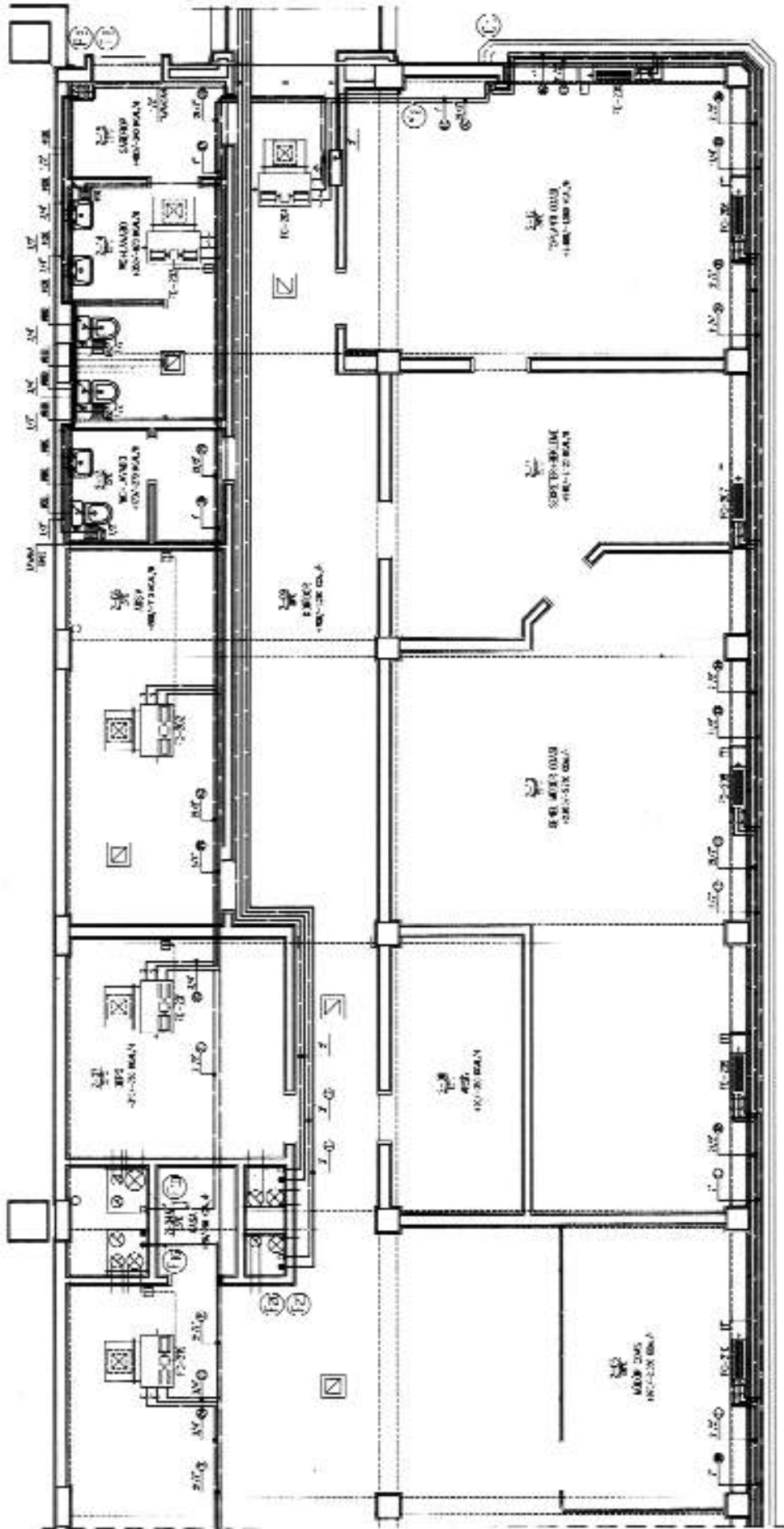
Fan coil sisteminde yoğunlaşma önemli bir olaydır. Cihazların uygun biçimde drenajına ve soğuk su boruları üzerinde oluşabilecek yoğunlaşmanın önlenmesi için izolasyonlarına özen gösterilmelidir.

Fan coil üfleme menfezinin seçim ve yerleştirilmesinde hava dağıtımının rahatsız edici esintiler yaratmamasına, özellikle soğuk havanın uyuyan müşteri üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir.

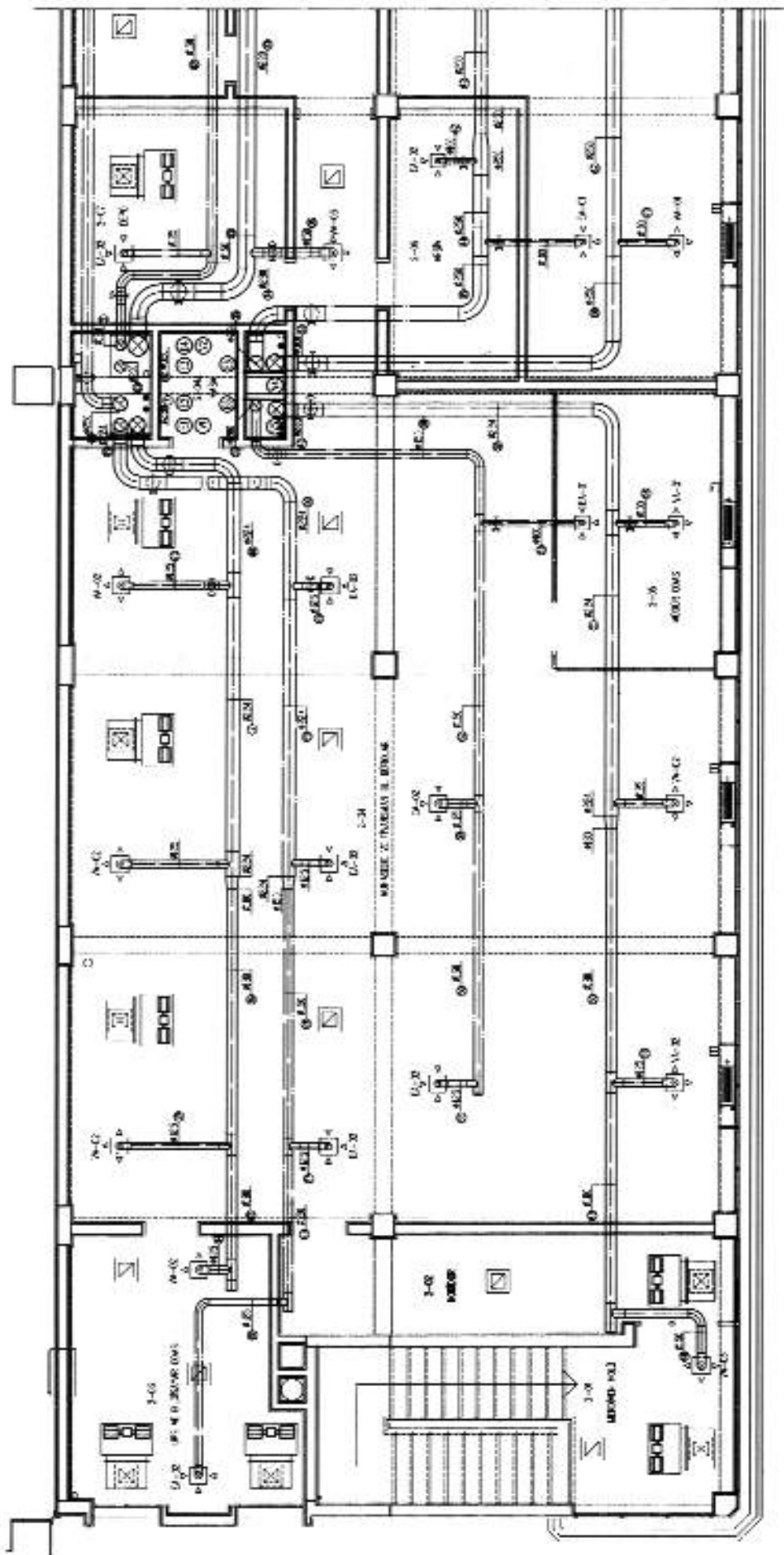
Oda koridorları ılıman bölgelerde %100 şartlandırılmış taze hava verilerek klimatize edilir. Çok sıcak bölgelerde ve çatı katlarında ise koridor için ayrı bir fan coil ünitesi düşünülmelidir. Egzoz, kat görevlisi odasından veya malzeme odasından yapılabilir.

Pratik notlar:

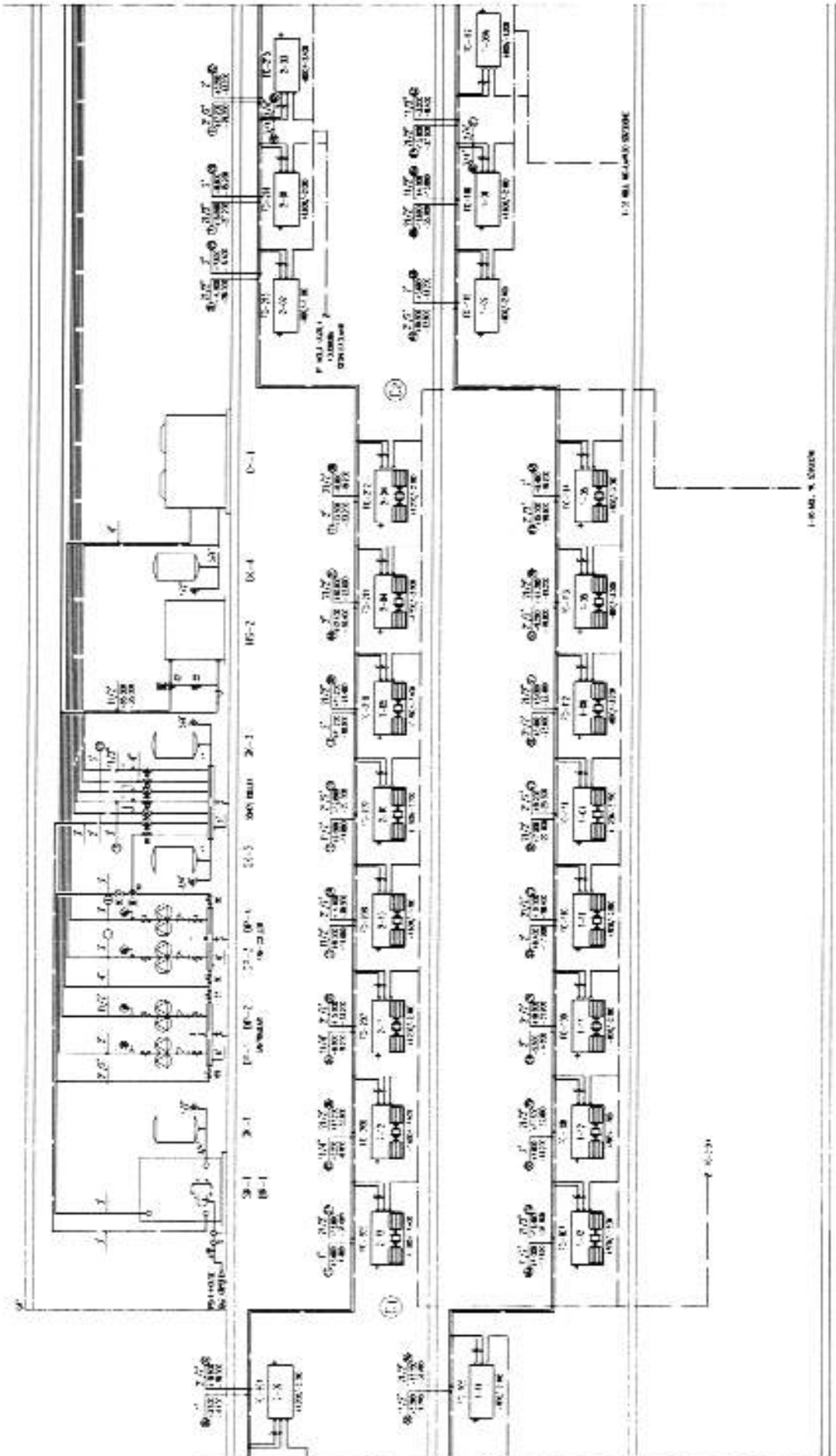
1. İşletme esnasında karşılaşılan en önemli problem yoğunlaşma problemidir. Bu nedenle ;
 - a- Kullanılan FCU'larla birlikte oda kontrol sistemine uygun vana bağlantı kitlerinin alınması (özellikle 4 borulu FCU) çok önemlidir. Bilahare kullanılacak kesme, ayar v.s. vanalarının da yoğunlaşma kabı üzerine gelecek şekilde montajına veya mümkün değil ise çok iyi izole edilmesine azami dikkat gösterilmelidir.
 - b- Boru askı elemanlarında yoğunlaşmaya sebep olabilecek soğuk köprülerin oluşmasına engel olacak izolasyon detayları kullanılmalıdır.



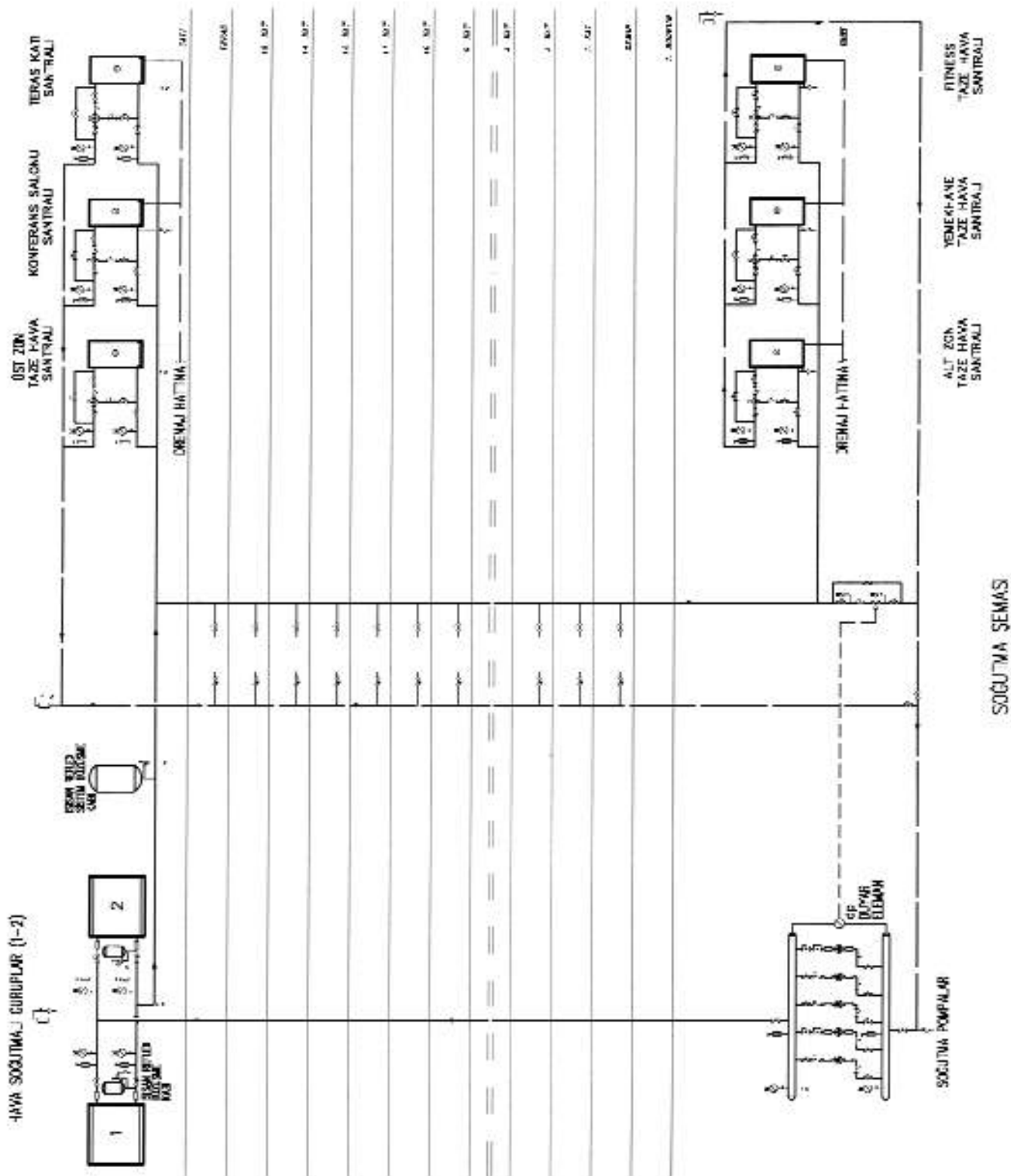
Şekil 14.10.A. OFİS ÖRNEK FAN COIL BAĞLANTI PLANI



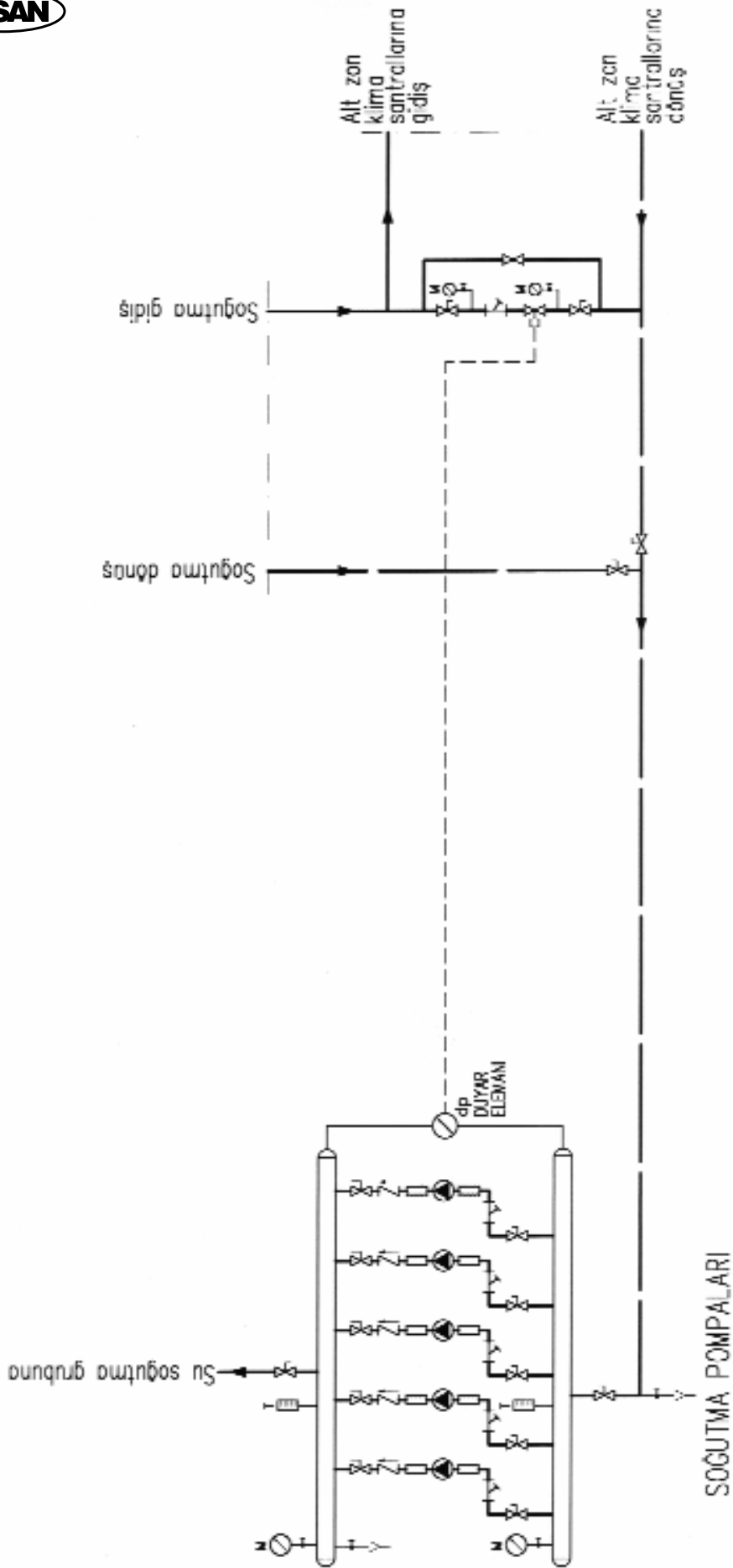
Şekil 14.10.B. ÖRNEK OFİS TAZE HAVA BESLEME SİSTEMİ PLAN GÖRÜNÜŞÜ



Şekil 14.10.D. ÖRNEK OFİS FAN COIL KOLON ŞEMASI

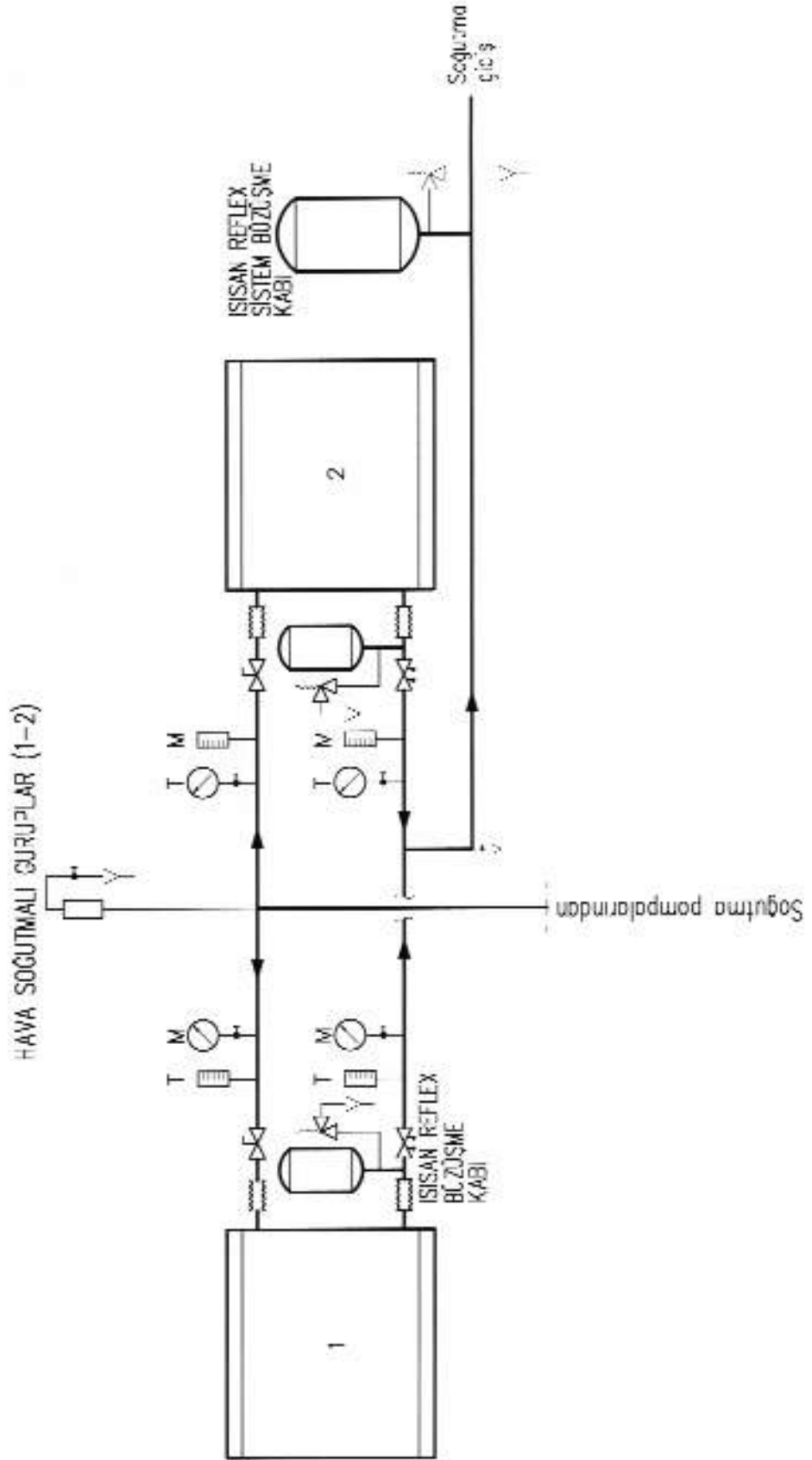


Şekil 14.11.A. İŞ MERKEZİ 4 BORULU FAN COIL SOĞUTMA KOLON ŞEMASI

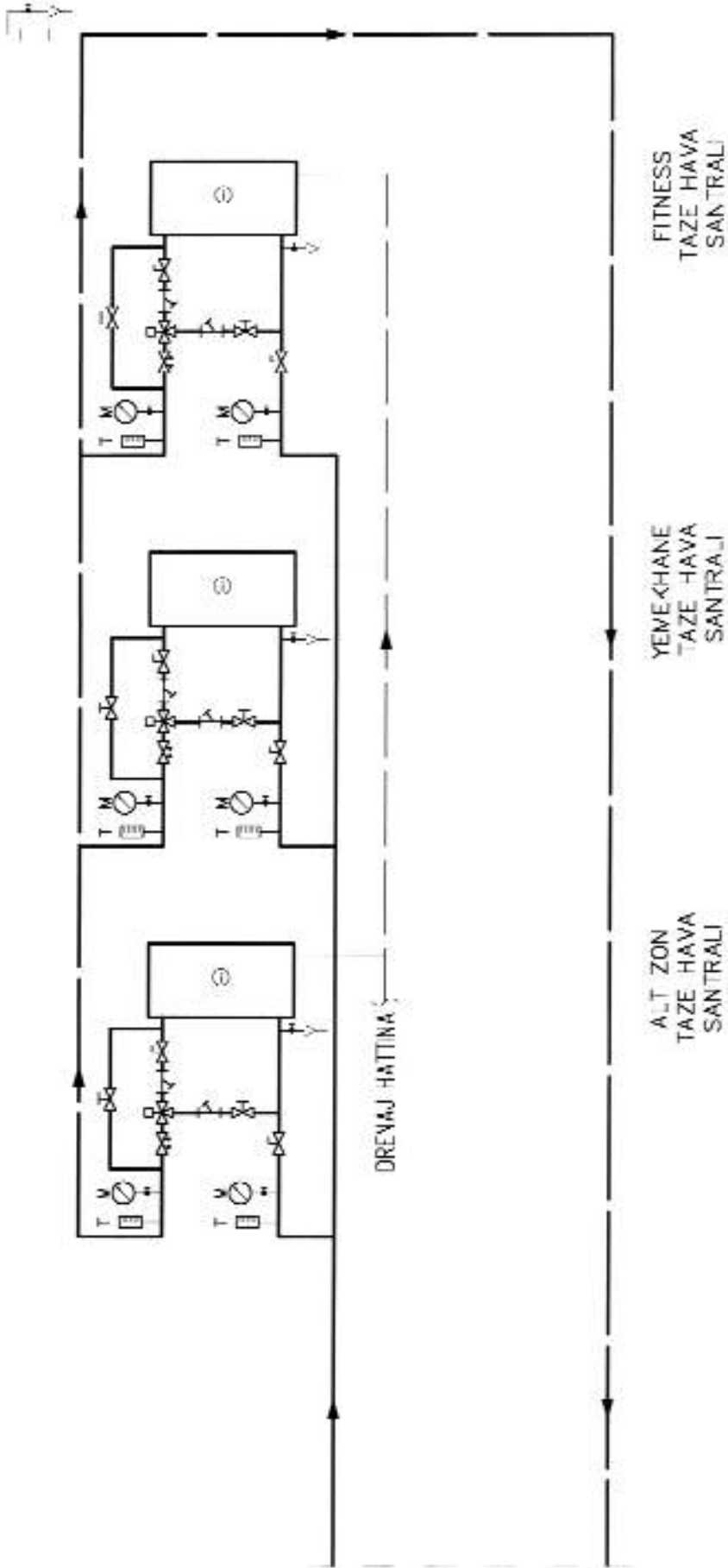


NOT: İki yönlü vana ile kontrol edilen fan-coil sisteminde, iki yönlü vanaların kapatılması ile oluşacak basınç yükselmesini önlemek için gidiş ve dönüş hattı arasında by-pass yapacak iki yönlü motorlu vana kullanılabilir.

Şekil 14.11.B. TESİSAT MERKEZİ SOĞUTMA BAĞLANTI ŞEMASI

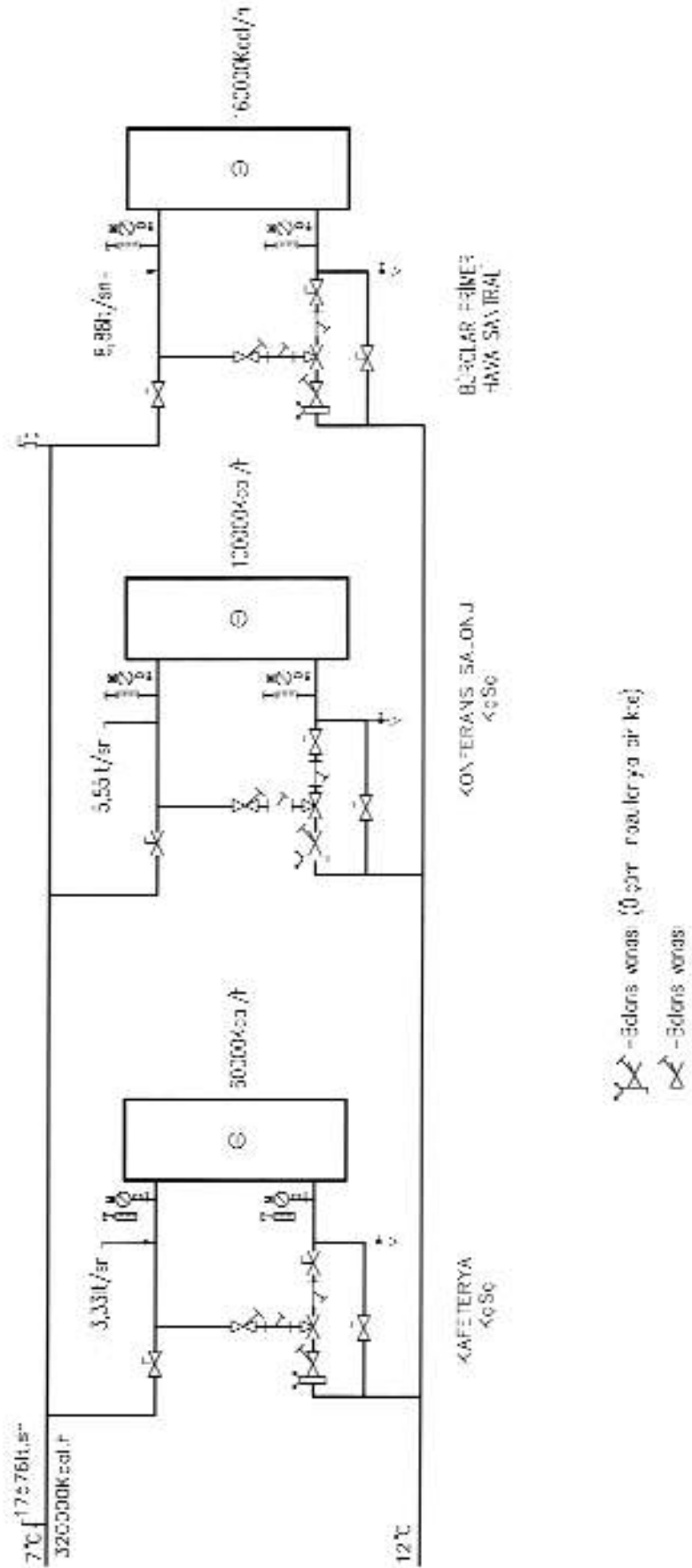


Şekil 14.11.C. SOĞUTMA GRUP BAĞLANTI ŞEMASI

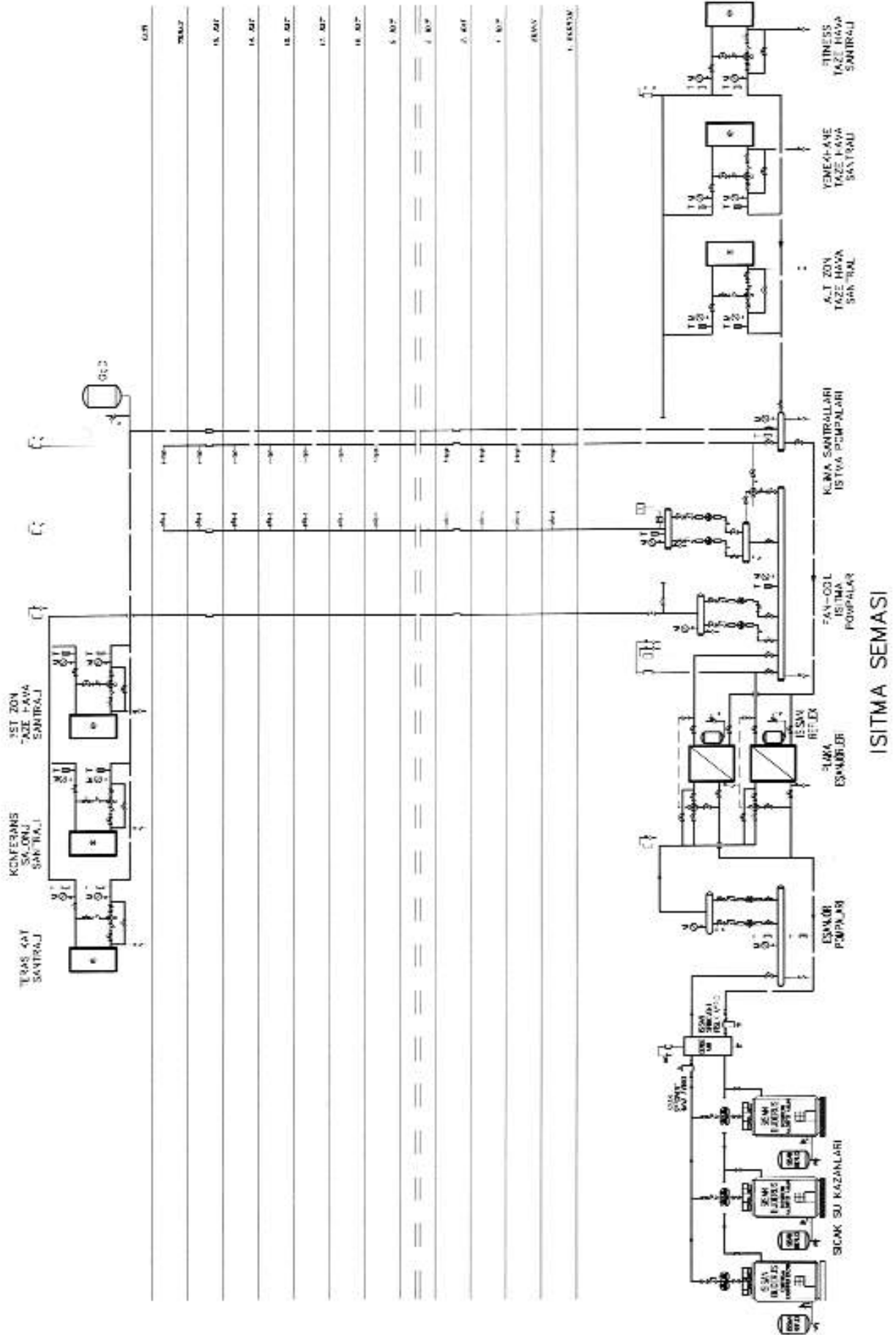


NOT: 0ç yolu by-pass devreleri yatayda yapılmalıdır. Dikey yapılırsa hava toplayacaktır.
Dikey yapma zorunluluğu olursa hava boşaltma vanası monte edilmelidir.

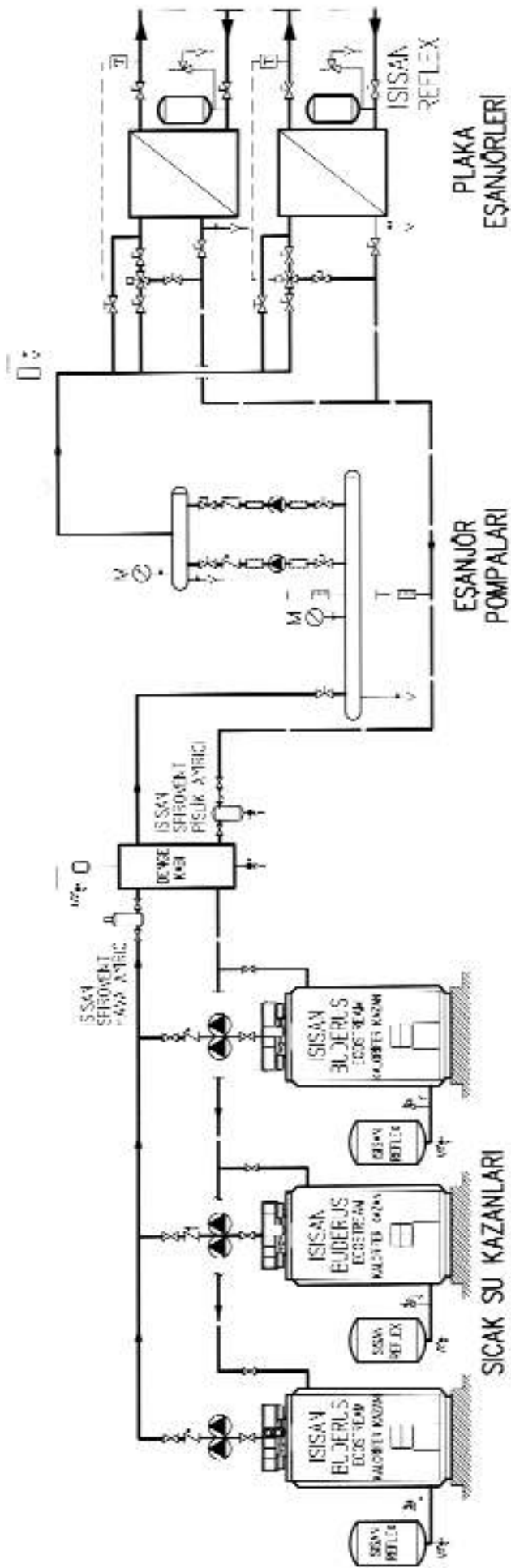
Şekil 14.11.D. KLİMA SANTRALLERİ BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 14.11.E. KLİMA SANTRALLERİ BAĞLANTI ŞEMASI

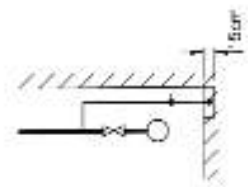


Şekil 14.11.F. İŞ MERKEZİ 4 BORULU FAN COIL ISITMA KOLON ŞEMASI

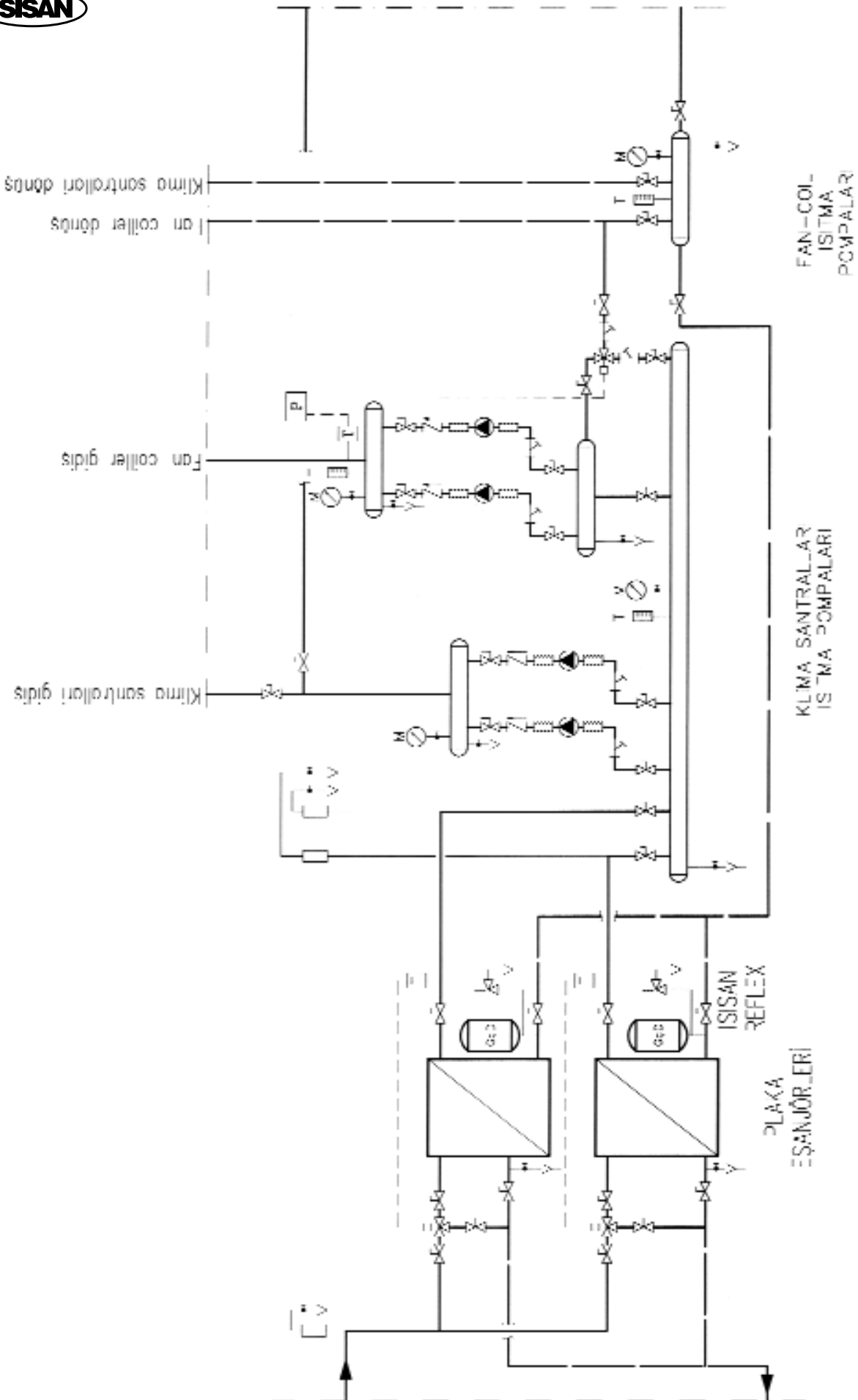


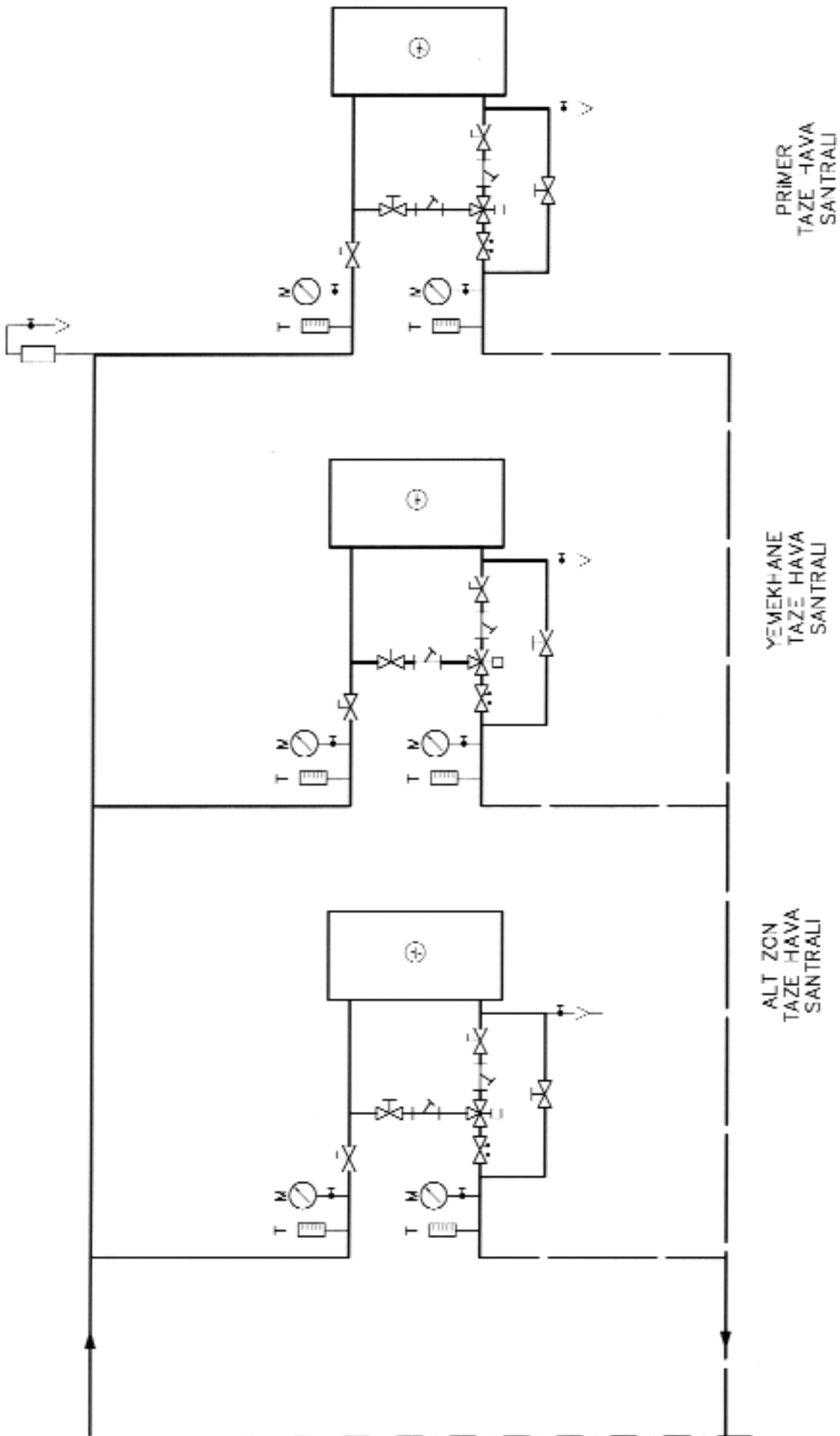
DİKKAT:

- 1) Sirovert aiskik ve ları ayırtı kullanılıgı için, de yelle, xana gırlımdık ve kazın bõnõnde pisk bulduyõ gerek kalmamıştır. Sirovert aiskik ve ları ayırtı kullanılmadığı tekerice bu pisk aruud ar kullanılmadığır.
- 2) Teğre, hoyuık, areyo, gıe, cık su, ar arder ları isa yalıık lõl, yarm tarı, j ar tekerice eklıllılr veya kazın dairesını cıver kenarlarında -50m yõksaklıkte cevre karalı yerlere bell arakıcınıgı yer sızgeci, xetleştrı rnelı veya verasa toalarncı plakarına bağlanmıdığır.



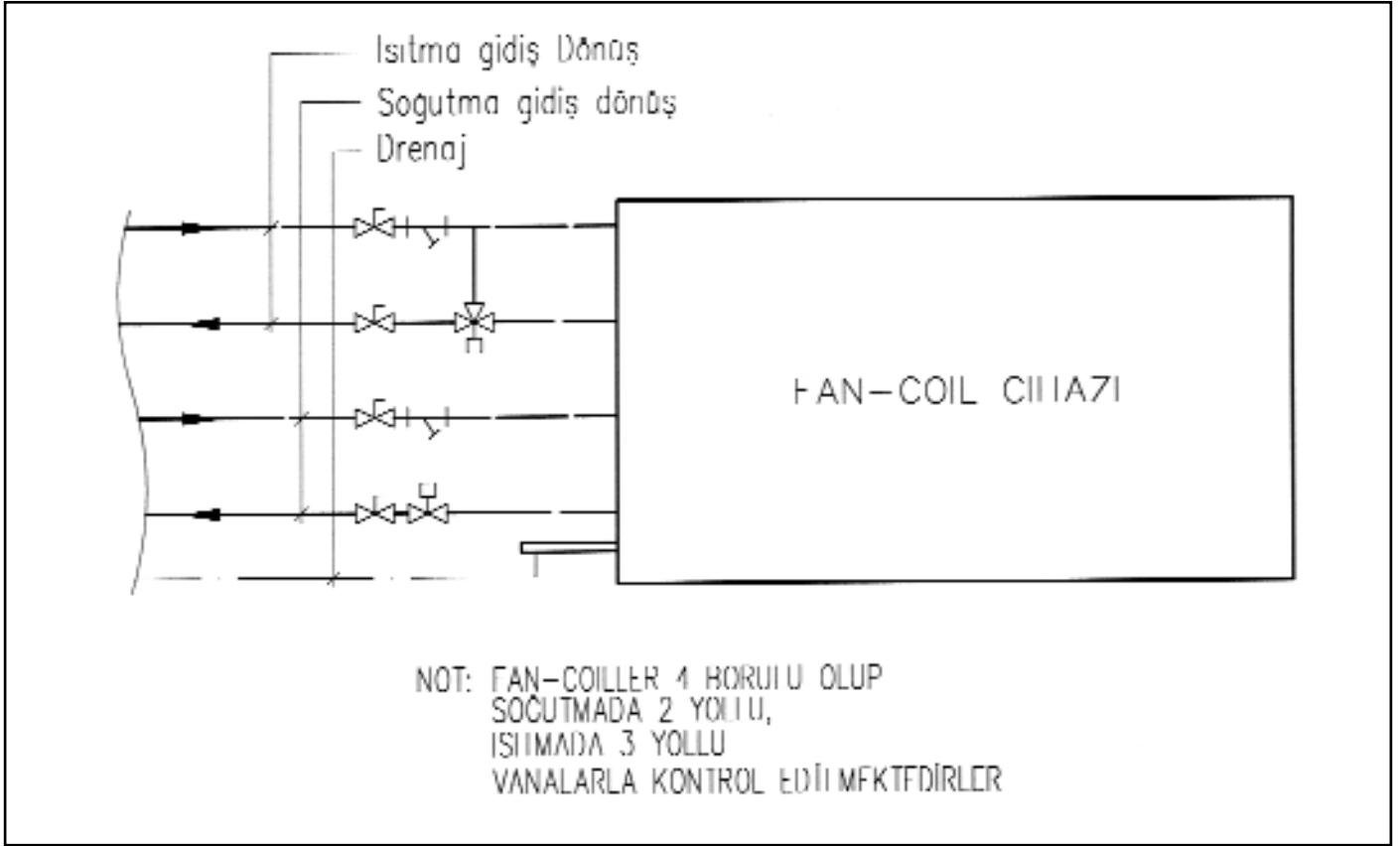
Şekil 14.11.G. KAZAN DAİRESİ BAĞLANTI ŞEMASI





NOT: Bu sistemde klima santrallerinin aynı hacimde olması durumunda termometre ve manometrelerin yalnız ana hat üzerine monte edilmesi yeterli çözümlerle serpantin ile birlikte serpantin veya filtrelerdeki kirlenme ve tıkanıklıkların önlenmesi açısından her bir santralde kullanılmaları faydalıdır.

Şekil 14.11.K. SANTRALLER ISITMA BAĞLANTI DETAYI



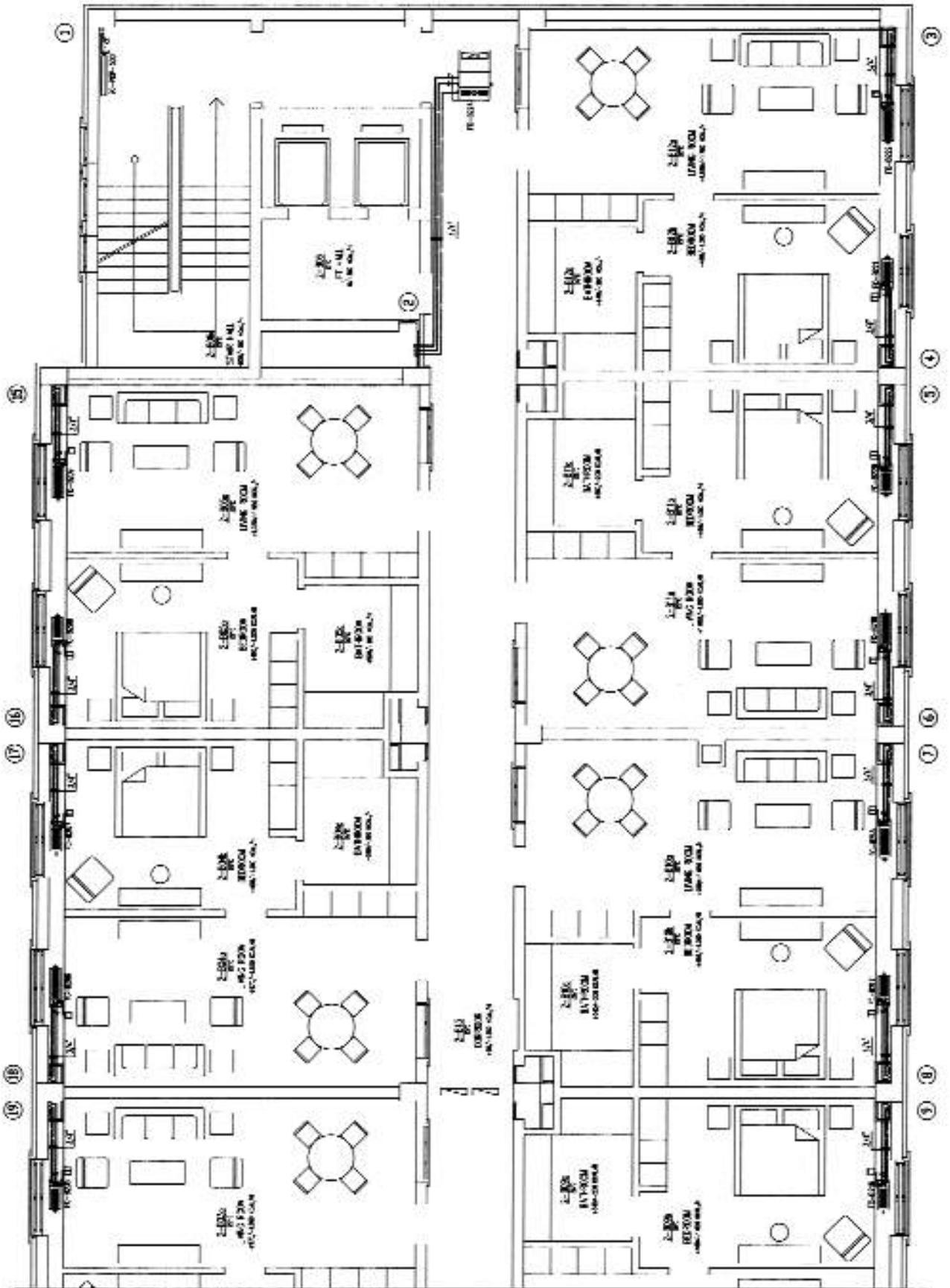
Şekil 14.11.L. 4 BORULU FAN COIL BAĞLANTI DETAYI

- c- Kondens tavası muhakkak FCU gövdesi ile yekpare olmalı yani ayrıca takılabilen tipte olmamalıdır.
 - d- Tüm FCU'nun soğutma bataryalarına denk gelen alt kısmı ısı izolasyonu yapılmış olmalıdır.
 - 2. FCU'ların boru ve kanal bağlantılarında muhakkak flexible boru, kanal bağlantı elemanları kullanılmalıdır.
 - 3. FCU önu kanalın iç kısmı (fibser özelliği olmayan) uygun bir akustik izolasyon malzemesiyle kaplanmalıdır. (FCU performansını etkilememesi kontrol edilmek şartıyla)
 - 4. Şayet şaft yerleşimi ve/veya şaftta uygun meyille ulaşabilmekte bir problem var ise FCU drenaj hattı lavabo hattına uygun bir aksesuar ilavesiyle bağlanabilir.
 - 5. FCU'nun yerleştirilmesinde drenaj tavasının gardrop üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir. Herhangi bir taşma halinde aşağıdaki müşteri giysilerinin lekelenmesi istenmeyen problemlere yol açabilir
 - 6. Bazı uygulamalarda FCU banyo asma tavanının içine konulmaktadır.
- Bu durumda şu problemler çıkabilir;
- a- Bakım kapağı temini
 - b- Dönüş menfezi yerleşimi
 - c- Bakım esnasında banyo malzemelerine olabilecek muhtemel hasarlar (küvet üzerine iskele konulması veya üzerine el aleti düşmesi gibi)
7. Herhangi bir şekilde FCU pencere önüne konulmuş ise (özellikle restorasyon projelerinde) perdelerin FCU üfleme havasının oda

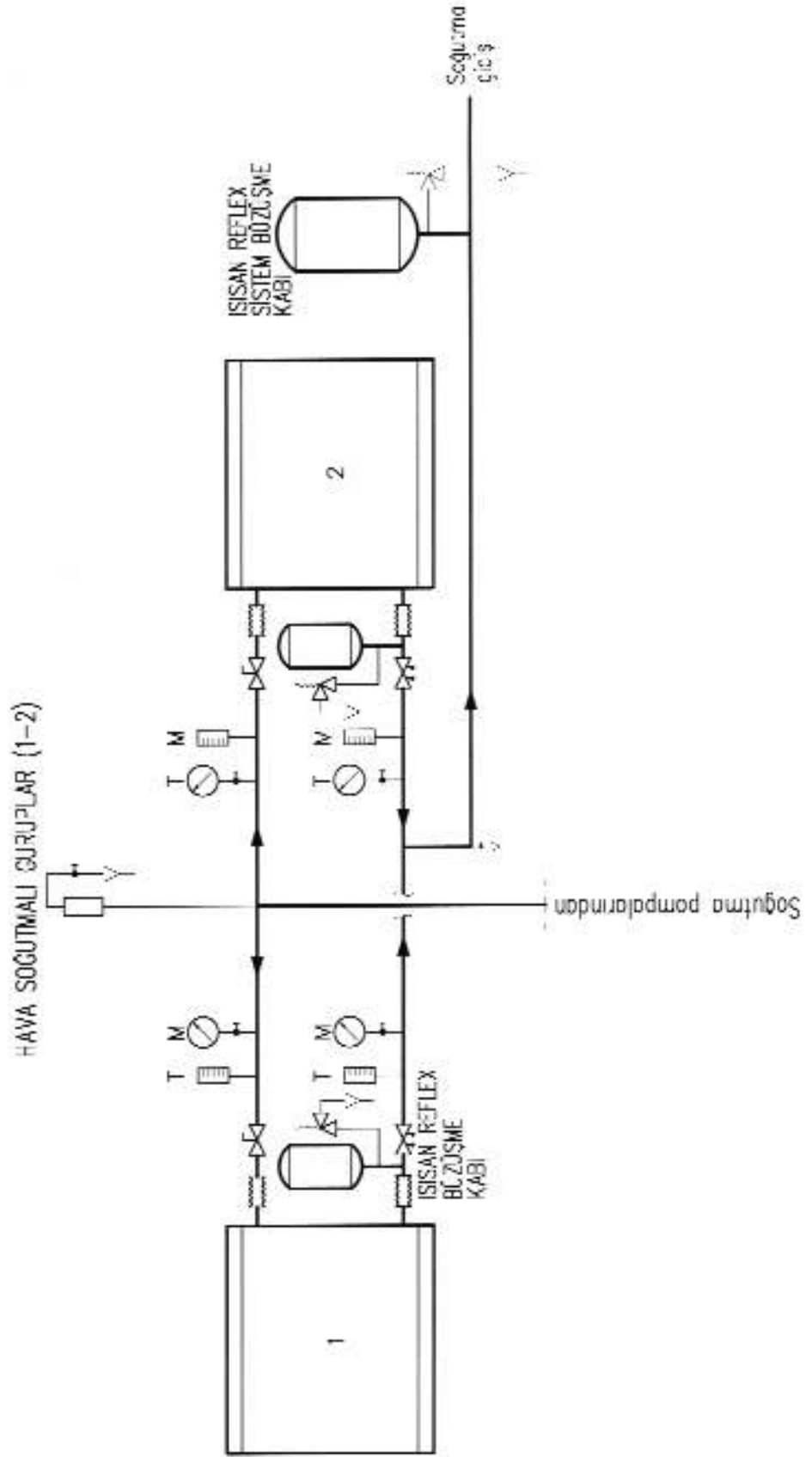
- içerisine dağılımını engellemesi için önlemler alınmalıdır.
- 8. Odanın pozitif basınçta tutulmasına dikkat edilmelidir.
- 9. Gerek egzoz gerekse de primer hava kanalları üzerinde hava ayar damperleri ve şaft duvarı üzerinde yangın damperi kullanılmalıdır ve bunlara kolaylıkla ulaşılabilir.
- 10. Tipik odalar ıslak hacim içi tesisatlar için bir şablon çıkartılarak parçaların atölyede imalatı ve kısmen montajının (temiz su ve pis su tesisatları dahil), işin süratini ve verimini çok artıracak unutulmamalıdır.

Burada iki otel örnek klima projesi verilmiştir. Her ikisi de 2 borulu fan coil uygulamasıdır. Birinde duvar tipi fan coil, diğerinde tavan tipi fan coil kullanılmıştır. **Şekil 14.12.A, B, C'de** birinci otelin duvar tipi 2 borulu fan coil + taze hava uygulama projeleri görülmektedir. Sıra ile fan coil ve boru planları, aynı yerlerin taze hava kanal planları ve boru kolon şeması verilmiştir. **Şekil 14.13.A, B, C, D, E, F, G, H ve K'da** ise diğer otel fan coil uygulaması verilmiştir. **Şekil 14.13.A ve B'de** tavan tipi fan coil yerleşimi, hava ve su bağlantıları plan olarak görülmektedir. **Şekil 14.13.C'de** köşe oda planı detayı verilmiştir Köşe odada ilave duvar tipi fan coil vardır. **Şekil 14.13.D'de** ise resirkülasyon havasının girişten emilme imkanı olmayan bir odadaki çözüm detayı verilmiştir. Dönüş havası kanalla yine yatak odasından alınmaktadır. **Şekil 14.13.E** taze hava kolon şemasıdır. **Şekil 14.13.F ve G'de** fan coil kolon şeması, **Şekil 14.13.H'da** en alttaki kolon şeması detayı görülmektedir. **Şekil 14.13.K** ise tesisat dairesi fonksiyon şemasıdır.

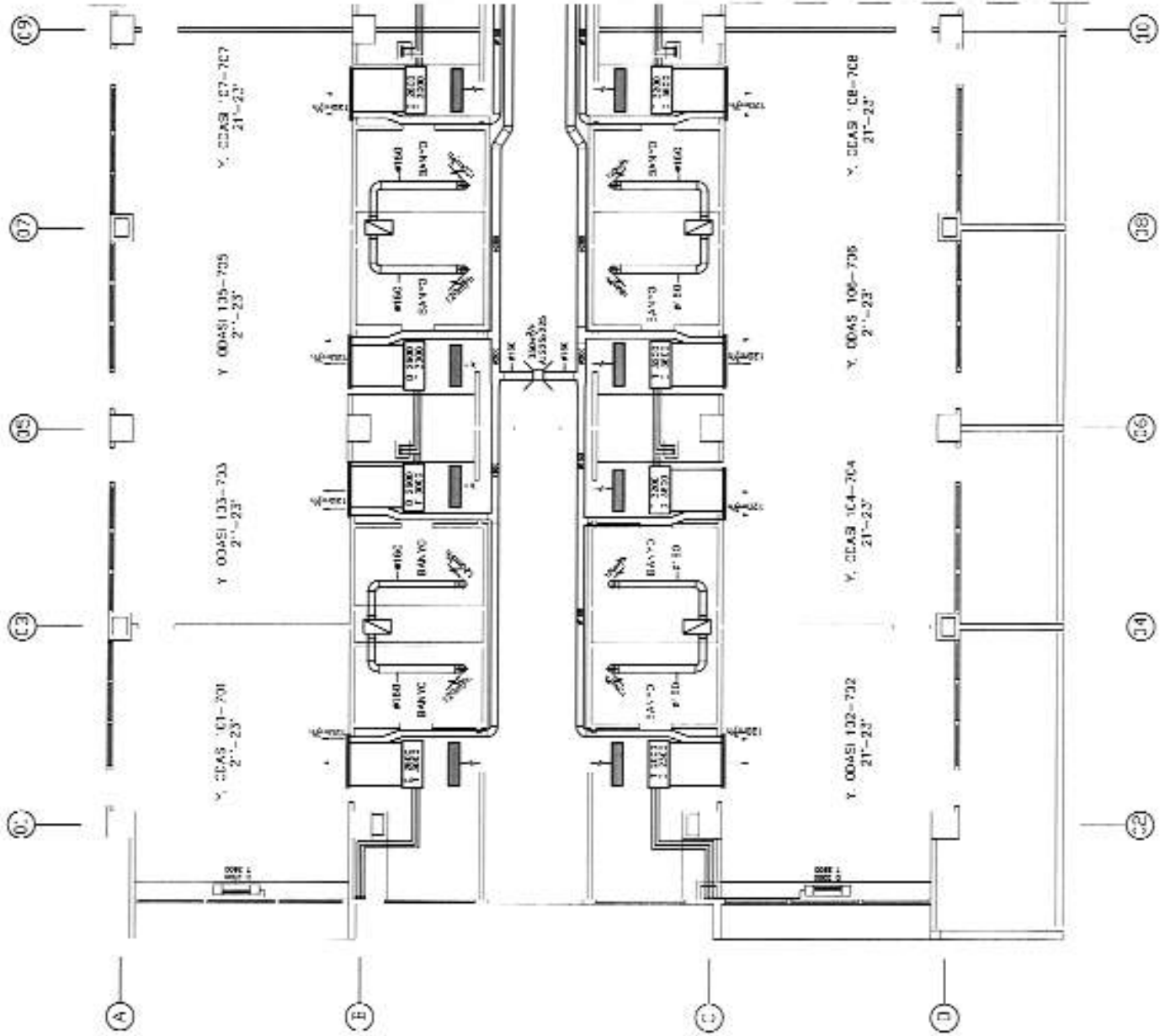
Yüksek blok olarak planlanan otellerde, kuleleri yatak katları oluş-



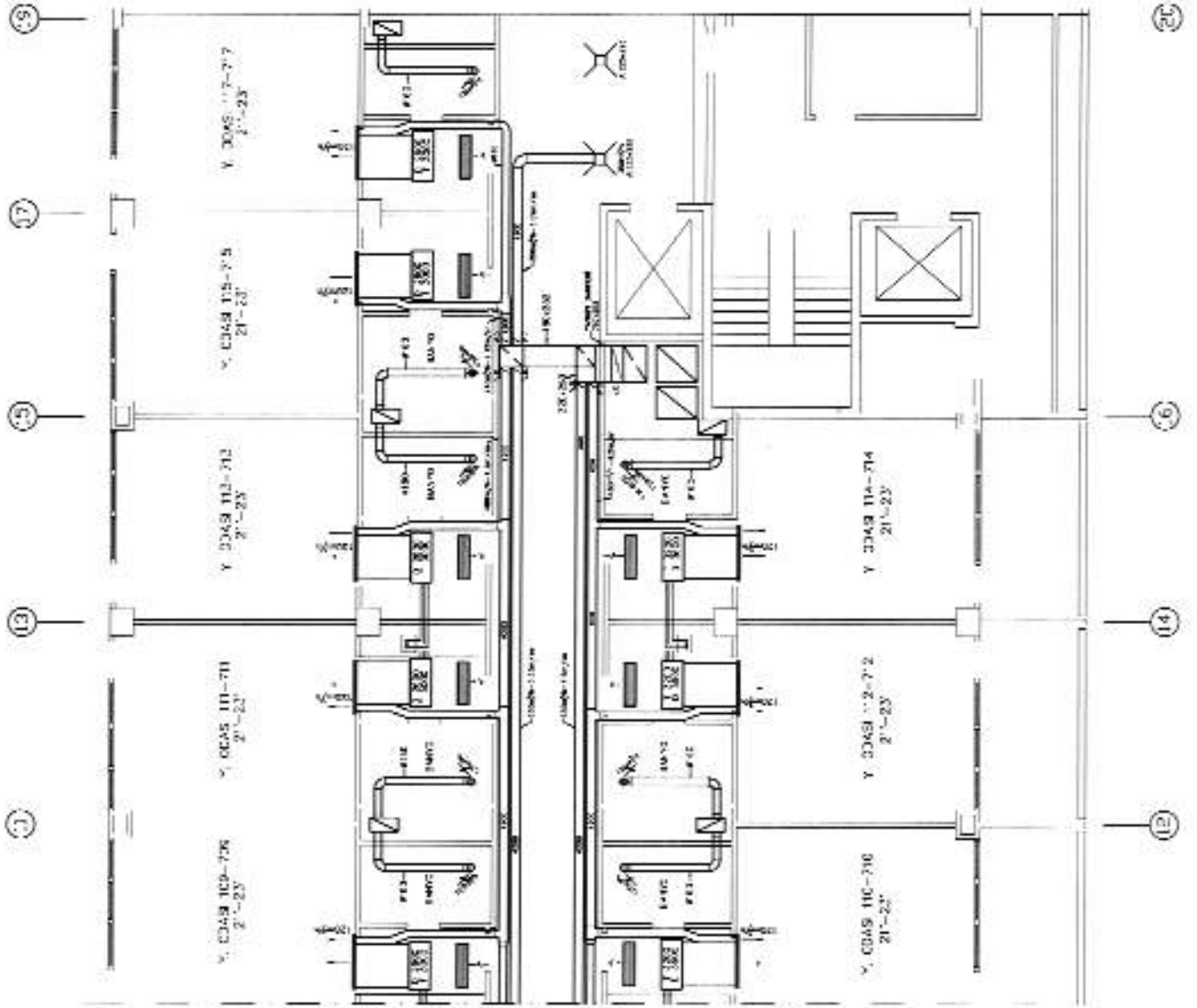
Şekil 14.12.A. OTEL 2 BORULU FAN COIL UYGULAMASI ÖRNEK KAT PLANI



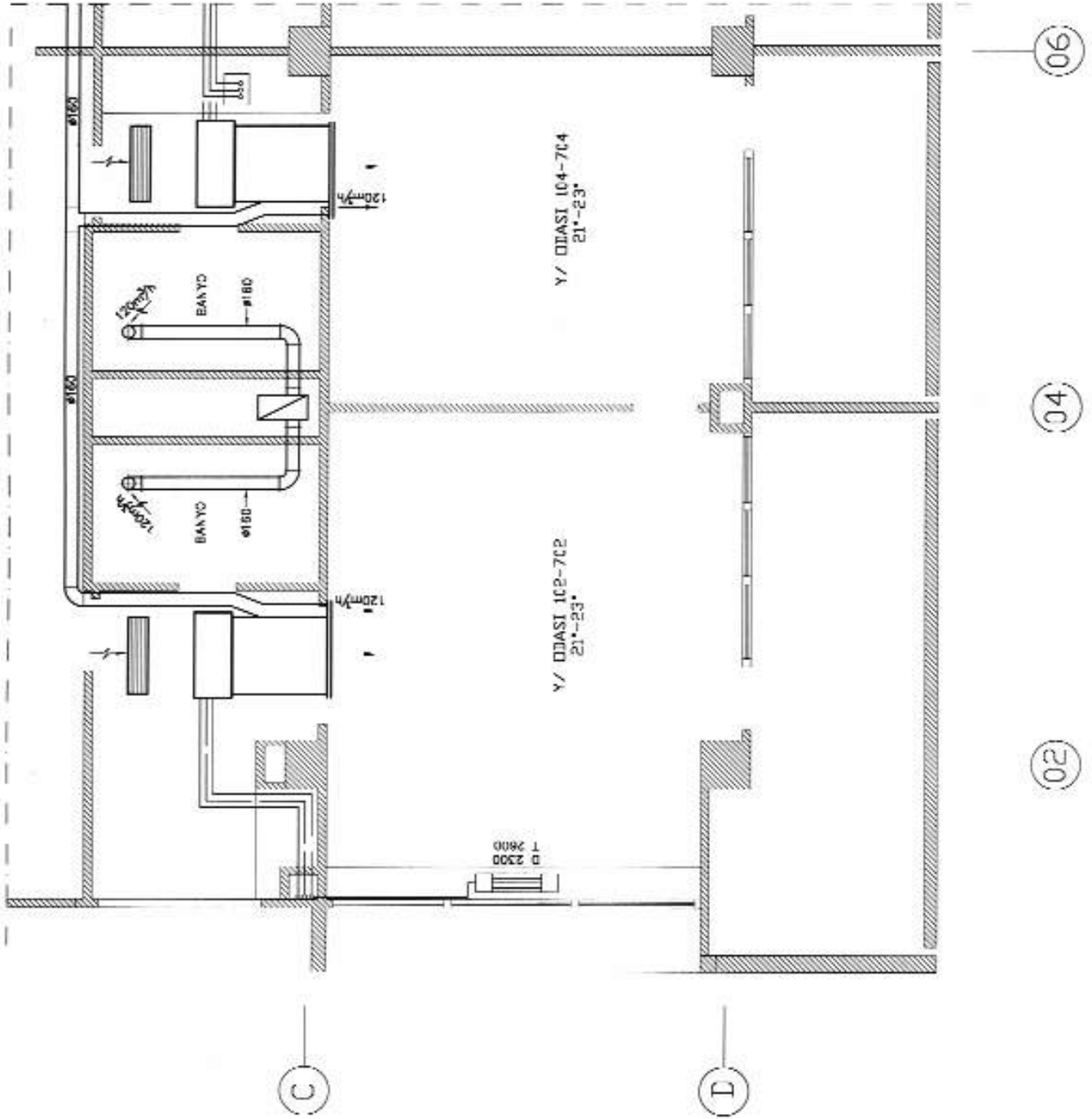
Şekil 14.12.C. ÖRNEK OTEL 2 BORULU FAN COIL KOLON ŞEMASI



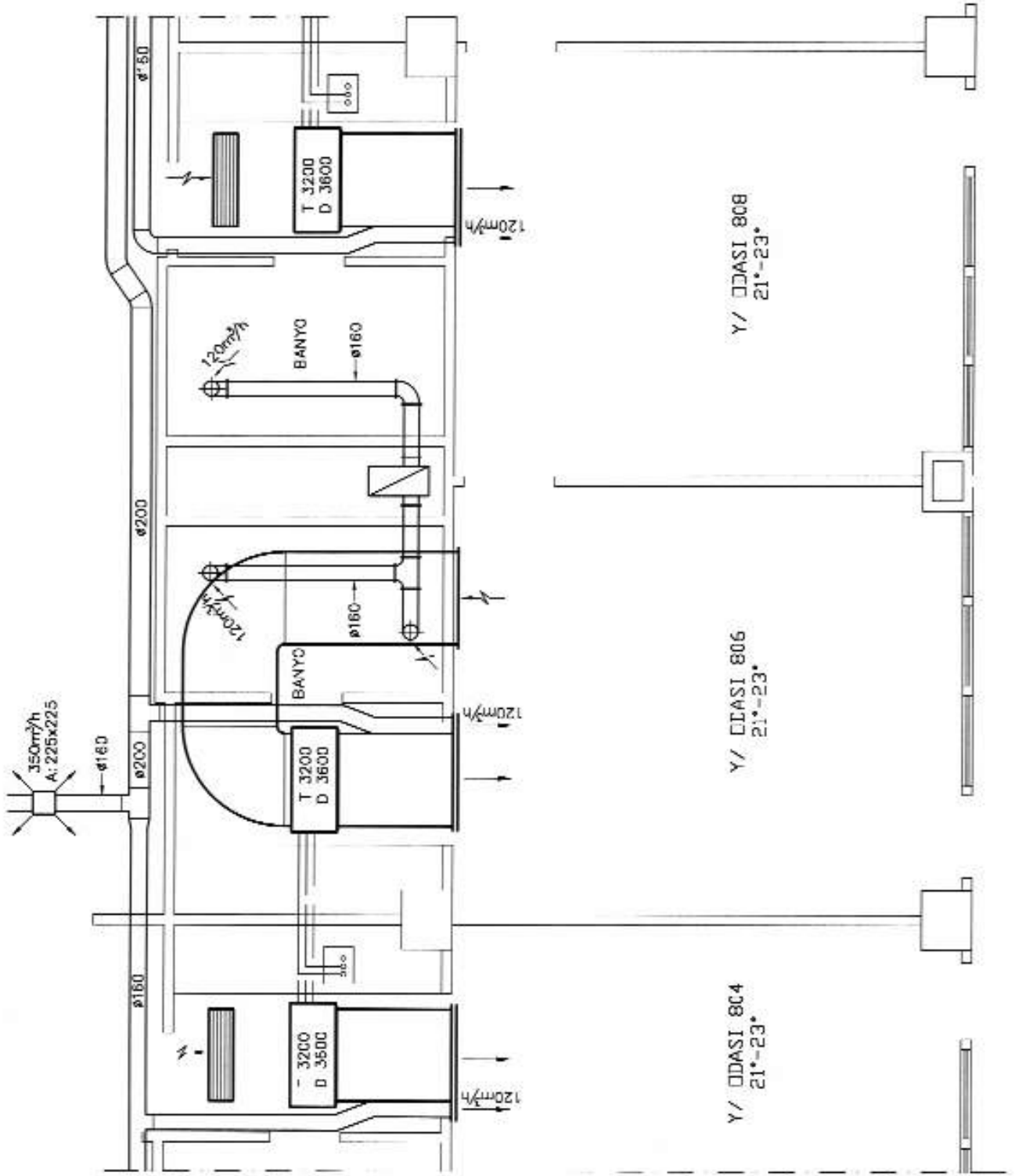
Şekil 14.13.A. İKİNCİ ÖRNEK OTEL UYGULAMASI TAVAN TİPİ FAN COIL YERLEŞİMİ, HAVA VE SU BAĞLANTILARI



Şekil 14.13.B. İKİNCİ ÖRNEK OTEL UYGULAMASI TAVAN TİPİ FAN COIL YERLEŞİMİ, HAVA VE SU BAĞLANTILARI (Devam)

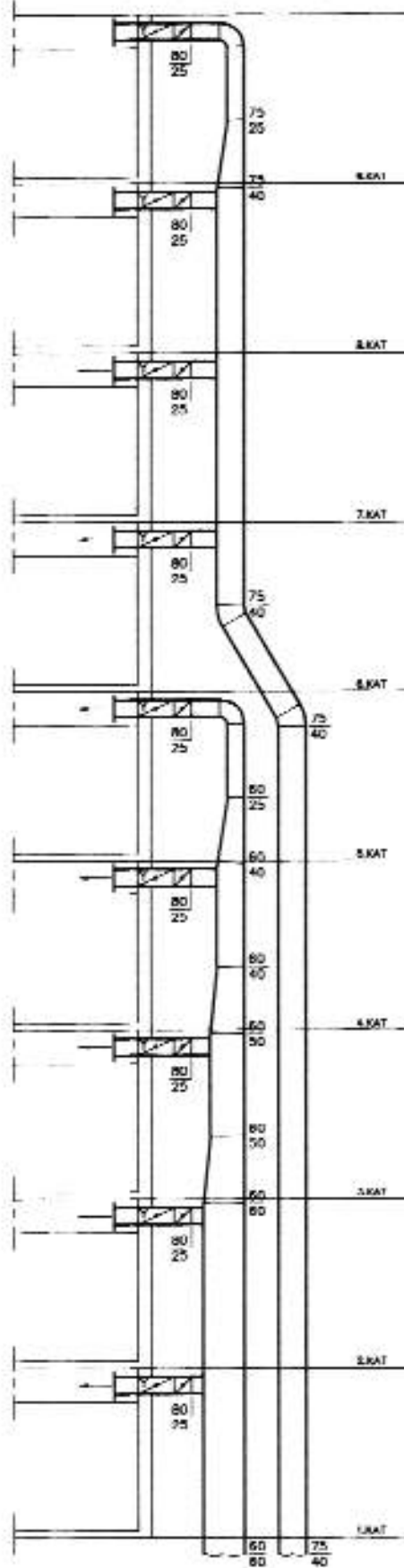


Şekil 14.13.C. KÖŞE ODALAR PLAN DETAYI

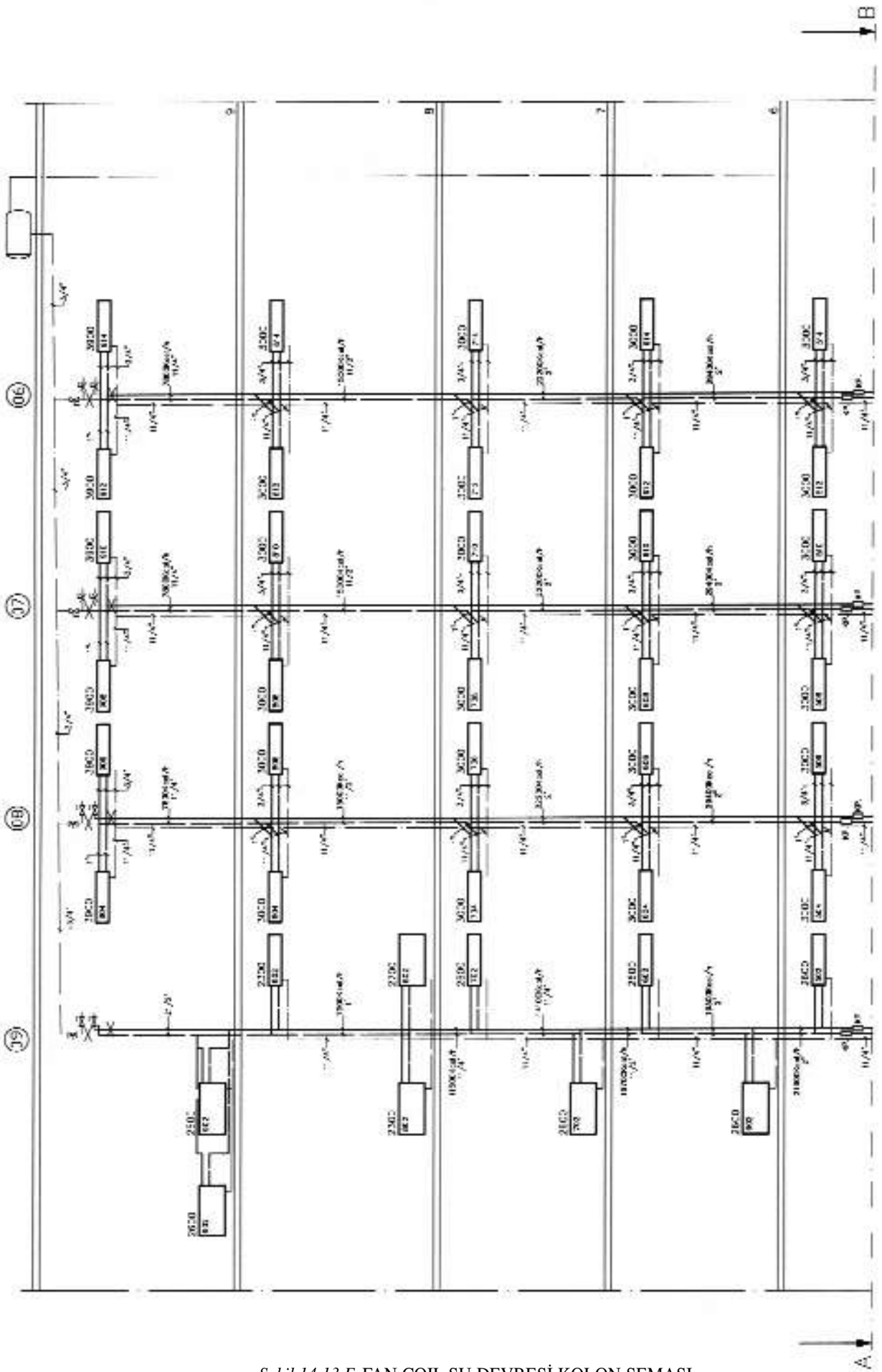


Şekil 14.13.D. RESİRKÜLASYON HAVASI GİRİŞTEN EMİLME İMKANI OLMAYAN ODA İÇİN ÖZEL ÇÖZÜM

İN KALINLIĞI HAKK DİMPERLE : 80/25
 İN KALINLIĞI TAVAN DİMPERLE : 75/40

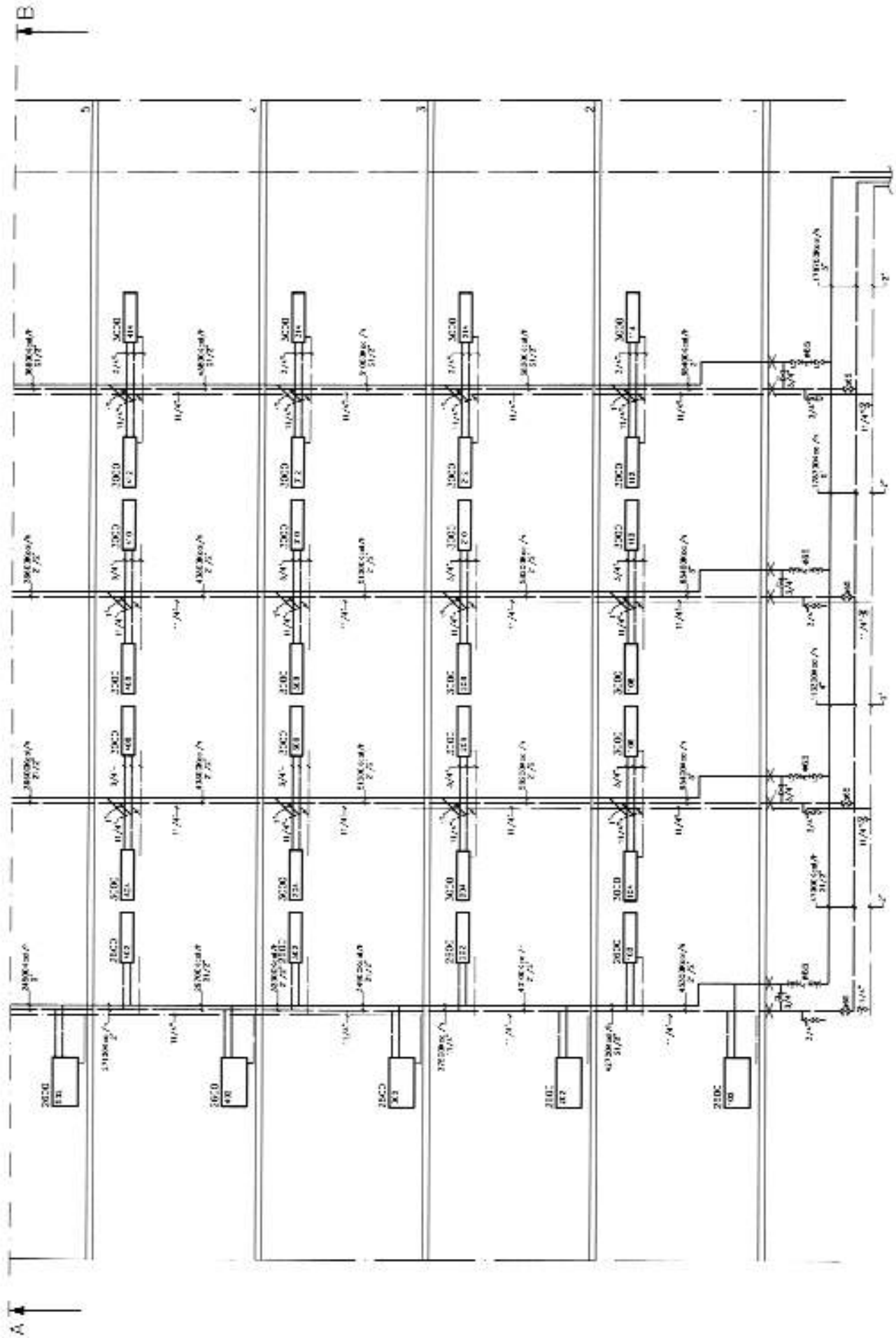


Şekil 14.13.E. TAZE HAVA KOLON ŞEMASI

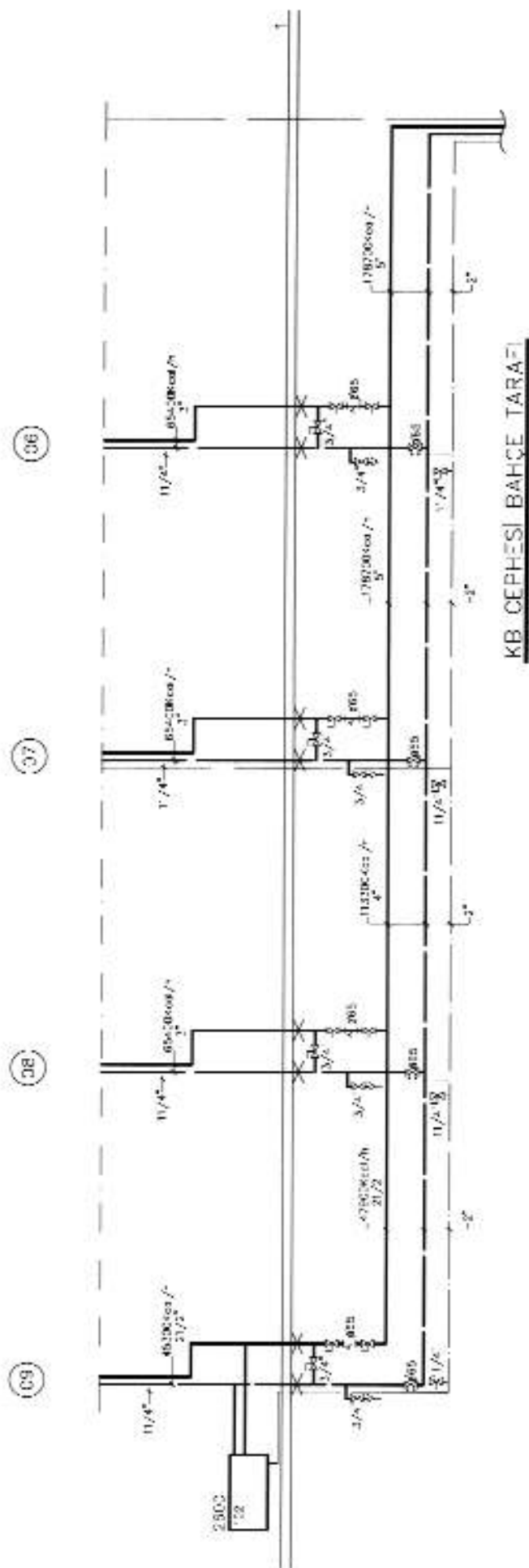


KB CEPHESİ BAHCİ - ARAÇ

Şekil 14.13.F. FAN COIL SU DEVRESİ KOLON ŞEMASI



KB CEPHESİ BAĞCE TARAFI



Şekil 14.13.H. EN ALT KAT İÇİN KOLON ŞEMASI DETAYI

turur. Genel hacimler ve servis hacimleri ise esas olarak kulenin bağlandığı alttaki ana kütededir. Sistemde dikey doğrultuda basınç zonlaması gerektiğinde, fan coil sisteminin dayanım basıncı 100 mss olarak kabul edilebilir. Ancak sistemin sağlıklı çalışması açısından basınç zonu 50 mss değerini geçmemelidir.

Sistemde, özellikle temiz kullanma suyu tesisatında bakır boru kullanımını ömür, hijyen ve işçilik açısından tavsiye edilir. Plastik borular da maliyet ve işleme kolaylığı avantajlarıyla geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Sıcak su kazanı bacası yüksekliği ve konumu bir çok uygulamada kritiktir. Terasa soğutma kulesi gibi cihazlar yerleştirildiğinde, bacadan çıkan duman ve kurumun bu cihazları etkilemesi ve korozyona uğrattığı kirletmesi söz konusudur. Bu nedenle baca çatının üzerinde yeteri kadar yükseltilmelidir.

14.3.2. Genel (Sosyal) Hacimler

Lobi, balo salonu, toplantı odaları, bar, restoran, diskotek, casino, dükkanlar, sağlık klübü gibi mekanlardır. Bu alanların kullanım saatleri ve süreleri birbirinden farklılıklar gösterir. Genel alanların her birine kendine ait cihaz kullanılması en uygun çözümdür. Bu alanlarda en uygun ve ekonomik klima sistemi VAV sistemleridir.

Bu alanlarda yer alan yangın damperi, hava ayar damperi, varsa VAV kutusu gibi servis verilmesi gerekli cihazlar için yeterli büyüklükte ulaşım kapakları mutlaka bırakılmalıdır.

Restaurant ve mutfak ayrı ayrı havalandırılıp, egzoz edilmelidir. Lokanta havasının mutfaktan egzoz edilmesi hijyen açısından uygun değildir. Lokanta bölümünde artı basınç, mutfak bölümünde eksi basınç yaratılmalıdır.

Mutfak egzozları çatı üzerinden dikey olarak atılmalıdır. Bu amaçla dik atışlı özel çatı aspiratörleri kullanılmalıdır. Aksi halde yatay atışlı çatı aspiratörlerinde yağlı egzoz havasının kirlilik yaratması kaçınılmazdır.

Balo salonları genellikle 2 veya 3'e bölünebilir. Her bir bölüm bağımsız santrallara bağlı olmalı ve ayrı ayrı klimatize edilebilmelidir. Fuayelerin de ayrı klimatize edilmesi uygundur. Balo salonu ve toplantı salonlarının gerektiğinde %100 dış hava ile çalışmasına uygun bir tasarım yapılmalıdır.

Genel hacimlerde asma tavan içini emiş plenumu olarak kullanmak yaygın bir uygulamadır. Bu durumda asma tavan mimarisinin izin verdiği ölçüde dekoratif bir yarık kullanmak ekonomiktir. Ayrıca ilgili mahallin asma tavan içini etraftaki diğer mahallerle hava transferini kesecek şekilde izole etmek gerekir.

Bütün sistemin akustik açıdan kontrol edilmesi gerekir. Genel hacimlerin mekanik tesisat odalarına komşu olmamasına ve yakın olmamasına dikkat edilmelidir. Sistem akustik açıdan analiz edilerek, gerekli hallerde akustik izolasyon ve susturucular kullanılmalıdır.

Bu hacimlerden, başka mahallere ait boru ve kanal geçirmemeye azami dikkat edilmelidir.

14.3.3. Servis Alanları (Arka Alanlar)

Buralar mutfak, çamaşırhane, ofisler, depolar ve teknik hacimlerdir. Müşterinin kullanmadığı bu alanlar daha az kritiktir. Bu alanlarda lokal havalandırma çok önemlidir. Ofisler yine fan coil sistemiyle

klimatize edilir.

Pratik notlar

1. Mutfak ve çamaşırhanede genel mahal egzozuna yönelik menfezleri mümkün olduğunca ısı yayan ekipmanların üzerine koymalıdır. Böylece yayılan ısının mahallin sıcaklığını artırmasına bir nebze engel olmalıdır.
2. Çamaşırhanelerde bulunan kurutucuların egzozu kritik bir konu olur. Çamaşırhane egzozundan ayrı bir devre olması ve kanal malzemesi olarak alüminyum kullanılması yaygın bir uygulamadır. Projelendirilmesi esnasında kurutucu üzerinde kendi fanı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bazı uygulamalarda çamaşırhaneye sadece havalandırma amacıyla taze hava verilmekte ve tüm egzoz kurutucular üzerinden yapılmaktadır.
3. Mutfak ve çamaşırhanede bölgesel soğutmalar (spot cooling) yapmak ve böylece hava dağılımının insanları rahatsız etmesine engel olmak (ütü masaları, çalışma tezgahları gibi bölgelerde) tavsiye edilir.
4. Mutfak davlumbazlarının seçiminde çevresinden taze hava beslemesi yaparken orta kısmından emiş yapan tipler tercih edilmelidir. Bu yöntemle mutfaka ısı ve kokunun yayılma riski minimuma indirilmiş olur.
5. Mutfak davlumbaz egzozlarında kaynaklı siyah saç kanal kullanılmalı ve tüm yatay hat boyunca kanal üzerinde en uzun 2,5 metrede bir olmak üzere sızdırmaz bakım kapağı kullanılmalıdır. Bakım kapaklarının hemen altında asma tavanda bırakılması gereken bakım kapakları unutulmamalıdır.
6. Boya atelyesinde müstakil ex-proof motorlu fanı olan bir egzoz sistemi tasarlanmalıdır.
7. Teknik hacimlerin havalandırmasının o hacimde bulunan uygun bir klima santralının egzoz atış kanalı üzerine konulan bir menfez vasıtasıyla yapılması yaygın bir uygulamadır. Oluşan + basınç dış cepheye açılan egzoz ağızlarından dışarıya atılmaktadır.
8. Kat hizmetleri, çamaşırhane ve mutfak şef ofislerinin tümüyle klimatize edilmesi gerekir.
9. Asansör makina odaları, UPS odası, telefon santrali odası, şarap deposu gibi alanlarda münferit soğutma sistemlerinin temin edilmesi gereklidir.
10. Mutfaklarda kullanılan soğutuculara ait kondenserlerin bulunduğu alanlarda (herhangi bir teknik hacim veya soğutucunun üzerinde tavan içinde olabilir) atılan ısının alınması ve aynı zamanda kondenserlerin soğutulması için bu bölgenin havalandırılması gereklidir. Çeşitli oteller bu konuda kapalı soğutma kuleleri ile çözüm bulmaktadır. Ayrıca paket tipi soğutucular kullanıldığında, bu sorun mutfak havalandırması ile birlikte çözümlenmelidir (hemen üstünde egzoz menfezi gibi).
11. Isıtma ve sıcak kullanma suyu temini için genelde sıcak su kazanları kullanılmakla beraber, çamaşırhane ve bazı durumlarda mutfak ekipmanlarının buhar ihtiyacını karşılamak üzere ayrı bir paket tipi buhar jeneratörü kullanımı yaygın bir uygulamadır.
12. Teknik hacimlerde özellikle genel hacimlere veya yatak odalarına bitişik olanlarda muhakkak döşeme, duvar ve tavanda

akustik izolasyon yapmak gereklidir. Bu kapsamda özellikle çatıda monte edilen cihazlar kuleler, mutfak ve çamaşırhane egzoz fanları hatta bazı uygulamalarda kazan pompaları ve chiller nedeniyle çatıların altında bulunan odalar akustik açıdan çok kritiktir. Çünkü genelde 5 yıldızlı otellerin en üst katları kral dairelerinin, executive katların bulunduğu katlardır. Otelin prestij mahalleri olan bu tür yerlerde en ufak bir akustik problem olmamasına azami gayret gösterilmelidir (Çatı döşemesinin komple akustik izole edilmesi gibi).

13. Bu mahallerde de asma tavan içi ve görünüşüyle ilgili detaylı koordinasyon projeleri hazırlamak gerekir.
14. Kapalı genişleme kabı olarak büyük sistemlerde kompresörlü genişleme depoları veya pompalı genişleme depoları kullanılabilir. Bunlar az yer kaplar ve belirli büyüklüklerden sonra daha ekonomik olurlar. Özellikle pompalı tip depolarda basınçlı bir kap olmadığından 16 bar basınçlara kadar kullanılması mümkündür.

14.3.4. Otellerde Soğuk Depolama ve Depo Sıcaklıkları:

Aşağıdaki Tablo 14.14'de gösterilmiştir.

Oda veya Saklanacak Mal Cinsi	Sıcaklık
Çöp odaları	+5 veya +8 °C
Şoklama odası	-35 ile -40 °C
Derin dondurucu	-20 °C
Soğuk oda	0 ile +1 °C
Kiler soğuk oda	+5 °C
Sebze odası	0 ile +5 °C
Et ön soğutma odası	0 °C
Balık	0 °C
Et deep freez	-20 °C
Balık deep freez	-20 °C
Tabakta hazırlanmış kahvaltı	+5 °C
Peynir	0 ile +4 °C
Tereyağı (1 ay süre ile)	+4 °C
Hamur işleri	+5 °C
İçki	+5 °C

Şekil 14.14. SOĞUK DEPOLAMA SICAKLIKLARI

Notlar:

1. Her mal için ayrı ayrı oda kullanılması kokularının bir diğerine geçmemesi içindir.
2. Şoklama çoğunlukla kullanılmaz. Eğer gerekli görülüp yapılırsa, ambalajlı olarak şoklama tercih edilmelidir. Bu durumda koku transferi az olur.
3. Şoklama için daha pahalı, fakat daha problemsiz olan "plate freezer" kullanımındır. Çok yoğun şoklama istenen yerlerde tavsiye edilebilir.
4. Bar bölümlerinin arkasında soğutma kapasitesi yüksek, çok hızlı yüklemeye uygun çift soğuk oda olması yararlıdır. Biri yüklenirken diğeri kullanılır.

14.4. ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ

14.4.1. Dükkanlar

Küçük dükkanlarda ön tarafta büyük camlı vitrin alanları vardır. Bu camlı bölgeden yazın büyük ölçüde güneşle ısı kazancı, kışın ise ısı kaybı olur. Isıtma veya soğutma hava ile yapılıyorsa üflenen hava bu bölgede yoğunlaştırılmalıdır. Dükkanlarda ısı kazancı en fazla vitrin ve aydınlatmadan olacaktır. Yazın camdan radyasyonla ısı kazancını azaltmak için vitrin camlarını renkli reflektif cam ve dükkanın dış cephesine tente yapılmasında fayda vardır.

Küçük dükkanların klimatizasyonu söz konusu olduğunda split tip klima cihazları kullanımı tavsiye edilir. Bu cihazlar tavana veya duvara yerleştirilebilirler. Fakat bu cihazların havalandırma özelliği yoktur. Tek bir noktadan 3 kW (10000 Btu/h) üzerinde hava üfleminin insanlarda rahatsızlık verdiği unutulmamalıdır. Dükkanlarda asma tavan yapma imkanı varsa, kanallı tip klimalarla havalandırma ve soğutma yapılabilir. İstanbul şartlarında 4 ay soğutma, 12 ay havalandırma ihtiyacı olduğu dikkate alınmalıdır. Asma tavandan anemostat yardımıyla homojen hava dağılımı yapılabilir. Fan basınçları sınırlı olduğundan bu tip cihazlarda kanal uzunlukları mümkün olduğu kadar kısa tutulur. Kanal dizaynında hava hızları da 4-6 m/s ile sınırlı olmalıdır. Egzoz havası, dükkanın büyüklüğüne bağlı olarak bir kanal yardımıyla toplanıp, egzoz aspiratörüyle dışarıya atılabilir. Ufak dükkanlarda cama veya duvara takılan aspiratörler yardımıyla egzoz gerçekleştirilebilir.

Küçük marketlerde en önemli iç ısı kaynaklarından biri buzdolaplarının havalı kondenserlerinden yayılan ısıdır. Bu yüzden mümkünse soğutucuların kompresör ve kondenserleri dükkandan ayrı bir bölmede toplanmalıdır. Havalandırma havasının buradan egzoz edilmesi yazın dükkan klima edilsin veya edilmesin büyük yarar sağlar. Sadece havalandırma yapılan, klimatize edilmeyen dükkanlarda kondenserlerin bulunduğu bölgeden kanalla toplanan hava egzoz edilirken, besleme havası doğal olarak veya besleme fanı yardımı ile mekanik olarak temin edilir.

Havalandırma miktarı olarak dükkanlarda 8 hava değişimi alınabilir.

Küçük dükkanların ısıtılması, İstanbul şartlarında, kombi kullanılarak radyatörlerle yapılabilir. Ege ve Akdeniz şartlarında ısıtma gerekli olduğunda heat-pump cihazlarla yapılabilir.

14.4.2. Süper Marketler

Süper marketleri kurulu oldukları alan büyüklüğü cinsinden; 2500 m² üstü hiper marketler (departman mağazaları), 1000-2500 m² arası büyük süper marketler, 400-1000 m² arası orta büyüklükte süper marketler ve 100-400 m² arası küçük süper marketler olarak sınıflandırılabilir. Küçük süper marketlerde insan yoğunluğunun daha fazla olduğu hesaba katılmalıdır.

Süper marketler yapı ve işlev itibarı ile ikiye ayrılırlar. 1) Daha çok gıda ve zorunlu ihtiyaç ürünlerinin satıldığı, insan yoğunluğunun oldukça fazla olduğu, alçak ürün raflarının bulunduğu, insanların hareketli olduğu ve alışveriş sürelerinin uzun olmadığı (ortalama 30 dk.) süper marketler; 2) Hobi, yapı araç ve gereçlerinin satıldığı, insan yoğunluğunun nispeten daha az olduğu, oldukça yüksek malzeme raflarının bulunduğu ve alışveriş sürelerinin oldukça uzun ola-

bildiği (ortalama 60 dk.) süper marketler. Bundan dolayı özellikle gerekli taze hava miktarları belirlenirken ve kanal dizaynı yapılırken süper marketlerin bu tip işlevlerinin göz önünde bulundurulması gerekir.

Süper marketlerde kanal dizaynı yapılırken özellikle yerleşim planları göz önünde bulundurulmalı, rafların bulunduğu bölümlerde havanın raflara çarpması önlenmelidir. Süper marketlerin kendi içerisindeki bazı bölümlerinde üfleme hızları ve konfor şartları değişiklik gösterebilir. Özellikle sabit, oturularak çalışılan ve insanların sıra bekledikleri kasa bölümünde hava hızları daha düşük, hava miktarları daha fazla alınmalıdır. Süper marketlerde ısı kazanç ve kayıplarının büyük bölümünün sürekli açılıp kapanan giriş çıkış kapılarından olduğu düşünülürse klimatize edilmiş tüm havanın %60'lık kısmının giriş kapılarına yakın olan 1/3'lük (toplam süper market alanının) kısmına üflenmesi gerekir. Günümüzde süper marketlerdeki insan yoğunluklarının hafta arası iş çıkış saatlerinde ve hafta sonlarında olduğu düşünülür ise işletme maliyeti açısından süper market tesisatlarında zonlama yapmak, çok kademeli cihazlar kullanmak avantaj sağlar.

Süper marketlerde soğuk vitrinler etraflarındaki havayı soğuturlar ve bu gece gündüz sürekli devam eder. Örnek bir uygulamada, iç hava sıcaklığı 24 °C değerindedir. Bu koşullarda iç-dış sıcaklık farkı dolayısıyla ısı kazancı veya kaybı 1 °C sıcaklık farkı için, yaklaşık 8 kW/°C olarak hesaplanmıştır. Soğuk vitrinler tarafından yaratılan toplam soğutma ise 56 kW değerindedir. Bu değer in %81'ine karşı gelen duyulur ısı miktarı 45,4 kW mertebesindedir. Bu etkiyle market, yaz-kış $45,4/8 = 5,7$ °C soğutulmaktadır ve yaz kış mağaza sıcaklığı dış sıcaklığın 5,7 °C altında olacaktır. Bu nedenle süpermarketlerde, özellikle soğuk vitrin bölgelerinde, soğuk havanın döşeme seviyesinde çöküp kalması önlenmelidir. Yerel soğuk havanın sirküle edilmesi gerekir. Bu amaçla dönüş havasının döşeme seviyesinde emilmesi büyük önem taşır. Dönüş menfezleri özellikle soğutucu vitrinlerin bulunduğu bölgelerde yerleştirilmelidir. Bu amaçla en iyi çözümlerden biri dönüş havasının döşeme altı kanallarla toplanmasıdır. Soğutucu vitrin altından geçen bu döşeme altı kanallarda uygun noktalara açılan menfezlerden soğuk hava emilir. Bu döşeme altı kanalları aynı zamanda soğutucu akışkan borularının geçmesi için de kullanılabilir. (Bakınız Şekil 14.15) Besleme menfezleri ise tavan seviyesinde olmalıdır.

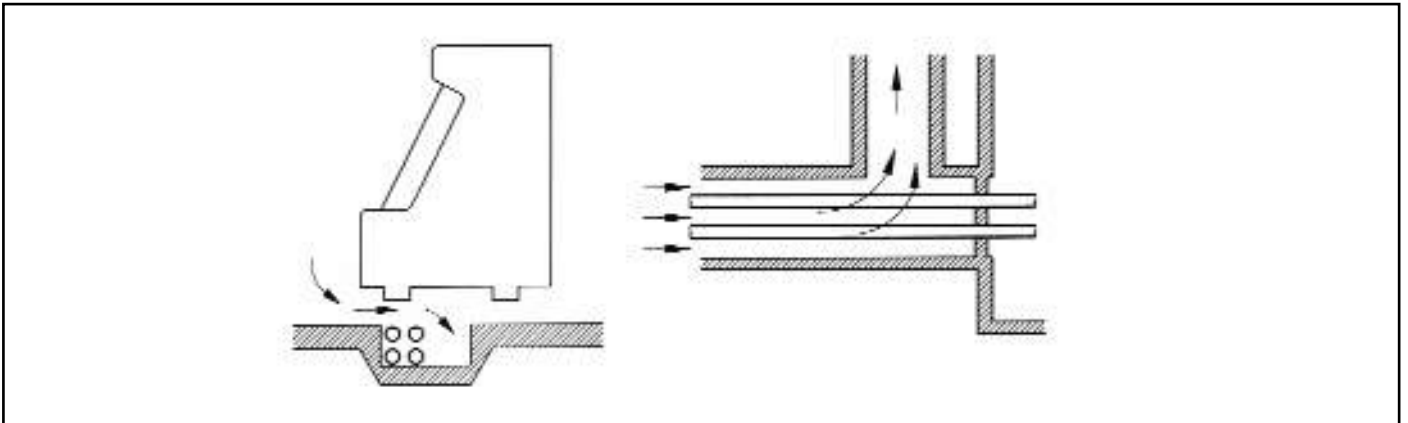
Sistem Seçimi

Süper marketlerin klimatizasyon ve havalandırma tesisatlarında genelde kanallı sistemler ile çözüm yoluna gidilir. Tek kat üzerine kurulu süper market binalarının klimatizasyon ve havalandırma tesisatlarında genellikle çatı tipi paket klima cihazları tercih edilirken, çok katlı, düşük tavan kotlu, süper marketlerde kanal tipi split klimalar kullanılabilir. Süper marketlerde paket tipi cihazlar bakım, kontrol, servis ve işletme maliyeti gibi birçok nedenlerden dolayı tercih edilmelidirler. Çatı tipi paket klimalarda kanal bağlantıları cihazın altına incek şekilde veya yatayda gidecek şekilde yapılabilir. Bundan dolayı cihazı sadece üstünde teras ya da çatı olan mahallerde kullanım mecburiyeti yoktur. Cihaz mevcut bina bahçesine veya balkonuna da monte edilebilir. Cihaza monte edilecek bazı ekipmanlar ile dönüş kanalı üzerinden egzoz yapmak ve aynı zamanda ortama taze hava vermek mümkündür. Sıcak sulu ısıtma sistemi mevcut ya da kurulacak ise; sadece soğutma yapan çatı tipi paket veya split cihazlara sıcak sulu serpantin akuple edilerek ısıtma yapılabilir.

Isı kazanç ve kaybının fazlasıyla gerçekleştiği giriş, çıkış kapılarında mutlaka hava perdesi kullanılmalıdır. Mümkünse giriş ve çıkışlar ortak bir rüzgarlığa (ara bölüm) açılmalı ve bu ara bölümün klimatizasyonu ayrı düşünülmalıdır. Giriş bölümünden gelebilecek soğuk havayı kırmanın en ideal yolu cam altlarına yapılacak alçak parapetlerin (yaklaşık 30 cm.) altına radyatörler monte etmektir.

İklim koşulları nispeten daha elverişli (özellikle güney bölgelerde) yerlerde klima cihazlarının heat pump ısıtma sistemi olanları tercih edilebilir. Heat pump ısıtma verimi ve kapasitesi (C.O.P.) dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Dış hava sıcaklıkları düştükçe cihazın ısıtma kapasitesi ve verimi (C.O.P.) düşer, işletme maliyeti yükselir. Özellikle ılıman iklime sahip olmayan bölgelerde heat pump ısıtma sistemi kullanımında yardımcı olarak elektrikli ısıtıcılar kullanılmalıdır. Elektrikli ısıtıcıların kullanımı işletme maliyetini oldukça artırır.

Bu tip bölgelerde ısıtma sistemi gaz (doğal gaz veya LPG) ile, soğutma sistemi elektrikle çalışan sistemler tercih edilmelidir. Kullanılacak paket cihazların kademeli olması özellikle insan yoğunluğunun az olduğu gün ve mevsim geçişlerinde konfor ve işletme ekonomisi sağlar. Kullanılacak paket cihazlar atmosfer şartlarına dayanıklı olmalı ve paslanmamalıdır. Cihazların kasaları su geçirimsiz



Şekil 14.15. SOĞUK VİTRİN BÖLGESİNDE DÖŞEME ALTI KANAL TAVSİYE EDİLİR

olmalıdır.

Taze Hava Miktarı

Süper marketlerde taze hava miktarları insan yoğunluğuna göre belirlenir. Ortalama taze hava miktarları aşağıda verilmiştir.

Süpermarket Özelliği	İnsan Sayısı (Kişi/100 m ²)	Taze Hava (m ³ /h.kişi)
Yapı ürünleri süpermarketleri	8-12	20-30
Gıda ürünleri süpermarketleri	20-30	20-30

Cihaz taze hava bağlantıları %100 taze hava alacak şekilde dizayn edilmeli, özellikle mevsim geçişlerinde cihaz %100 taze hava ile çalıştırılarak işletme maliyetinin düşmesi sağlanmalıdır. Taze hava miktarları bazı literatürde 1-1,5 hava değişimi olarak da geçer, ancak doğru olanı insan sayısına göre yapılan hesaplardır.

14.4.3. Departman Mağazaları

Bu bölümde tek veya çok katlı bir yapı içinde farklı departmanlardan oluşan bir sistem ele alınmıştır. Yiyecekten giyim eşyasına ve ev eşyalarına kadar çeşitli malların olduğu bu sistemlerde her bölüm farklı karakterdedir. Genellikle ısıtma, soğutma ve havalandırma hep havalı bir klima sistemi ile gerçekleştirilir. Bu sistem için çeşitli bölümlerin karakteristik yükleri **Tablo 14.16'de** verilmiştir. Genel ortalama olarak üflenen hava miktarı 16 m³/m².h alınabilir. Kişi başına gerekli dış hava miktarı ise 20 m³/kişi verilebilir. Isıtma ve soğutma amacı ile aynı klima santrali ve hava dağıtım sistemi kullanılır. Isıtma açısından en kritik bölge giriş bölgesidir. Burada kapılar ve geniş cam yüzeyler bulunur. Birçok mağazada girişte ara geçiş bölgesi uygulaması yapılmaktadır. Çift kapı sayesinde yaratılan bu ara geçiş bölgesinde ayrı bir ısıtma uygulanır. Böylece dışarıdan soğuk havanın doğrudan içeri girmesi önlenir. Soğuk girişin önlenmesi için bir başka yöntem kapılara sıcak hava perdesi uygulanması veya radyant ısıtıcılarla ısıtılmasıdır. Geniş camlı ön yüzde radyatör veya konvektörle ayrı bir yardımcı ısıtma da yapılmalıdır. Departman mağaza uygulamalarında genellikle hava soğutmalı kondens üniteleri kullanılır. Eğer çoğu zaman olduğu gibi süper-

market tek katlı ve yaygınca çatı üstü klima ve havalandırma üniteleri kullanılmalıdır. Böylece birden çok sayıda çatı üstü ünite ile farklı karakterde bölgeleri, ayrı bağımsız ünitelerle beslemek mümkün olmaktadır. Bu durumda kanal sistemi de göreceli olarak kısa olacaktır. Bu hava soğutmalı klima ve havalandırma sistemlerinde, "Free Cooling" özelliği yani uygun zamanlarda %100 dış hava ile çalışma kabiliyeti aranmalıdır. Böylece gece saatlerinde ve ara mevsimlerde dış havanın uygun olduğu zamanlarda soğutma ünitesi çalışmadan %100 dış hava ile yapılan soğutma sonucu mağazada depolanan soğuk, pik yük dönemlerinde kullanılabilir. Hava dağıtımında genellikle mağazanın ön tarafında yoğunlaşan yük dikkate alınmalıdır. Sistem toplam havasının yaklaşık %60'ı mağazanın yaklaşık 1/3'lük ön alanına beslemek durumundadır.

Süpermarketlerde olduğu gibi soğuk vitrin bölgelerinde, soğuk havanın döşeme seviyesinde çöküp kalması önlenmelidir. Yerel soğuk havanın sirküle edilmesi gerekir. Bu amaçla dönüş havasının döşeme seviyesinde emilmesi büyük önem taşır. Dönüş menfezleri özellikle soğutucu vitrinlerin bulunduğu bölgelerde yerleştirilmelidir.

Egzoz Sistemi

Süper marketlerde ve departman mağazalarında ortam sürekli pozitif basınçta tutulur, bu nedenle özel bölümler hariç ortamdaki egzoz yapılmaz. Özellikle et reyonlarının, sebze reyonlarının, cafelerin, özel pişirme fırınlarının bulunduğu mahallerden kısmi egzozlar yapılmalıdır. Ortamdaki pozitif halde bulunan havanın özel panjur veya menfezler ile mal giriş bölümü ya da malzeme deposuna kaçması sağlanabilir. Bu tip uygulamalarda mutlaka ara geçişlerde yangın damperleri kullanılmalıdır.

Kanal Dizaynı

Özellikle yüksek tavanlı, asma tavan yapılmayan mahallerde kanallar açıktan geçiriliyor ise bu kanallara dıştan izolasyon yapılmalıdır. Kanallara içten izolasyon yapılmamalıdır. Zamanla izolasyon yapışkanlarında meydana gelebilecek açılmalar kanalları tıkayarak hava geçişini zorlaştırabilir. Ayrıca içten izolasyonlu sistemlerde izolasyon malzemeleri ses ve pislik kaynağı olabilirler. Bu tip sistemlerde sızdırmaz dairesel kesitli kanallar tercih edilmelidir. Bu kanallarda hava kaçakları önlediği gibi, hızlı montaj ve estetik gö-

Departman	Oda Sıcaklığı		Kişi Yoğunluğu	İç Yükler		Max. Soğutma Yüğü	Üfleme Hava Sıcaklığı		Üfleme Hava Miktarı	Max. Egzoz Hava Sıcaklığı
	Yaz	Kış		Aydınlatma	İnsan		Kış	Yaz		
	°C	°C	Kişi/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	°C	°C	m ³ /m ² h	m ³ /m ² h
Tekstil, ev eşyaları vs.	19 - 22	22 - 26	0.3	20	32	52	12	12 - 16	16	10
Mobilya	19 - 22	22 - 26	0.1	20	11	31	12	12 - 16	9	6
Avize, lamba	22 - 24	22 - 28	0.3	200	32	232	12	12 - 16	69	69
Radyo, televizyon	22 - 24	22 - 28	0.3	100	32	132	12	12 - 16	39	39
Yiyecek	18 - 20	20 - 22	0.3	20	32	52	12	12 - 16	16	16
Lokanta, kafeterya	21 - 23	22 - 26	0.5	20	53	73	12	12 - 16	22	22

Tablo 14.16. ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ İÇİN KLİMA - HAVALANDIRMA VERİLERİ

rünüm gibi avantajlar da elde edilir.

Yüksek tavan kotlu uygulamalarda cihaza dönüş havası yer kotundan toplanmalıdır. Mümkün değilse üfleme sistemlerinde özellikle sıcak havayı yer kotuna indirecek ve by-pass'ı önleyecek jet difüzörler kullanılmalıdır. Hava atışlarında yüksek rafların konumları büyük önem taşır. Hava bu rafların üzerine atılmamalıdır. Jet difüzörlerden çıkış hızları yüksek seçilebilir, ancak bu hava hızları insanların dolaştıkları ortamlarda 0,5 m/s seviyelerinde tutulması gerekir.

Şekil 14.17'de arka arkaya 5 pafta halinde bir süper market klima projesi hava kanalları ve cihaz yerleşimi planları verilmiştir. Yapıya ait çatı, zemin, 1. bodrum, 2. bodrum ve 3. bodrum planları görülmektedir. Her kat 1805 veya 1960 m² olup, toplam yapı 7530 m²'dir. Kat yüksekliği 3,5 metre olup, asma tavan yüksekliği 50 cm.'dir.

Süpermarket Uygulama Notları

1. Çatıda dış ortamda kullanılan klima santrallerinin mutlaka dış ortam etkilerinden etkilenmeyecek yapıda olması gerekir. Dış gövde yağmur, rüzgar gibi etkilere karşı tamamen sızdırmaz olmalıdır. Hava kaçağı, içine su alma gibi riskleri taşımamalıdır. Ayrıca santralin kardan etkilenmemesi için kendi üzerinde çatısı olmalıdır.
2. Çatıya konan santralin kanal bağlantıları cihazın altından yapılmalıdır. Dış ortamdaki giden kanallarda her ne kadar izolasyon ve izolasyon kılıfı da yapılırsa, kanalı dış etkilerden korumak çok zordur.
3. Klima santralleri çift devirli fanlı, çift serpantinli ve çift kondenserli olmalıdır ki, fan düşük devirde çalıştığında serpantinde donma vs. olmasın. Çünkü bu tür binalarda insan yükü çok değişkendir.
4. Taze hava oranı bu tip uygulamalarda %25-30 mertebelerinde olmalıdır.
5. Market hacmi ile diğer hacimler arasında, pozitif basınçtaki ortamdaki hava transferi için transfer merkezleri kullanılıyorsa, arkalarında yangın damperi kullanılmalıdır.
6. Özellikle insanların yoğun olduğu kasaların bulunduğu ön tarafta fazla hava üfleme gereklidir.
7. Menfez yerleşimi yaparken yüksek dolaplara dikkat etmeli, bunların üstüne hava üflenmemelidir. Menfez yerleri yürüyüş koridorlarının üstüne gelecek şekilde projelendirilmelidir.
8. Markete açılan bütün kapılarda sıcak hava perdesi kullanılmalıdır. Bu hem ısı kaçağını engeller, hem de sinek gibi uçan haşerelerin girişini engeller.
9. Kasalardaki klimatizasyonda müşteri isteği mi, kasiyer isteği mi dikkate alınacağı işverenle mutlaka görüşülmelidir.
10. Ortamda mutlaka artı basınç yaratılmalıdır. Böylece dışarıdan içeri hava girmesi engellenmelidir. Aksi halde kasiyerler hasta olmaktadır.
11. Et reyonu, balık reyonu, fırın bölümü gibi bölgelerin ayrı %100 taze havalı klima cihazları olmalıdır ve bu bölümlerden mutlaka egzoz yapılmalıdır.
12. Çatı tipi mutfak aspiratörleri, hava atışı dikine tipte olanlardan seçilmelidir. Hava atışı yandan olanlarda egzoz havası çatı ve teras yüzeyine çarparak burada yağ filmi oluşturmaktadır. Bu

ise, aspiratörlere servis veren kişilerin kayıp düşmesine ve yaralanmasına neden olmaktadır.

14.4.4. Büyük Alışveriş Merkezleri

Bu tip yapılar bir mol hacmi ile buna bağlı çok sayıda dükkândan oluşur. Mol hacimleri merkezi bir sistemle iklimlendirilirken, dükkânlar ayrı bir sistem ile bağımsız veya müşterek iklimlendirilir. Mol hacimleri mal sahibi tarafından işletilirken, dükkânlar kiralık veya satılık olabilir. Dolayısı ile dükkânlardaki tesisatın işletme maliyetinin paylaşımı ve dükkânların satış veya kiralama politikası, sistem dizaynında başlangıçta ele alınması gerekli önemli konulardır. Mol hacimleri genellikle sabit debili merkezi santrallerle beslenir. Sistemin mimari projelendirilmesinde mümkün olduğu kadar aynı karakterdeki dükkânlar bir araya toplanmalıdır.

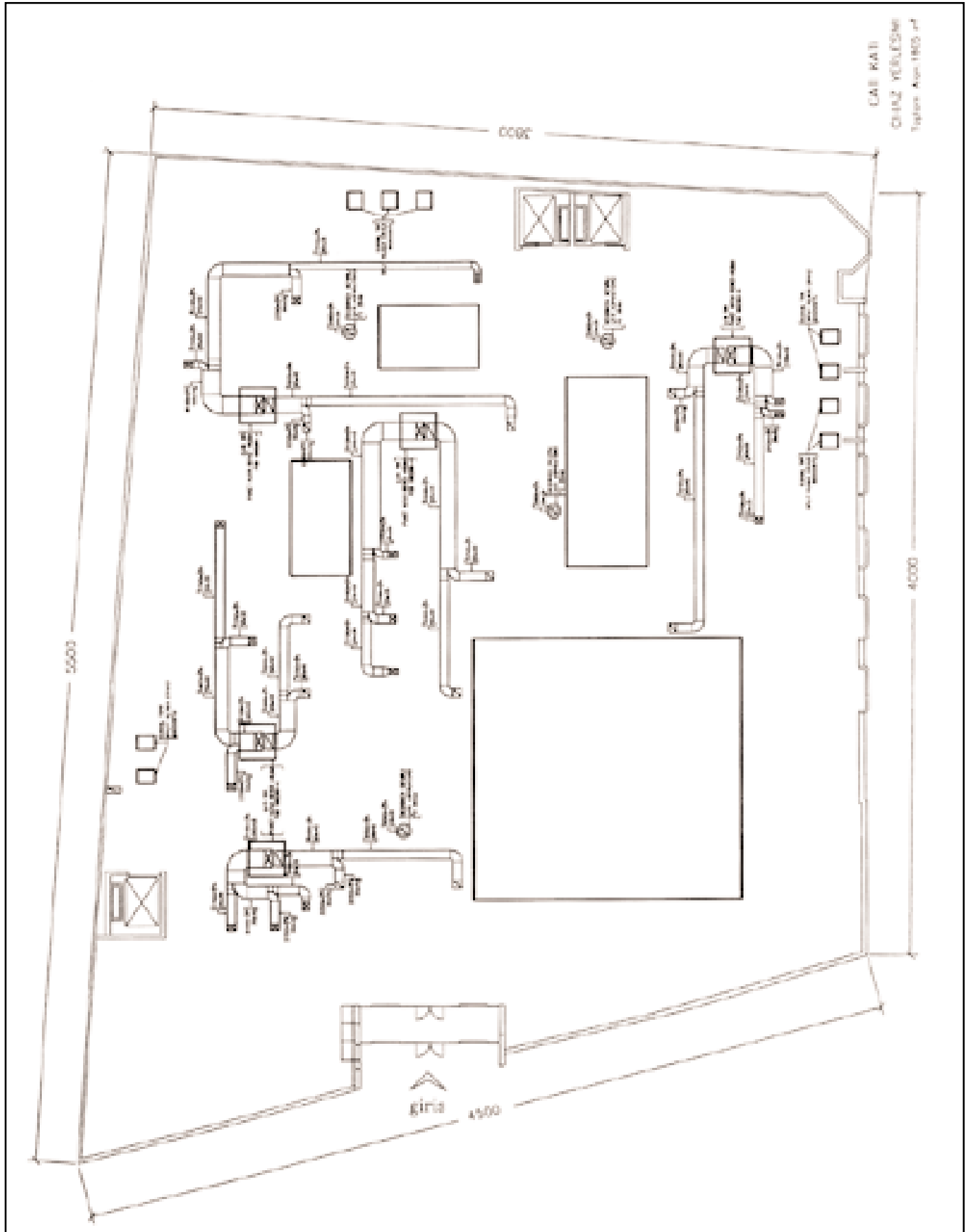
Özellikle yiyecek-içecek alanları, (fast food, lokanta, kafeterya gibi) bir arada toplanmalıdır. Bu alanlar özel olarak ele alınıp projelendirilmelidir. Bu bölgelerde koku ve duman kontrolü, dış hava ihtiyacı, mutfak egzozu, ısının yerinde yakalanması ve soğutma ekipmanlarının ihtiyaçları gibi özel çözüm gerektiren sorunlar vardır. Bu bölgenin ayrı bağımsız bir egzoz sistemi ile egzoz edilmesi de uygulanan çözümler arasındadır. Mol bölgesi genellikle yıl boyu soğutulmak durumundadır.

Dükkânlar için ise merkezi V.A.V. sistemleri en çok kullanılan çözümdür. Her dükkân için ayrı bir V.A.V. kutusu kullanılır. Merkezi santralde 16 °C gibi sabit bir sıcaklıkta üretilen hava, V.A.V. kutusunda farklı hacimlere farklı debide verilerek farklı soğutma yükleri karşılanır. Eğer dükkânların dışa bakan cepheleri yoksa ve tamamen mol hacmine bakıyorsa, buraları için de yaz kış soğutma gerekecektir.

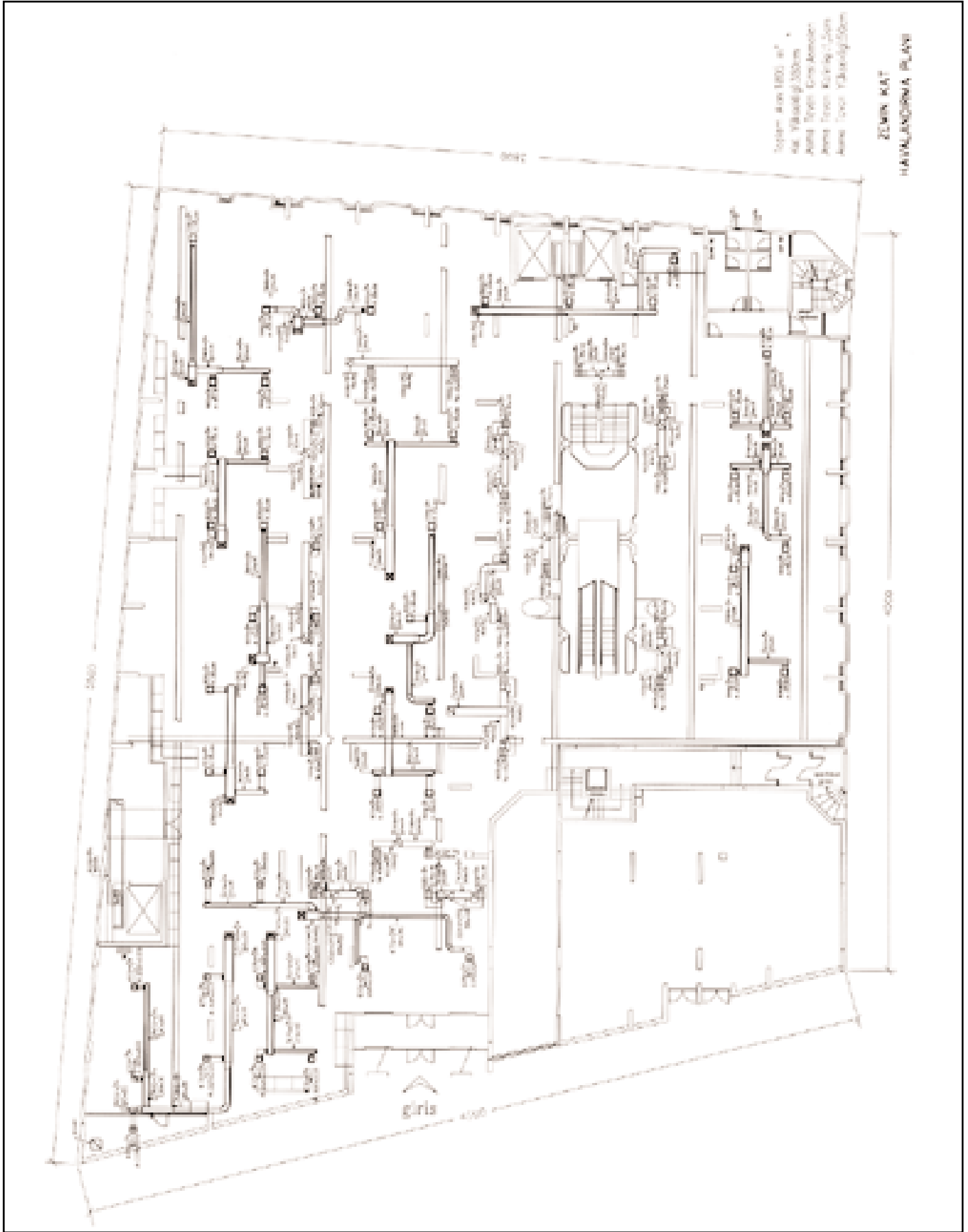
V.A.V. kutularında ısıtıcı serpantinler yardımı ile reheat yapılabilir. Böylece bir hacimde ısıtma yapılırken, diğer hacimde aynı anda soğutma yapılabilir. Ancak uygulamada dışa bakmayan dükkânlarda reheat olayı çok ender olarak gerçekleşmektedir.

Bu bakımdan V.A.V. kutularında reheat özelliği dikkatle değerlendirilmelidir. Dükkânlarda ısıtma ihtiyacı V.A.V. kutularındaki ısıtıcılarla veya ilave sıcak sulu ısıtma sistemleri ile karşılanabilir.

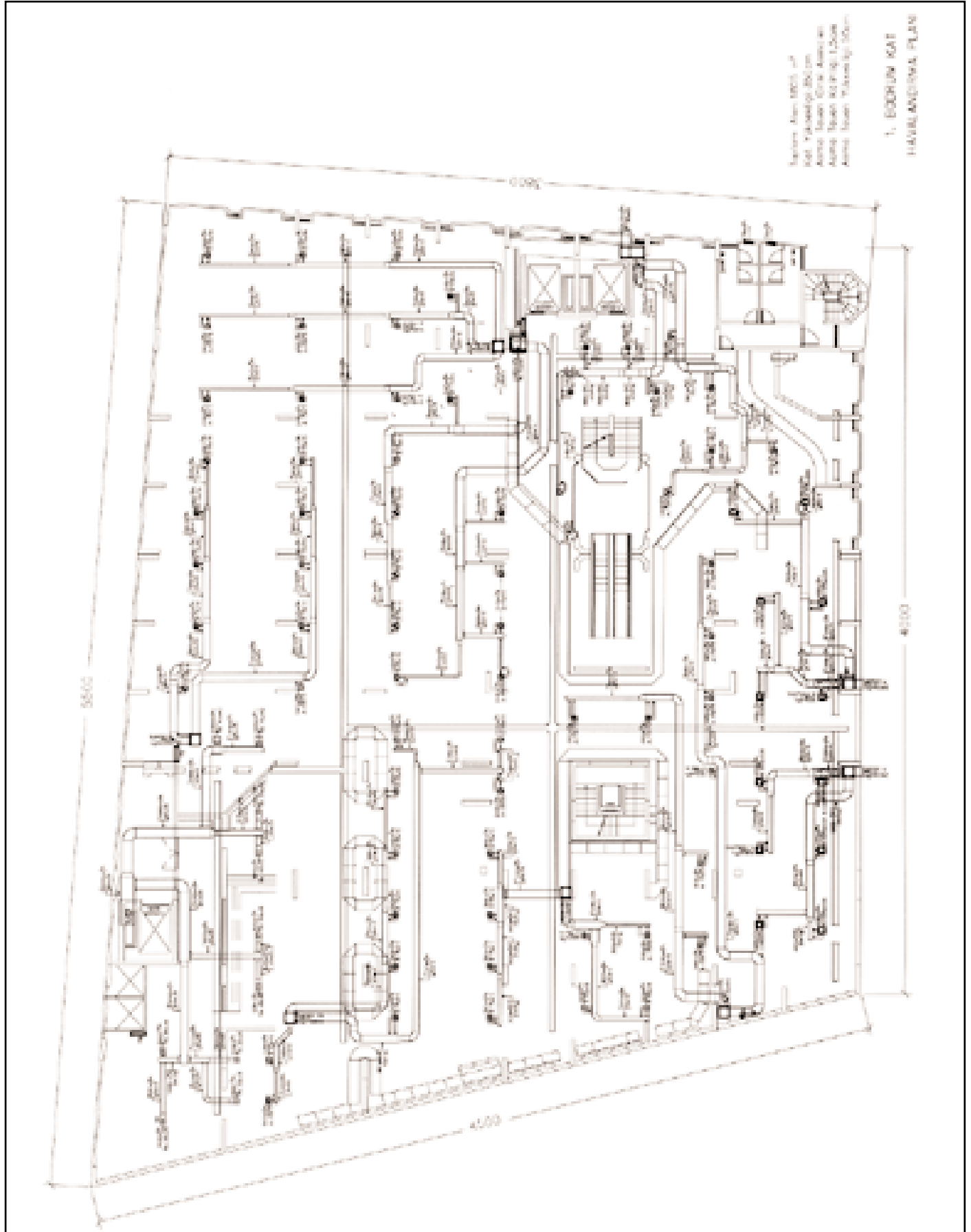
Alışveriş merkezlerinde yıl boyu soğutma ihtiyacının olması nedeniyle, ısı ekonomisi önlemlerine dikkat edilmeli ve free cooling imkânı olan santraller seçilmelidir. Mol hacminde dış atmosfere göre daha yüksek veya nötr bir basınç oluşturulmalıdır. Sadece yiyecek bölgesi ve eğer varsa koku kontrolü gereken bölgelerde negatif basınç oluşturulur. Bu tür bölgelerin bağımsız egzoz sistemi olmalı ve bu bölgelerin havası ortak dönüş havasına karıştırılmamalıdır. Duman kontrolü için havalandırma sisteminde gerekli önlemler alınmış olmalıdır. Bu tür merkezlerde, genellikle bulunan, atriyum hacimlerinin havalandırılması için ilgili bölüme bakınız. Özel klima isteyen tatbikat yerlerinin kesin tespiti gerekir. Çarşı girişi kapılarına sıcak hava perdesi yapılmalıdır. Dükkânların veya gezi alanlarının egzoz havası garaj katlarına basılıp, egzoz garajdan yapılabilir. Bu şekilde garaj katlarındaki konfor yaklaşık olarak sıfır maliyet ile gerçekleşir. Ancak bu tip uygulamalarda yangın sırasında duman kontrolüne dikkat edilmeli ve yangında oluşan dumanın garaja basılması önlenmelidir.



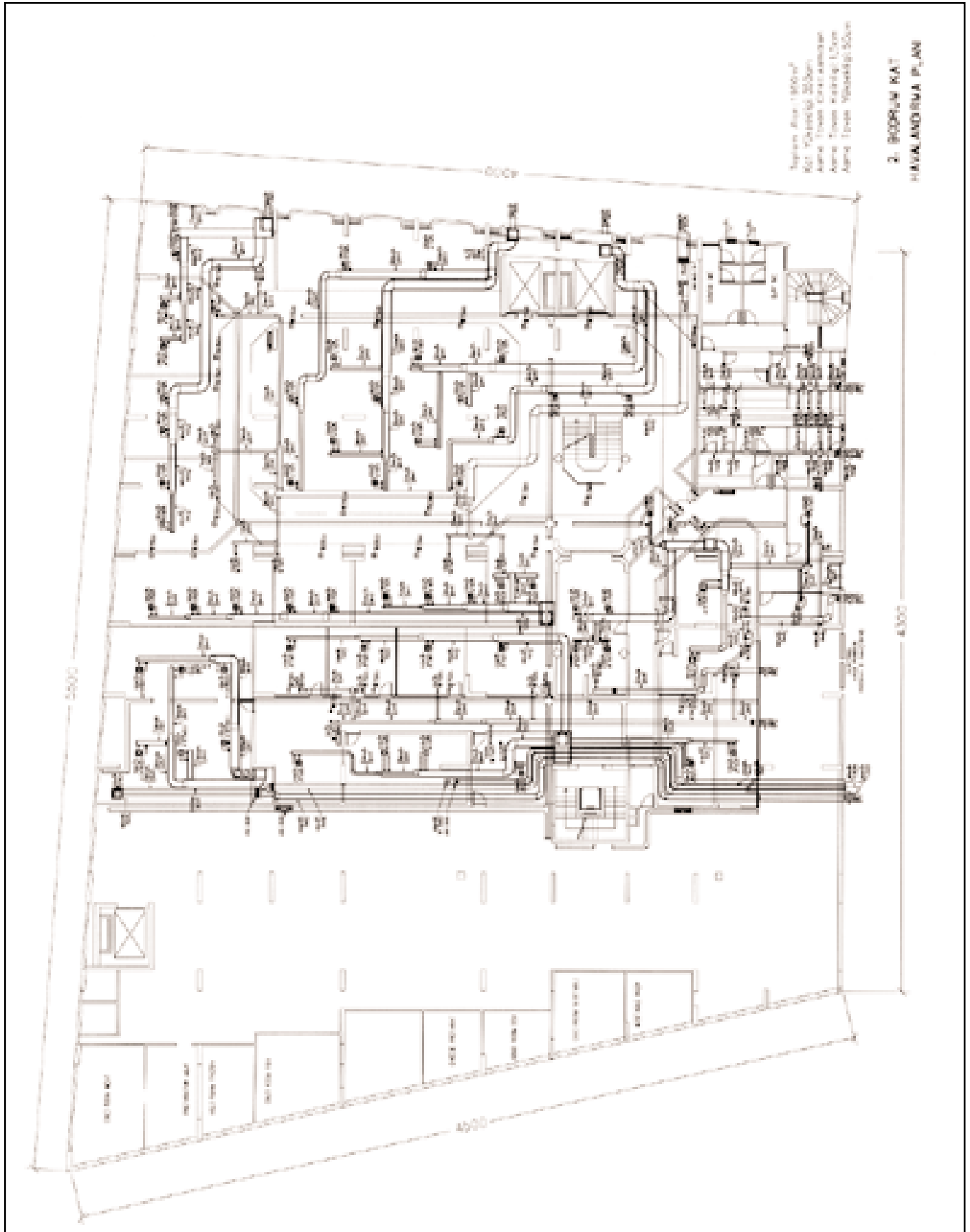
Şekil 14.17.A. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ



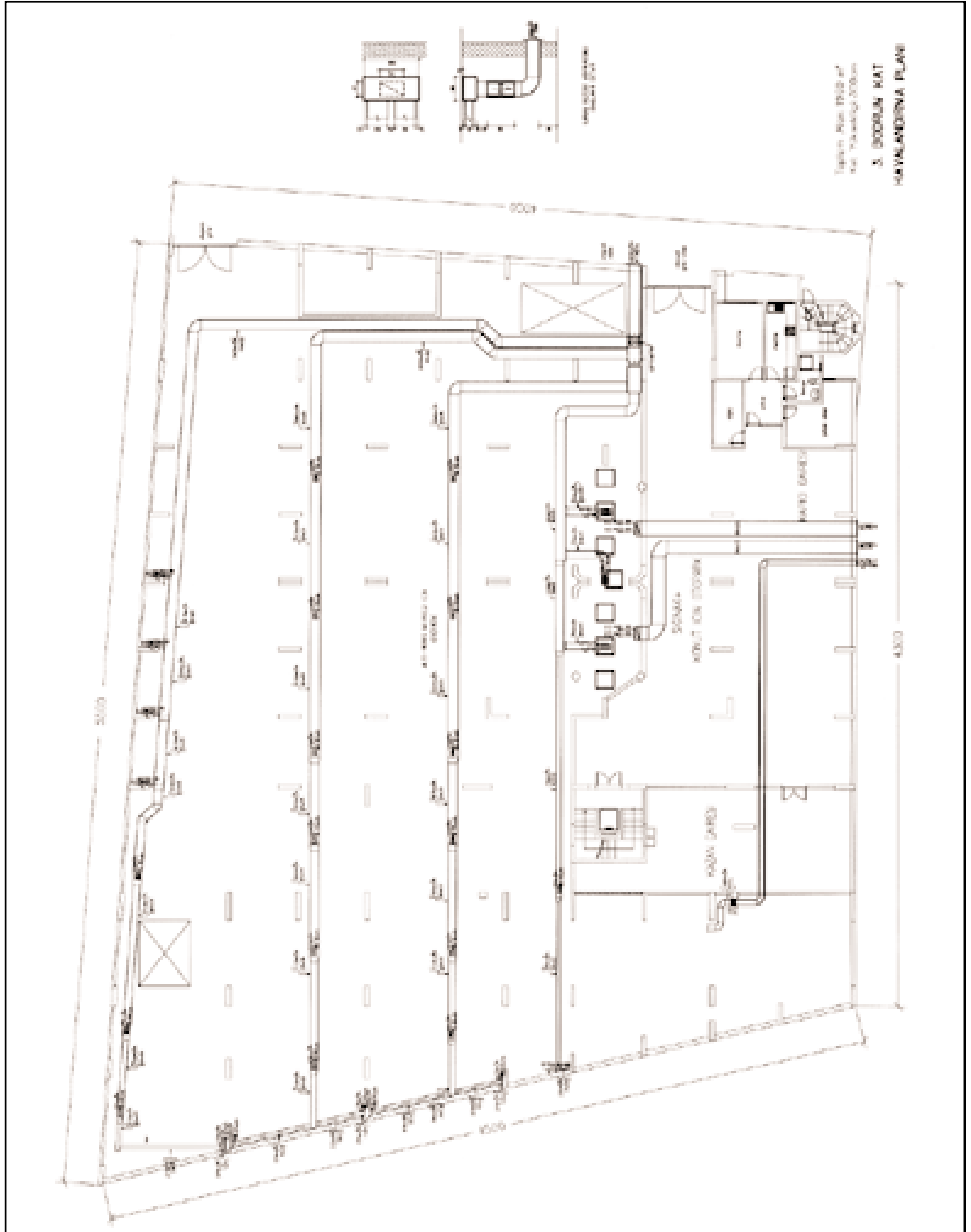
Şekil 14.17.B. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ (devam)



Şekil 14.17.C. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ (devam)



Şekil 14.17.D. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ (devam)



Şekil 14.18'de bir çarşı binası klima projesi kat planı görülmektedir. Bu binada dükkanlarda klima sistemi olarak VAV kullanılmıştır. Santralda şartlandırılan soğuk hava kanallarla planda görülen VAV kutularına, bu kutulardan da fleksibil kanalla lineer difüzörlere ulaşmakta, buralardan istenen miktarda dükkanlara üflenmektedir. Dönüş+egzoz havası ise asma tavan içinden emiş menfezleri ve dönüş kanalları ile toplanmaktadır. VAV kutularında reheat için sıcak su kullanılmaktadır.

14.5. ATRİUMLAR

Üzeri kapalı geniş avlu olarak atrium ilk kez Roma mimarisinde ortaya çıkmıştır. Modern mimaride ise atrium özellikle büyük alışveriş merkezlerinde, otellerde, terminallerde, spor komplekslerinde, endüstriyel yapılarda ve iş merkezlerinde çok kullanılan bir eleman haline gelmiştir. Atrium çözümleri büyüklük, geometri ve fonksiyon olarak çok değişik olabilmektedir. Bu bölümde ancak genel prensipler üzerinde durulacaktır. Özel çözümler tamamen mimarın ve mekanik tasarımcının seçimine bağlıdır. Yani atrium için üniversal bir mekanik sistem çözümü önerilemez, ancak tasarımcı çeşitli olanakları değerlendirerek özel çözümü kendisi üretir. Atrium tasarımında en önemli görev mimara düşmektedir. Atriumun oryantasyonu ve geometrisinde alınabilecek önlemlerle, atriumu kapatan cam yüzeylerin ve çevre duvar yüzeyleri malzemesinin uygun seçimi ile pasif olarak güneşten ısıtmada yararlanmak mümkündür. Yine aynı elemanlarla oynayarak yazın serinletme imkânları veya soğutma yükü indirimleri sağlanabilir. Burada mimari ile ilgili pasif önlemler üzerinde durulmayacaktır. Ayrıca atriumda yangından koruma üzerinde ilgili bölümde durulduğundan, burada anlatılmayacaktır.

14.5.1. Havada Sıcaklık Tabakalaşması ve Baca Etkisi

Atriumlarda büyük yüksekliklere ve tepeden alınan güneş radyasyonuna bağlı olarak düşey doğrultuda önemli sıcaklık farkları oluşur. Yazın bu düşey doğrultudaki fark 10-15 °C değerlerine kadar yükselebilmektedir. Ayrıca sıcaklık gradyanı da geometriye bağlı olarak farklı olmaktadır. Özellikle dar ve uzun atriumlarda iki farklı belirgin sıcaklık gradyanı ve buradan hareketle, iki farklı bölge tanımlamak mümkündür. Bu sıcaklık gradyanı kış aylarında daha azalmakta, hatta çok soğuk dış hava sıcaklıklarında ve tek camlı uygulamalarda en yukarıda bir ters gradyan bile oluşabilmektedir. Bu durumda yoğunlaşmanın önlenmesi için özel önlem alınması gerekir. Bu sıcaklık gradyanı iyi değerlendirildiğinde bazı uygulamalarda avantaj olarak da kullanılabilir. Bu sıcaklık tabakalaşmasını göz önüne alarak atrium hacmi düşey doğrultuda iki bölgeye ayrılabilir. Üst bölge güneş radyasyonundan etkilenmektedir ve sıcaklıklarda gün boyunca büyük değişimler meydana gelir. Alt bölge ise güneşten fazla etkilenmez ve daha stabil bir sıcaklık değerine sahiptir. Öte yandan yangından koruma bölümünde daha fazla üzerinde durulduğu gibi, atriumda yüksekliğine bağlı olarak çok kuvvetli bir baca etkisi vardır. Kışın alt katlardaki sıcak hava yükselerek üst katlardaki açıklıklardan dışarı çıkmaya çalışır ve yükseklik boyunca bir basınç gradyanı oluşur. Alt katlarda vakum, üst katlarda da artı basınç söz konusudur. Yazın ise dış ve iç sıcaklıklara bağlı olarak ters bir ba-

sınç gradyanı oluşabilir. Doğal havalandırma ile ilgili olarak değerlendirilebilecek bir başka kuvvet ise rüzgâr basıncıdır. Özellikle üst kotlardaki uygun açıklıklarda rüzgâr basıncından yararlanarak önemli ölçüde doğal havalandırma yapılabilir.

14.5.2. HVAC Sistemi

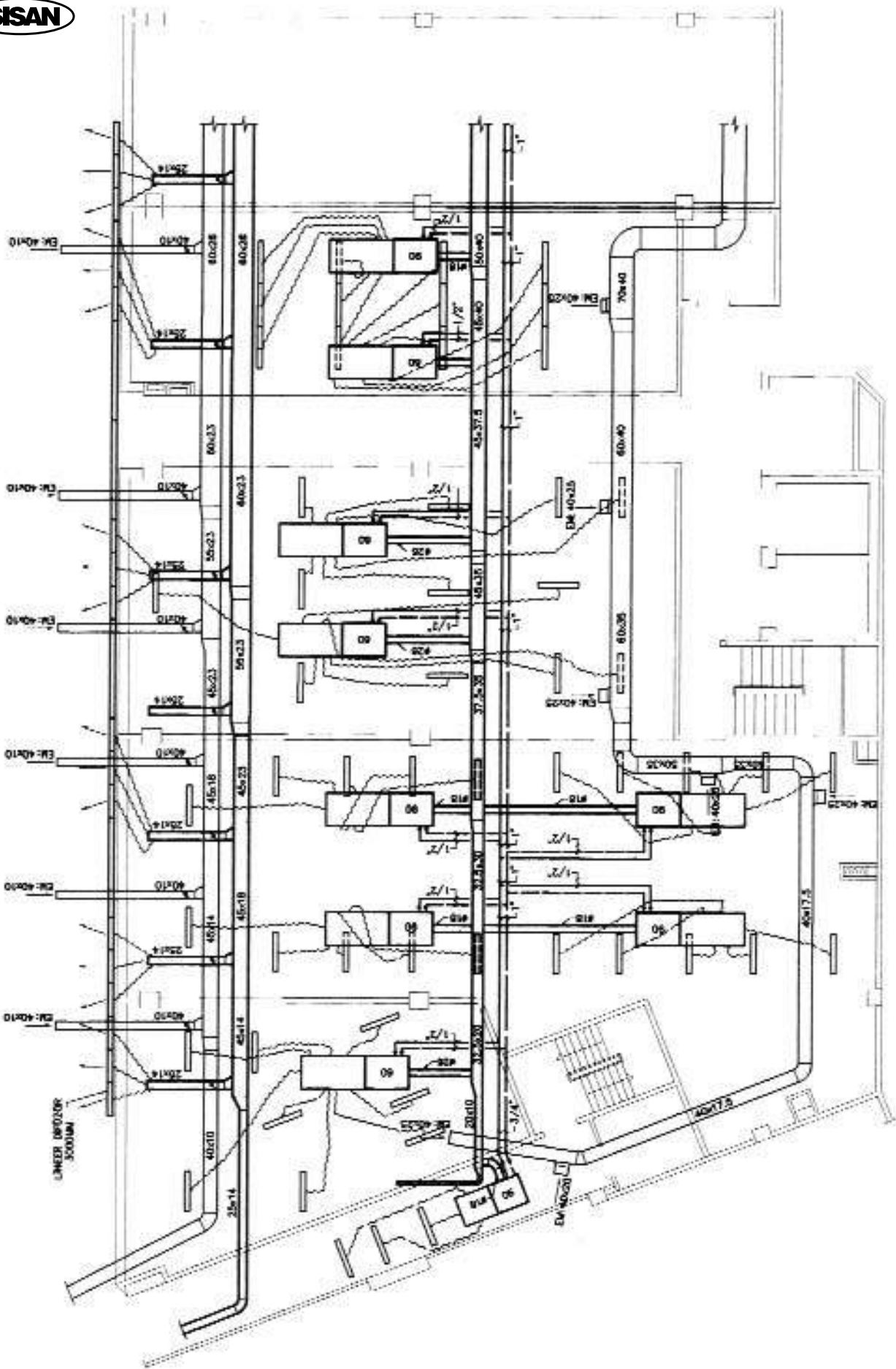
Atriumu ve bunu çevreleyen yapıları farklı zonlar olarak değerlendirmek gerekir. Günümüz uygulamalarında atriumda yaşanılmayan üst kotlar için aktif klimatizasyon düşünülmektedir. Ancak çevreleyen yapıların klimatizasyonu atriumla birlikte çözümlenmeli ve atrium şartlarının belirli sınırları aşmaması için gerekli kontrol elemanları temin edilmelidir. Şunu da unutmamak gerekir ki, atriumda insanlar sürekli kalmadıklarından, konfor şartları çok daha geniş aralıkta değişir.

Eğer atrium bir dönüş havası plenumu gibi kullanılmıyorsa, atriumlu yapılar için V.A.V. sistemleri en uygun çözümdür. Bu tip yapılarda geniş yük değişimleri ve bazen aynı anda ısıtma ve soğutma talepleri oluşabilmektedir. Ayrıca atriuma komşu hacimlerde çok farklı enerji talepleri varsa, merkezi tek sistem yerine çok merkezli yaygın sistemler kullanılabilir. Atriuma açılan zonlardan oluşan bir sistemde, zonlara sadece besleme havası temin etmek, dönüş havasını ise atrium üst kotlarından almak mümkündür. Bu durumda atrium bir dönüş havası plenumu gibi kullanılmış olur. Ancak bu sistemin dezavantajları vardır. Öncelikle farklı kaynaklardan emilen havaların karışması, koku ve diğer kirleticiler açısından bir iç hava sorunu yaratır. İkincisi atriuma yakın bölgelerde daha fazla resirkülasyon olur. Ayrıca kanal yerleşimi için uygun yer olmayabilir. Bunun alternatifi olan sistemde ise atriuma komşu veya bağlı zonları kendi besleme ve dönüş kanalları ile tesis etmek, atriumu bağımsız çözümdür. Atriumun bağımsız çözümünde havanın alt kotlardan yaşam mahallerine beslenmesi ve üst kotlardan toplanması genellikle tercih edilen çözümdür. Besleme havası ortamda bulunan insanlar ve bitkiler üzerine doğrudan gelmemelidir. Atrium tepe camının özel cam olması, çift cam olması, içten veya dıştan özel gölgeleme elemanları kullanılması enerji tasarrufu açısından mutlaka dikkate alınması gerekli hususlardır.

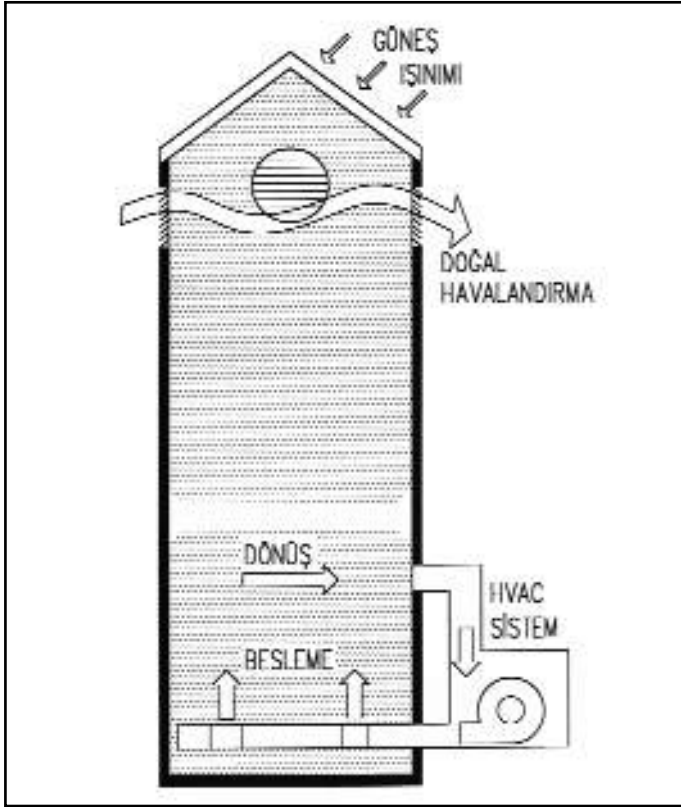
14.5.3. Atrium Havalandırması

Atriumu alt ve üst olarak fiktif iki bölgeye ayırmak çoğu zaman yararlıdır. Bu durumda tavsiye edilen havalandırma sistemleri alternatifleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

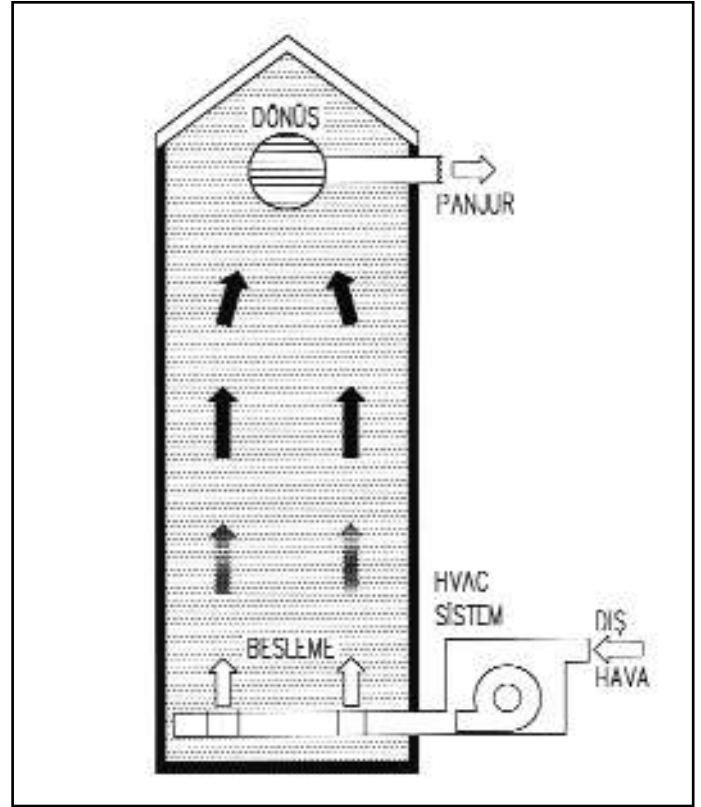
- 1- Yaz çalışmasında **Şekil 14.19'da** olduğu gibi alt yaşanan zon mekanik bir sistemle şartlandırırken, üst bölgeyi kontrollu olarak açılabilen açıklıklardan doğal olarak sadece havalandırmak. Burada sadece özellikle etkili olan rüzgâr kuvvetleridir. Aynı işlemi fan kullanmak suretiyle cebri olarak da gerçekleştirmek mümkündür. Ayrıca yangın halinde duman kontrolü için bir egzoz sistemi öngörülmüşse bu egzoz fanları da yazın havalandırma amacı ile kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada en az 5 m/s değerine kadar rüzgâr hızlarında doğal havalandırmanın başarı ile gerçekleştiği belirlenmiştir.
- 2- Yaz çalışmasında dış hava sıcaklıkları iç sıcaklıklardan daha düşükse ki, bu durum geceleri ve ara mevsimler için geçerlidir, bu



Şekil 14.18. ÖRNEK ÇARŞI BİNASI KLİMA PROJESİ KAT PLANI



Şekil 14.19. YAZ ÇALIŞMASI HAVALANDIRMASI



Şekil 14.20. YAZIN UYGUN KOŞULLARDA EKONOMİ ÇALIŞMASI

durumda Şekil 14.20'de görülen çalışma biçimi kullanılabilir. Bu durum bilinen free cooling uygulamasıdır. Ancak burada sıcaklık tabakalaşması nedeniyle üst seviyelerde sıcaklıkların çok daha yüksek olduğu düşünülürse, atriumda free cooling imkânı çok daha fazladır. Örneğin normal konfor klimasında dönüş havası sıcaklığı 24-28 °C iken atrium üst kot sıcaklıkları 38 °C değerlerine kadar yükselebilmektedir.

Sözü edilen bu durum nedeniyle atriumda hiçbir mekanik soğutma yapmadan, sadece tepede kontrollü olarak yaratılabilen açıklıklar yardımı ile gerçekleştirilen doğal havalandırma ile sıcaklıkları kontrol etmek mümkündür. Baca etkisi ile alt kotlardan emilen serin dış hava (kısmen bağlantılı klimatize edilen zonlardan emilen şartlandırılmış hava), bu tepedeki açıklıklardan egzoz edilir.

Bu şekilde doğal olarak havalandırılan örnek bir atriumda döşeme alanı 560 m² ve yükseklik 20 m. değerindedir. Çatı alanının brüt %10'u mertebesinde açıklık meydana getirebilmektedir. Dış sıcaklığın 14-24,5 °C arasında değişimi sırasında atrium sıcaklığı altta 26, üstte 30 °C değerinde sınırlanabilmektedir.

Dış sıcaklığın 31 °C değerine çıktığı en sıcak günde atriumda sıcaklık 32 °C ile sınırlı kalabilmektedir. Bu durum atriumda dolaşmakta olan insanlarda rahatsızlığa neden olmamaktadır.

3- Kış çalışmasında atrium HVAC sisteminin esnek olması yararlıdır. Burada üç hal söz konusu olabilir.

a. Dış sıcaklıklar, içerideki ısı ataletle ve iç kaynaklar nedeniyle önemli büyüklükteki zaman dilimlerinde ısıtmaya gerek kalmayacak kombinasyonlar oluşturabilir. Merkezi enerji yönetim sistemi yardımı ile önceden belirlenen bir strateji çerçevesinde me-

kanik ısıtma ve soğutma tamamen durdurulabilir.

b. Açık ve soğuk kış günlerinde düşey doğrultuda önemli ölçüde sıcaklık tabakalaşması meydana gelir ve sıcak hava üstte toplanır. Bu sıcak hava Şekil 14.21'deki gibi HVAC sistemine geri döndürülerek önemli ölçüde ekonomi sağlanabilir.

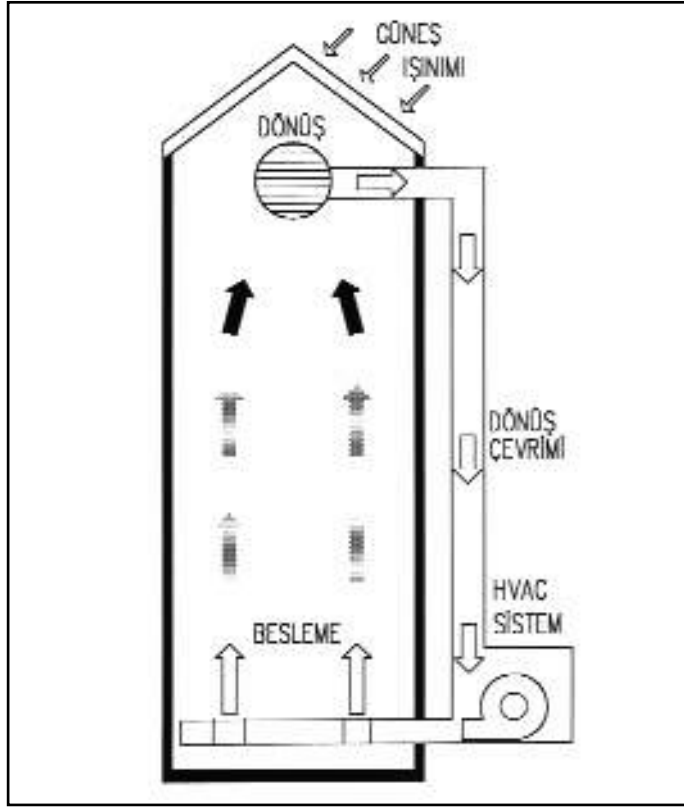
c. Kapalı ve soğuk kış günlerinde Şekil 14.22'de görülene benzer iki zonlu şartlandırma gerçekleştirilebilir. Daha duyarlı olan ve yaşanan alt zon ısıtılırken, üst zonda sadece yoğuşmayı önlemek üzere bir şartlanma gerçekleştirilir. Yaşanılmayan üst zonanın ısıtılması gerekmez.

14.6. BÜYÜK TOPLANTI, FUAR, GÖSTERİ VE SPOR SALONLARI

14.6.1. Genel

Büyük toplantı salonları genellikle yüksek tavanlıdır ve esas olarak tek büyük hacimden oluşurlar. Kullanımları sürekli değil, periyodiktir. Tasarım bu kısa süreli yoğun kullanıma göre yapılır. Bu dönemde insan yoğunluğu çok fazladır. Ancak kişi başına düşen hacim büyük olduğundan, salonda toplam hava değişimi sayısı göreceli olarak düşüktür. Enerji tasarrufu önlemlerinin sistem tasarımı ve performansı üzerine büyük bir etkisi vardır ve mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu tip yapılarda kullanım kısa süreli olduğundan, ön soğutma veya ısıtma ile pik yükleri azaltmak mümkündür. İnsan yükü hesaplanırken oturma alanı için kişi başına 0,7 – 0,9 m² alan alınabilir. Kişi başına minimum dış hava miktarı 8-30 L/s değerleri arasında de-ği-



Şekil 14.21. GÜNEŞLİ VE SOĞUK KIŞ GÜNLERİNDE EKONOMİ ÇALIŞMASI

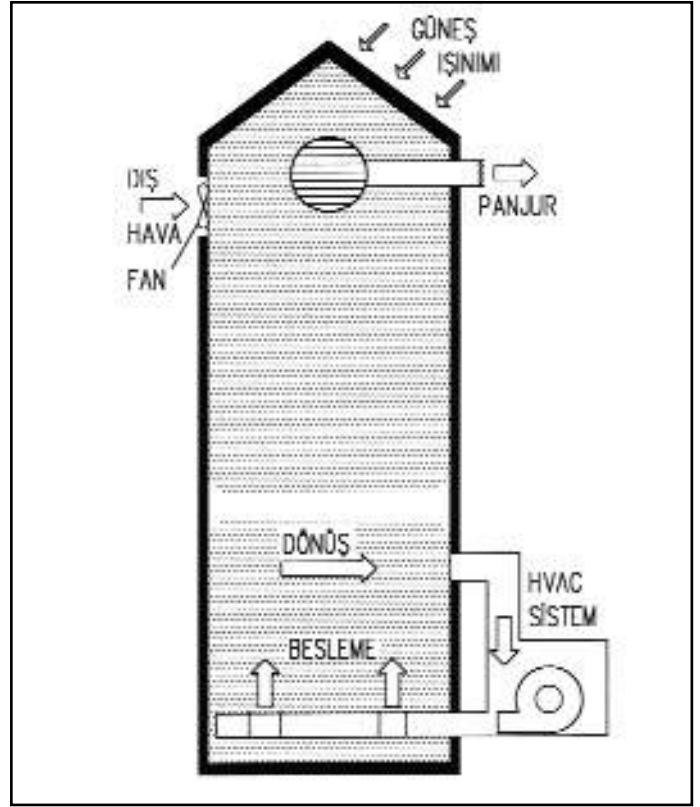
şir. Görüldüğü gibi havalandırma yükü toplam yük içerisinde önemli bir yer tutar. Enfiltrasyonun önüne geçmek üzere bu hacimler genellikle pozitif basınç altında tutulur.

Aydınlatma bu tip uygulamalarda önemli bir iç yüküdür. Salon karakterine göre değişmekle birlikte, sergi ve fuar alanı gibi yerlerde 1600 Lüks mertebesine kadar yükselebilir.

Kullanılacak filtreler eğer sigara içilmiyorsa %30-35 gibi düşük verimli olabilir. Sigara içilen hacimlerde ise filtreler ASHRAE standartlarına göre %80 verim değerine sahip olmalıdır. Ses ve titreşim kontrolü, özellikle konser salonları gibi uygulamalarda ön plana geçer ve sistem tasarımında ana parametreyi oluşturur. Bu tip uygulamalarda mutlaka bir akustik danışmanıyla birlikte çalışılmalıdır.

Bu tip büyük salon uygulamalarında sabit debili tek zonlu veya VAV tam havalı klima sistemleri kullanılır ve lobi vs. gibi yan salonlar için ayrı bağımsız santraller tavsiye edilir. Küçük toplantı salonları için paket tip hava kanallı klima cihazları ile klima tesisatı yapılması, dolu zamanı az olan binalarda esneklik ve egzoz kullanım imkanı sağlayabilir. Büyük gösteri salonları ve arenalarda giriş lobileri, koridorlar ve çevreleyen oturma alanları ayrı santrallerle beslenir. Düşük yoğunluklu radyant ısıtma iyi bir alternatiftir. Bazı büyük salonların faaliyetin karakterine göre bölünmesi söz konusudur. Bu tip uygulamalarda da her zonun ayrı kontrol edilebilmesi tercih edilir. Çok büyük salon sistemlerinde aynı salona birden fazla sayıda santralden besleme yapılabilir.

Şekil 14.23 ve 14.24 'de iki farklı toplantı salonu klima projesi verilmiştir. Her iki sistem de tamamen havalı tip klima sistemidir. Şekil 14.23'deki uygulamada besleme havası tavandan anemostatlar



Şekil 14.22. KAPALI KIŞ GÜNLERİNDE NORMAL ÇALIŞMA

ile verilirken dönüş havası tavandan, salon yan duvarlarından ve sahneden toplanmaktadır. Şekil 14.24'deki çözümde ise, besleme havası yine tavandan verilirken, dönüş havası koltuk altlarından toplanmaktadır.

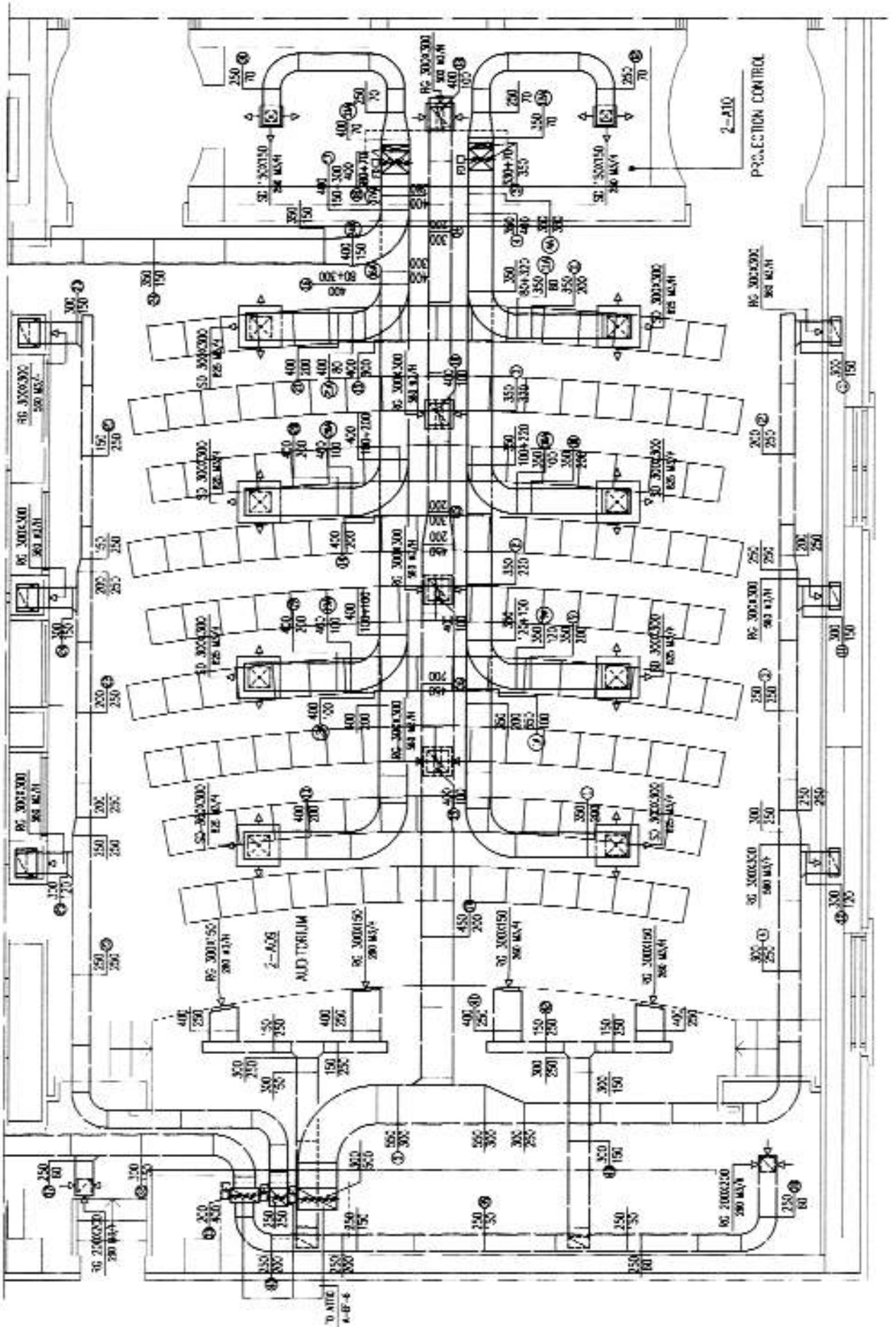
Bu salonlarda tavan yüksekliği fazla olduğu için hava katmanlaşması sık rastlanan bir problemdir. Hava dağıtımında bu konuya dikkat edilmelidir.

Büyük salonların havalandırmasında performans sırasında insanlar sürekli yerlerinde hareketsiz oturduklarından, iyi bir hava hareketi uygulamanın en önemli yönüdür.

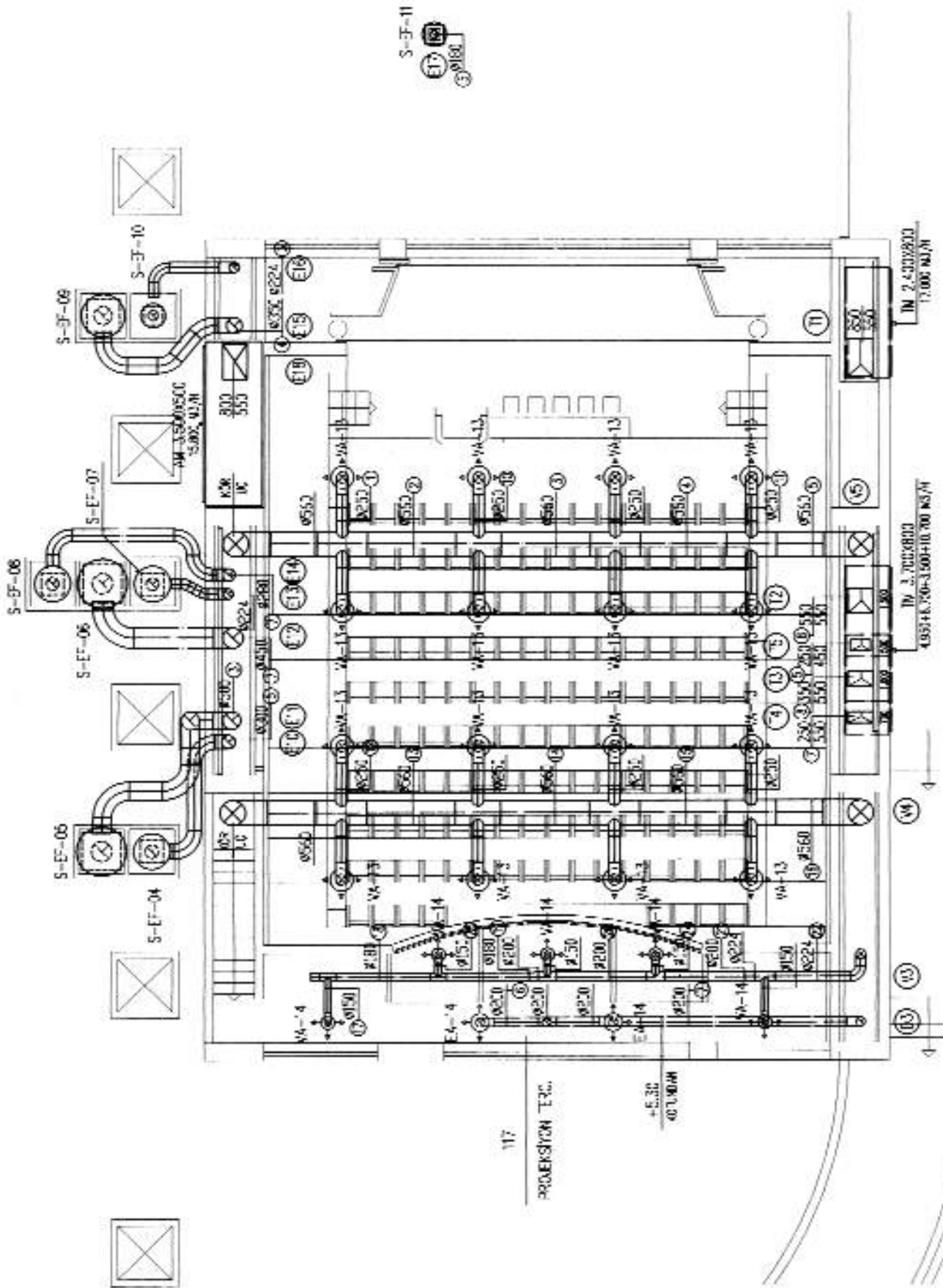
Isıtma, salona giriş bölgelerinde önemlidir. Salonda seyirciler gelmeden yapılan ön ısıtma periyodu dışında önemli değildir. Asıl üzerinde durulması gereken soğutma halidir.

Bunun için en genel uygulama, besleme havasının başüstü seviyesinden veya üst kotlardan vermek ve havayı koltuk altlarından veya oturma yerleri civarında alt kotlardan toplamak şeklindedir. Koltuk altındaki dönüş menfezlerine hız 1,4 m/s değerini aşmamalıdır. Bu hacimlerin biçimine göre bazen jet tipi 15-45 m gibi uzun atışlı difüzörlere gereksinim duyulabilir. Veya tavandan aşağı doğru üfleme yapılabilir. Bu tip uygulamalarda, hava besleme menfezlerindeki ses seviyesine dikkat edilmelidir.

Ses seviyeleri yüksek ise, tavandan aşağı üfleme yapan difüzörde ses seviyelerinin müsaade ettiği ölçüde atış yapılır. Hava hareketinin devamı dönüş menfezleri ile sağlanır. Dönüş menfezleri bütün oturma alanına dağılmış ise, üflenen soğuk veya sıcak hava bir bulut biçiminde insanların üzerinden geçerek dönüş menfezlerinden emilir. Balkon altları gibi havanın hareketsiz kalması mümkün bölgelerden de hava emişi yapılmalıdır.



Şekil 14.23. TOPLANTI SALONU KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 14.24. FARKLI BİR TOPLANTI SALONU KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ

Normal tavan difüzörleri 9 m aralıklarla sıralandığında ve iyi bir difüzör seçimi yapıldığında bir çok uygulamada olumlu sonuç almak mümkündür. Besleme menfez elemanı olarak lineer difüzörler kullanılması mimari açıdan daha çok tercih edilen çözümlerdir. Bu tip uygulamalarda kullanılan büyük kapasiteli difüzörlerde iç damper bulunmaması ses açısından önemle tavsiye edilir.

Eğer sistemde soğutma yapılmıyor ve sadece havalandırma ve/veya hava ile ısıtma yapılıyorsa, yukardakinin tersine koltuk altlarından besleme, tavan seviyesinden dönüş havası alınması yöntemi uygulanır. Eğer bazı spor salonlarında olduğu gibi seyirci yeri yoksa, tavadan difüzörlerle üfleyp, santrale en yakın duvardan üst kotlardan tek noktada emiş menfezleri ile havayı toplamak mümkündür.

14.6.2. Arenalar ve Spor Salonları

Bu salondaki faaliyetler çok çeşitli olabildiğinden ısı yükler çok değişir. Bu salonlar sadece spor karşılaşmaları için değil aynı zamanda konser, gösteri ve sergi amaçlarıyla da kullanılabilir. Bu yüzden bu sistemler çok esnek olmalıdır. Bunun için kullanılan fanlar çok kademeli olmalıdır. Böylece faaliyet cinsine göre kapasite ayarı yapılabilir. Kongre faaliyetleri, pop müzik konserleri gibi hallerde ısı konforundan çok iyi bir egzoz havalandırma birinci planda gelir. Ana salon etrafındaki yardımcı alanlar, giriş ve çıkışlarda ve aralarda çok yoğundur. Bu bölgeler için bağımsız bir havalandırma santrali ve iyi bir havalandırma gereklidir. Soyunma odalarında da klimatizasyondan çok iyi bir havalandırma gerekir. Soyunma odalarında m² başına 10-15 L/s hava gerekir. Sistemin klimatizasyonunda merkezi havalı sistemler kullanılır. Dönüş havasının bir bölümü (~%25'i) aşağıdan alınmalıdır. Egzoz tatbik edilmelidir. Bazı açık stadyumlarda, oturulan yerlerde panel ısıtma vardır.

Okulların jimnastik salonlarında olduğu gibi küçük uygulamalarda saatte 4-6 hava değişimi sağlayacak bir havalandırma yeterlidir. Isıtma ihtiyacı genellikle radyatörler veya sıcak hava üniteleri ile sağlanır. Soğutma gereksizdir. Büyük spor salonlarında ise hava değişim miktarı saatte 2-3 defa veya kişi başına 30-40 m³/h olarak hesaplanır.

Şekil 14.25'de kapalı bir spor salonuna ait havalandırma projesi verilmiştir. Hava tavadan verilip, tavadan toplanmaktadır.

14.6.3. Sinema, Tiyatro ve Konser Salonları

Sinema salonlarında genellikle günde 4-8 saat arası sürekli çalışma söz konusudur. Bu nedenle ön soğutma işlemi ilk matine hariç etkin değildir. Salonun doluluk oranı dikkate alınması gereken önemli bir parametredir. Sinemalarda ses kritik bir parametre değildir. Lobby alanları kısa zamanlarda kullanılır. Bu alanlarda 1,8-2,8 m²/kişi yoğunluk kabul edilebilir. Işık gösteri sırasında olmadığından, aydınlatma yükleri önemsizdir ve kurulu gücün %5-10'u mertebelerinde alınabilir. Sinema uygulamalarında esas problemleri hacim projeksiyon odasıdır. Bu alan üretici firma bilgilerine dayanarak özel klimatize edilmelidir. Genellikle egzoz havalandırma tekniği tercih edilir. Sinemalarda tek zonlu olarak konvansiyonel sistem tatbik edilmelidir. Fuaye ayrı bir sistemle beslenmelidir. Sinema salonları ve fuaye hacimleri ayrı cihazlarla soğutulmalı ve ayrı cihazlarla egzoz yapılmalıdır. Kış mevsiminde de soğutma ihtiyacı olacaktır. Paket tip ka-

nal tipi heat pump cihazlar ile klimatize edilebilir.

Tiyatrolar sinemalardan geniş ölçüde farklıdır. 1) Gösteriler sürekli değildir. 2) Genellikle tam yüke yakın dolarlar. 3) Lobby alanları daha organize ve uzun süreli kullanılır ve daha yoğundur. Yoğunluk 0,5 m²/kişi alınabilir. 4) Sahne aydınlatma yükü toplam soğutma yüküne ciddi bir katkı getirir ve ayrı olarak çözümlenmelidir. 5) Salonun akustiği büyük önem taşır ve özel olarak çözümlenmelidir.

Sahnede yükün %40-60 mertebelerinde oranı ışıktan kaynaklanır ve lambalar etrafında egzoz havalandırma ile bu yükün önemli bir kısmını kaynağa yakalanabilir. Ancak sahne havalandırmasında esnekliğe ve dekora olan etkilere dikkat edilmelidir. Sahne mekanik tesisatında, diğer disiplinlerle bilinçli bir koordinasyon şarttır. Şartlandırılmış hava sahneye, sahne gerisinden ve alt kotlardan verilir ve ışıklar etrafından üst kotlardan emilir. Hava hızları dekoru dalgalandırması açısından kritik bir önem taşır. Hava mümkün olduğu kadar düşük hızlarda ve geniş bir alandan çok sayıda menfezle verilmelidir. Salonda klima sistemi olarak VAV merkezi havalı sistemler tercih edilir.

Sahne ile salon sıcaklıklarının uygun biçimde dengelenmesi çok önemlidir. Eğer sahnedeki sıcaklık salona göre düşük ise, perde kalktığı zaman sahneden salona bir soğuk hava akımı olur. Bu rahatsız edici cereyan orkestra çukurunda daha da fazla hissedilir. Hava akımı aynı zamanda dekorda dalgalanmalar da yaratabilir. Bu nedenlerle sahne ısıtmasında radyant ısıtma uygun bir çözümdür. Büyük cam yüzeyleri bulunan fuayelerde ise hem yoğunlaşmayı önlemek ve hem de soğuk draftı önlemek için cam altlarından statik ısıtma yapılmalıdır. Gişe salonu ve giriş katında yerden ısıtma tavsiye edilir. Bu alanlardaki yerden ısıtma uygulamasının yerden kazanma, konfor, homojen ısınma, zeminin çabuk kuruması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır.

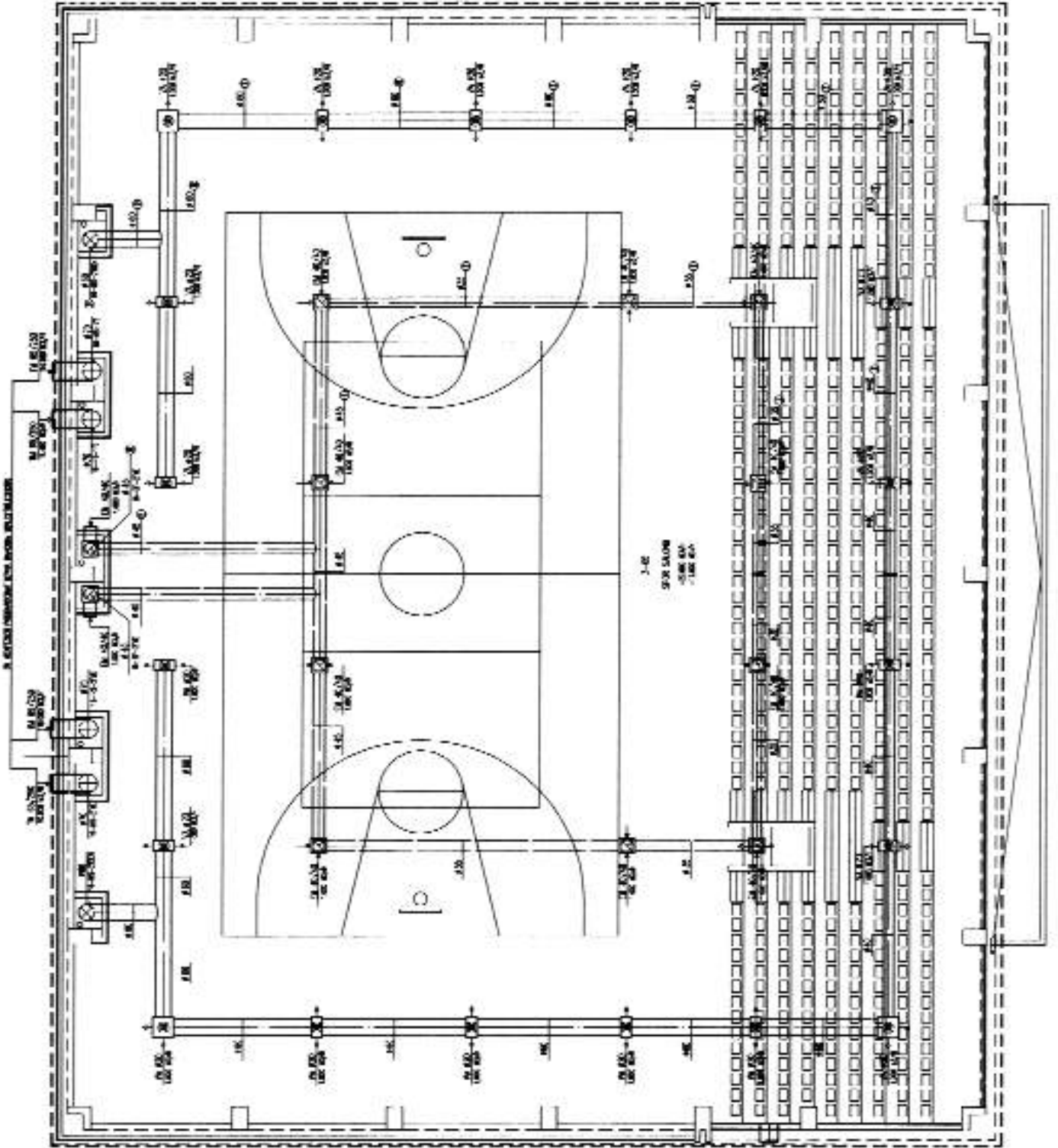
Konser salonları tiyatrolara benzer. Genellikle tam bir sahne yine bulunur. Fark belli ölçüde boyuttan ve dekordan kaynaklanır. Konser salonu genellikle daha büyüktür ve daha ağır dekore edilir. Konser salonu fonksiyonu içinde sosyal olaylar göz önüne alınmalıdır. Lobbyde kokteyl veya parti verilebilir. Ancak, konser salonlarının en önemli özelliği mekanik sistemlerindeki ses ve titreşim kontrolüdür. Konser salonlarındaki akustik, uzman danışman yardımıyla çözümlenmelidir.

14.6.4. Sergi ve Fuar Alanları

Bu alanların tasarımında yük belirlenmesi çok güçtür. Sergilenen malzemeye göre yük karakteri çok değişir. Bu nedenle havalandırma sistemi de esnek olmalıdır. Bu tip alanları tek bir santral yerine çok sayıda santral ile beslemek daha uygundur. Ortalama olarak mahal yükü 108 W/m² mertebelerindedir. İnsan yoğunluğu ise 3,7 - 4,6 m²/kişi alınabilir. Yapı uygunsa, gaz ısıtıcılı RoofTop cihazlarla çatıda oluşturulan bir kanal sistemi yardımıyla soğutma ve ısıtma yapılabilir.

Havalandırma sisteminin %100 dış hava ile çalışabilme özelliği olmalıdır. Özellikle serginin kuruluş ve bozulma dönemlerinde ve ara mevsimlerde bu gerekli olacaktır.

Sistemde doğrudan egzoz ağızları ve buraya esnek kanallarla bağlantı imkânı bulunmalıdır. Böylece sergi ve fuar sırasında bazı ma-



Şekil 14.25. SPOR SALONU HAVALANDIRMA ÖRNEK PROJESİ

kinaları çalıştırmak veya bazı kimyasal buhar veya gazları doğrudan dışarıya atmak imkânı olacaktır.

Ana salon içinde veya çevresindeki yardımcı alanların lokanta, kafeterya, toplantı salonu veya ofisler gibi ayrı bağımsız bir havalandırma ve klima sistemleri olmalıdır.

Geniş cam açıklıkları olan sergi salonları için, çevre boyunca yerleştirilen radyant tavan ısıtması başarıyla uygulanabilir.

14.6.5. Fuar Ve Toplantı Merkezi Uygulaması (Mc Cormick Binası)

Chicago'daki Mc Cormick binası yılda 4 milyondan fazla kişinin ziyaret ettiği, 250.000 m² kapalı alanı olan, Kuzey Amerika'nın en büyük fuar ve toplantı merkezidir. Mc Cormick güney binasının genişletilmesi projesi ABD'deki en büyük dizayn ve inşaat projelerinden biridir. Projenin toplam maliyeti 675 milyon \$'dır.

Konsept tasarımı aşamasında enerji verimli, çok güvenilir ve aynı zamanda bina işletimi ve sergiciler için son derece esneklik tanıyan düşük maliyetli bir fuar tesisi amaçlanmıştır. Bu amaçları gerçekleştirebilmekle ilişkili olarak tasarım esaslarını belirlemek için kullanılabilirlik ve maliyet, çevresel konular, ön üretim sistemleri, işletim karakteristikleri, yerel iklimsel değişimler gibi çeşitli tasarım faktörleri gözden geçirilmiştir. Mevcut tesisler ve bunların işletmesi, mekanik ve elektrik sistemlerin seçimi için geniş olarak incelenmiştir.

Bir fuarcılık tesisi bütün yıl boyunca dinamik işletme koşullarında çalışır. Fuar alanı, yıl boyunca bir çok defa bir depo veya ambar havasından modern bir show room havasına girer. Tipik bir haftalık sergi, iki haftalık ön hazırlık ve kurulma devresini ve bir haftalık sökülme ve taşınma devresini gerektirir. Bu kurulma ve toparlanma süresi boyunca, büyük kamyonlar sergilenen ürünleri indirmek ve yüklemek için sergi salonuna girip çıkarlar. Fuar zamanında ise bu ortam ışıklar ve insanlarla dolu hale dönüşür.

Primer Enerji Kaynağı

Site dışı bir enerji santralından bütün tesise temin edilerek, buhar ve çok soğutulmuş su seçeneği tercih edilmiştir. Site dışında hem yeni hem de eski binaya hizmet eden ve 7 bar basınçta buhar ve düşük sıcaklıkta (1 °C) soğuk su sağlayan ısıtma ve soğutma santrali kurulmuştur. Bu tesis ayrıca birincil pompa sistemi için elektrik de sağlamaktadır. Bu sistem, mevcut binaların soğutma tesisinde gerekli olan yenileme ihtiyacını ortadan kaldırdığı için de oldukça çekicidir. Düşük derecedeki soğuk suyun dağıtılması, sıradan 6 °C'lik soğuk sulu sistemlerle karşılaştırılırsa, pompalama enerjisinden 1/3 oranında indirim sağlar. Pompalama enerjisinin optimizasyonu ve ikincil soğuk su pompası tesisine gerek kalmaması için sistem, 34 MW kadar soğutma sağlayan 24" borularla site dışı santralin dağıtım pompasına direkt bağlanmıştır. Bina dışı santrali buhar tesisi 16" parmak borularla sisteme bağlıdır ve buhar-su ısı değiştiricileri yardımıyla binalara 30 MW kadar ısı enerjisi sağlamaktadır.

Hava Şartlandırma ve Dağıtım Sistemi

Tipik yerel iklim saatsal değişkenlerinin yeniden gözden geçirilmesi, serin bir ortam yaratmak için dış havadan soğutma yapmak üzere yararlanılabileceğini göstermiştir. Tipik bir senede, dışardaki kuru termometre sıcaklığı senenin %44'ünde 7-24 °C arasındadır. Dış hava ekonomizör sistemi için yapılmış olan bilgisayar simülasyon

modeli, binanın yıllık soğutma enerjisinden %33,7, yıllık soğutma enerjisi maliyetinden %16,2 tasarruf sağlanacağını göstermiştir. Bütün santraller, uygun dış hava sıcaklıklarında, kapasitelerinin %100'e kadarını dış hava ile kullanacak şekilde dizayn edilmiştir. Düşük sıcaklıklardaki (7 °C) hava dağıtım sistemi aynı zamanda, fan kapasitesinde, kanal boyutlarında ve elektrik güç gereksinimlerinde ve böylece de enerji harcanmasında büyük bir tasarruf sağlar. Fan enerjisi tasarrufu, bilinen 14 °C sıcaklıklı sistemi ile karşılaştırılınca, %33'e kadar çıkar.

İnsan sayısının değişken karakteri ve işletmede enerji verimliliğine olan ilgi dolayısıyla, kapasiteleri 10.000 ile 210.000 m³/h arasında değişen 62 üniteden oluşan çok cihazlı bir sistem geliştirilmiştir. Bütün proje 4.760.000 m³/h şartlandırılmış hava debisi içermektedir. Üniteler kurulu hava kapasitelerinin %30 ile %100 arasında taze hava besleyecek şekilde seçilmişlerdir. Böylece bütün zaman boyunca yüksek bir iç hava kalitesi temin edilir. Hava dağıtım kanalları 40 mil uzunluktadır ve bunun için 1500 ton saç harcanmıştır.

Bina İçi Hava Kalitesi

Mc Cormick binasının hava şartlandırma sistemi projesi mekanlara taze hava sağlayan bir sistemdir. Sergi salonuna, 31 m³/h.m² toplam havada, minimum 9 m³/h.m² taze hava sağlanır. Bütün toplantı odalarına, 27 m³/h.m² toplam havada, minimum 9 m³/h.m² taze hava sağlanır. Santrallerin taze hava alışı, binaya gelen havanın temiz olması için en tepeye alınmışlardır.

Tüm havalandırma sistemi, dış hava şartları izin verdiği sürece %100'e kadar taze havayla çalışacak şekilde donatılmıştır. Taze hava santralde filtre edilir ve besleme havasının kalitesini daha da artırmak için mümkün olan yerlerde induksiyonla hava emiş ağızında filtre bulunan fanlı kutular kullanılır.

Yüksek miktarda hava beslenmesi (taze hava+ resirkülasyon havası) ve bununla birlikte ekonomik olarak dizayn edilmiş sabit debi sistemli hava sirkülasyonu; hacim içerisinde tam karışmış bir hava oluşturur ve genellikle konvansiyonel tasarımlarda karşılaşılan, mikroorganizmaların büyümesine olanak sağlayan ve istenilmeyen kokular yaratan nemli durgun hava bölgelerini elimine eder.

Yenilikler

Bina işletmesinin güvenilirliği ve sağlamlığı açısından çoklu ve fabrika montajlı havalandırma sistemleri projede kullanılmıştır. Tüm sistemde enerji kullanımının azaltılması ve yer tutan cihazların uyumlu yerleştirilmesi, merkezi olmayan konseptin avantajlarıdır. Proje, çoğu üniform boyutta 62 santraldan oluşmuştur. Malzemenin tek tipe indirgenmesi, koordinasyonu kolaylaştırmış ve montaj kalite kontrolünü gözle görünür oranda geliştirmiştir. Sergi salonunun geniş boyutta ve değişken yer ihtiyacı, buna uyan bir ısıtma ve soğutma sistemini gerektirir. Sergi salonu, çok modüler sabit debili santraller ile donatılmıştır. Tüm santraller, salonun ortasında yer alan çatı arası mekanik tesisat hacmine yerleştirilmiştir. Her bir santral, sergi salonu uzunluğunun yarısı kadar bir koridora hizmet vermektedir. Havalandırma sistemi, sergi alanı yerleşiminin aynasıdır ve onun çalışması her zaman gerçek ısıtma ve soğutma talebini yansıtır.

Tasarım modülerdir. Her santralin kendi motor kontrol merkezi vardır. Farklı kumanda panelleri, farklı santrallara hizmet verirler. Elektrik güç ve mikroprosesor kontrol panel donanım ekipmanları

yaklaşık aynıdır. Tüm santraller ve difüzörleri, üniform kapasite olarak aynı konfigürasyona sahiptir. Her 36,5x36,5 m sergi alanı, dört eşit yerleştirilmiş yuvarlak tavan anemostadı ile donatılmıştır ve 11000 m²/h kapasitelidir. Kanal ve difüzör yerleşimi tüm üniteler için yaklaşık aynıdır.

Ekonomik olarak minimum enerji ve en iyi hava dağıtımı kalitesini sağlamak için, üniform yerleştirilen yuvarlak tavan anemostadı düşük sıcaklık hava dağıtım sistemi seçilmiştir. Bu düşük sıcaklık hava dağıtım sistemi, konfor zonu sıcaklık gradyanlarını tavsiye edilen -1,5 °C ile +1 °C arasında tutar. Anemostadlar bitmiş zeminden 12 metre yukarıdadır. Bu mesafe, dağıtım havasının alçalması ve oda havası ile karışması için yeterlidir. Anemostat yerleşimi, zemin üzerinde 4 m mesafede max. 0,5 m/s hız sağlamaktadır. Bu hızda, hava dağılımı 23,5 endüksiyon oranına sahiptir. İşletim zonu içinde, dağıtım havasının her m³'ü, ortam havasının 23,5 m³'ü ile karışmaktadır. Bu şartlar altında ve 7 °C üfleme sıcaklığı şartında, üfleme havası konfor zonuna ulaştığında, oda dizayn sıcaklığının 1 °C altındadır. Ek olarak, yüksek indükleme oranı, sıcaklığın ortam çığ noktası sıcaklığının üstünde olmasını ve işletme şartlarında yoğunlaşma olasılığının elimine edilmesini sağlar. Sistemin start-up esnasında yoğunlaşması için atış hava sıcaklığı, dönüş havası çığ noktası sıcaklığı üzerinde DDC kontrol ünitesi kullanılarak ayarlanmıştır.

Programda, uzun bir fuar kurulma periyodu sonrası ortam sıcaklığının hızlı bir şekilde normal değerine ulaşması istenmektedir. Santrallerin içine yerleştirilen sıcak su eşanjörleri, ortamı, 100%resirküle edilen havayla, çatı altındaki ısıtıcı üniteler ve ısıtma/soğutma fan-coil cihazları ile beraber ısıtmaktadır. Daha sıcak besleme havasının difüzyon karakterinde yarattığı değişiklikleri kompanze etmek için her difüzör, motordan aldığı kumanda ile atış karakteristiğini değiştirebilmektedir. Isıyı döşemeye yakın noktalara yöneltmek için hava beslemesi soğutmadaki standard yatay pozisyonundan, düşey pozisyona döndürülür.

Sergi salonunun farklı kullanımları düşünülerek, binanın mekanik ve elektrik tesisatının buna cevap verebileceği şekilde bir bina yönetim sistemi dizayn edilmiştir. Mekanik cihazları ve ışıklandırma otomatik olarak kontrol eden bina yönetim sistemi, bilgisayar software, hardware ve dijital komponentlerle oluşturulmuştur.

Mc Cormick sistemi, merkezden bağımsız mikroprosesörleri ve uzaktan kumandalı ya da merkezi bilgisayarları, iki yönlü iletilerle birleştirmiştir. Her ünite, diğer bir kontrol cihazının etkisinden bağımsızdır. Ayrıca, santral elemanlarının kontrol cihazının başka bir kontrol cihazına bağlanma bedeli, tüm üniteler için tek bir kontrol cihazı kullanmaktan daha azdır.

Dijital mikroprosesör, hassas olarak hava ünitelerinin çeşitli temel fonksiyonlarını kontrol eder. Bu fonksiyonlar, fanların on/off çalışmasını düzenler, hava sıcaklığını resetler ve dış hava ekonomizörüne imkan tanır. Besleme havası sıcaklık optimizasyonu, santrallerin etkinliğini maksimum, enerji tüketimini de minimum yapar.

İşletme ve Bakım

Bir serginin amacı ürünleri pazarlamaktır. Bunu yapmak için sergi, elektrik, su mekanik servisler gerekir. En büyük gösteriler düşünülecek olursa, 480 V güç, doğal gaz, basınçlı hava, egzoz kanalları ve fiber-optik haberleşme hatları, sergi salonunda istenilen özellikler-

den bazılarıdır. Bu servisler 2600 port üzerinden sağlanır. Tek bir sergileyici için aktif duruma geçebilecek, 15 servis hattı içeren bir grid sistemi düşünülmüştür. Su tesisat çıkışları 10m/10m ile çözülmüştür ve elektrik hattı çıkışlarından 2 m açıktadır. Elektrik hattı çıkışları 10m/5m bir grid oluşturur. Su ve elektrik tesisatlarının koordineli çalışması, konstruksiyonun çıkışlarının yer değiştirmesini kolaylaştırır. En önemlisi, mal sahibi yerini genişletmek ya da donatmak için esnekliğe sahiptir.

Tesisat çıkışları 10 bar, 13,6 m³/h basınçlı hava, 70 mbar, 2,6 m³/h doğal gaz, 130 litre/dak. su ve drenaj bağlantısı içerir. Sıkıştırılmış hava ve doğal gaz ana ızgara grid boru luplarıyla dağıtılmışlardır. Yaklaşık 16 zemin çıkışı 10x10 m'lik alanın merkezine yerleştirilmiş ters akımı önleyen bağımsız bağlantıyla borulanmıştır.

Merkezi, süpervizör bilgisayarın monitöründe oda sıcaklığı ve tüm havalandırma ünitelerinin çalışma statüleri görülür. Bu bilgisayar, binadaki mühendislere herhangi bir problemi, cihazın yanına gitmeden, saptamalarına ve çözümlendirmelerine olanak verir. Merkezi bir yerden aletlerin ve ışıklandırmanın görülmesi ve onları kontrol sekanslarının değiştirilebilmesi zamandan tasarruf sağlar.

14.7. EĞİTİM KURUMLARI

14.7.1. Okullar

Okullardaki dersanelerde genellikle doğal havalandırma yapılır. Bu genellikle yeterli olmaktadır. Ancak merkezi santrallerle veya lokal cihazlarla yapılan mekanik havalandırma daha iyidir ve hijyenik olarak daha kusursuzdur. Merkezi havalandırmada, hava koridor tarafındaki, duvarda açılan menfezlerden, pencere altlarından veya tavandan üflerler (Şekil 14.26). Pis hava pozitif basınç sayesinde koridora atılır. Kişi başına minimum dış hava miktarı 30 m³/h olmalıdır. Bu saatte 4-5 hava değişimine karşılık gelir. Tablo 14.27'de ASHRAE tarafından tavsiye edilen havalandırma miktarları verilmiştir. Okullarda kullanılacak klima sistemlerinin değişken yük koşullarına uygun olması gerekir. Dershanelerin ders sırasında ve boşken yükleri çok farklıdır. Ders saatleri dışında okulda belirli hacimlerde faaliyetler devam edebilir. Bu nedenle sistemdeki hacimlerin bağımsız olarak işletilebilmesi büyük önem taşır. Okullarda kullanılacak ekipmanların basit, sağlam ve az bakım isteyen cinsten olması çok önemlidir.

Kimya Laboratuvarı

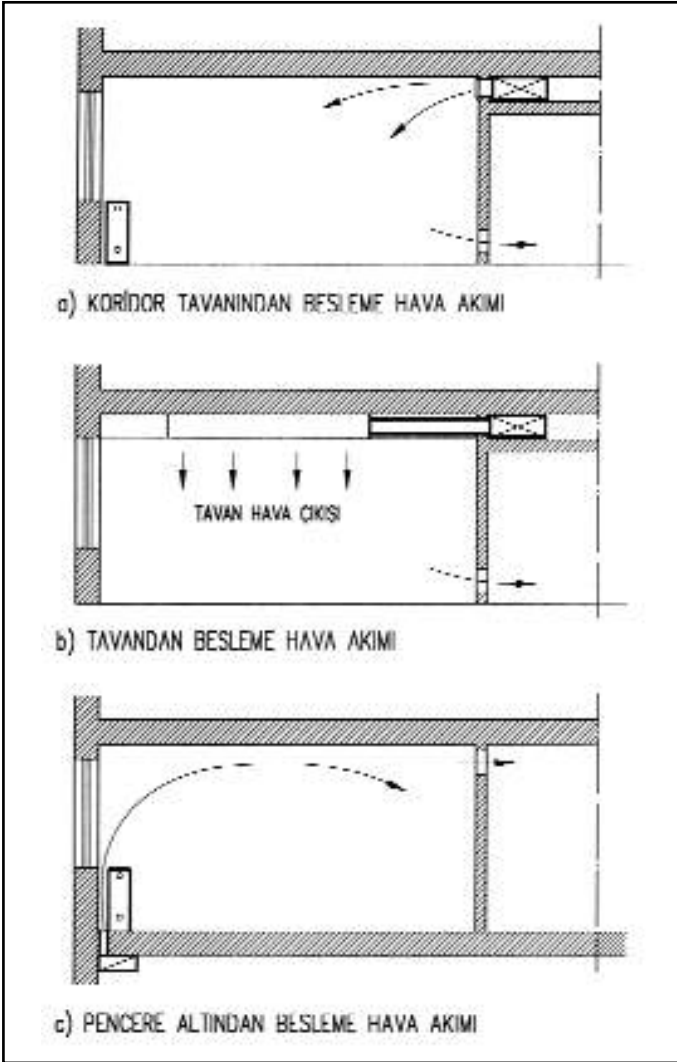
Kimya laboratuvarlarında egzoz havalandırma sistemi kullanılır. Deneysel setleri üzerindeki davlumbaz hava emişi için vantilatör kullanılmalıdır. Taze hava döşeme seviyesinde odaya girer.

Toplantı Salonları

Toplantı salonları havalandırma, sıcak havayla ısıtma veya klima sistemine ihtiyaç gösterir. Isı ihtiyacının %50-75'lik kısmı radyatörlerle karşılanır. Hava ihtiyacı kişi başına 30 m³/h değerindedir.

Spor Salonları

Çok kalabalık olmadığı sürece, kişi başına düşen hacim miktarının çok fazla olması sebebiyle, genellikle havalandırma ihtiyacı göstermez. Tribünlerde havalandırma sistemi gereklidir. Jimnastik salonları için de bu özellikler geçerlidir. Genellikle sıcak havayla ısıtma yapılarak, havalandırma problemi de çözümler.



Şekil 14.26. DERSHANE HAVALANDIRMASI

Bölümler	100 m ² 'ye düşen kişi sayısı	Kişi başına taze hava ihtiyacı	
		(L/s kişi)	(L/s m ²)
Sınıf	50	8	
Laboratuvar	30	10	
Çalışma odası	30	10	
Müzik odaları	50	8	
Soyunma odası			2.50
Koridorlar			0.50
Oditoryum	150	8	
Sigara odaları	70	30	

Tablo 14.27. ÇEŞİTLİ OKUL BÖLÜMLERİ İÇİN HAVALANDIRMA İHTİYAÇ ALANI

Tuvaletler

Pencerelerle havalandırma yapılmalıdır. Bu yeterli olmuyorsa, vantilatörle emiş yapılmalıdır. Hava koridordan alınmalıdır. Değişim saatte 5-8 kez olmalıdır.

Duşlar

8'den fazla duş varsa aspirasyon ve ventilasyon yapılmalıdır. Hava

değişimi 8-10 kez alınmalı ya da duş başına 220 m³/h hava düşürülmelidir. Dış hava 30 °C'ye ön ısıtılmalıdır.

14.7.2. Yüksek Okul ve Üniversite Anfileri

Anfilerde, hava kalitesinin düşerek dinleyicilerin dikkatlerinin dağılmasının önlenmesi için havalandırma - klimatizasyon sistemi kullanılmalıdır. Sıcaklık 22 - 25 °C, nem %40-60 olmalıdır.

Isıtma

Pencereli salonlarda, pencerelerin önünde, radyatör, konvektör veya panel türü ısıtıcılar kullanılır. Bunlar sürekli olarak 10-15 °C'lik bir temel ısıtma sağlarlar. Havalandırma sistemi de ortamı 22 °C'ye ulaştıracak gerekli ek ısıtmayı yapar. Bu şekilde fazla ısınma problemi en iyi şekilde çözülmüş olur. Eğer penceresiz bir salon söz konusuysa, bahsedilen ısıtıcıları koymak şart değildir.

Hava Miktarları

Seminer salonlarının özelliği, toplantının başlamasıyla birlikte, salonda dinleyicilerden kaynaklanan ve kişi başına 100 W değerinde olan, ani bir ısı kazancının oluşmasıdır. Bu salonlarda 1 kişi/m² yoğunluk alınabilir. Bu ısının yaklaşık %50'si hava tarafından alınır. Buna göre, besleme ve oda sıcaklıkları arasındaki Δt farkı esas alındığında kişi başına serinletme için gerekli hava miktarları aşağıdaki gibi bulunur:

$$L = 0,5 \cdot 0,1 \text{ kW} / (\rho \cdot C_p \cdot \Delta t) = 0,05 / (1,2 \times 1 \times \Delta t) \text{ m}^3/\text{h} = 150 / \Delta t \text{ m}^3/\text{h}$$

Örnek:

$$\Delta t = 5 \text{ K için } \geq 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Besleme havasının sıcaklığı istenildiği kadar düşük tutulmayacağı ve hava debisi de ekonomik nedenlerle sınırlı olacağı için ortam sıcaklığı dersin sonuna doğru yaklaşık 1-3 °C artacaktır.

DIN 1946-Teil 2'ye göre min. taze hava miktarları kişi başına 30 m³/h, sigara içilen ortamlardaysa 50 m³/h olmalıdır. Bu 6-8 kerelik bir hava değişimine karşılık gelir. Ancak salonlarda hava değişimi miktarı artacaktır. Çok soğuk ve sıcak havalarda hava debisi %50'ye kadar azaltılabilir.

Havanın Yönlendirilmesi

Taze ve pis havanın yönlendirilmesi için odanın şekline ve iç düzeneğine göre çok farklı şekillerde oluşturulabilecek çözümler vardır. Havanın yönlendirilmesinde kullanılan yöntemler:

Aşağıdan yukarıya doğru (Şekil 14.28).

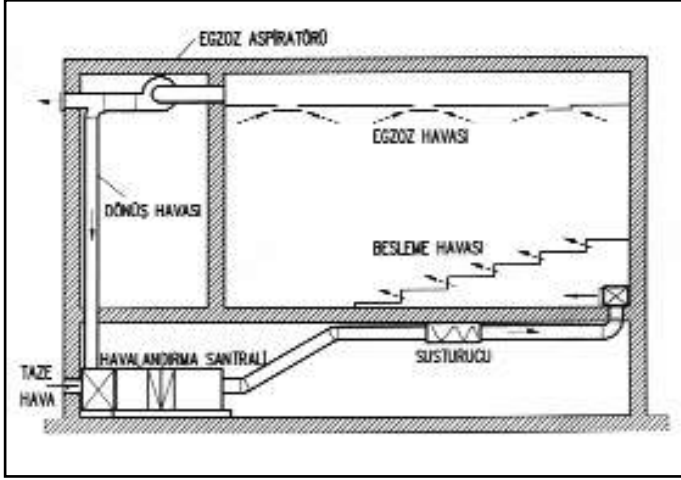
Hava merdiven basamaklarından, sandalye ayaklarından, kürsü ön kenarlarından üflenir, yukarıdan emilir. Hava yukarı doğru oldukça homojen bir şekilde hareket eder. Yatayda sıcaklık hemen hemen hiç değişmez. Özellikle yükselen zeminler, galeriler, geometrik yapıları komplike yerler için geliştirilmiştir. Doğal konveksiyonun havalandırmaya yardımcı olması sonucu, işletmede en az dirençlerle karşılaşılır. Koltuk altından üflemede hava hızı ve sıcaklığı çok iyi kontrol edilmelidir. Aksi halde üşüme ve büyük bir rahatsızlık hissi ortaya çıkar.

Yukarıdan aşağıya doğru (Şekil 14.29).

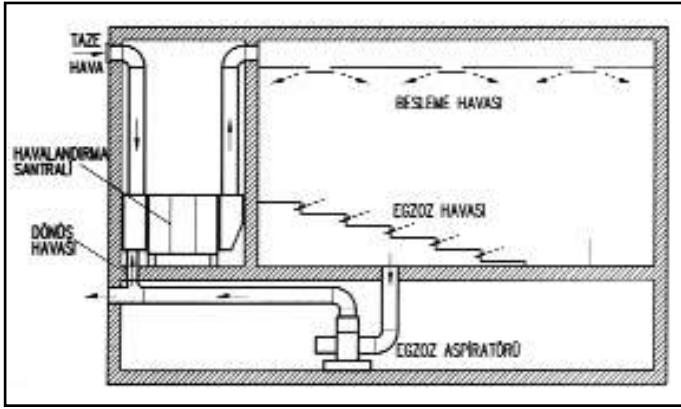
Hava tavandaki difüzörlerden veya anemostatlardan üflenir ve oturan yerlerin altlarından veya alt kotlardan yan duvarlardan emilir.

Yatay Havalandırma

Hava duvarlardan yatay olarak, tavandan belli bir uzaklıktaki nok-



Şekil 14.28. AŞAĞIDAN YUKARI DOĞRU HAVALANDIRMA



Şekil 14.29. YUKARIDAN AŞAĞI DOĞRU HAVALANDIRMA

tadan, kürsü yönünde üflenir; oturulan yerlerin altından veya yan duvarlardan emilir. Tüm sistemler ısıtma ve soğutma giderlerinden tasarruf etmek için resirkülasyon sistemine sahip olmalıdır. Yani emilen hava belli oranlarda, taze hava ile karıştırılarak tekrar üflenilmelidir. Salon kullanılmadan önce sadece içerdeki hava sirküle ettirilir. Kullanımla birlikte bu havaya, dinleyici sayısı ve dış hava sıcaklığına göre, taze hava karıştırılır.

14.7.3. İlkokullar

İlkokullar genellikle daha basit ve küçük yapılardır. Genellikle bir veya iki katla sınırlı kalırlar. Genellikle ehliyetli bakım personeli olmadığından cihazların bakım istemeyen ve işletmesi kolay tipte olması gerekir. Öte yandan öğrencilerin açıkta olan ekipmanı kötü kullanacağı göz önüne alınarak elemanların basit, sağlam ve korunmuş olmasına dikkat edilmelidir. Örneğin konvektör veya alüminyum radyatör yerine döküm radyatör kullanılmalıdır. Termostatik kontrol vanaları özel koruma kafalı olmalıdır.

Okullarda koku ve ağır havanın uygun bir havalandırma ile kontrol edilmesi çok önemlidir. Birçok hastalığın solunan hava yoluyla yayılması iyi bir havalandırma yapılarak önlenir veya azaltılabilir. Bu açıdan pencereler açılmadan mekanik yolla gerçekleştirilecek havalandırma, eğitimin kalitesi ve çocukların sağlığı açısından çok önemlidir. Mekanik tesisatın tasarımında mutlaka okul idaresi ile işiştir edilmeli ve sistem seçimi birlikte yapılmalıdır.

Havalandırma miktarları ile ilgili olarak bu kısmın başında verilen değerler geçerlidir (30 m³/h kişi). Sistemin ana karakterlerinden biri yüklerin çok değişken olmasıdır. Bu bakımdan her hacmin bağımsız olarak kontrol edilebildiği sistemler tercih edilmelidir. Büyük tek fanlı merkezi sistemler yerine, benzer karakterli küçük bölgeleri besleyen çok sayıda ünitelerden oluşan bir sistem tercih edilmelidir. Ayrıca havalandırma sistemi klima sistemi ile birleştirilmiş ise dönüş havası kullanmayan %100 dış havalı sistemler tercih edilmelidir.

14.7.4. Ana Okulları ve Yuvalar

Ana okulları ve yuvalar genellikle basit yapılardır. Burada kullanılacak tesisatın tehlike yaratmaması, basit olması ve hijyenik olması esastır. Ana okulları, yuvalar ve kreşlerde yerden (döşemeden) ısıtma tercih edilmelidir.

Böylece hem döşeme sıcak olduğunda genellikle yerde oynayan veya oturan çocuklar üşümeyecek, hem de ortada ısıtıcı eleman olmadığından çarpma vs. ile yaralanma ihtimali ortadan kalkacaktır. Bu yapılarda genellikle döşemeler halı kaplı olduğundan, toz kontrolü önemli bir faktördür. Ayrıca yine solunum yolu ile hastalıkların yayılmaması için mutlaka mekanik havalandırma gerekir.

Bu amaçla gerçekleştirilecek havalandırmada filtre edilmiş havanın Şekil 14.26'dakine benzer bir sistemle kanallarla sınıflara dağıtılması düşünülebilir. Egzoz havasının ise yapıda banyo, mutfak ve tuvaletlerden egzoz vantilatörleri ile ve enfiltrasyonla kendiliğinden tahliyesi yeterli olabilir. Aksi halde gerekli egzoz açıklıkları (sınıflar dışında) yaratılmalı veya koridorlardan hava toplayan bir egzoz sistemi oluşturulmalıdır.

Besleme santral girişinde en azından EU 4 kalite bir filtre kullanılmalıdır. Aşlında tavsiye edilen EU 3 kalite bir ön filtreden sonra EU 7 kalite torbalı bir filtre kullanımıdır. Ana okulu ve kreş sınıflarında kanallı konvansiyonel bir havalandırma sistemi kurulması imkânı bulunamıyorsa, bu durumda sınıflarda iç havayı temizleyen bir hava temizleme cihazı kullanılması tavsiye edilir.

Bu cihazlarda ortam havası elektro statik toz filtresinden, aktif karbon filtreden ve çoğu zaman havanın dezenfeksiyonu için ozonlama hücrelerinden geçirilerek temizlenir ve tekrar odaya verilir.

14.8. LOKANTALAR, CAFELER, BARLAR

Lokantalarda insanlar oturdukları yerde masalarında hizmet alırlar. Yemek ise başka bölümde hazırlanır. Mutfak bölümünde ısı yükleri, koku, duman ve gürültü yüksek düzeydedir. Bu bölümde havalandırma şarttır. Kokunun dışarı sızması için mutfak negatif basınçta tutulur. Ancak çalışanların verimliliği açısından klima düşünülebilir. Lokanta bölümüne ise klima gereklidir.

Lokanta bölümünde aşağıdaki karakteristik öne çıkar;

- Yemek kokusu, yoğun insan ve sigara dumanı nedeniyle bu bölümde yeterli bir havalandırma gereklidir. Basınç pozitifdir.
- Isıl yükler çok değişkendir. Gün içinde önemli farklılıklar oluşur.
- Isıl yükler fazladır ve gizli ısı kazancı (nem kazancı) oranı belirgindir.
- Yoğun saatlerde kapılardan yüksek oranda enfiltrasyonla hava girer.

e. Lokantaya bitişik mutfak birlikte çözülmelidir.

Lokantalarda yüksek havalandırma ihtiyacı dolayısı ile fan coil tarzı sistemler uygun değildir. Tamamen havalı merkezi klima santralleri kullanılabilir. Değişken yükler nedeniyle kanal tipi birden fazla sayıda split cihaz kullanımı çok uygundur. Şekil 14.30'da tamamen havalı merkezi klima sistemiyle lokanta klimatizasyonu projesi görülmektedir. Planda kanal dağılımı verilmiştir. Kanal geçişi için yeterli yer bırakılmalıdır. Salata barı, servis masası gibi yerlerden lokal egzoz yapılmalı müşterilerin oturduğu alana koku gelmemelidir. Özellikle mutfakta kaynakların üzerinde davlumbazlarla havanın toplanıp egzoz edilmesi, gerekli hava miktarlarında önemli bir azalma sağlar. Ancak mutfakta emilen büyük miktarda hava yerine taze hava mutfaka ayrıca beslenmelidir. Bu havanın lokanta bölümünden emilmesi hijyen nedeniyle istenmez. Bu uygulama geçmişte kalmıştır. Hem mutfak, hem de lokanta hacimlerinden emilerek egzoz edilen hava yerine, taze hava ayrı ayrı buralara beslenmelidir. Lokanta uygulamalarında müşteri kalış süresi kısa olduğundan ve belirli saatlerde giriş-çıkış yoğunlaştığından enfiltrasyon dikkate alınmalı, döner kapı veya antre uygulaması yapılmalıdır.

Besleme havasının alındığı yerle, egzoz havalarının atıldığı yerler dikkatle seçilmeli, atılan havanın tekrar emilmesi önlenmelidir.

Lokanta, cafe ve barlar genellikle m²'ye düşen insan sayısının fazla olduğu, sigara içilen mekanlardır. Bu tür mekanlarda aşağıdaki pratik değerler hesaplamalarda kullanılabilir.

- Taze hava ihtiyacı (Kişi başına 50 –70 m³/h)
- İnsanlardan gelen ısı kazancı (Kişi başına 100 kcal/h)
- Alan için diğer kaynaklardan iç ısı kazancı (5 m² ye düşen insan sayısı 1 veya 1'den fazla ise ihmal edilebilir). m² başına 50 kcal/h kabul edilebilir.
- Güneşten gelen ısı kazancı (Sera tipinde veya batı - doğu cephesinde büyük cam olan yerler hariç) ihmal edilebilir.
- Aydınlatmadan gelen ısı kazancı m² ye 25 Watt civarında alınabilir (Sadece aydınlık mahaller için).

Servis verilen (müşterilerin oturduğu) alanlar %10-15 civarında pozitif basınçta tutulmalıdır. Açık mutfaklı, mutfakları direkt servis alanına açılan restaurantlarda egzoz debisi hesaplanırken, mutfak davlumbazından atılan hava miktarı göz önüne alınmalıdır. Davlumbazdaki egzoz debileri çok yüksek olabilir. Bu gibi durumlarda taze hava bağlantısı bulunan davlumbazlar kullanılmalıdır. Bu davlumbazlar hem çalışanları etkilemez (cereyan etkisi) hem de ocakta alev kopmalarına neden olmaz. Mutfak davlumbazlarında taze hava bağlantıları doğal akışlı olarak yapılır.

Ocakbaşı türü restaurantlarda davlumbaz kotu alt noktalarda kaldığından dolayı, davlumbazdan kaçan koku ve ortamdaki sigara dumanının dışarı atılması için harici bir egzoz kanalı yapılmalıdır.

Restaurant-bar tarzındaki yerlerde egzoz yoğunluğu bar kısmından yapılmalıdır. Klima cihazına dönüş havası alt kottan toplanmalıdır. Böylece tavan kotunda biriken ve sigara dumanının yoğun olduğu havanın cihaza dönüp tekrar üflenmesi engellenir.

Taze hava miktarının fazla oluşundan dolayı ısıtmada problem yaşanmaması için Heat – Pump cihazlar yerine, LPG veya Doğal Gaz ile çalışan cihazlar tercih edilmelidir. Çatı tipi cihazlarla yapılan uygulamalarda ekonomizör kullanımı ara mevsimlerde ve akşamları

dış havanın entalpisi uygun olduğu zamanlarda free cooling yapma imkanı sağlar. Kışın bile soğutma ihtiyacı olabilecek bu tür mekanlarda mutlaka ekonomizör kullanılmalıdır. Çatı tipi cihazlarla yapılan uygulamalarda, kanal yer kotuna indirilerek, uygun bir noktadan tek emiş gerçekleştirilebilir.

Ortam ısıtması için, en iyi çözüm olan radyatör sistemi tercih edilmelidir.

14.9. BANKA ŞUBELERİ

Banka şubeleri tesisat uygulamalarında oldukça özel bir hal oluşturur. Aşağıda bu uygulamalarda seçilecek sistemin sağlaması gereken nitelikler ve bu doğrultuda önerilen çözüm özellikleri aktarılmıştır.

14.9.1. Sistemden Beklenenler

1. Havalandırma

Bankalardaki insan yoğunluğu ve sirkülasyonu çok fazladır. Dolayısıyla önlem alınmazsa ortamda oksijen oranı hızla düşer ve içerideki hava ağırlaşır. Banka müşterilerinin ve daha da önemlisi çalışanlarının sağlıklı bir ortamda bulunmaları, hem müşteri memnuniyeti hem de çalışanların verimliliği için en önemli şartlardan biridir. Özellikle çalışanların zindeliğinin kaybolması hata oranını da artıracaktır. Bu, işi direkt para alım satımı olan bir işletme için kabul edilemeyecek bir durumdur. Sonuç olarak bankalarda mutlaka öncelikli olarak havalandırma sağlanmalıdır. Ortama insanların ihtiyacı oranında filtre edilmiş ve mevsime uygun sıcaklığa getirilmiş taze hava verilmeli, ayrıca mekanik egzoz yapılmalıdır.

2. Pozitif Basınç

Taze hava ve egzoz miktarları ortamı pozitif basınçta tutacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu şekilde dışarıdan kontrolsüz kirli hava ve toz girmesi engellenir.

3. İdeal Isıtma-Soğutma

Isıtmanın yer kotundan, soğutmanın ise tavan kotundan yapılması en ideal şartları sağlar.

4. En Az Servis ve Bakım

Servis ihtiyacının en az olması ve servis ve bakım işlemlerinin müşteri ve çalışanları mümkün olduğunca az rahatsız etmesi gerekir.

5. Tam Emniyet

Sistem tam emniyet düzenine sahip olmalıdır (Özellikle kazanlarda yangın riski olmamalıdır).

6. Kullanımı Kolay Basit Sistem

Seçilecek sistem mümkün olduğunca basit kontrol edilebilir olmalıdır. Şubede mekanik tesisat için ayrı bir teknisyen görevlendirilemeyeceği açıktır.

7. İşletme Esnekliği

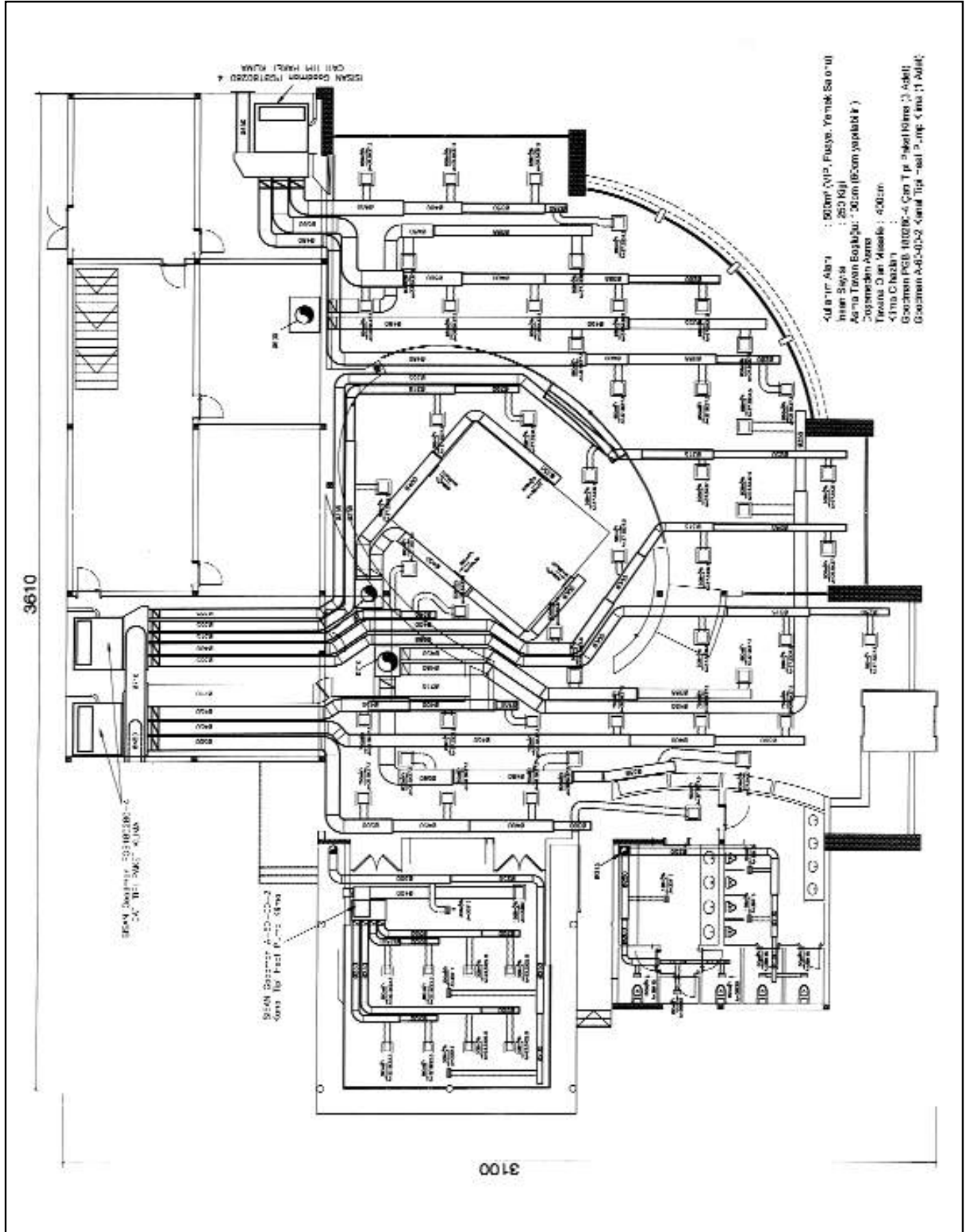
Esnek çalışma saatlerine cevap verebilecek bir sistem seçilmelidir. Çünkü mesai saatleri çok değişken olabilmektedir.

8. Yüksek Konfor, Sessizlik

Sistemin sessiz, ortamda rahatsız edici hava hareketi oluşturmadan homojen bir sıcaklık dağılımı sağlayan özellikte olması istenir. Havanın kuruması vb. nedenlerle çalışanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaması gerekir.

9. Düşük Maliyet

İlk yatırım ve işletme maliyetlerinin toplamının düşük olması gerekir.



Şekil 14.30. LOKANTA KLİMA SİSTEMİ ÖRNEK PROJESİ

10. İklim Koşullarına Uygunluk

Sistem seçiminin şubenin bulunduğu bölgenin iklim şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekir. (Antalya'da soğutmadaki konfor, İstanbul'daysa ısıtmadaki konfor daha önemli olmaktadır. Sistem seçiminde bu öncelikler göz önüne alınmalıdır)

11. Mimariye Uyum-Estetik

Sistem seçilirken fonksiyonellik ön planda tutulmalı, ancak bunun yanında estetik kaygılar göz ardı edilmemelidir. Örneğin kanal tipi klimalar asma tavan veya dolap içinde kolaylıkla gizlenebildiğinden bu iki ihtiyacı da karşılayabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu, sadece estetik kaygılarla sistem seçilmesi gereğidir. Örneğin soğuk bir bölgede radyatör kullanmamanın son derece kötü sonuçlar doğuracağı unutulmamalıdır.

12. Ek Maliyet

Seçilen sistemin binanın özelliklerinden ötürü ek maliyetler getirmemesi gerekir. (Örnek olarak bir apartmanın alt katındaki banka şubesinin ısıtma sistemi mesai saatleri dışında kapatılabilmektedir. Çalışma olmayan saatlerde şubenin ısıtılarak gereksiz yere yakıt sarf edilmesi ve bunun bedelinin ödenmesi engellenmelidir)

13. Tozdan koruma

Bankalarda çok çeşitli elektronik cihaz kullanılmaktadır. Bilgisayar, ATM, para sayma makinaları vb. gibi cihazların sağlıklı çalışması ve uzun ömürlü olması için sıcaklık kontrolü ve ortamın tozdan korunması büyük önem taşır. Bu şartlar aynı zamanda özellikle çalışanların sağlıklarının olumsuz etkilenmemesi için de önem taşır.

13. Özel hacimler

Şubedeki sistem, jeneratör, UPS odaları gibi özel mekanlarda istenen sıcaklık şartları sağlanmalıdır.

14.9.2. Önerilen Sistem

Yukarıda belirtilen bu ihtiyaçlar ve bankalarda yaşanan tecrübeler göre en ideal çözüme "AMERİKAN SİSTEM: Termostatik vana monte edilmiş radyatör + Kanal tipi klima" ile ulaşılmaktadır. **Şekil 14.31'de** bu sistemin bir uygulama örneği görülmektedir. Aşağıda bu sistemin özellikleri verilmiştir:

A. Havalandırma

1. Havalandırma, ortama filtre edilmiş ve kışın ısıtılmış, yazın soğutulmuş taze hava verebilen, taze hava bağlanabilen, kanallı tip Heat Pump klimalar ile sağlanır. Böylece soğutma sisteminin yanında ek bir havalandırma sistemine de gerek kalmayacaktır. Egzoz ayrı bir fanla yapılmalıdır. Özellikle sızdırmaz kanal kullanılırsa egzoz için ayrı kanal çekmeksizin asma tavan boşluğu kanal olarak kullanılabilir. Bu, hem yer kaybını önler hem de maliyeti azaltır. Bu uygulamada dikkat edilmesi gereken konu, asma tavanda hava hareketini kesecek oda duvarları vb. engellerin olmaması gereğidir.
2. WC, arşiv ve kasa odalarından aspirasyon yapılmalıdır. WC aspirasyonunu koku karışmasını engellemek amacıyla bağımsız bir kanalla veya bağımsız duvar/cam tipi WC aspiratörleriyle yapmak gerekir.
3. Jeneratör odalarında ısınan havanın dışarı atılması gerekir. Burada daha da önemli konu, yanma için gerekli taze havanın oda-ya verilmesidir. Bununla ilgili bilgi jeneratör imalatçısından

alınmalı ve gereken miktarda temiz hava ortama verilmelidir. (aspiratör veya taze hava panjuru sayesinde)

4. Sistem, UPS, ATM odaları gibi elektronik ekipman bulunan odalardan egzoz yapılması toz emmemek için tavsiye edilmez. Bu hacimlerde gerekiyorsa duvar tipi split klimalarla soğutma yapılmalı, bazı durumlarda kışın da soğutma yapılacağı düşünülerek kış kiti kullanılmalıdır.

B. Isıtma

1. Cam altına monte edilen ısıtıcılar ile yapılmaktadır. Kışın cam yüzeyinden soğuyarak aşağıya inen hava, ısıtıcılar üzerinde ısınarak yukarıya doğru yükselir. Cam önlerine termostatik radyatör valfi monte edilmiş radyatörler (veya termostatik kontrollü elektrikli ısıtıcılar) yerleştirilir.
2. Radyatörlerde ısınan hava yukarı doğru doğal sirkülasyon ile yükselir. Sıcak hava ortam havasına göre daha hafiftir. Bu nedenle yukarıya doğru kendiliğinden yükselerek, ortamı soğuk radyasyon etkisinden koruyan, adeta bir sıcak hava perdesi oluşturur ve en iyi ısıtma konforunu sağlar.
3. Termostatik vanalar ile ortam sıcaklığı istenilen değerde hep sabit kalır. Ortam sıcaklığının sabitlenmesi konfor ve yakıt ekonomisi sağlar.
4. Kışın ortam havası sıcaklığı arttıkça, nem oranı da azalır. Nem oranı azaldıkça da grip olma riski artar. Termostatik vana kontrolü, dolaylı olarak odadaki nem oranının da kontrol edilmesini sağlayarak sağlıklı bir ortam hazırlar.
5. Radyatörlere sıcak su; dış hava sıcaklığına göre kazan suyu sıcaklığını ayarlayan kontrol panel (Logamatic panel) ile çalışan kalorifer kazanından gönderilir. Termostatik vanalar bu nedenle ani ısı yüklerini (güneş ışınları, içeriye çok sayıda insan girmesi vb.) dengeler.
6. Isıtıcılar (radyatörler) cam altına olabildiğince yaygın olarak yerleştirilmelidir. Geniş tip radyatörler yerine, dar tip radyatörler tercih edilmelidir (tekli Alurad radyatör gibi). PKKP tipi panel yerine PK veya P tipi panel radyatör kullanılmalıdır. Bu aynı zamanda yer kaybını da azaltır.
7. Radyatörlerin hafif ve su hacminin az olması da otomatik kontrolü kolaylaştıracağı için yakıt ekonomisine katkıda bulunacaktır.
8. Eğer ısıtmada yakıt olarak doğalgaz veya LPG kullanılabiliriyorsa ısıtma kapasitesinin büyüklüğüne göre oda ve su sıcaklığına bağlı olarak kapasitesini %0 - %100 arasında otomatik olarak ayarlayan (modülasyonlu), %109 verimli duvar tipi yoğunmalı kazan veya kombi cihazları, büyük kapasitelerde ise 1-8 adet arasında duvar tipi yoğunmalı kazanın paralel çalıştırılması ile oluşturulan kaskat sistemler (420.000 kcal/h'e kadar) veya dökme dilimli Logamatic panelli, atmosferik brülörlü doğal gaz kazanı kullanılmalıdır.
9. Eğer yakıt motorin olacaksa, yine dökme dilimli dış hava kompanzasyonlu, tercihen kurum yapmayan mavi alev brülörlü sıvı yakıt kazanı kullanılmalıdır. Bu kurum yapmayan bir sistem olduğu için kurumdan kaynaklanabilecek baca ve kazan dairesi yangınları riski de yoktur.
10. Kazanlar kablolu uzaktan kumanda sistemleriyle kazan dairesi-

ne inmeden programlanabilmeli, gerektiğinde program değişikliği yapmaya gerek kalmadan manuel kontrol sağlanabilmelidir.

11. Kazan verimleri %93 ve üzerinde olmalıdır.
12. Özellikle mevcut merkezi ısıtma tesisatı bulunan çok kullanıcı binalarda, banka şubesi için ayrı bir pompalı ısıtma zonu yapılmalı, çalışma saatleri dışında, tatil günlerinde vb... şubenin ısıtma pompası durdurulmalıdır. (Varsa kazanın otomatik kontrol paneliyle, kontrol paneli yoksa şubeden on-off kontrol edilebilen ısıtma pompası ile) Böylece banka ısıtması ile bina ısıtması ayrılmış olacaktır. Burada dikkat edilecek konu kazanın arıza riskinin az olması gereğidir. Eski veya kalitesiz bir kazan kullanılan binalarda banka şubesinin ayrı bir kat kaloriferi kullanması daha mantıklı olacaktır.

Kanal Tipi Heat Pump Klimalarla Isıtma Alternatifi:

Günümüzde ısıtmada en çok kullanılan ve en konforlu sistem radyatörlü ısıtma sistemidir. Buna alternatif olarak son dönemde heat pump klima cihazları ile ısıtma yapılması gündeme gelmektedir. Ancak bu sistem birçok dezavantajı beraberinde getirir:

1. Kışın dış hava sıcaklığının düşmesi ile cihaz kapasitesi ve verim düşer, dolayısıyla en soğuk havaya göre cihaz seçilir ve bu da cihaz kapasitesini veya miktarını artırır.
2. Kışın hava sıcaklığının düşmesiyle dış ünite de karlanma meydana gelir. Bunun giderilmesi için cihaz defrosta geçer, yani soğutma yapmaya başlar ve bu da ısıtmanın kesintiye uğraması, konforun bozulması anlamına gelir. Defrost esnasında soğuk hava üflenmemesi için mutlaka elektrikli ısıtıcı kullanılmalıdır. Elektrik, ısıtma için en pahalı enerji türüdür.
3. Sıcak hava ile ısıtmada ortam havası kurur ve solunum hastalıkları riski artar.
4. Isıtmada oluşan hava hareketi insanların soğuk hissetmesine sebep olur. Bu yüzden ortam olması gerekenden daha yüksek sıcaklıkta tutulur. Bu da yakıt sarfiyatını artırır.
5. Türkiye'nin çok büyük bir bölümü (Akdeniz ve Ege'nin sıcak bölgeleri haricinde) ısıtma öncelikli olmak zorundadır. Yani ısıtma sezonu 6-7 ayken soğutma sezonu 2-3 ay olmaktadır. Dolayısıyla ısıtma konforu daha önemlidir. Bunun iyi sağlanması için gerekli olan şartsa ısıtmanın, ısı kaybının olduğu noktalardan, yani pencere ve dış duvar önlerinden, alt kottan yapılmasıdır. Çünkü bu bölümlerde soğuyan hava ağırlaşarak alt seviyeye düşer ve konforsuzluk yaratır. Bunu engelleyen ve en iyi konfor şartlarını sağlayan sistem radyatör sistemidir. Cam önlerinde kullanılan radyatörler ortamda ses, hava hareketi vb. oluşturmada ve hiçbir servis ihtiyacı göstermeden mükemmel konfor şartlarını sağlar.
6. Ancak kalorifer sisteminin kullanılmasının mümkün olmadığı yerlerde ısıtma da, soğutmanın sağlandığı heat pump tipi klima cihazları ile gerçekleştirilecektir. Bu cihazlarda mutlaka elektrikli ısıtıcı takviyesi kullanılmalıdır. Ancak bu çözüm Akdeniz ve Ege bölgesinin kışın sıcak olan bölgeleri haricinde tercih edilmemelidir.
7. Doğalgaz veya LPG kullanılabilen soğuk bölgelerde radyatör sistemi kurulamıyorsa Heat-Pump yerine Gas Furnace (Gazlı Isıtıcı+Klima sistemi) tercih edilmelidir. Böylece ısıtmada Heat

Pump cihazlarda görülen konfor bozukluğu olmayacak, işletme maliyeti de düşecektir.

C. Soğutma

1. Havalandırma ve soğutma kanal tipi split klima cihazları ile yapılır. Taze hava, klima cihazının arkasından dışarıya açılan bir hava kanalı yardımı ile alınır (hava kanalı üzerine damper monte edilir) veya bir booster fan (hız anahtarı ile devri kontrol edilen) yardımı ile klima cihazı emişine gelir. Dönüş havası ile taze hava karıştırılarak filtre edilir. Yazın soğutulmuş hava kanalları yardımı ile ortama ulaştırılır.
2. Klimatize edilen hava ortama tavandaki anemostatlar veya alın menfezleri ile verilir. Yeterli sayıda anemostat (veya menfez) kullanıldığı için hava ortama homojen bir şekilde dağıtılır ve en iyi konfor sağlanır.
3. Uygun kesitlerle hava dağıtıldığı için ortamda tam bir sessizlik sağlanmaktadır.
4. Egzoz ise, ayrı bir aspiratör ile yapılmaktadır. egzoz havası varsa depo, kapalı garaj Adana, Antalya gibi bölgelerde asansör makine dairelerine (çok sıcak havalarda termik atmosferi önlemek için), atölye hacimlerine üflenerek bu hacimlerin az da olsa, ısıtılması ve havalandırması ilave bir bedel ödemeksizin sağlanmaktadır. Ayrıca bu hacimler (+) basınçta tutularak tozdan arındırılabilir. Bu tip hacimler yoksa veya çok ters tarafta kalıyorsa egzoz havası kondenserlerin üzerine atılarak, kanal tipi split cihazların verimleri artırılabilir.
5. Kat yüksekliği ~2,6 metre olan hacimlerde bir anemostatdan ortama verilen hava miktarı ~7500 Btu/h kapasitesinde olmaktadır. 10.000 Btu/h değerini aşmamalıdır. Daha fazla kapasitede hava verilirse ortamda ideal hava dağılımı gerçekleşmez, hız artar, soğuk bölgeler oluşur ve konfor bozulur. Kat yüksekliği 15 metre olan bir sergi holünde ise; bir anemostatdan 50.000 Btu/h kapasitesinde hava verilebilir.
6. Duvar veya cam tipi split klimalarda duvardan (yani tavana göre daha da alt kottan) ortama 12.500 - 18.000 - 24.000 Btu/h gibi çok yüksek kapasitede hava verilmesi konforu azaltmakta, bu cihazların altında veya yakınında oturanların hasta olma riski artmaktadır. Duvar tipi split klimalarda havalandırma imkanı yoktur. Ayrıca ses problemi olmaktadır. Salon ve tavan tipi cihazlarda ise soğuk hava hacme tek bir noktadan verilmekte ve genelde konfor açısından en kötü uygulama örneklerinden biri olmaktadır. Bu durumu, kalorifer tesisatı yapmak yerine, büyük bir soba ile ısıtma yapmaya benzetebiliriz.
7. Kanal tipi split klima cihazları ile hava ortama homojen olarak dağıtıldığı için, ortamda hava hareketi ve ses hissedilmeyen ideal konfor sağlanmaktadır. Havalandırma ise 12 ay yapılabilir.
8. Soğutma sisteminde öncelikli olarak taze hava bağlanabilen kanal tipi split klima cihazları kullanılacaktır. Cihazlar heat pump tipinde olacak ve elektrikli ısıtıcı monte edilecektir.
9. Cihazların iç ünitelerinin özellikle bölüntüsüz tek hacimlerde panjurlu dolap vb. (dönüş havası için) içine yerleştirilmesi tercih edilmelidir. Böylece dönüş kanalı maliyetleri ve asma tavadaki kanal rezervasyonlarından tasarruf edilecektir.

10. İç üniteye mutlaka taze hava kanalı bağlanmalıdır.
11. Cihaz emişlerinde mümkünse elektrostatik filtre kullanılmalıdır.
12. Klima kanalı olarak öncelik sırasıyla: a) Sızdırmaz yuvarlak hava kanalı sistemi, b) Ses yutma özellikli flexible hava kanalı (izolasyonlu ve/veya izolasyonsuz) kullanılmalıdır. Asma tavan boşluğu izin verdiği sürece, şantiyede imal edilecek dikdörtgen kesitli saç kanallardan mümkün oldukça kaçınılmalıdır.
13. Tüm split klima cihazlarının bakır boru ve drenaj hatlarının en kısa mesafede olması sağlanmalıdır.
14. Asma tavan kotunun yetersiz olduğu yerlerde kanallar duvar kenarlarında sahte girişler içinde saklanabilir. Bu olmuyorsa duvar tipi veya diğer tip split cihazlar kullanılmalıdır. Kanal tipi cihazların iç ünitesini salon tipi gibi kullanmak mümkün olabilir.

14.10. TELEVIZYON STÜDYOLARI

Televizyon stüdyoları dizaynında gürültü, hava hareketi, değişken aydınlatma yükü ve insan sayısı en önemli kriterlerdir. Özellikle kurulu aydınlatma gücü oldukça fazla olmasına rağmen, genellikle tüm gücün kullanım süreleri kısa periyotlardadır. (Örneğin ana haber bültenleri). Stüdyoların çalışma süreleri genellikle deşikendir ve günün herhangi bir saatinde olabilir. İnsan sayısı stüdyo kapasitesine ve çekilen program özelliğine göre birkaç kişiden düzinelere insana kadar deşikenebilir. Dolayısıyla seçilen klima sistemi bu çok deşiklen yükleri karşılayıp, kolayca cevap verebilecek verimlilikte ve esneklikte olmalı, aynı zamanda da gürültü ve hava hareketi kriterlerini de karşılayabilmelidir.

Mimari olarak genellikle çevreden mümkün olduğunca izole edilecek tarzda yapılırlar. Genellikle çekim yapılan alan, kontrol odaları ile sanatçı ve makyaj odaları, dekor ve malzeme depoları gibi mekanları kapsarlar.

Bu alanlar ayrı sistemlere sahip olmalı yada zon kontrolü yapılabilecek şekilde dizayn edilmelidir. En ideali özellikle stüdyo alanının ayrı, kontrol alanlarının ayrı ve diğer yardımcı mekanların ayrı sistemlere sahip olmasıdır.

Dönüş havasının aydınlatma sisteminin üzerinden alınması tercih edilmelidir. Ayrıca tavanda sıcak hava birikimini önleyecek şekilde yeterli miktarda hava emişi sağlanmalıdır. Çekim alanlarında özellikle aydınlatmadan kaynaklanan ısı yükünün seyircilerin bulunduğu alanları etkilemesi önlenmelidir.

Canlı yayın yapılan stüdyolarda özellikle yayın sırasında insanlar, kameralar ve diğer ekipmanlar hareketli olduğundan hava hareketi mümkün olduğunca homojen olmalıdır.

Stüdyoda kullanılan mikrofonlar insan kulağına göre daha hassastır. Dolayısıyla özellikle hareketli çekimlerde mikrofonlar veriş ve emiş menfezlerine yaklaşmış uzaklaştığından etkilenebilirler. Bu yüzden menfezler bu çekim alanlarından mümkün olduğunca uzağına yerleştirilmelidir. Verici menfez olarak özel perforeli menfezler veya swirl difüzörler kullanılabilir. Kullanılan menfezler hava ayar dampersiz olmalıdır.

Hava hareketi 3,7 m yükseklikte max 0,13 m/s olacak şekilde ayarlanmalıdır. Yüksek hava hareketinden özellikle menfezlere yakın olan spotlardaki renk verici filmler, parlaklık önleyiciler veya yansıtıcılar etkilenecek ses oluşmasına sebep olabilirler. Ayrıca sunucu-

nun saçı ve giysileri yüksek hava hareketinden etkilenebilir.

Kanal yerleşimi diğer ekipmanlarla koordineli yapılmalıdır. Özellikle spotların asıldığı profiller ve elektrik tavaları yerleşimi koordinasyonu sağlanmalıdır. Kanalların montajı yapılırken muhakkak neopren veya lastik titreşim yutucular kullanılmalı ve diğer ekipmanlardan izole olmasına dikkat edilmelidir.

Kullanılacak kanallar fabrikasyon imalat olmalı, keskin dönüşler, küçük hava kaçakları gibi türbülans; dolayısıyla ses oluşturabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır. Stüdyoya girişte ve eğer varsa başka mekanlara geçişlerde muhakkak susturucu kullanılmalı. Duvar geçişleri özellikle dış ortamda veya diğer mekanlardaki sesi iletme-yecek şekilde yapılmalıdır. Hava çıkış ve dönüşleri hem homojen hava dağılımını oluşturacak hem de mikrofonlar tarafından algılanmayacak şekilde dizayn edilmelidir.

Yukarıdaki kriterleri karşılayacak şekilde zon serpantinli tek kanallı hava sistemleri, çift kanallı hava sistemleri, VAV veya çok zonlu sistemlerden biri tercih edilebilir.

Stüdyo toplam soğutma yükü nadiren 350 kW 'ı geçer. Acil durumlar için stüdyonun ayrı soğutma grubunun olması tavsiye edilir. Ancak soğutma grubunda oluşacak gürültünün problem olmaması için mümkün olduğunca uzağına yerleştirilmesi uygun olur. Makine dairesi de mümkün olduğunca uzakta olmalı ve cihazlarda titreşim önleyiciler kullanılmalıdır.

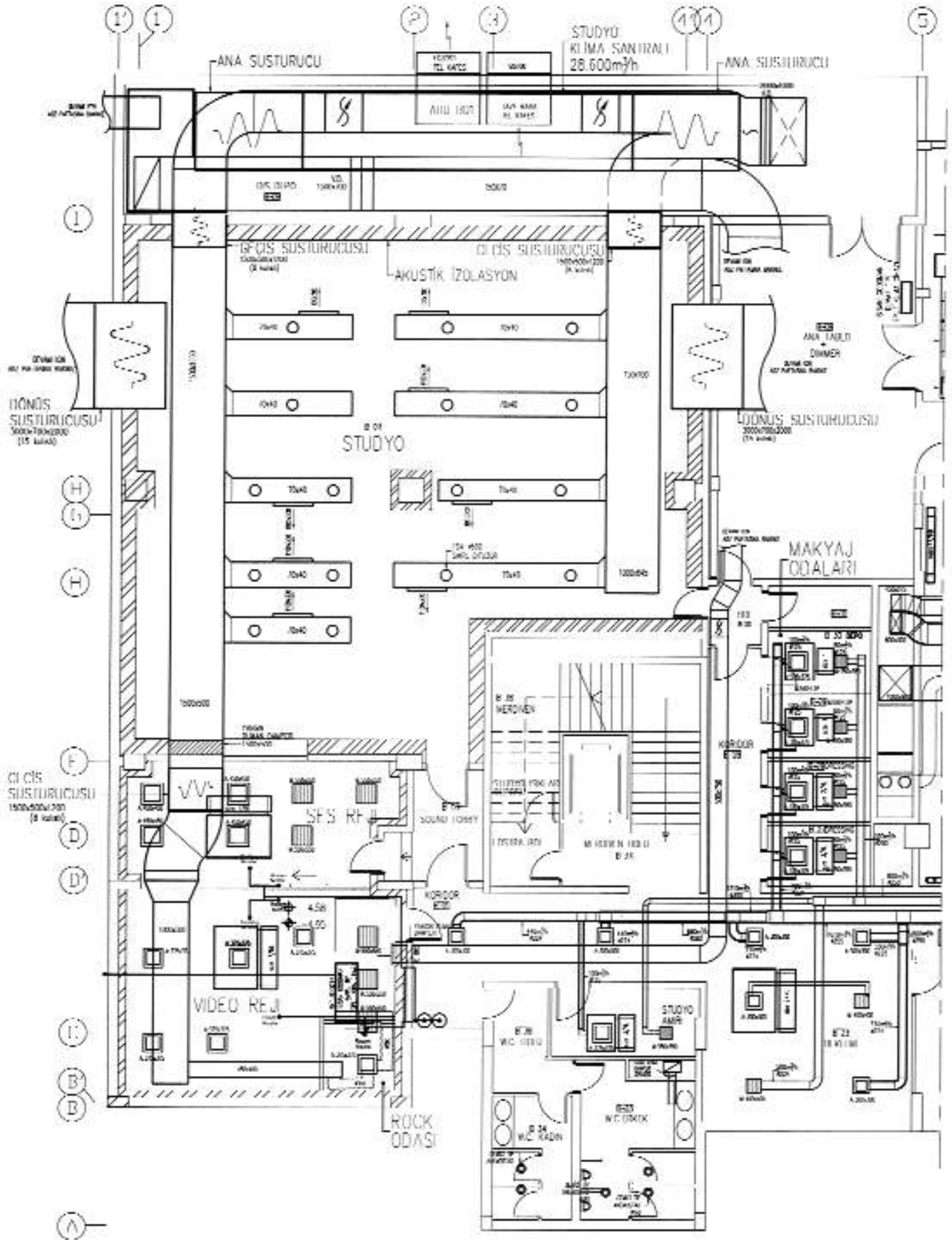
Kontrol odalarında (ses kontrol, görüntü kontrol vs.) ise program yöneticileri, teknik elemanlar ile kontrol masaları ve kontrol cihazları (rock) yer alır. Bu odalardaki sıcaklıklar muhakkak orada bulunan insanlar tarafından ayarlanabilir olmalıdır. Bu bölümlerde yer alan kontrol cihazları (rock) max. 17-18 °C sıcaklıkta çalışması gerektiğinden kontrol odaları içinde ayrıca bir bölüm oluşturulmalı ve ayrı olarak şartlandırılmalıdır. Şartlandırma sistemi yedeklenebilir olmalıdır.

Makyaj, sanatçı ve dinlenme odaları ise standart konfor kliması şeklinde dizayn edilebilir. Dizayn kriterleri ofis şartlarıdır.

Şekil 14.32'de görülen projede 2-3 konuklu programlar ile ara ve ana haber bültenlerin sunulduğu bir tv stüdyosu uygulaması görülmektedir. Projeden de görüldüğü gibi yerleşim stüdyo, ses reji, resim reji, makyaj ve giyinme alanları ve diğer yardımcı mekanlardan oluşmaktadır.

Klimatizasyon için merkezi bina otomasyonuna bağlı, sabit debili, karışım havalı klima santrali kullanılmıştır. Mimari kısıtlamalardan dolayı stüdyo, ses reji ve resim reji ortak beslenmiş; ancak sistemde esneklik sağlamak amacı ile ses reji ve resim reji odalarına ayrıca fan coil uygulanmıştır. Resim rejide yer alan rock odasına sistemin yedeklenmesi amacı ile ayrıca kanal tipi split klima uygulanmıştır. Yine mimari kısıtlamalardan dolayı stüdyo klima santrali çok yakına konulmak zorunda kalındığından hem santral besleme ve dönüş ağızlarında birincil hem de stüdyoya giriş ve dönüşlerde ikincil susturucular kullanılmıştır.

Kanallar flanşlı, fabrika imalatıdır. Kanal askılarında neopren titreşim yutucular kullanılmıştır. Dirseklerde keskin dönüşlerden kaçınılmış, kanal hava hızı max. 4 m/s olacak şekilde dizayn edilmiştir. Branşman dizaynında elektrik tavaları profilleri dikkate alınmış ve ortak yerleşime gidilmiştir. Hava dağıtımı swirl difüzörler ile yapılmıştır.



Şekil 14.32. ÖRNEK TV STÜDYOSU KLİMA PROJESİ

Yan mekanlar, koridorlar ve makyaj odaları ayrı bir sistemle şartlandırılmıştır. Sistem olarak fan coil ve taze hava santrali tercih edilmiştir.

14.11. KAPALI YÜZME HAVUZLARI

Günümüzde kapalı yüzme havuzlarının sayılarının artmasıyla beraber söz konusu mekanların havalandırılması ve konfor düzeyi de önem kazanmıştır. Kapalı havuzların havalı klima sistemlerinin hazırlanmaları gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir.

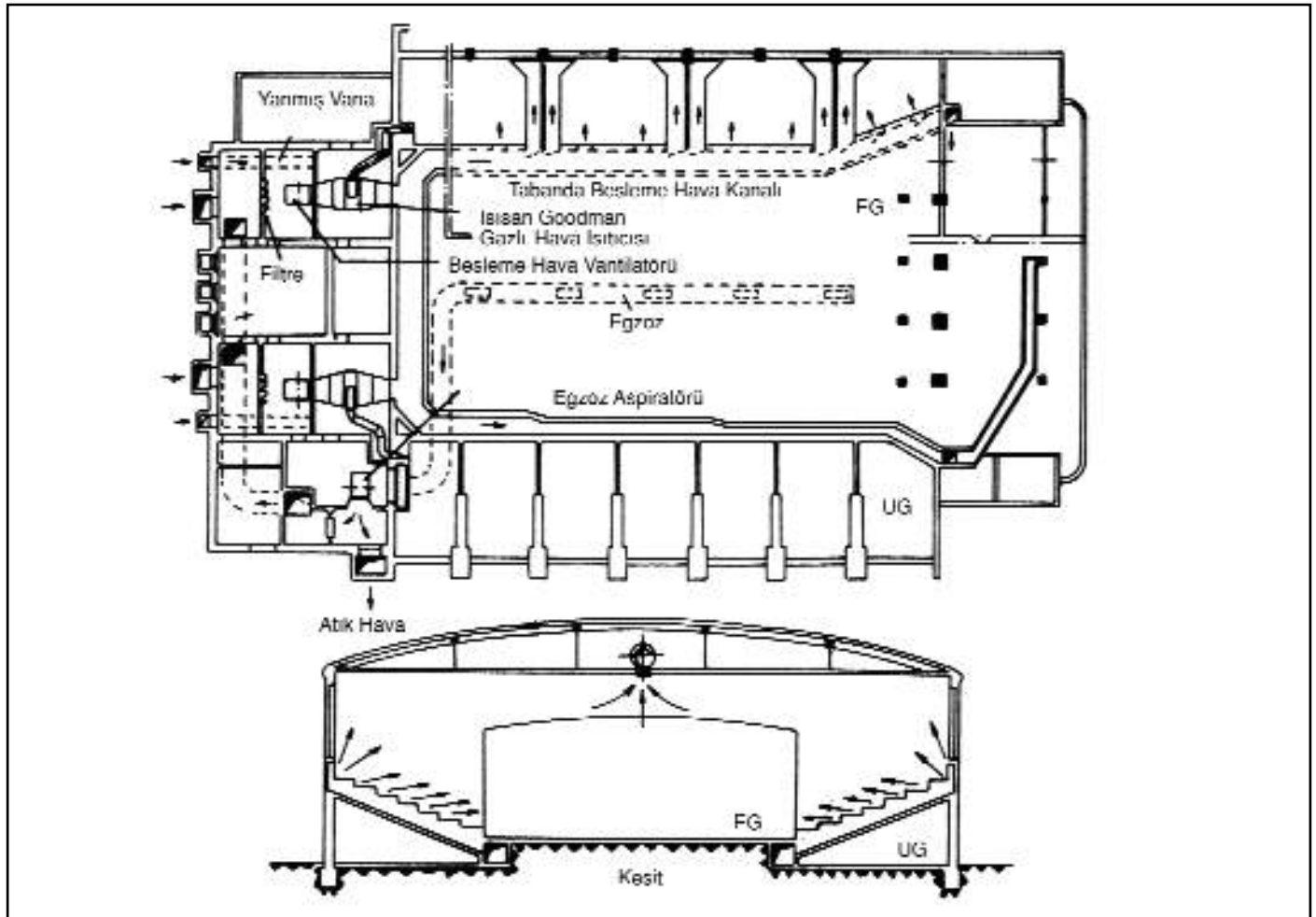
- 1.Havuzdan kaynaklanan nem kazancının giderilmesi.
- 2.Soğuk yüzeylerde oluşabilecek kondenzasyonun önlenmesi.
- 3.İstendiği takdirde havuz suyu ısıtmasına yardımcı olması.
- 4.Havuz mahallinin ısıtma ihtiyacının %60-80 oranındaki kısmını üstlenmesi. Kapalı havuzlarda yerden ısıtma artık standart olarak düşünülmekte ve ısıtma yükünün geri kalan %40-20 bölümü bu şekilde veya yerden ısıtma + lokal ısıtıcılar (radyatör konvektör) vasıtası ile statik olarak karşılanmaktadır.

Kapalı havuzlarda uygulamacılar tarafından giderek standart hale getirilen bazı parametreler aşağıda belirtilmiştir.

- Havuz suyu sıcaklığı : 22 – 30 °C
Ortam sıcaklığı : Su sıcaklığından daima 2 – 3 °C yüksek
Bağıl nem : Kışın %50 – 60; Yazın %60 – 70 mertebesindedir.

14.11.1 Havanın Yönlendirilmesi

Günümüzde yüzme havuzlarında genellikle büyük ve yere kadar uzanan pencereler kullanılmaktadır. Mahalde en iyi konfor, nem alma özelliğine sahip santralden üflenen sıcak havanın cam altlarından, yerden yukarıya doğru üflenmesi ile sağlanır. Bu sayede hem sıcak havanın yere indirilmesi problemi ortadan kalkar hem de cam altlarından üflendiği için camlardaki yoğuşma engellenmiş, ısı perdesi yaratılmış olur. Üfleme hızı 3 m/s mertebelerindedir. Bu amaçla lineer tip menfezler kullanılır. Genel uygulamada menfezler alt kat tavanından geçen ana kanaldan beslenir. Eğer üfleme duvarlardan yapılacaksa yerden 2-3 metre mesafeden üfleme yapılır. Havuz mahallinde tribünler bulunuyorsa ayrı bir klima santrali ile besleme yapılmalı; aynı santralden besleme yapılacaksa da ayrı bir zon yaratılmalı ve üflenecek hava 6-8 °C daha soğutulmalıdır. Hava ortama basamak altlarından veya en arka sıranın üstündeki menfezlerden verilebilir (Şekil 14.33). Kışın pencerelere üflenen hava sıcaklığı, maksimum değeri mahal yüksekliğine ve ısı ihtiyacına bağlı olarak 40-50 °C arasında olmalıdır. Emiş mutlaka tavandan, havuz yüzey alanının üstünden yapılmalıdır. Tüm kanallar ve menfezler korozyona dayanıklı malzemeden seçilmelidir. Egzoz kanalları kondenzasyona karşı izole edilmelidir. Sis oluşmasını engellemek için karışım hücresinde ön ısıtma serpantini veya ısı geri kazanım ünitesi ile ön ısıtma yapılmalıdır.



Şekil 14.33. KAPALI YÜZME HAVUZU HAVA BESLEME ÖRNEĞİ

14.11.2. Buharlaşma

Değişik sıcaklık ve bağıl nemdeki ortam havasının özgül nem değerleri psikrometri bölümündeki tablolardan bulunabilir. Havuz su yüzeyinin tam üzerinde film tabakası oluşturan hava katmanı, su sıcaklığında %100 doymuş hava olarak kabul edilir ve bu film içindeki doymuş havanın özgül nem değerleri de aynı yerden bulunabilir.

Buharlaşan su miktarı, ıslak alan, insan sayısı, buharlaşma faktörünün büyüklüğü vb., birçok belirsiz faktöre bağlıdır.

Yaklaşık olarak 1 m² durgun su yüzeyinden buharlaşan su miktarı:

$$W = J \cdot (X_S - X_R) \text{ [kg/hm}^2\text{]}$$

ifadesi ile verilir. Burada:

J = Buharlaşma katsayısıdır. Değerleri **Tablo 14.34'**de verilmiştir.

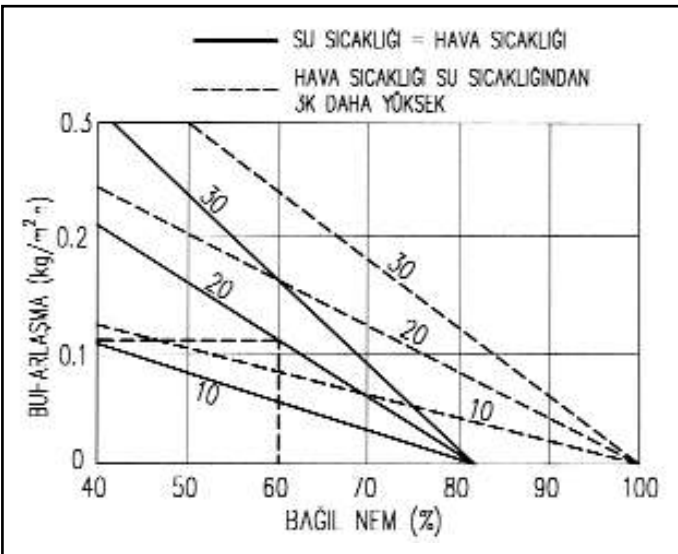
Havuz tipi	Özel havuz	Kapalı yüzme havuzu	Dalgalı havuz
Buharlaşma katsayısı, J (kg/m ² h)	10	20	30
Dış hava debisi (m ³ /hm ²)			
Yaz	15	31	46
Kış	6.3	15	20

Tablo 14.34. HAVUZLARDA GEREKLİ DİŞ HAVA DEBİSİ (m³/hm²)

X_S = Havuz suyu sıcaklığındaki doymuş hava özgül nemidir (kg/kg).

X_R = Ortam havasının istenen sıcaklık ve bağıl nem değerinde özgül nemidir (kg/kg).

Hava sıcaklığının su sıcaklığından takriben 3 °C fazla tutulduğu havuzlarda ki günümüzde havuz havalandırma-ısıtma sistemleri genellikle bu şekilde yapılmaktadır, yukarıda verilen değerler ile yapılan hesaplara göre elde edilen havuz birim alanından buharlaşma miktarı değeri **Şekil 14.35'**de verilmiştir. Su ve hava sıcaklığının eşit olması halinde özgül buharlaşma miktarı **Şekil 14.35'**de de görülebileceği gibi önemli ölçüde artmaktadır. Kullanım esnasında kapalı yüzme havuzlarında yapılan ölçümlerde, az hareketli su yüzey-



Şekil 14.35. HAVUZDAN BUHARLAŞMA MİKTARI

lerinde özgül buharlaşma 0,1 kg/m²h, çok hareketli yüzeylerinde (çalkantılı su) 0,2 kg/m²h değerleri bulunmuştur.

14.11.3. Gerekl Hava Debisi

Havuzdan kaynaklanan nemin ortamdaki uzaklaştırılması için, istenen iç sıcaklığın dış sıcaklığa yakın olduğu geçiş mevsimlerinde, %100 taze hava ile havalandırma yapılır. Yazın da dış iklim koşullarının uygun olduğu yerlerde, bu şekilde %100 taze hava ile havalandırma yapılarak nem sorunu çözülebilir. Yazın dış hava özgül neminin iç tasarım değerlerinden daha yüksek olduğu yerlerde ve kış aylarında ise gerekli taze hava miktarı içerideki insan sayısına göre belirlenir. Bu sırada ayrıca ortamdaki nem alma işlemi yapılmalıdır. Nem kazancına (toplam yüke) göre hesaplanan toplam sirküle edecek havayı tamamlamak için iç hava resirküle edilir. Havuzun kısmen az kullanıldığı saatlerde ise, tamamen iç hava sirküle ettirilip enerji tasarrufu sağlanır. Tablo 14.34'de Recknagel tarafından Almanya için tavsiye edilen dış hava miktarları verilmiştir. Almanya dış hava koşullarında, santral debisini yaz şartları belirlemektedir.

Buna göre kapalı havuz klimatizasyonu için iki sistem söz konusudur. Birinci sistemde, küçük ve orta boyuttaki havuzlarda, ısıtıcı serpantini bulunan havalandırma santrali+ paket tipi nem alma cihazı çifti kullanılır. 100 m² üzerindeki büyük havuzlarda kullanılan ikinci sistemde ise, komple nem alıcı karakterde klima santrali kullanılır. Kapalı yüzme havuzlarında kullanılan klima santrallerinde iki çözüm söz konusudur. Bunlardan ilkinde nem alma santrali olarak birer soğutma ve ısıtma serpantini ihtiva eden basit bir santral söz konusudur. Günümüzde tercih edilmeyen bu sistemde hem işletme ve yakıt maliyeti diğer özel santrallara göre daha yüksek olur, hem de santral için bir geri ödeme süresi söz konusu değildir.

İkinci sistemde ise, ısı pompası prensibine dayanan özel havuz klima santrali söz konusudur. Bu santrallarda ısı geri kazanım hücresi opsiyonu bulunur. Kışın ortamdaki nem istenen nem oranından az ise iç hava sadece sirküle ettirilir. Nem oranının yükselmesi durumunda, nem alıcı cihazın devreye girmesi ile ortamdaki fazla nem tamamen iç hava kullanılarak alınır. Nem almaya yönelik dizayn edilmiş cihazların kış çalışmaları, iç konforun sağlanması için daha önemlidir. Kış ayları boyunca cihaz, bünyesindeki otomatik kontrol üniteleri ile ayarlanan program dahilinde nem alma işlemini gerçekleştirir. Kış ayları bu tür bir işlem için öncelikli olduğundan santral bünyesinde ısı geri kazanım hücresinin düşünülmesi, hem işletim maliyetinin azalmasına hem de santral için bir geri ödeme süresi ortaya çıkmasına olanak sağlayacaktır.

Klima santrali sistemi kullanıldığında sistemde dolaşması gerekli hava miktarı,

$$V_{SA} = W / (X_R - X_{SA}) \cdot \rho \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

ifadesi ile bulunabilir. Burada

W = Havuzdan buharlaşan su miktarı (kg/h.m²)

ρ = Havanın yoğunluğu (kg/m³)

X_R ve X_{SA} = Sırası ile iç ortam havasının ve santralden odaya beslenen üfleme havasının özgül nemleridir. (kg/kg)

Santral debisinin belirlenmesindeki bir diğer parametre de hava değişim katsayısıdır. Kapalı yüzme havuzlarının gerekli hava değişim

sayısı minimum 4 alınmalıdır. Santral hava debisi havuzdan kazanılan nemin alınmasını ve gerekli hava değişim katsayısının sağlanmasını sağlayacak kadar büyük seçilmelidir.

Kapalı yüzme havuzlarında kokunun önlenmesi için kişi başına en az 20 m³/h'lik dış hava miktarı gereklidir veya 1 m² başına 1/2 insan düştüğü kabulü ile 10 m³/m²/h değeri alınmalıdır. Kaplıca vb. yerlerde gerekirse daha büyük değerler alınmalıdır.

Seyirci sayısının çok olduğu, müsabakaların yapıldığı olimpik kapalı yüzme havuzu gibi projelerde, seyircilerden kaynaklanacak nem kazancı da dikkate alınmalıdır.

Kaplıca ; ılıca gibi su içinde bol miktarda kimyasalların bulunduğu kapalı havuzların nem alma santrallerinin iç yüzeyleri ve içindeki ekipmanlar özel koruyucu kaplamalar ile korunmalıdır.

14.11.4. Örnek Proje

Havuz suyu sıcaklığı	= 28 °C
Bu sıcaklıkta doymuş havanın özgül nemi	= 0,0242 kg/kg
Havuz mahalli sıcaklığı	= 30 °C
İstenen bağıl nem	= %55
Havuz mahalli özgül nemi	= 0,0134 kg/kg
Havuz buharlaşma kat sayısı	= 20 kg/m ² h
Üfleme havasının özgül nemi (X _{SA})	= 0,009 kg/kg
Üfleme havasının yoğunluğu (ρ)	= 1,2 kg/m ³
Havuz su yüzeyi alanı (A)	= 150 m ²
(Otel ev havuzu)	
Mahal hacmi	= 1000 m ³
Havuz su yüzeyinden gelen nem miktarı, W = J (X _S - X _R)	= 20 (0,0242 - 0,0134) = 0,216 kg/hm ²
Toplam nem kazancı	= A . W = 150.0,216 = 32,4 kg/h
Üflenmesi gereken hava miktarı	= V _{SA} = W / ρ . (X _R - X _{SA}) = 0,216/ 1,2 . (0,0134-0,009) = 40,9 m ³ /hm ²

Toplam hava miktarı, V_H = 40,9 x 150 = 6136 m³/h
Yukarıda hesaplanan nem kazancı değerine göre gerekli nem alma kapasitesine sahip cihaz ve debisi, hava değişim katsayısı dikkate alınarak üretici firma kataloglarına göre belirlenir. Yukarıdaki denklem doğrultusunda 6670 m³/h hava debisine sahip ISISAN GEA FAM 6000 cihazı seçilmiştir. Üfleme havası döşeme üzerinden gönderilecek, egzoz ise tavandan havuz yüzey alanı üzerinden yapılacaktır.

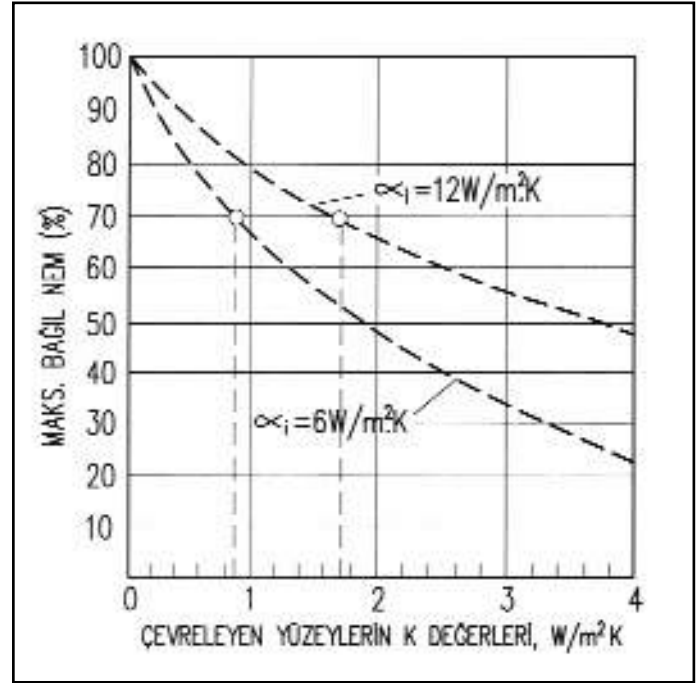
Santral debisi 7000 m³/h alınmış ve buna uygun üfleme ve emiş kanalları gerekli hızlar gözönüne alınıp boyutlandırılmıştır. Sisteme ait proje Şekil 14.36'da verilmiştir.

14.11.5. Kondenzasyon Oluşumu

Kışın kondenzasyonun önlenmesi için havanın nem oranına bağlı olarak, yüzeylerin ısı geçirgenlik katsayıları, belirli değerlerin altına düşmemelidir (Şekil 14.37).

Cam izolasyonu ve cama sıcak hava üflenmesi bu probleme kesin

çözümdür. Dış duvarlarda ve havayla temasta olan tavanlarda buhar geçmeyecek şekilde nem izolasyonu yapılmalıdır. Böylece buharın duvar içine girmesi, dolayısı ile rutubet probleminin oluşması önlenmiş olur. Duvarların dış taraflarında ısı izolasyonu yapılmalıdır.

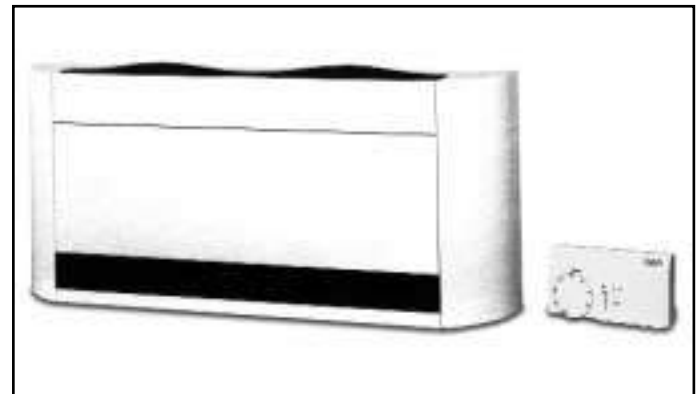


Şekil 14.37. YÜZEYLERDE YOĞUŞMA KOŞULLARI

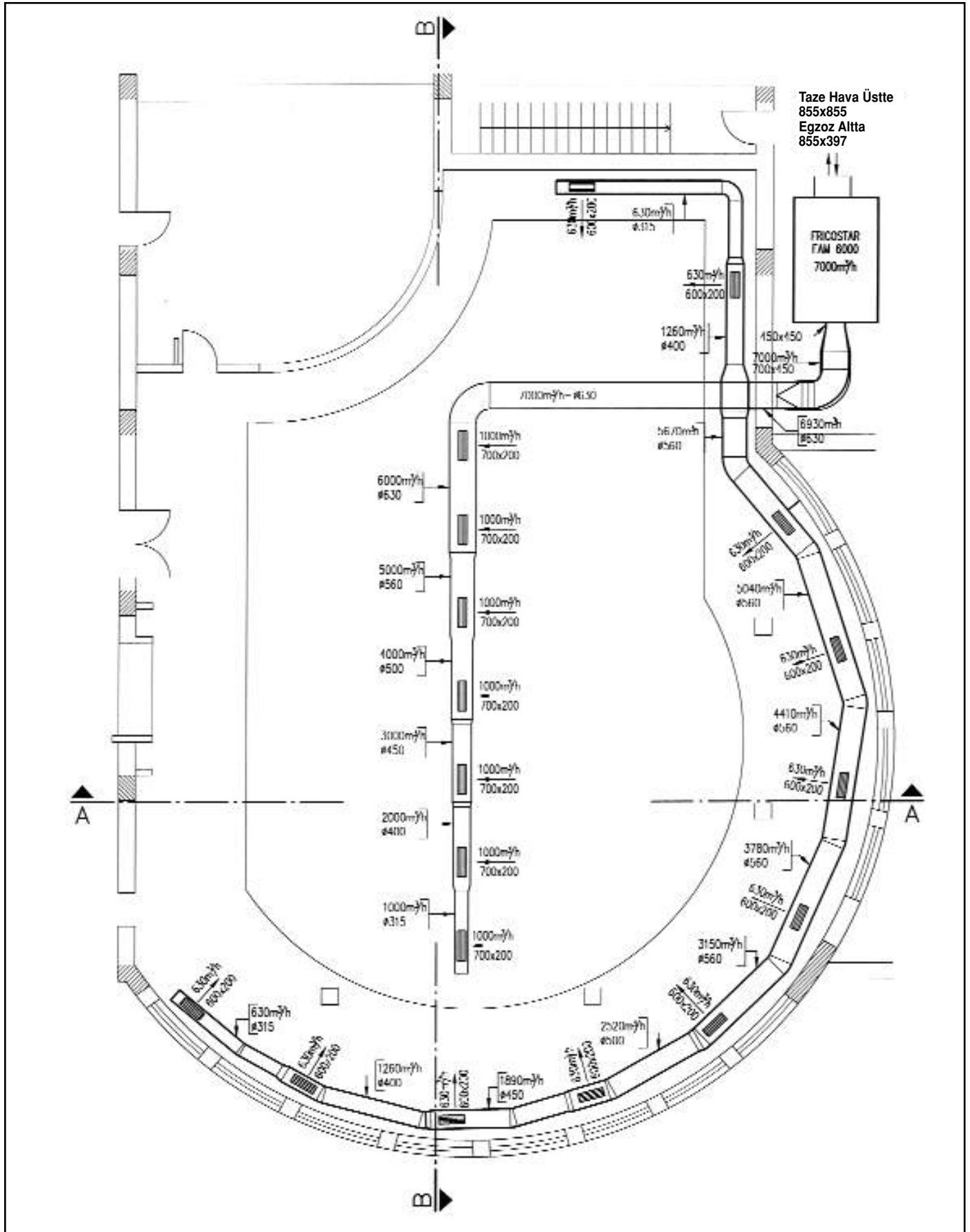
14.11.6. Özel Yüzme Havuzları

Özel havuzların havalandırılması da prensip olarak diğer büyük havuzların havalandırılmasına benzer. Havuz mahalinde aynı anda az insan bulunacaksa ve havuz yüzey alanı küçükse kanallı bir sistem yatırım maliyeti olarak yüksek olacaktır. Bu durumda kompakt tip-te nem alma cihazları kullanmak daha pratiktir.

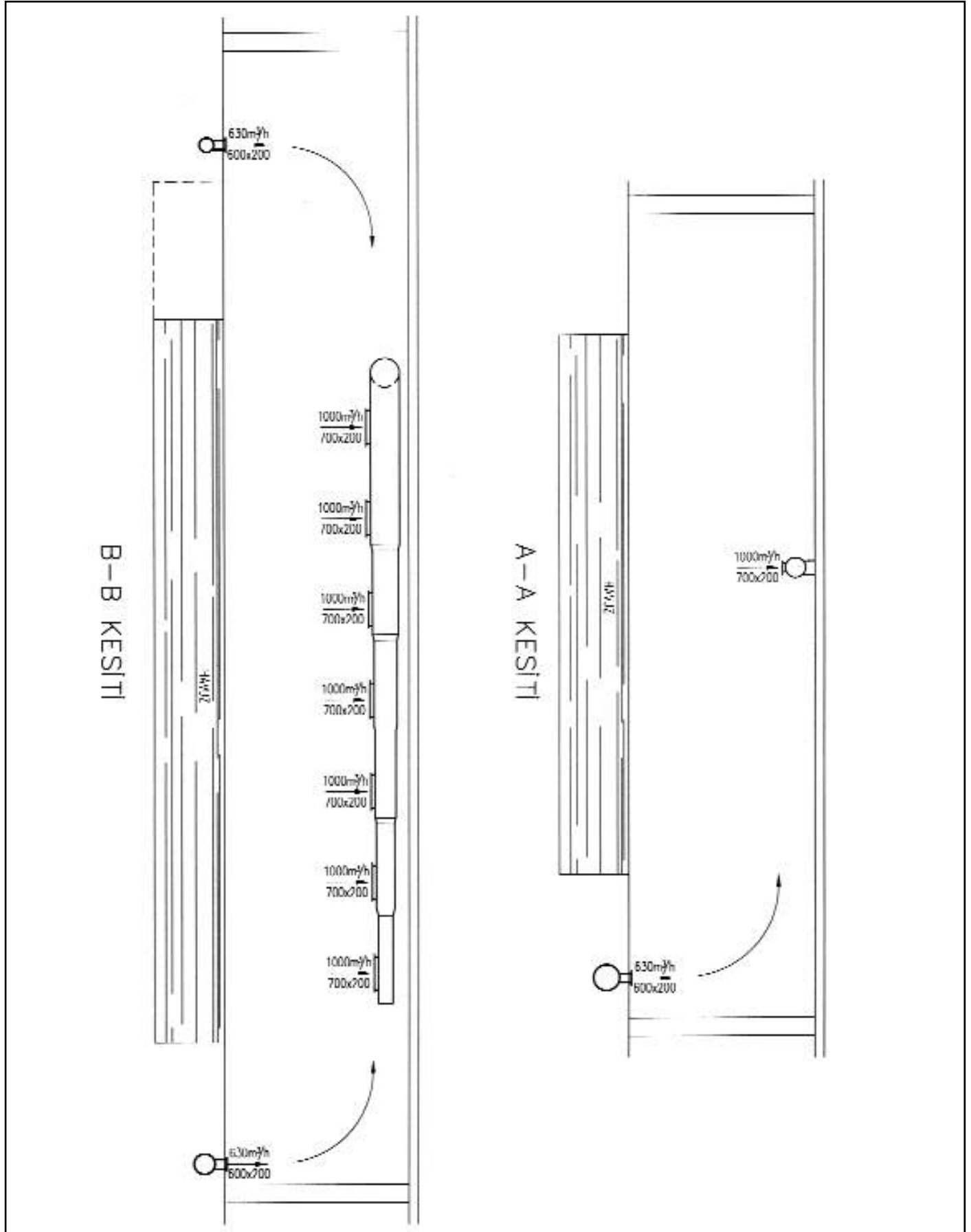
Bu tip cihazlar belirtilen su ve mahal hava sıcaklıklarına uyulduğu takdirde 40 m² havuzlara kadar kullanılabilirler. Isıtma lokal olarak çözülür (Şekil 14.38). Daha büyük havuzlarda kanallı sistem istenmez ise birden fazla cihaz da konulabilir. Böyle durumlarda cihazın taze hava alma özelliğinin olmasına ve yapılması gereken aspirasyona dikkat edilmelidir. Bu sistemlerde otomasyon olarak bir higrostat kullanmak ve bir drenaj bağlantısı yapmak yeterli olmak-



Şekil 14.38. KOMPAKT TİP NEM ALMA CİHAZI

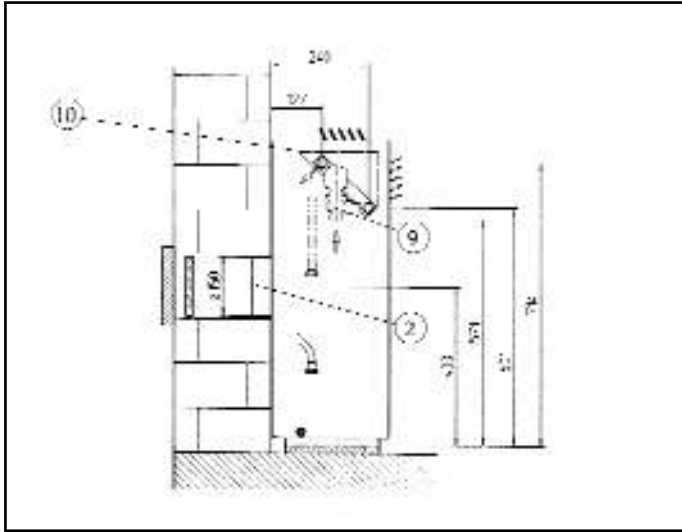


Şekil 14.36.A. ÖRNEKTEKİ KAPALI YÜZME HAVUZUNUN KLİMA PROJESİ PLAN PAFTASI

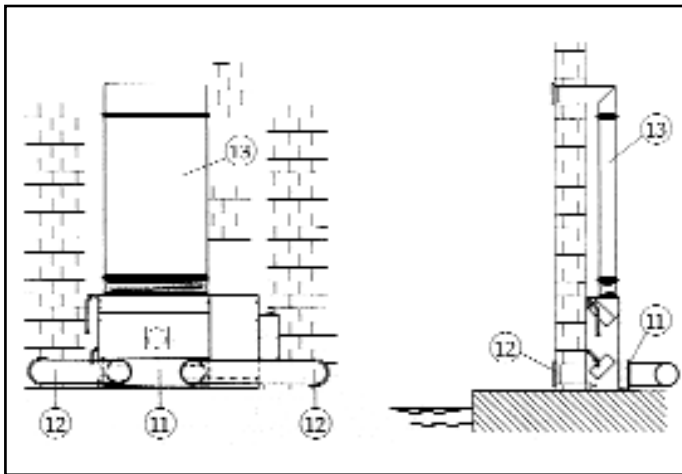


Şekil 14.36.B. ÖRNEK PROJE KESİT RESİMLERİ

tadır. Kompakt cihaza taze hava bağlantısı ve havuz mahali dışından nem alma uygulamaları Şekil 14.39 ve 14.40'da gösterilmiştir. Havuz ebatları büyüdükçe (Otel havuzları vb.) içeri verilen havanın nem ve sıcaklığının; emiş havasının nem ve sıcaklığının ve dış hava sıcaklığına göre taze hava miktarının otomatik olarak ayarlandığı çift fanlı sistemler kullanılmalıdır. Damperlerin otomatik olarak çalışma şekline göre açılıp kapanması gerekir. Bu tip santalların esas çalışma aralığı kış aylarına rastladığı için nem alma işlemini üstlenecek santralin ısı geri kazanım hücreli düşünülmesi her zaman kullanıcının yararına olacaktır.



Şekil 14.39. NEM ALICI CİHAZA TAZE HAVA BAĞLANTISI



Şekil 14.40. NEM ALICI CİHAZ HAVUZ MAHALLİ DIŞINDA

Duşlar

Oluşan buharın atılması için bir aspiratörün yanında taze hava için bir de vantilatör kullanılır. Dış havadaki nem oranı yazın max. olduğu için bu dönemde gerekli olan hava miktarı da max. olacaktır. Hava miktarının teorik hesabı oldukça güçtür.

Tecrübelere göre elde edilen değerler,

Ortam sıcaklığı	= 25 °C
Yazın duş başına, hava miktarı	= 220 m ³ /h
Kışın duş başına, hava miktarı	= 75...100 m ³ /h

Max. hava değişimi = 25...30 kez

Isıtma lokal olarak sabit ısıtıcılarla yapılır.

Soyunma Odaları

Hem aspirasyon hem de ventilasyon yapan sistem gereklidir. Isıtma radyatörlerle yapılır.

Hava değişimi = 8...10 kez

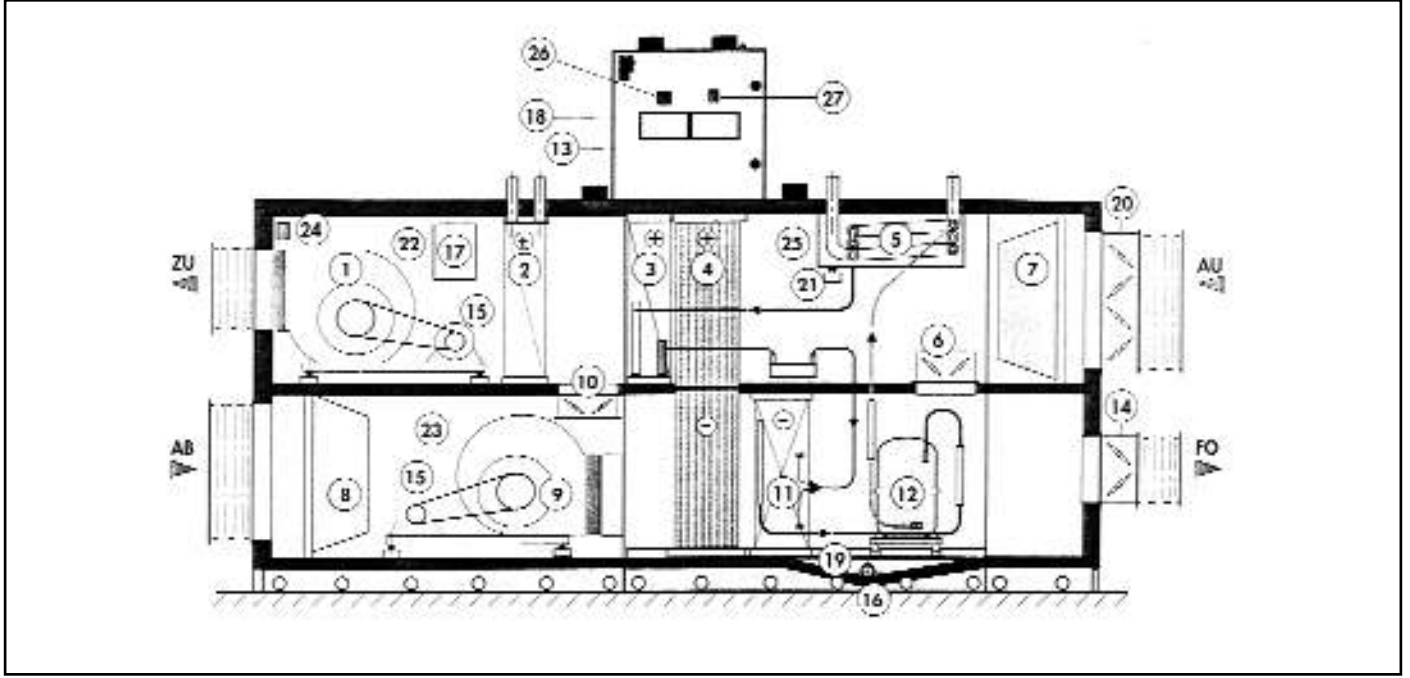
Sıcaklık = 22-24 °C

Havanın bankların ve dolapların altından üflenmesi kullanışlı olacaktır. Hava emişi tavandan yapılmalıdır. Soyunma odaları ve duşların havalandırılması aynı sistemle yapılıyorsa, farklı ortam sıcaklıkları olacağından santralde iki ayrı ısıtıcı kullanılmalıdır.

14.11.7. Kanallı Nem Alıcı Klima Santralleri

Nem alıcı tipte, özellikle kapalı yüzme havuzları iklimlendirmesi için geliştirilmiş özel klima santrali Şekil 14.41'de görülmektedir. Bu santral paket tipi olup, hem ısı geri kazanım hücresi hem de soğutma çevrimi bulunur ve kendi kontrol programını içeren kontrol panoludur. Cihaz besleme ve egzoz olarak üst üste iki üniteden oluşmaktadır. Şekildeki numaralara göre cihaz temel elemanları ve bu elemanların görevleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Besleme Fanı.
2. Son Isıtıcı Serpantin. Bu serpantin sistemdeki sıcak su kazanından beslenmektedir. Girişindeki kontrol vanası ile sıcak su debisi kontrol edilmektedir. Gerekli hallerde ilave son ısıtmayı yapar.
3. Kondenser. Sistemdeki soğutma makinasının (ki ısı pompası olarak isimlendirilmektedir) DX kondenser serpantindir. 11 numaralı evaporatörde çekilen ısı, kompresöre verilen enerji de ilave edilerek burada kondenser üzerinden geçen havaya aktarılır.
4. Isı Borusu Ekonomizör. Isı borusu prensibi ile alt taraftaki sıcak havadan çekilen ısı, üst taraftaki soğuk havaya aktarılır. Böylece atılan havadan çekilen ısı havuza beslenen havaya aktarılarak ısı geri kazanılır.
5. Havuz suyu kondenseri. Opsiyonel olarak kullanılır ve daha ileri derecede ısı geri kazanımı sağlar. Buradaki ısı değiştiricinde havuz suyu ısıtılırken, üzerinden akan hava soğutulurken nemi alınır.
6. Resirküle havası klapesi servo (motorlu). Havuz ortamından çekilen nemli egzoz havası soğutulurken nemi alındıktan sonra, bu klape kontrolünde üst bölüme geçer.
7. Taze hava torba filtresi. Dışarıdan alınan taze havayı filtre eder.
8. Dönüş havası torba filtresi. Havuz ortamından alınan nemli egzoz havasını filtre eder.
9. Emiş fanı. Havuz ortamında dönüş havasını emer ve egzoz edilecek havayı dışarı atar.
10. By-pass klapesi (servo motorlu). Gece işletiminde nemi alınmaksızın havanın geri bypass edilmesini kontrol eder.
11. Evaporatör. Üzerinden geçen nemli havayı soğutarak, neminin yoğunlaşmasını sağlayan DX ısı değiştirici serpantin.
12. Kompresör. Soğutucu akışkan çevrimini gerçekleştirir ve soğutucu akışkanı evaporatörden kondensere basar.
13. Elektrik paneli.



Şekil 14.41. ÖZEL HAVUZ KLİMA SANTRALI

14. Egzoz havası klapesi (servo motorlu)
15. Besleme fan motoru
16. Kondens suyu çıkışı
17. Etiket
18. Kumanda / Kontrol
19. Kondens tavası
20. Taze hava klapesi servo motorlu
21. Havuz suyu termostatı
22. Besleme havası sıcaklık sensörü (min. sınırlama)
23. Kombine sıcaklık ve nem ölçer
24. Dönüş havası filtresi fark basınç manometresi
25. Taze hava filtresi fark basınç manometresi
26. Reset şalteri
27. Ana şalter

Sistemin çalışması Şekil 14.42'de gösterilmiştir. Nem alma cihazlarında mahalden emilen hava filtreden geçirilip, ısı geri kazanımı ünitesinde ön soğutmaya tabi tutulur. Daha sonra, soğutma çevriminin evaporatör hücresinde soğutulup nemi alındıktan sonra dönüş havası işletim şekline bağlı olarak birlikte; egzoz dışarı atılırken, dönüş havası karışım hücresinde taze hava ile birleştirilir. Karışım havası ısı borusunda (üst kısım) ilk ısıtma, kondenserde ikinci ısıtma ve kazan suyundan beslenen serpantinde son ısıtma yapıldıktan sonra mahalle verilir. İşletim oda sıcaklığı ; dış hava sıcaklığı ; mahal nem oranı ve iç ortam sıcaklıklarına bağlı olarak tamamen otomatik ayarlanmalıdır. Cihazın dış statik basınç kayıpları hesaplanmalı fanlar bu basınç değerlerine göre seçilmelidir. Son serpantin üç yollu vana ile kumanda edilmeli iç sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda gereksiz ısıtmaya ve enerji kaybına imkan verilmemelidir. Sistemde drenaj bağlantısı ve buna bağlı sifon hesabı iyi yapılmalıdır. Sistemin 4 farklı durumdaki işletim senaryosu Şekil 14.42'de gösterilmiş ve aşağıda açıklanmıştır:

Kış Koşullarında Gece İşletimi (Nem alma yok, Poz. 1)

İşletim by-pass damperi üzerinden gerçekleşmektedir. Sirkülasyon fanı kapalı konumda, üfleme fanı düşük kapasitede çalışmaktadır (otomatik konum). Cihazda bulunan ek ısıtıcı yüzme havuzu mahallindeki havayı ısıtmaktadır.

Kış Koşullarında Gece İşletimi (Nem alma var, Poz. 2)

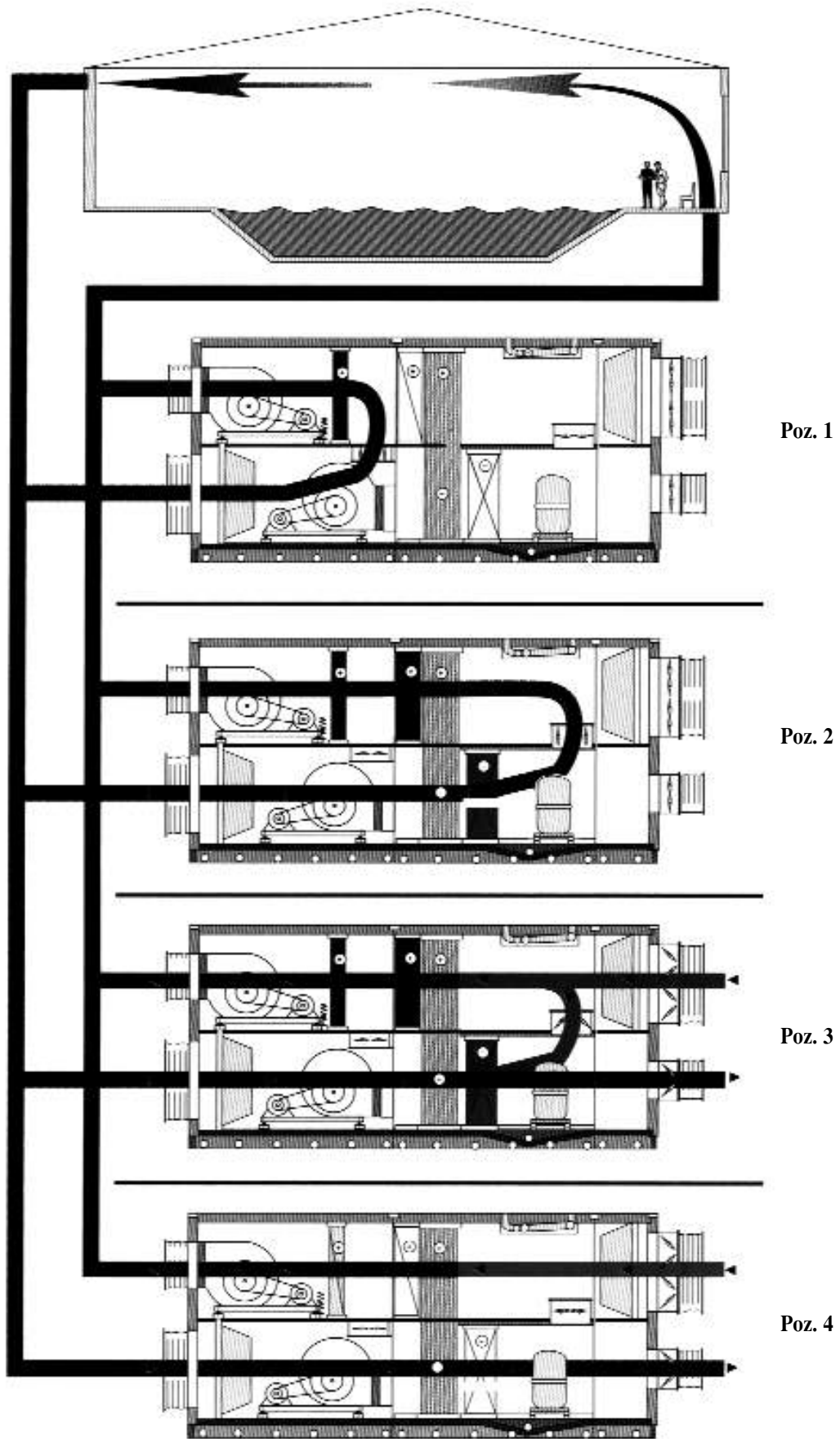
İşletim açık by-pass damperleri sayesinde iç hava ile gerçekleşmektedir. Üfleme fanı yüksek, emme fanı alçak devirde çalışmaktadır. İç havanın bir kısmı yukarıdaki gibi bypass edilirken, bir kısmı ısı borusu (ısı geri kazanma hücresinde) ve evaporatörde soğutulmaktadır. Daha sonra ısı borusunda, kondenserde tekrar ısıtılmakta ve bypass eden hava ile karışarak son ısıtıcıda (üst kısım) istenilen düzeyde ısıtılmaktadır. Sistemde opsiyonel bulunabilecek olan havuz suyu kondenserinde havanın ilave soğutma işlemi sırasında kazanılan enerjinin bir kısmı havuz suyu ısıtmasında kullanılabilir. maktadır.

Kış Koşullarında Gündüz İşletimi (Nem alma var, Poz. 3)

Karışım havası damperi sayesinde oluşturulan iç, dış hava karışımı (teknolojik ve sağlık sebeplerinden dolayı) yüksek kademedeki çalıştırılan fanlar ile dolaştırılır. Nem alma yukarıdaki gece işletiminde yapıldığı gibidir. Bu işletimde tamamen iç hava yerine karışım havası kullanılmıştır. Taze hava miktarı kadar iç hava egzoz edilmektedir. Nem alma yok ise, fanlar düşük devirde, soğutma çevrimi kapalı konumda bulunmaktadır. Bu işletimde taze hava kullanımı insan sayısına bağlı olarak belirlenir.

Mevsim Geçişleri ve Yaz İşletimi (Nem alma işlemi ile veya nem alma işlemi olmadan, Poz. 4)

Dış ortamın sıcaklığının iç ortamdaki daha fazla, özgül neminin daha düşük olması durumunda bu işletim geçerlidir. Soğutma çevrimi ve son ısıtıcı kapalıdır. Isı borusu sıcak havadan soğuk havaya ısı aktaracak yönde çalışır. Ünite havalandırma ve nem alma işlemini



Şekil 14.42. HAVUZ KLİMA SANTRALİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

mümkün olan en fazla dış hava oranı ile yapmaktadır. (İç havanın tamamına yakınının dışarı atılması) Fanlar ihtiyaca göre düşük veya yüksek devirde çalışmaktadır.

Yaz Koşullarında Gündüz İşletimi (Nem alma var, Poz. 3)

Dış ortamın sıcaklığının ve özgül neminin iç ortamdan daha fazla olması durumunda, sistem üçüncü modda anlatıldığı gibi çalışır. Sadece son ısıtıcı çalışmaz.

Kanallı Tip Nem Alma Cihazı Seçimi İçin Gerekli Bilgiler

Cihazın üst üste veya yanyana koyulması tamamen müşterinin cihazı yerleştireceği mekan ile ilgilidir.

Havuz yüzey alanı:	m ²
Havuz mahallinin hacmi:	m ³
Havuz suyu sıcaklığı:	°C
Havuz mahal sıcaklığı:	°C
Ortamda istenen bağıl nem:	%
Havuzun ne amaçla kullanılacağı:	
Jakuzi ve/veya sauna varsa	m ²
Emiş ve üfleme kanallarında basınç kaybı:	Pa
Mahal ısı ihtiyacı:	kW
Havuz suyu yardımcı ısıtma sistemi isteniyor mu?	
Cihaz elektrik dolabı konumu:	
Kullanılacağı dış sıcaklık:	°C
Uzaktan kumanda isteniyor mu?	

14.11.8. Diğer Nem Alma Cihazı Tipleri

Yukarıda anlatılan hem ısı geri kazanım hücreli (ısı borusu) hem de soğutma çevrimli nem alma cihazları olabildiği gibi sadece ısı borusu ile nem alan veya sadece soğutma çevrimi ile nem alma işlemi gerçekleştiren cihazlar bulunmaktadır. Cihazlarda opsiyon olarak havuz suyu ısıtmasına yardımcı olacak havuz suyu ısıtma kondenseri de bulunmalıdır.

Daha çok büyük yüzme havuzlarının havalandırılmasında ve nem alma işleminde kullanılan kanallı tip nem alma cihazlarının yanı sıra küçük yüzme havuzlarında kullanılan kompakt tip nem alma cihazları ve oturma mahalleri, bodrum katları, kütüphaneler gibi mekanların nem problemlerine çözüm olarak kullanılan ev tipi nem alma cihazları da mevcuttur. Ev tipi cihazın yapısı şematik olarak **Şekil 14.43'de** gösterilmiştir.

14.11.9. Nem Alma Cihazı Montajında ve İşletmeye Almada Dikkat Edilecek Hususlar

- 1- Kanallı tip nem alma santralının kadesinin sifon mesafesini kurtaracak yükseklikte yapıldığı kontrol edilmelidir.
- 2- Santralin konulacağı yerin servis ve bakım çalışmalarına olanak verecek, kapılarının açılabilceği genişlikte olmasına dikkat edilmelidir.
- 3- Son ısıtma serpantinine bağlanacak 3 yollu otomatik vananın bağlantısının doğru konumda yapıldığı kontrol edilmelidir. Bu tesisat üzerinde hava oluşabilecek yatay hatlara hava tüpleri otomatik pürjörler ve bir adet pislik tutucu monte ediniz.

- 4- Dış hava sıcaklığının çok düşük olduğu bölgelerde dış hava elektrikli veya sulu kanal tipi serpantin yardımı ile min -5 °C'ye kadar ön ısıtılmalıdır.
- 5- Cihaz işletmeye alınmadan önce havuz mahallinde istenen tüm şartların oluşmuş olmasına (Havuzun dolu olması ; Su sıcaklığı; Ortam sıcaklığı; Bağıl nem) dikkat edilmelidir.
- 6- Çalışmadan sonra fan dönüş yönlerinin doğruluğu kontrol edilmelidir.
- 7- Kanallar korozyona karşı dayanıklı malzemeden seçilmeli ve izolasyonu iyi yapılmalıdır. Özellikle emiş havası kanallarında yoğunlaşma oluşmasının engellenmesi için bütün tedbirler alınmalıdır.
- 8- Filtrelerin periyodik olarak temizlenmesine veya değiştirilmesine dikkat edilmelidir.
- 9- Sezon başlarında cihazın genel kontrolleri mutlaka yapılmalıdır.
- 10- Cihaz ilk çalıştırılmadan önce mutlaka fan ve kompresör nakliye emniyet takozlarının sökülmüş olduğu kontrol edilmelidir.
- 11- Cihazın bulunduğu ortamın nemli ve tozlu olmamasına dikkat edilmelidir.
- 12- Nem alma santralına opsiyonel olarak bağlanabilen havuz suyu ısıtmasına yardımcı kondenser bağlantı alternatifleri mevcuttur.

14.12. GARAJLAR

Motor egzozlarında hidrokarbonların yanında her türden kükürt ve kurşun bileşikleri, is, yağ buharı ve özellikle karbonmonoksit gibi zehirli atıklar bulunduğu için garaj havalandırmaları özellikle önemlidir. CO gazı ortamda düşük oranlarda bulunsada dahi, teneffüs edilme süresine bağlı olarak zehirlenmeye sebep olabilir.

Havalandırmanın görevi, zararlı gazları en kısa sürede dışarıya atmak veya ortamdaki oranlarını seyreltmektir. Garajlar Alman normlarında boyutlarına göre üçe ayrılmaktadır:

- 1) Ufak garajlar 100 m² alana kadar
- 2) Orta büyüklükte garajlar 1000 m² alana kadar
- 3) Büyük garajlar 1000 m² alandan büyük

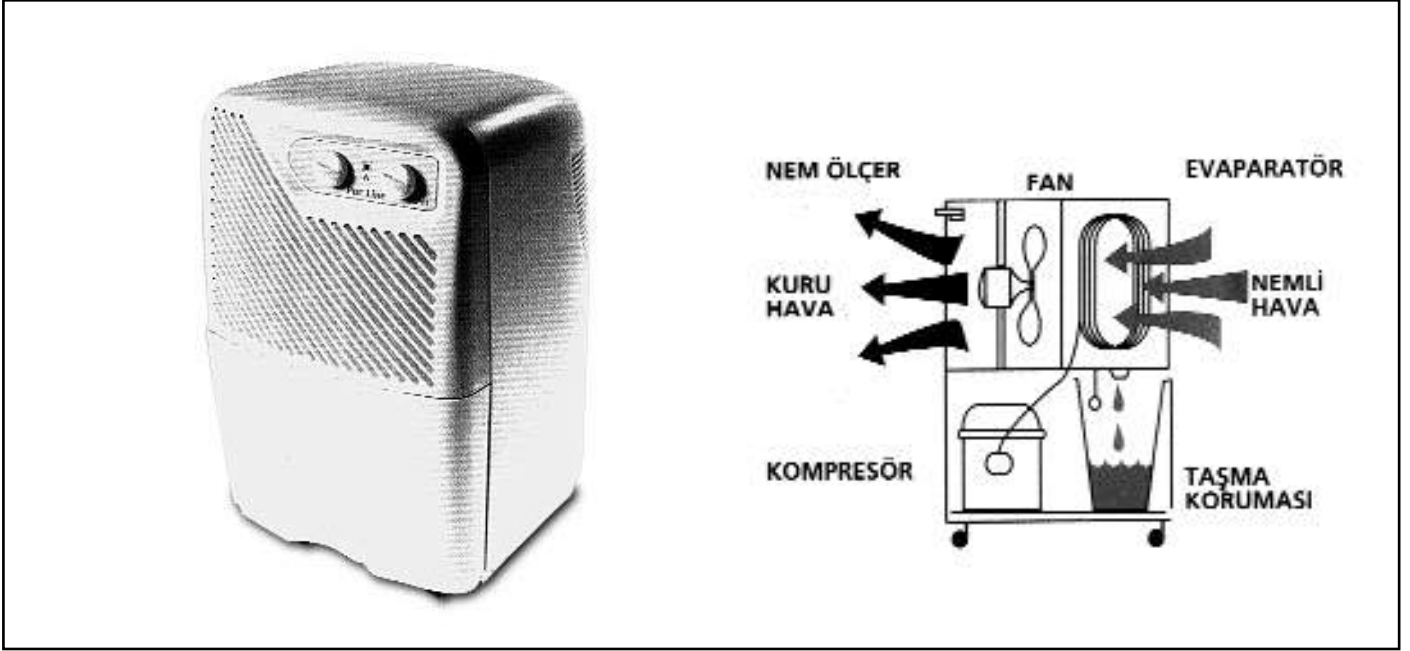
Bir araba için yaklaşık 25 m² park alanı düşünülmelidir.

Ayrıca garajları tamamen kapalı ve kısmen açık olarak da ayırmak mümkündür. Yerüstü kat otoparkları yarı açık garajlara örnektir. Buralarda doğal havalandırma yeterli olabilir.

14.12.1. Doğal Havalandırma

Garajlar doğal ya da cebri olarak havalandırılabilirler. Doğal havalandırmada, tüm kesitten hava akımı sağlamak için karşılıklı olarak eşit dağıtılmış açıklıklar bırakılmalıdır. Bunların birbirine olan uzaklıkları yerüstü garajlarında en çok 35 m, yeraltı garajlarında en çok 20 m olacak şekilde oluşturulmalıdır. Bu açıklıkların kesitleri orta ve büyük garajlarda park alanı başına 0,06 m² olmalıdır.

Ufak garajlarda, dış kapılarda park alanı m²'si başına 150 cm² kesit alanı oluşturulmalıdır. ASHRAE standardı doğal havalandırma için park alanının %2,5 - 5'i oranında serbest açıklığı şart koşmaktadır.



Şekil 14.43. EV TİPİ NEM ALMA CİHAZI ŞEMATİK İÇ YAPISI

14.12.2. Mekanik Havalandırma (Cebri Havalandırma)

Otoparklar için gerekli olan havalandırma miktarını hesaplayabilmek için iki faktöre ihtiyaç duyulur. Birincisi otoparktaki hareket halindeki araç sayısı, diğeri ise araçların emisyon değerleridir. Hareket halindeki araç sayısı genellikle otoparkın bulunduğu binanın kullanım amacına bağlıdır. Hareket halindeki ortalama araç sayısı otoparkın toplam araç kapasitesinin %3'ünden (alışveriş merkezlerinde) %20'sine kadar (spor salonlarında) değişen değerlerdedir. Karbonmonoksit emisyonu ise araçların yaşına, motor gücüne, bakım sıklığına bağlı bir değerdir.

Özel haller dışında, Alman yönetmeliklere göre, m² yararlı garaj alanı başına, konut garajlarında 6 m³/h, diğer garajlardaysa 12 m³/h hava atılmalıdır. Yine yönetmeliklerde yararlı garaj alanı miktarı taşıt başına 25 m² olarak verilmiştir. Buna göre 25 m² alan ihtiyacı olan bir taşıt için, ikinci tipdeki bir garajda taşıt başına 25 x 12 = 300 m³/h hava tahliyesi yapılmalıdır veya 2,4 m tavan yüksekliği için 12:2,4 = 5 kez hava değişimi yapılmalıdır. ANSI ASHRAE 62 - 1989 sayılı standardı, brüt park alanı metrekaresi başına 7,62 L/s.m² (27,4 m³/h.m²) olarak sabit bir havalandırma debisi tanımlanmaktadır. Bu değer 2,5 metre tavan yüksekliğine sahip garajlarda saatte 11,25 hava değişimine karşı gelir. Fakat ASHRAE'de bazı otoriteler tarafından saatte hava değişim katsayısı olarak 4 ila 6 yeterli görülmektedir. İlaveten havalandırma değişken debili olabilir ve ihtiyaç duyulmadığında, fan enerjisinden tasarruf amacıyla, havalandırma debisi azaltılabilir.

Tablo 14.44'de özet olarak, Amerika Birleşik Devletlerinde ve diğer bazı ülkelerde geçerli olan kapalı otopark havalandırma standartları verilmiştir. **Tablo 14.44'den** anlaşılacağı üzere CO temas süreleri ve limitleri birbirleriyle uyumlu değildir ve limit değerleri ülkeden ülkeye önemli ölçüde değişmektedir. Fakat genel olarak otoparklarda CO ile temas riskine bütün standartlarda işaret edilmektedir.

Standart/ ülke	Süre (saat)	PPM	Havalandırma
ASHRAE	8	9	7.62 L/s.m ²
	1	35	
ICBO	8	50	7.6 L/s.m ²
	1	200	
NIOSH / OSHA	8	35	-
	Max.	200	
BOCA	-	-	6 ACH
SBCCI	-	-	6 - 7 ACH
NFPA	-	-	6 ACH
ACGIH	8	25	-
Kanada	8	11 / 13	-
	1	25 / 30	
Finlandiya	8	30	2.7 L/s.0m ²
	15 dk.	75	
Fransa	Max.	200	165 L/s . araç
	20 dk.	100	
Almanya	-	-	3.3 L/s.m ²
Japonya ve G. Kore	-	-	6.35- 7.62 L/s.m ²
Hollanda	0.5	200	-
İsveç	-	-	0.91 L/s.m ²
İngiltere	8	50	6 - 10 ACH
	15 dk.	300	

Tablo 14.44. KAPALI OTOPARKLARDA ULUSLARARASI HAVALANDIRMA STANDARTLARI

14.12.3. Havalandırma Düzenlemeleri

Enerji tasarrufu açısından fanlar ya eşit büyüklükte birden fazla sayıda olmalıdır veya hız kademesi ayarlanabilen değişken debili fanlar kullanılmalıdır. Değişken debili sistem, CO gazından kumanda

alan talep kontrollü bir havalandırma sistemidir ve ortamdaki CO oranı sürekli olarak kaydedilir. CO izleme sistemi mekanik havalandırma sistemiyle içten kilitlemeli olarak entegre çalışır ve CO oranını kontrol eder. Alman normlarına göre eşit büyüklükte iki fan kullanılması mecburidir. Bu fanların elektrik bağlantıları ve sigortaları tamamen bağımsızdır ve tek fan çalışırken bir arıza nedeniyle durursa, diğer fan kendiliğinden devreye girmelidir. Ayrıca iki fan aynı kanal sistemine bağlı ise biri çalışırken diğerinden kısa devre emiş yapılmaması klapelerle güvenceye alınmalıdır. Sabit debili iki fan kullanıldığında, CO gazı derişikliğinden kumanda alan bir otomatik sistemle 2. kademe veya 2. fanın devreye girmesi tercih edilir. Normal zamanlarda ise düşük kademelerde veya tek fanla çalışma sürdürülmelidir.

Kirleticilerin kabul edilebilir düzeyi yönetmelikten yönetmeliğe önemli ölçüde fark eder. Bu yüzden kapalı otoparklarda kabul edilebilir bir emisyon değerinin belirlenmesi konusunda bir konsensusa gerek duyulmaktadır. Almanya'da garajlar için sürekli çalışmada CO seviyesi 50 ppm değerinde tutulmalıdır. Tehlike sınırı ise 100 ppm olup, CO bu değeri kesinlikle aşmamalıdır.

Garaj mekanik havalandırma sistemleri sadece besleme, sadece egzoz ve egzoz + besleme (dengeli) olabilmektedir. Dengeli sistemlerde garajda basınç negatif olacak şekilde düzenleme yapılır. Seçilen sistem ne olursa olsun,

1. Besleme havası kısa devre olmamalıdır.
2. Zehirli gazların belirli bölgelerde yerel olarak birikmesine olanak tanınmalıdır.
3. Bütün park alanı boyunca düzgün ve homojen hava dağılımı sağlanmalıdır.

Mekanik garaj havalandırılmasında özellikle egzoz sistemleri tercih edilir. Her sistem için kurulacak çift egzoz fanı ile garaj boyunca hiçbir ölü hacim bırakmayacak şekilde düzenleme yapılır. Emişin %50'si tavan seviyesinden, en az %50'si de kolonlar boyunca indirilen ağızlar vasıtasıyla döşeme seviyesine yakın bölgelerden yapılır. Bu durumda temiz hava giriş imkânları ve hareketi göz önüne alınmalıdır.

Eğer emiş kanalları vasıtası ile bütün garaj boyunca düzgün hava hareketi sağlanamıyorsa ve ölü bölgeler kalıyorsa veya yeterli temiz hava giriş imkânı yoksa, besleme fanları yardımı ile temiz hava da mekanik yolla temin edilir. Sadece besleme havası vererek havalandırma yapmak ve garajda pozitif basınç yaratmak, komşu hacimlere garaj havasının sızma ihtimali yoksa mümkündür. Alışveriş merkezleri, ofis blokları, otel vs. gibi yapıların garajlarında kışın temiz havanın ısıtılması istenebilir. Bu durumda besleme santrali ısıtıcı olacaktır. Ancak bu tip uygulamalarda enerji tasarrufu açısından bir imkân mevcuttur. Bu sistemlerde garaj üstündeki hacimlerin şartlandırılmış (kışın ısıtılmış, yazın soğutulmuş) egzoz havası doğrudan garaja basılabilir. Böylece, bir ölçüde ısıtma ve hatta yazın soğutma yapılarak enerji tasarrufu sağlanır. Ancak bu havanın koku-suz ve zararsız olması gerekir. Mutfak, tuvalet, banyo gibi hacimlerinin veya kimyasal veya benzeri üretim yapan tesislerin egzoz havası garaja atılamaz.

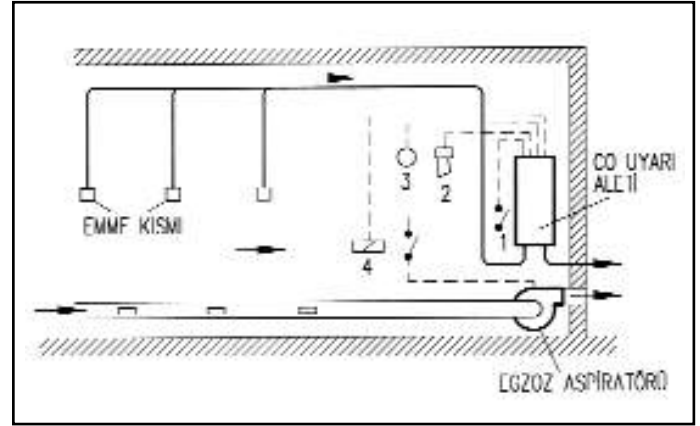
Yangın ve duman oluşumu halinde, egzoz havalandırma tesisi kendiliğinden en yüksek kademede işletmeye geçmelidir. Elektrik bağ-

lantı hatları dış yangın etkisinde en az birbuçuk saat boyunca fonksiyonunu muhafaza etmelidir. Ventilatör motoru 60 dakikalık süre için en yüksek 300 °C sıcaklığa dayanmalıdır. Duman tahliyesi ventilatörlerinin pano dolapları, sıcaklık tehlikesi bulunan odaların dışında kurulmalıdır.

14.12.4. CO İkaz Sistemleri

Yoğun trafikli büyük, kapalı garajlarda garaj şartnamelerine uygun olarak CO oranlarını ölçecek, ayarlayacak ve gerekince ikaz verecek sistemler bulunmalıdır. Bu sistemlerde garajın çeşitli bölgelerinden emilen hava kanallarla ölçme cihazına gönderilir. Yarım saatlik ortalama değer 100 ppm (cm^3/m^3) değerini aşarsa sinyal verir. (Şekil 14.45)

Sınır değerinin %40'ına ulaşınca, iki kademeli havalandırmanın ilk kademesi, %80'de ise 2. kademesi devreye girer. Cihazlar sıcaklık şiddeti veya İnfraruj - sistemi ile çalışır. Senelik ve mevsimlik kontroller için kontrol sözleşmesi yapılmalıdır.



Şekil 14.45. CO İKAZ SİSTEMİ

14.12.5. Hesap Yöntemi

ASHRAE tarafından yürütülen bir çalışmanın saha çalışmalarında şu sonuçlara varılmıştır:

1. Test edilen tüm garaj alanlarında ölçülen kirletici düzeyleri, en sıkı yönetmelik emisyon sınır değerlerinin (8 saat süre boyunca ölçülen ağırlıklı ortalama sınır değerinin 25 ppm olması) dahi altındadır.
2. Gerçek havalandırma debileri 62 - 1989 standardında belirtilen değerden (7.62 L/s.m^2) oldukça daha düşüktür.
3. Talep kontrollü havalandırma tekniği, gerekli iç hava kalitesini sağlayabilmektedir.
4. Emiş ve egzoz fanlarının konumu, trafik akışı, hareket halinde olan araçların sayısı ve seyahat süresi kapalı otoparklarda istenen CO emisyonu sınır değerlerinin sağlanabilmesini etkileyen önemli faktörlerdir. Kapalı otoparkların havalandırma gereksinimini belirlemek için düşünülen herhangi bir dizayn yönetmeliği, bu faktörleri göz önüne almak zorundadır.

Bu sonuçları dikkate alarak, kapalı otoparklarda kabul edilebilir sınır emisyon değerlerinin altında kalabilmek için gerekli havalandırma oranının belirlenmesi amacıyla basit bir dizayn metodu geliştirilmiştir. Havalandırma debisi birim zamanda birim alan başına dü-

şen hava akış debisi $L/s.m^2$ olarak, ya da birim zamanda hacimsel hava değişim sayısı olarak ifade edilebilir. Dizayn havalandırma debisi temel olarak 4 ana faktöre dayanır:

1. Kapalı otopark içerisinde kabul edilebilecek kirletici düzeyi
2. Pik saatlerde otopark içerisinde çalışan otomobil sayısı
3. Otopark içerisindeki araçların seyahat ve çalışma süresi
4. Değişik koşullar altında tipik bir aracın emisyon değerleri,

Kapalı otoparklarda havalandırma miktarının tam olarak belirlenmesi için bu faktörlerle ilgili verinin bilinmesi gerekir. Aşağıda mevcut ve yeni yapılacak kapalı otoparkların havalandırılması için geliştirilen bu basit bir dizayn yaklaşımı verilmiştir.

Dizayn İçin Genel Prosedür

Hesap yönteminde şu adımlar takip edilmelidir:

Adım 1: Sırasıyla aşağıdaki bilgilerin toplanması

1. Pik kullanım zamanında otoparkta hareket halinde bulunan araçların sayısı, N (boyutsuz). N değerinin tahmin edilebilmesi için ITE el kitabından yararlanılabilir.
2. Tipik bir araç için saatteki ortalama CO emisyonu değeri, ER (gr/h). CO emisyonu ER değeri araç karakteristikleri, yakıt türü, aracın çalışma koşulları ve çevre faktörü gibi bir çok faktöre bağlıdır. Tipik bir aracın CO emisyonu değerlerinin tahmin edilebilmesi için **Tablo 14.46'dan** yararlanılabilir. Marketler ve alışveriş merkezleri gibi araçların genel olarak kısa periyotlarla park edildiği yapılarda en çok karşılaşılan olan durum, araçların sıcak motor ile çalıştırma anındaki emisyon değerleridir. Ofis türü binalarda ise motorun ilk çalıştırma anında soğuk olduğu göz önüne alınmalıdır.

	Sıcak emisyonlar gr/dk		Soğuk emisyonlar gr/dk	
	1991	1996	1991	1996
Mevsim				
Yaz (32 °C)	2,54	1,89	4,27	3,66
Kış (0 °C)	3,61	3,38	20,74	18,96

Tablo 14.46. KAPALI OTOPARKLARDAKİ TİPİK EMİSYON DEĞERLERİ

3. Tipik bir araç için kapalı otoparkta ortalama seyahat ve çalışma süreleri, T (sn). Giriş/çıkış süreleri için genel bir değerlendirme ASHRAE el kitabında bulunabilir. Bu değerler ortalama değerlerdir. İş çıkışı saatleri gibi daha yoğun zamanları dikkate alan senaryolarda, bu değerler yükseltilebilir.
4. Kapalı otopark içerisinde kabul edilebilir maksimum CO konsantrasyon düzeyi, CO_{max} (ppm).
5. Otoparkın toplam döşeme alanı, A_f (m^2).

Adım 2:

1. Eşitlik 1'i kullanarak garajın birim döşeme alanı için pik kirletici üretim hızı, GR ($gr/h.m^2$)'nin belirlenmesi:

$$GR = \frac{N \times ER}{A_f} \times 100 \quad (1)$$

2. Üretim hızı değerinin referans $GR_0 = 26,8$ $gr/h.m^2$ değeri ile boyutsuzlaştırılması lazımdır. Referans değer kışın soğuk start hali olan, en kötü koşullar göz önüne alınarak belirlenmiştir.

$$f = \frac{GR}{GR_0} \times 100 \quad (2)$$

Adım 3 : İstenilen birim döşeme alanı başına havalandırma debi değerinin ($L/s.m^2$) belirlenmesi. Eşitlik 3'te verilen korelasyon katsayısı kabul edilebilecek maksimum CO konsantrasyon değerine, CO_{max} bağlıdır.

$$L/s.m^2 = C f T \quad (3)$$

T (sn): Araçların otopark içerisindeki ortalama seyahat süresi
C: korelasyon katsayısıdır. C şu şekilde verilmiştir:

$$C = \begin{cases} 1,204 \times 10^{-3} L/s^2.m^2 ; CO_{max} = 15 \text{ ppm değeri için} \\ 0,692 \times 10^{-3} L/s^2.m^2 ; CO_{max} = 25 \text{ ppm değeri için} \\ 0,482 \times 10^{-3} L/s^2.m^2 ; CO_{max} = 35 \text{ ppm değeri için} \end{cases}$$

ÖRNEK.

450 araçlık, 8300 m^2 'lik toplam kapalı alana sahip 2 katlı ve 2,75 m ortalama tavan yüksekliğine sahip bir otopark örneği ele alınacaktır. Bir araç için geçerli olan toplam çalışma süresi, 120 saniyedir. CO düzeyinin 25 ppm değerini hiçbir zaman aşmaması için, gerekli havalandırma debisini $L/s.m^2$ ve hava değişim sayısı ACH olarak belirleyiniz. Çalışan araç sayısının toplam araç kapasitesinin %40'ı kadar olduğu kabul edilecektir (burası bir alışveriş merkezi tesisi-dir).

Adım 1: otopark bilgileri:

$$N = 450 \times 0,4 = 180 \text{ araç}$$

ER = 11,66 gr/dk (ortalama emisyon değeri kış sezonu için **Tablo 14.46'ya** dayanarak verilmiştir.)

$$T = 120 \text{ s}; CO_{max} = 25 \text{ ppm.}$$

Adım 2 : CO üretim hızının hesaplanması:

$$(a) \quad GR = \frac{180 \times 11,66 \text{ gr / dk} \times 60 \text{ dk / h}}{8300 \text{ m}^2} = 15,17 \text{ gr / h. m}^2$$

$$(b) \quad f = \frac{15,17}{26,8} \times 100 = 56,6$$

Adım 3 : Havalandırma İhtiyacının belirlenmesi

3 no'lu eşitliği kullanarak $CO_{max} = 25$ ppm için, dizayn havalandırma debisi $L/s.m^2$ cinsinden hesaplanabilir.

$$L/s.m^2 = 0,692 \times 10^{-3} \times 56,6 \times 120 \text{ s} = 4,7$$

veya saat başına hava değişimi olarak hesaplamak gerekirse;

$$ACH = \frac{4,7 \text{ L / m. s}^2 \times 10^{-3} \text{ L / m}^3 \times 3600 \text{ s / h}}{2,75 \text{ m}} = 6,1$$

14.13. SİĞINAKLAR

Sığınak havalandırması, tehlike durumunda sığınaktaki insanlara gerekli temiz havayı sağlamak amacıyla. Sığınak içinde sağlanması gereken şartlar:

1- Ortamdaki Karbondioksit oranı %2'den fazla, oksijen oranı %19'dan az olmamalıdır.

2- Dış ortamdan zehirli veya radyoaktif gazların içeri sızmasını önlemek üzere iç ortamda dış ortama göre en az 50 Pa değerinde pozitif basınç yaratılmalıdır.

Sığınak havalandırılmasında tesisatta hava şartlandırılmaz. Yani ısı-

almaz, soğutulmaz veya nemlendirilmez.

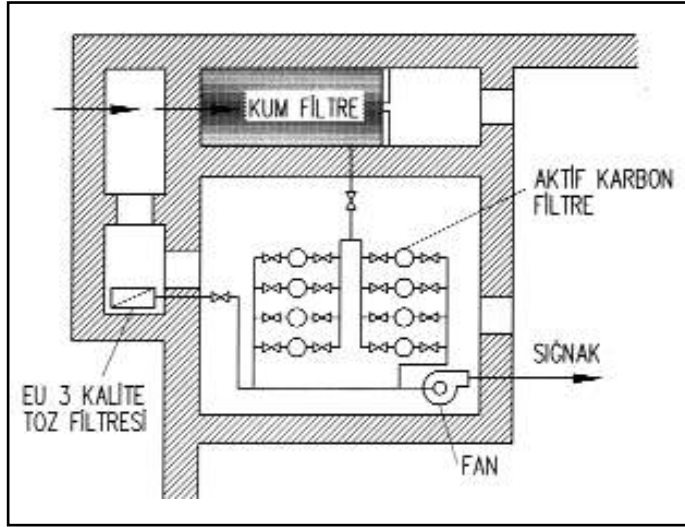
Sığınaklardaki havalandırma tesisatı iki farklı durumda, farklı biçimde çalışacak şekilde tasarlanmalıdır.

A. Dış ortamdaki hava teneffüs edilebilir kalitede olduğu zaman:

Bu durumda dışarıdan alınan temiz hava EU 3 kalite bir toz filtresi ile filtre edilip sığmağa verilir.

B. Dış ortamdaki hava zehirli veya radyoaktif madde içerdiği zaman:

Bu durumda dış hava önce bir kum filtresinden geçirilerek ön filtrelenir. Daha sonra ise aktif karbon filtreden geçirilerek ortama verilir. Özellikle Alman literatüründe görülen kum filtresi basınç, sıcaklık ve neme karşı tampon görevini yerine getirir. Yangın tehlikesi olan yerlerde kullanılması gereklidir. Kum hücresinde 60 m³/h hava debisi için 1-2 m³ kum bulunmalıdır. Kum yüksekliği 2 m. ve hava geçişine karşı direnci 200 Pa olmalıdır. Şekil 14.47'de böyle bir sığınak havalandırma tesisi gösterilmiştir. Normal ve zehirli dış hava şartlarında, klapelerle emilen dış hava yolu değiştirilebilmektedir. Sığınak havalandırması tesisi barış zamanlarında başka amaçlı havalandırma tesisatı ile birleştirilebilir. Örneğin, sığınak havalandırması fanları, barış zamanında garaj havalandırması amacı ile kullanılabilir.



Şekil 14.47. SİĞINAK HAVALANDIRMA TESİSAT ŞEMASI

14.13.1. Sığınak Havalandırması Kapasitesi

Havalandırma sisteminde gerekli hava debisi sığınak büyüklüğüne göre değişir. Büyük sığınıklarda (300 kişinin üzerinde) kişi başına gerekli hava,

Normal dış hava halinde 9 m³/h

Zehirli dış hava halinde 1,8 m³/h

alınabilir. Orta kapasitede sığınıklarda,

150 - 300 yer arasında yer başına her iki hal için 4,5 m³/h

50 - 150 yer arasında yer başına her iki hal için 3 m³/h alınabilir.

Türkiye için geçerli olan Bayındırlık Bakanlığı İmar Yönetmeliğindedir ise;

25'den az kişilik sığınaklara 0,75 m³/s (2700 m³/h)

25 - 50 arası kişilik sığınaklara 1,5 m³/s (5400 m³/h)

50'den fazla kişilik sığınaklara 2 m³/s (7200 m³/h)

taze hava verilmesi istenmektedir. Bu havanın hem kaba toz filtre-

sinden hem de radyoaktif toz filtresinden geçirilmesi gerekmektedir. Görüldüğü gibi hem hava miktarı ve hem de gerekli filtrasyon işlemi tarifleri yönetmelikte yeterince ciddi ele alınmamıştır. Çok büyük hava debileri istenmektedir.

14.14. TİCARİ MUTFAKLAR

Konutlardaki mutfakların dışındaki orta ve büyük ölçekli mutfakların havalandırılması bu kısımda ele alınacaktır. Mutfakta havalandırma üç amaçla yapılır. Birinci amaç pişirme cihazlarından yayılan ısıyı dışarı atılması, ikinci amaç yine pişirme cihazlarında oluşan buharın dışarı atılması, üçüncü amaç ise yemek kokularının kontrolü ve komşu hacimlere geçişinin önlenmesidir.

14.14.1. Orta Büyüklükteki Mutfaklar

Bu boyuttaki mutfaklar lokanta, restaurant, kafeterya ve otel gibi yerlerde söz konusudur. Bu tür mutfaklarda ana ekipman fırın, ocak ve kızartma makinalarıdır. Ayrıca bulaşık evyesi ve bulaşık makinaları da ana koku, nem ve ısı kaynakları arasındadır. Bu boyuttaki mutfaklarda havanın sadece emilerek dışarı atılması yetmez, aynı zamanda bu hacimlere taze hava beslemek gerekir. Aksi takdirde mutfak ile komşu hacimler ve dış ortam arasında büyük basınç farkları ve istenmeyen hava hareketleri oluşur.

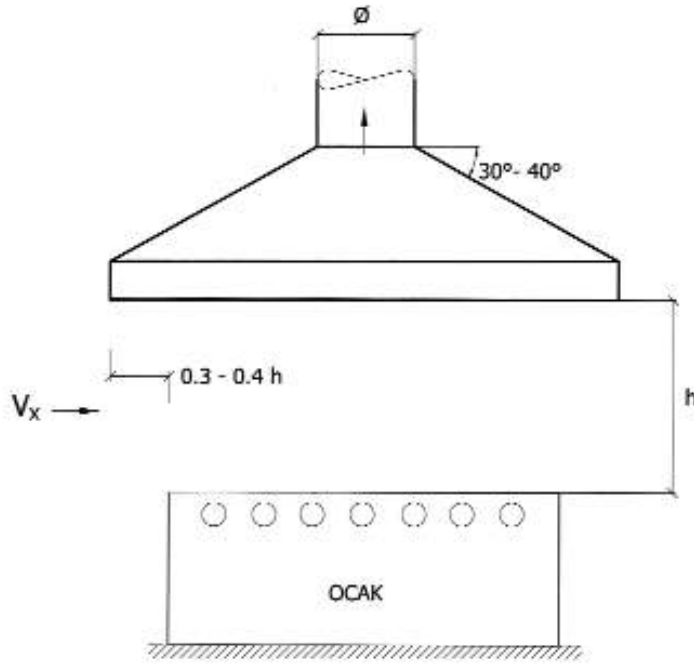
Geçmiş yıllardaki mutfaklarda, verileden daha fazla hava emerek, negatif basınç yaratma uygulamasından günümüzde vazgeçilmiştir. Böylece komşu yemek salonlarındaki veya diğer hacimlerdeki kirlenmiş havanın mutfaka emilmesi engellenmiştir. Mutfaka beslenen taze hava santralde ortam sıcaklığına kadar ısıtılmaktadır. Yazın ise mutfaktaki sıcaklık kontrolü havalandırma miktarı ile gerçekleştirilir. Daha iyi uygulamalarda ise klima santrali kullanılmakta ve hava soğutulmaktadır. Ayrıca taze hava santralinde en az EU 3 kalite filtre kullanılması gereklidir. Kanal olarak tam galvanizli sactan temizlenebilen yuvarlak kanallar kullanılması hijyenik açıdan gereklidir. Aynı şekilde egzoz kanalları da galvanizli sactan ve yuvarlak olmalıdır. Ayrıca egzoz kanallarında sızdırmazlık tam sağlanmalıdır. Bu kanallardan yağ ve buhar sızması olması kesinlikle istenmez. Yatay egzoz kanalları mümkün olduğunca kısa olmalı ve bir eğim verilmelidir. Geriye doğru bu eğim değeri en az %1 olmalıdır. Kanallarda temizleme kapağı varsa yangın damperi şart değildir. Egzoz kanallarının yangına dayanıklı olması şarttır. Egzoz kanallarında hava hızı en az 7,5 m/s mertebelerinde olmalıdır. Maksimum hava hızları ise 12 m/s değerine kadar ulaşabilir. Kanal boyutlandırması bu hız limitleri arasında seçilen hız değerine göre yapılır. Kanal boyunca yağ kapama fonksiyonunda bir eleman bulunmamalıdır. Çünkü burası da ayrıca bir yangın potansiyeli oluşturacaktır. Mutfaklarda emiş ağzında filtreler bulunmalıdır. Egzoz fanları sıcak ve yağlı havayı taşıyabilecek özellikte olmalıdır. Fan motoru hava akışının dışında olmalıdır ve yeterince soğutulabilmelidir. Çatıya yerleştirilen fanlarda, çatı kirlenmeden havadan yoğunlaşan ve toplanan yağ tehlikesizce drene edilebilmelidir. Egzoz fanları geriye doğru eğimli santrifüj fanlardır. Özel çatı üstü fanları kullanılabilen gibi oluşturulacak bir platforma oturan fan seti de kullanılabilir. Çıkışta egzoz havası çatı üzerindeki en yüksek noktadan dikey olarak 10-13 m/s hızla atılmalıdır. Böylece kokunun komşu yapıları rahatsız etmesi önlenir. Ayrıca rüzgar yönü-

ne dikkat edilmelidir. Soğuk ısıtılmayan bölgelerden geçen egzoz kanalları yoğuşmaya karşı izole edilmelidir.

Mutfak havalandırmasında en uygun çözümlerden biri davlumbaz kullanmaktır. Mutfak davlumbazları ile kokuyu, ısıyı ve nemi kaynağı üzerinde yakalamak imkânı vardır. Davlumbazlarla gerçekleştirilen lokal havalandırma sayesinde, hava miktarlarını azaltmak mümkün olabilmektedir. Şekil 14.48’de mutfak davlumbazı hesabı verilmiştir. Davlumbazın iyi çalışması için davlumbaz ağzında belirli hava akış hızları sağlanmalıdır. Davlumbaz ne kadar iyi yerleştirilmiş-

se, daha az hava debisiyle çalışabilir. Bunun için mümkün olduğu kadar ocağı ve davlumbazı köşeye yerleştirmelidir. Şekilde görüldüğü üzere oda ortasındaki davlumbazda, köşeye yerleştirilen davlumbaza göre iki misli daha fazla hava çekmek gerekmektedir. Çünkü hesaba giren çevre, oda ortasında iki misli daha fazladır. Şekil 14.49 ve 14.50’de klasik davlumbaz uygulamaları ve ölçüleri verilmiştir.

Davlumbaz malzemesi olarak kromnikel alaşım sac, alüminyum veya bakır kullanılabilir. Davlumbazlar genellikle ışıklandırılır. Çeşitli örnek kanal uygulamaları Şekil 14.51 ve 14.52’de gösterilmiştir.



Gerekli hava debisinin hesabı;

$$Q = 2 \cdot h \cdot U \cdot V_x$$

$$Q = \text{Debi [m}^3/\text{s]}$$

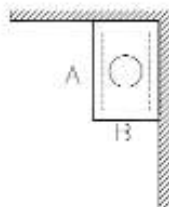
$$V_x = \text{Davlumbaz ağzındaki hava akış hızı [m/s]}$$

$$\zeta = \text{Çevre [m]}$$

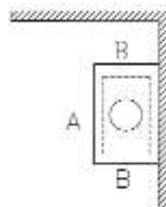
Mutfaklar için $V_x = 0.1 \text{ m/s}$, uzun davlumbazlarda orta kısımda 0.6 m/s , kenarlarda 0.8 m/s alınabilir.

Davlumbaz yaklaşık 2.1m. yükseğe konulmalıdır. (yerden)

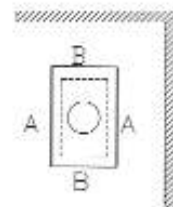
Çevre hesaplanırken duvarla temas eden davlumbaz kenarları dikkate alınmaz.



$$\zeta = A + B$$

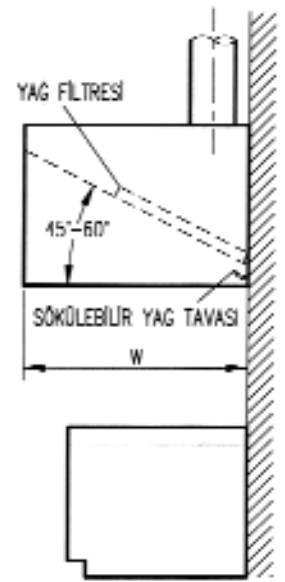
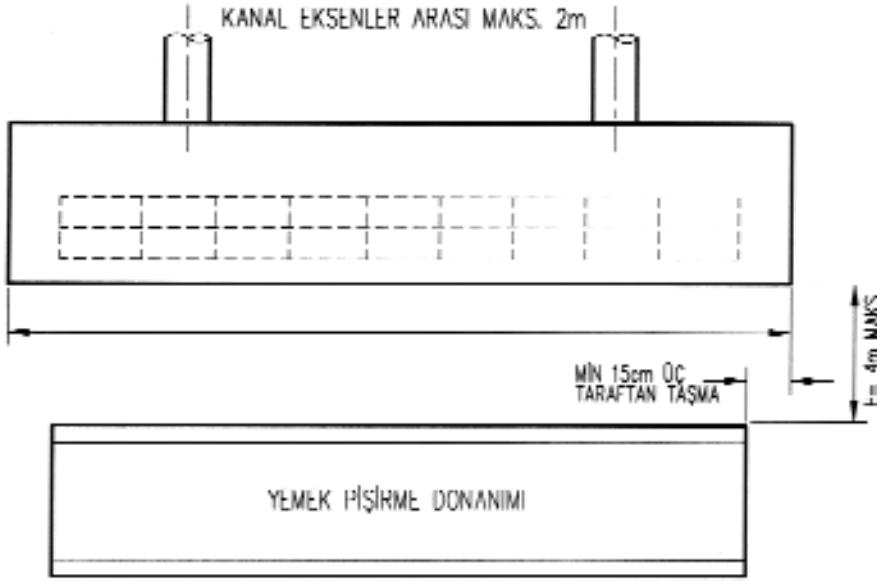


$$\zeta = A + (2 \times B)$$



$$\zeta = 2 \times (A + B)$$

Şekil 14.48. MUTFAK DAVLUMBAZI HESABI



DUVARA DAYALI DAVLUMBAZ

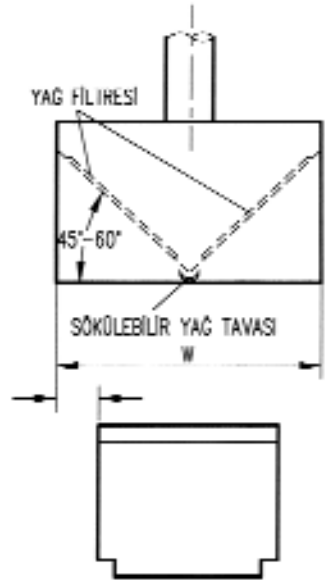
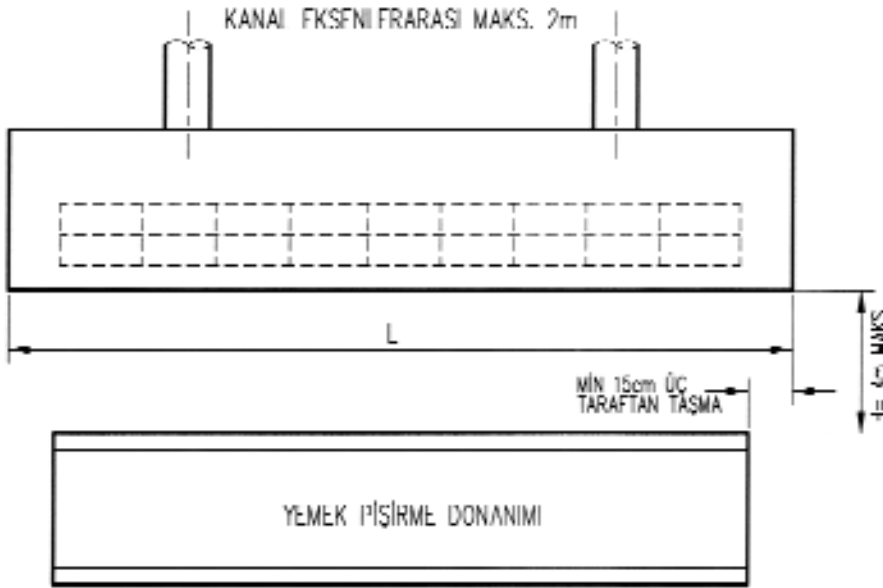
Q 1460m³/hm² DAVLUMBAZ ALANI

YÜZEY ALANI BAŞINA 910m³/hm² DEĞERİNDEN AZ DEĞİL

KANAL HIZI=5-20m/s

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + VP_d$ (DÜZ KENARLI DAVLUMBAZ)

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + VP_d$ (KIVRILMIŞ KENARLI DAVLUMBAZ)



AÇIKTA DAVLUMBAZ

Q 2280m³/hm² DAVLUMBAZ ALANI

YÜZEY ALANI BAŞINA 910m³/hm² DEĞERİNDEN AZ DEĞİL

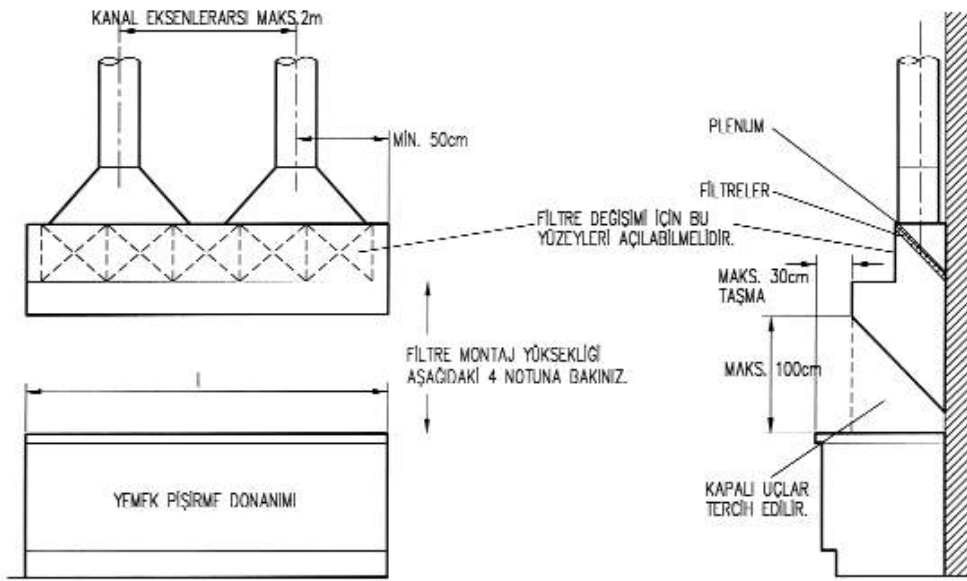
KANAL HIZI=5-20m/s

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + VP_d$ (DÜZ KENARLI DAVLUMBAZ)

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + VP_d$ (KIVRILMIŞ KENARLI DAVLUMBAZ)

P- DAVLUMBAZ ÇEVRESİ
= 2W+2L

Şekil 14.49. DAVLUMBAZ UYGULAMALARI VE ÖLÇÜLERİ



$Q \geq 3200 \text{ m}^3/\text{h}$ DAVLUMBAZ ALANI
 EN KÜÇÜK KANAL HIZI=5-20m/s
 $h_e = (\text{FİLTRE DİRENÇİ} + 2.5\text{mmSS}) + 0.5 V^2$ (DÜZ KENARLI DAVLUMBAZ)
 $h_e = (\text{FİLTRE DİRENÇİ} + 2.5\text{mmSS}) + 0.25 V^2$ (KIVRILMIŞ KENARLI DAVLUMBAZ)

MUTFAK DAVLUMBAZLARI İÇİN NOTLAR

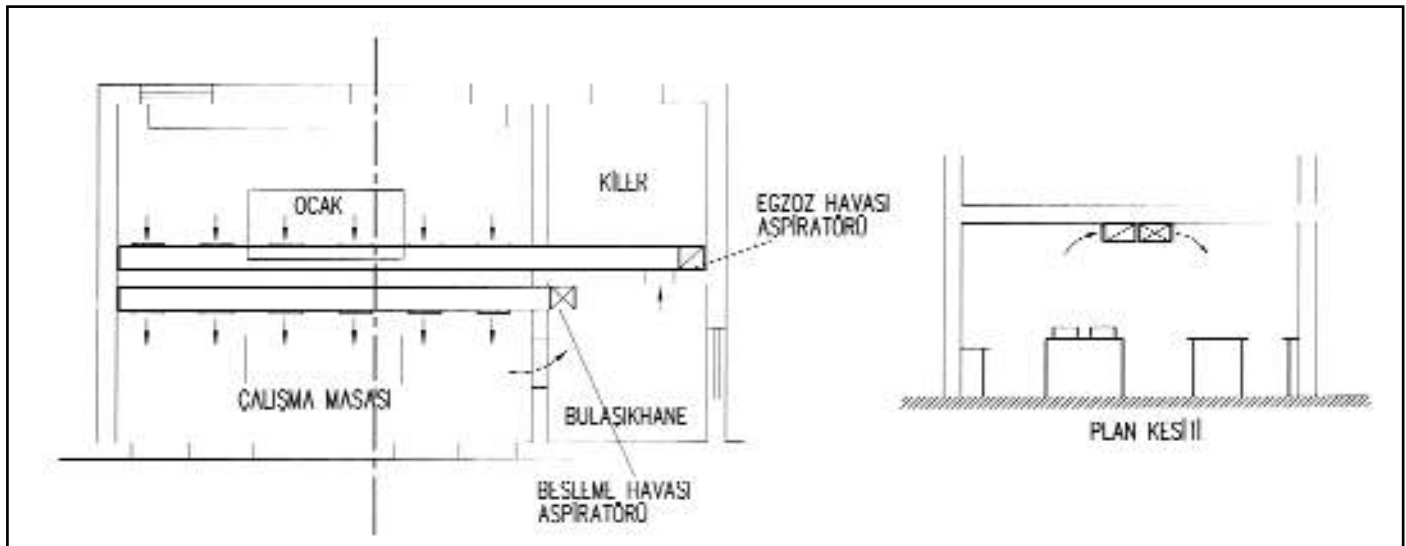
Filtreler:

- 1- Pratik filtre boyutu seç
- 2- İmalatçı verilerinden gerekli filtre sayısını belirle (Genellikle $5285 \text{ m}^3/\text{h}$ her m^2 filtre alanı başına)
- 3- Yatayla $45^\circ - 60^\circ$ açı yapacak şekilde yerleştirin.
- 4- Filtre montaj yüksekliği
 - a. Açık alevli olmayan ocaklarda 45 cm. filtre alt kenarından itibaren min.
 - b. Kömür alevi gibi açık alevlerde filtrenin alt kenarına kadar min. 130 cm.
- 5- Filtreleri direkt radyoaktif ısıya karşı korunmalıdır.
- 6- Yerinden çıkartılabilen bir yağ toplama tavası bulunmalıdır.
- 7- Tavayı ve filtreyi muntazaman temizleyin.

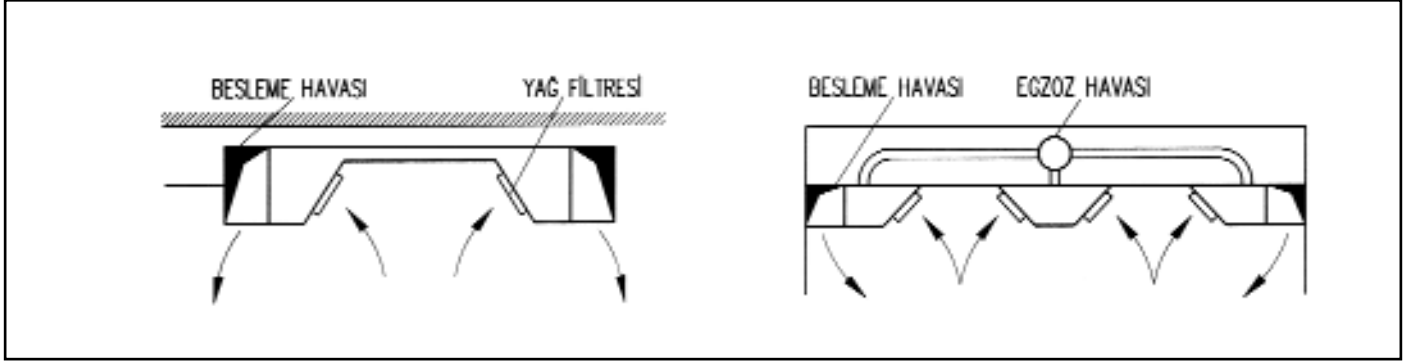
Fan:

- 1- Yukarı doğru üflemler fan kullanın. Aşağı üflemler tavsiye edilmez.
- 2- Fanı, dizayn debisi Q ve filtre ve kanalların direnci SP'ye göre seçiniz.
- 3- Fan spesifikasyonlarını, beklenen egzoz havası sıcaklığına göre ayarlayınız.

Şekil 14.50. ALÇAK KENARLI DUVAR DAVLUMBAZI



Şekil 14.51. BÜYÜK BİR RESTORANT MUTFAĞINDA BEŞLEME VE EGZÖZ HAVA KANALLARI



Şekil 14.52. BESLEME VE EGZOZ HAVASI İÇİN MUTFAK TAVANINDAKİ HAVA KANALLARI

14.14.2. Büyük Mutfaklar

Kışlar, hastaneler, fabrikalar, okullar ve büyük oteller gibi uygulamalar bu kapsamdadır. Burada ana mutfak dışında birtakım yan odalar vardır. Büyük mutfaklarda ana ekipmanın yanında büyük karavanlar da özellikle kapakları açıldığında önemli ısı, nem ve koku kaynağıdır. Şekil 14.53 ve 14.54’de iki uygulama görülmektedir. Modern uygulamalarda genellikle tavan Şekil 14.55’de görüldüğü gibi duvardan duvara emiş ağızları ile kaplıdır. Yağ filtreleri yüksek (%99,8) verimlidir ve kolayca çıkarılıp yıkanabilir tiptedir. Taze hava her iki yandan çalışma tezgahları üzerine verilir.

14.14.3. Mutfaklar İçin Hava Debisi

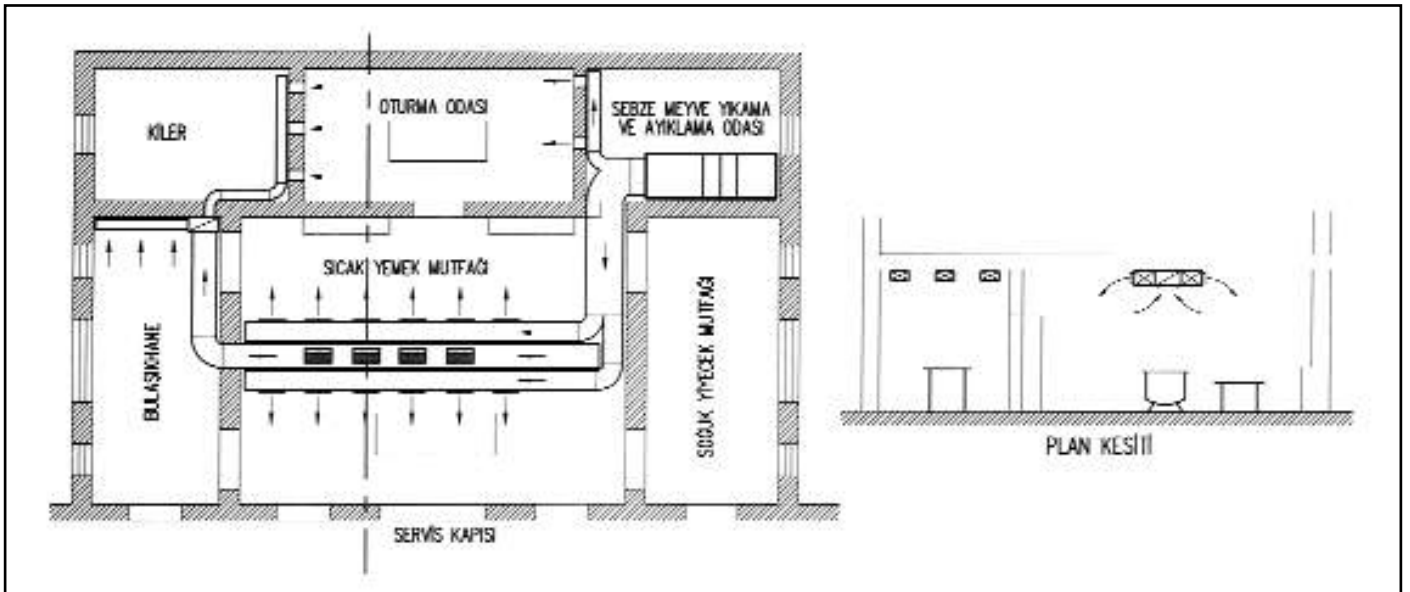
Mutfaklarda havalandırma için gerekli taze hava ve egzoz havası debisi mutfak alanı başına m^3/h olarak ifade edilir. Bu şekilde ifade edilmiş havalandırma havası debileri Tablo 14.56’de verilmiştir. Bu değerlerden yararlanarak ortamdaki hava değişim sayısı da bulunabilir.

Eğer tablodan okunan hava miktarı $60 m^3/hm^2$ değerinde ve oda yüksekliği 3 m değerinde ise, hacimde hava değişimi saatte $60/3 = 20$ defa olacaktır. Ancak hava debilerinin belirlenmesinde daha uygun ve hassas yöntem, mutfak cihazları sayısı, cinsi ve büyüklüğü

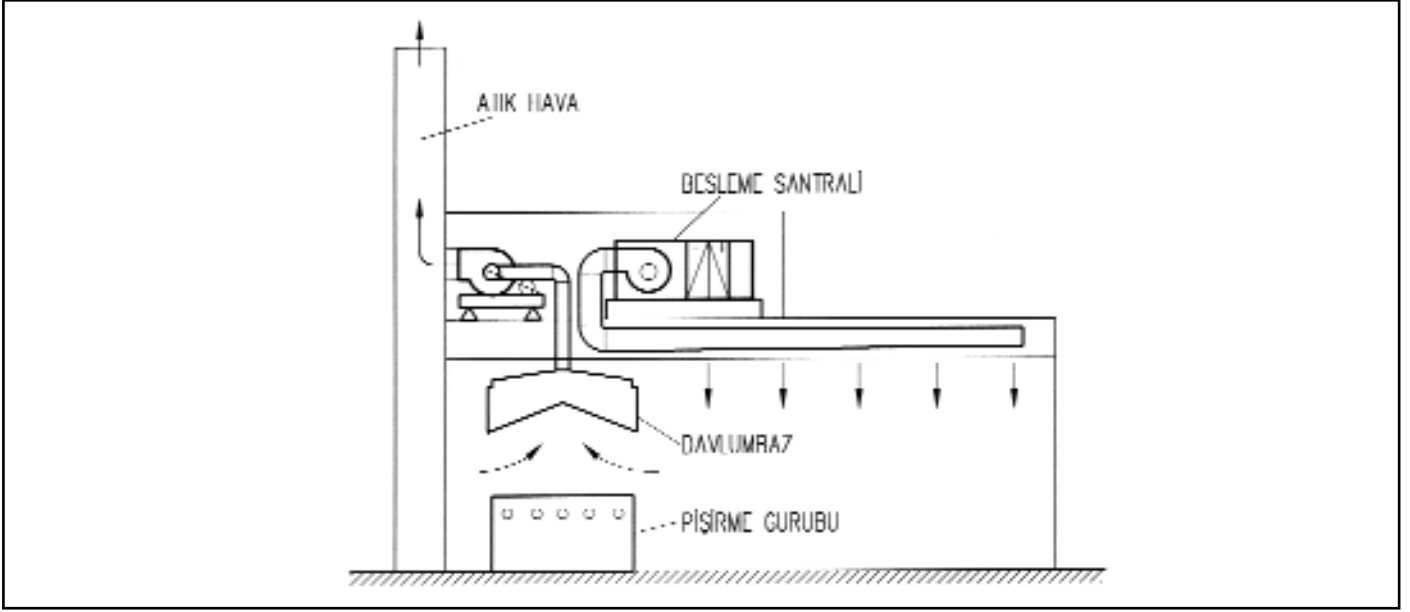
göz önüne alınarak yapılan hesaptır.

Tablo 14.57’de cihaz cins ve büyüklüğüne göre gerekli hava miktarları verilmiştir. Burada toplam havanın bulunmasında bir eşzaman faktörü göz önüne alınmalıdır. Bu eşzaman faktörü büyük mutfaklarda 0,5 - 0,8, küçük mutfaklarda 0,8 - 1 mertebesindedir. Geçmiş yıllarda mutfakta alçak basınç oluşturmak için taze hava egzoz havasından daha az tutulurdu. Ancak günümüzdeki uygulamalarda eşit hava miktarları öngörülmektedir. Dolayısı ile mutfakta nötr basınç söz konusudur. Alçak basınç sadece küçük mutfaklarda uygulanır. Ayrıca hijyenik olarak kritik bölümlerde (soğuk mutfak, et hazırlama gibi) daha fazla taze hava beslenir. Bu fazlalık diğer bölümlerde dengelenir. Yükün az olduğu zamanlarda debi vantilatör ve aspiratördeki hız anahtarları vasıtasıyla azaltılabilir. Mutfaklarda müsaade edilen gürültü seviyesi 50-60 dBA mertebesindedir. Büyük mutfaklarda davlumbazdan emilmesi gereken lokal havalandırma havası, mutfağın ihtiyacı olan taze hava miktarından çok fazla ise ısı tasarruflu davlumbazlar kullanılır.

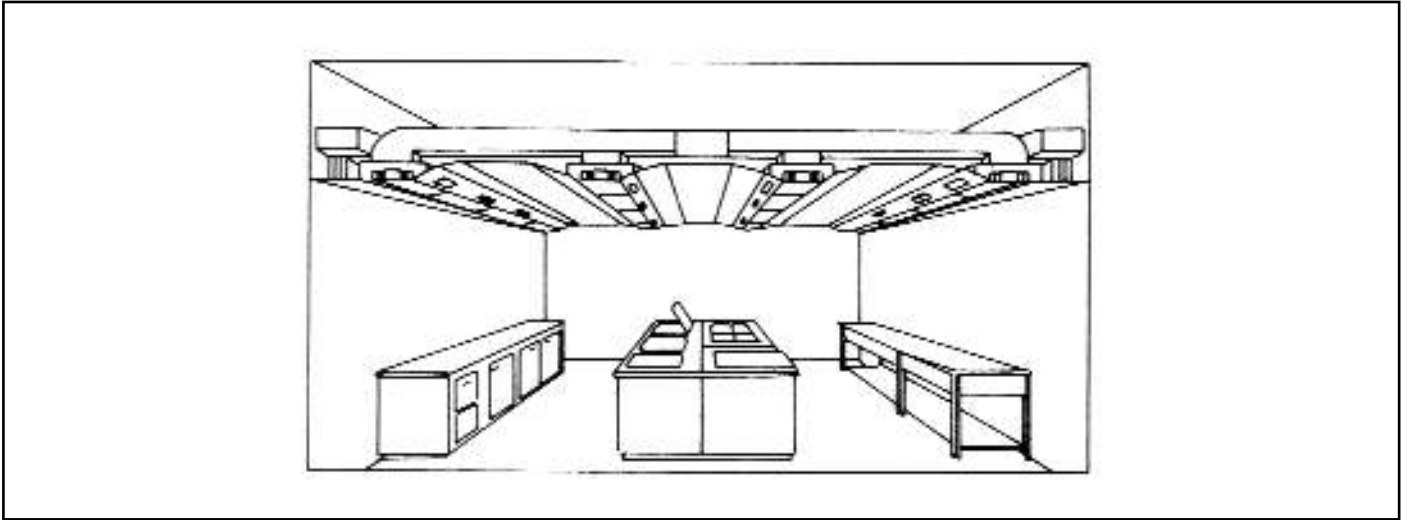
Şekil 14.58’de örneği görülen bu uygulamada mutfaktan egzoz edilmesi gerekli havanın, ancak %20-30 oranında bir kısmına karşı gelen taze hava, merkezi havalandırma santralından şartlandırılmış olarak karşılanır. Bu hava ortamın ısıtma (veya soğutma) ihtiyacını



Şekil 14.53. SICAK YEMEK MUTFAĞINDA BESLEME VE EGZOZ HAVA KANALLI BÜYÜK MUTFAK HAVALANDIRMASI



Şekil 14.54. EGZOZ HAVA KAMARALI BÜYÜK MUTFAKLARDA HAVALANDIRMA TESİSİ



Şekil 14.55. BÜYÜK MUTFAKLARDA BESLEME VE EGZOZ HAVASI VE AYDINLATMA İÇİN ENTEGRE TAVAN

Mutfak Çeşitleri	Tüm Alanda	Mutfak Kısımları			
		Pişirme Alanı	Kızartma Grill Fırın Bölümü	Bulaşıkhaneye	Yan Odalar
	$m^3/h m^2$	$m^3/h m^2$	$m^3/h m^2$	$m^3/h m^2$	$m^3/h m^2$
İmbis	80	80	120	-	-
Lokanta, kafeterya	60	60	120	120	45
Kantin, casino, okul kantini	90	90	120	120	45
Hastahaneler					
Ana mutfak	90	90	120	120	45
İstasyon ve dağıtım mutfakları	60	60	-	-	-
Huzur ve tatil evleri	60	60	120	120	45
Hazırlama mutfağı	80	80	120	120	60
Soğuk odalar, merkezi hizmet mutfağı	90	90	120	-	60

Tablo 14.56. 1 m² ALAN İÇİN m³/h OLARAK TEMİZ HAVA DEĞERLERİ

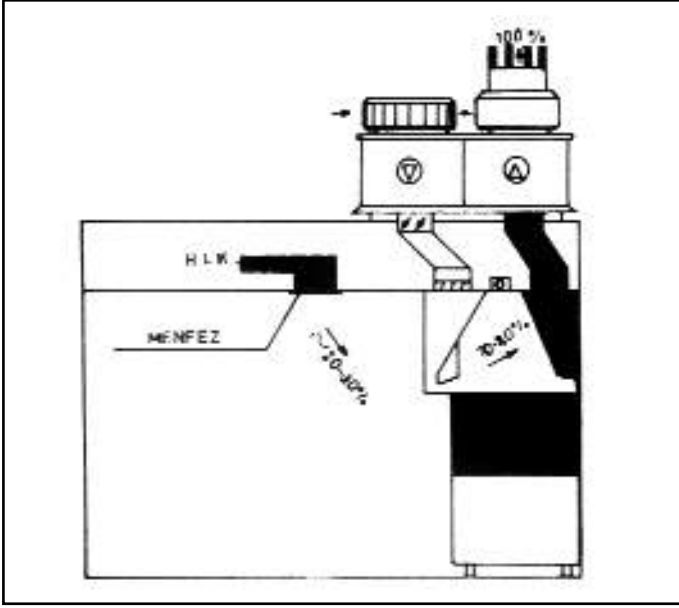
MUTFAK CİHAZLARI	Toplam Isı kazancı W/kW	Duyulur Isı kazancı W/kW	Gizli Isı kazancı W/kW	Buhar Kazancı g/hkW	Havalandırma debisi m ³ /h kW	
					$\Delta t = 8K$	$\Delta x = 5 \text{ g/Kg}$
Pişirme cihazları						
Pişirme tenceresi	111	41	70	102	15	17
Basıncılı pişirme tenceresi	87	58	29	43	22	7
Pişirme otomatı	81	29	52	77	11	13
Yüksek basınçlı buharlı tencere	116	46	70	102	17	17
Sıcak havalı pişirme	325	58	267	395	22	66
Buharlı pişirme	407	105	302	446	39	74
Kızartma cihazları ve fırınlar						
Tavalar, devrilir tava	714	377	337	497	141	83
Kızartma ve ızgara pleyti	906	732	174	257	273	43
Salmander ızgara	540	383	157	231	143	39
Kızartma ve pasta fırınları	407	105	302	446	39	74
Sıcak hava cihazları						
Kızartma ve ızgara otomatı						
Küçük ızgara	488	256	232	343	96	57
Büyük ızgara	233	198	35	51	74	9
Sos otomatı	343	180	163	240	67	40
Fritöz	803	93	715	1054	35	176
Otomatik fritöz	564	41	523	770	15	128
Çeşitli cihazlar						
Fırın	499	418	81	120	156	20
Mikrodalga fırın	291	279	12	17	104	3
Ben mari	419	105	314	463	39	77
Sıcak büfe	552	552	-	-	206	-
Sıcak dolap	349	349	-	-	130	-
Buzdolabı	726	726	-	-	271	-
Mutfak makinaları	174	174	-	-	65	-
Konveyör	1000	1000	-	-	374	-
Servis						
Kafeterya						53
Sıcak servis	290	75	215	317	28	-
Soğuk servis	726	726	-	-	271	-
Tabak ısıtma	296	296	-	-	111	24
İçecek mekanaları	198	99	99	145	37	-

Tablo 14.57. MUTFAK CİHAZLARINDAN OLAN GİZLİ VE DUYULUR ISI KAZANÇLARI, BUHAR YAYIMI VE BU YÜKLERİ $\Delta t = 8K$ SICAKLIK FARKI VEYA $\Delta x = 5 \text{ g/kg}$ ÖZGÜL NEM FARKI İLE KARŞILAYACAK HAVA MİKTARI

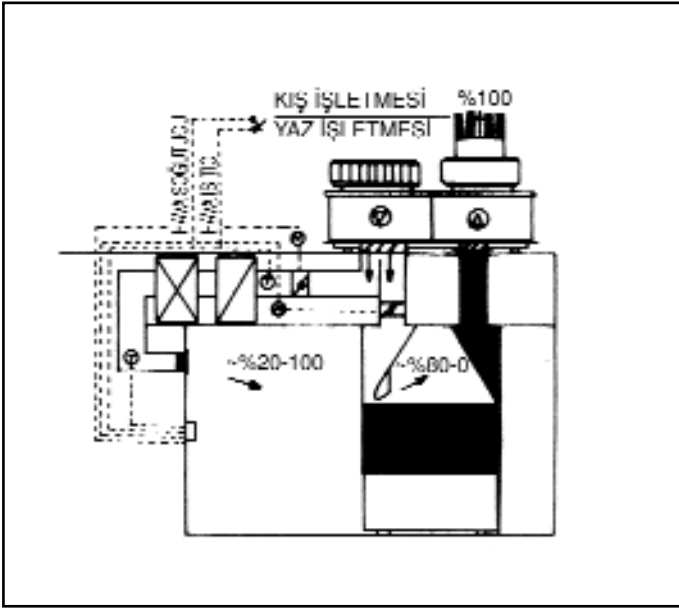
karşılacak biçimde şartlandırılmıştır. Geri kalan %70-80 oranında şartlandırılmamış taze hava özel besleme fanı ile davlumbaza gönderilir. Davlumbaz kenarlarından bir jet halinde davlumbaz egzoz ağızındaki filtrele doğru üflenen bu hava ve bununla beraber odadan emilen %20 - 30 mertebesindeki oda havası, egzoz fanı ile dışarı atılır. Kenarlardan üflenen hava jettinin yarattığı endüksiyon etkisi ile ocak veya fırın şeklindeki kaynak üzerindeki kirli hava etkin bir biçimde davlumbaza doğru emilir. Böylece havalandır-

ma için gerekli olan havanın hepsi ısıtılıp soğutulmadığından bu cihazlarda büyük enerji tasarrufu yapılır.

Bu cihazların bir başka cinsi ise Şekil 14.59'de görülmektedir. Bu cihaz tamamen mutfaka ait olarak dizayn edilmiş bağımsız bir sistemdir. Burada besleme fanı ile emilen taze hava ikiye ayrılır. %20-100 mertebesindeki gereken kadar kısmı kışın ısıtılarak, yazın ise soğutulmuş odanın klima ihtiyacını sağlar. %80-0 oranındaki geri kalan bölüm ise yukardaki gibi şartlandırılmadan davlumbaz içine



Şekil 14.58. ISI TASARRUFLU DAVLUMBAZ



Şekil 14.59. FARKLI CİNS ISI TASARRUFLU DAVLUMBAZ

üflenir. Bu sistemin ayrıca free cooling özelliği vardır. Yazın antalpik sensör dış hava şartlarının iç havadan daha soğuk olduğunu belirlediğinde, sistem %100 dış hava ile çalışmaya geçer. Yani bu durumda dıştan alınan taze havanın tamamı odaya üflenir. Böylece ara mevsimlerde ve geceleri soğutma enerjisi harcamadan soğutma yapmak mümkün olur.

14.14.4. Yapı ile İlgili Önlemler

Isı üreten ve yayan mutfak cihazlarının sayısı mutfak alanına uygun olmalıdır. Çok yoğun yerleştirilmiş cihaz halinde yeterli havalandırmayı sağlamak güçleşir. Mutfaklar için max. ısı yükü 80 - 100 W/m² değerindedir. Diğer bir prensip ise bu tür cihazlardan mümkün olduğu kadar lokal havalandırma ile doğrudan emiş yapmaktadır.

dır. Duvarlar ve tavan nemi iyi çeken sıvadan yapılmalıdır. Böylece duvarların nem emme kapasitesi olacaktır.

Mutfak için örneğin yağlı boya kesinlikle tavsiye edilmez. Pencere-ler çift cam ve mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır. Tuvaletler ana mutfaktan mümkün olduğunca uzakta bulunmalıdır. Havalandırma kanalları galvanizli sactan imal edilmelidir. İçinde yağ filmi oluşan kanallarda kolayca yanma meydana gelebilir. Kanallarda temizleme kapakları bulunması ve yangının yayılmaması için mutfak dışındaki hava kanallarının 90 dakika yangına dayanacak biçimde izole edilmesi gerekir.

14.15. ÇAMAŞIRHANELER

Çamaşırhaneler oteller, hastaneler içinde özelliği olan bölümlerdir. Ayrıca bağımsız ticari çamaşırhaneler de söz konusudur. Buralarda bulunan makinalar çamaşır makinaları, yıkama makinaları, sıkma makinaları, kurutma makinaları ve ütülerdir. Bu makinalardan bazı-larının, örneğin kurutma makinalarının kendi fanları bulunmaktadır. Bu fanla nemli hava dışarı atılır. Bunun için gerekli kanal bağlantı-sı yapılarak egzoz havasının dışarı taşınması gerekir.

Çamaşırhanelerdeki diğer makinaların özelliği ise bir yandan nem ve koku üretmeleri, diğer yandan da ısı yaymalarıdır. Bu nedenle çamaşırhane hacminin havalandırılması gereklidir. Ancak bu hava-landırmanın doğrudan makinaların üzerinden davlumbazla yapıl-ması en uygun yöntemdir.

Böylece nem, koku ve ısının kaynağında yakalanması mümkün ola-caktır. Davlumbazlar yardımı ile emilen havanın yerine taze hava giriş menfezleri öyle düzenlenmelidir ki, taze hava mikanaları süpü-rerek emilsin. Bu nedenle hava besleme menfezleri alt kotlarda bu-lunmalıdır. Çamaşırhane egzozları, tuvalet egzozları gibi çatı üze-rinden dışarı atılmalıdır. Taze hava beslemesi fanla veya bırakılan açıklıklardan doğal yolla yapılabilir. Egzoz ve beslemenin mekanik olarak yapıldığı sistemlerde ısı geri kazanma üniteleri kullanılabilir. Özellikle klimatize edilen çamaşırhanelerde hava hareketi için ba-şarı ile uygulanan bir yöntem de temiz hava beslemesinin laminer menfezlerle döşeme seviyesinde yapılması, egzozun üst kotlardan yapılması ve böylece hacimde piston şeklinde aşağıdan yukarı doğ-ru bir hava hareketi yaratılmasıdır.

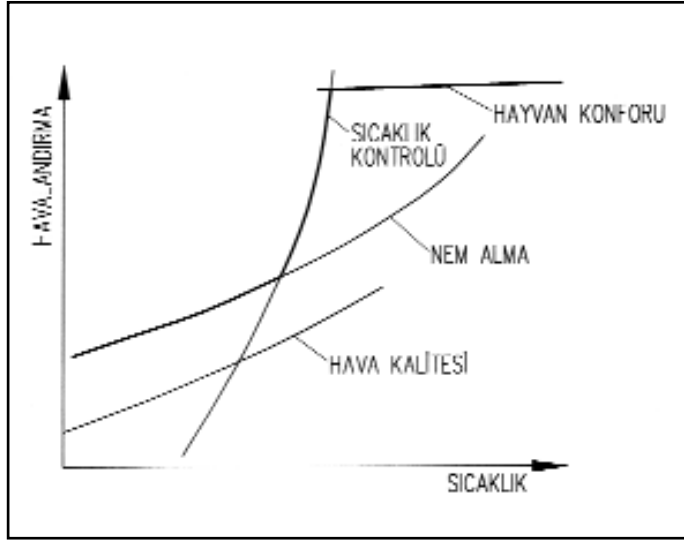
Çamaşırhanelerde genellikle yıl boyunca soğutma gerektiğinden bu yöntem başarı ile kullanılabilir. Çamaşırhanelerde tavsiye edilen havalandırma miktarı saatte 15-20 defa hava değişimi sağla-yacak şekildedir.

14.16. HAYVAN BARINAKLARI

14.16.1. Tasarım Esasları

Burada esas hayvan performansı açısından optimum sıcaklık, nem ve hava kalitesi şartlarını korumaktır. Gerekli taze dış hava miktarı-nın temini ve oda içinde uygun dağılımı tasarımındaki en önemli iki noktadır.

Genellikle hayvan barınaklarında mekanik soğutma uygulanmaz soğutma %100 dış hava ile havalandırma yapılarak sağlanır. Soğut-ma için kullanılacak bir başka yöntem ise buharlaşmalı soğut-madır. Optimum havalandırma miktarı Şekil 14.60'da görülen eğri-ye göre belirlenir. Bu eğri aşağıdaki üç bölümden oluşur.



Şekil 14.60. OPTİMUM HAVALANDIRMA

1. Soğuk havalarda havalandırma, içerdeki nem oranını istenilen maximum değerde veya biraz altında tutarken, iç hava kalitesini (kirleticilerin yoğunluğu) kabul edilebilir bir seviyede muhafaza etmelidir. Bu şartlarda genellikle iç sıcaklığı belirli değerlerinin altında düşürmemek için sıcak taze hava dışında, ilave ısıtma gerekir.
2. Ilıman havalarda optimum oda sıcaklığının sağlanması için gerekli hava miktarı nem ve iç hava kalitesi kontrolü için gerekli miktardan daha fazladır.
3. Sıcak havalarda ise taze hava ihtiyacının üzerinde soğutma ihtiyacı vardır. Havalandırma miktarı ısı kazançları nedeniyle dış havaya göre ortamdaki sıcaklık artışını makul bir seviyede tutacak seviyede belirlenir. Ancak bu üst hava miktarı beslenirken içeride hayvanlar üzerinde olumsuz bir hava hareketi yaratılmamasına dikkat edilmelidir.

Sıcaklık Kontrolü

Bu amaçla sistemde duyulur ısı dengesi esas alınır. Standart yöntemlere göre güneşten ve iç kaynaklardan olan ısı kazancı hesaplanır. Bu hesaplanan ısı kazancı dış hava ile havalandırma yapılarak dışarı atılmalıdır. Buna göre:

$$Q_d = V \cdot C_p \cdot \rho \cdot \Delta T$$

yazılabilir. Burada,

$$Q_d = \text{Duyulur ısı kazancı (kW)}$$

$$V = \text{Hesaplanmak istenen hava debisi (m}^3/\text{s)}$$

$$C_p = \text{Özgül ısı KJ/kg K}$$

$$\rho = \text{Havanın yoğunluğu (kg/m}^3\text{)}$$

$$\Delta T = (T_i - T_d) = \text{Dış sıcaklığa göre iç sıcaklığın müsaade edilen artışı. (}^\circ\text{C)}$$

Nem Kontrolü:

Hayvanlardan olan gizli ısı (nem) kazancı ve sulama vs. nedeni ile ortamda oluşan nem kazancı yine standart yöntemlerle hesaplanır. Sıcaklık kontrolündeki benzer bir gizli ısı dengesi yazılarak, nem kontrolü için gerekli hava miktarı bulunabilir.

$$Q_g = V \cdot \rho \cdot (X_i - X_d) \cdot r$$

Burada,

$$Q_g = \text{Gizli ısı kazancı (kW)}$$

$$X_i \text{ ve } X_d = \text{İç ve dış havanın özgül nemleri (gr/kg)}$$

$$r (= \sim 2,5 \text{ kJ/gr}) = \text{Suyun gizli buharlaşma ısı}$$

Odadaki bağıl nem oranı %50 değerinin altına düşmemelidir. Kışın iç bağıl nem değerinin %70 - %80 arasında olması önerilmektedir. Ancak yüksek bağıl nem dolayısı ile yüzeylerde yoğunlaşma olmaması için dış yüzeylerin izole edilmiş olması gerekir. Yukarıda da görüldüğü gibi kışın havalandırma miktarını belirleyen genellikle nem kontrolüdür.

İç Hava Kalitesi Kontrolü

Barınaklardaki toz miktarı hayvan cinsine, yoğunluğuna, hareketliliğine vs. ve havanın bağıl nem değerine bağlıdır.

Barınaklarda gaz kirleticiler de bulunur. Bunlardan en önemlisi amonyaktır. Amonyak üretimi atıkları uzaklaştırarak ve yerleri kuru tutarak azaltılabilir. Amonyak 18 mg/kg değerinin altında tutulmalıdır. Diğer önemli bir gaz kirletici ise hidrojen sülfid olup bunun değışikliği de 20 mg/kg değerinin altında olmalıdır.

İç hava kalitesi kontrolü amacıyla kullanılan bir başka ölçüt CO₂ seviyesi olmaktadır. CO₂ seviyesi 9000 mg/m³ değerinin altında olmalıdır. CO₂ duyarlı havalandırma kontrol sistemlerinde, CO₂ düzeyinin 2700 mg/m³ değerine set edilmesi tavsiye edilmektedir.

Hava Dağıtımı

Birçok hayvan için soğuk ve ılıman havada hayvanlar etrafındaki hava hızı 0,25 m/s değerinin altında tutulmalıdır. Hava cereyanına karşı hayvanların duyarlılığı, insanlarla karşılaştırılabilir.

Yazın sıcak havalarda ise hava hareketinin artması soğutma etkinliğini artırır. Ancak bu durumundaki hava hızları için çelişkili değerler mevcuttur. Yazın hava hızlarının 0,68 m/s değerine kadar artırılabilir ifade edilmektedir.

Ayrıca hava dağıtımında, hastalık kontrolü açısından farklı odalar arasındaki hava değişimini minimize etmek gereklidir.

14.16.2. Havalandırma Sistemleri

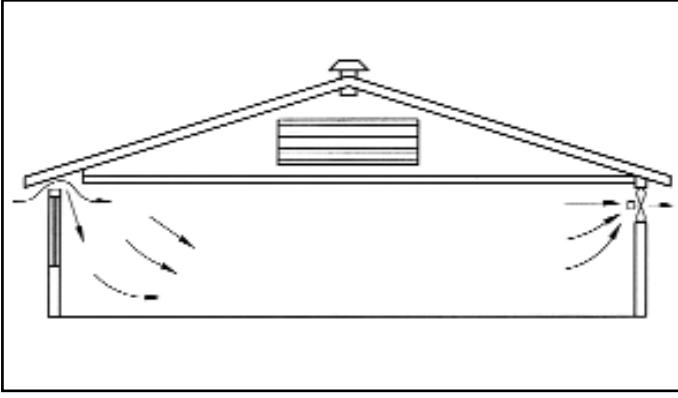
Hayvan barınaklarının havalandırılmasında kullanılan mekanik havalandırma sistemleri

a) Sadece besleme

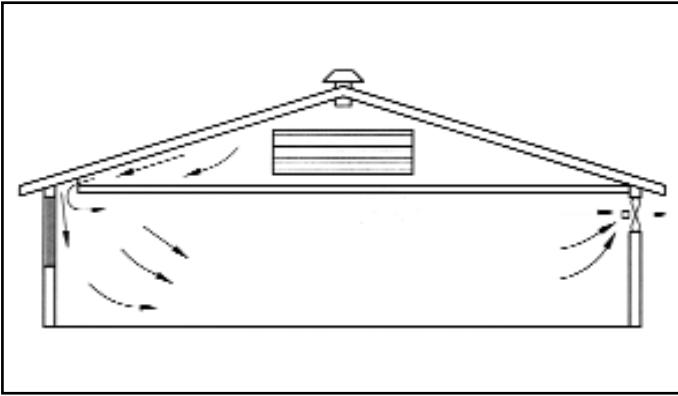
b) Sadece egzoz

c) Dengeli havalandırma şeklinde olabilir.

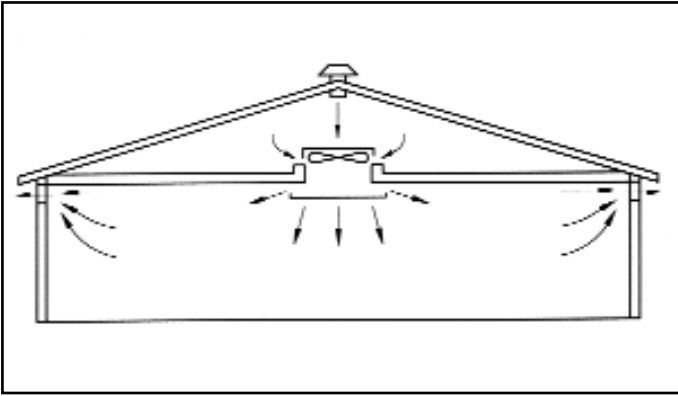
Dengeli havalandırma daha pahalı olmasına karşılık, hava şartlarına duyarlı, özellikle genç hayvan bölümlerinde tercih edilmektedir. Sadece besleme veya sadece egzoz sistemleri kullanıldığında, havanın çıkış veya girişı için uygun açıklıklar yaratılmalıdır. Yalnız egzoz halinde hava giriş açıklıkları için örnekler Şekil 14.61 ve 14.62'de gösterilmiştir. Sadece besleme halinde ise bir uygulama örneği Şekil 14.63 ve 14.64'de gösterilmiştir. Egzoz sistemleri daha yaygın kullanılmaktadır. Egzoz sisteminde aspiratörler kış rüzgârını alan yüzeye karşıt olarak, tavana yakın bir şekilde yan duvarlara monte edilirler. İçle dış arasındaki basınç farkı açıklıklarda 10-15 Pa arasında tutulmalıdır. Bu fark 3-5 m/s hava hızlarına neden olur. Uygun olarak planlanmış bir dağıtım sistemi bütün yapı boyunca taze havayı homogen olarak dağıtır. Pozitif basınçlı sistemlerde hava fanlarla doğrudan delikli polietilen borulara da basılabilir. Bu borularla ısıtma, sirkülasyon ve havalandırma tek bir sistemde gerçekleştirilmiş olur.



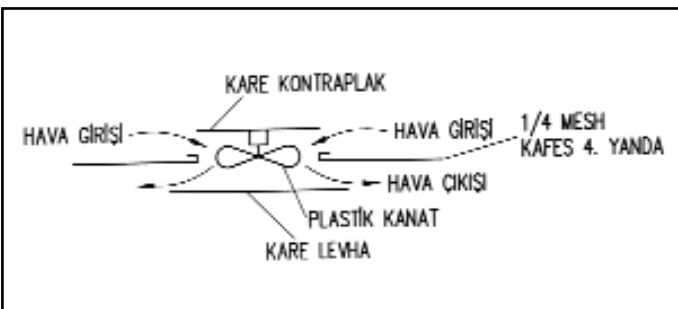
Şekil 14.61. EGZOZ ASPİRATÖRÜ VE YAN DUVARLARDAN GİRİŞ



Şekil 14.62. EGZOZ ASPİRATÖRÜ VE ÇATI AÇIKLIKLARINDAN GİRİŞ



Şekil 14.63. BESLEME FANI VE YAN DUVARLARDAN EGZOZ



Şekil 14.64. BESLEME FANI DETAYI

14.16.3. Tavsiye Edilen Hava Miktarları ve Şartları

Süt amaçlı inek besiciliğinde en uygun sıcaklıklar 2-24 °C arasındadır. Havalandırma ihtiyacı ise, her 500 kg inek için:

Kışın = 17 - 22 L/s

Baharda = 67 - 90 L/s

Yazın = 110 - 220 L/s

değerlerindedir. Süt odalarında ise saatte 4-10 hava değişimi gerçekleştirecek havalandırma yeterlidir. Kümes hayvanlarında büyümenin çeşitli aşamalarında şartlar değişir. Hayvanlar büyüdükçe yaydıkları ısı ve nem de artar. Büyümenin ilk aşamalarında havalandırma miktarı da ısı kaybını önlemek için sınırlı tutulur. Tamamen kapalı kümeslerde havalandırma mekanik havalandırmaya dayalıdır. Aşağıdaki şartlar tavsiye edilir.

Oda sıcaklığı = 15 - 27 °C

Follukta sıcaklık = 30 - 33 °C ile başlar ve her hafta 3 °C düşülerek oda sıcaklığına ulaşır.

Bağlı nem = %50 - 80

Havalandırma miktarı = Yazın içerdeki sıcaklık dış hava sıcaklığından 1-2 °C daha yüksek olacak şekilde hesaplanır. Kışın ise canlı ağırlık başına 0,1 L/skg alınabilir. Bu değer yazın 1-2 L/skg olabilir.

14.17. SERALAR

Seralardaki temel gereksinimler, (1) uygun ışık, (2) uygun sıcaklık, (3) uygun atmosfer, (4) böceklerden ve hastalıklardan korunma ve (5) uygun toprak şartlarıdır. Seraların ısıtılması için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bunlar arasında (1) çevreye yerleştirilmiş sıcak su konvektörleri (2) yerden yukarıda asılmış 30-75 cm çaplı delikli plastik borulardan üflenen sıcak hava (3) toprak üstüne serilen benzer polietilen borulardan üflenen sıcak hava (4) toprak altına gömülü sıcak su boruları ile ısıtma sayılabilir. Son durumda toprak sıcaklığı kök seviyesinde 25 °C'yi geçmemelidir. Dolayısı ile bu sistem soğuk iklimlerde yükün tamamını karşılayamaz.

Eğer sıcak hava ile ısıtmada doğrudan yanmalı ısıtıcılar (bacasız) kullanılıyorsa, yeterli havalandırma bitki ve çalışanlar açısından çok önemlidir. Birçok serada ise yukarıdaki yöntemlerden ikisi bir arada kullanılır. Bunun için toplam ısı kaybı hesabının yanında her bir elemanın (duvar, çatı vs. gibi) ısı kaybı belirlenir ve farklı tip ısıtıcılar buna göre seçilip yerleştirilir. Seralarda havalandırma öncelikle güneş nedeniyle sıcaklığın aşırı artmasını önlemek durumundadır.

Ayrıca CO₂ yok olmasını önlemek ve bağıl nemi makul ölçülerde muhafaza etmek görevini de üstlenir. Havalandırma, bitkilerin büyüme bölgesinde üniform sıcaklık dağılımını sağlayacak şekilde dizayn edilir. Soğuk havalarda taze hava, açıklığı değiştirilebilen bir aralıktan 3,5 - 5 m/s hızla içeri girecek şekilde düzenlenir. Böylece içerdeki havayla karışarak, soğuk havanın dipte çöküp kalması önlenir.

Ayrıca yukarıda sözü edilen delikli polietilen borularla ısıtma da hava dağılımını olumlu etkiler. Yazın daha serin olan dış hava bitki seviyelerinde bütün serayı boydan boya geçecek şekilde yönlendirilir. Maksimum havalandırma miktarları dakikada 1 hava değişimi mertebesinde. Fanlarla hava girişleri arasındaki mesafe 25 m'yi aşmamalıdır. Genellikle fanlar yan duvarlara veya sera sonuna yerleş-

trilir. Havayı kısmen açık çatı havalıklarından veya yan duvar açıklıklarından alır. Yan duvarlardaki hava açıklıkları buharlaşmalı soğutma amacı ile ısıtılabilen yataklarla donatılmış olabilir.

Hava alma açıklıkları hava hızını kontrol üzere değişebilen aralıkta olmalıdır. Fanlar ve açıklıklar tipik olarak termostatlarla kumanda edilir.

Termostatlar bitkilerin ortasında bir noktaya yerleştirilmelidir. Sıcaklık kontrolü amacı ile dakikadaki hava değişim miktarı 0,75-1 arasında optimum değer olarak belirlenmiştir.

Nem Kontrolü: Sera gündüz su kaybının önlenmesi için belirli bir bağlı nemde tutulmalıdır. Geceleri ise sıcaklık düşüncü nemin bitkiler üzerinde yoğunlaşması gerekir. Bu amaçla gece fanların çalıştırılarak belirli oranda havalandırma yapılması etkili bir önlemdir.

14.18 HAVA PERDELERİ

İki farklı hacim arasındaki açıklıkta, hacimler arasında fiziksel bir perde olmaksızın, hava geçişinin engellenmesi için hava perdeleri kullanılır. Hava perdeleri genellikle klimatize edilen endüstriyel ve ticari binaların dışa açılan kapılarında ve soğuk hava depolarının kapılarında kullanılır. Aynı zamanda içeri toz, haşere v.b. girişini engeller ve hijyen ve enerji tasarrufu sağlar.

Şekil 14.65'de görülen hava perdeleri dışarıdan içe doğru gelecek havayı engellemek için 30-40° açıyla hava üflerler. Çift taraflı olanları daha etkindir.

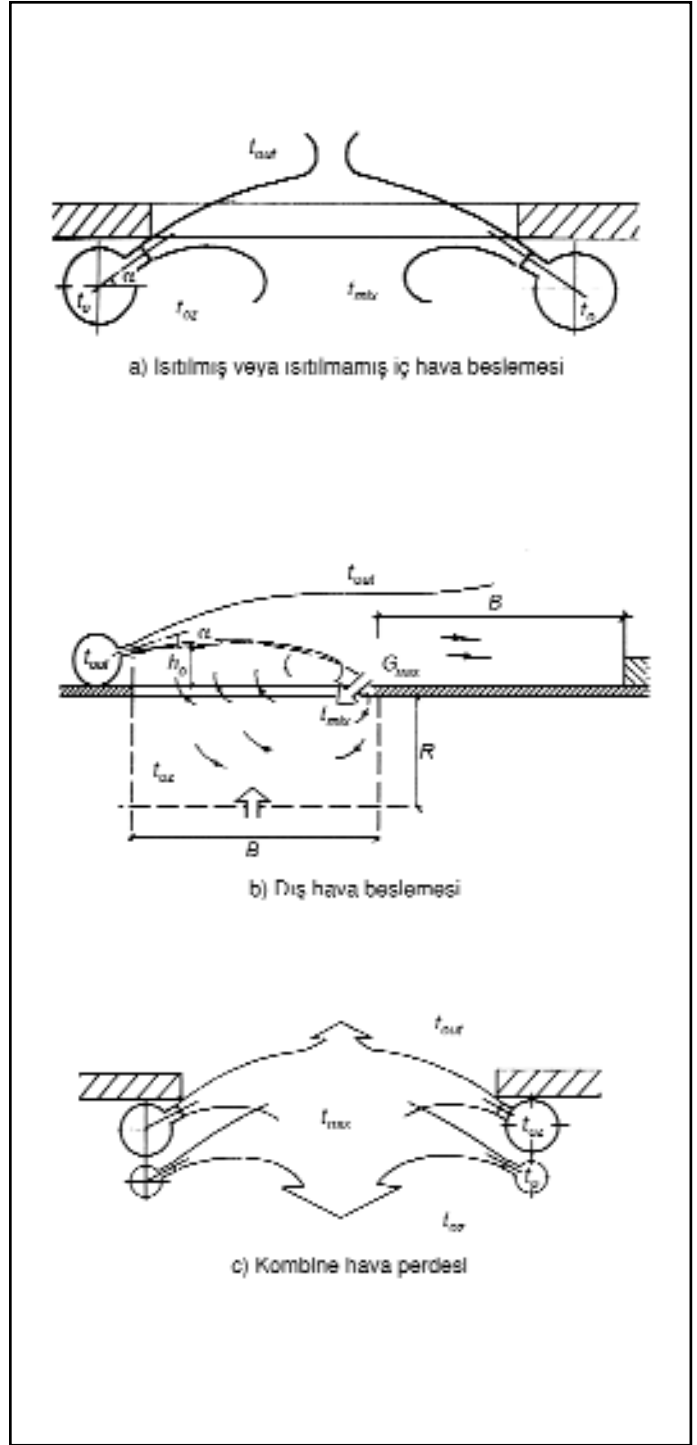
Hava perdeleri havayı resirküle eden ve etmeyen olarak iki tipe ayrılabilir:

1) Havayı resirküle eden sistemler daha çok ticari binaların girişlerinde kullanılır. Hava bir taraftan üflenirken, açıklığın diğer tarafından emilir. Bir kanal sistemiyle geri üfleme tarafına döndürülür. Perdenin sızdırmaz olması için düşük hava hızlı, geniş bir hava akımı yaratılır. Bu tip perdelerde verim %90-95 gibi yüksek değerlerdedir. Rüzgar ve basınç farkı etkilerine karşı fazla güvenilir değildir. Yüksek ilk yatırım ve tesis maliyetleri nedeniyle daha az tercih edilir.

2) Hava çevrimsiz (resirküle etmeyen) sistem daha düşük verimlidir. Ancak montaj kolaylığı ve düşük yatırım maliyeti nedeniyle daha sık kullanılır. Rüzgara karşı daha fazla dirençlidir. Yukardan üfleyen tek taraflı yatay ve açıklığın yan kenarından tek taraflı veya çift taraflı olarak üfleyen dikey tipleri vardır.

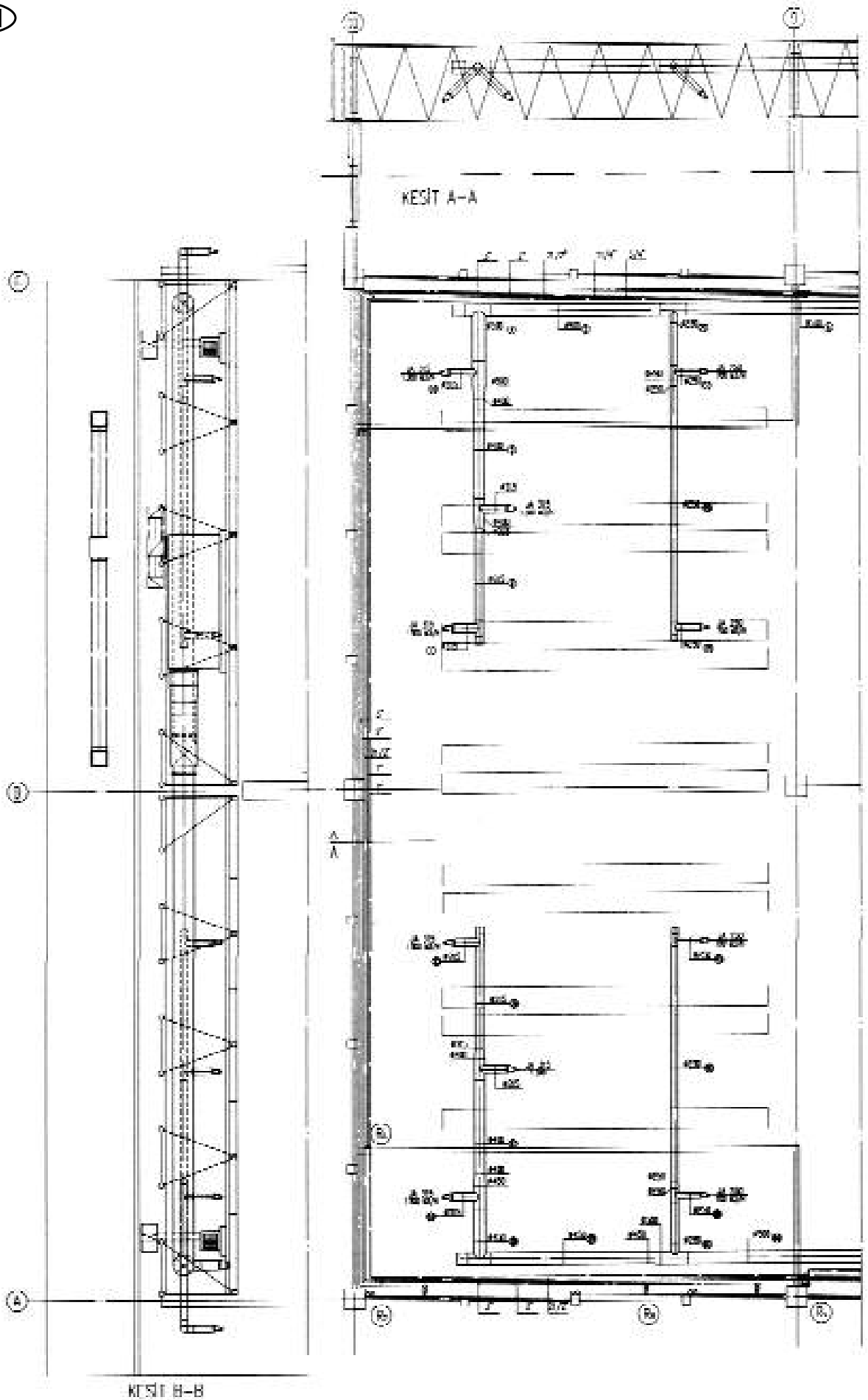
Bir hava perdesi seçimi yapmak için önce kullanım alanı belirlenmelidir. Temel olarak dört kullanım alanı vardır:

- 1) Endüstriyel (Fabrikalar, depolar, fırınlar, proses tesisleri). Burada açıklıktan müşteri girişi olmaz. Amaç içerideki şartlandırılan ortam ile dış ortam arasında bir perde oluşturmak ve birinden diğerine hava, toz v.s. akışını engellemektir. Genellikle yüklenme alanlarında bulunurlar ve bütün gün çalışırlar.
- 2) Ticari (Alışveriş merkezleri, hastaneler, okullar, lokantalar). Burada açıklıktan müşteriler ve çalışanlar sürekli geçerler. Amaç içle dış arasındaki enfiltrasyonu önlemek ve enerji tasarrufudur. Ortalama büyüklükleri 0,9-2,4 m arasındadır. Yükseklikleri 3 m'ye kadar olabilir.
- 3) Uçan haşere kontrolü (Besin endüstrisi, süt üretim merkezleri, pastaneler, lokantalar). Güçlü bir hava akımı mükemmel bir ayırıcıdır ve haşereler bu hava akımı arasından uçarak geçemezler.

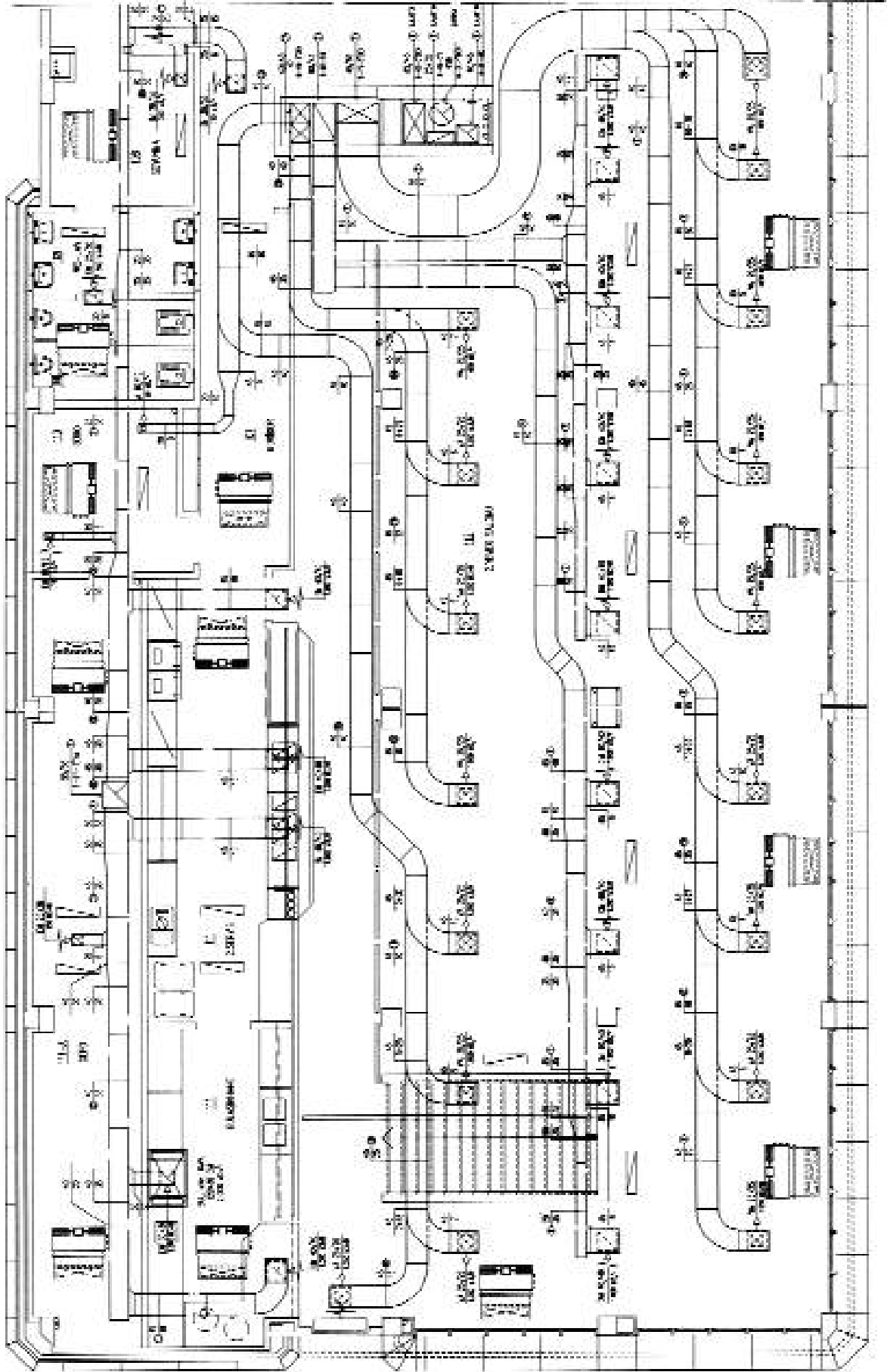


Şekil 14.65. SICAK HAVA PERDESİ

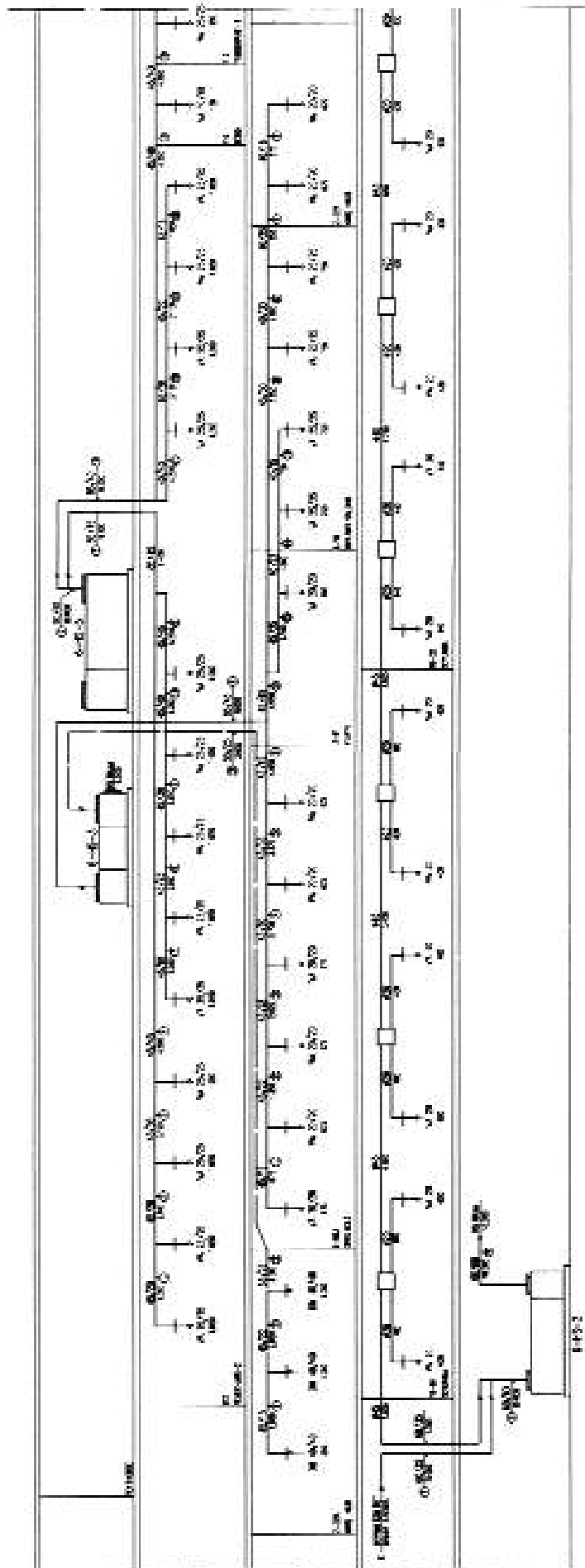
- 4) Soğuk hava depoları. Soğuk odayı diğer komşu hacimden ayırır. Bu soğuk muhafaza veya donmuş muhafaza odaları kapıları açıldığında büyük bir hava hareketi oluşur ve soğuk hava dışarı kaçarken sıcak hava içeri girer. Bu da her kapı açılışında önemli bir enerji kaybına neden olur. Bu sistemler kesintili çalışır. Genellikle kapı açıldığında çalışıp, kapandığında durur. Açıklığı fiziksel boyutları ve montaj alanıyla birlikte kullanılan kapı tipi de tasarım ve seçimde göz önünde bulundurulmalıdır. Yerel rüzgar ve basınç farkları bilinmelidir. Isıtma, filtrasyon, elektriksiz



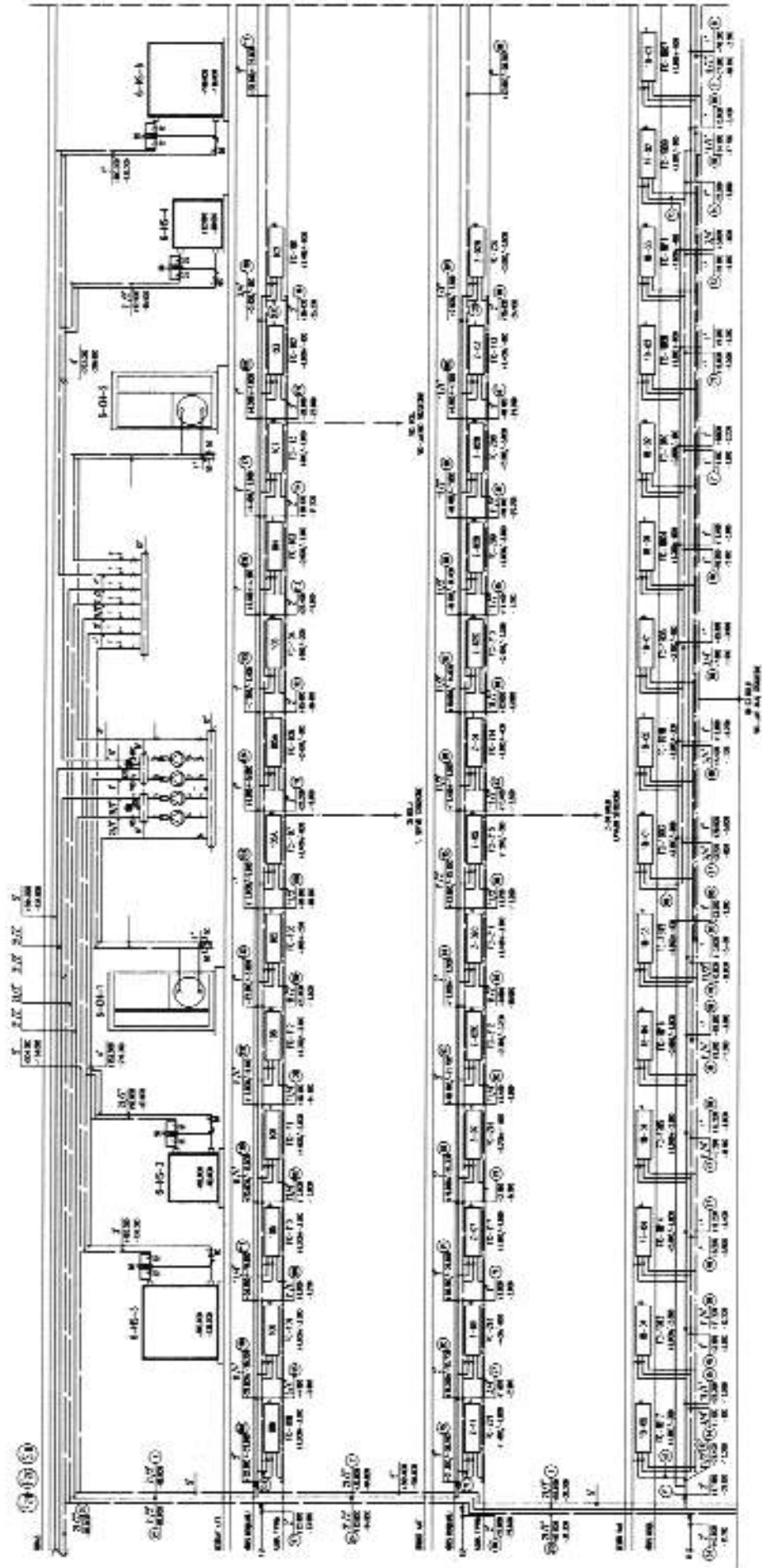
Şekil 14.67.A. BOYA ATÖLYESİ HAVALANDIRMA PROJESİ



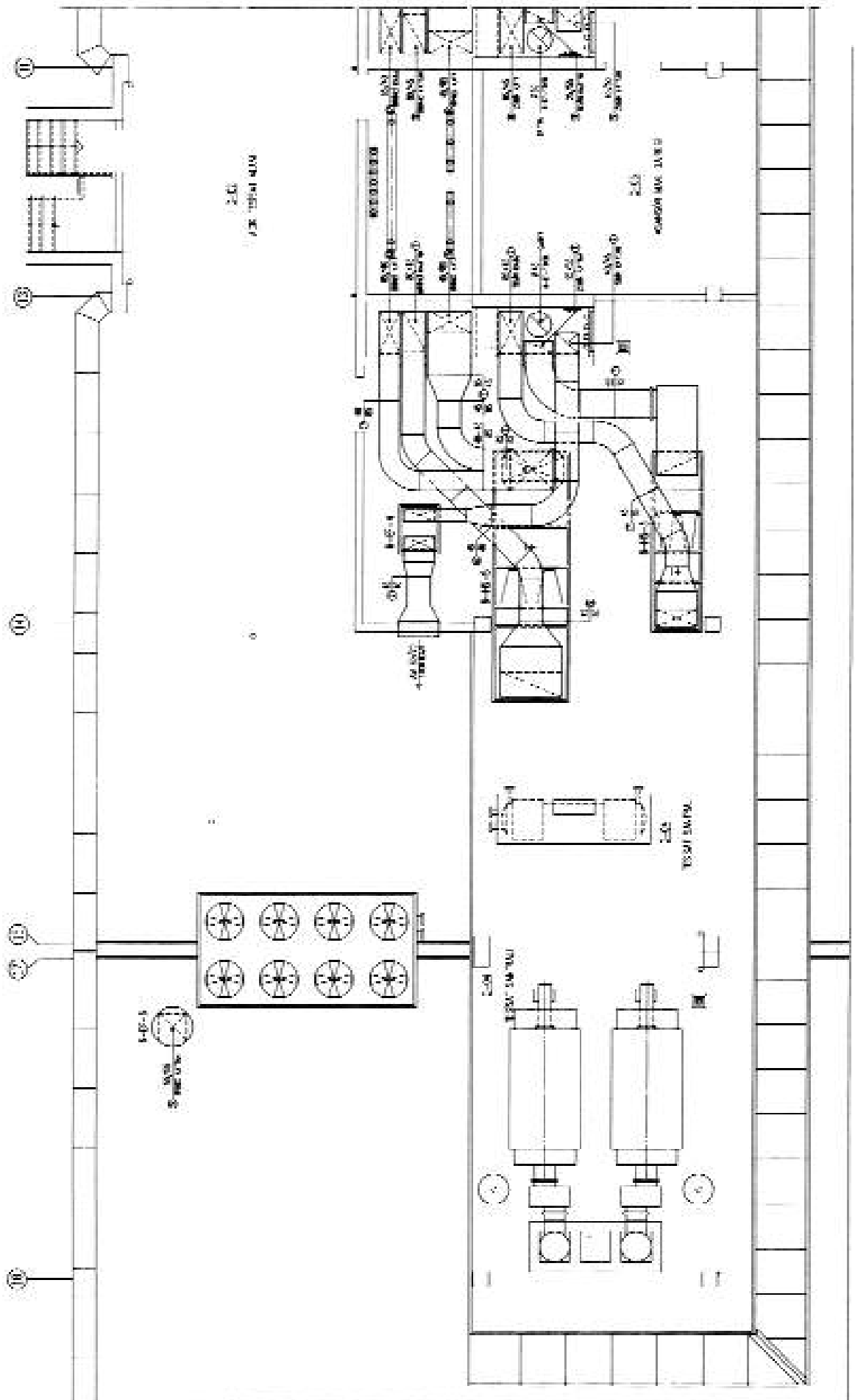
Şekil 14.68.A. FABRİKA SOSYAL TESİSİ MEKANİK TESİSAT CİHAZ YERLEŞİMİ VE HAVA KANALLARI



Şekil 14.68.B. SOSYAL TESİS HAVA KANALLARI KOLON ŞEMASI



Şekil 14.68.C. SOSYAL TESİS BORU TESİSATI KOLON ŞEMASI



Şekil 14.68.D. ÇATI CİHAZ YERLEŞİMİ

15. YÜKSEK BLOK KLİMA SİSTEM UYGULAMALARI

Amerikan literatürüne göre, 75 feet (25m) ve üzerindeki yapılar yüksek bina statüsüne girmektedir. 50 metre yüksekliğin, yani 15 katın üzerine çıkıldığında, genel olarak mekanik tesisatta ciddi sorunlar ortaya çıkar ve bu özel sorunlar tesisat mühendisi tarafından dikkatle ele alınmalıdır. Bunun yanında belli bir büyüklüğe sahip yaygın kompleks yapılar da yüksek yapı olarak kabul edilmelidir. Yüksek yapı ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımı, rüzgar etkisi, baca etkisi, iç hava kalitesi, hava taşınması, yangın güvenliği, acil durum prosedürleri, deprem önlemleri, bina yönetim sistemi ve zonlama gereksinimlerini dikkate almak zorundadır. Yapının mimari tasarımında tesisatla ilgili rezervasyon üzerinde önemle durulmalıdır. Yüksek yapılarda sistem seçiminde ekonomik kriterler ön plandadır. Yatırım ve işletme maliyetlerini optimize eden çözümler araştırılmalıdır. Bu tip uygulamalarda yapılacak yanlışlıklar büyük boyutlarda kaynak israfına neden olur.

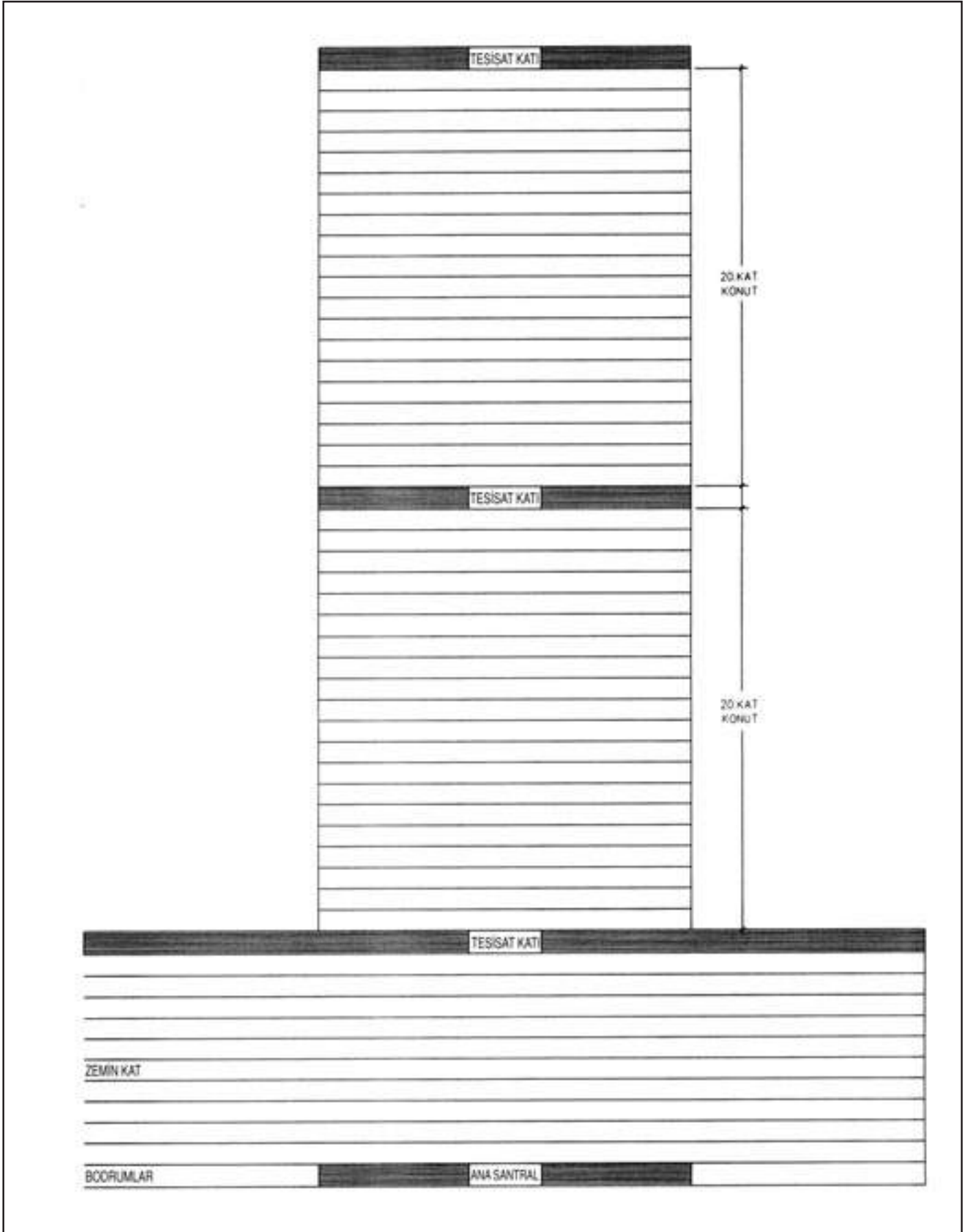
15.1. YÜKSEK YAPILARIN ÖZELLİKLERİ

Yüksek yapıların özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Yüksek yapılarda gerek yangın gerekse infiltrasyon kayıpları nedeniyle pencerelerin açılması arzu edilmez.
2. Bina yalıtımında hem ısı ekonomisi hem de kondensasyon nedeniyle çok iyi önlemler alınır.
3. Genelde ofis binası olarak kullanılan yapılarda 6 m² de bir kişi olduğu kabul edildiğinden katlarda çok sayıda insan bulunmaktadır. Dolayısıyla insan, aydınlatma ve büro makinalarından oluşan iç yükler önemli boyutlara ulaşmaktadır.
4. Yüksek bloklar genellikle çevrelerindeki yapıların arasından tek başlarına yükselirler ve korunmasızdırlar. Yüksek bloklarda gölgeleme etkisi olmadığından güneşten olan ısı kazancı önemli mertebelere ulaşır.
5. Gün boyunca bu ısı kazancı değeri güneşin konumuna göre değişir.
6. Yüksek bloklarda rüzgar etkisi ise çok önemli bir faktördür. Rüzgar hızı yerden olan yükseklikle artar. Bu yüksek rüzgar hızına bağlı olarak binanın rüzgar yönündeki cephesinde önemli bir pozitif basınç ve aksi yönde önemli bir negatif basınç oluşur. Bina cephesi açıklıklarından sızan hava çok fazladır.
7. Baca etkisi ise yüksek blokların bir başka önemli özelliğidir. Soğuk dış hava ve sıcak iç hava; yüksek blok merdiven kovanında ve diğer dikey shaftlarda yukarı doğru bir hava hareketi oluşturur. Aynen bacalarda olduğu gibi alt katlardan ve ana girişten giren hava düşey shaftlarda yukarı yükselir. Bu olay özellikle alt katları ve ana girişleri etkiler. Bu nedenle ana girişlere döner kapı yapılması, sıcak hava perdeleri uygulanması veya ekstra döşemeden ısıtma veya sıcak hava apareyleri kullanılması önerilen önlemler arasındadır.
8. Yüksek bloklar genellikle derinlemesine planlanır. Buna göre iklimlendirme açısından birbirinden farklı özellikler gösteren çevre zonu ve iç zon olmak üzere iki bölge ortaya çıkar. Çevre

zonu genel olarak bina dış cephesinden itibaren 4-5 m kabul edilebilir. Bu mesafe bazı hallerde 7-8 m değerine kadar kabul edilebilmektedir. Yüksek blokların en önemli özelliklerinden biri budur.

9. Çevre zonunda güneşin, dış hava sıcaklığının ve rüzgarın etkilerine bağlı olarak sürekli değişen bir ısı yük geçerlidir. Çevre zonda dış ortamlarla olan ilişkiye bağlı olarak hem soğutma, hem de ısıtma gerekmektedir. Kışın ve ara mevsimlerde, çevre zonu yönüne ve günün saatine göre, güneşin gelmesine bağlı olarak, bazı çevre zonlarını ısıtırken, bazılarını ise aynı anda soğutmak gerekebilir. Çekirdek zonda ise yükler zamana bağlı olarak büyük farklılık göstermez ve sabittir. Bu sabit yük genellikle yapay aydınlatmaya vs. bağlı olan yüksek iç kazançlar nedeniyle yaz-kış soğutma yönündedir.
10. Yüksek blok ısıtma ve soğutma sistemleri ısı geri kazanma uygulamaları açısından geniş imkanlar yaratır. Bazı zonların ısıtılırken, bazılarının soğutulması bu imkanı yaratan ana etkidir.
11. Yüksek bloklar genellikle ticari binalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerek dekorasyon, gerekse de diğer sistemler için önemli bedeller ödeyen firmalar doğal olarak hacimlerde konforun en üst düzeyde olmasını talep etmektedir. Firmaların genelde çok dinamik bir yapıya sahip olması, organizasyon şemalarının ve yerleşimlerin değişmesine neden olmaktadır. Çalışanların sayısı ve buna paralel olarak aydınlatma ve makina gücü artmaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı, yüksek yapılarda kullanılabilecek sistemler çok esnek olmalıdır.
12. Statik Basınç. Yüksek bloklarda sıcak/soğuk su ile ısıtma/soğutma yapıldığında büyük bir statik basınç ortaya çıkacaktır. Klima sistemi içinde basınca en duyarlı elemanlar kazanlar ve radyatörlerdir. Normal radyatör ve kazanlar 4 bar, özel sipariş edildiğinde ise 6 bar basınca dayanıklı olarak üretilirler. Bina yüksekliği 60 m'yi, başka bazı faktörleri ve emniyet payı dikkate alındığında yaklaşık 50 metreyi geçmemelidir.
13. Yüksekliği 50 m'yi aşan bloklarda ise sistemin düşey doğrultuda iki veya gerekirse daha fazla sayıda düşey bölüme (zona) ayrılması gerekir. Sistemin ikiye bölünmesinde genellikle ara tesisat katı kullanılır. Pratik olarak yüksek bloklarda her 20 katta bir galeri kat yapılır. Sulu klima tesisatında 20 kat yukarıya doğru dağıtım yapılır. Sıhhi tesisatta ise galeri kattaki 1. hidrofor sistemi 10 kat aşağıya, 2. hidrofor sistemi ise 10 kat yukarıya su basar. Kazan ve soğutma grubu gibi primer cihazlar bodrumda yerleştirilir. Çatıda hava soğutmalı gruplar veya soğutma kuleleri yer alır. Ara tesisat katında bir ısı değiştirici kullanılır. Kazanda/soğutma grubunda üretilen sıcak su/soğuk su ile bu ısı değiştirgecinde, yaklaşık 5 °C sıcaklık farkıyla yine sıcak veya soğuk su elde edilir. Yüksek blokta kazan veya chiller ile ara tesisat katı arasındaki katlar kazan veya chillerden, ara blokta sonraki katlar ise ısı değiştirgecinden beslenir **Şekil 15.1**'de bir yüksek blokta tesisat katlarının dağılımı gösterilmiştir.
14. Basınç zonlamasının amaçları:
 - a. Sistemin statik basıncını azaltmak,
 - b. Alt/üst basınç farkını azaltmak,



Şekil 15.1. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU VAV + RADYATÖRLE STATİK ISITMA SİSTEMİ

c. Akışkan debisini kontrol edebilmektir.

Her basınç zonu eşanjörü, hidroforu, pompası vs. gibi bağımsız işletme ve kumanda elemanlarına sahip olmalıdır.

15.1.1. Yüksek Bloklarda Klima Tesisatının Mimari Yerleşim Özellikleri

Farklı klima sistemlerinin yerleşiminde, toplam alanın yüzdesi olarak teknik hacim ihtiyaçları yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir:

Isı kazanımlı üniteler + primer hava	%5
Çevre indüksiyon	%5
Fan coil + primer hava	%5
Soğuk tavan + primer hava	%5
Tek kanallı tam havalı sistemler	%7
Çift kanallı tam havalı sistemler	%8
Perimetre ısıtılmalı VAV sistemi	%7
Amerikan sistem	%2-4

Buna göre,

- Ayrılan tesisat alanlarının toplam alana oranı %4-8 mertebesinde olmalıdır.
- Ana makina dairesi yüksekliği 5-5,5 m olmalıdır.
- Ara tesisat katı yüksekliği minimum 4-4,5 m net olmalıdır.
- Klima santrali seçimlerinde tek santralde, yer kaybı, kat yüksekliği, ses-konfor, hava kanal dağıtımı, servis kolaylığı gibi nedenlerle 25000 m³/h debinin üzerine çıkılmamalıdır.

Komple klimatize edilen yapılarda cihazlar için ayrılması gerekli yaklaşık alanlar:

Soğutma grupları (1000 kW'a kadar)	8 m ² /100 kW soğutma yükü
Soğutma kuleleri	3 m ² /100 kW soğutma yükü
Havalandırma ve klima santralleri	0,0035 m ² /m ³ /h hava debisi

Uygulanan sistemlere göre, 500 m² kat alanına sahip ofis binalarında gerekli net asma tavan içi yüksekliği:

Soğuk tavan + taze hava besleme + egzoz	500 mm
VAV tek kanallı	400-600 mm
Tavan tipi fan coil	500 mm
Su kaynaklı ısı pompası + taze hava+egzoz	550 mm
Çift kanallı sistemler	600 mm
Amerikan sistem klima	350-400 mm

Teknik hacimlerin yerlerinin belirlenmesinde 1. Basınç zonlaması, 2. Boru ve kanal boylarının minimize edilmesi, 3. Sistem dirençlerinin minimize edilmesi gibi konular gözönünde tutulmalıdır. Farklı ünitelerin yerleşiminde yer önerileri aşağıda verilmiştir:

Soğutma kuleleri

Soğutma havasına ihtiyaç olduğundan en uygun yer çatıdır. Ancak kazan bacalarından etkilenmemesi için hakim rüzgar yönü gözönüne alınmalıdır.

Soğutma makinaları

Cihaz yükünü taşıyacak bir yapının olması, ses ve titreşim geçişinde bir problem olmayacak şekilde tedbirler alınması kaydıyla soğutma cihazları çatıya yerleştirilebilir. Ancak yapı statığı ve enerji beslemesi nedenleriyle su soğutmalı chillerin bodrum katlara konulması daha doğrudur.

Havalandırma ve klima cihazları

Klima cihazları belli shaft alanlarına uygun olarak katlara yayılmalı-

dır. Basınç zonlarındaki uygun hacimlere santraller yerleştirilmelidir.

15.1.2. Yüksek Bloklarda Klima Tesisatında Yangın Damperleri Kullanılması

Yangın bölmeleri arasından geçen dikey hava kanalları en az 2 saat yangına mukavim shaftlar içine yerleştirilmelidir. Yangın korumalı shaft içine yerleştirilmiş dikey kanalların branşman çıkışlarında veya girişlerinde, branşman kanallarının shaft duvarlarını deldiği her yere yangın damperleri konulmalıdır.

Yatay hava kanallarının yangın bölmelerinin duvarlarını deldiği her yere yangın damperi konulacaktır. Bu damperlerin yangın dayanımları içine yerleştirildiği yangın bölme duvarının kine eşit olmalıdır. Bir shaft içine yerleştirilmemiş olup da katlar arasında yangın ayırımı yapan bir döşemeyi delen her hava kanalının döşemeyi deldiği her noktaya döşeme ile ilgili aynı yangın mukavemetine haiz yangın damperi konulmalıdır.

Aşağıda tarif edilen hava kanalları içine veya bunların duvar geçişlerine yangın damperleri konulmamalıdır:

- Yangın esnasında duman egzozu için kullanılacak tüm hava kanalları
- Mutfak egzozu kanalları (bu kanallar mutfak dışında içten ve dıştan yangına mukavim izole edilecektir)
- Yangın merdivenleri ve merdiven sahanlıkları basınçlandırma sistemi kanalları

15.1.3. Yüksek Yapılarda Otomatik Kontrol ve Bina Otomasyon Sistemi

Chiller ve kazanların otomatik olarak devreye sokulması, tüm pompaların, soğutma kulelerinin, havalandırma sistemlerinin, klima santrallerinin, VAV kutularının kontrolü ve izlenmesi için mikroişlemci bazlı bir bina otomasyon sistemi tesis edilmelidir. Bina otomasyon sistemi ile yangın alarm ve güvenlik sistemi aynı protokolü kullanılmalı ve rahatça haberleşebilmelidir. Binadaki elektrik sistemleri ve sıhhi tesisat sistemleri de bina otomasyon sistemi tarafından kontrol edilecek ve izlenecektir.

Bina otomasyon sistemi lokal DDC panelleri, sistem ve network kontrolörleri, merkezi personel bilgisayar ve ona bağlı workstation'lar, haberleşme network'ten oluşan dağıtılmış bir kontrol sistemi (distributed control system) olacaktır. Bina otomasyon sistemi genel olarak şunları sağlayacaktır:

- Havalandırma, klima, hava filtreleri, elektrik sistemleri, aydınlatma, VAV kutuları ve bu sistemlere bağlı bütün makina ve ekipmanın gözlenmesi, otomatik veya elle merkezi bilgisayar üzerinden çalıştırılıp, durdurulması ve otomatik kontrolü
- Sistem entegrasyonunu ve koordinasyonunun gözlenmesi ve kontrolü
- Zon ve mahal sıcaklıklarının sürekli olarak gözlenmesi ve bütün gözlenen değişkenler için minimum ve maksimum limit alarm verilmesi
- VAV kutularının, klima santrallerinin, sıcaklık, statik basınç, hava akımı, değişkenlerinin lokal paneller vasıtasıyla direkt dijital kontrolü (DDC)
- Bütün modülasyon kontrol devrelerinin direkt dijital PID kontrolü

- Bina otomasyon sistemine bağlı tüm sistemler için raporlama, alarm kontrolü, tarihçe, takip özellikleri ve bilgisayar ekranından renkli sistem grafikleri üzerinden bütün sistemlerin rahatça izlenmesi, kontrolü ve idaresi
- Soğutma, ısıtma, elektrik, enerji kullanımlarının takip edilmesi ve sistemlerde enerji optimizasyonu programları vasıtasıyla enerji kullanımının minimize edilmesi
- Planlı bakım programlaması
- Sistemlerdeki, makina ve ekipmanlardaki arızaların kolayca tespit edilmesi
- Bütün sistemlerin otomatik olarak elemansız çalışması.

15.2. YÜKSEK BLOK UYGULAMALARINDA SİSTEM ÖNERİLERİ

Yüksek bloklarda uygulanacak klima sistemleri yukarıda sayılan bütün şartları aynı anda sağlayabilmelidirler. Son zamanlarda yüksek yapılar da ağırlıklı olarak kullanılan alternatif sistemler aşağıda 7 başlıkta toplanmıştır. Doğal olarak seçenekler bunlarla sınırlı değildir.

SİSTEM 1

İÇ ZON : VAV

ÇEVRE ZONU : VAV + Konvektör, radyatörle statik ısıtma

Bu sisteme örnek fonksiyon şeması olarak **Şekil 15.2.A** verilmiştir. Örnek, şematik tek hat kat planı ise **Şekil 15.2.B**'dedir. Bu çözümde çevrede sıcak sulu radyatör (veya konvektör) sistemi, kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar. Bu ısıtıcı elemanların su girişinde termostatik kontrol vanası olmalıdır. VAV sistemi bir klima santralından beslenir. Bu santralda üfleme havası filtrelenir ve şartlandırılır. Hem soğutma ve hem de ısıtma serpantini vardır. Kışın sabah ilk saatlerde ön ısıtma gerekebilir. Kışın ayrıca hava sıcaklığının çok düşük olduğu zamanlarda içeri alınan soğutma havasının bir miktar ısıtılması gerekebilir. VAV sistemi esas olarak, hem iç zonda ve hem de dış zonda bütün yıl boyunca soğutmaya çalışır ve her iki zonun soğutma ihtiyacını karşılar. VAV sistem aynı zamanda her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılar. Bu nedenle minimum açıklık ayarı bulunmalıdır. Egzoz fanı asma tavan içi plenumuna bağlı dönüş kanalı üzerindedir. Kışın VAV sistemden 15-17 °C sabit sıcaklıkta çevre zonuna verilen havanın ortam sıcaklığına yükseltilmesi için gerekli olan ısıtma enerjisi de çevre zondaki statik ısıtma sisteminde karşılanır. Söz konusu enerjinin kayıp olarak değerlendirilmemesi gerekir. Kış koşullarında dışardan alınan soğuk hava ana santralda üfleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Bunun üstündeki ısıtma çevre zonda karşılanmaktadır ve bu ısıtma aksi halde zaten yapılmak zorundadır. Kış döneminde mekanik soğutma devrede değildir. Bu durumda çevredeki ısıtma sistemi kapasitesi hesaplanırken, a) zonun iletimsel ısı kaybı, b) zonun enfiltrasyon kaybı, c) VAV minimum hava debisinin 22 °C'ye ısıtılması için gerekli ısı dikkate alınmalıdır.

Avantajları:

- Kolay ve ekonomik gece ayarı yapımı / sabah ısıtma operasyonu,
- Zon kontrolü için mükemmel bir fleksibilite,
- Pencere altına ısıtıcı yerleştirilmesi, muhtemel down-draft problemine en iyi çözüm,

- Sadece bir tek klima cihazı ve bir tek kanal sistemi,
- Dönüş-egzoz sistemi ile dış hava soğutma imkanının (ısı geri kazanımı) kolaylıkla uygulanabilmesidir.

Dezavantajları:

- İlk tesis fiyatı pahalıdır.
- Konvektör veya radyatörün çevre zonda kullanılması burada yer kaybına neden olmaktadır.
- Çevre zon ısıtmasıyla, iç zonun, birbiriyle karışmasını önlemek için, çok dikkatli bir dizayn gerektirir.

SİSTEM 2

İÇ ZON : VAV

ÇEVRE ZONU : Sabit Hava Debili (CAV) + 4 borulu fan coil

Bu sistemde çevredeki fan coil sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarını karşılar. Böylece çevredeki ısıtma ve soğutma fan coil sistemiyle karşılanır. Tek klima santral kullanıldığında, bu santraldan elde edilen sabit sıcaklıktaki hava, iç zonda VAV kutuları kontrolünde bütün yıl boyunca soğutma yapar. Aynı hava dış zonda CAV kutularıyla sabit debide üflenerek, zonun taze hava ihtiyacını karşılar ve soğutma yükünün karşılanmasına katkıda bulunur. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu nedenle minimum açıklık ayarı bulunmalıdır. Kışın VAV sistemden 15-17 °C sabit sıcaklıkta çevre zonuna verilen havanın ortam sıcaklığına yükseltilmesi için gerekli olan ısıtma enerjisi de çevre zondaki fan coil sisteminde karşılanır. Söz konusu enerjinin kayıp olarak değerlendirilmemesi gerekir. Kış koşullarında dışardan alınan soğuk hava ana santralda üfleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Bunun üstündeki ısıtma çevre zonda karşılanmaktadır ve bu ısıtma aksi halde zaten yapılmak zorundadır. Kış döneminde mekanik soğutma devrede değildir. Bu durumda çevredeki fan coil ısıtma kapasitesi hesaplanırken, a) zonun iletimsel ısı kaybı, b) zonun enfiltrasyon kaybı, c) VAV minimum hava debisinin 22 °C'ye ısıtılması için gerekli ısı dikkate alınmalıdır. Fan coil soğutma kapasitesi hesaplanırken üflenen soğuk havanın etkisi dikkate alınmaz ve bir emniyet olarak bırakılır.

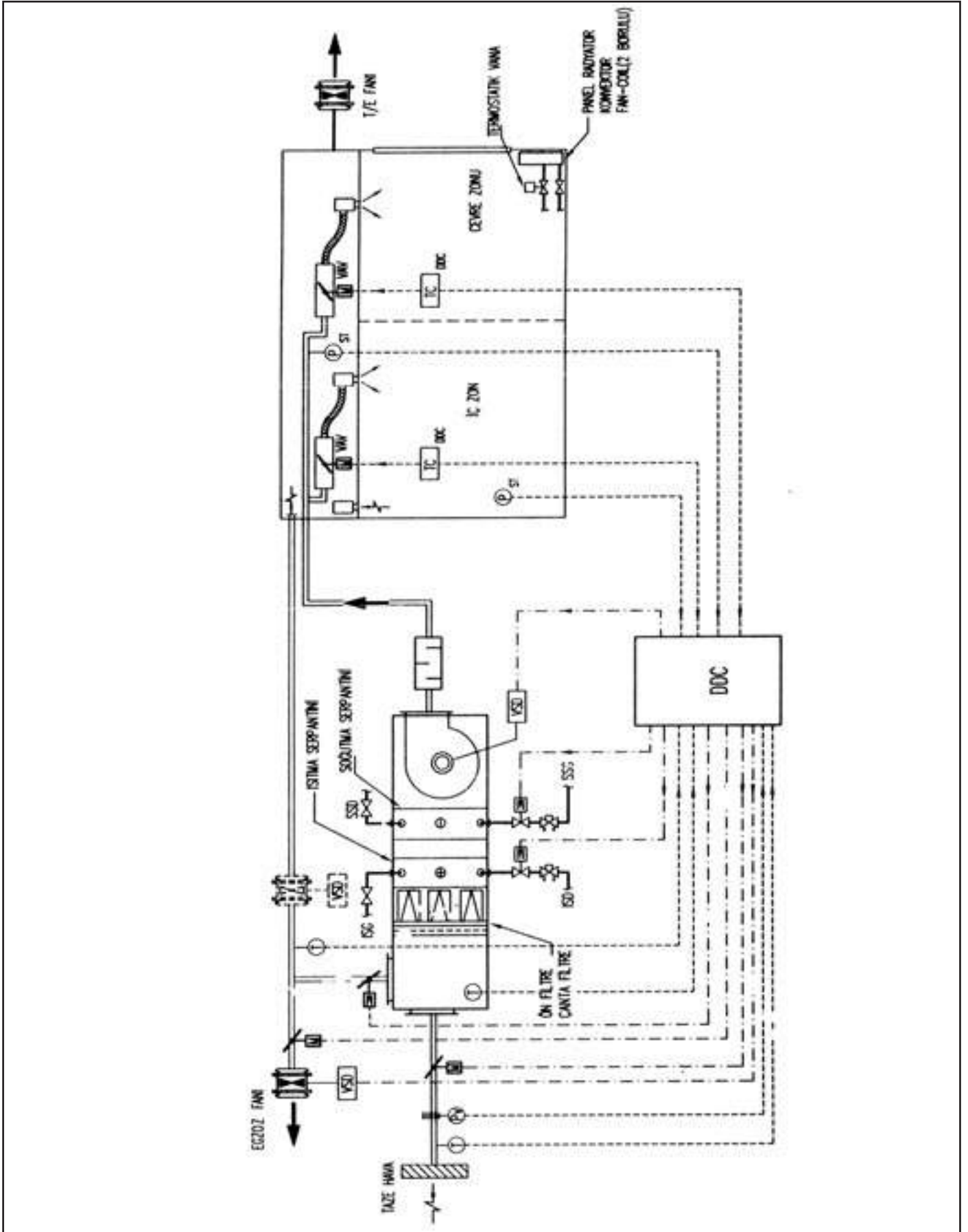
Tek klima santral yerine iki santral kullanıldığında, dış zon için ayrı bir primer hava sistemi kullanılır. **Şekil 15.3**'de şematik tek hat kat planı olarak görülen bu sistemde iç zonda VAV santralinden besleme yapılmaktadır. Esas olarak yukarıda anlatılan sistemin eşdeğeridir.

Avantajları:

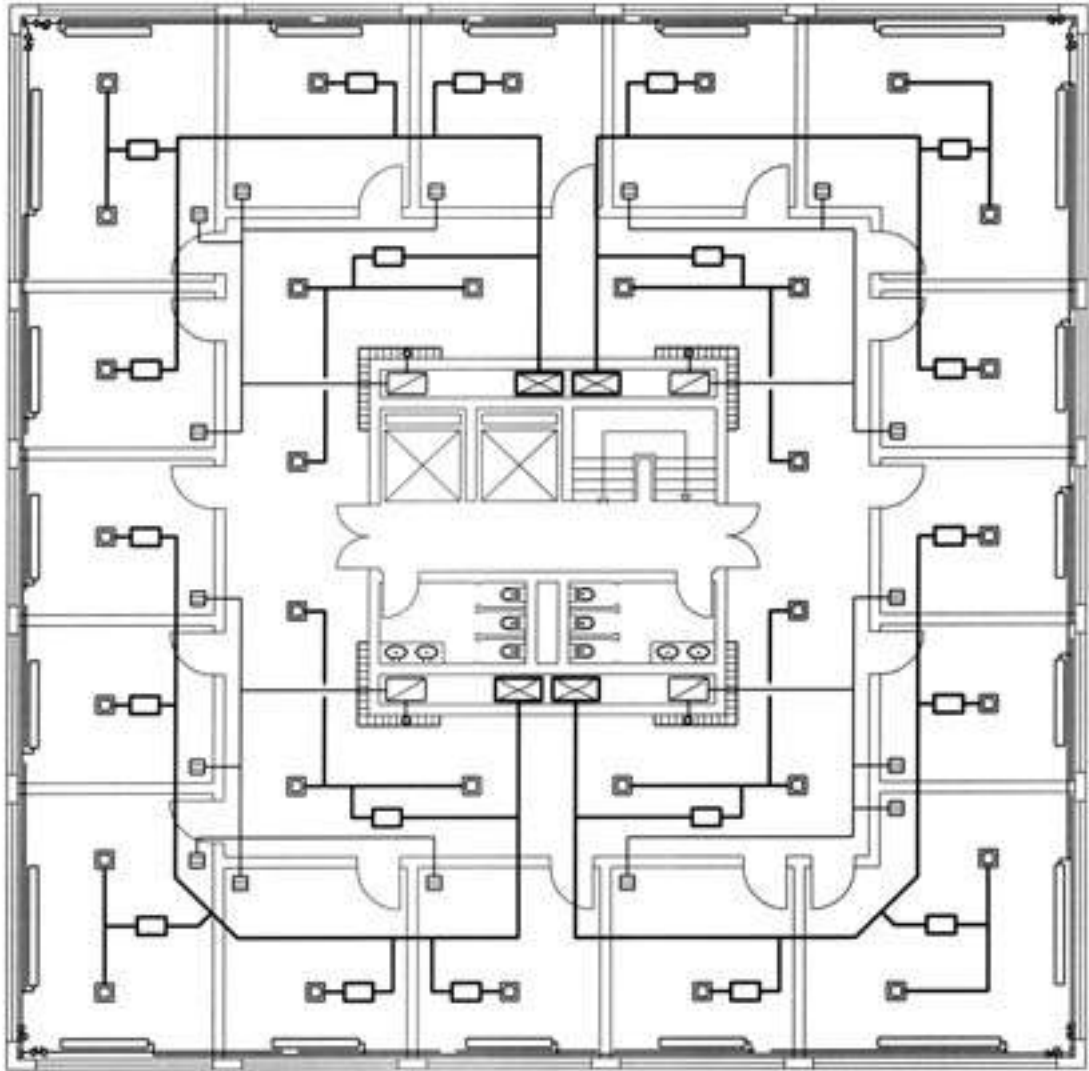
- Kolay ve ekonomik gece ayarı yapımı / sabah ısıtma operasyonu
- Zon kontrolü için mükemmel bir fleksibilite
- Pencere altına ısıtıcı yerleştirilmesi, muhtemel down-draft problemine en iyi çözüm.
- Sadece bir tek klima cihazı ve bir tek kanal sistemi
- Dış zonda kanal boyutlarından tasarruf dolayısıyla asma tavan derinliğinde kazanç
- Dönüş-egzoz sistemi ile dış hava soğutma imkanının (ısı geri kazanımı) kolaylıkla tatbiki
- Çevre zonda fan coil sisteminde ısı kazanım sistemi tatbikatına elverişlilik.

Dezavantajları:

- İlk tesis fiyatı pahalıdır.
- Fan coil ünitelerinin çevre zonda kullanılması burada yer kaybı-

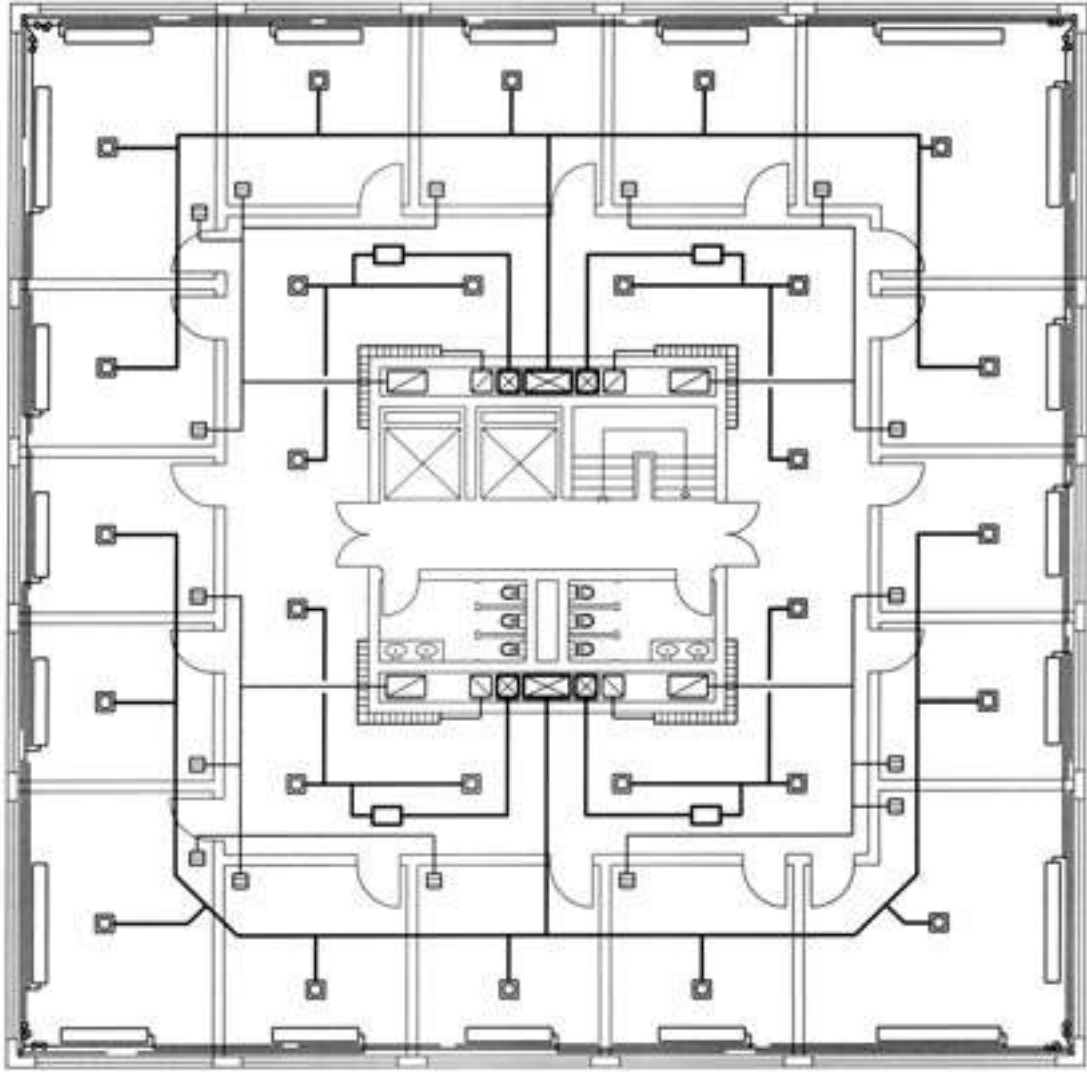


Şekil 15.2.A. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU VAV + RADYATÖRLE STATİK ISITMA SİSTEMİ



V.A.V. SANTRAL + RADYATÖR SİSTEMİ 1

- NOT : 1-) RADYATÖRLERDE TERMOSTATİK RADYATÖR VANASI KULLANILMALIDIR.
 2-) V.A.V. KLİMA SANTRALI HAVA ÇIKIŞ SICAKLIKLARI YAZIN 14 °C, KIŞIN 16 °C OLMALIDIR.
 3-) V.A.V. BOX ÇIKIŞLARINDA ELEKTRİKLİ ISITICI OLMALIDIR.



ÇEVRE ZON FANCOIL + PRİMER HAVA SİSTEMİ
 ÇEKİRDEK ZON V.A.V. KLİMA SANTRALI SİSTEMİ

- NOT : 1-) ÇEVRE ZONDA FANCOIL CİHAZLARI, PRİMER HAVA SANTRALI VE EGZOZ OLACAKTIR.
 ÇEKİRDEK ZONDA İSE V.A.V. KLİMA SANTRALI OLACAKTIR.
 SANTRAL ÇIKIŞ HAVASI SICAKLIKLARI YAZ : 14 °C
 KIŞ : 16 °C
 2-) V.A.V. BOX ÇIKIŞLARINDA ELEKTRİKLİ ISITICI OLMALIDIR.

Şekil 15.3. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU PRİMER HAVA + FAN COIL KLİMA SİSTEMİ TEK HAT ŞEMASI

na neden olmaktadır.

SİSTEM 3

İÇ ZON : Primer hava + 2 borulu fan coil

ÇEVRE ZONU : Primer hava + 4 borulu fan coil

Bu sistemde çevredeki fan coil sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarını karşılar. Böylece çevredeki ısıtma ve soğutma fan coil sistemiyle karşılanır. İç zonda 2 borulu fan coil bütün yıl boyunca soğutmaya çalışır ve soğutma ihtiyacını karşılar. Taze hava tek taze hava santralinden temin edilerek, hem iç zona hem de dış zona verilir.

Avantajları:

- Zon kontrolü için mükemmel bir fleksibilite
- Pencere altına ısıtıcı yerleştirilmesi, muhtemel down-draft problemine en iyi çözüm.
- Sadece bir tek taze hava santrali ve bir tek kanal sistemi
- Kanal minimum boyutta olduğundan, asma tavan derinliğinde kazanç
- Çevre zonda fan coil sisteminde ısı kazanım sistemi tatbikatına elverişlilik.
- İlk tesis fiyatı göreceli olarak ucuz.

Dezavantajları:

- Fan coil ünitelerinin çevre zonda kullanılması burada yer kaybına neden olmaktadır.

SİSTEM 4

İÇ ZON : VAV

ÇEVRE ZONU : VAV + Tam havalı, Sabit hava debili sistem.

Sistem **Şekil 15.4'de** görülmektedir. Bu sistemde çevredeki sabit debili tam havalı klima sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarının taban kısmını karşılar. Böylece çevredeki ısıtmanın tamamı ve soğutmanın bir kısmı sabit debili klima sistemiyle karşılanır. Bu klima santrali tamamen dönüş havasıyla çalışmaktadır. VAV santralından elde edilen sabit sıcaklıktaki hava, iç zonda VAV kutularıyla bütün yıl boyunca soğutmaya çalışır ve soğutma ihtiyacını karşılar. Aynı hava dış zona VAV kutularıyla değişken debide üflenerek, zonun taze hava ihtiyacını ve değişken soğutma yükünü karşılar. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu nedenle minimum açıklık ayarı bulunmalıdır.

Avantajları:

- Hiçbir döşeme alanı işgali yoktur.
- Kontrol zonlarının değişmesinde mükemmel bir fleksibilite
- Kolay ve ekonomik gece ayarı yapımı / sabah ısıtma operasyonu
- Soğutucu devre geceleyin durdurulabilir.

Dezavantajları:

- İki ayrı kanal sistemi gerektirir.
- 450 W/m ısı kaybı mertebeleri üzerinde muhtemel down-draft problemi vardır.

SİSTEM 5

İÇ ZON : VAV

ÇEVRE ZONU : Reheat VAV sistem

Sistem **Şekil 15.5'de** görülmektedir. Bu sistemde çevredeki değişken debili tam havalı klima sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarını karşılar. Böylece çevredeki

ısıtmanın ve soğutmanın tamamı reheat VAV klima sistemiyle karşılanır. Bir VAV klima santralinden elde edilen sabit sıcaklıktaki hava, iç zonda VAV kutularıyla bütün yıl boyunca soğutmaya çalışır ve soğutma ihtiyacını karşılar. Aynı hava dış zona VAV kutularıyla değişken debide üflenerek, zonun taze hava ihtiyacını ve yazın değişken soğutma yükünü, kışın ısıtma ihtiyacını karşılar. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır.

Avantajları:

- Tek bir kanal sistemi vardır.
- Minimum hava miktarı gerektirir.
- Yeni iç yerleşimlere çabuk ve kolay uyum sağlar.
- Klasik reheat sistemlere nazaran daha az enerji sarfiyatı vardır.
- Sistem dizaynı kolaydır.
- Döşemede yer kaybına neden olmaz.
- Sıcak suyla reheat yapılabilir. Ancak büyük çarşıların dükkanlarının VAV sisteminde, VAV kutularına elektrik ısıtıcı montajı daha uygundur. Bu kutulara sulu ısıtıcı monte etmek, "VAV sistemi sulandırmak" olarak tanımlanabilir.

Dezavantajları:

- Klasik reheat sistemine göre daha az enerji sarfetmesine rağmen, hala ısı savurganlığı vardır.
- İlk tesiste, boru vana sisteminin getirdiği ek maliyet vardır.
- Dış kabukta ısı kaybı yüksek olması halinde down-draft problemi vardır.

SİSTEM 6

İÇ ZON : VAV

ÇEVRE ZONU : ÇİFT KANALLI VAV SİSTEMİ

Bu sistemde iç ve dış zonlarda iki ayrı VAV sistemi bulunmaktadır.

Avantajları:

- VAV sistemleri içinde maksimum enerji tasarrufu yapan bir sistemdir.
- Döşemede yer kaybına sebep olmaz.
- Kolay, ekonomik gece ayarı yapımı / sabah ısıtma operasyonu temin eder.
- Isı geri kazanım sistem tatbikatlarına uygundur.
- Minimum hava miktarı gerektirir.

Dezavantajları:

- İki kanal sistemine gerek vardır.
- İlk tesisi en pahalı olan VAV sistemidir.
- Isı kaybının büyük olması halinde, muhtemelen down-draft problemi yaratır.

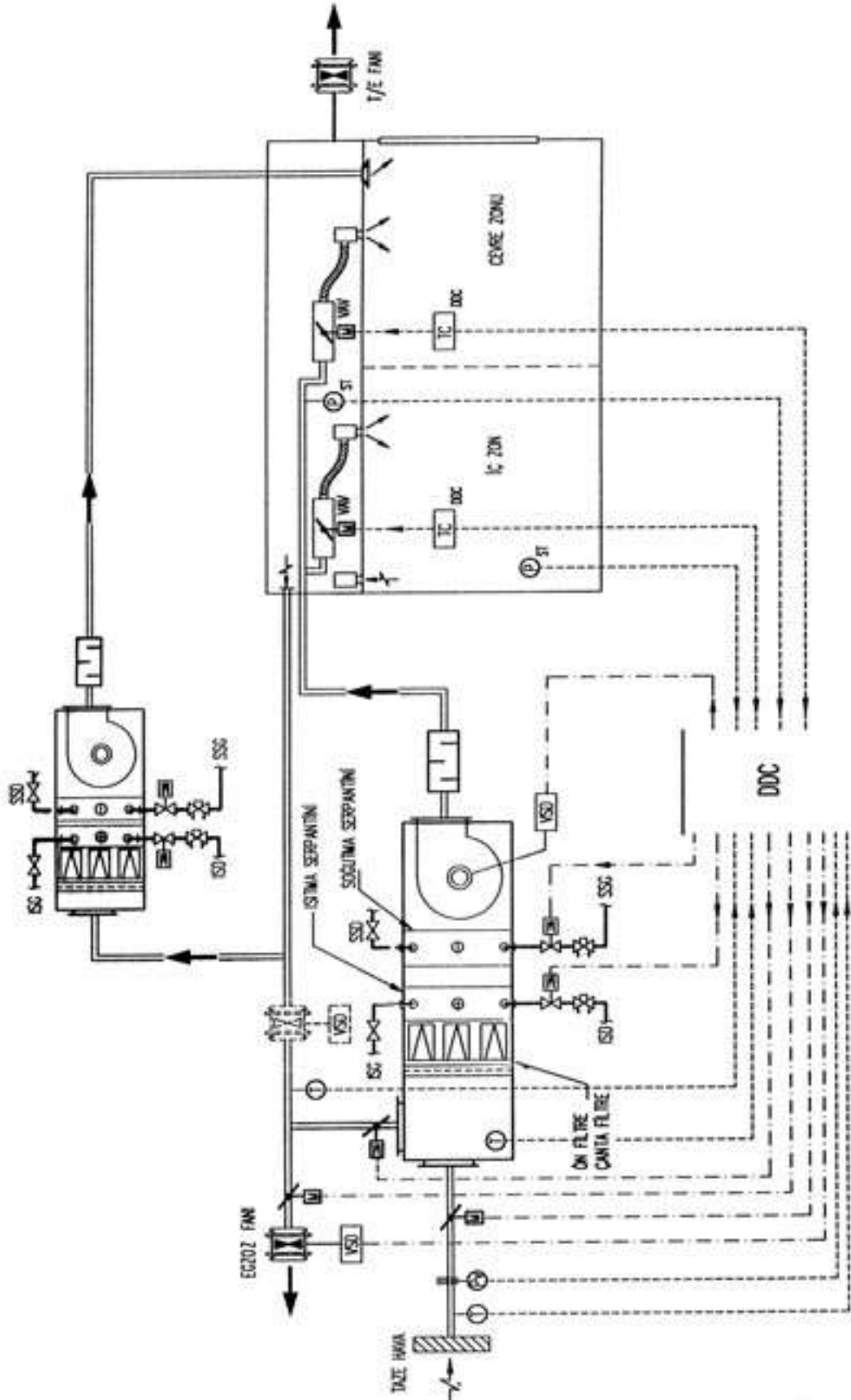
SİSTEM 7

İÇ ZON : VAV

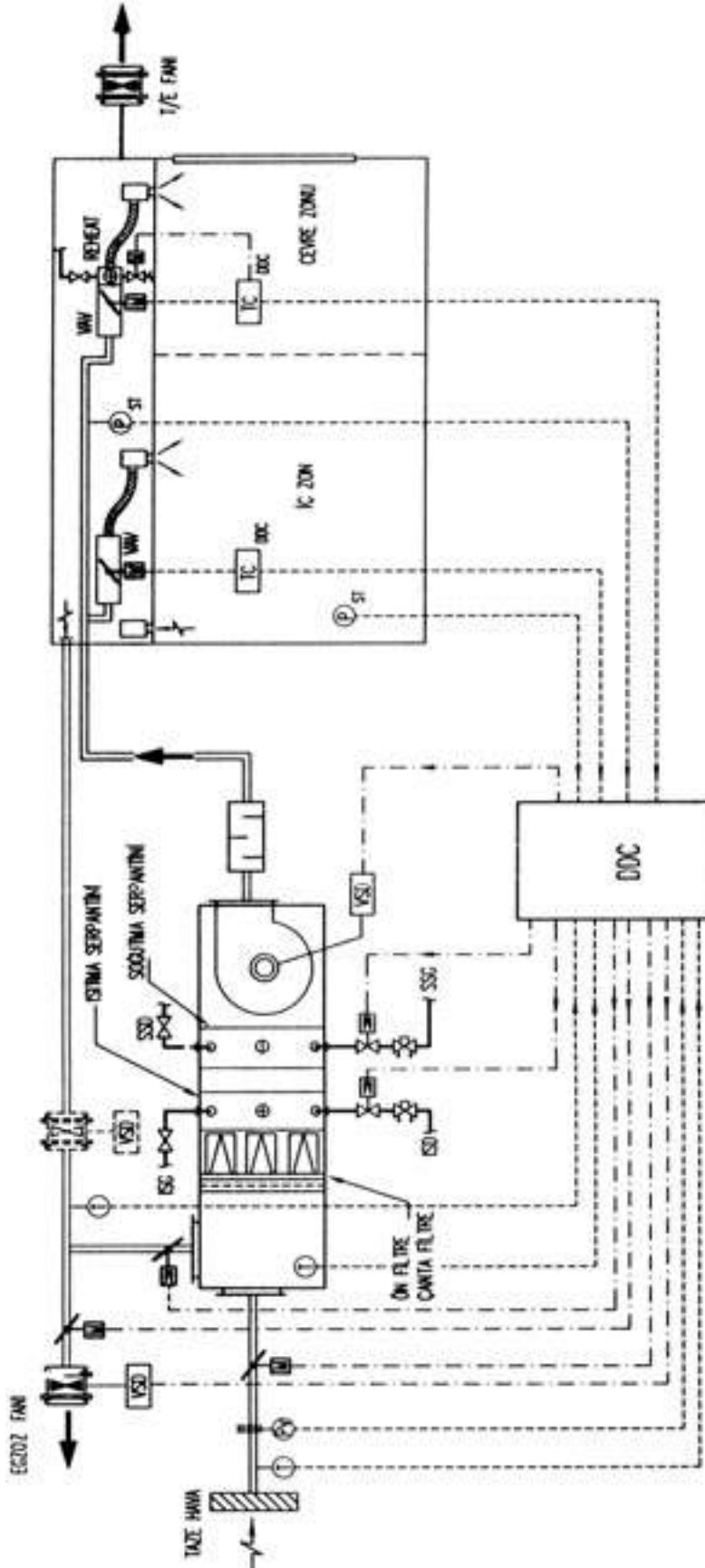
ÇEVRE ZONU : Kompakt klima cihazlarıyla kat bazında perimetrede reheat VAV

Bu sistemde her kat dış zona için, su soğutmalı değişken debili kompakt klima cihazları seçilmektedir. Bu cihazlar ve kat bazındaki hava kanal sistemi, VAV kutusu ve slot difüzörler kullanıcının arzusuna göre sonradan yapılabilecektir. Ancak kat soğutucu cihazlarının çalışabilmesi için gerekli elektrik enerjisi ve kondenser soğutması için soğutma kulesi boruları ve ısıtıcı akışkan bu noktalara getirilmelidir.

Klima santrallerinde dış hava dönüş havasıyla karıştırılarak sisteme



Şekil 15.4. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU VAV + CAV KLİMA SİSTEMİ



Şekil 15.5. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU REHEAT VAV KLİMA SİSTEMİ

verilecektir. Santrallerin veriş havası sürekli olarak soğutma yüküne göre değişeceğinden, minimum dış hava debisini sabit tutmak amacıyla, santralin dış hava ve dönüş havası damperleri karışım hücresine konacak bir basınç ölçme sensörü vasıtasıyla otomatik olarak kontrol edilecektir. Bu suretle karışım hücresinde minimum dış hava emilmesini sağlayacak olan negatif basıncın sürekli olarak temin edilmesi sağlanacaktır.

İlk yatırım maliyeti yüksek olan bu sistem, kullanıcı çalışma saatlerinin değişik olması halinde ve hafta sonu çalışmaları açısından çok önemlidir ve büyük enerji ekonomisi getirmektedir.

15.3. YÜKSEK BLOK ÖRNEK UYGULAMA PROJELERİ

Elit Plaza

- Elit plaza zemin + 32 normal kat + iki ara tesisat katı ve 5 adet bodrum kattan meydana gelmiştir.
- 3, 4 ve 5. bodrumlarda garaj + depo ve tesisat hacimleri bulunmaktadır.
- Normal katlar konut olarak kullanılmaktadır.
- Normal katlar primer taze havalı 4 borulu fan coil sistemi ile klimatize edilmektedir. Çevrede pencere önlerine kanal tipi konvektör yerleştirilmiştir. Bu konvektörler termostatik vana donanımlı olup, kışın dış cepheden olan temel ısıtma yükünü karşılamaktadır.
- Yapının aneks bölümünde bulunan restoran, mutfak, fitness center, kapalı yüzme havuzu gibi bölümler bağımsız tam havalı klima sistemleriyle veya primer havalı fan coil sistemiyle klimatize edilmektedir.
- Primer hava santralleri hariç bütün klima santralleri ekonomi çevrimi yapabilecek şekilde projelendirilmiştir.

4 borulu fan coil sistemine ait akım şeması dört pafta halinde **Şekil 15.6, 15.7, 15.8 ve 15.9'da** verilmiştir. Tesisat merkezi 5. bodrum kattadır. Tesisat merkezindeki ısıtma akım şeması **Şekil 15.6'da** görülmektedir. İki adet sıcak su kazanından üretilen 80/60 °C sıcaklıktaki sıcak su dağıtım kollektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla sıcak su 2. Tesisat katı dağıtım kollektörüne, klima santrallerine, aneks alanlarındaki fan coil, ısıtıcı ve santrallere beslenmektedir. Suyun kazanlara dönüşü toplama kollektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır.

2. tesisat katındaki sıcak su akım şeması **Şekil 15.7'de** görülmektedir. Buradaki dağıtım kollektöründen 80/60 °C sıcak su yine klima santrallerine, boylere ve ara zon ısıtma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon ısıtma eşanjöründe elde edilen 75/55 °C sıcak su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla, ara zon fan coil devrelerine ve üst zon kollektörüne basılmaktadır. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kollektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Benzer şekilde üst zon kollektöründen su boylere devresine ve üst zon ısıtma eşanjörüne dağıtılmakta ve toplanmaktadır. Bu eşanjörde elde edilen 70/50 °C sıcak su ise üst zon fan coillerine ve çatıdaki primer hava santraline beslenmektedir. Böylece sistemde üç düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki ısıtma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Alt, ara ve üst zonlarda su sıcaklığı her kademedede 5°C azalmaktadır.

Aynı sistemin soğuk su şeması ise paralel paftalar halinde **Şekil 15.8 ve 15.9'da** verilmiştir. 5. bodrum kattaki Tesisat merkezindeki so-

ğutma akım şeması **Şekil 15.9'da** görülmektedir. Açık havada konuşlanmış iki adet hava soğutmalı soğutma grubunda üretilen 6/11 °C sıcaklıktaki soğuk su dağıtım kollektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla soğuk su 2. Tesisat katı dağıtım kollektörüne, klima santrallerine, aneks alanlarındaki fan coil ve santrallere beslenmektedir. Suyun soğutma gruplarına dönüşü toplama kollektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır. Ara zon besleme pompaları ve soğutma gruplarına su basan dönüş pompaları döşeme tipi pompalardır.

2. tesisat katındaki soğuk su akım şeması **Şekil 15.8'de** görülmektedir. Buradaki dağıtım kollektöründen 6/11 °C soğuk su yine klima santrallerine ve ara zon soğutma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon soğutma eşanjöründe elde edilen 7/12 °C soğuk su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla, ara zon fan coil devrelerine ve üst zon kollektörüne basılmaktadır. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kollektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Benzer şekilde üst zon kollektöründen su üst zon soğutma eşanjörüne ve primer hava santraline dağıtılmakta ve toplanmaktadır. Bu eşanjörde elde edilen 8/13 °C sıcak su ise üst zon fan coillerine ve çatıdaki primer hava santraline beslenmektedir. Böylece sistemde sıcak suya paralel olarak üç düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki soğutma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Alt, ara ve üst zonlarda su sıcaklığı her kademedede 1°C artmaktadır.

Şekil 15.10'da normal kat planında boru tesisatı görülmektedir. Bütün çevre boyunca cam dibine kanal tipi konvektörler yerleştirilmiştir. Bu cihazlar sadece ısıtma yapmakta ve camdan olan soğuk hava akımını önlemektedirler. Fan coiller tavan tipi olup, asma tavan içine yerleştirilmişlerdir. Hacimlerin ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Fan coiller salonda havayı iç bölgelerden emip, çevre zonuna doğru üflemeaktadırlar. Diğer odalarda ise koridor bölgesindeki cihazlar havayı aynı cepheden emip, üflemeaktadırlar.

Şekil 15.11'de normal kat planında kanal tesisatı görülmektedir. Sistemin taze hava ihtiyacı kanallarla ortama taşınmakta ve salonda hava pencerelere kadar taşınmakta ve çevre boyunca difüzörlerden üflenmektedir. Diğer hacimlerde ise, hava koridor tarafından menfezlerle odaya verilmektedir.

Yapı Kredi Plaza D-Blok

- Yapı 7 bodrum + 28 normal ofis katından oluşmuştur.
- Ofis katlarında klimatizasyon reheat VAV sistemi kullanılarak yapılmıştır.
- Reheat için sıcak su kullanılmıştır.
- Bilgisayar ve server odaları için müstakil chiller düşünülmüş, ayrıca kule suyu kullanılarak elde edilmiş serinletilmiş su kış ayları yükü için kullanılmıştır. Böylece önemli bir ekonomi elde edilmiştir.
- Konferans salonu, fuaye, giriş holü, gibi hacimlerde yerine göre konvansiyonel hava santralleri ve çift devirli fanlar kullanılarak klimatizasyon temin edilmiştir.

Yapının genel görünüşü ve tesisat katları dağılımı **Şekil 15.17'de** görülmektedir. Sistemin ana tesisat merkezi 7. bodrum katta olup, 13. normal katta ara tesisat katı oluşturulmuştur. Ayrıca çatıda ve podyumda tesisat hacimleri mevcuttur.

Klima sistemi su borulamasına ait akım şeması dört pafta halinde **Şekil 15.12, 15.13, 15.14 ve 15.15'de** verilmiştir. Tesisat merkezi 7.

bodrum kattadır. Buradaki sistem ikiye bölünerek verilmiştir. Tesisat merkezindeki ısıtma akım şeması **Şekil 15.12'de** görülmektedir. Üç adet sıcak su kazanından üretilen 80/60 °C sıcaklıktaki sıcak su dağıtım kollektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla sıcak su bodrum kat radyatör devresine, klima santrallerine, boylerlere, ve 1. devre eşanjörüne beslenmektedir. Suyun kazanlara dönüşü toplama kollektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır. 1. devre plakalı eşanjöründe elde edilen 75/55 °C sıcak su 1. devredeki VAV ısıtıcılarına ve yüksek blok ara tesisat katına beslenmektedir.

Yüksek blok ısıtma akım şeması **Şekil 15.13'de** görülmektedir. Ara tesisat katındaki dağıtım kollektöründen 75/55 °C sıcak su yine klima santrallerine ve ara zon ısıtma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon ısıtma eşanjöründe elde edilen 70/50 °C sıcak su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla üstündeki katlarda bulunan fan coil devresine, VAV santralleri ısıtıcılarına ve diğer klima santrallerine basılmaktadır. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kollektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Böylece sistemde iki düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki ısıtma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Alt, ara ve üst zonlarda su sıcaklığı her kademedede 5°C azalmaktadır.

Aynı sistemin soğuk su şeması ise paralel paftalar halinde **Şekil 15.14 ve 15.15'da** verilmiştir. 7. bodrum kattaki tesisat merkezindeki soğutma akım şeması **Şekil 15.14'de** görülmektedir. Üç adet su soğutmalı soğutma grubunda üretilen 6/12 °C sıcaklıktaki soğuk su dağıtım kollektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla soğuk su ara tesisat katı merkezine ve ara kat klima santrallerine, fan coil devrelerine ve santrallere beslenmektedir. Suyun soğutma gruplarına dönüşü toplama kollektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır. Şemanın sağ tarafında soğutma kulesi bağlantısı verilmiştir. Ayrıca burada görülen eşanjör yukarıda sözü edilen bilgisayar soğutmaları için kullanılmaktadır ve şartlar uygun olduğunda doğrudan soğutma kulesinden gelen su eşanjörde kullanılabilir.

13. kattaki ara tesisat merkezi ve üstündeki katlar soğuk su akım şeması **Şekil 15.15'de** görülmektedir. Buradaki dağıtım kollektöründen 6/12 °C soğuk su klima santrallerine ve ara zon soğutma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon soğutma eşanjöründe elde edilen 8/14 °C soğuk su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla, klima santrallerine ve bilgisayar odalarına beslenmektedir. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kollektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Böylece sistemde sıcak suya paralel olarak iki düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki soğutma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Şeklin sağ tarafında ise, yine soğutma kulesi bağlantısı yer almaktadır.

Tipik VAV sistemi kat planı **Şekil 15.16'da** görülmektedir. Dikey shafttan ayrılan kat dağıtma kanalı havayı VAV kutularına taşımaktadır. Kutu çıkışında susturucular yer almaktadır. Daha sonra oluşturulan plenum kutularından ayrılan esnek kanallarla hava slot difüzörlere gelmekte ve bu difüzörler yardımıyla hava ortama üflenmektedir. Çevre zon VAV kutularında reheat imkanı bulunmaktadır.

Türkiye İş Bankası Kuleleri

- Yapı, 5 bodrum + giriş ve asma kat + 41 normal ofis katından

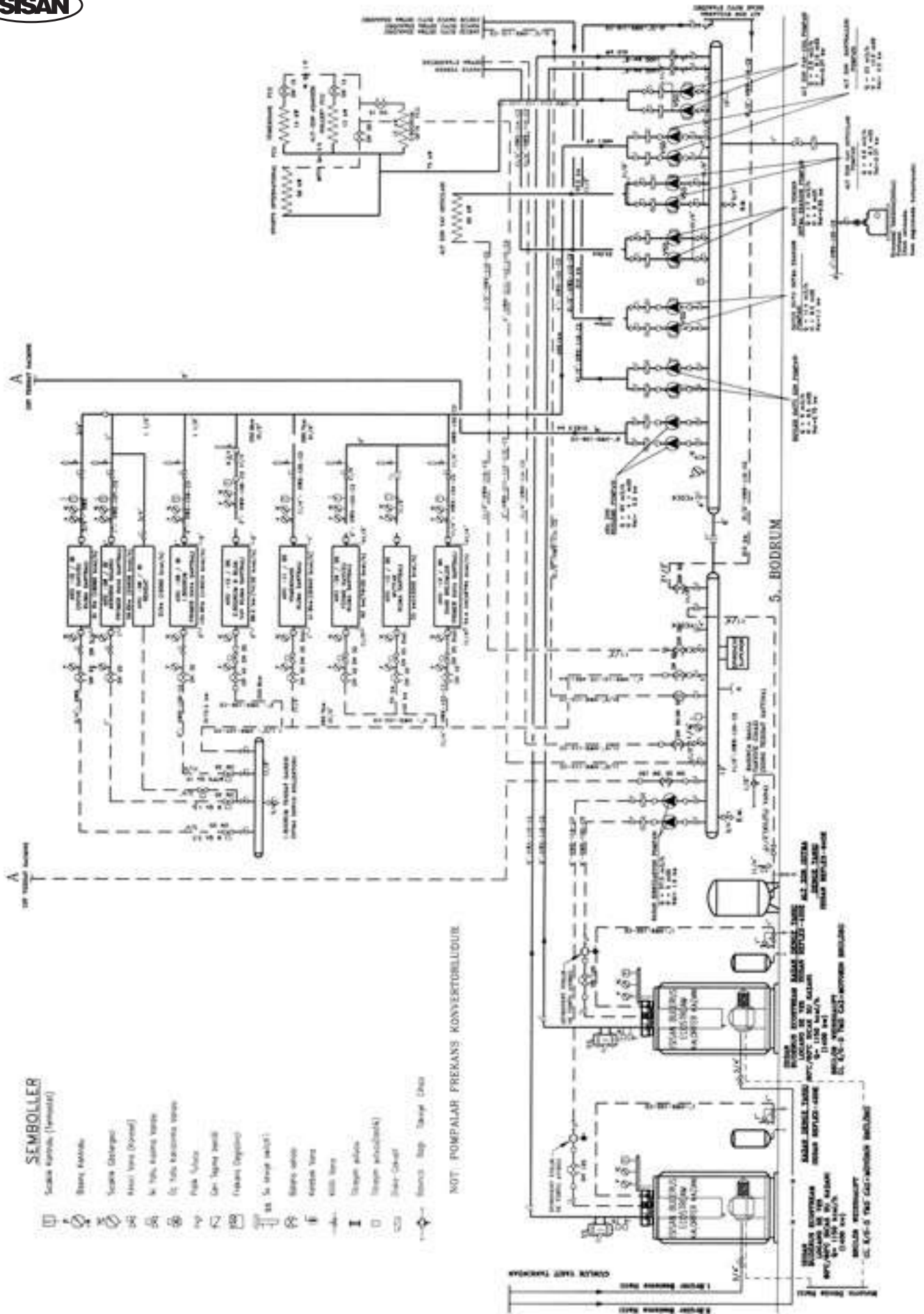
oluşan genel müdürlük kulesi ile 26 normal ofis katından oluşan iki iş kulesinden oluşmaktadır.

- Kulelerde klimatizasyon VAV + 4 borulu fan coil sistemi kullanılarak yapılmıştır.

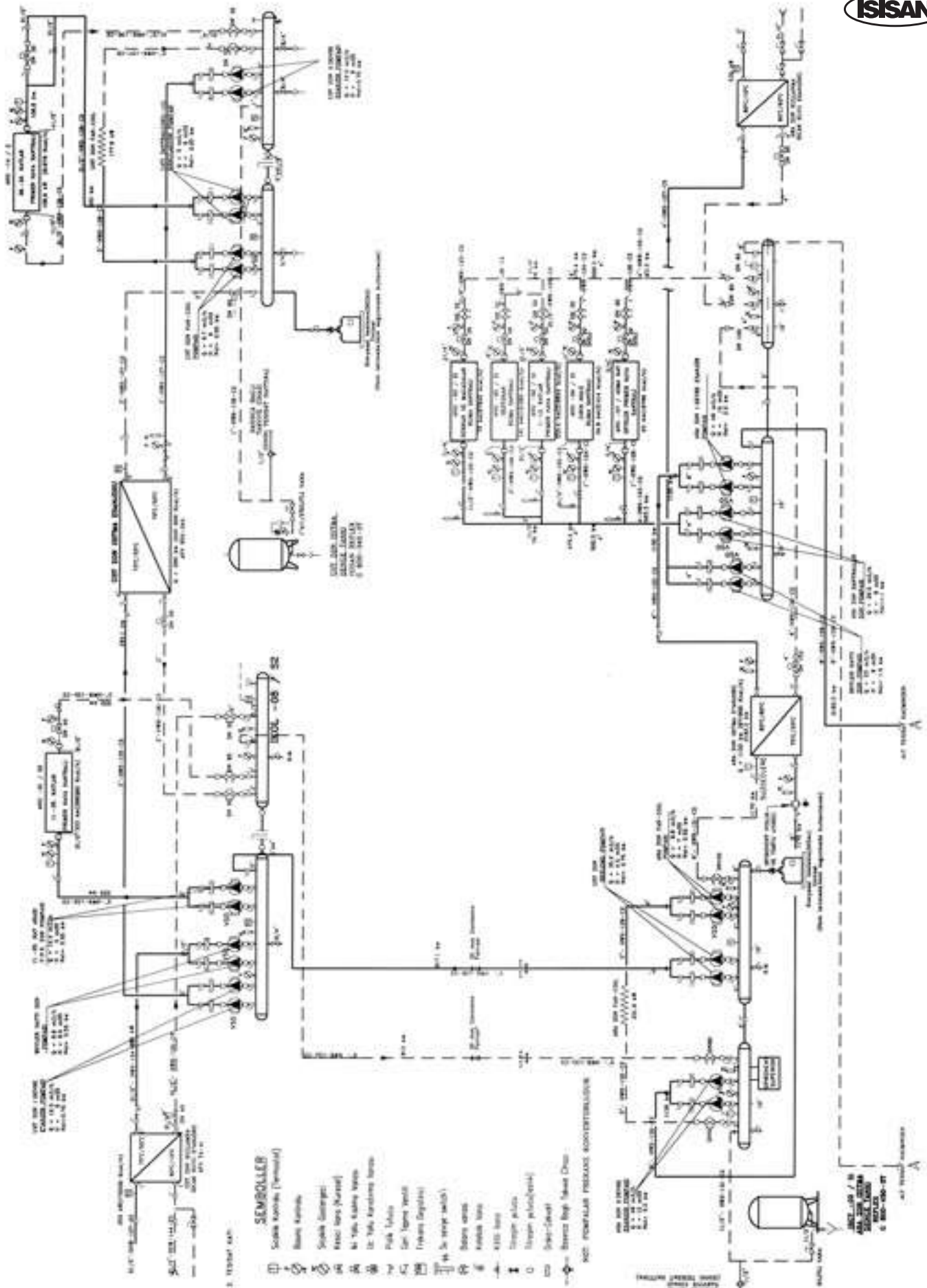
Sistemin tipik kat kat planı **Şekil 15.18.A ve 15.18.B'de** görülmektedir. Çevre zonda 4 borulu fan coil cihazları kullanılmıştır. Bu sistemde çevredeki fan coil sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarını karşılar. Böylece çevredeki ısıtma ve soğutma fan coil sistemiyle karşılanır. Kata tek klima santralinden besleme yapılmaktadır. Dikey shafttan ayrılan kat ana dağıtma kanalı havayı kontrol kutularına taşımaktadır. İç zonda VAV kutuları bulunmaktadır. Bu kutulardan yüke göre debisi değişen sabit sıcaklıkta soğuk hava üflenmektedir. Üfleme havası sıcaklığı 16 °C mertebesinde olup, bütün yıl çekirdek zon soğutulmaktadır. Havanın ortama verilmesinde swirl difüzörler kullanılmıştır. Aynı kanaldan ayrılan kollarla, soğuk hava dış zona CAV kutularından geçerek sabit debide üflenmektedir. CAV kutuları değişen koşullardan bağımsız olarak aynı sabit debiyi ortama verebilen kontrol kutularıdır. Dış zon üflemelelerinde slot difüzörler kullanılmıştır. Sabit debi ve sıcaklıktaki bu hava, çevre zonun taze hava ihtiyacını karşılar ve soğutma yükünün karşılanmasına katkıda bulunur. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır. Kışın VAV sistemden 16 °C sabit sıcaklıkta çevre zonuna verilen havanın ortam sıcaklığına yükseltilmesi için gerekli olan ısıtma enerjisi de çevre zondaki fan coil sistemince karşılanır. Fan coil cihazlarının boruları yükseltilmiş döşeme altından çevrede dolaşmaktadır. Bu sistemle çevre zonda daha düşük asma tavan yükseklikleri ile yetinmek mümkün olmaktadır.

15.4. ÖRNEK YAPILARDA UYGULANAN KLİMA SİSTEM VERİLERİ

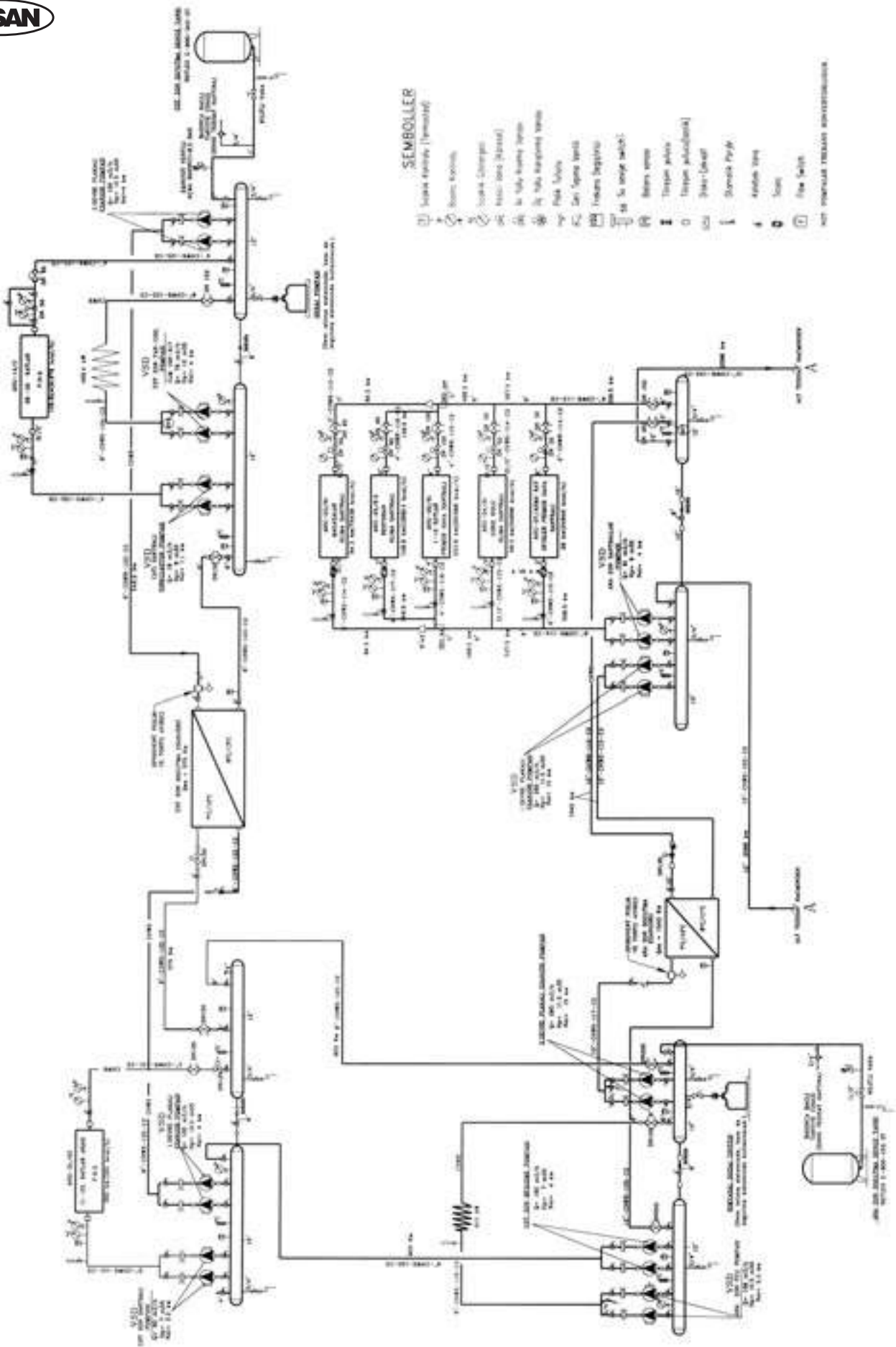
Bu kısımda bazı örnek yapılarda uygulanan klima sistemleri ve söz konusu yapıya ait veriler **Tablo 15.19'da** özet bilgiler halinde düzenlenmiştir. Söz konusu tablolarda gerçek sistemlerdeki büyüklükler ve tercihler konusunda fikir sahibi olunabilir.



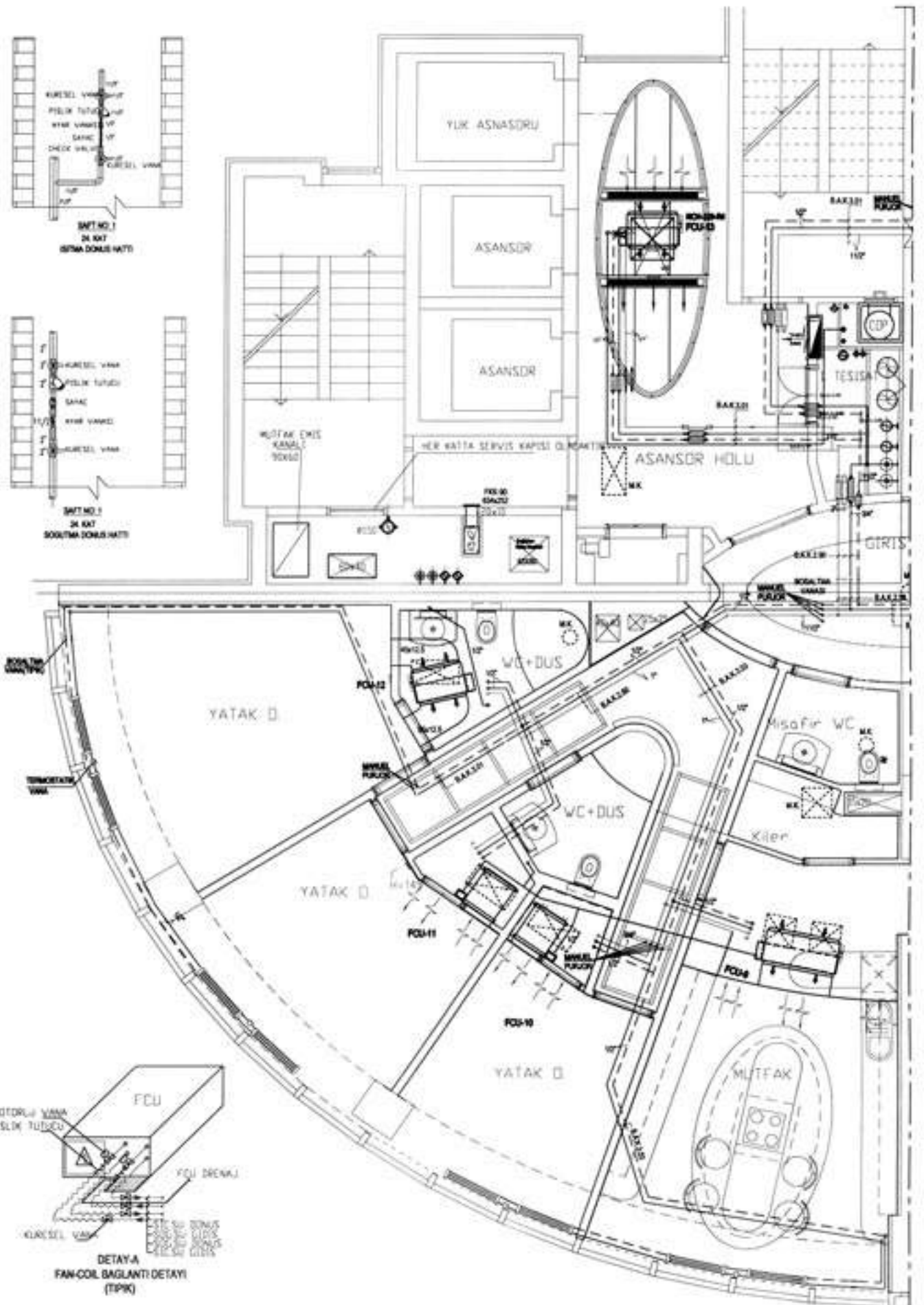
Şekil 15.6. ELIT PLAZA ISITMA AKIM ŞEMASI (5. BODRUM KAT)

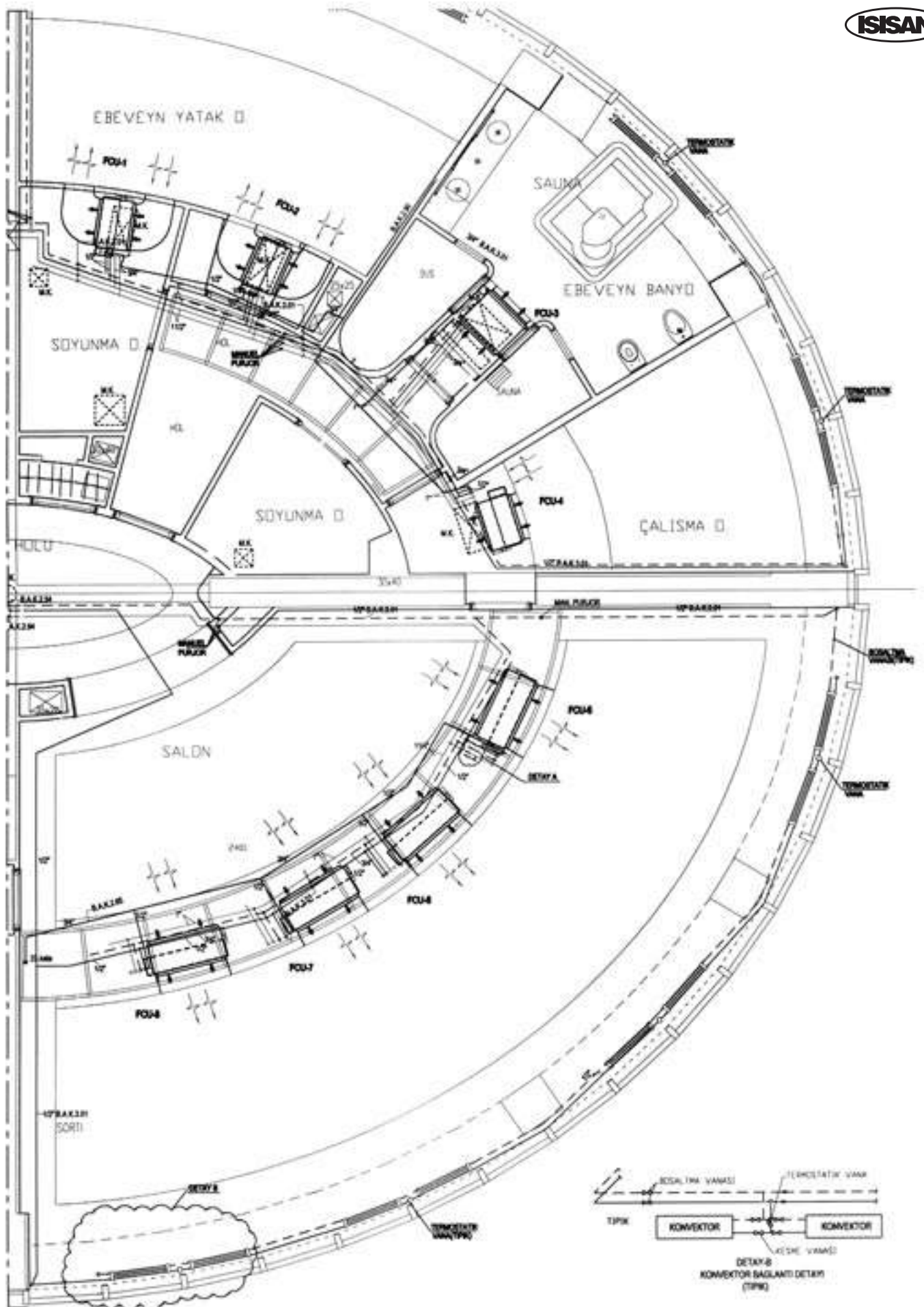


Şekil 15.7. ELIT PLAZA ISITMA AKIM ŞEMASI (2. TESİSAT KATI)

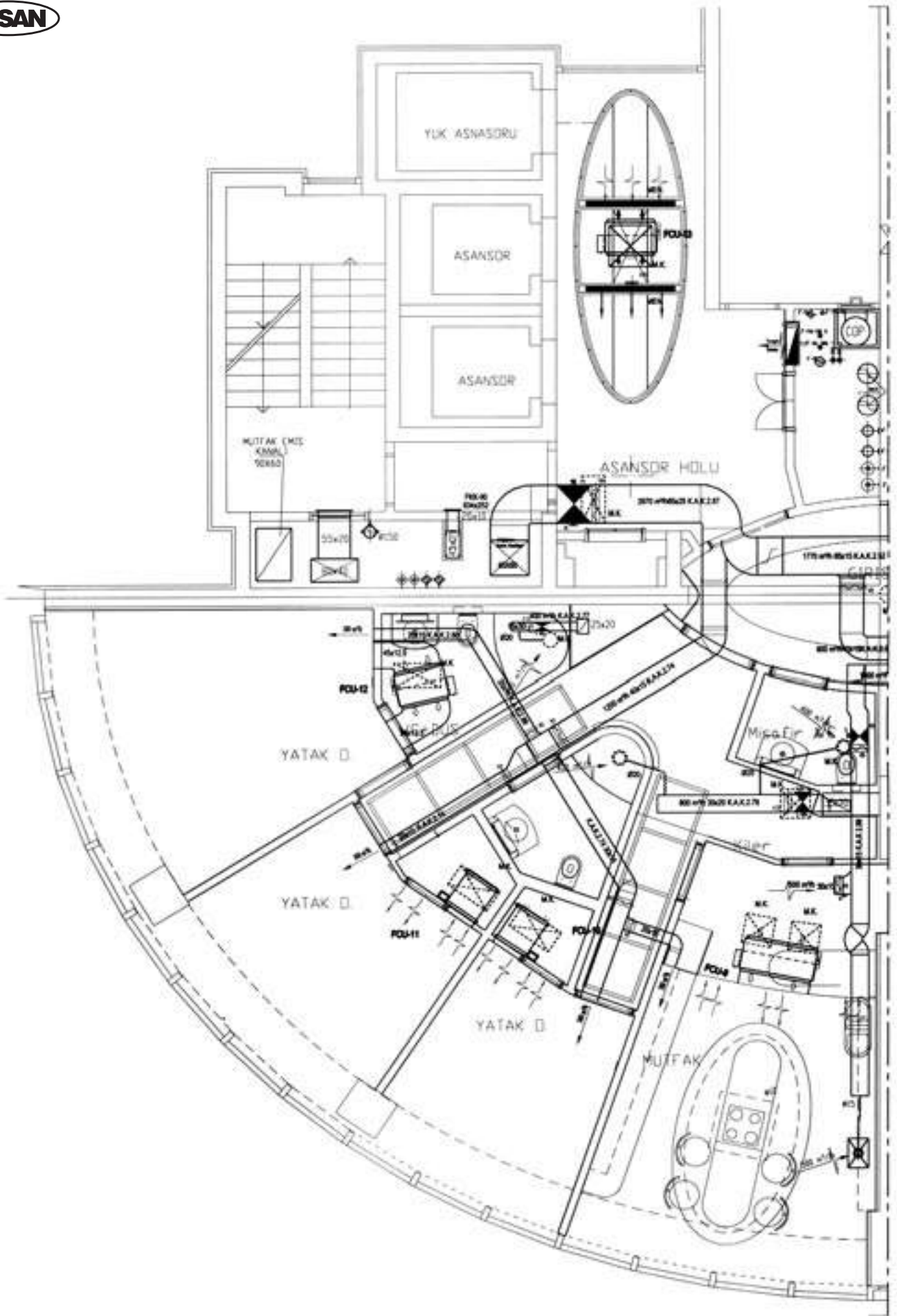


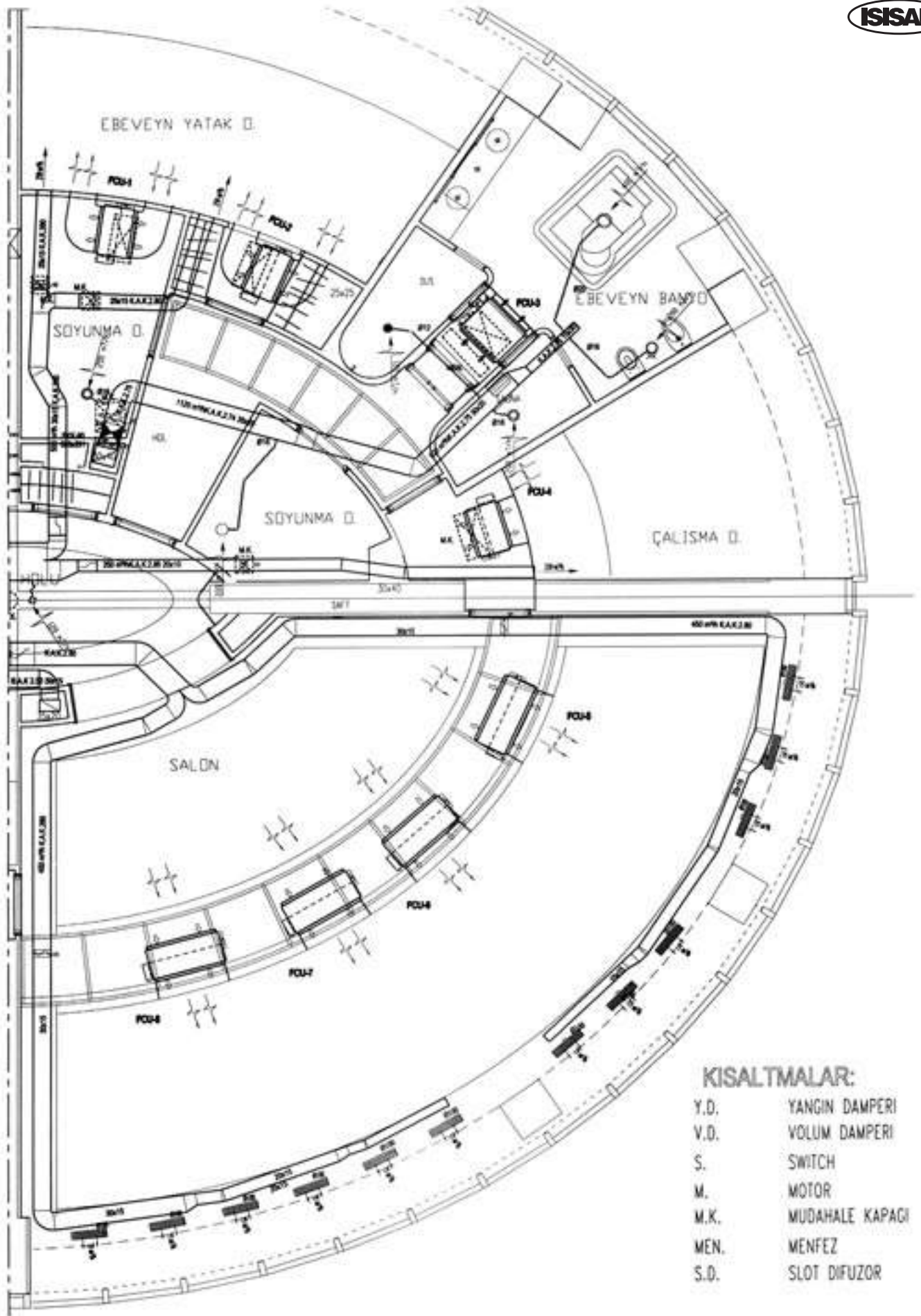
Şekil 15.8. ELIT PLAZA SOĞUTMA AKIM ŞEMASI (2. TESİSAT KATI)





Şekil 15.10.B. ELIT PLAZA BORU TESİSAT KAT PLANI



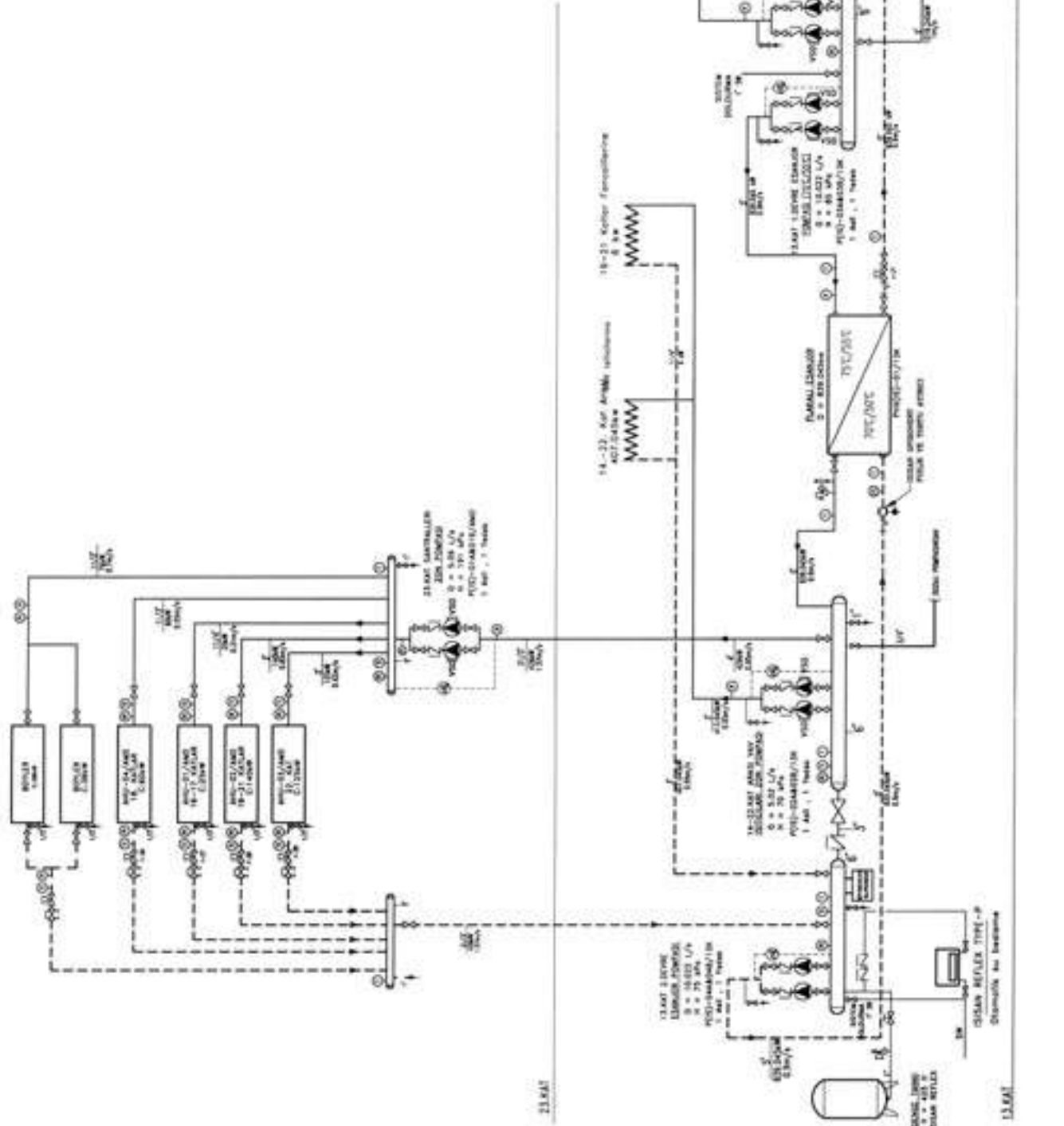


Şekil 15.11.B. ELIT PLAZA HAVALANDIRMA KAT PLANI

SEMBOLLER

- (16) Sıcaklık sensörü
- (P) Basınç sensörü
- (R) Basınç Göstergesi
- (1) Sıcaklık Göstergesi
- (X) Kesici Vana (Küresel)
- (16) İki Yolu Aislama Vanası
- (16) Üç Yolu Karıştırma Vanası
- (H) Pnölik Tetleme
- (Z) Geri Tepme Vanası
- (16) Frenksiz Değiştirici
- (X) Bolen Vanası
- (16) Kızıl Isıtıcı
- (16) Basınç Fark Sensörü
- (16) Basınç Fark Arayıcı

- HW'S ISITMA GÖS BÖRÜSÜ
 - HW'S ISITMA DÖNÜS BÖRÜSÜ
 - DÖNÜS SICAK SU BÖRÜSÜ
 - DÖNÜS SİMULASYON BÖRÜSÜ
 - SW YUMUŞAK SU BÖRÜSÜ
 - YAKIT BÖRÜSÜ
- NOT: POMPALAR FİREMAN KONTROLÜBİLİR.



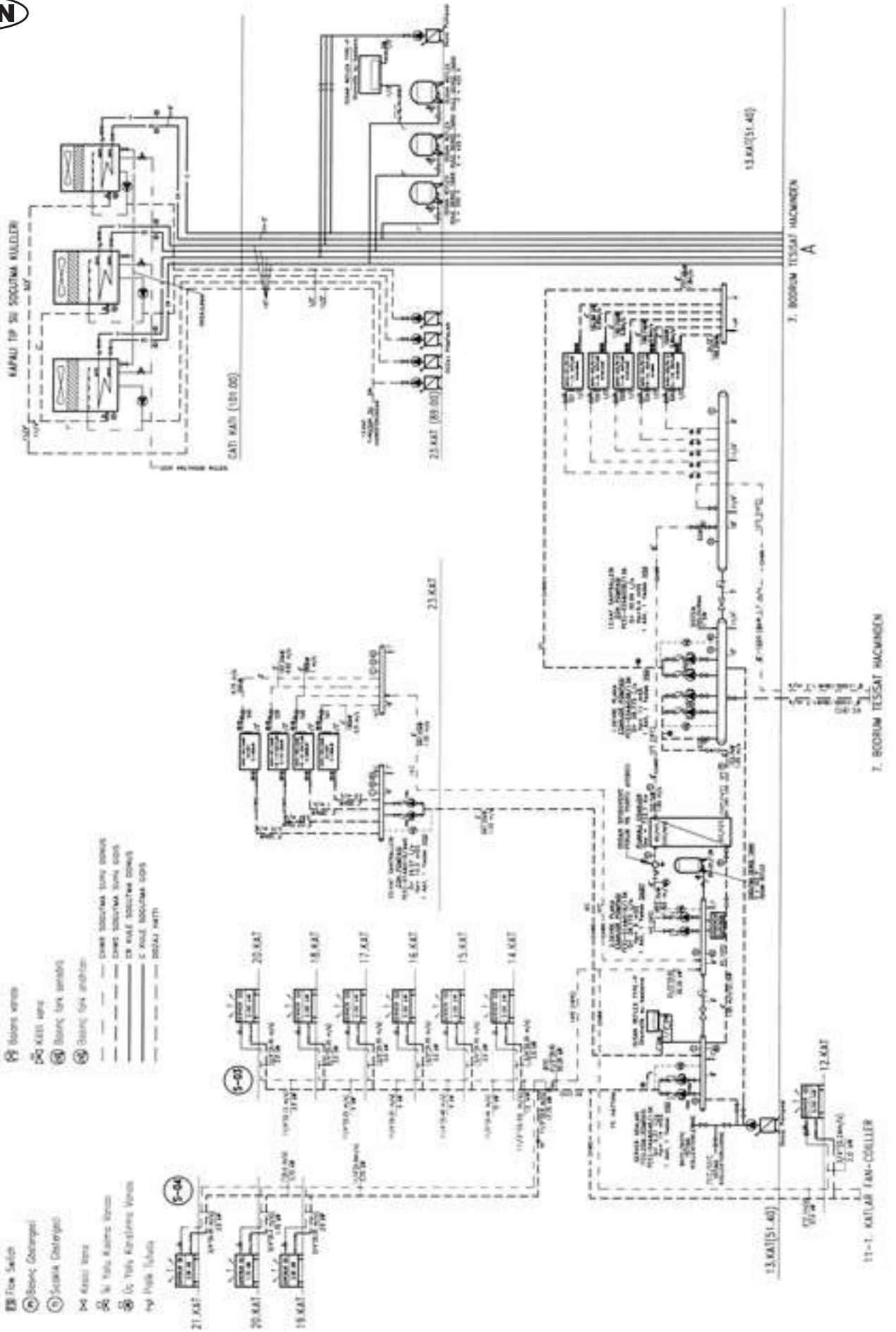
Şekil 15.13. YÜKSEK BLOK ISITMA AKIM ŞEMASI (13. KAT - 23. KATLAR ARASI)

SEMBOLLER

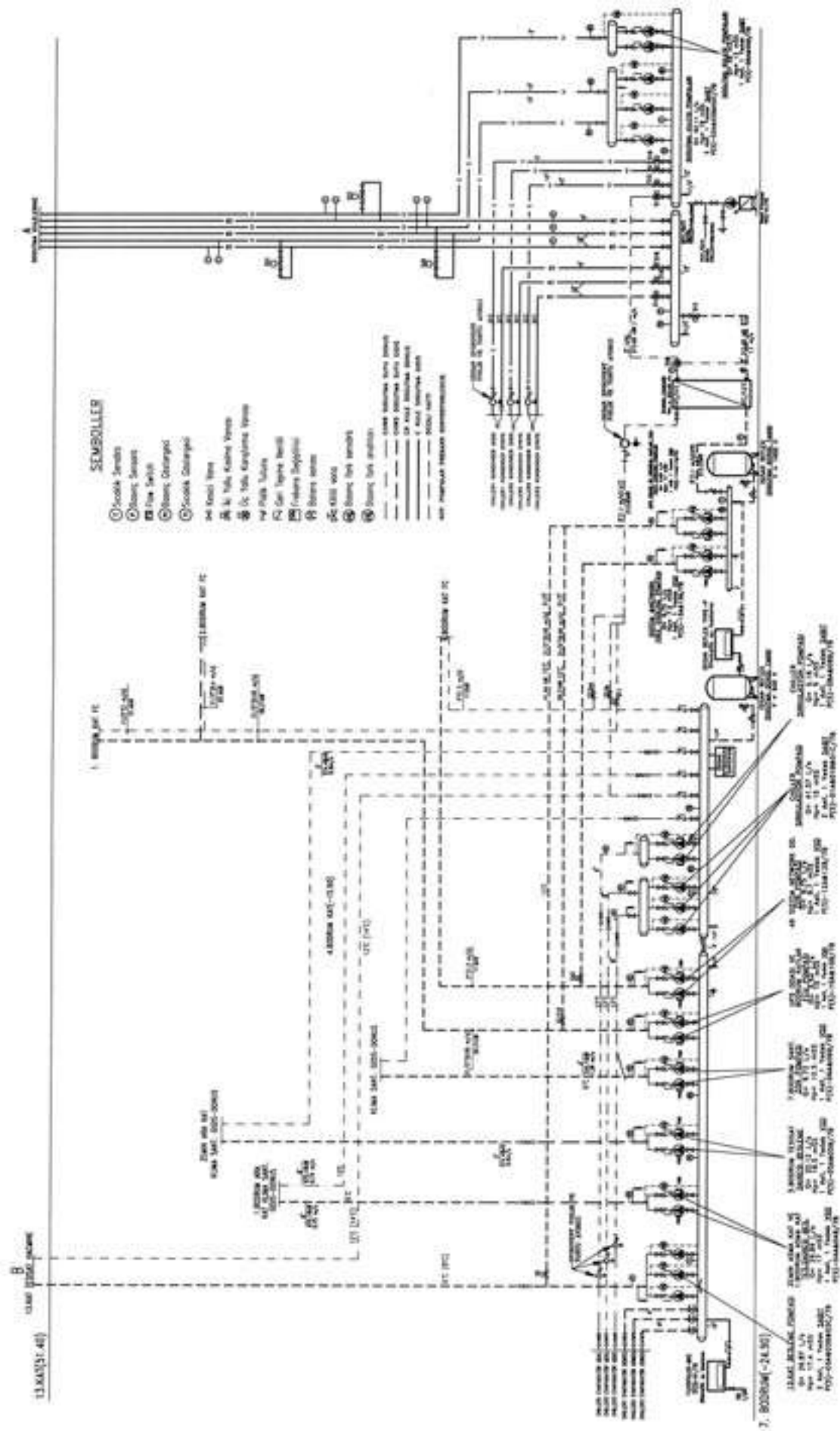
- ① Stoprak Sembolsü
- ② Baskı Sembolsü
- ③ Flow Switch
- ④ Baskı Gözetmeölü
- ⑤ Aralık Gözetmeölü
- ⑥ Kızıl İyir
- ⑦ Ni Yüklü Kızılms İyir
- ⑧ Ni Yüklü Kızılms Vana
- ⑨ Yüksek İyir

- ⑩ Geli Tepme İyir
- ⑪ Frikans Değmeölü
- ⑫ Baskı vana
- ⑬ KESİ İyir
- ⑭ Baskı İyir Sembolsü
- ⑮ Baskı İyir Sembolsü

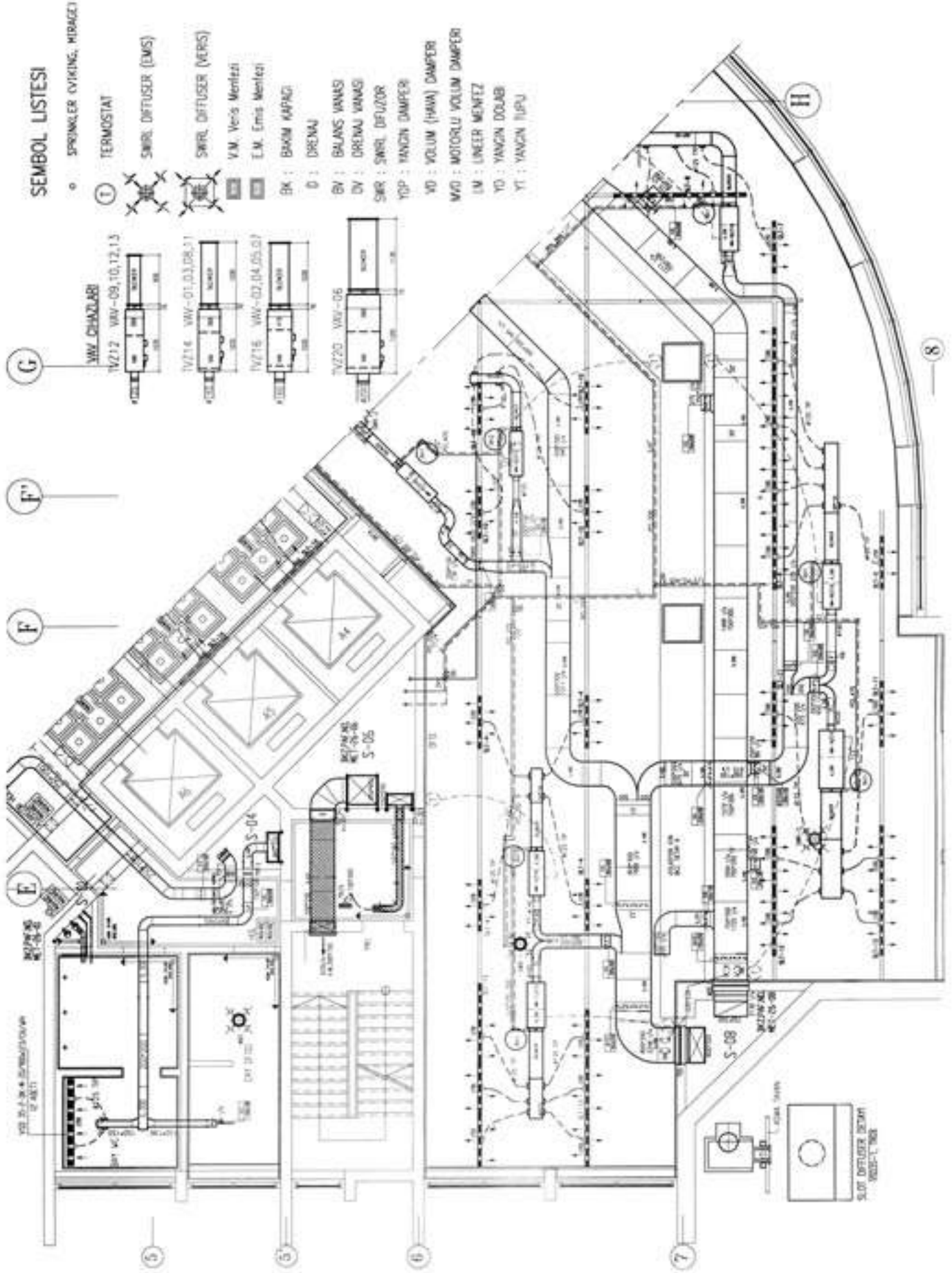
- ⑯ ÇEKME İyir
- ⑰ ÇEKME İyir Sembolsü
- ⑱ ÇEKME İyir Sembolsü
- ⑲ ÇEKME İyir Sembolsü
- ⑳ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉑ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉒ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉓ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉔ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉕ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉖ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉗ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉘ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉙ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉚ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉛ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉜ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉝ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉞ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㉟ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊱ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊲ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊳ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊴ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊵ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊶ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊷ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊸ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊹ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊺ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊻ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊼ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊽ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊾ ÇEKME İyir Sembolsü
- ㊿ ÇEKME İyir Sembolsü

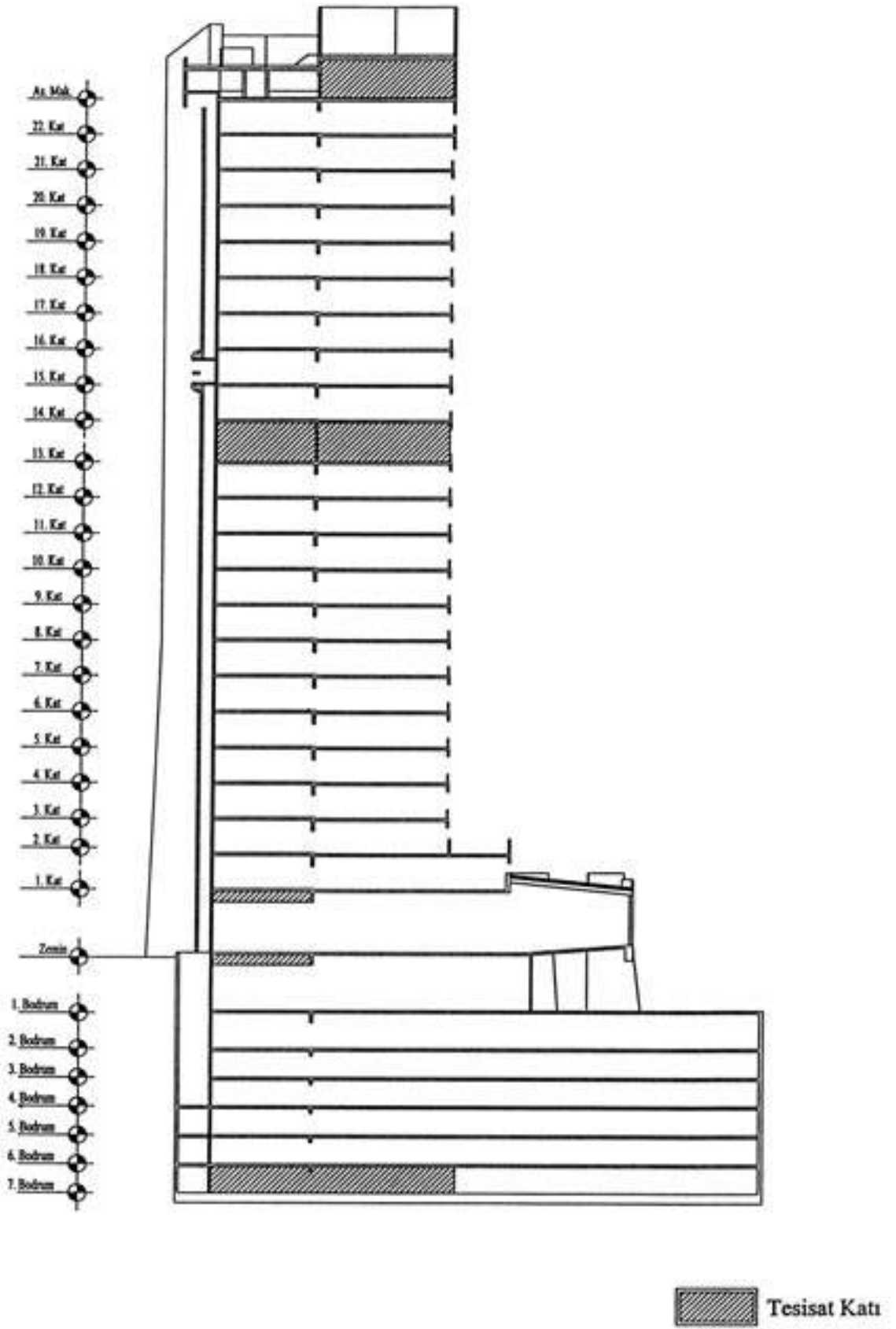


Şekil 15.15. YÜKSEK BLOK SOĞUTMA AKIM ŞEMASI (13. KAT - ÇATI KATI)



Şekil 15.14. YÜKSEK BLOK SOĞUTMA AKIM ŞEMASI (7. BODRUM - 13. KATLAR ARASI)





Şekil 15.17. YAPININ GENEL GÖRÜNÜŞÜ VE TESİSAT KATLARI DAĞILIMI

Konu	Birim	Hilton Oteli	Sabancı Center	İş bankası G. Md.	Osmanlı bankası
Kat sayısı	-	15	5+35	6+43	6+12
Kule sayısı	-		2	3	1
Top. inş. alanı	m ²	56.500	107.000	225.000	
Normal kat alanı	m ²	2980	1700		
kurulu soğutma yükü	kW		8200	16830	
Soğutma sistemi çevre	-		VAV	4 borulu döşeme tipi fan coil	4 borulu tavan tipi fancoil + cam önü konvektör
Soğutma sistemi çekirdek	-		VAV	VAV	
Soğutma grubu	kW	3x1744 su soğ., santrifüj	2 adet santrifüj 1000 ton pist. 2x170 ton pist.	2x2816, sulu 2x1408, sulu 4x1760, sulu 2x675, havalı	2x1400, havalı 1x420 kW havalı
Primer soğ.su sic.	°C			5/12	6/13 C
kurulu ısıtma yükü	kW			9820	2500
Kazan kapasitesi	kW	5x21500 kg/h buh. Kaz.	2x2325 1x1160	2x3210 4x850	3x1050
Primer sic. su sic.	°C			80/60	90/70
Klima santral sayısı	-		24	38	
Toplam besleme hava debisi	m ³ /h		1.378.000	2.032.000	
Toplam taze hava	m ³ /h			990.000	56.000 + 45.000
Toplam egzoz havası	m ³ /h			810.000	
Toplam kanal miktarı	m ²			120.000	
kişi başına taze hava miktarı	m ³ /h	120 (oda başına)		50	40
Kullanma suyu depo su	m ³	1000+500+300	750		300
Yangın suyu deposu	m ³	1100	750		140
Mek. Tes. Top. El. gücü	kW	500			

Tablo 15.19.A. BAZI ÖRNEK YAPILARDA UYGULANAN KLİMA SİSTEMLERİ VE SÖZ KONUSU YAPIYA AİT VERİLER

Konu	Birim	Demirbank Gen. Md.	Elit Residence	Akmerkez büro katları	Yapı Kredi D Blok Binası
Kat sayısı	-	8+12	5+2+33	14 ve 17	7+28
Kule sayısı	-	1	1	2	1
Top. inş. alanı	m ²	17.670	30.000		40.445
Normal kat alanı	m ²			1000	
tesisat alanları toplamı	m ²				
kurulu soğutma yükü	kW	1710	2364		2080
Soğutma sistemi çevre	-	Radyatör+VAV	Konvektör+4 borulu fan coil	Fan coil + taze hava	VAV reheat
Soğutma sistemi çekirdek	-	VAV	4 borulu tavan tipi fan coil	Fan coil	VAV
Soğutma grubu	kW		2 x 1143 havalı chiller	3x515 + 3x425 havalı, pist.	3 adet sulu chiller
Primer soğ.su sic.	°C		6/11		6/ 12
Kurulu ısıtma yükü	kW	1650	2800		2790
Kazan kapasitesi	kW		2x1400		
Primer sic. Su sic.	°C		80/ 60		
Topl. besleme havası	m ³ /h	191.200	197.000		366.432

Tablo 15.19.B. BAZI ÖRNEK YAPILARDA UYGULANAN KLİMA SİSTEMLERİ VE SÖZ KONUSU YAPIYA AİT VERİLER

Konu	Birim	Ünilever iş merkezi	Maya iş merkezi	Pamuk Bank Gen. Md.	Tatilya eğlence merkezi
Kat sayısı	-	28	35	14	3
Kule sayısı	-	1		1	
Top. inş. alanı	m ²	14.700	38.150	18.000	20.000
Normal kat alanı	m ²	525	1090	1200	
kurulu soğutma yükü	kW				
Soğutma sistemi çevre	-				
Soğutma sistemi çekirdek	-				
Soğutma grubu	kW	2x730 havalı pist.	2x1860 sulu, santr.	1x1453 sulu, pistonlu	5x 1500 sulu santr.
Primer soğ.su sic.	°C				
Kurulu ısıtma yükü	kW			3x523	
Kazan kapasitesi	kW	3x 366	3x1200		3x1162
Primer sic. Su sic.	°C				
Kişi başına taze hava mik.	m ³ /h	40	40	40	30-40
Kullanma suyu deposu	m ³	1x 100	90+24+8	3x18	2x 500
Yangın suyu deposu	m ³	1x 100	180	1x76	2x 200
Mek. Tes. toplam elek. gücü	kW	758	2000	700	3200

Tablo 15.19.C. BAZI ÖRNEK YAPILARDA UYGULANAN KLİMA SİSTEMLERİ VE SÖZKONUSU YAPIYA AİT VERİLER

16. TEMİZ ODALAR VE HASTANELER

16.1. TEMİZ ODALAR

Endüstriyel veya konfor amaçlı klima sistemlerinde ortamdaki sıcaklık, nem ve hava kalitesinin belirli sınırlar içinde olması istenir. Temiz oda klima sistemi denildiğinde bu parametrelere ek olarak oda basıncı, oda içindeki hava hızı ve bu hızın yönü çok önem kazanır.

Temiz odaların uygulama alanlarından olan hastane, ilaç fabrikası gibi yerlerde ortamdaki taneciklerin bir kısmının canlı olması ve canlıların bir kısmının da enfeksiyona neden olabilecek mikroorganizmalardan oluşması dolayısıyla tanecik kontrolü gerekirken, hassas optik malzeme veya bilgisayar yongası üreten bir fabrikada ise canlı/cansız her türlü tanecik kirlilik yaratarak, örneğin optik aletlerde görüntü bozukluğu, elektronik devrelerde tahribat yaptığı için kontrolü gerekir.

Temiz odalarda kontrol altında tutulmak istenen oda statik basıncı, uygulamaya göre çevresine göre daha yüksek veya daha düşük basınçta olabilir. Örneğin bir ameliyathanede, bir ampul dolum mahalinde veya bir mikrochip imalatında oda basıncı çevresine göre pozitif değerde tutularak, kontrolsüz havanın içeri girmesi engellenir. Bunun tersi de mümkündür, örneğin tüberkülozlu hastaların bulunduğu veya hormon üretilen bir odadaki basınç çevresine göre daha düşük basınçta tutularak, odadan dışarıya mikrop veya hormon gibi sakıncalı bir madde kaçması önlenir.

Kontrol altına almak istediğimiz tanecikler odaya dış havadan geldiği gibi klima sisteminin içinden, odadaki insanlardan ve odanın kendisinden yani odanın içindeki yapı elemanlarından, eşya ve teçhizatından ve en son olarak da odadaki üründen gelir. Mertebe olarak 0,5 µm' dan büyük taneciklerin adedi 1 m³ atmosfer havasında 1 milyardan fazla iken, normal konfor kliması uygulanan bir odada 100 milyon civarında olabilir. Temiz oda dediğimiz zaman amaç; tanecik adedini, en kötü özellikteki bir temiz odada 3,5 milyon mertebesine, en hassas odalarda ise 35 adedin altına indirmektir.

Bir ortamın temiz oda haline getirilmesi çok pahalı bir işlemdir. Te-

miz odaların sınıflandırılmasında ana kriter, ortam havasında bulunacak tanecik çapı ve konsantrasyonudur. Havada bulunmasına izin verilebilecek tanecik çapı ne kadar küçük ve konsantrasyonu ne kadar az olursa, sistem de o kadar pahalıya mal olacaktır. Bu açıdan bakıldığında bir ameliyathane ile, bir hasta odasının farklı sınıflandırılması gerektiği ortadadır.

Temiz odalarla ilgili çeşitli ülkeler tarafından çıkarılan standartlar bulunmaktadır. Ancak hepsinin temeli 1963 yılında A.B. Devletlerinde çıkarılan "U.S. Federal Standart 209" dur. Daha sonra bu standart geliştirilerek 1988 yılında 209 D ve 1992 yılında SI birim sisteminde 209E' çıkarılmıştır. **Tablo 16.1'**de U.S.209E'ye göre temiz odaların sınıflandırılması (Klas) görülmektedir. Diğer ülkelerin standartları ile karşılaştırılması ise **Tablo 16.2'**de gösterilmiştir.

Temiz odaların klaslarının belirlenebilmesi için yapılacak ölçümlerde odanın kullanım durumunun da çok önemli olduğu anlaşılmış ve yanlış anlamalara ve karışıklıklara neden olmamak için Federal standart 209E' de 3 ayrı hal tanımlanmıştır. Sırasıyla bunlar her şeyin tamamlanmış (klima sistemi, duvar, asma tavan yer döşemesi vs.) ancak içeride ekipman ve personelin olmadığı durumda yapılan ölçüler (as build), buna ilaveten ekipmanın da yerine konması ile yapılan ölçümler (at rest) ve nihayet personel dahil üretim yapıldığı halde yapılan ölçümlerdir (operational). Bu tanımların gereksiniminden de anlaşılacağı gibi, çalışır halde Klas-100.000 ölçülen bir oda, durgun veya bitmiş halde Klas-10.000 olabilmektedir.

İlaç üretimi yapılan temiz odalarda yukarıda sözü geçen standartlara ek olarak, sistemin GMP (Good Manufacturing Practice) yani "İyi Üretim Teknikleri" denilen kurallara da uyması istenir. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan ve 1997 yılında yayınlanan EU GGMP kurallarına göre, oda klasları **Tablo 16.3'**de görülmektedir. GMP kuralları ayrıca ortamdaki mikroorganizmaların adedine de sınır getirmiştir.

Hastaneler içinde temiz odalardaki genel kurallar geçerlidir. Çeşitli ülkelerde sadece hastanelere özgün standartlar da geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olanı DIN 1946/4 ve DIN 4799' dur. Burada çeşitli maksatlarla kullanılan hastane odalarındaki minimum hava

Klas		Anılan çapa eşit veya büyük maksimum tanecik adedi / m ³ veya ft ³									
		0,1 µm		0,2 µm		0,3 µm		0,4 µm		0,5 µm	
SI	İngiliz	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
M 1		350	9,91	75,7	2,14	30,9	0,875	10,0	0,283	-	-
M 1,5	1	1.240	35,0	265	7,50	106	3,00	35,3	1,00	-	-
M 2		3.500	99,1	757	21,4	309	8,75	100	2,83	-	-
M 2,5	10	12.400	350	2.650	75,0	1.060	30,0	353	10,0	-	-
M 3		35.000	991	7.570	214	3.090	87,5	1.000	28,3	-	-
M 3,5	100	-	-	26.500	750	10.600	300	3.530	100	-	-
M 4		-	-	75.700	2.140	30.900	875	10.000	283	-	-
M 4,5	1.000	-	-	-	-	-	-	35.300	1.000	247	7,00
M 5		-	-	-	-	-	-	100.000	2.830	618	17,5
M 5,5	10.000	-	-	-	-	-	-	353.000	10.000	2.470	70,0
M 6		-	-	-	-	-	-	1.000.000	28.300	6.180	175
M 6,5	100.000	-	-	-	-	-	-	3.530.000	100.000	24.700	700
M 7		-	-	-	-	-	-	10.000.000	283.000	61.800	1.750

Tablo 16.1. U.S. 209E'YE GÖRE TEMİZ ODA KLASLARI

USA 209 E 1992	ISO 14644-1 1997	Japan B 9920 1989	France X44101 1981	Germany VDI 2083 1990	UK BS 5295 1989	Australia AS 1386 1989	
	ISO Class 1	1					
	ISO Class 2	2		0			
1	M 1	ISO Class 3	3		1	C	0,035
10	M 2	ISO Class 4	4		2	D	0,35
100	M 3	ISO Class 5	5	4.000	3	E, F	3,5
1.000	M 4	ISO Class 6	6	-	4	G, H	35
10.000	M 5	ISO Class 7	7	4.00.000	5	J	350
100.000	M 6	ISO Class 8	8	4.000.000	6	K	3.500
	M 7	ISO Class 9			7	L	

Tablo 16.2. ÇEŞİTLİ STANDARTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Klas	Müsaade Edilebilir Maksimum Tanecik Adedi / m ³			
	Durgun(**)		Çalışır	
	0.5 µm	5 µm	0.5 µm	5 µm
A	3.500	0	3.500	0
B (*)	3.500	0	350.000	2.000
C (*)	350.000	2.000	3.500.000	20.000
D (*)	3.500.000	20.000	Tanımlanmamış (***)	Tanımlanmamış (***)

Tablo 16.3 EU GMP Guide (1997): STERİL ÜRÜNLER İMALİ İÇİN KLAS TANIMI

- (*) B,C,D klaslarına erişmek için gerekli hava değişim sayısı odanın büyüklüğü, teçhizat ve personel sayısına bağlıdır. A,B,C klaslar için hava sisteminde uygun HEPA filtreler bulunmalıdır.
- (**) Durgun demek, temizlikten 15-20 dakika geçtikten sonraki insansız durumdur.
- (***) Tanecik ve mikrobiyolojik gözlem için uyarı ve tedbir limitleri saptanmalı ve düzeltici tedbirler işletme talimatlarında bulunmalıdır.

debileri, taze hava miktarları, sıcaklıklar gibi parametreler ile klima ekipmanlarında olması gereken özellikler açık bir dille anlatılmaktadır.

Temiz odalarla, bitişiklerinde bulunan diğer temiz odalar veya dış ortamla olması gereken basınç farklılıkları U.S 209B ve diğer ülke standartlarında belirtilmiştir. Buna göre pratikte uygulanan basınç farkları Tablo 16.4'de görülmektedir.

Genel olarak temiz odalarda hava dağılımı a) pahalı, ama ideal olarak kabul edilen laminer ve b) ucuz bir çözüm olan türbülanslı akış olmak üzere ikiye ayrılır. Laminer akışta akış çizgileri birbirine paraleldir ve hız yaklaşık olarak her yerde aynıdır. Paralel akış çizgileri önüne bir engel çıktığı zaman, ona çarparak engel etrafında dönüp tekrar paralel hale gelirler. Türbülanslı akış, isminden de anlaşılacağı gibi düzensiz bir akıştır, akım çizgileri rastgele dağılmıştır.

Yapılan bir deneyde, aynı kirlilik oranındaki laminer ve türbülanslı akış önüne konan mikroorganizma üretme kaplarında, laminer akışta kaba yapışan mikroorganizmalar ile sıfır kirlilik (kontaminasyon) ölçülürken, türbülanslı akışta % 64 ve 200 ölçülmüştür. Buradan

Uygulama	Statik basınç farkı (209B)	Pratikte
Genel	Çevresi ile oda arasında 12 Pa minimum basınç farkı	10 –25Pa
Temiz oda ile kirlenmemiş bölüm arası	Minimum 12 Pa basınç farkı	10 -25 Pa
Kirlenmemiş bölüm ile az kirlenmiş bölüm arası	12 Pa basınç farkı	10 –25 Pa
Az kirlenmiş bölüm ile soyunma mahalleri arası	2,5 Pa basınç farkı	2-10 Pa

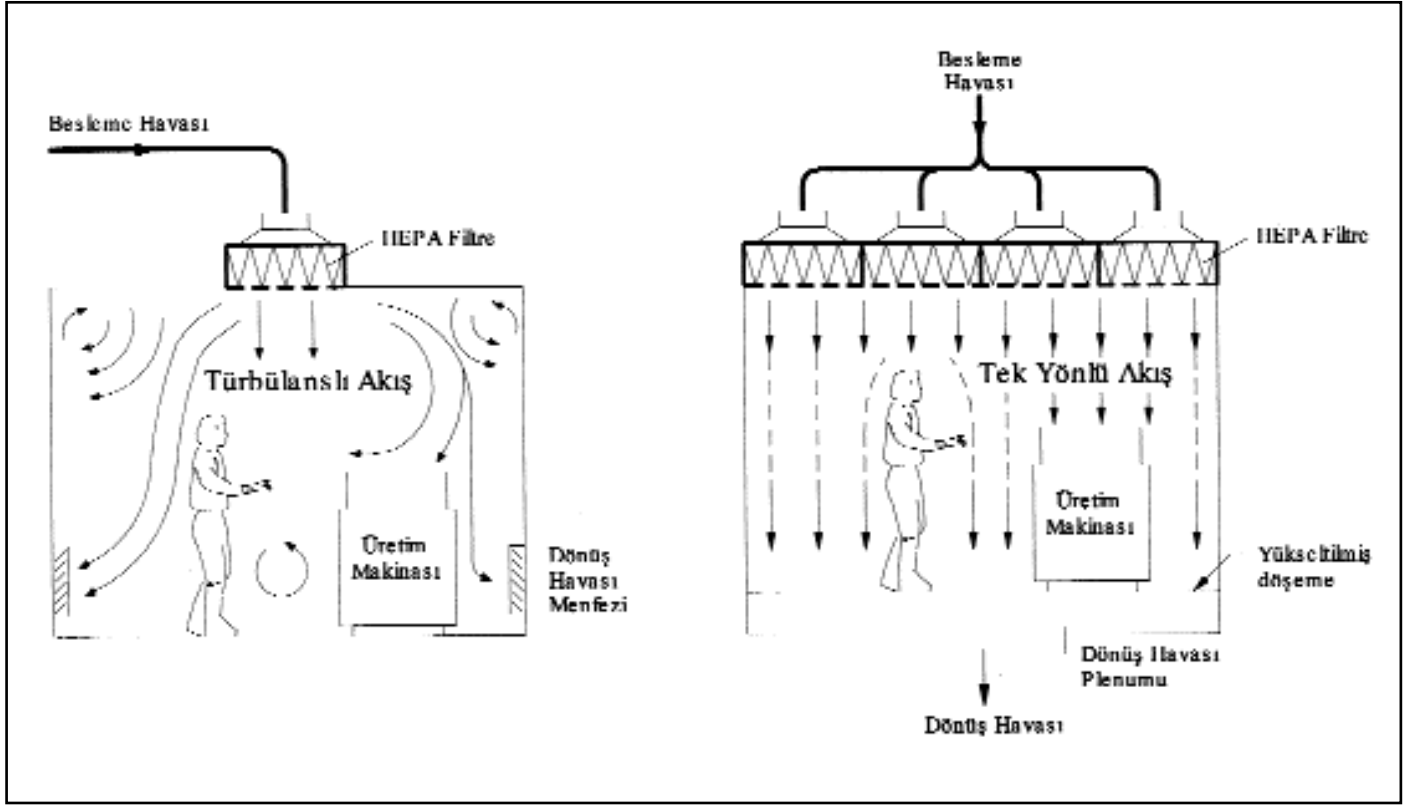
Tablo 16.4. ODALAR ARASI STATİK BASINÇ FARKLARI (209B)

ameliyathanelerde hiç olmazsa ameliyat masalarının üzerinde muhakkak laminer akış olması gerektiği saptanmıştır. Şekil 16.5' de türbülanslı (a) ile laminer (b) bir odada hava dağılımı şematik olarak gösterilmiştir.

Temiz odalarda kullanılan klima sistemlerinde istenen özelliklerin başında havanın odada sağlanması arzu edilen klasa göre taneciklerden arınmış olarak içeriye sevk edilmesidir. Bu ise havanın çeşitli kademelerde filtrelerden geçirilmesi ile sağlanabilir. İstenmeyen bazı gazların ve kokuların giderilmesinde kullanılan aktif karbonlu filtreler ile farklı bir prensibe göre çalışan elektrostatik filtreler dışında, klima sisteminde kullanılan filtreleri Tablo 16.6' daki gibi gruplandırmak mümkündür.

İstenilen klas hassaslaştıkça sistemde kullanılacak filtre verimi de artar. Örneğin Klas-100.000 bir temiz oda için santral içine sırasıyla konacak EU3-EU7-EU9 filtre grubu yeterli olabilirken, Klas-10.000 bir temiz odada en son noktada, yani tavan difüzörünün altında yukarıda sözü geçen santral filtrelerine ek olarak HEPA filtreler gerekir.

Her bir temiz odaya gönderilecek hava debisinin saptanmasında, iki önemli kriterin aynı anda sağlanması gerekir. Bunlardan birincisi oda yükünün (makine, aydınlatma ve insanlardan gelen ısı yükleri ile oda duvar, tavan, döşeme ve pencerelerinden olan ısı kazançları) karşılanması için gerekli şartlandırılmış minimum hava debisinin odaya sevkidir. İkincisi ise odada istenen klasın sağlanması için gerekli minimum hava değişim sayısıdır. Hava değişim sayısı arttıkça, oda içinde ölü bölgelerin bulunma ihtimali azaldığı gibi, hava-



Şekil 16.5. AKIŞ ŞEKLİNE GÖRE HAVA DAĞILIMI

Ön filtreler (kaba filtreler EU1-EU4)
Hassas filtreler (EU5-EU9)
Mutlak veya HEPA filtreler (EU10-EU13)
Ultra filtreler (EU14)

Tablo 16.6. FİLTRE GRUPLARI

nın saatte filtrelerden geçme sayısı arttığından, daha kısa sürede daha temiz bir ortam elde etmek mümkün olabilmektedir. Güncel standartlarda hava değişim sayısı ile ilgili kesin rakamlar bulunmamasıyla birlikte, GMP kurallarının bir önceki versiyonunda belirtildiği gibi, durgun halde Klas D yani Klas-100.000 odada saatte minimum 20 değişim istenirken, tavanı tamamen HEPA filtreler ile kaplı 3m yüksekliğinde Klas-10 bir odada hava değişimi saatte 540 kez olabilmektedir.

Genel olarak hava değişimi; birinci kriter de dikkate alınarak, tasarımcının tecrübesi, kullanıcının isteği, işin ekonomikliği ve odada bulunan kişi sayısı, makine cinsine bağlı olarak tayin edilmektedir. Temiz odalarda kullanılan yapı malzemeleri örneğin duvar kaplamaları, asma tavan, yer döşemesi nasıl özenli olarak toz tutmayan, derzi olmayan, aşınmayan, korozyona dayanıklı malzemelerden seçilmeye çalışılıyorsa; klima sisteminde kullanılan bütün malzemelere de özen gösterilmelidir. Kanallar muhakkak sızdırmazlık testi yapılarak monte edilmeli, montaj esnasında kirlenmemeleri için özel itina gösterilmelidir. Klima sisteminde kullanılan klima santrallerinin de özel imalat olması gerekir. Tablo 16.7'de böyle bir santraldan genellikle istenen özellikler görülmektedir.

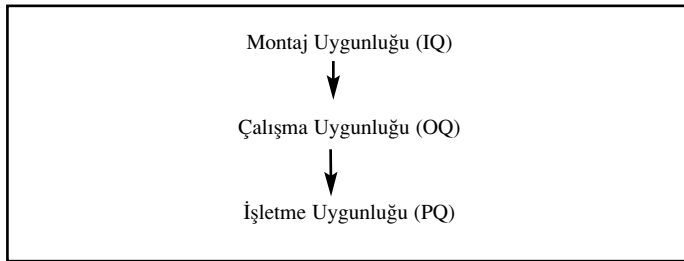
Temiz odaların yapımı esnasında montajın ilk anından başlayarak

- 1) Çift cidar konstrüksiyon, kapalı profillerden yapılmış,
- 2) İç cidar, tavan ve yan yüzler galvaniz, döşeme paslanmaz sac,
- 3) Oksitlenecek veya korozyona uğrayacak ve sterilizasyondan zarar görececek malzeme kullanılmamış,
- 4) Santral içinde keskin köşe, civata, somun başı, aralık v.s. bulunmayan,
- 5) Kontrol ve temizlik için fan, filtre, nemlendirici, soğutma serpantinleri için aydınlatma ve kapı bulunan,
- 6) Fan tamamen galvaniz sacdan mamul veya epoksi boyalı tercihen seyrek kanatlı veya serbest fan, dışarı çıkarılabilir tip,
- 7) Serpantinler seyrek hatveli, bakır boru-alüminyum kanat,
- 8) Damla tutucular kolay temizlenebilir ve çıkarılabilir,
- 9) Drenaj tavaları sökülebilir tip paslanmaz sacdan mamul, eğimli ve içinde su kalmayacak şekilde yapılmış,
- 10) Damperler sızdırmaz, alüminyumdan mamul, contalı,
- 11) Santral hava kaçaklarına karşı sızdırmaz, EN 1886' ya göre sızdırmazlık test sertifikasına haiz ve B-Klass,
- 12) Filtre çerçeveleri sızdırmaz, EN 1886' ya göre sızdırmazlık test sertifikasına haiz ve F9- Klass olmalıdır.

Tablo 16.7. HİJYENİK KLİMA SANTRALI ÖZELLİKLERİ

işletmeye alınmasına kadar bir belgeleme prosedürü söz konusudur. Üretimin sağlıklı yapılabilmesi için gereken bütün proseslerin ve prosedürlerin tasarımı olduğu şekilde fonksiyon gösterdiğini ispatlayan bu tam ve detaylı dokümantasyon işlemine validasyon denil-

mehtir. Validasyon da kullanılan bütün malzeme ve ekipmanların özellikleri belgelendiği gibi, bir çok parametre de **Tablo 16.8'de** görüldüğü gibi ölçüldü, işveren ve işi yapan arasında yapılan tutanaklarla saptanmaktadır.



Tablo 16.8. Validasyon aşamaları. Ölçülen parametreler: Hava debileri ve hava hareketleri, filtre sızdırmazlığı, mikroorganizmalar, sıcaklık, bağıl nem, tanecik adedi ve odalar arası basınç farkları

Görüldüğü gibi temiz odaların ve bunların klima sistemlerinin tasarımını ve yapımı çok özen ve tecrübe ister. Temiz oda klimasının, bu işin önemini kavrayan işçi ve mühendisler kullanılarak yapılması gerekmektedir. Hata yapılması halinde microchip üreten bir fabrikada ürün tamamen işe yaramaz duruma gelebilirken, bir ameliyathane veya bir ilaç fabrikası olması halinde bir veya birçok insan hayatına mal olabilmektedir.

16.2. AMELİYATHANELERDE KLİMA SİSTEMİNE UYGUN MİMARİ ÖZELLİKLER

Ameliyathane odaları klima sisteminin en önemli görevi, oda içerisindeki partikül sayısını en aza indirmek, ameliyat edilen hastanın enfeksiyon kapmasını engellemek, hastanın ve ameliyat ekibinin termik konforunu sağlamaktır. Hastane mimarisinde uzmanlaşmış mimar, hijyen konusunda ihtisas sahibi bir doktor, hastane yöneticisi ve mekanik tesisat proje müellifinin ortaklaşa yapacakları görüşmelerden sonra karara varılacak prensipler doğrultusunda mimari proje hazırlanmalıdır. İyi bir hastane iklimlendirme sistemi, uygun olmayan bir mimari projeye optimal olarak kesinlikle tatbik edilemez. Asma tavan yükseklikleri, şaft büyüklükleri ve yerleri, cihaz yerleşim mahalleri, hava kilitlerinin yerleri mutlaka uzman klima tesisat tasarımcısının tavsiyesi ve onayı ile tespit edilmelidir.

Ameliyathane yer seçilirken, ısı kayıp ve kazançlarını minimumda tutabilmek için bunlar binanın çekirdek bölümünde ve ara katlarda yer alacak şekilde planlanmalıdır ve ameliyathanelerin bulunduğu steril bölgede kesinlikle asansör öngörülmemelidir. Ameliyathane taban alanı genellikle yapılacak ameliyathanelerin özelliklerine göre 25-45 m² arasında olabilir. Ciddi ameliyathanelerin yapılacağı ameliyathanelerde hastayı enfeksiyonlardan korumak için etrafında bir hava perdesi yaratılır. Bunu sağlayan ise ameliyat masasının hemen üstüne konan laminer akış ünitesidir. Asma tavan içerisinde yer alacak laminer hava akımlı hava dağıtım plenumlarının (**Şekil 16.9**) yerleştirilebilmesi ve hava kanal bağlantılarının kolayca yapılabilmesi için, hava kapasitelerine bağıl olarak, 50-80 cm arasında bir asma tavan arası yüksekliğe ihtiyaç bulunmaktadır. Dolayısıyla ameliyat odalarında, tesisat projesini yapacak mühendislerle danışarak, tavan yüksekliklerini 3,2-3,5 metre olarak tasarlamak gerekir.

Normal apartman katı yüksekliklerini kabul ederek yapılacak bir mimari proje, klima sisteminin arzu edilen verimlilikte çalışmasını engeller.

Laminer akımlı ameliyathane tavan plenumuna normal olarak iki kanal bağlantısı yapılır. Ancak zorunluluk halinde asma tavan yüksekliğini azaltabilmek için dört kanal bağlantısı da yapılabilmektedir. **Şekil 16.9'da** yan yana bulunan iki ameliyathane için ön görülen klima sistemi görülmektedir. Her ameliyathane için müstakil bir klima santrali tarafından beslenmesi istenen ideal şartların sağlanması yönünden tercih edilir. Ancak ekonomik gerekçelerle benzer karakterde iki ameliyathane için bir santral kullanılması yoluna da gidilebilir. Mimari planlamada hastanın ameliyathane odasına girmeden önce bir hasta hazırlama odasına alınacağı, ameliyattan sonra da hasta uyanma odasına geçirileceği rasyonel bir akış yöntemi içinde düşünülmelidir.

Genel olarak ameliyathane odalarında kullanılacak yapı malzemelerinin toz ve mikrop tutmayacak, toz çıkarmayacak yüzeylere sahip olmaları ve dezenfeksiyon ameliyesi sırasında kimyasal tahribata uğramamaları gerekir.

Yer döşemesi olarak antistatik, antibakteriyel aşınmaya karşı yüksek mukavemete sahip kondüktif PVC veya epoksi kaplama esaslı malzeme tercih edilmelidir. Gerekmeye halinde ayrıca topraklama da istenebilir.

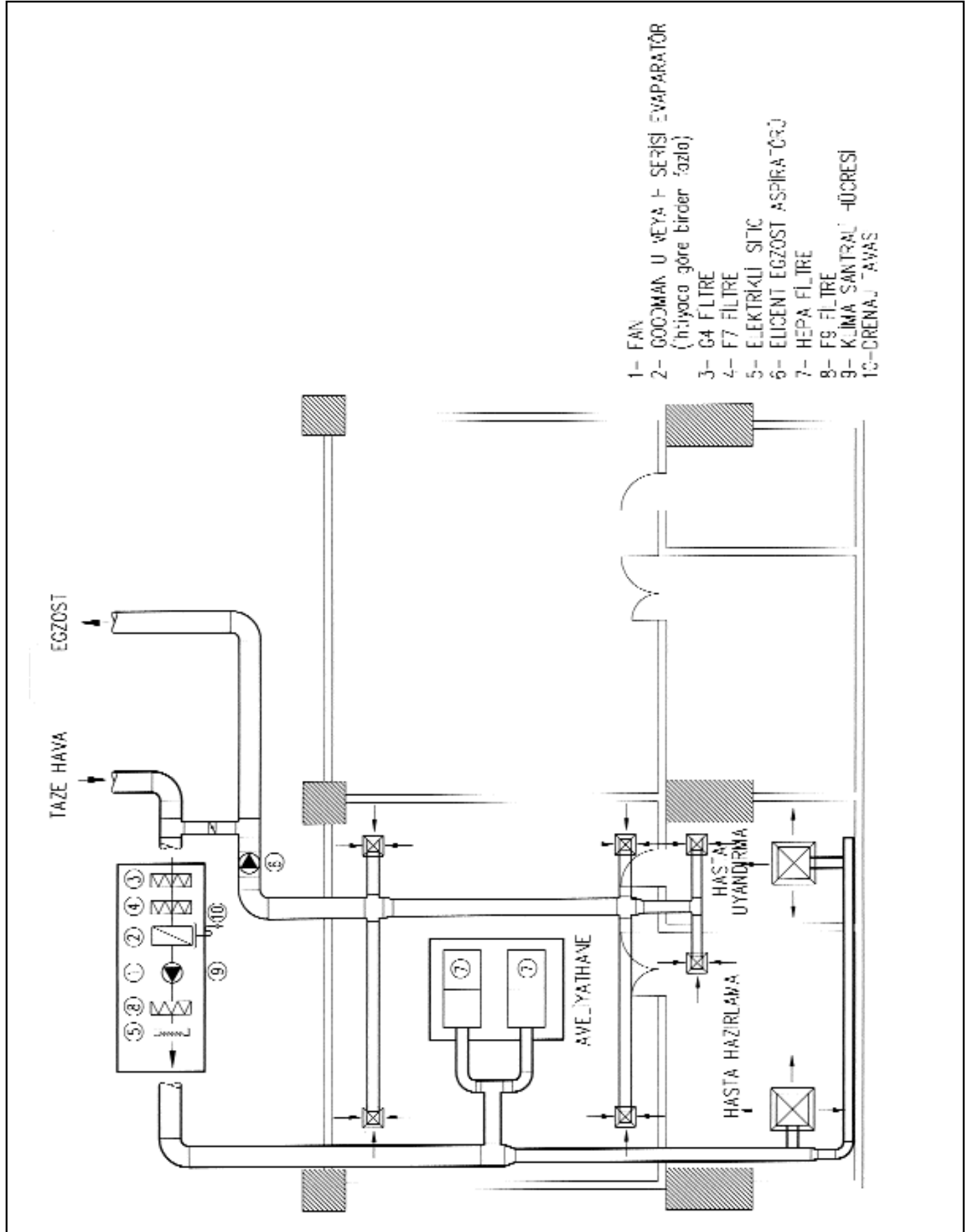
Duvarlar ve tavan modüler tip olarak alüminyum veya çelik konstrüksiyon taşıyıcı sisteme monte edilecek panellerden yapılır. Duvar malzemesi olarak toz çıkarması ve derz yerlerinde bakteri üretmesinden dolayı seramik tercih edilmemelidir. Duvar panellerin yüzeyleri antibakteriyel, antistatik dezenfeksiyon sıvılarına mukavim boya kaplı galvaniz sac olabileceği gibi paslanmaz çelik de olabilir. Panellerin içi ses ve ısı kaybına karşı kaya yünü gibi yanmaz izolasyon malzemesi ile kaplıdır. Ayrıca paneller, kablo gibi tesisat malzemelerinin geçebileceği boşluklar içerebileceği gibi kanal ve tesisat boru geçişleri için şaft boşlukları temin edecek şekilde düzenlenebilirler. Tavan panelleri, filtre bakımı ve dezenfeksiyon işlemleri için açılabilir modüllerden oluşabilir. Panellerin üzerinde mikrop, bakteri gibi mikroorganizmaların yaşayamaması için mikrop öldürücü özelliğe sahip kaplamalar da geliştirilmiştir.

Ameliyathane kapıları sürmeli, ayak ve diz darbesi ile açılabilen ancak manuel olarak da çalışabilecek yapıda olmalıdır. Kapılar ameliyathane iç malzemesi ile aynı malzemeden olmalıdır. Kapılar 2 saat yangına dayanıklı olmalıdır. Kapıların üzerinde gözetleme camı konulabilir. Steril sahalar girişte veya hijyen uzmanının tavsiyesine göre diğer başka yerlere giriş - çıkışta otomatik kumandalı, sürgülü iki kapılı hava kilit sistemi ön görülmelidir.

16.3. HASTANELERDE KARANTİNA VE YOĞUN BAKIM ODALARI TESİSATI

İzolasyon odaları "Bulaşıcı" veya "Koruyucu" olarak sınıflandırılabilir. Bulaşıcı (karantina odası), koruyucu (steril oda) olarak bilinir. Karantina odaları bulaşıcı hastalık taşıyan hastaların kapatılması için kullanılır. Oda dışına virüs ve bakteri yayılmasını engellemek için negatif basınç uygulanır. Tüberkülozun tekrar ortaya çıkmasıyla, bu tip oda dizaynı çok daha önem kazanmaktadır. Karantina odaları için aşağıdaki şartlar geçerlidir:

Her 30 akut tedavi yatağı için en az bir karantina odası olmalıdır.



Şekil 16.9. AMELİYATHANE KLİMA UYGULAMASI

Her karantina odasında sadece 1 hasta yatağı olmalıdır. Odaya giriş hastalara ait bölümlerden ayrı bir alandan olmalı; ellerin yıkanması, giyinme, temiz ve kirli malzemelerin depolanmasına müsaade edecek şekilde dizayn edilmelidir. Giriş bölümü kapalı bir antre şeklinde olabilir ama bu şart değildir. Tek bir antre bir çok karantina odasına hizmet verebilir. Karantina odaları minimum 12 m², Antre minimum 2 m² olmalıdır.

Steril odalar enfeksiyonlara karşı bağışıklığı az olan hastaların (Kemik iliği transferi, organ nakli, yanık ve kan kanseri (lösemi) hastaları) kapatılması için kullanılır. Bakteri ve virüs girişini engellemek için pozitif basınç kullanılır.

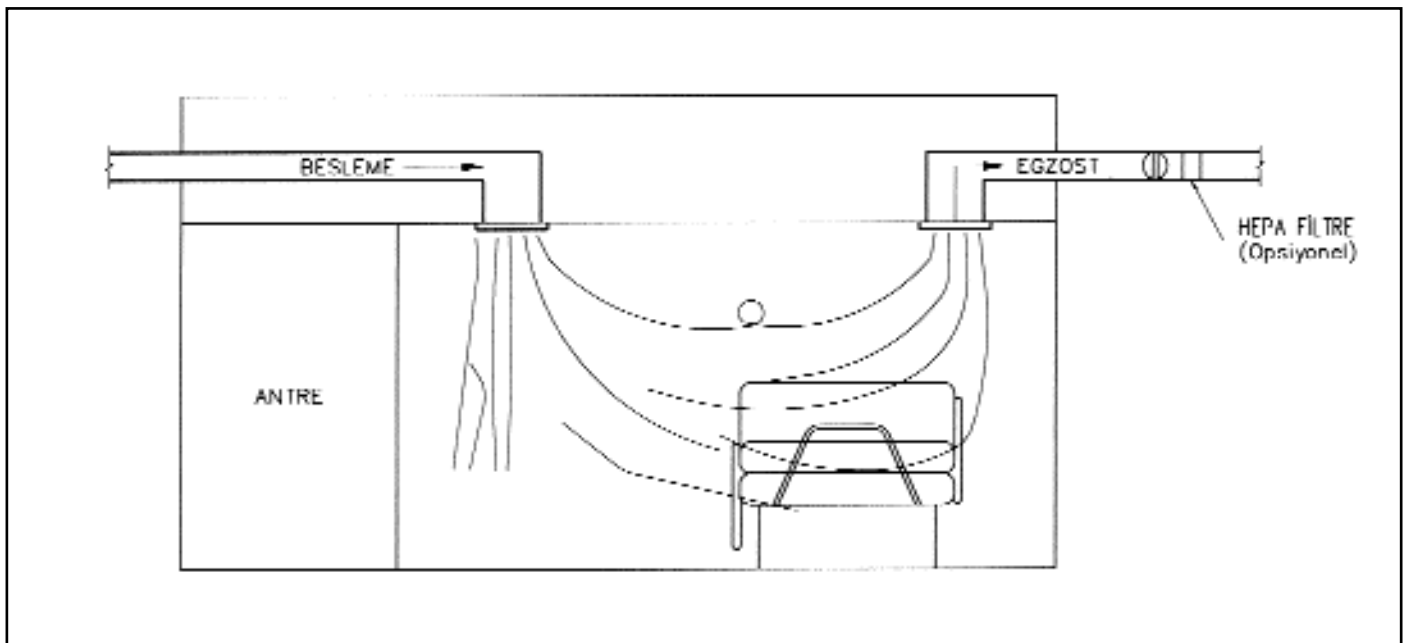
16.3.1. Karantina odası hava akışı

Sağlık kuruluşları için genel havalandırma oranları bir saatteki hava değişim miktarı ile belirtilir. ASHRAE ve AIA, konfor ve koku kontrolü açısından hastane odalarında ve karantina bölümlerinde minimum 6 hava değişimi önermektedir. Bu veya bir başka hava değişim sayısının solunum yoluyla bulaşan hastalıkların yayılmasını etkin bir biçimde azaltıp azaltmadığı değerlendirilememiştir. Son derece yüksek hava değişim sayısı ile yürütülen bazı deneylerde mikrobakteriyel olmayan organizma konsantrasyonlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Sağlık merkezlerinin olası en iyi hava değişimine sahip olacak şekilde dizayn edilmesi tavsiye edilir.

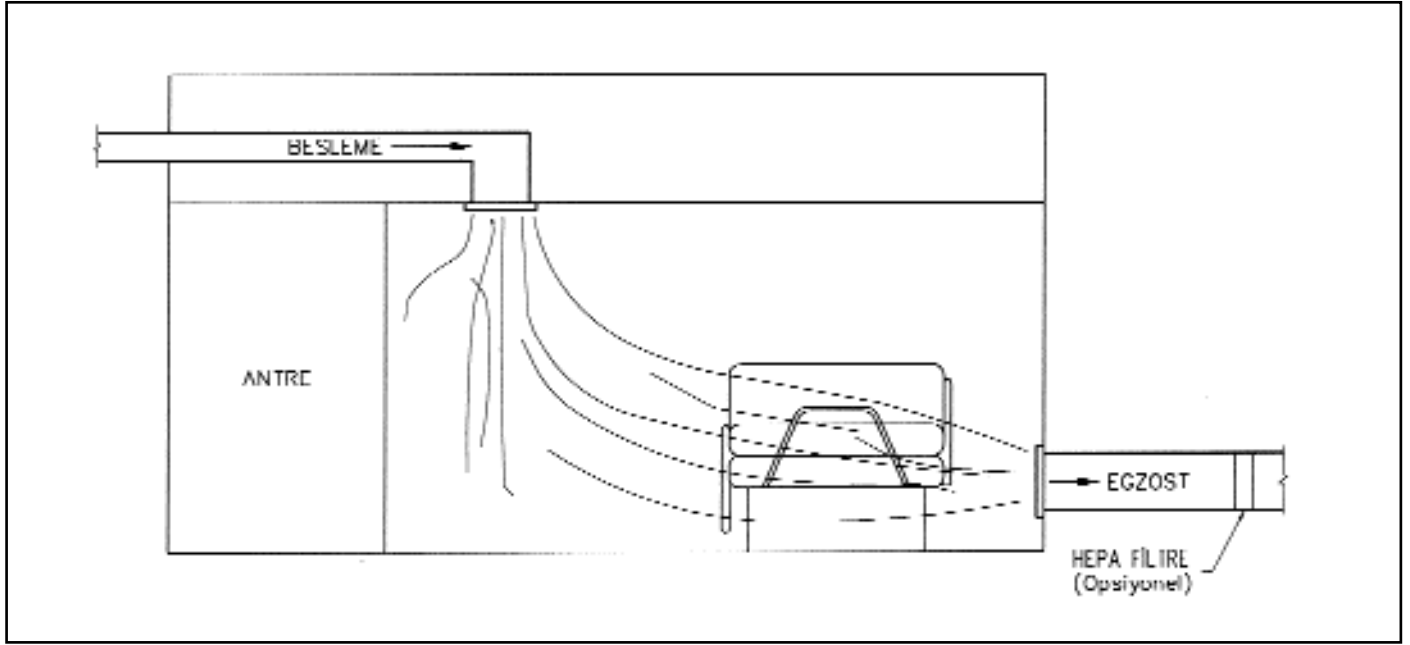
Gerçekte oda içindeki tüm hava öngörülen değişim sayısı kadar değiştirilmeyecektir. Bunun sebebi odadaki hava akışı biçimidir. Etkin bir havalandırma için, oda havası emiş ve beslemesi, hava akışı odayı süpürecek şekilde ayarlanmalıdır. Böylece, oda içinde durgun bölgeler oluşması; emiş ve besleme arasında kısa devre oluşması engellenir (Bakınız Şekil 16.10, 16.11 ve 16.12).

- Arzu edilmeyen hava akımlarının oluşmaması için havanın emiş yapmayan tip difüzörlerle beslenmesi sağlanmalıdır. (Delikli yüzeyler veya laminer akışı dağıtıcılar birer alternatiftir.)
- Emiş menfezleri zemine yakın yerleştirilmeli ve emiş hızları yüksek tutulmalıdır.

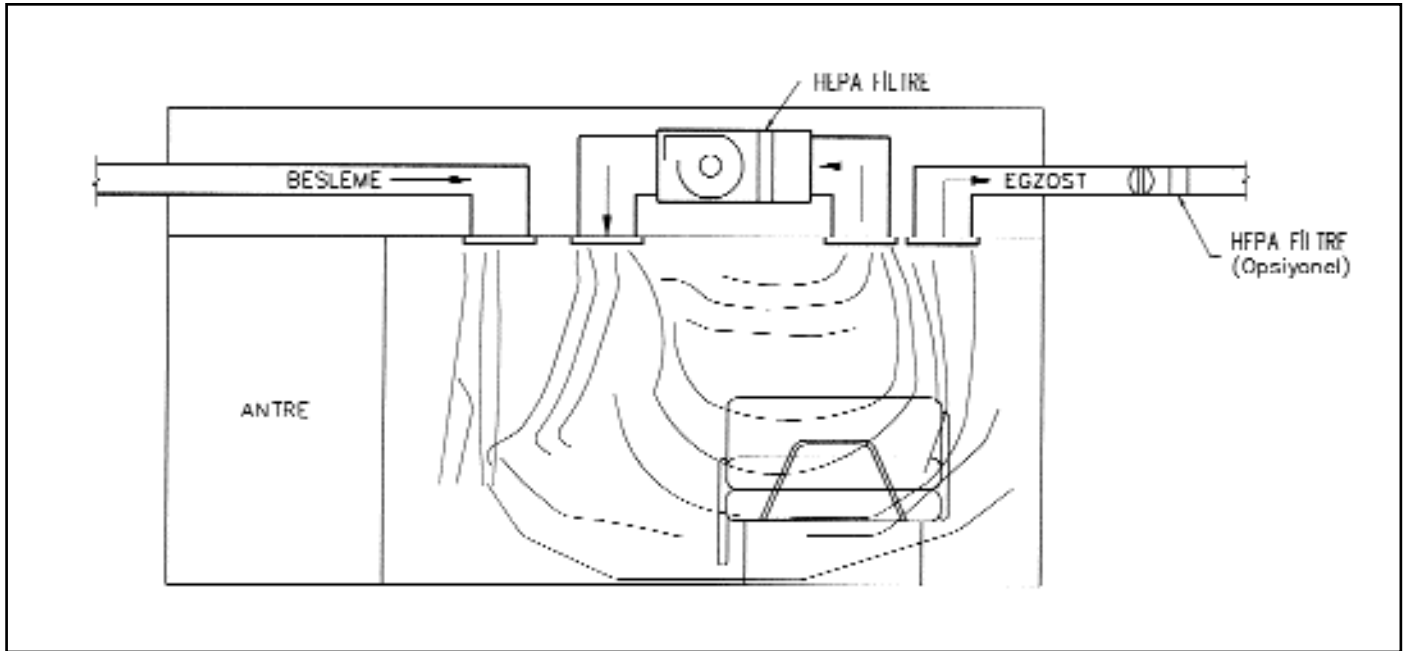
- Havanın emilebileceğinden çok daha uzağa “atılabileceğini” unutmamalıdır.
- Hastaya yönlenebilecek direkt hava akımlarından kaçınılmalıdır.
- Efektif havalandırma miktarı, besleme havası akış biçiminin odanın tüm bölgelerindeki havayı ne derece iyi karıştırabildiğiyle ilgilidir.
- Havanın akış biçiminin etkinliğiyle ilgili bir “karışım faktörü” kullanılır.
- Bu faktör mükemmel karışım için 1, yetersiz karışım için 10’dur.
- Hesaplanan HDK, karışım faktörüyle çarpılarak gerçek HDK değeri kullanılır.
- Karışım faktörü en hassas olarak deneysel ölçüm yapılarak belirlenir.
- Bu ölçüler karantina odasının ve sistemlerinin devreye alınması sırasında yapılmalı ve göz önünde bulundurulmalıdır.
- Hava önce sağlık personelinin çalışacağı alandan, daha sonra enfeksiyon kaynağından geçecek şekilde emilmeli ve egzoz edilmelidir.
- Genel hava akış biçimi sağlık personelinin hasta ile egzost menfezi arasında kalmayacağı bir biçimde dizayn edilmelidir.
- Binadaki hava akış yönleri daha temiz bölgeden kirli bölgelere doğru olmalı, yani
 - Bekleme salonlarından bakım odalarına
 - Koridorlardan hasta odalarına doğru
- Ameliyat veya cerrahi müdahale odaları gibi pozitif basınç altında bulundurulmuş bölgelerde öksürmeye veya solunum yollarını tahriş edecek, dolayısıyla aksırmaya sebebiyet verecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.
- Negatif basınç, besleme havasından % 10 veya 90 m³/h fazla hava egzoz edilerek elde edilebilir.
- Oda içindeki negatif basınç havalandırma sisteminin çalışma şeklindeki ufak değişimlerle veya kapıların açılıp kapanmasıyla değişikliğe uğrayabilir.
- Negatif basınçın değeri çok küçüktür ve çok zor ölçülebilir.



Şekil 16.10. TÜM EGZOZU ATMOSFERE ATAN KARANTİNE ODASI HAVA AKIŞ BİÇİMİ



Şekil 16.11. DUVARDAN EGZOZLU KARANTİNA ODASI HAVA AKIŞI



Şekil 16.12. RESİRKÜLE EDİLMİŞ HAVALI KARANTİNA ODASI HAVA AKIŞ BİÇİMİ

- Açık kapı veya kapı altı aralığı gibi boşluklarda oluşan hava akış hızıyla, değişken basınç arasında direkt ve öngörülebilir bir bağlantı vardır.
- Bu bağlantı önemlidir çünkü düşük hava hızları, düşük basınç değişimlerine nazaran çok daha hassas ölçülebilir.
- Dinamik ortamlarda 0,1 mmSS'ndan düşük basınç değişimlerini ölçmek çok zordur. Ama 0,1 m/s gibi çok düşük hızlar hassasiyetle ve kolaylıkla ölçülebilir.
- Anlaşılacağı gibi karantina odalarında basınç farklılıkları yerine hava akış hızlarının ölçülmesi tercih edilir.
- karantina odalarındaki negatif basınç, günlük olarak aşağıdaki şekilde izlenmelidir:

- Duman tüpü kullanarak hava akış yönünün gözlenmesi
- Oda içi ve odayı çevreleyen alan arasındaki basınç farkının ölçülmesi

Bir karantina odası VAV beslemeli ve egzozlu klima havalandırma sistemi ve bunun basınç kontrolü Şekil 16.13'de görülmektedir.

16.3.2. HEPA Filtre Kullanımı

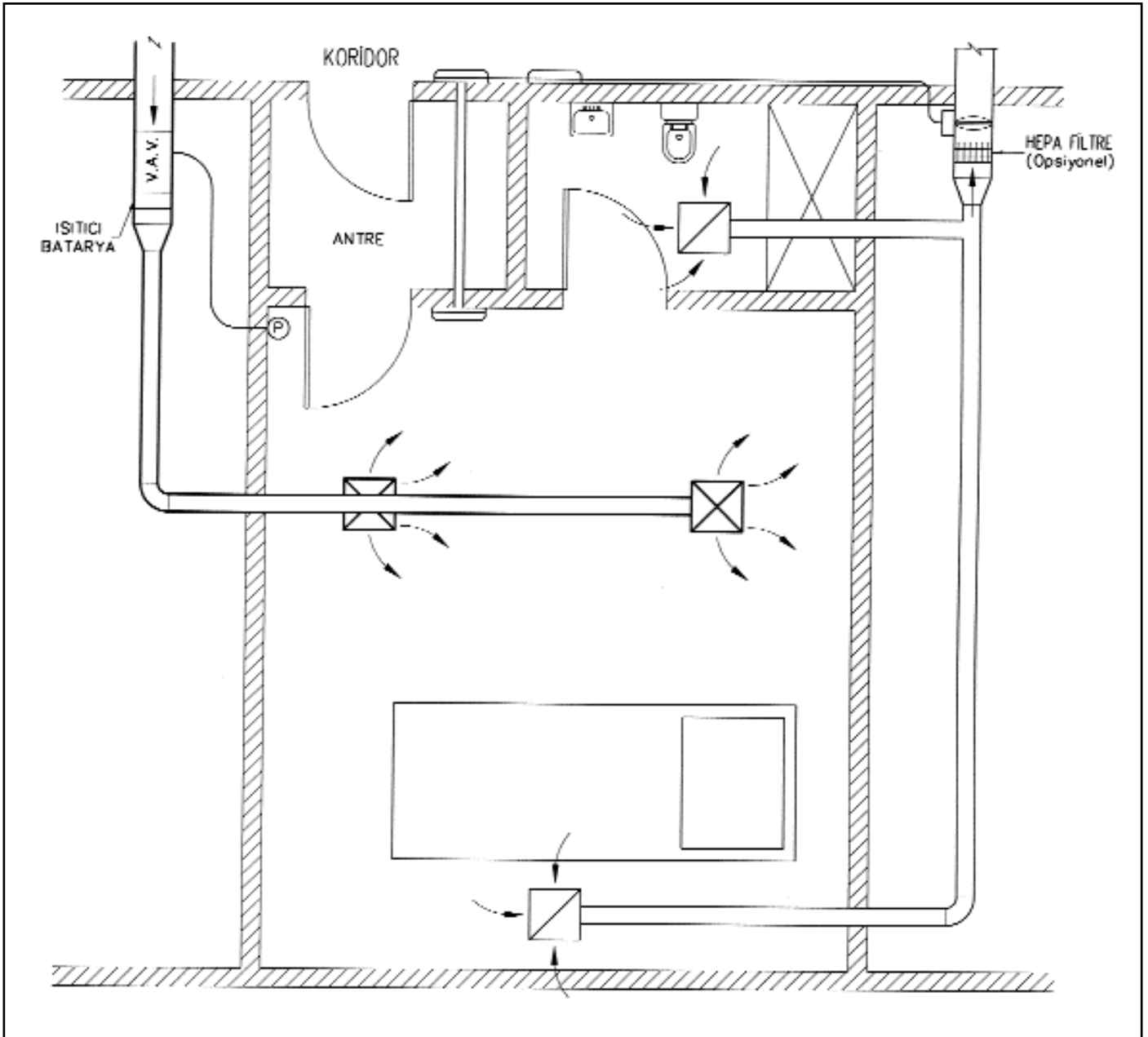
- Hepa filtre diğer havalandırma sistemlerini destekleyen bir hava temizleme metodu olarak kullanılabilir. A Tipi Hepa filtreler 0,3 mikron ve daha büyük boyuttaki partikülleri % 99,97 oranında tutabilmektedir.
- Hepa filtrelenmiş havanın resirkülasyonu oda içindeki havanın bir

kanalla emilerek hepa filtreden geçirilmesi ve tekrar odaya verilmesi (Bakınız Şekil 16.12) şeklinde olabilir. Bu teknik aşağıdaki durumlarda kullanılabilir:

- Eğer genel bir havalandırma sistemi yoksa.
 - Eğer havalandırma sistemi yeterli hava değişimini sağlayamıyorsa.
 - Eğer mevcut havalandırmaya veya basınç düzenlemesine dokunmadan hava temizleme miktarı artırılmak isteniyorsa.
- Dış ortama atılan havanın hepa filtreden geçirilmesi
 - Hava, korumalı odadan direkt olarak dışarıya atılıyorsa çok gerekli değildir.
 - Ek bir emniyet olarak kullanılabilir.
 - Atılan havanın tekrar sisteme emilmesi riski var ise kullanımı düşünülmelidir.
 - Montaj, Bakım ve gözlemlene
 - Filtre montajı filtreler arası ve filtre çerçeve arası kaçakları en-

gelleyecek şekilde olmalı.

- İlk montajda, filtre temizliği veya değişiminden sonra kantitatif DOP testi uygulanmalıdır. Bu 6 ayda bir tekrarlanmalıdır.
- Filtrelerin durumunu gözlemek ve değiştirilecekleri zamanı belirlemek için sisteme manometre veya diğer basınç algılayıcı bir cihaz yerleştirilmelidir.
- Filtrelere giden kanallara "mikroplu hava" yazılı etiket yapıştırılmalıdır.
- Bir kez kullanılıp atılabilir ön filtrelerin takılması HEPA filtre ömrünü % 25 artırabilir. % 90 genişletilmiş yüzeyli kullan-at ön filtre takılması durumunda ise HEPA filtre ömrü % 90 artırılabilir.
- Hepa filtre yeri ve montajı bakım yapılan alana veya havalandırma sistemine mikrop bulaştırmayacak şekilde seçilmeli ve yapılmalıdır. Bakım, solunum maskesi takan yetkili personel tarafından yapılmalıdır.



Şekil 16.13. İZOLASYON ODASI VAV BESLEME VE EGZOZLU KLİMA SİSTEMİ BASINÇ KONTROLÜ

17. KLİMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN CİHAZLAR

17.1. SOĞUTMA GRUPLARI

Binalarda klima santrali ve fan-coil cihazlarında kullanılacak olan soğuk suyun üretildiği cihazlardır. Aşağıdaki tipleri vardır:

1-Kondenser Tipine Göre:

- Hava Soğutmalı Tip
- Su Soğutmalı Tip
- Kondensersiz Tip (Remote Condenser Chiller)

2-Soğutucu Akışkan Tipine Göre:

- R 22 soğutucu akışkanlı
- R 134a soğutucu akışkanlı
- R 407C soğutucu akışkanlı
- R 404A/B/C, R 507 soğutucu akışkanlı
- R 290/R1270/R124/R227/R23 soğutucu akışkanlı (özel uygulamalarda)
- NH3 soğutucu akışkanlı

3-Kompresör Tipine Göre:

- Scroll Kompresörlü Tip
- Vidalı Kompresörlü Tip - Tek Vidalı
- Çift Vidalı

- Santrifüj Kompresörlü Tip

- Pistonlu Kompresörlü Tip

4-Eşanjör Tipine Göre

- Plakalı Tip Eşanjörlü
- Gövde-Boru Tipi Eşanjörlü

5-Montaj Yeri Göre

- Dahili Tip (Su Soğutmalı Soğutma Grupları),
- Harici Tip (Hava Soğutmalı & Kondensersiz Tip Soğutma Grupları)

17.1.1 Soğutma Grubunun Yerleşimine ve Kondenser Tipine Göre Sınıflandırılması

HVAC uygulamalarında kullanılan klima sistemlerinin soğutma prosesindeki temel ögesi olan soğutma gruplarının projelendirme aşamasında yerleşimi çok önemlidir. Bu aşamada soğutma grubunun seçiminde binanın yapısına ve bulunduğu bölgeye çok dikkat edilmelidir.

Hava Soğutmalı Soğutma Grupları

Hava soğutmalı soğutma grupları paket tip cihazlar olup, harici kullanım içindir. Cihazın montajının yapılacağı yer, cihaz kataloğunda belirtilen boşluklara haiz olmalıdır. Cihazın ses seviyesi proje değerlerini aşmayan ve çevredeki insanları rahatsız etmeyecek bir düzeyde ise hava soğutmalı gruplar kullanılabilir (Şekil 17.1).

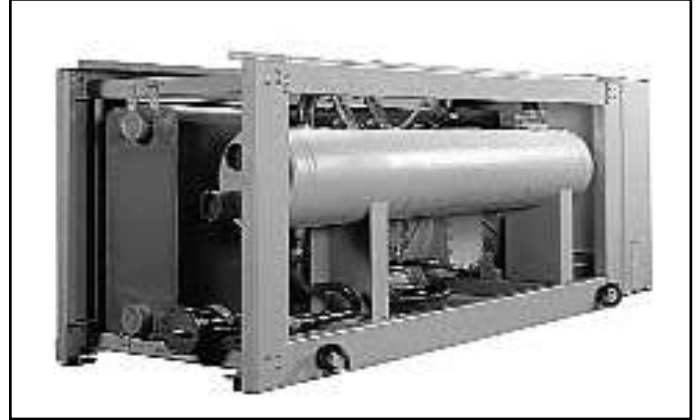
Su Soğutmalı Soğutma Grupları

Su soğutmalı soğutma grupları yüksek kapasiteli soğutma gruplarıdır. Bu cihazlar binanın makine dairesine veya başka bir dahili mekana yerleştirilebilir. Ses seviyesinin önemli bir kriter olduğu durumlarda da su soğutmalı soğutma grupları hava soğutmalı soğutma gruplarına tercih edilebilir. Ayrıca yüksek soğutma kapasiteleri istendiği durumlarda hava soğutmalı soğutma grupları çok büyük bir alan gerektirdiğinden dolayı, boyutları daha küçük olan su soğutma-



Şekil 17.1. HAVA SOĞUTMALI SU SOĞUTMA GRUBU

lı soğutma grupları kullanılabilir. Kondenserdeki ısı, sistemdeki bir soğutma kulesi aracılığıyla atmosfere atılır (Şekil 17.2).



Şekil 17.2. SU SOĞUTMALI SU SOĞUTMA GRUBU

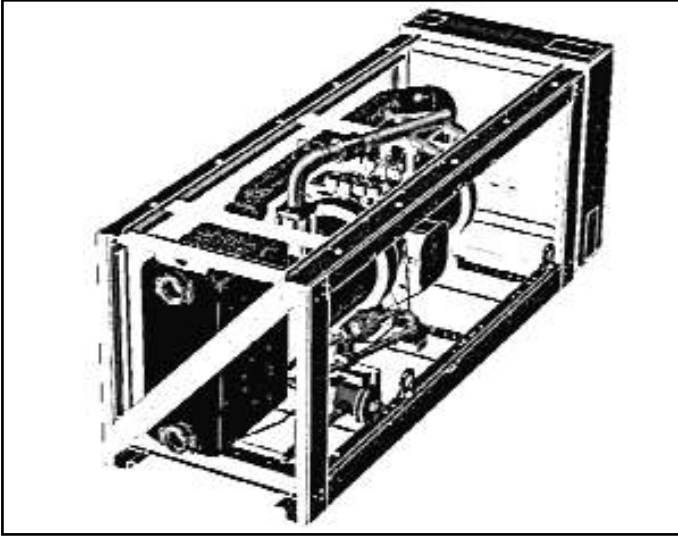
Kondensersiz Tipler

Hem su soğutmalı hem de hava soğutmalı grupların kullanılmasının uygun olmadığı hallerde remote condenser adı verilen kondensersiz soğutma grubundan bağımsız chillerler kullanılabilir.

Agresif gazların veya çok yüksek çevre sıcaklığının bulunduğu ortamlarda remote condenser soğutma grupları kullanılabilir. Ayrıca ses seviyesinin önemli bir kriter olduğu ve cihaz yerleşim alanlarının sınırlı olduğu hallerde de kullanılması oldukça yaygındır. Remote Condenser tipi soğutma gruplarında su soğutmalı, hava soğutmalı veya evaporatif tip kondensersizler kullanılabilir (Şekil 17.3).

17.1.2 Soğutma Grubu Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler

1. Sistemin toplam ve duyulur soğutma yüklerinin belirlenmesi
2. Sisteme göre diversite faktörünün belirlenmesi
3. Kullanılacak olan cihazın tipinin belirlenmesi (su soğutmalı / hava soğutmalı / remote condenser)
4. İstenilen soğutucu akışkanın ve kompresör tipinin belirlenmesi
5. Evaporatör giriş/çıkış suyu sıcaklıklarının belirlenmesi
6. Çevre sıcaklığının belirlenmesi (Hava soğutmalı soğutma grup-



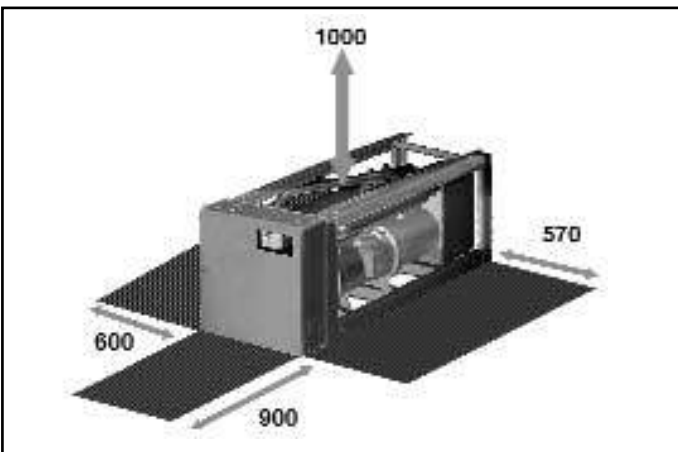
Şekil 17.3. KONDENSERSİZ TİP SU SOĞUTMA GRUBU

ları için)

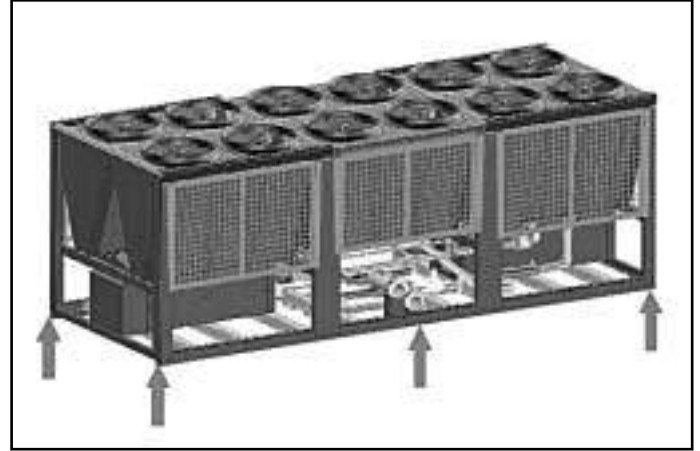
7. Çevre sıcaklığının ve bağıl nemin belirlenmesi (Su soğutmalı soğutma grupları için)
8. Kondenser çıkış suyu sıcaklıklarının belirlenmesi (Su soğutmalı soğutma grupları için)
9. Kullanılacak cihazın boyutlarının montaj yerine uygun olup olmadığının belirlenmesi
10. Kontrol panelinin yerinin belirlenmesi. Kontrol paneli standart olarak cihazın üzerine monte edilir. Ancak istenildiği takdirde kazan dairesine veya otomasyon merkezine taşınabilir. Taşınma mesafesi cihaz kapasitesine göre max. 300 m veya max. 1000 m'dir.
11. Cihaz seçiminde cihaz ses seviyesi de gözönüne alınmalıdır.
12. Yedekleme imkanı

17.1.3 Start Up Öncesi Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar.

- Cihaz yerleşimi yapılırken bakım ve tamir için gerekli mesafenin bırakılmasına dikkat edilmelidir (Şekil 17.4). Titreşim önleyicilerin yerleşimi Şekil 17.5'deki gibi detaylı ağırlık dağılımı şeması



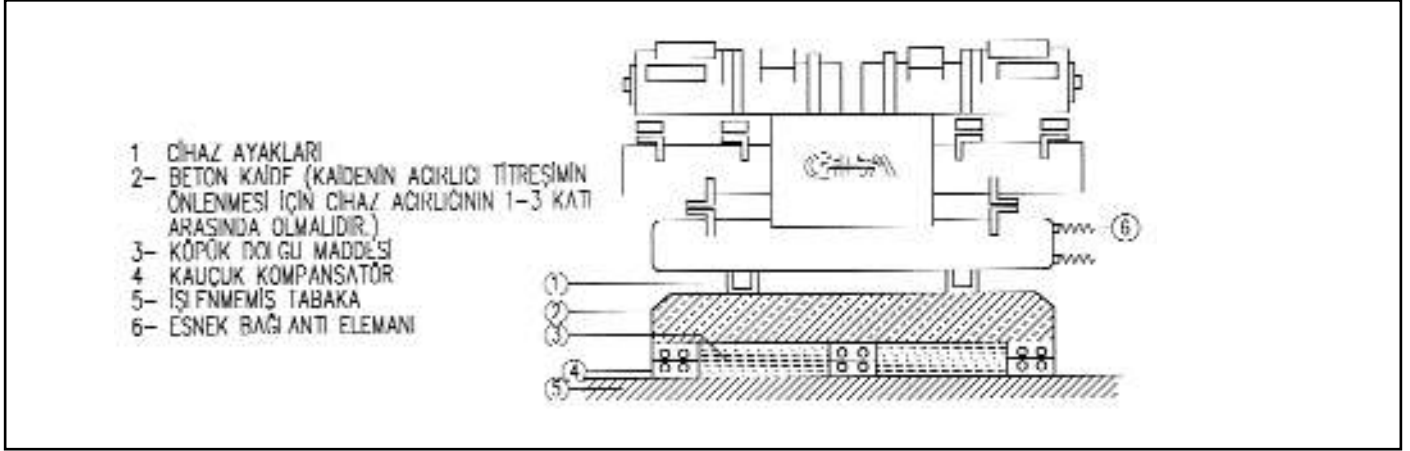
Şekil 17.4. SU SOĞUTMALI BİR SOĞUTMA GRUBU İÇİN SERVİS BOŞLUKLARI



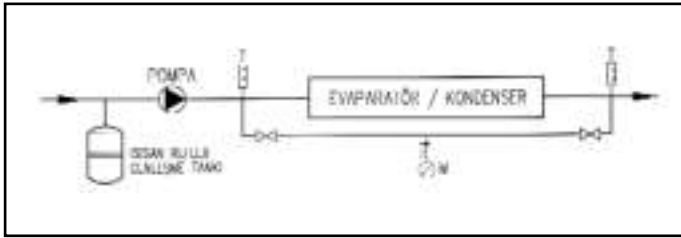
Şekil 17.5. HAVA SOĞUTMALI BİR SOĞUTMA GRUBUNUN AĞIRLIK DAĞILIMI

gözönüne alınarak yapılmalıdır.

- Chillerin montajının yapılacağı kaideye imalatçı firmanın önerdiği detaylar gözönüne alınmalıdır.
- Soğutma Grupları İçin Kaide Detayı (Şekil 17.6):
1. Cihaz ayakları
 2. Beton kaide (Kaidenin ağırlığı titreşimin önlenmesi için cihaz ağırlığının 1-3 katı arasında olmalıdır.)
 3. Köpük dolgu maddesi
 4. Kauçuk kompensatör
 5. İşlenmemiş tabaka
 6. Esnek bağlantı elemanı
- Soğutma grubunun elektrik tesisatının bağlantılarının doğru yapılmış olmasına dikkat edilmelidir.
 - Soğutma sistemi ile ilgili olarak sistemde montajı yapılmış olan tüm chiller, fan-coil, klima santrali, pompa ve varsa soğutma kulesinin tüm boru bağlantıları eksiksiz olarak yapılmış olmalıdır.
 - **Sistemdeki pompalar her zaman eşanjörlere basmalı** ve eşanjörlerin giriş ve çıkışlarına manometre (0-10 kg/cm²) monte edilmelidir (Şekil 17.7).
 - Sistemde yeterli miktarda bulunmayan su kompresör ve evaporatörde arızaların oluşmasına neden olacağından; tesisatta chiller cihazı için katalogta belirtilen miktarda suyun bulunmasına dikkat edilmelidir.
 - Kış dönemi boyunca da çalışacak olan soğutma gruplarının su devrelerine, cihaz katalogunda belirtilen miktarda glikol eklenmesi sağlanmalıdır. Bu değer İstanbul şartları için %10 olarak belirlenmiştir. Buna bağlı olarak pompa kapasiteleri muhakkak kontrol edilmelidir.
 - Debi kontrolü yapılacak olan chillerde cooler giriş ve çıkışlarına basınç farkına uygun skalalı gösterge ve termometrelerin bulunması gerekmektedir. Yüksekliği 20m'ye kadar olan binalarda 0-30 mss (0-3 bar)'lık manometre kullanılması uygundur.
 - Evaporatör giriş ve çıkışına kapama vanaları monte edilmeli ve vanalardan önce by pass hattı oluşturulmalıdır.
 - Evaporatör ve tesisat üzerine 1/2"lık boşaltma vanaları monte edilmelidir.
 - Chiller hattı üzerine evaporatörde güvenli bir su akışını sağla-



Şekil 17.6. KAİDE DETAYI



Şekil 17.7. SİSTEMDE EŞANJÖR YERLEŞİMİ

yacak, yeterli debide akış olmadığı anlarda soğuma grubunu devre dışı bırakacak ve evaporatörün donmasını önleyecek flow-switch cihazı monte edilmelidir. Sistemde chiller hattı üzerine konacak flow-switchin cooler çıkışından ve dirseklerden yaklaşık 6 boru çapı mesafede, laminar akışın olduğu bir kesitte, yatay boru üzerine monte edilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Flow-switch montajı için ilgili boru üzerine 1 1/4" manşon çapında delik delinmeli ve flow-switch 1 1/4"-1" redüksiyon ile monte edilmelidir.

- Chiller tesisatı start up'dan önce en az iki kere evaporator giriş çıkış vanaları kapatılıp by-pass vanası açılarak yıkama (flushing) işlemine tabi tutulmalı, evaporator girişine ve pompa emişine monte edilmiş olan pislik tutucular temizlenmelidir.
- Tesisat flushing işleminden sonra minimum iki kez çalıştırılmalı ve havasının tamamıyla alındığından emin olunmalıdır.
- Soğutma grubunun seçim değeri olan debi için cooler giriş çıkışı arası basınç farkının katalogta belirtilen değerde olmasına dikkat edilmelidir.
- Evaporator su devresine otomatik su besleme tesisatı monte edilmelidir.
- Soğutma gruplarında kondenserin zarar görmesini önlemek için su yumuşatma cihazı kullanılmasına dikkat edilmelidir.

17.1.4 Soğutma Gruplarında Bulunan Güvenlik Ekipmanları

Soğutma Gruplarında bulunan güvenlik ekipmanlarını üç başlık altında inceleyebiliriz.

1. Genel Güvenlik Ekipmanları: Cihazı tamamiyle kapatır.
2. Devre Güvenlik Ekipmanları: Diğer devreler çalışırken koruduğu devreyi açarak devre dışı bırakır.

3. Özel Güvenlik Ekipmanları: Sadece koruma altına aldığı kısım devre dışı bırakır.

Aşağıda GEA Soğutma Gruplarında bulunan bazı güvenlik ekipmanları bulunmaktadır.

- Aşırı akım rölesi
- Kompresör termik
- Fan motoru termik
- Donma koruması
- Düşük basınç vanası
- Yüksek basınç güvenlik valfi
- Faz koruması

17.1.5 Soğutma Gruplarında Kullanılan Kompresör Tipleri

A) Scroll Kompresör

Birbiri içine geçmiş iki adet sarmal elemandan oluşan scroll kompresörler kompakt ve basit konstruksiyonu, düşük kapasitelerde yüksek volumetrik verimi, sessiz, titreşimsiz yapısı ve daha düşük yağ sirkülasyonu özellikleriyle yüksek basınç uygulamaları için çok uygundur. Scroll kompresör yaklaşık 65 kW soğutma kapasitesine kadar olan soğutma gruplarında kullanılmaktadır. Sarmal elemanlar arasında kalan boşluğa emme vasıtasıyla giren soğutucu akışkan, kompresör dönüşüyle birlikte sıkıştırılır ve tahliye ağzından atılır. Sarmallardan biri üzerindeki by pass kanalının açılıp kapanması ile kapasite kontrolü sağlanır.

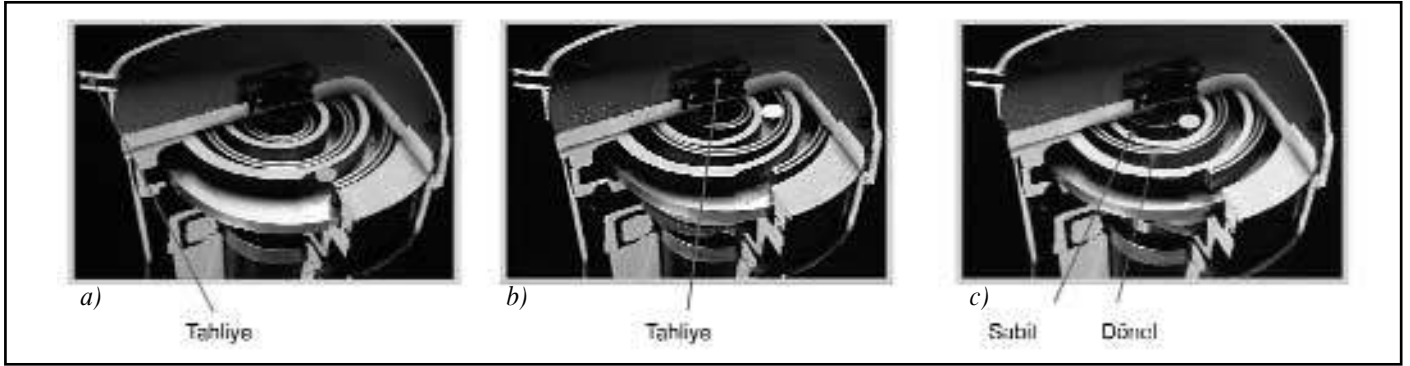
B) Vidalı Kompresörler

Tek Vidalı Kompresör

R134a ve R407C soğutucu akışkanları için optimize edilmiş bu kompresörler kompakt ve robust dizaynlarıyla yıllar boyunca güvenilir ve verimli bir işletim sağlamaktadır.

Tek vidalı kompresörler düşük işletim ve bakım maliyetleriyle dikkati çekmektedirler. Büyük kapasiteli GEA soğutma gruplarında da kullanılan bu tip kompresörler; komposit rotor malzemesi, contaları yağlayan, ses oluşumunu önleyen ve yağ dolaşım sistemini basitleştiren likid enjeksiyon sistemi, sadece üç adet dönel parçası, simetrik sıkıştırma sistemi ve güvenilir yatak tasarımıyla bakım maliyetini minimuma indirmektedir.

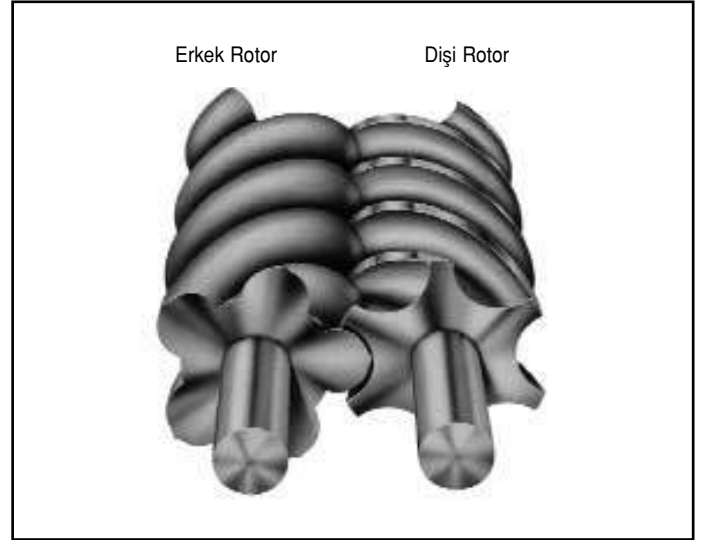
Bu kompresörlerde kullanılan emiş gazı soğutmalı motor; homojen gaz dağılımı, daha iyi soğutma, sabit sıcaklık ve dolayısıyla daha



Şekil 17.8. SCROLL KOMPRESÖR ÇALIŞMA PRENSİBİ, a) EMME, b) SIKIŞTIRMA, c) TAHLİYE



Şekil 17.9. SCROLL KOMPRESÖR BİLEŞENLERİ



Şekil 17.11. ÇİFT VİDALI KOMPRESÖR



Şekil 17.10. TEK VİDALI KOMPRESÖR

uzun motor ömrü sağlar. Yağ pompasının olmadığı bu kompresörde minimum düzeyde titreşim oluşmaktadır. Yukarıda belirtilen bu özelliklerin sonucu olarak bu tip kompresörler için gereken bakım periyodu ortalama 40.000 işletme saati olarak belirlenmiştir.

Çift Vidalı Kompresör

Bu tip kompresörler iki adet helisel vidalı dişli mekanizmadan oluşmaktadır. Emme hattından alınan gaz, vida dişlileri arasında sıkıştırılarak basıncı artırılır.

C) Santrifüj Kompresörlü Soğutma Grupları

En yüksek kapasiteye çıkabilen bu tip kompresörler, pozitif güçle

sıkıştırma olmadan, dönme etkisiyle soğutucu akışkanın yüksek sıcaklığa ve basınca gelmesi prensibi ile çalışır. Tek veya çok kademe olabilen bu tip kompresörlerin kapasite kontrolü yönlendirici kanatlarla yapılır.

D) Pistonlu Kompresörlü Soğutma Grupları

Pistonlu kompresörlerde pozitif etkili bir silindir piston mekanizması sayesinde soğutucu akışkan sıkıştırılır. Sıkıştırılan bu akışkan kondenserde yoğunlaştırılarak soğutma prosesinin gerçekleşmesi sağlanır. Bu tip kompresörler HVAC uygulamalarında kullanılan en eski tiptir. Kapasite kontrolü adım kontrollüdür.

17.1.6 Soğutma Gruplarında Verim

Soğutma gruplarının seçimindeki en önemli faktörlerden biri de soğutma grubunun soğutma kapasitesinin, harcadığı enerji miktarına oranıdır. Soğutma gruplarında iki tip verim tanımı vardır.

1. Anma yükündeki verim. Anma yükündeki verim COP veya EER olarak tanımlanır. COP kompresör soğutma kapasitesinin, kompresöre verilen elektrik enerjisine oranıdır. EER soğutma kapasitesinin sisteme verilen toplam enerjiye oranıdır. İkisi arasında gözönüne alınan enerji tüketimi tanımı nedeniyle küçük bir fark vardır. EER tanımında birim farkı da söz konusudur.

COP veya EER= Q/W

Burada;

COP = Performans katsayısı (Coefficient Of Performance)

EER = Enerji verimlilik oranı (Energy Efficiency Ratio)

Q = Üretilen soğutma (Watt veya Ton Soğutma)

W = Tüketilen enerji miktarı (W veya kW)

1. Kısmi yükteki verim. Kompresörde kısmi yüklerde çalışmada verim düşümü meydana gelir. Sistem gerçek hayatta çoğu zaman kısmi yüklerde çalışır. Dolayısıyla kompresör gerçek verimi kısmi yüklerdeki çalışmayı dikkate alan bir verim olmalıdır. Standart kısmi yük verim tanımı IPLV değeridir. IPLV %25, %50, %75, %100 kısmi yük değerlerindeki verimlerin ağırlıklı ortalamasıdır.

$$IPLV = 0.01 A + 0.42 B + 0.45 C + 0.12 D$$

Burada;

IPLV = Standart kısmi yükteki verim veya çalışma verimi (Integrated Part Load Value)

ARI Standartlarında;

A = % 100 Kapasitede kW enerji / Ton Soğutma

B = % 75 Kapasitede kW enerji / Ton Soğutma

C = % 50 Kapasitede kW enerji / Ton Soğutma

D = % 25 Kapasitede kW enerji / Ton Soğutma

2. Uygulanan farklı koşullardaki kısmi yükte verim değeri (APLV=Applied Part Load Value)

APLV değeri; IPLV değerinin ARI Standart değerleri dışındaki, değişik su ve hava koşuluna karşı gelen özel tanımlanan A, B, C, D değerleri ile çözümlüdür.

Tek kademeli tek kompresörlü küçük ünitelerde kısmi yük bulunmadığından dolayı sadece COP veya EER değerleri kullanılırken, daha büyük gruplarda cihazın gerçek performansını gösteren IPLV değeri önem kazanır.

Yüksek binalarda ve iş merkezlerinde kullanılan soğutma grupları için ASHRAE tarafından tavsiye edilen minimum verim değerleri aşağıda belirtilmiştir:

Hava Soğutmalı Soğutma Grupları için:

Q < 150 Ton ise COP = 2,7; IPLV = 2,8

Q > 150 Ton ise COP = 2,5; IPLV = 2,5

Su Soğutmalı Soğutma Grupları için

Q < 150 Ton ise COP = 3,8; IPLV = 3,9

150 < Q < 380 Ton ise COP = 4,2; IPLV = 4,5

Q > 380 Ton ise COP = 5,2; IPLV = 5,3

IPLV değeri bir cihazın verimliliğini sadece dört noktayı referans alarak hesaplamaktadır. Oransal kontrol imkanı olan soğutma gruplarında (vidalı veya santrifüj kompresörlü), daha detaylı kısmi yük verim tanımı ve buradan hareketle enerji harcaması değerleri hesaplanabilir.

17.2. SOĞUTMA KULELERİ

Soğutma kuleleri, iklimlendirme veya üretim işlerinde, soğutma suyu ısınsının atmosfere atılmasında kullanılan cihazlardır. Örnek olarak su soğutmalı soğutma gruplarında kondenser ısısı, soğutma kulelerinde soğutulan su vasıtasıyla dışarı atılır. Soğutma kulelerinde ısının çekilmesinde suyun buharlaşması esas olduğu için havanın yağı termometre sıcaklığı etkilidir.

Soğutma kuleleri açık ve kapalı olarak iki tiptedir. Açık soğutma kulelerinde, soğutulacak su direkt olarak hava içine küçük memelerden püskürtülür. Küçük damlacıklar halindeki su, etraftan geçen hava tarafından ve kendi buharlaşmasıyla soğutulur. Sudan havaya duyulur ve gizli ısı biçiminde ısı transfer edilir. Kapalı soğutma kulelerinde (evaporatif kondenserler) ise, soğutulacak su serpantin şeklindeki boruların içindedir. Borunun dışından ise soğutma havası geçer. Bu sırada boru dışına başka bir su püskürtülür. Bu suyun buharlaşması için gerekli ısı boru içindeki soğutulacak sudan çekilir. Böylece kapalı soğutma kulelerinde soğutulacak su dış ortamla temas etmeyecek, kapalı bir devrede yüzeyli bir soğutucuda soğutulmuş olur.

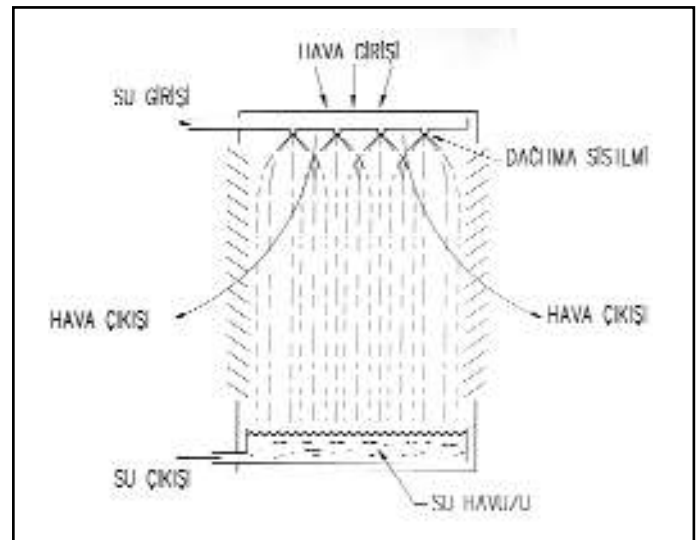
Kuledeki hava akışı zorlanmış ya da doğal olabilir. Isı geçiş yüzeyini arttırmak için dolgu malzemesi kullanılabilir. Zorlanmış akışlı olanlarda hava hareketi radyal veya aksiyal fanlarla sağlanabilir. Bu alternatiflerin her biri ayrı bir kule tipi oluşturur.

Kuleler değişik malzemelerden imal edilebilir. İnşai tip kuleler betonarme, ahşap, güçlendirilmiş plastik levhalar; standart kuleler ise genellikle çelik veya güçlendirilmiş plastik levhalardan imal edilirler. Çelik kulelerde korozyona karşı yalnızca galvanizli sac kullanılması veya sac malzemenin boyanması yeterli değildir. Korozyona dayanım için özel işlemden geçmiş, boyalı ve yüzeyi özel film tabakası ile kaplanmış saclardan mamul kuleler kullanılmalıdır. Örneğin, GEA soramat çelik soğutma kulelerinde kullanılan özel kaplama uzun ömür sağlamaktadır. Korozif nitelikte su veya atmosferik şartlar söz konusu olduğunda ise, plastik kulelerin kullanımı tavsiye edilir.

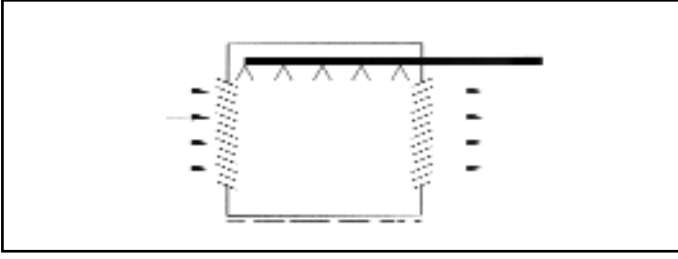
17.2.1. Kule Cinsleri

1. Atmosferik Kuleler (Şekil 17.12)

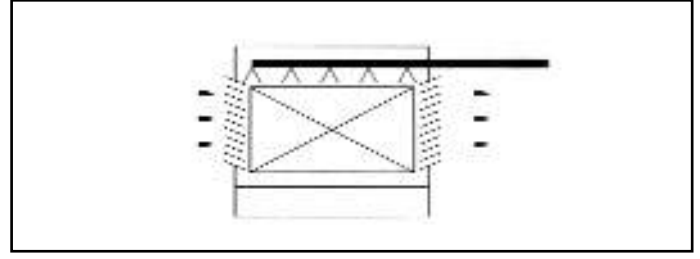
- Kuledeki hava hareketi rüzgâra bağlıdır.
- Su memelerle yukarıdan püskürtülür.
- Mekanik parçaları olmadığından uzun ömürlüdürler ve çok az bakım gerektirirler.
- Havanın resirkülasyonu görülmez.
- Eğer kule çok uzun ve darsa sirkülasyon pompasının basma yük-



Şekil 17.12. ATMOSFERİK SU SOĞUTMA KULESİ



Şekil 17.13. SPREYLİ KULELER



Şekil 17.14. DOLGULU KULELER

seklği fazla olmalıdır.

- Açık ve engeller olmayan sahalara yerleştirilmelidirler.
- Hava giriş ve çıkış yüzeyleri en sık esen rüzgâr yönüne konulmalıdır.
- Uzun konstrüksiyonlarda rüzgâr kuvvetine karşı önlem alınmalıdır.
- Kule rüzgâr altı taraflarında sık oluşma riski vardır.
- Su sıcaklığı rüzgâr yönü ve şiddetine göre değişir.
- Yaş termometre sıcaklığına yaklaşım derecesi iyi değildir.
- Maliyeti zorlanmış akımlı kuleler kadar yüksektir.

1.1. Spreyli Kuleler (Şekil 17.13)

- İçinde dolgu bulunmaz.
- Sadece tepede sprej memeleri bulunur.
- Bakım maliyeti azdır.
- Suyu atomize etmek için pompanın basma yüksekliği fazla olmalıdır.
- Memelerin tıkanması dengesizlik yaratır ve performansı düşürür.
- Rüzgâr nedeni ile kayıpları fazladır.
- Nisbeten küçük soğutma yükleri için uygundur.

1.2. Dolgulu Kuleler (Şekil 17.14)

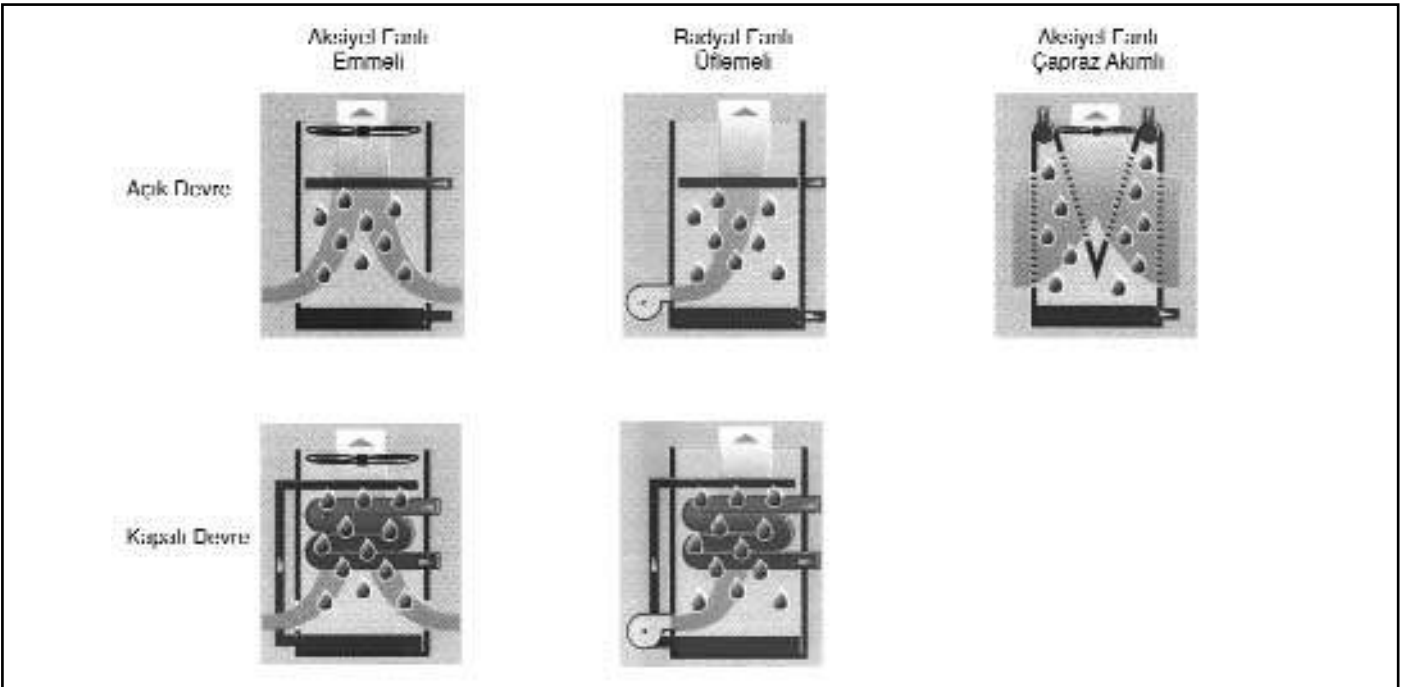
- Hava/Su temas yüzeyini ve zamanını artırmak amacıyla dolgu kullanılır.
- Performansı spreyli kuleden daha iyidir.

2. Zorlanmış Akımlı Kuleler (Şekil 17.15)

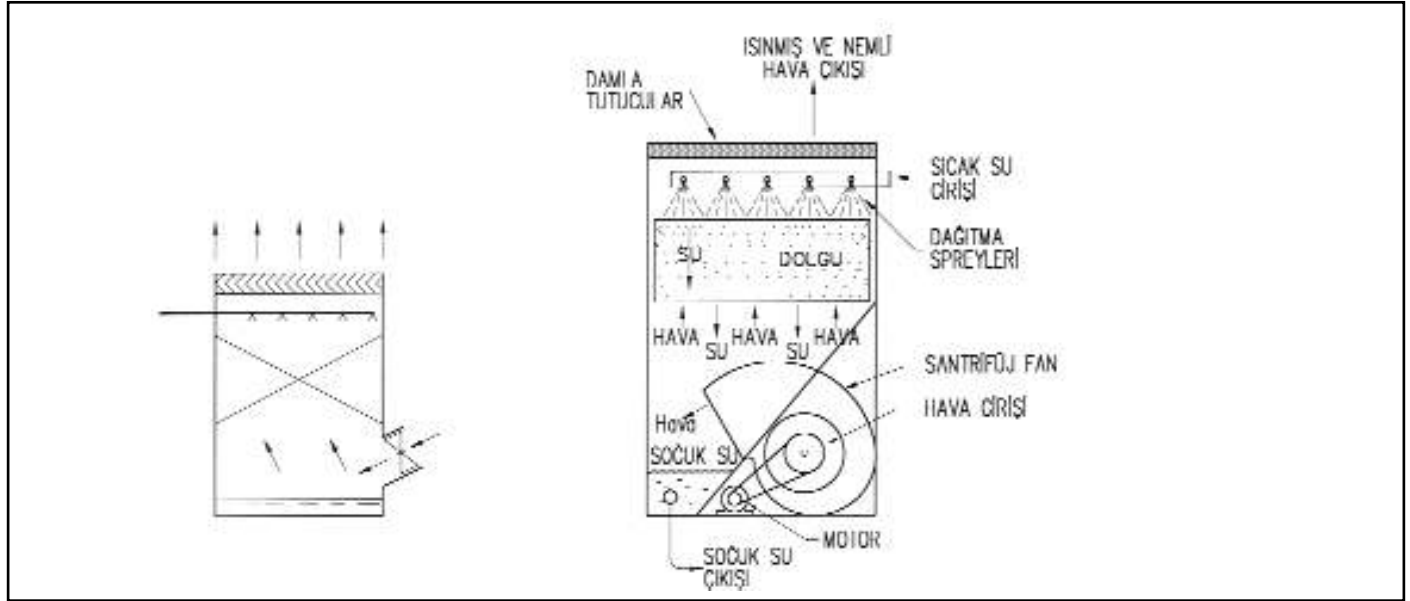
- Hava akımı fanlarla sağlandığından tam kontrolü mümkün olur.
- Gerektirdiği kaide alanı daha azdır.
- Su sıcaklığı kontrol edilebilir.
- Gerekli pompa basma yüksekliği azdır.
- Kule yerleşim yönü rüzgâra bağlı değildir.
- Verimli kulelerde yaş termometre sıcaklığına yaklaşım 1-1,5 °C kadar olabilir. Ama pratikte 3-4 °C tercih edilir.
- Fan gücünden dolayı işletme maliyeti yüksek olabilir.
- Mekanik arızalar performansı düşürebilir.
- Çıkış havasının girişe resirkülasyonu önlenmelidir. Aksi halde kule performansı düşer.
- İşletme ve bakım maliyeti doğal akımlı kulelerden daha fazladır.
- Özellikle fanlardan kaynaklanan titreşim ve gürültünün problem yaratmaması için önlem alınmalıdır.

2.1. Üfleli Kuleler (Şekil 17.16)

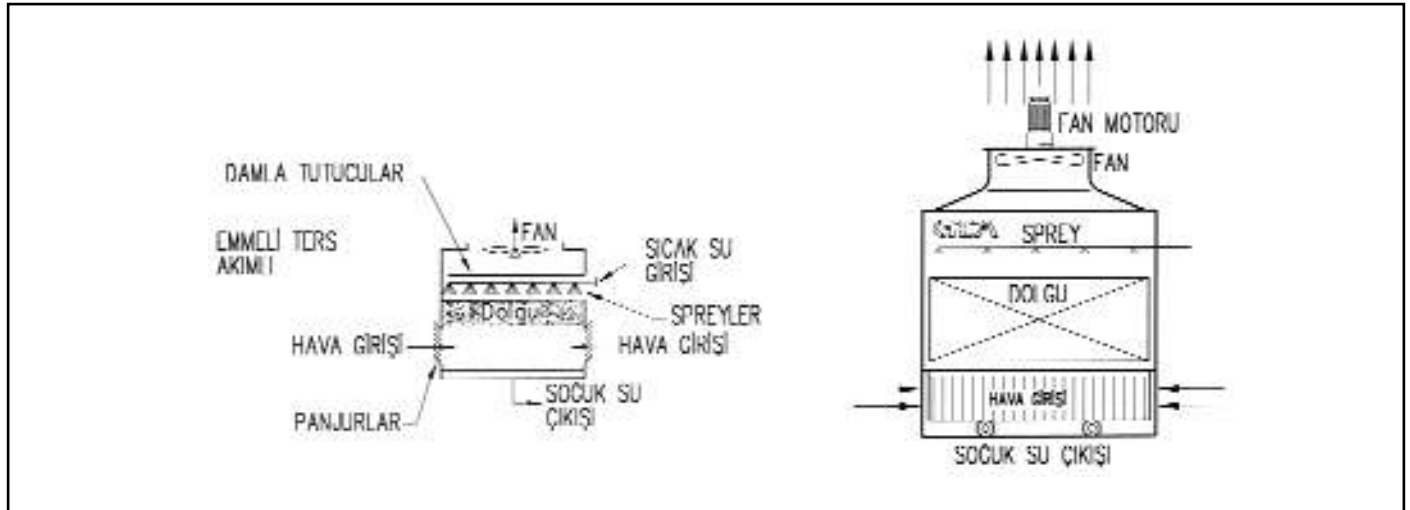
- Kule hava giriş kısımlarındaki fanlar dolgu üzerine havayı üfler.
- Mekanik aksam kule kaidesine yakındır. Böylece titreşim problemi azdır ve bakım sırasında kolay ulaşılabilir.
- Mekanik aksam girişteki kuru hava ile temas eder.
- Fan boyutları sınırlı olduğundan; fazla sayıda ve yüksek devirdeki daha küçük fanlar kullanılmasından dolayı emmeli kulelere göre daha fazla gürültü üretirler ama kule kendisi sönümleme özel-



Şekil 17.15. ZORLANMIŞ AKIMLI KULELER



Şekil 17.16. ÜFLEMELİ SU SOĞUTMA KULESİ



Şekil 17.17. EMMELİ SU SOĞUTMA KULESİ

likleri gösterir.

- Kışın fan üzerinde ve hava girişinde bloklar veya daralmalar şeklinde buz oluşturma eğilimleri vardır.
- Bazı tiplerinde eğer hava çıkış hızı düşük ise resirkülasyon riski vardır. Bu durumda hava hızlı bir şekilde kanallarla uzaklaştırılmalıdır.

2.2. Emmeli Kuleler (Şekil 17.17)

- Genellikle kule tepesinde yer alan fanla hava emilir.
- Daha büyük fanlar dolayısıyla daha düşük devir kullanılabilirdiğinden daha az gürültü ihtimali vardır.
- Yüksek giriş hızlarında tozlar emilebilir. Hava filtresi gerekebilir.
- Hava çıkış hızları yüksek olduğundan resirkülasyon ihtimali azdır.
- Fanlar üst tarafta yer aldığından titreşime daha eğilimlidir.
- Bakım sırasında mekanik aksama daha zor ulaşılabilir.
- Mekanik aksam nemli hava akımına maruz kalmaktadır.
- Fanlar tabanda yer almadığından, taban alanı üfleme kuleye göre daha küçüktür.

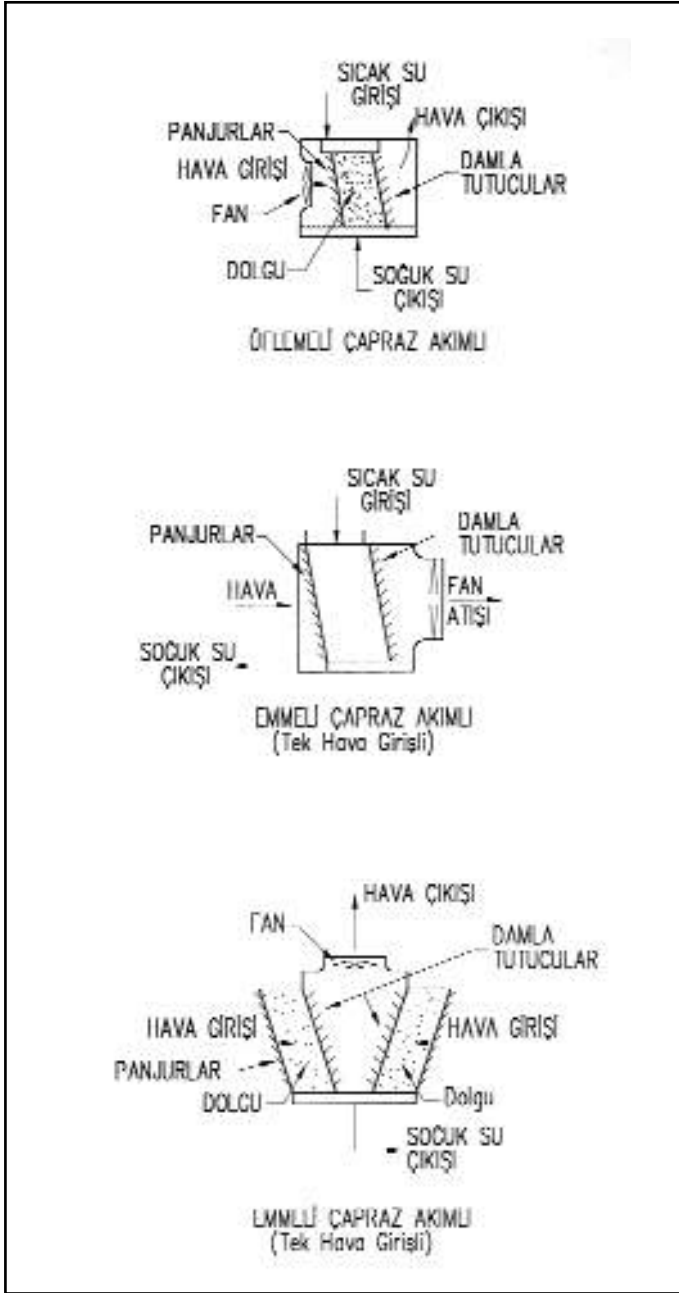
- Havanın yukarıdan akan suya göre ters yönde dik olarak emildiği ters akımlı kulelerde en soğuk su en kuru hava ile karşılaşır, maksimum performans elde edilir.

2.3. Çarpaz Akımlı Kule (Şekil 17.18)

- Ters akımlı kuleye göre daha büyük taban alanına sahiptir.
- Hava giriş yerleri tüm kule yüksekliğinde yer alabilir. Kule boyu kısa olduğundan mimari kısıtlamaya uyabilir.
- Kapalı bölgeye yerleştirildiğinde resirkülasyon riski vardır.
- Gerekli pompa basma yüksekliği azdır.
- Su dağıtım sistemine kolayca ulaşılabilir.
- Eğer kule içeride kullanılmıyorsa toz ve pisliğe karşı önlem alınmalıdır.
- Çift girişli kulelerde hava girişinin engellenmemesine dikkat edilmelidir.

17.2.2. Soğutma Kulesi Seçimi İçin Gerekli Bilgiler

- Soğutulacak su debisi veya kule kapasitesi



Şekil 17.18. ÇAPRAZ AKIMLI SU SOĞUTMA KULESİ

- Gerekli kule kaide alanı
- Titreşim ve gürültü seviyesi (Gürültü problemi olan mekanlarda daha sessiz olan ve susturucu kullanması daha kolay olan santrifüj fanlı (üflemlili) kuleleri tercih ediniz. Eğer gürültü çok önemli bir faktörse kolayca kontrol edilebilen yüksek frekansta sesler yayan fansız enjektörlü kuleler kullanılmalıdır.)
- Gerekli fan gücü
- Pompa grubunun maliyeti veya karşılanması gereken kayıplar
- Pompa ve fanlara çekilecek enerji hattı maliyeti
- Elektrik kontrolleri ve bağlantıları
- Kuleden makina dairesine kadar borulama maliyeti
- Eğer üretici tarafından sağlanmıyorsa su toplanma havuzu, pislik tutucu, taşma, blöf hatları maliyeti
- Eğer üretici tarafından sağlanmıyorsa kesme ve kontrol vanaları maliyeti
- Kuleye ulaşımı sağlayacak geçişler ve merdivenlerin maliyeti
- Fan ve pompaların yıllık işletme saatine göre gerekli enerji giderleri
- Beklenen ömür ve amortisman süresi
- Bakım ve onarım maliyeti
- Değişken yükleri karşılayabilme imkânı
- Kule havuzunun, dolgunun, su giriş süzgecinin ve spreyleyin kolay ulaşılabilir ve temizlenebilir olması
- Yedek parça bulma kolaylığı
- Üretici güvenilirliği ve tecrübesi

Eğer kule kondenser seviyesinden daha aşağıya konulacaksa, sifonlama veya kapanma sırasında taşma problemleri olabilir. Eğer sifonlama ile kondenser susuz kalırsa tekrar başlangıçta su şokuna uğrayabilir. Böyle durumlarda sifonlama ve geriye akış için gerekli önlemler alınmalıdır.

Eğer kule makina dairesinden çok uzaksa veya alt seviyede ise sirkülasyon pompası kule yanına yerleştirilebilir.

Eğer sabit kondenser sıcaklığı isteniyorsa by-pass hattı kullanılır (Şekil 17.19).

Eğer kondenser kule ile aynı seviyede ise (Yük olmadığında, akış by-pass hattından geçerken kule hattında akış olmamasını garanti altına almak için üç yollu vana kullanılır.)

Pompa emiş hattına ek basınç kaybı getirmemek için ayırma vanası A noktasına konulmamalıdır (Şekil 17.20).

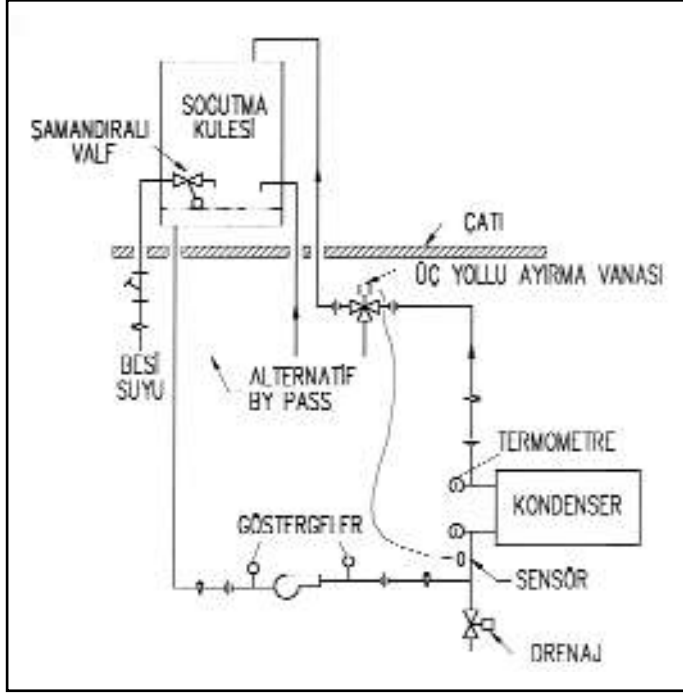
17.2.3. Soğutma Kulesi Tesisatında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Sirkülasyon pompasının karşılaması gereken kayıplar; kule tepesi ile havuzu arasındaki statik yükseklik, emme ve basma hatlarındaki sürtünme kayıpları, kondenserdeki basınç kaybı, kontrol vanası, pislik tutucu ve sprej memelerindeki kayıplardır.
- Normalde borulardaki su hızları 1.5 - 3.6 m/s seçilir.
- Kule drenajı önceden göz önüne alınmalıdır.
- Kule taşma hattı drenaja bağlanmalı ve üzerine vana konulmamalıdır.
- Temizlik için kule yakınına bir tesisat çekilmelidir.
- Make-up hattına ek olarak sistem doldurma hattı da olmalıdır.
- Eğer paralel kondenseler kullanılıyorsa en büyük kayıplı olan göz önüne alınır. Balans vanaları kullanılabilir.

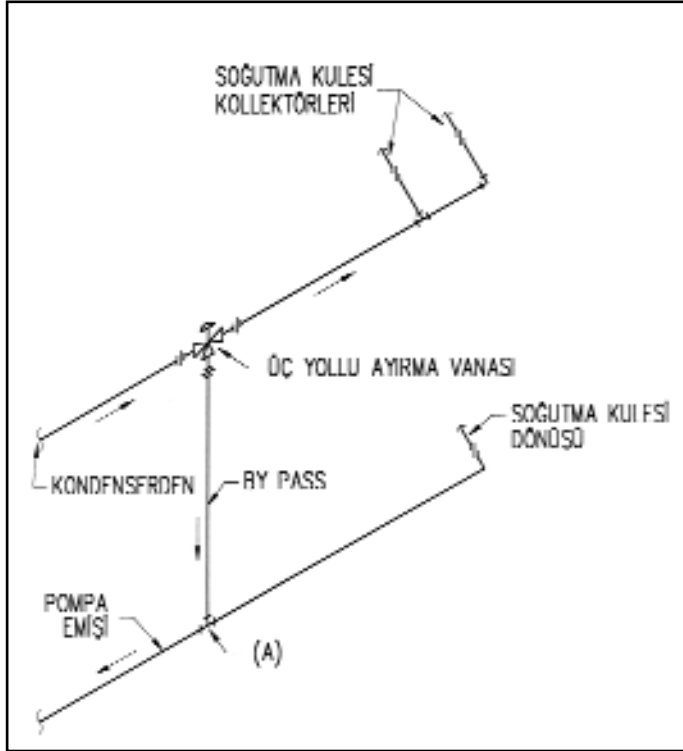
- Soğutulacak su giriş sıcaklığı
- Soğutulacak su çıkış sıcaklığı
- Yaş termometre hesap sıcaklığı
- Yerleştirileceği yerin planı ve mekandaki kat planı, yükseklik, genişlik, ağırlık, görünüm gibi mimari sınırlamalar.
- İstenilen ses seviyesi, kule yakınlarında gürültüye hassas mekanların olup olmaması.
- Kulenin yıl içinde kullanılma zamanları ve kullanılacak yerdeki iklim şartları (donmaya karşı önlem için)
- Kullanılacak suyun analizi.
- Deniz seviyesinden yükseklik

Seçilen Soğutma Kuleleri Arasında Bir Değerlendirme Yapabilmek İçin Bilinmesi Gerekenler;

- Soğutma kulesinin satın alma maliyeti



Şekil 17.19. BY-PASS HATLI KULE DEVRESİ



Şekil 17.20. KULE HATTI AYIRMA VANASI YERLEŞİMİ

- Emme hattında kullanılacak pislik tutucuların giriş ve çıkışına, temizleme gerekliliğinin anlaşılabilmesi için, ölçüm noktaları konulmalıdır.
- Borulardaki basınç düşümü azaltılmaya çalışılmalıdır.
- Borularda hava ceplerinin oluşmasını önlemek için eğimli yapılmalıdır.
- Havuz tabanından hava emilerek pompalarda kavitasyon oluşma-

sı engellenmelidir.

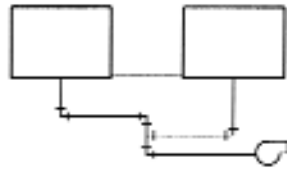
- Pompanın performanslı çalışması için emme hattı düz boru uzunluğu en az beş çap uzunluğunda olmalıdır.
- Sirkülasyon pompalarının susuz çalışmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Su toplama havuzuna seviye ölçer konulmalıdır. Gerekli ilk pozitif basınç için havuz seviyesi pompa seviyesinden yukarıda olmalıdır.
- Eğer birden fazla kule bağlanacaksa kayıplar dengelenmelidir. Ayrıca her kulede eşit su seviyesi sağlamak için denge hattı kullanılmalıdır. **Şekil 17.21**
- Eğer kondenser alt seviyede ise; **Şekil 17.22**
- A ve B arası by-pass hattı ile kule hattı dengeli olmalıdır. By-pass hattı basınç kaybı kule hattı kayıplarından daha az olmalıdır ki; vana tamamen açık olduğunda kule hattına su gitmesin (Kelebek vana tercih edilmeli)
- Otomatik kontrol vanasının tam açık olduğu durumda pompa aşırı yüklemesini ve kule taşmasını önlemek için vana kuleye yakın konulmalıdır.
- **Şekil 17.23'deki** tavsiyelere uyulmalıdır;
- Ayrıca ilk yol verme kolaylığı için vanalar daima minimum havuz seviyesi altında olmalıdır.
- Eğer kulenin birden fazla girişi varsa, her hücreye dengeli akış için balans vanaları; gerekli ise hücreleri izole etmek için kesme vanaları kullanılmalıdır.
- Kule havuzu işletme ve taşma seviyeleri arasında kolonları ve diğer dağıtım kollektörlerini doldurabilecek ek hacme sahip olmalıdır.
- Tüm donma ihtimali olan borular izole edilmeli ve ısıtılmalıdır.
- Eğer fan motoru güç kesme anahtarı kuleden uzakta, servis sırasında kazaları önlemek için muhakkak kule üzerinde de güç kesme anahtarı bulunmalıdır.
- **Şekil 17.24'de** bir kondenser-soğutma kule devresi tip projesi verilmiştir.

17.2.4. Soğutma Kulesi Montajı

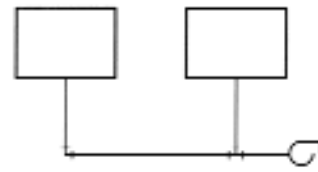
Kuleyi yerleştirirken dikkat edilecekler;

- Kuleyi mümkün olduğunca sıcak hava ve kirlenici madde bulunduran (baca v.s.) kaynaklardan uzağa koymak gerekir.
- En iyi yerleştirme alanı yüksek bina çatıdır.
- Yüksek binalar arasında yer alan alçak bina çatısına yerleştirilmede gürültü ve performans problemleri olabilir.
- Su veya buz damlacıklarının problem yaratacağı ya da uzağa taşınabileceği yerlere yerleştirmemelidir.
- Mümkünse gürültüyü yansıtabilecek geniş duvarlardan 6 m uzağa koymalıdır.
- Kulenin gürültülü olmayan tarafını gürültüye hassas bölgeye çevirmelidir.
- Mümkünse doğal ses kesicilerden (etraftaki ağaçlar, tepeler v.s.) yararlanmalıdır.
- Eğer kule titreşime karşı izole edilecekse kuleye bağlantısı olan diğer boruları, elektrik tavaralarını da bir sistem olarak düşünmek gerekir. Kule serbest titreşimi bunlar tarafından önlenmemeli ve yaşanan bölgelere iletilmemelidir.
- Kule yakınında duvar var ise kule hava çıkış seviyesi en az duvar

İKİ SOĞUTMA KULESİ

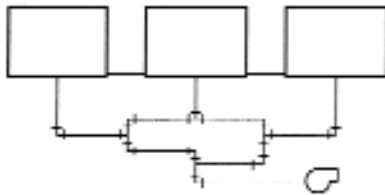


UYGUN

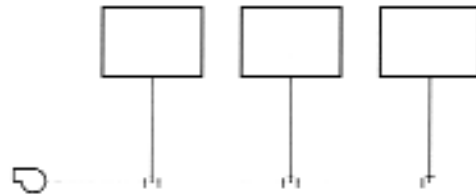


UYGUN DEĞİL

ÜÇ SOĞUTMA KULESİ

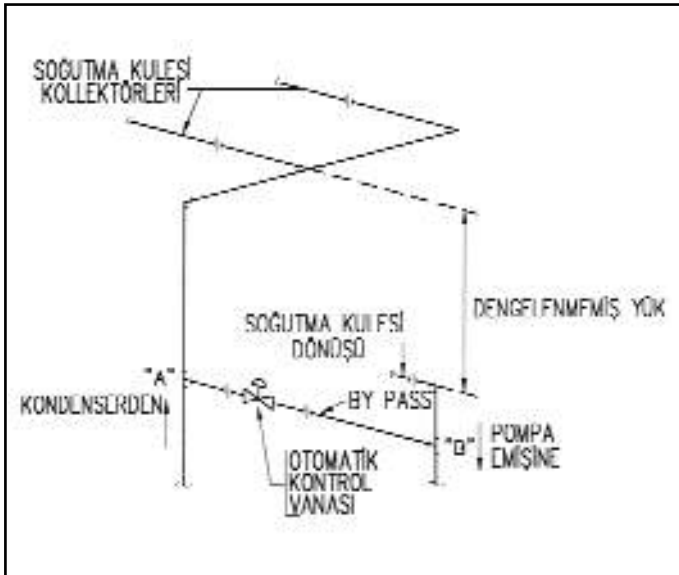


UYGUN

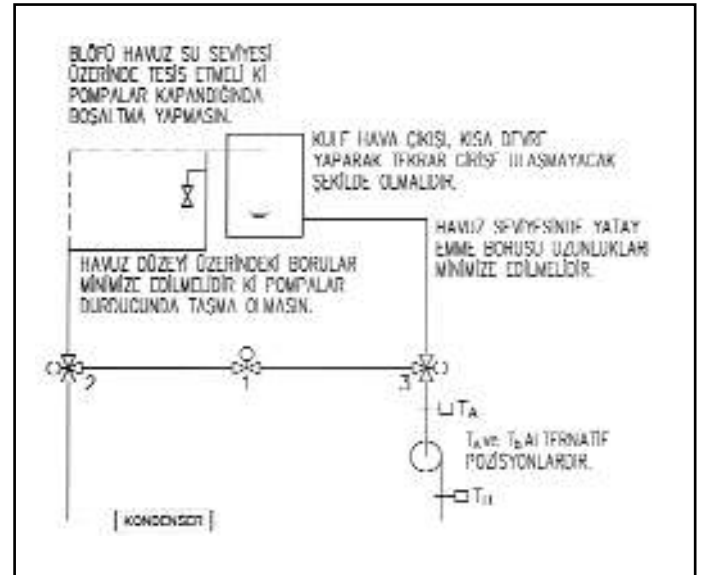


UYGUN DEĞİL

Şekil 17.21. BİR DEN FAZLA KULE BAĞLANTISI



Şekil 17.22. KONDENSER ALT SEVİYEDE



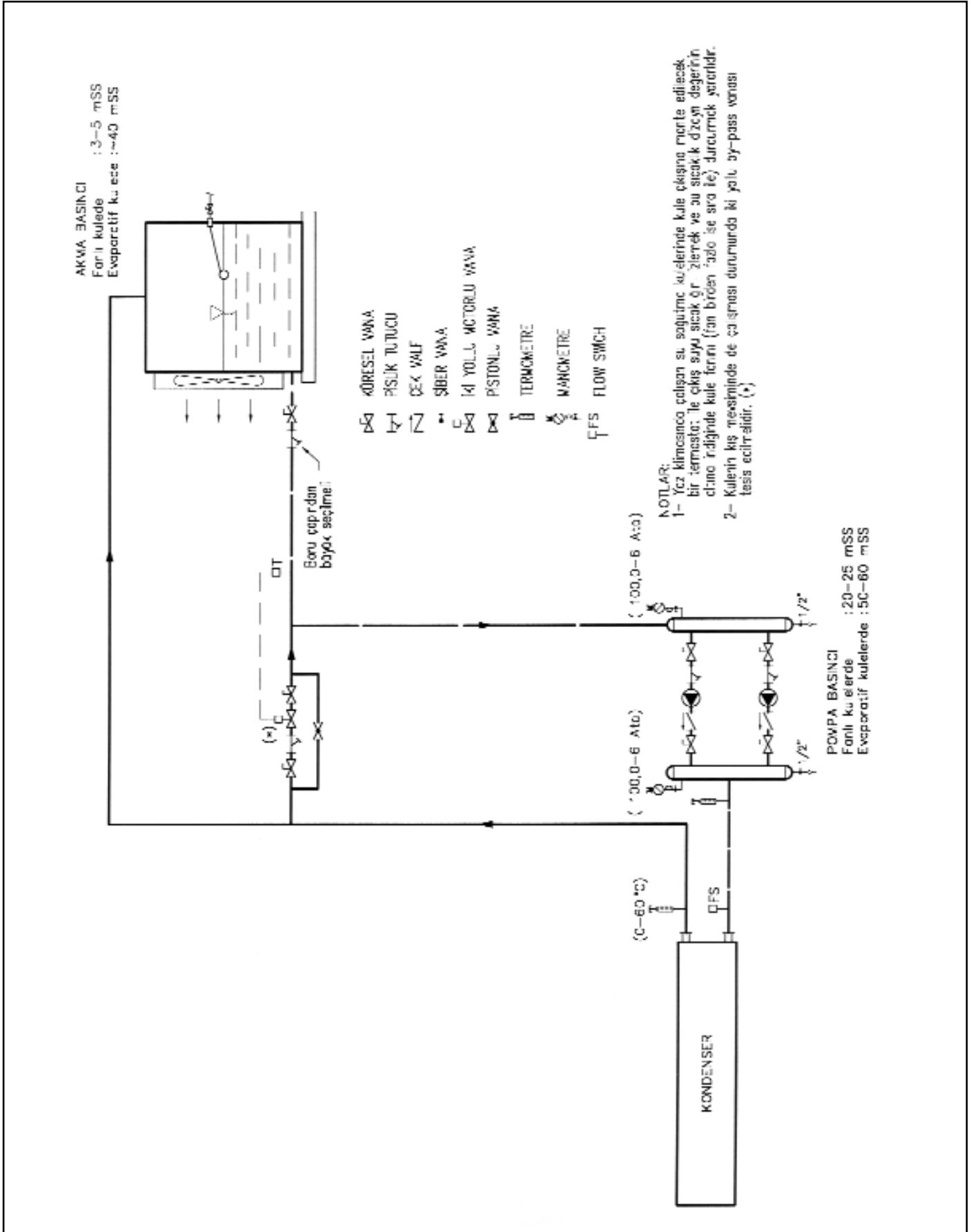
Şekil 17.23. TAVSİYELER

seviyesinde olmalıdır. Aksi halde kule performansını % 15-50 etkileyen resirkülasyon meydana gelir (Şekil 17.25).

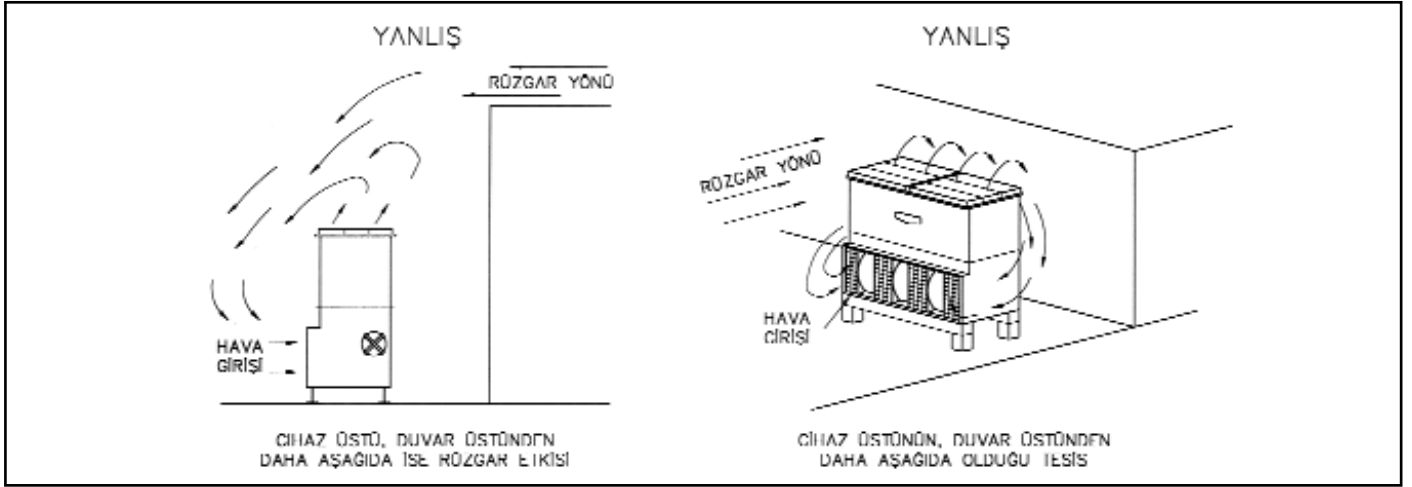
- Resirkülasyonu önlemek için ya kule yükseltilir veya başlık kullanılır. Ama başlık kullanımında kayıplardan dolayı fan motoru büyür (Şekil 17.26).
- Kule duvara yakın konulacaksa hava giriş tarafı aksi istikamete konmalıdır. Eğer bu yapılamıyorsa kule yerden yüksekliğine ve büyüklüğüne göre belli bir mesafe uzağa konulmalıdır. Eğer ye-

terli mesafe yoksa duvara olan mesafe 1,2 ve 1,8 m'den az olmak üzere başlık kullanılmalıdır (Şekil 17.27).

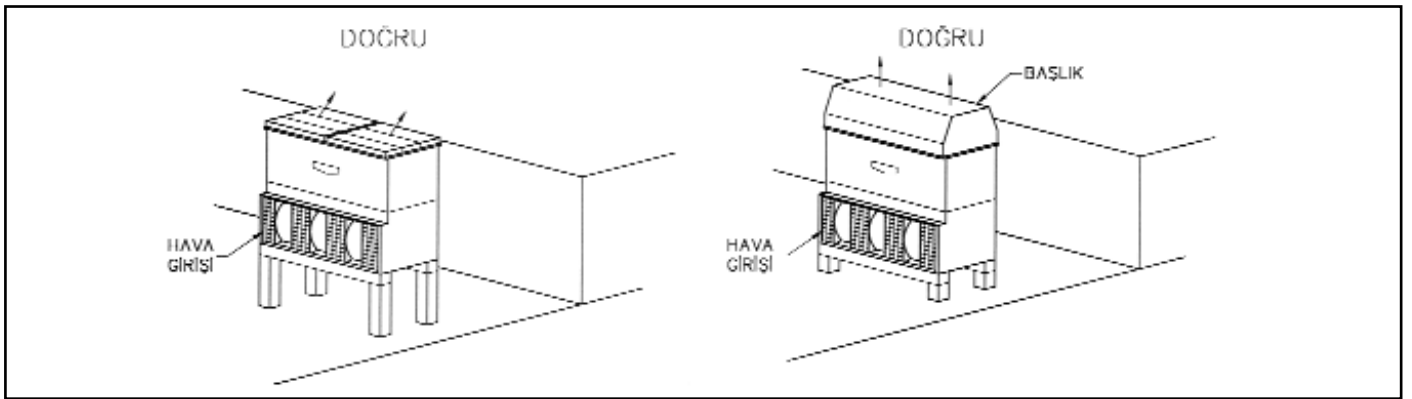
- Birden fazla kule yerleştirilecekse Şekil 17.28'de görüldüğü gibi yerleştirilmelidirler.
- Eğer hava giriş yerleri karşılıklı konulacaksa kule yüksekliği ve büyüklüğüne göre arada belli bir mesafe bırakılmalıdır. Eğer yer darsa aradaki mesafe 1,8-3,0 m'den az olmamak üzere başlık kullanılmalıdır (Şekil 17.29).



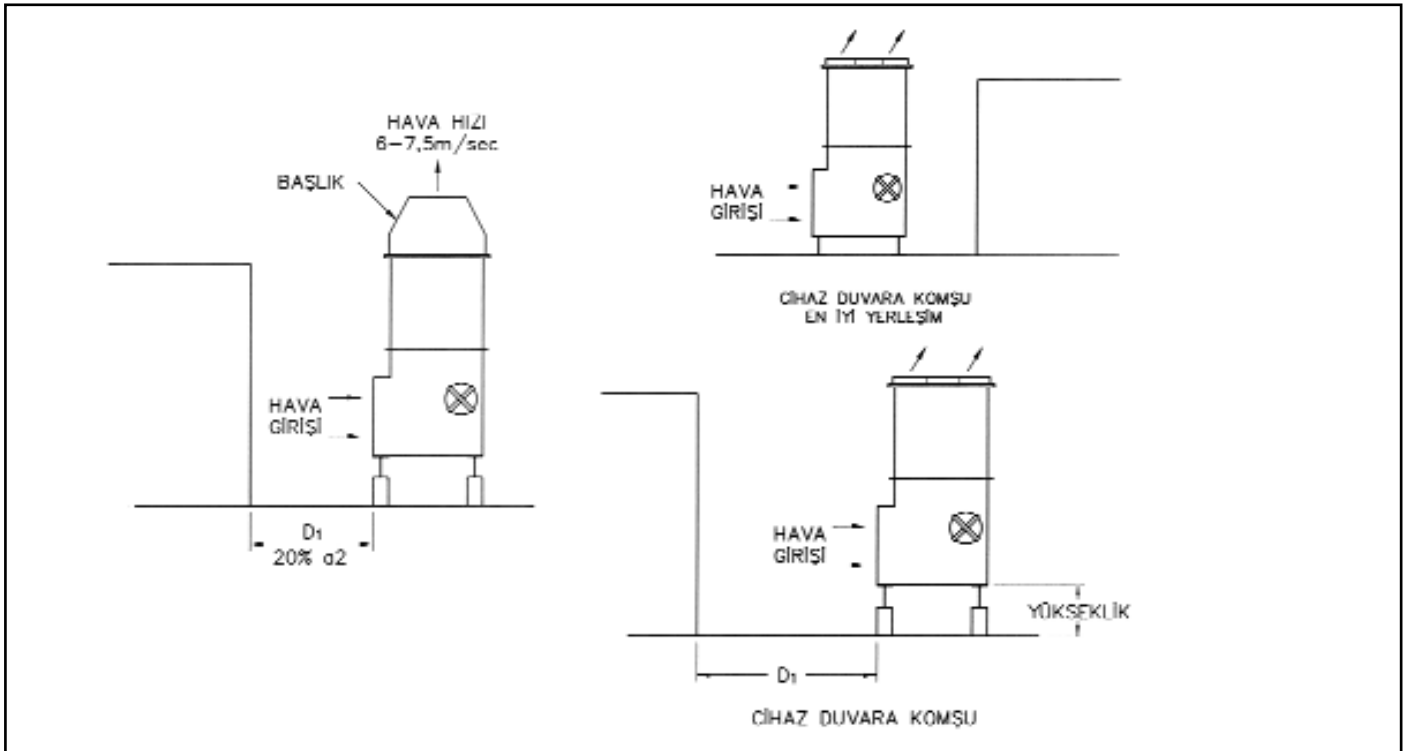
Şekil 17.24. KONDENSER - SOĞUTMA KULESİ DEVRESİ TİP PROJESİ



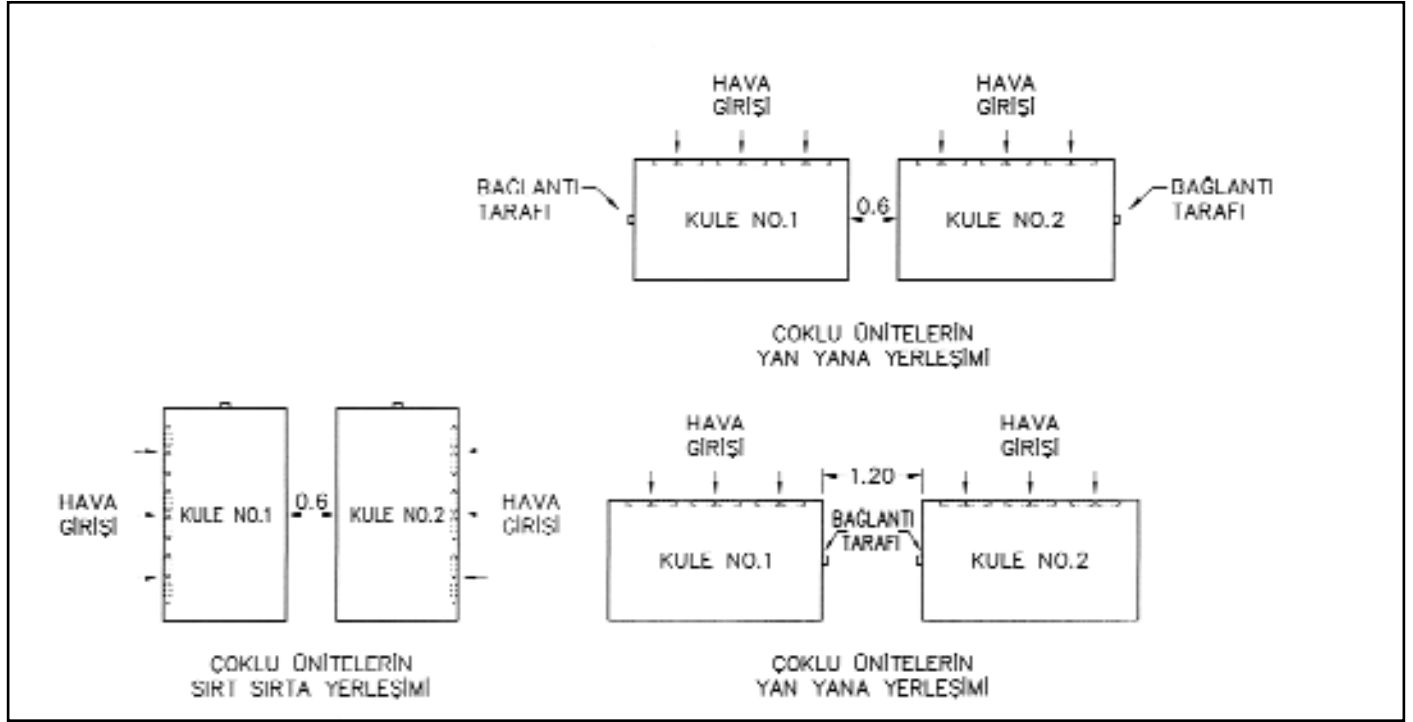
Şekil 17.25. KULE HAVA ÇIKIŞ SEVİYESİ DUVARIN ALTINDA OLMAMALIDIR



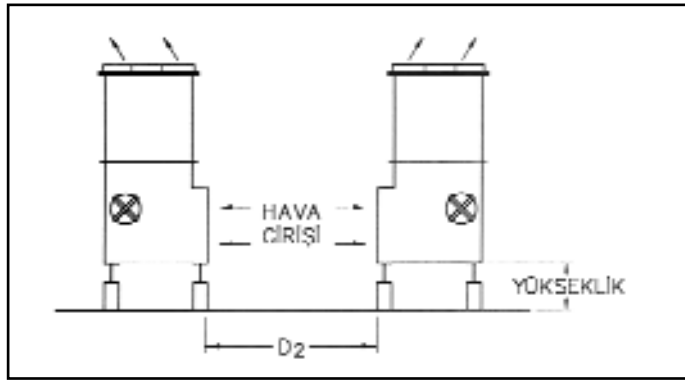
Şekil 17.26. KULE YÜKSELTİLİR VEYA BAŞLIK KULLANILIR



Şekil 17.27. DUVARA YAKIN YERLEŞİM



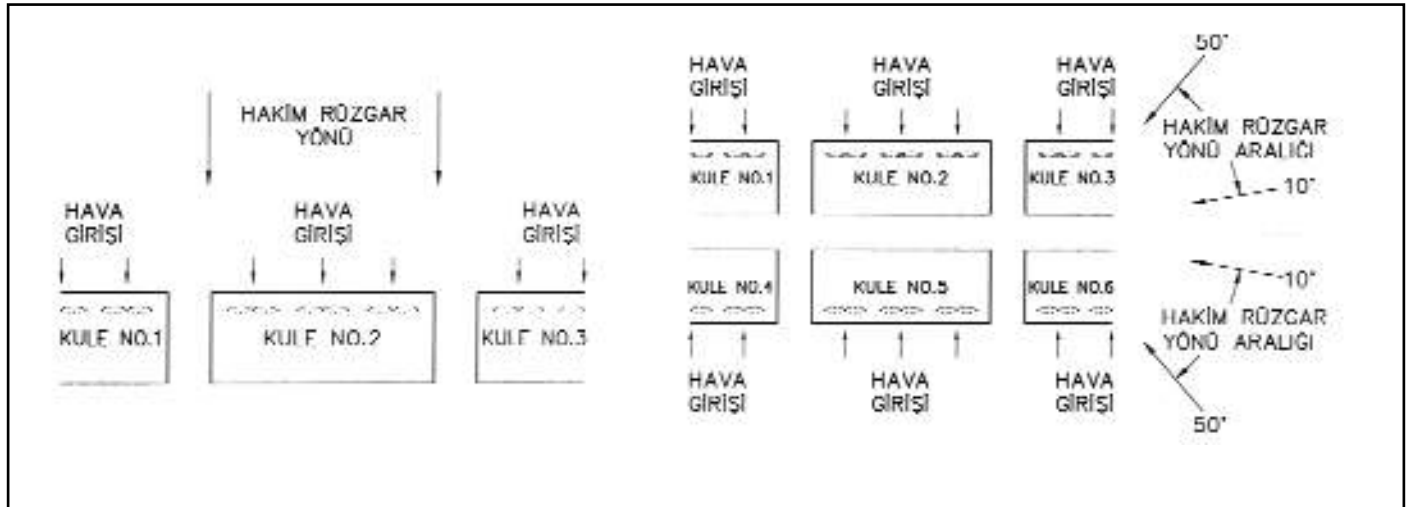
Şekil 17.28. İKİ KULE YERLEŞİMİ



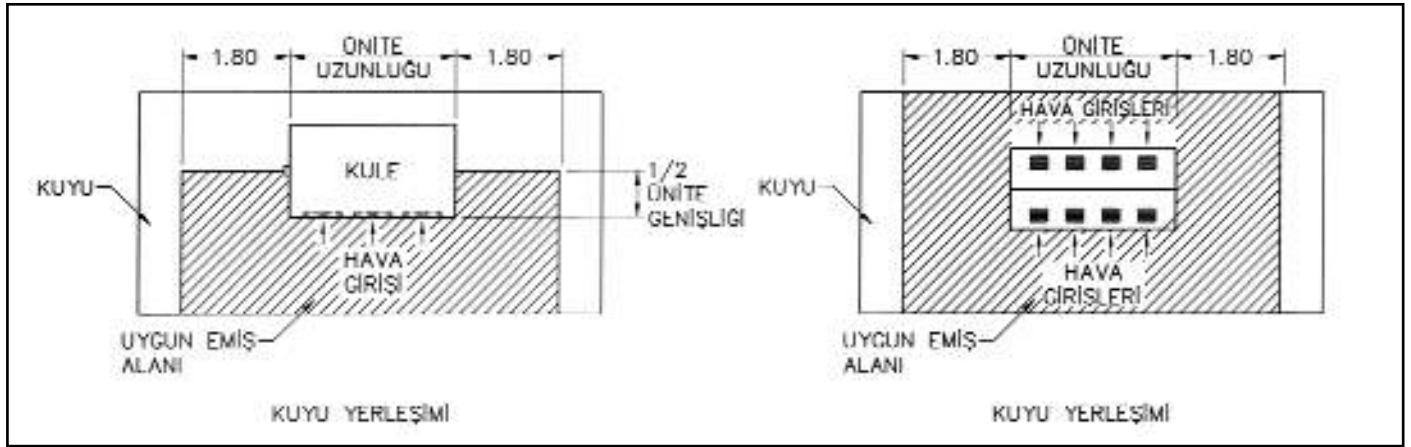
Şekil 17.29. KARŞILIKLI HAVA EMİŞİ

- Çok büyük kuleler birarada kullanıldığında, çok miktarda hava kullanıldığından ortam havası yerel şartlardan farklı olarak genellikle yaş termometre sıcaklığı yüksek olur. Ayrıca baskın rüzgâr yönü gözönüne alınmalıdır. Rüzgâr yönü olarak en sıcak günlerde esen rüzgârın yönü dikkate alınmalıdır (Şekil 17.30).
- Kule dört tarafı çevrili bir yerde kullanılacaksa resirkülasyonu önlemek için aşağı doğru hava hızı 1,5 m/s başlıkla ise 2 m/s olmalıdır. Kule için belli bir kullanılabilir alan gerekmektedir (Şekil 17.31).

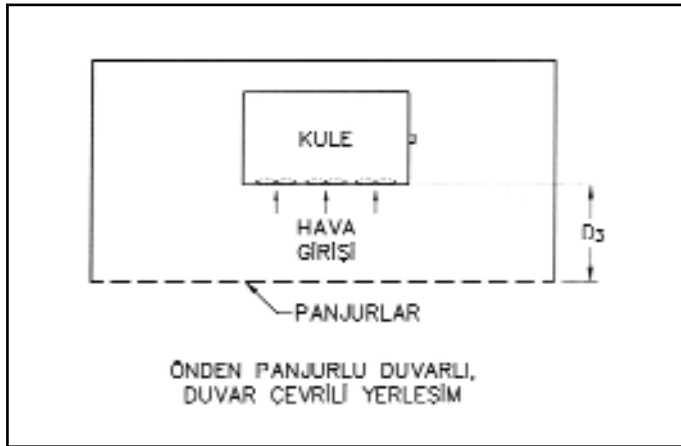
Eğer kule üst tarafı açık dört tarafı çevrili bir mekana yerleştirilecekse hava giriş duvarı en az % 50 net serbest alana sahip olmalıdır. Resirkülasyonu önlemek için hava aşağıdan yukarı doğru, en az basınç kaybı ile en fazla 3 m/s olacak şekilde yönlendirilmelidir (Şekil 17.32.A).



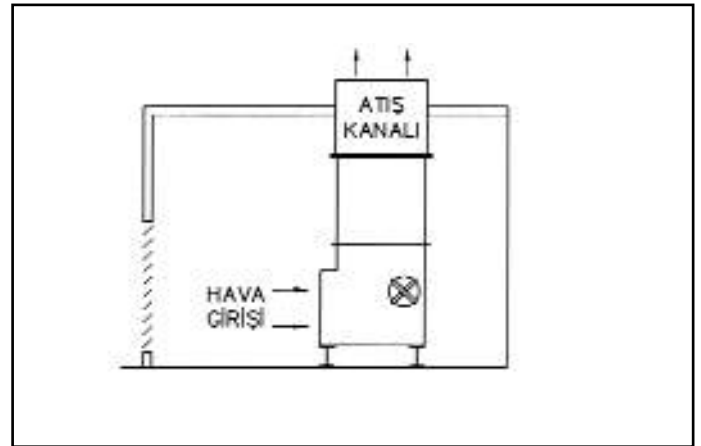
Şekil 17.30. HAKİM RÜZGAR YÖNÜ



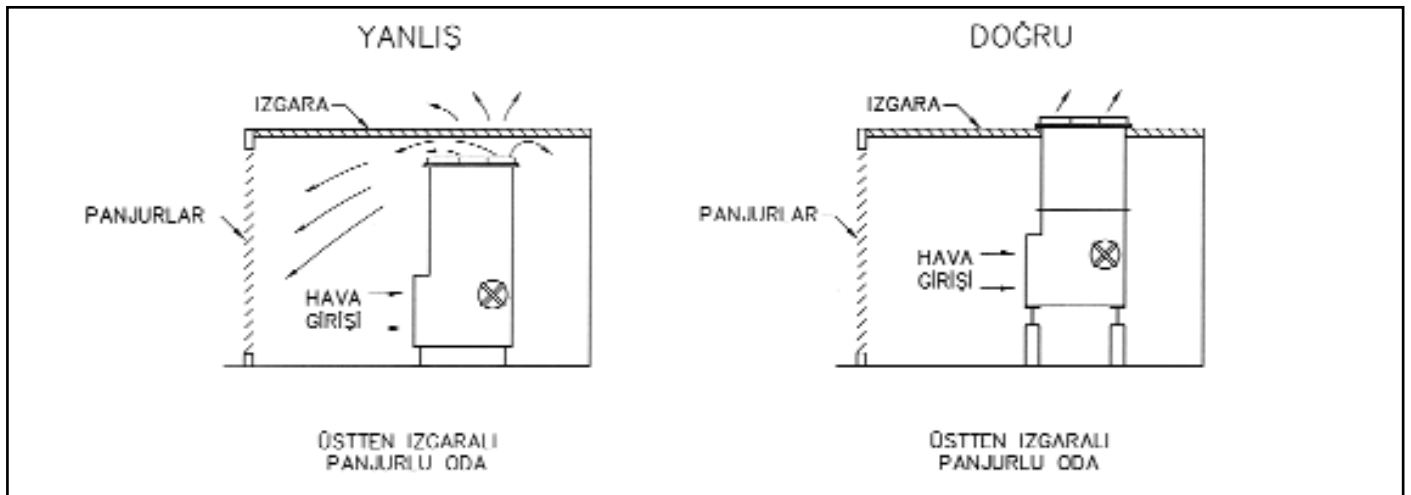
Şekil 17.31. KULE İÇİN GEREKLİ ALAN



Şekil 17.32.A. DUVAR ÇEVRELİ YERLEŞİM

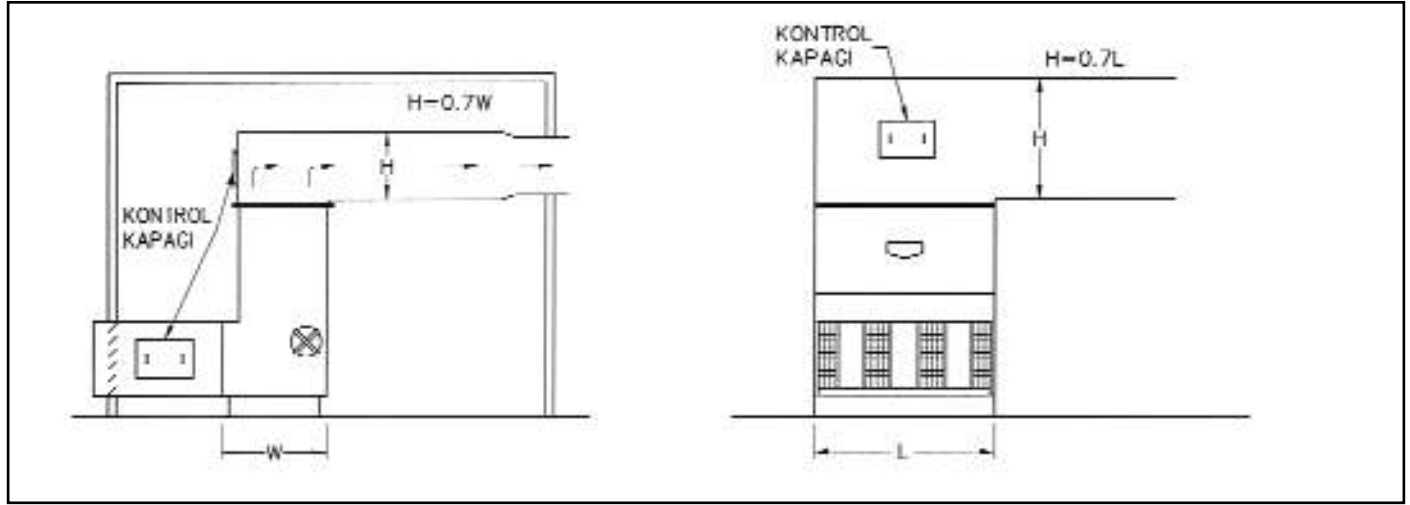


Şekil 17.32.B. İÇ MEKANA YERLEŞİM



Şekil 17.32.C. IZGARA YAPIMI

- İç mekan plenum olarak kullanılıyorsa hava giriş menfezlerinde hava hızı 4 m/s'yi geçmemelidir (Şekil 17.32.B).
- Kule bulunan yerin üstüne ızgara yapılacaksa kule çıkış ağzını kapatmamalıdır (Şekil 17.32.C).
- İç mekanlarda kullanılan kulelerde hava çıkış kanalı statik basıncı 150 Pa'dan fazla ise kullanılacak santrifüj kuleler dikkatli seçilmelidir.
- Odada bulunan diğer ekipmanlar kule hava giriş yerlerine kule büyüklüğüne göre en az 0,9-1,5-1,8 m mesafede bulunmalıdırlar.
- Eğer giriş ve çıkışta kanal kullanılacaksa keskin dirseklerden kaçınılmalıdır. Hava giriş hızı en fazla 4 m/s, çıkış hızı ise 5 m/s olmalıdır (Şekil 17.32.D).



Şekil 17.32.D. KANAL KULLANIMI

17.2.5. Soğutma kulesi ile soğutma grubu bağlantısı

Şekil 17.33'de 3 adet soğutma grubu bir tek kuleye bağlanmıştır. Soğutma gruplarının kapasiteleri aynıdır. Yani her bir grup pompası eşleniktir. Böylece tek bir yedek pompa kullanılmıştır. Soğutma kulesi olarak aksiyal fanlı plastik soğutma kulesi kullanılmaktadır. Fan iki devirli olarak seçilmiştir. Kule emme ve basma hattı ortak olarak çekilmiştir. Bir diğer yol ise her bir gruptan ayrı hat çekilmesi ve hatların kule girişinde birleştirilmesidir. Bu yedekleme anlamında bir avantaj sağlayabilir. İlk durumda gruplar ve kule arasındaki gidiş hattında, kaçak vs gibi problemler oluştuğunda tüm sistemin durması gerekirken, ikinci durumda iki adet soğutma grubu çalışmaya devam edecektir. Yalnız aynı yedeklemenin kuleden geliş hattına da uygulanması gerekir. kule ile pompa emiş kolektörü arasında bir de yedek ikinci hat çekilmelidir. Bilgi işlem, haberleşme tesisleri gibi kesinti olmaması gerekli olan yerlerde bu yöntem emniyeti artırmak bakımından uygulanabilir. Boru hattında yapılan yedeklemenin yanı sıra kulede de yedekleme yapmak gerekir. Bu durumda tek fanlı bir kule kullanmak yerine, çok hücreli ve çok fanlı (radyal fanlı) soğutma kulesi kullanılmalıdır.

Şekil 17.34 kapasiteleri farklı kule ve grupların birbirlerinden tamamen bağımsız olarak bağlandığı bir sistemi göstermektedir. Her bir kule-grup ikilisinin bağımsız olması balanslama ve kontrolü kolaylaştırıcı bir faktördür.

Şekil 17.35'de ise kapasiteleri aynı olan üçer adet grup ve kulenin birbirlerine bağlandığı iki farklı sistem görülmektedir. Her bir kule-grup ikilisinin diğerlerinden tamamen bağımsız olmaması yedekleme anlamında bir avantaj getirmektedir. Birinci sistemde her bir kule ve grup arasında ayrı hatlar çekilmiştir. Kule ve pompa emişi arasındaki hat ise ortaktır. Balansın sağlanması için kule emişleri loop şeklinde birbirlerine bağlanmış, su seviyesinin ortak olmasını sağlamak için de kuleler arasında seviye dengeleme hattı çekilmiştir. Sistemin kontrolü kolaydır. Grup çalışmadığında ilgili pompa da kapatılmaktadır. Bu durumda her bir grup ve kule arası hattı ayrı olduğundan sistem balansında herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Şeklin ikinci yarısında ise kuleler ve grup arası hattın ortak olduğu bir sistem görülmektedir. Bu şekilde ortak hat olan bir sistemde, bir

grup çalışmadığı zaman ilgili kule ve pompanın durdurulması sistemin balansını bozabilir. Bunu önlemek için kule girişlerine iki yönlü on-off vana monte edilmiştir. Kule çalışmadığı zaman vanayı kapatarak kuleye su girişi önlenmektedir.

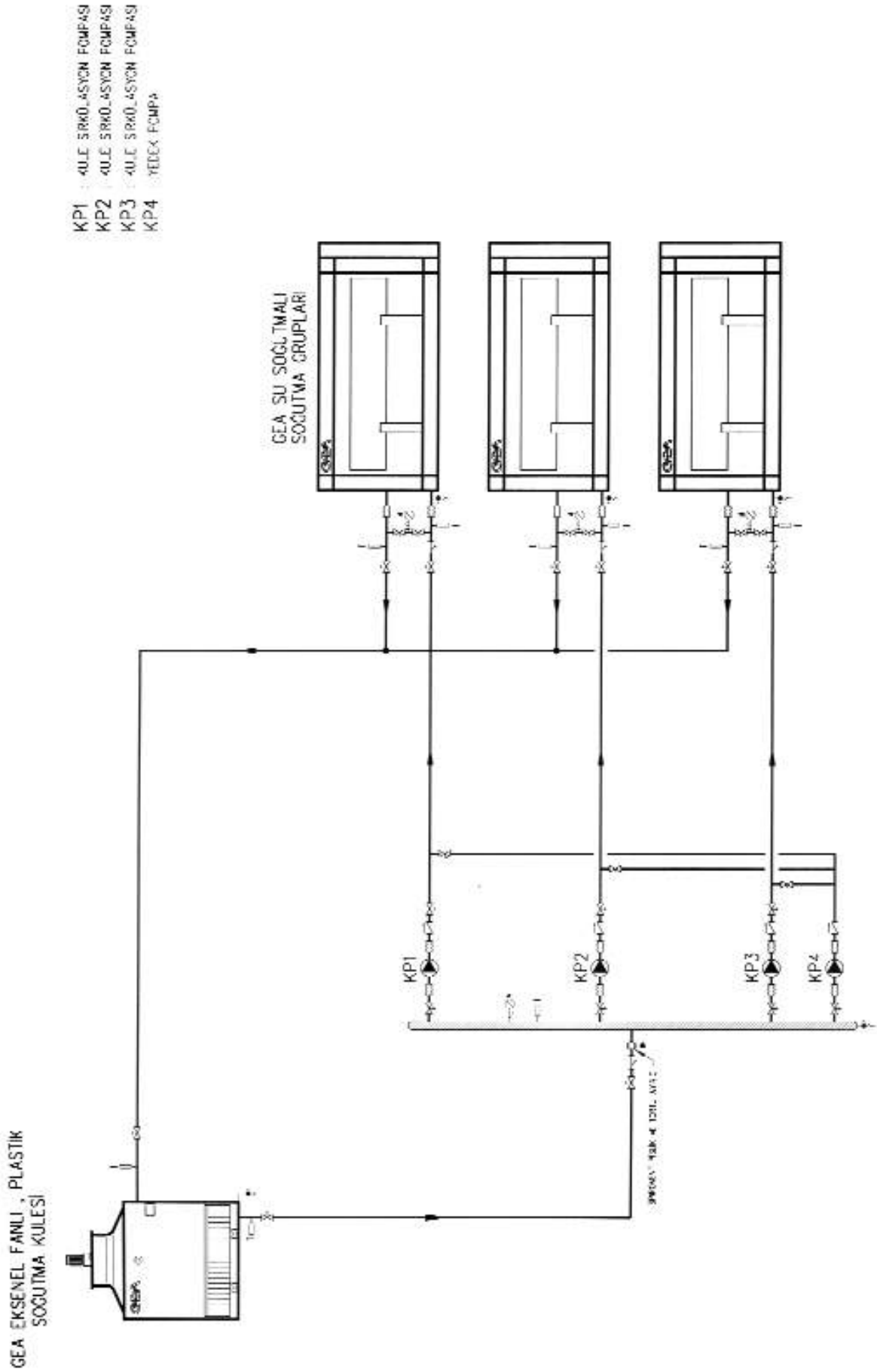
17.2.6. Soğutma Kuleleri İşletmesi

Kuleyi ilk işletmeye veya uzun süre bekleme periyodundan sonra işletmeye almadan önce yapılması gerekenler;

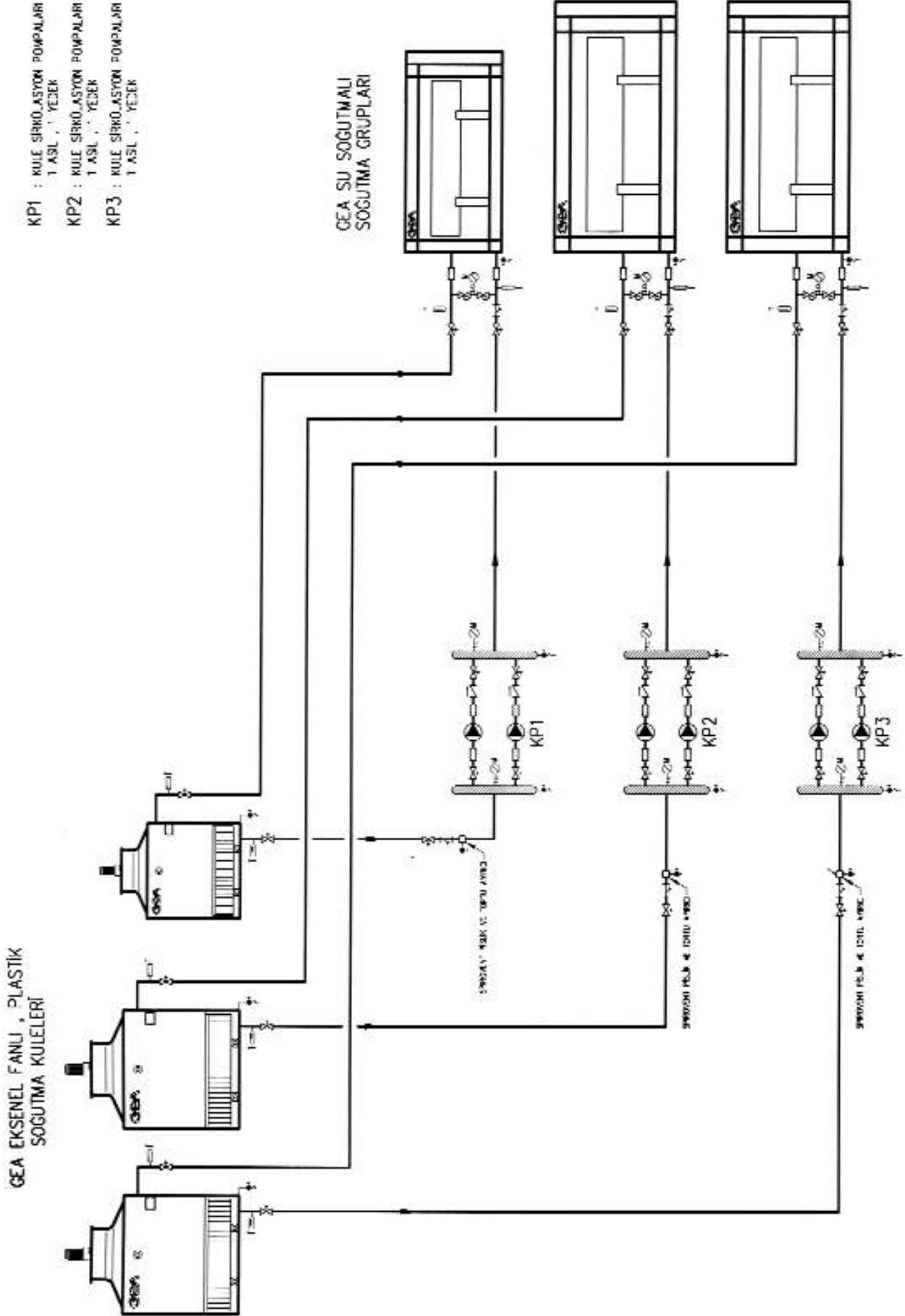
- Hava giriş yerleri, fanlar, eliminatörler, ısı transfer bölgesi ve kule havuzu toz ve kalıntılardan temizlenmeli.
- Sisteme pislik kaçmasını önlemek için kule havuzu pislik tutucusunu çıkarmadan havuzu temizleyin.
- Daha sonra pislik tutucuyu çıkarıp temizleyin.
- Kolayca dönüp dönmediğini anlamak için fanları elle döndürün.
- Fan kayışlarını kontrol edin, gerekliyse ayarlayın.
- Sezon başlangıçlarında fan şaftlarını ve motor yataklarını yağlayın. Rulmanlar fabrikada yağlanmış olmasına rağmen eğer kule işletilmeden 1 yıl beklemişse tekrar yağlanmalıdır.
- Make-up flatörü serbestçe çalışıp çalışmadığını kontrol edin.
- Taşma seviyesine kadar havuzu doldurun.
- Make-up flatörü kapanma seviyesini ayarlayın.
- Sprey memelerini ve ısı transfer kısmını kontrol edin.
- Eğer varsa fan sıkma sabitleme bileziklerini (locking collar) kontrol edin, gerekliyse sıkın.
- Fanlara yol verin ve uygun yönde dönüp dönmediğini kontrol edin.
- Tüm fan, motor voltaj ve akımlarını kontrol edin. Etiket değerlerini aşip aşmadığını kontrol edin.
- Sızma (blöf) hattını çalıştırın.

24 Saat Çalışmadan Sonra;

- Kulede herhangi bir rahatsız edici titreşim ve gürültü olup olmadığını kontrol edin.
- Havuzdaki su işletme seviyesini kontrol edin, gerekli ise ayarlayın.
- Fan kayış gerginliğini kontrol edip yeniden ayarlayın.
- Sprey memelerini ve ısı transferi kısmını kontrol edin.



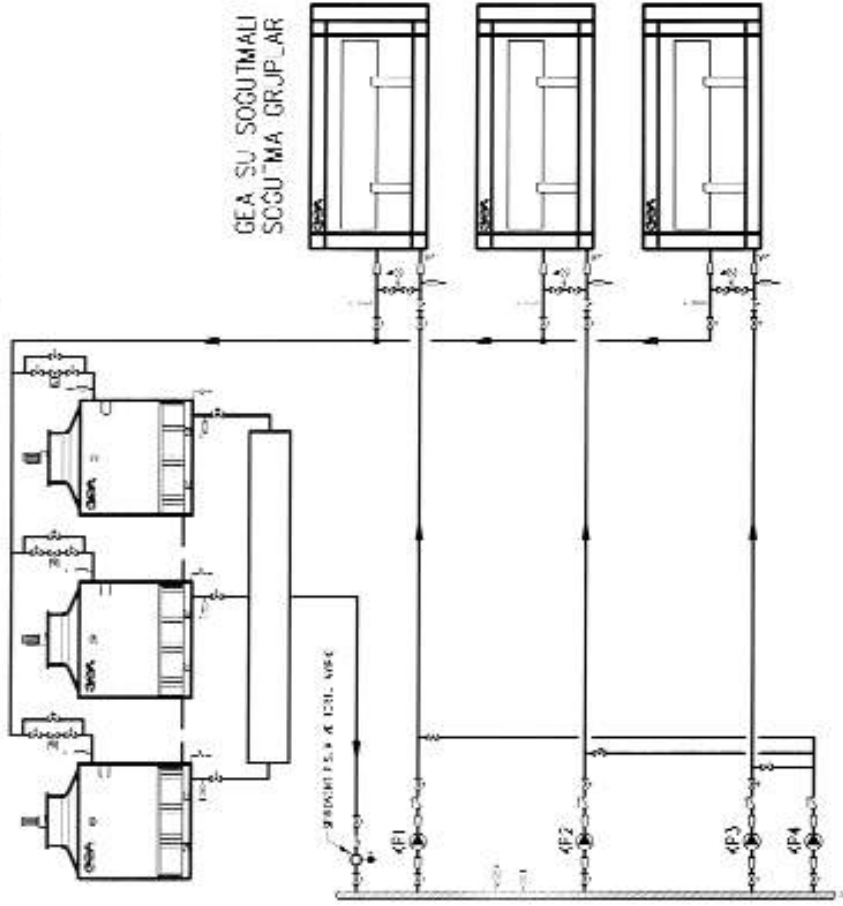
Şekil 17.33. ÜÇ SOĞUTMA GRUBUNUN TEK KULEYE BAĞLANMASI PROJESİ



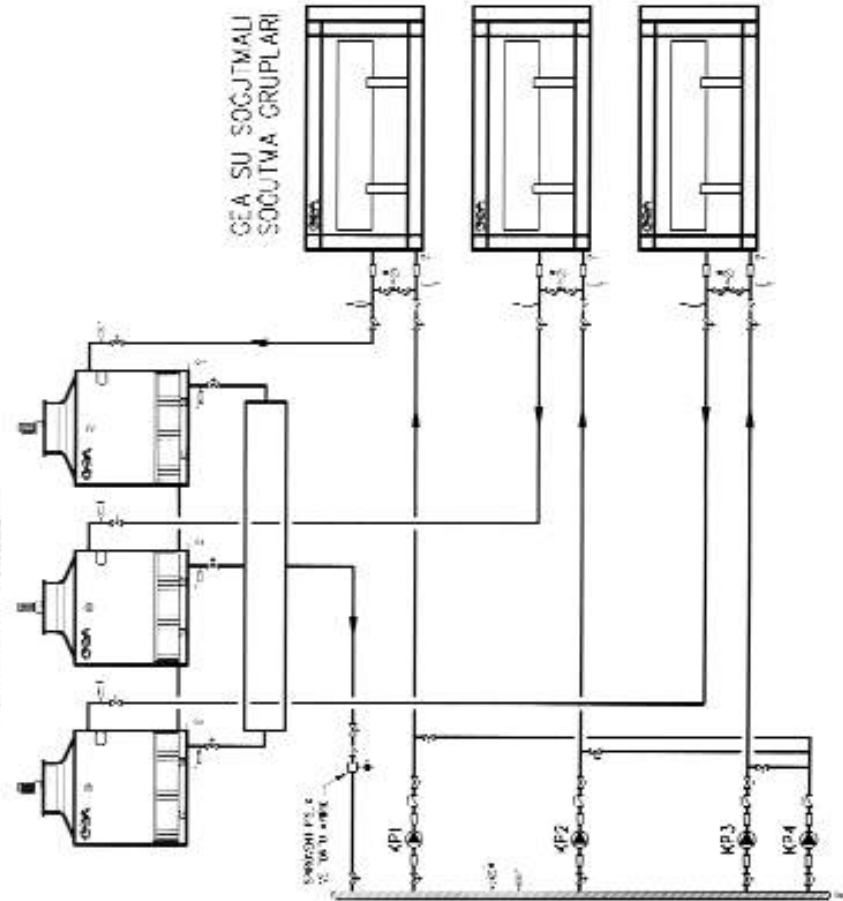
Şekil 17.34. KAPASİTELERİ FARKLI KULE VE GRUPLARIN BAĞIMSIZ BAĞLANTILI DEVRE PROJESİ

- KP1 KULE SIR40_ASY2N =CMF4SI
- KP2 KULE SIR40_ASY2N =CMF4SI
- KP3 KULE SIR40_ASY2N =CMF4SI
- KP4 YEDEK =CMF4

GEA EKSENEL FANLI , P_ASTIK SOGUTMA KULELERI



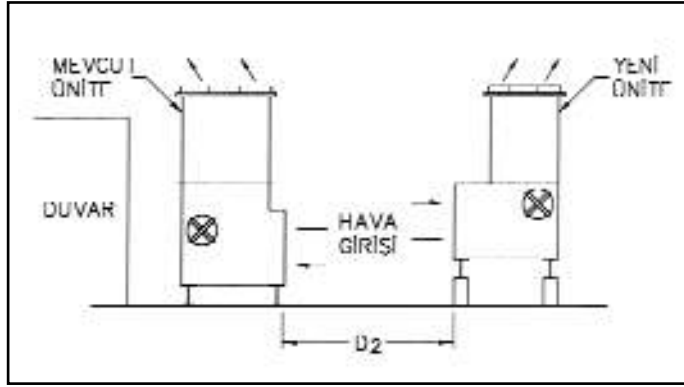
GEA EKSENEL FANLI , PLASTIK SOGUTMA KULELERI



Şekil 17.35. KAPASİTELERİ AYNI KULE VE GRUPLARIN ALTERNATİF BAĞLANTI DEVRELERİ PROJELERİ

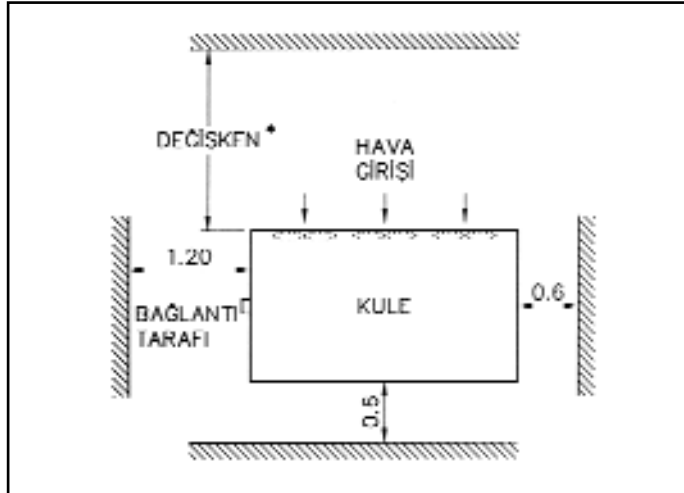
İşletme Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar:

- Hava giriş menfezlerinde oluşan küçük çaplardaki buzlanmalar fan dönüş yönünün belli bir süre değiştirilmesi ile önlenebilir.
- Performans testleri sırasında kule, borular, pislik tutucular tamamen temizlenmiş olmalıdır.
- Fanların yönü belirlenen yönde olmalıdır. Hava girişlerinde engeller olmamalıdır.
- Kule su debisi, ısı yükü, giren hava sıcaklığı hesap değerlerini belli toleranslar dışında aşmamalıdır ve okumalar sistem stabil halde iken yapılmalıdır.
- Kule havuzundaki su uygun seviyede olmalıdır.
- Pompa tam akışta test edilmelidir.
- Balans vanası dışında tüm vanalar açık olmalıdır.
- Sıcaklık okumaları kuleden 1-1,5 m. uzakta ve yatay olarak en fazla 1,5 m. uzaklıkla, zaman geçirmeden okumalı ve ortalamaları alınmalıdır.
- Üç yollu vana varsa ayarlanan şekilde çalışıp çalışmadığını kontrol edin.
- Eğer varolan sistemlere ilave yapılacaksa tüm kulelerin hava çıkış ağzları aynı seviyede olmalıdır (Şekil 17.36).



Şekil 17.36. İLAVE KULE HAVA GİRİŞİ

- Kulelerin periyodik bakımında motorların yağlanması, su dağıtım sisteminin temizlenmesi, temizlik ve motor tamiri için su toplama havuzuna giriş için yeterli alan bırakılmalıdır (Şekil 17.37).



Şekil 17.37. KULE SERVİS AÇIKLIKLARI

- Kondenser borularında basınç, sıcaklık ve debi ölçümü için gerekli bağlantılar olup olmadığını kontrol edin.
- Sprey memelerinin hepsinin çalışıp çalışmadığını kontrol edin.
- Varsa kontrol damperlerin çalışıp çalışmadığını kontrol edin.

Sezon Sonlarında Kulelerin Kapatılması;

- Havuz ve donmaya maruz olabilecek tüm borulardaki suyu boşaltın.
 - Gerekli zamanlarda havuz ve pislik tutucuyu temizleyin.
 - Kar ve yağmur suyunun uzaklaştırılabilmesi için drenajı açık bırakın.
 - Fan şaftı, motor yatakları ve diğer gerekli yerleri yağlayın.
 - Make-up hattı vanasını kapatın ve hattaki tüm suyu boşaltın.
 - Korozyon olup olmadığını kontrol edin gerekli ise tamir edin.
- Periyodik bakım tablosu **Tablo 17.38** verilmiştir.

17.3. KLİMA SANTRALLERİ

Klima santrallerini hücre dizilişlerine göre dört bölümde toplamak mümkündür. Bunlar,

- Yatay, boylamasına klima santralleri
- Çift katlı klima santralleri
- Yan yana klima santralleri
- Dik tip klima santralleri

Verilmiş olan sınıflamanın haricinde L-tipi hücre yerleşimleri de klima santrallerinde özel üretim olarak mümkündür.

Kullanım yerine göre bir sınıflama yapmak gerekirse bu sınıflama şu şekilde yapılabilir:

- Dahili tip (bina içine yerleştirilen) klima santralleri
- Harici tip (bina dışına yerleştirilen) klima santralleri
- Hijyenik tip klima santralleri

Klima santralleri fonksiyonlarına göre ise, şu şekilde sınıflanabilir,

- Taze havalı klima santralleri
- Karışım havalı klima santralleri
- Resirküle tip klima santralleri
- Isı geri kazanımlı klima santralleri
- Egzoz fanları

Klima santralleri bu sınıflamalardan bir veya birkaçına birden girebilir. Örnek olarak, bir klima santrali karışım havalı, ısı geri kazanımlı, harici tip ve aynı zamanda da çift katlı olabilir. Bunlarla ilgili örnekler konu ilerledikçe verilecektir. Isı geri kazanımı ve hijyen konusu detaylı olarak ayrı başlıklar altında incelenecektir.

17.3.1. Klima Santrali Uygulamalarına Örnekler

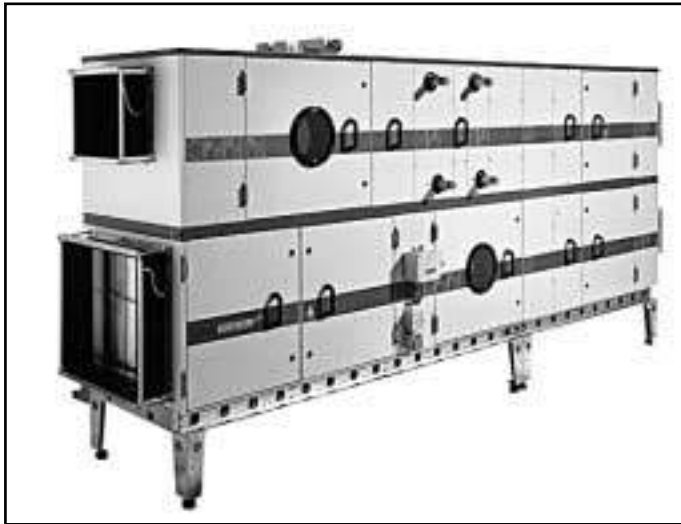
Taze hava klima santrali uygulaması:

Taze hava santrallerine ilişkin bir uygulama Şekil 17.42' de gösterilmiştir. Buna göre sistem %100 taze hava ile çalışmaktadır. Dışarıdan alınan taze hava öncelikle birinci kademe filtreden (No:1) geçirilip kaba filtreleme yapıldıktan sonra ikinci kademe filtreleme (No:2) ile daha hassas bir şekilde filtre edilmiş olur. Bulunulan mevsime ve santralin hitap ettiği kullanım alanına bağlı olarak ısıtma (No:3) veya soğutma serpantininde (No:4) şartlandırılan hava fan (No:6) vasıtası ile susturucu hücrelerine (No:8) basılır. Burada ses sönümlemesi gerçekleştirildikten sonra hava, kanallar vasıtası ile şartlandırılması istenen ortama gönderilir. Santralde ısıtma yapıldıktan sonra bağlı

PERİYODİK BAKIM TABLOSU	Fan	Motor	Redüktör	Kayıp kasnak	Fan şaft yatakları	Eliminatör	Dolgu	Su toplama havuzu	Dağıtım sistemi	Gövde destekleri	Gövde	Flatör	Sızma (bleed) miktarı	Tahrik şaftı	Akış kontrol vanası	Emme süzgeci
Tıkanma						H	H		H							H
Normal olmayan titreşim ve gürültü	G	G	G							Y				G		
Anahtar ve ayar vidaları		6	6	6	6									6		
Yağlama		3		3											6	
Yağ contaları			6													
Yağ seviyesi			H													
Yağ su ve kirliliği			A													
Yağ değişimi			6													
Gerginlik ayarı				A												
Su seviyesi								H	H							
Debi miktarı													A			
Sızıntı								6	6			6				
Genel durum				A		Y	Y	Y		6	Y	Y		6	6	
Gevşek somunların sıkılması	6	6	6		6					Y	R			6		
Temizlik	R	6	R			R	R	6	R			R	R	R	H	
Boyama	R	R	R				R	R		R			R			
Tamamen açma ve kapama														6		
Vanaların açıklık kontrolü		A														

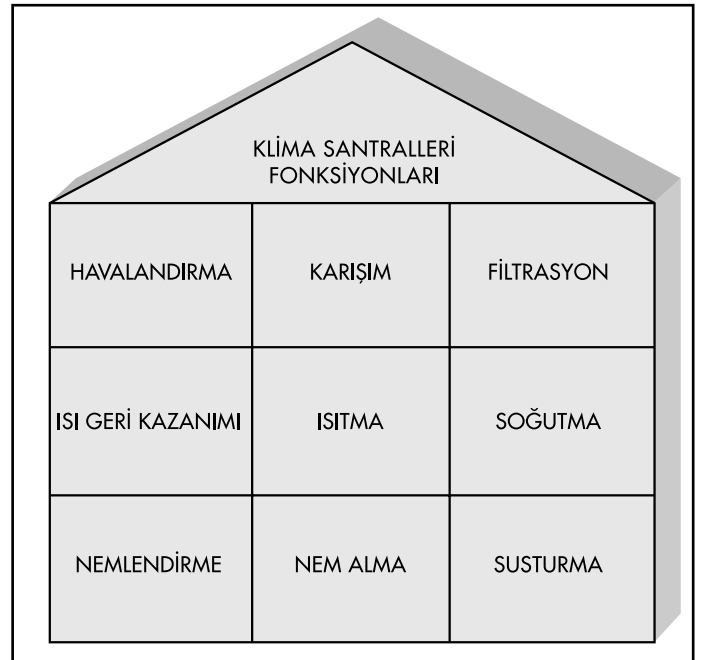
G: Günlük, H: Haftalık, A: Aylık, 3: Üç ayda bir, 6: Altı ayda bir, R: Gerektiğinde

Şekil 17.38. SOĞUTMA KULESİ PERİYODİK BAKIM TABLOSU



Şekil 17.39. DAHİLİ TİP KLİMA SANTRALI

nem oranı düşmüş olan hava, ihtiyaca göre nemlendirme hücreinde (No:5) buharlı veya sulu nemlendirmeye tabi tutulur. Daha önce de belirtildiği gibi sulu nemlendirme hijyen ihtiyaçları sebebiyle çok sık olarak kullanılmaz. Fan ile susturucu hücre arasında kullanılmış olan hücre, difüzör hücresi (No:7) olup fan çıkışında havanın susturucu üzerine homojen bir şekilde yayılmasını sağlar. Mahale atılan taze havanın egzozu, egzoz fanı yardımıyla yapılmaktadır.



Şekil 17.40. KLİMA SANTRALI FONKSİYONLARI

Resirküle tip klima santrali uygulaması:

Resirküle tip klima santralleri ilişkin bir uygulama Şekil 17.43'de gösterilmiştir. Buna göre dönüş havası fanı (No:1) vası-

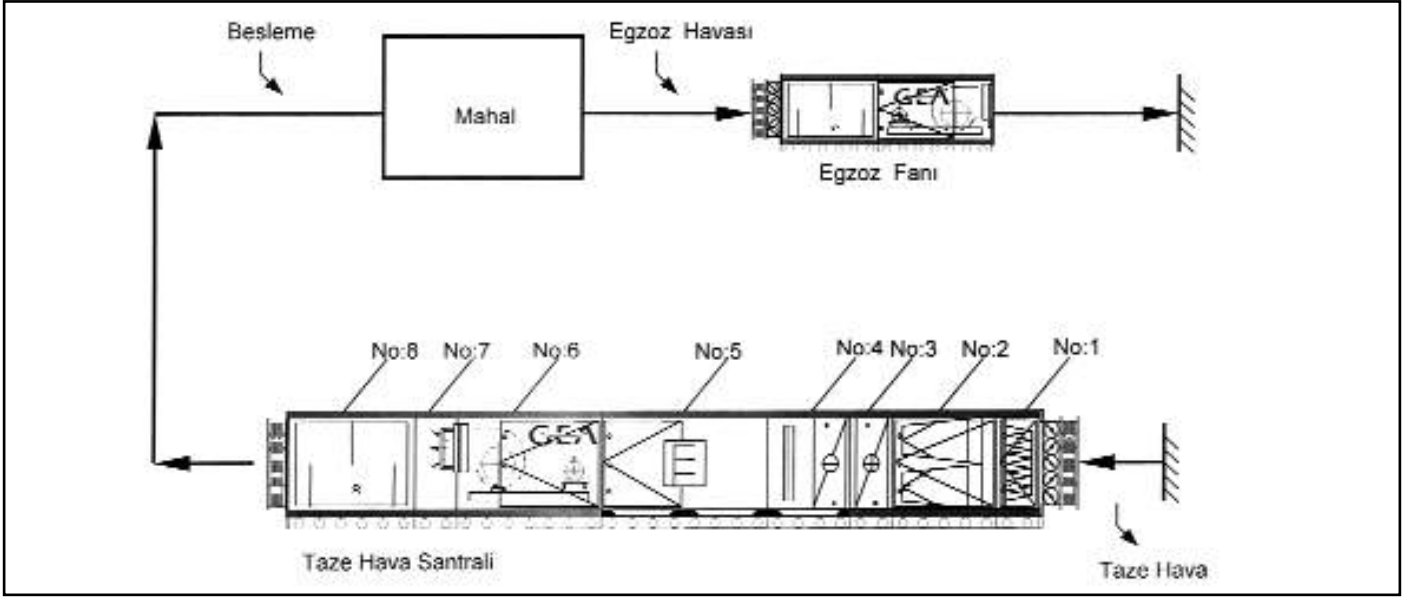


Şekil 17.41. HARİCİ TİP KLİMA SANTRALİ

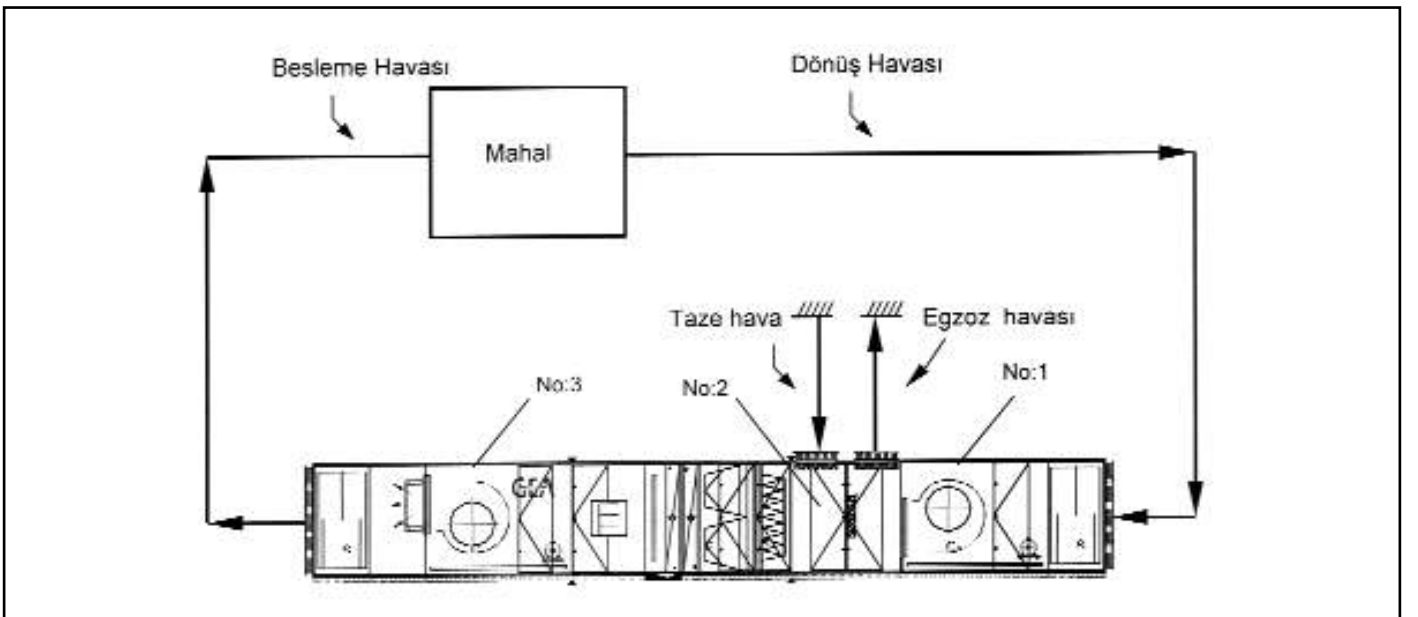
tası ile mahalden emilen havanın bir kısmı karışım kutusunda (No:2) egzoz edilerek yerine taze hava alınır. Gereklî şartlandırma işlemlerinden geçirilen hava besleme havası fanı (No:3) vasıtası ile ortama verilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, taze havalı sistemden farklı olarak ek bir egzoz fanına gereksinim duyulmamasıdır. Bunun yerine santralde dönüş havası fanı bulunmaktadır.

Karışım havalı klima santrali uygulaması:

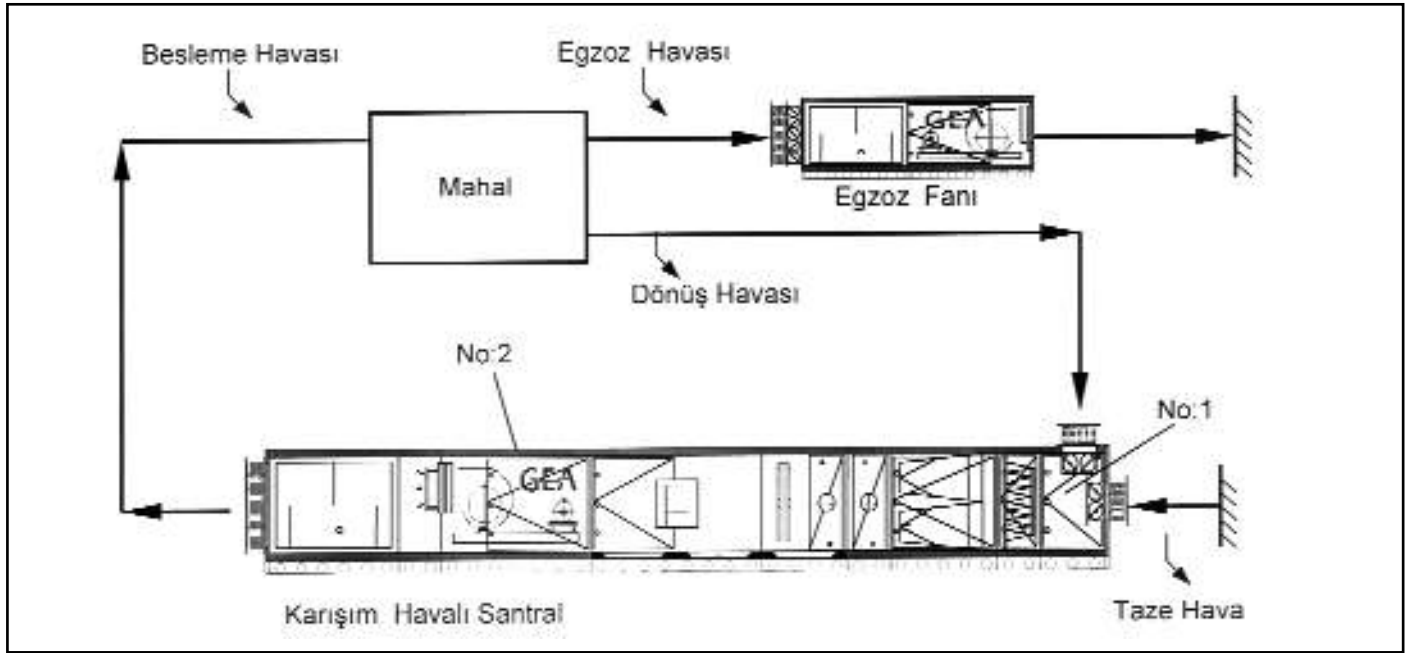
Karışım havalı klima santrallerine ilişkin bir uygulama Şekil 17.44'te gösterilmiştir. Bu sisteme göre taze hava ve dönüş havası karışım kutusunda (No:1) karıştırıldıktan sonra gereken şartlandırma işlemlerine tabi tutulurlar ve besleme havası fanı (No:2) vasıtası ile ortama verilir. Ortam bu şekilde bırakıldığı zaman taze hava miktarına bağlı olarak belirli bir pozitif basınçta kalacaktır. Aşırı bir



Şekil 17.42. TAZE HAVALI KLİMA SANTRALİ



Şekil 17.43. RESÜRKİLELİ TİP KLİMA SANTRALİ UYGULAMASI



Şekil 17.44. KARIŞIM HAVALI KLİMA SANTRALİ UYGULAMASI

pozitif basınç olması durumunda egzoz fanı vasıtası ile fazla hava egzoz edilir.

Dik tip klima santrali uygulaması

Dik tip klima santraline ilişkin gösterim Şekil 17.45'de görülebilir. Dik tip klima santrallerinde dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıda verilmiştir:

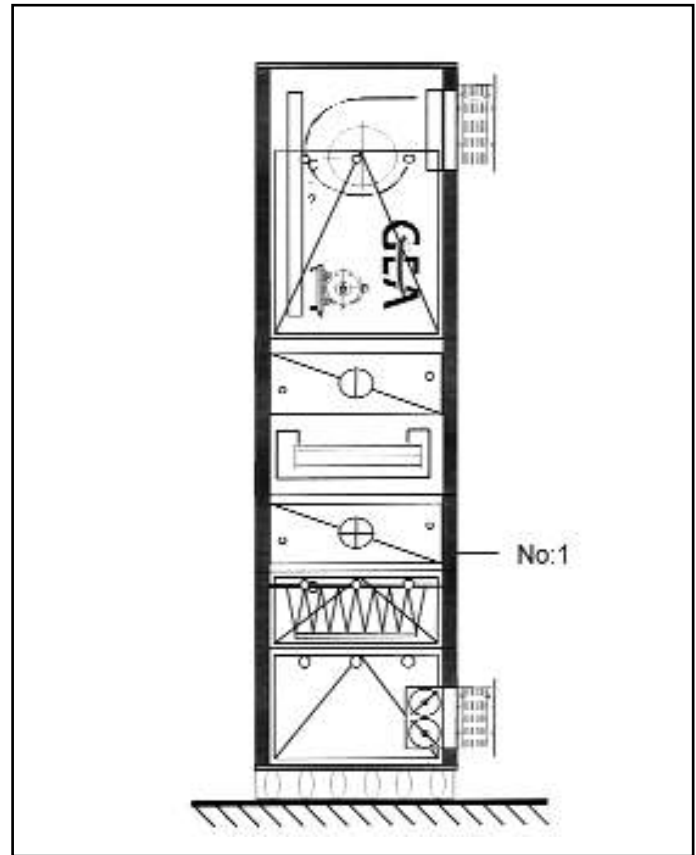
- Devrilme riskine karşı maksimum yükseklik 4 m olmalıdır.
- Devrilme riskine karşı maksimum nakliye yüksekliği yaklaşık 2 m olmalıdır.
- Serpantin gibi ağır komponentler cihaz seçimi esnasında mümkün olduğunca ünitenin aşağısına yerleştirilmelidir.
- Soğutma için dizayn edilmiş santrallerde yoğuşma sebebiyle sadece aşağıdan yukarıya doğru olan akış kullanılabilir. Isıtmada yukarıdan aşağıya doğru olan hava akımı da kullanılabilir.
- Ünite duvara montaj için çok ağır olacağı için, yerde şase üzerinde durmalıdır. Hava akımının homojen olabilmesi açısından hava emiş ağızı yeterli ölçülere sahip olmalıdır.
- Soğutma hücrelerinde seçilecek olan damla tutucu (No:1) özel bir damla tutucu olup Şekil 17.45 dan görülebileceği üzere hava akış yönüne göre soğutma serpantininden öncedir.

Dik tip klima santrallerinde kullanılan yatay tip soğutucu serpantinle ilgili özellikler aşağıda verilmiştir:

- Sadece aşağıdan yukarı doğru olan hava akımları için kullanılabilir.
- Aşırı yoğuşmanın meydana getirebileceği problemlerin önüne geçmek için maksimum % 45 bağıl neme kadar kullanılmalıdır.
- Yoğuşan suyun sürüklenmesini engellemek için serpantin yüzey hızı maksimum 3 m / s olmalıdır.
- Soğutucu akışkan olarak su veya gaz (DX-coil) kullanılabilir.

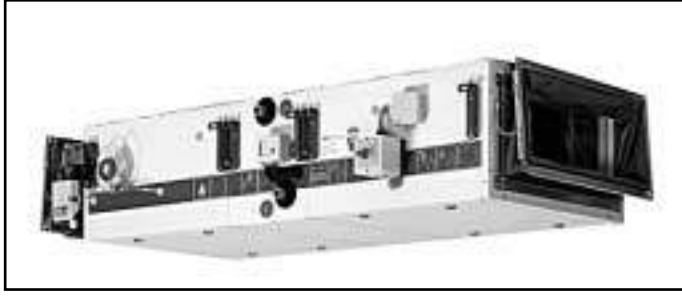
Alçak Tip Klima Santralleri Uygulaması

Klima santrallerinin seçiminde hava debisi, kapasite, basınç kayıpları, hava kalitesi vs. kadar cihaz boyutları da çok önemlidir. Özellikle hava debilerinin çok yüksek olmadığı (yaklaşık $\leq 5000 \text{ m}^3/\text{h}$)



Şekil 17.45. DİK TİP KLİMA SANTRALLERİ

durumlarda proje itibarı ile yer sıkıntısı olduğunda, alçak tip klima santralleri iyi bir çözüm olmaktadır. Alçak tip klima santralleri klima santrallerinin gerçekleştirdiği her türlü fonksiyonu yerine getirebilir. Genellikle asma tavan arası veya yükseltilmiş döşeme altına konular (Şekil 17.47). Alçak tip klima santralleri dik tip olarak da



Şekil 17.46. ALÇAK TİP KLİMA SANTRALİ

uygulanabilir (Şekil 17.48). Yaklaşık yükseklikleri 400 mm civarındadır. Klima santrallerinden farklı olarak müdahale kapakları alttan veya üsttendir. Panel, filtre, fan ve serpantin özellikleri ve aksesuarları klima santralleri ile aynıdır.

17.3.2. Klima Santrallerinin Seçiminde Ve Uygulamasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Klima santralleri seçimlerinin ısı kaybı, ısı kazancı, hava debisi, basınç kayıpları, hava kalitesi vs. kriterlere bağlı yapılmasının yanı sıra, seçimler yapılırken uygulama alanlarına uygunluğuna da bakılması gerekir. Klima santralleri temel özellikleri dışında, aşağıda verilen hususlarda da seçiminde dikkat edilmesi gerekir. Uygulama süresinin uzunluğu ve servis kolaylığı da seçimde önemlidir.

Genel:

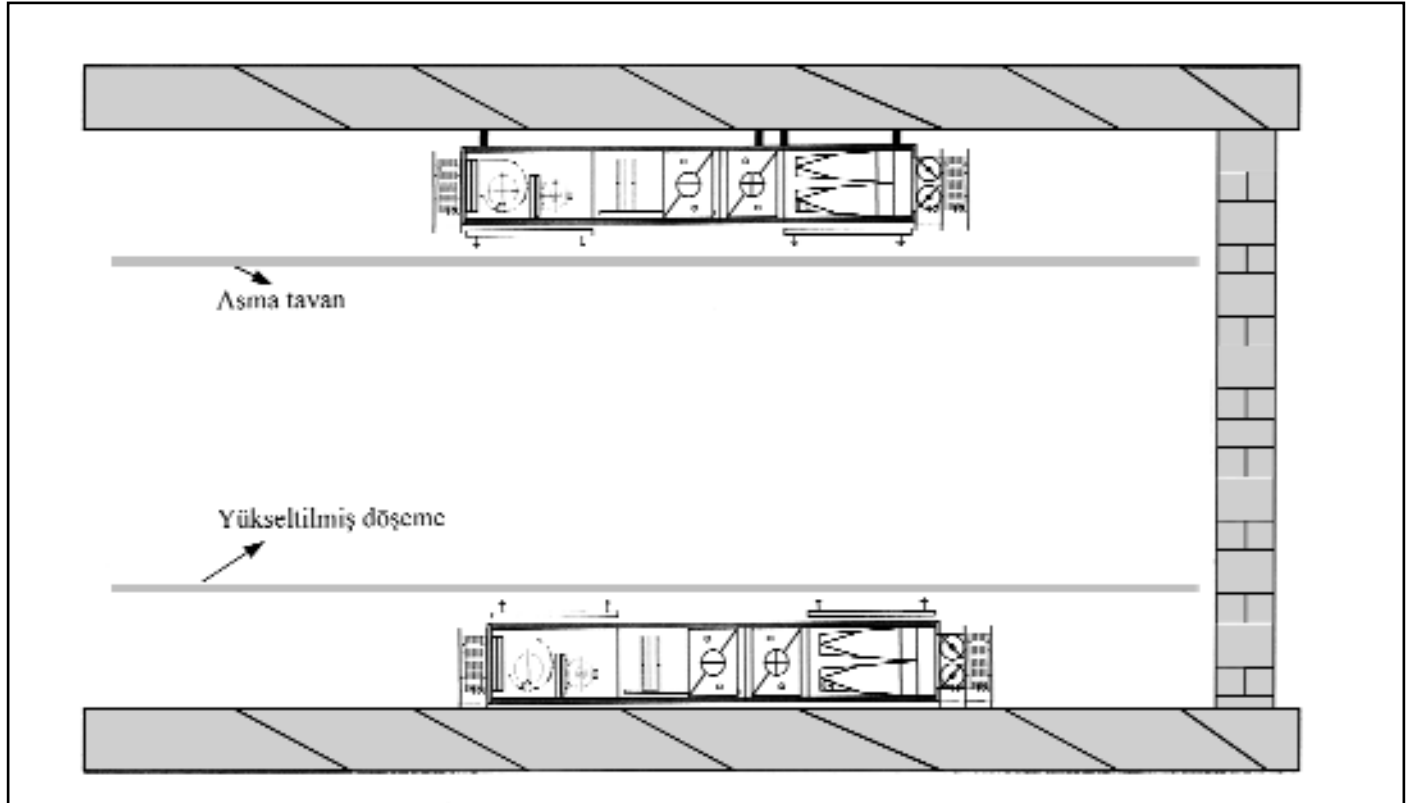
1- Klima santrallerinde müdahale yönünün doğru seçilmesi çok önemlidir. Müdahale yönü tespit edildikten sonra müdahale kapaklarının açılabilmesi için gerekli mesafenin bırakılmasına dik-

kat edilmelidir.

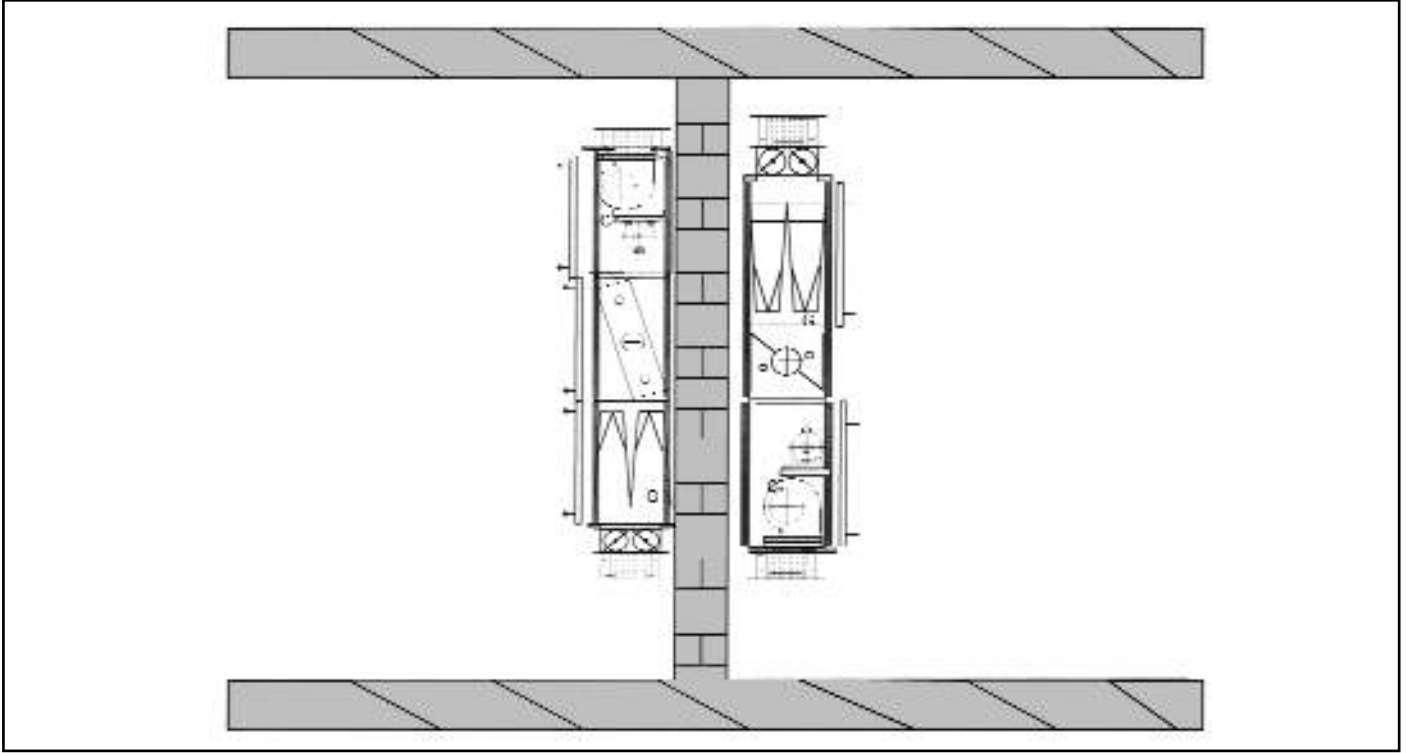
- 2- Yukarıdaki hususa bağlı olarak serpantinlerin rahatlıkla sökülebilmesi için boru bağlantılarının müdahale kapıları ile aynı yönde olmasına dikkat edilmelidir.
- 3- Korozif bölgelerde kullanılacak klima santralleri mutlaka korozyona karşı korumalı seçilmelidir. Fan salyangozu ve iç yüzeyler özel boya ile boyanmalı serpantinler daldırma boyalı olmalıdır. Filtre çerçeveleri de paslanmaz çelik veya boyalı seçilmelidir. Damper kanatları yine paslanmaz çelik olmalıdır.
- 4- Klima santralleri transport kolaylığı ve şantiyede rahat olarak monte edilebilmesi için mümkün olduğunca parçalı olarak imal edilmelidir.
- 5- Klima santrallerinde kapı sabitleyici bulunmalıdır.
- 6- Klima santrali çıkışındaki ses seviyelerine dikkat edilmelidir. Her ne kadar kanalda ses yutumu olacaksa da istenilen ses seviyelerine ulaşmak için susturucu gerekebilir.
- 7- Susturucu ve fan hücresi arasına mutlaka difüzör hücresi konulması gerekir. Fan çıkış ağzı susturucu yüzey alanından küçük olduğundan hava difüzör ile dağıtılır.
- 8- Özellikle temiz hava tarafında kanal izolasyonu en iyi şekilde yapılmalıdır.

Harici Tip Santraller:

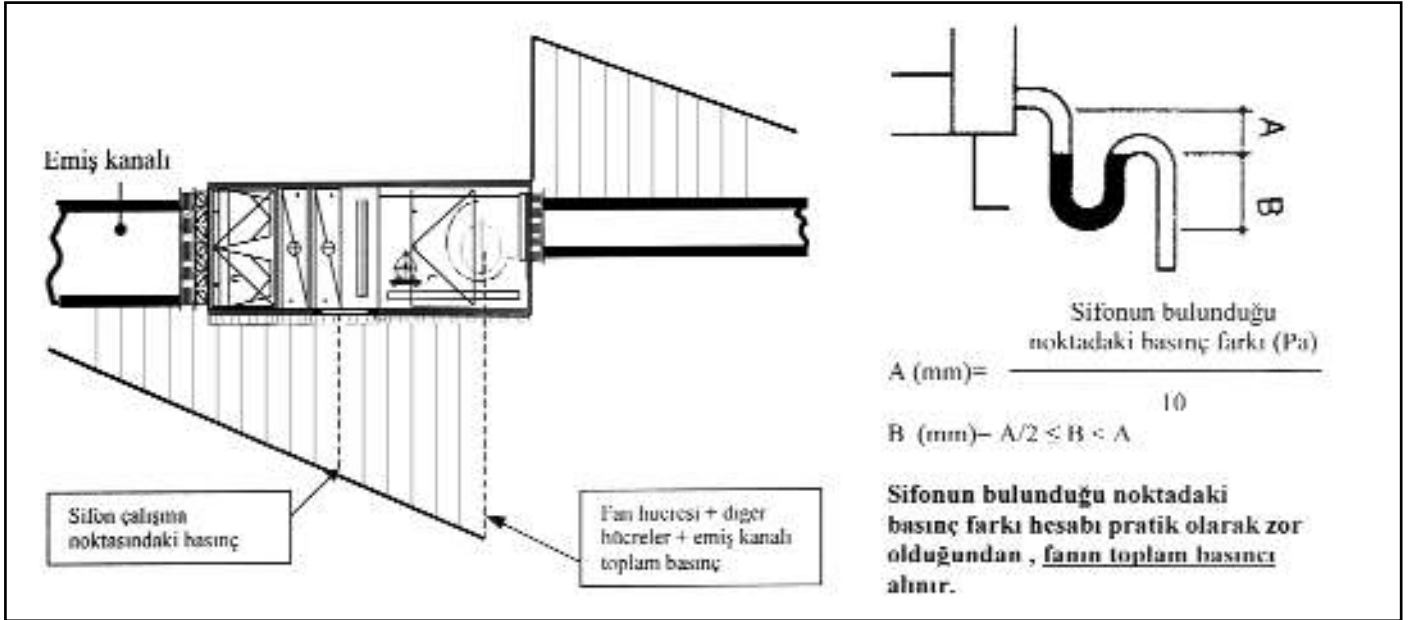
1. Harici tip santrallerde dış yüzey mutlaka korozyona karşı boyalı olmalıdır. Santralin üzerinde de yağmur biriktirmeyen bir çatı olmalıdır.
2. Harici tip klima santrallerinde damper kanatları, sızdırmazlık için, hücre içinde kalacak şekilde imal edilmelidir.
3. Harici tip klima santrallerinde motor bağlantı delikleri santralin



Şekil 17.47. ALÇAK TİP KLİMA SANTRALİ UYGULAMASI (GEA-AT PICCO ALÇAK TİP KLİMA SANTRALLERİ)



Şekil 17.48. ALÇAK TİP KLİMA SANTRALİ UYGULAMASI (GEA-AT PICCO ALÇAK TİP KLİMA SANTRALİ)



Şekil 17.49. SİFON HESABI

altında açılmalıdır.

4. Harici tip klima santrallerinde sifon sistemi sızdırmaz ve donmaya karşı korumalı olmalıdır.
5. Harici tip klima santrallerinde şasi yüksekliği yaklaşık 100 mm yi geçmesi halinde şiddetli rüzgarda santrallerin devrilme riski vardır.

Fan:

1. Kayış kasnak tertibatı çift kayışlı olmalıdır. Kayış kasnak tertibatı emniyet açısından, üzerinde hız ölçümü için gerekli aralıkların

bulunduğu koruma kafesi ile birlikte seçilmelidir.

2. Ünite ile kasa arasında topraklama için şerit bağlantı bulunmalıdır.
3. Fan devirleri ve fan verimlerine dikkat edilmelidir. Fan devirlerinin 2500 d/d aşmaması fan verimlerinin de %70 değerlerinde tutulması ses, elektrik sarfiyatı (motor büyüklüğüne bağlı olarak) ve yataklama açısından önemlidir.
4. Fan seçilirken toplam basınç kayıplarının doğru hesaplanması çok önemlidir. Fanların doğru hava debisini basabilmesi buna bağlıdır. Özellikle öne eğik kanatlı radyal fanlar basınç değişim-

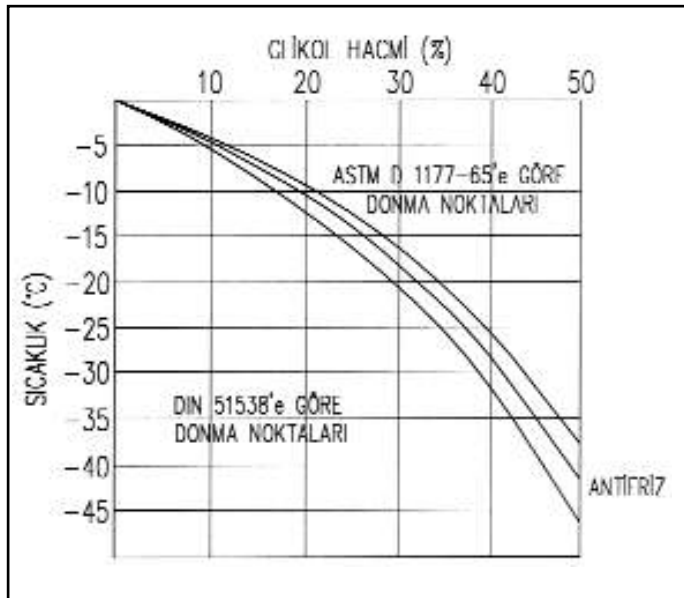
lerine karşı geriye eğik kanatlı fanlara göre daha hassastırlar. Ancak fan devirleri düşük ve daha sessiz fanlardır. Bu sebeple yüksek hava debilerinde (yaklaşık $> 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$) geriye eğik kanatlı fan tercih edilmesi gerekir. Düşük debilerde öne eğik kanatlı fan daha uygundur.

Filtre:

1. Torba filtre kullanılan filtre hücresinin tabanı, çalışma esnasında filtrenin galvanizi süpürerek zamanla aşınmaya sebebiyet vermemesi amacı ile galvaniz üzerine metal folyo ile kaplanmalıdır.
2. Yüksek kaliteli filtre kullanılması gereken durumlarda (F7 veya F9 kalite) düşük kalitede ön filtre kullanılması gerekmektedir (G3 veya G4 filtre).
3. Filtre temizliği önemli olduğundan filtrelerin kolayca santral dışına çıkartılabilecek şekilde montajı yapılmalıdır. Bu da filtre klipsleri ile mümkündür.

Serpantinler:

1. Serpantinlerde boşaltma ve tahliye düzenlerinin bulunmasına dikkat edilmelidir. Serpantinlerin kolayca çıkarılabilmesi için kızaklar üzerinde olmalıdır.
2. Yoğuşma suyunun hava ile sürüklenmemesi için soğutma serpantininden sonra mutlaka plastik veya paslanmaz çelik damla tutucu kullanılmalıdır.
3. Yoğuşma suyunun drenajı için drenaj tavaasına sifon monte edilmelidir. Sifon yüksekliğinin hesabı filtrelerin en kirli olduğu durum için yapılmalıdır.
4. Serpantinlerin seçiminde klima santrallerinin kullandıkları yere bağlı olarak donmaya karşı önlem alınması gerekir. Çok düşük sıcaklıklarda ön ısıtma bataryası kullanılır. Ancak ön ısıtma bataryasındaki su, eğer sıcak su sirkülasyonu durursa donabilir. Santralin durması esnasında damperlerin kapanması çok düşük sıcaklıklarda bir koruma sağlamaz. Çözüm ya elektrikli ısıtıcı kullanmak veya glükollü su kullanmaktır (Şekil 17.50).
5. Özellikle kapalı sistem ısı geri kazanım sistemlerinde (bataryalı tip ısı geri kazanımı), sistemde dolaşan genellikle glükollü sudur.



Şekil 17.50. SICAKLIĞA GÖRE GLİKOL ORANI

6. Serpantinlerin seçiminde mutlaka su tarafı ve hava tarafı basınç kayıplarına dikkat edilmez. Özellikle su tarafı basınç kayıpları çok yüksek olursa (20 kPa dan fazla) seçilecek pompa da buna bağlı olarak büyüyecek ve yatırım ve işletim maliyetini artıracaktır.

17.3.3. Klima Santrallerinde Hijyen

Sistemde kullanılan klima santrallerine gerekli müdahaleyi yapabilmek için klima santrallerine müdahale yönlerine ve çevredeki ekipmanlar ile arasındaki mesafelere dikkat edilmelidir.

Dezenfeksiyon ve temizleme amacıyla klima santrali iç yüzeyleri çok düzgün olmalıdır. Paneller ve izolasyon malzemeleri gerekli müdahaleler için uygun olmalıdır. Hijyenik ihtiyaçları karşılamak amacı ile 1,6 m den küçük açıklıklarda gerekli servis kapakları, 1,6 m den büyük açıklıklarda ise gerekli servis kapıları bırakılmalıdır. 1,3 m den yüksek hücreli fan ve nem alıcılarda, 0,8 m den yüksek hücreli nemlendiricilerde bu hücrelerin kontrolünün sağlanabilmesi açısından minimum 150 mm çapa haiz pencereler ve hücrenin içinin ışıklandırılması sağlanmalıdır.

Hücrelerde kullanılan bütün malzemeler, korozyon, ses ve yangına karşı DIN 1946-2' ye uygun olarak imal edilmelidir.

Sandviç panelli konstrüksiyonlarda içteki sac, en azından galvaniz çelik olmalıdır. Hücre içinin temizlenmesi açısından hücre tabanı çok düzgün olmalıdır. Daha hassas olması gereken uygulamalarda hücre tabanı paslanmaz çelik (en az 1.4301) veya deniz suyuna dayanımlı alüminyumdan (en az AlMg) olabilir.

Hücre içi kullanılan malzeme ve birleşim noktaları bakteri oluşumuna sebebiyet vermemelidir.

Bunlara ilave olarak gövde yalıtımı, ısı izolasyonu ve ısı köprüsü faktörü ile ilgili VDI 3803 ve DIN EN 1886'ya başvurulabilir. Harici tip klima santralleri için de yukarıda verilmiş olan hijyen şartları sağlanmalıdır.

Fan

Kayış kasnak tahrikli bir taze hava emiş fanı birinci ve ikinci filtre kademeleri arasına koyulmalıdır. Fan hücresinin hijyenik gereksinimler sebebi ile yıkanabilir olması gerekmektedir.

400 mm den büyük nominal çaplı fan çarklarında kolayca çıkarılabilen bir gözetleme kapağı bulunmalıdır. Fan korozyona karşı mukavim olmalıdır bunun için galvaniz çelikten veya kaplamalı galvaniz çelikten imal edilmiş olmalıdır.

Hava Filtreleri

Hava filtreleri hava kaynaklı organik veya inorganik tozların veya mikro organizmaların sisteme girmesini engelleyecek biçimde olmalıdır. Buna ilave olarak filtrelerin kendisi kirliliğe sebebiyet vermemelidir. Bu sebeple periyodik bakımlarının düzenli olarak yapılması şarttır.

İki kademeli filtrasyon önerilir. Birinci kademe F5 (DIN EN 779) veya F7, ikinci kademe ise F7 veya F9 olmalıdır. Tek kademeli filtrasyon yapılacak ise sadece F7 kalitesinde filtre kullanılmalıdır. Kullanılacak filtreler DIN EN 779'a göre test edilmiş olmalıdır. G3 ve G4 sınıfı filtreler odadaki partikül konsantrasyonunu düşüremezler, genelde kullanım amaçları serpantinleri korumaktır. Bu sebepten odadaki partikül konsantrasyonu düşürülmek isteniyorsa F7 kalitesinde filtre kullanılmalıdır.

Havalandırma sistemi çalışmıyor iken filtre bölgesinde çığ noktasının altına inen sıcaklık düşmelerinden kaçınılmalıdır.

Filtrelerle ilgili aşağıda verilmiş olan şartlar sağlanmalıdır :

- Montaj esnasında kirlenmiş veya tıkanmış olan filtreler işletmeden önce temizlenmelidir.
- Filtrelerin servis süreleri boyunca filtreler yalıtımlarını ve mukavemetlerini korumalıdır.
- Filtrelerin mekanik dayanımları yüksek olmalıdır.
- Servis süresi boyunca filtrelerin verimliliği, aşırı düşme göstermemelidir.
- İşletim süresince filtrelerin veriminde veya yalıtımında neme bağlı düşmeler olmamalıdır.
- Filtre malzemelerinde kaçak olmamalıdır.
- Filtre hücrelerinin üzerinde aşağıda verilmiş olan değerler yazılmış olmalıdır.
 - Hava debisi
 - Filtre adedi
 - Filtre sınıfı
 - En son filtre değişim tarihi
 - Temiz haldeki basınç düşümü
 - Kirli halde izin verilen maksimum basınç düşümü

Filtredeki basınç düşümü filtre üzerine monte edilen fark basınç manometresi yardımıyla kolaylıkla okunabilmelidir.

Serpantinler

Isı eşanjörleri gerektiğinde kolayca temizlenip dezenfekte edilebilecek şekilde dizayn edilmelidirler. Burada önemli nokta kanat aralıklarının çok küçük olmamaları ve eşanjör boyunun temizlemeyi engellememesidir. Gerekiyorsa serpantin parçalı imal edilmeli, 2 mm den az kanat aralıklı serpantinler kullanılmamalıdır. Havadaki toz kapasitesi ne kadar fazlaysa eşanjör kanat aralığı da o kadar fazla tutulmalıdır. Temizliği kolaylaştırması açısından bütün bağlantılar aynı tarafta olmalıdır. Serpantindeki basınç düşümünü ölçmek amacıyla serpantin öncesi ve sonrasında gerekli delikler temin edilmiş olmalıdır.

Soğutma serpantinleri için yapılması gerekenler:

Serpantin üzerinde film tabakaları halinde oluşan yağışmanın drene edilebilmesi için serpantin boyunca korozyona mukavim malzemedir (paslanmaz çelik 1.4301) yağışma tavası kullanılmalıdır. Yağışma tavasının eğimi suyun rahatça drene edilebilmesi için serpantin genişliğince 1° olmalıdır. Yağışma tavasının bitim noktasındaki ağız yeterli derecede büyük seçilmiş olup, suyun rahatça drenajını sağlayabilmelidir. Drenaj ağız direkt olarak pis su sistemine bağlanmamalı, yağışma tavası ile arasına sifon konulmalı ve bu sifonun pis su hattı ile yağışma tavasını tamamen ayırdığından emin olunmalıdır. Yağışma tavasına müdahale edilebiliyor olmalıdır, eğer bu mümkün değilse yağışma tavası sökülebiliyor olmalıdır.

Soğutma serpantininden sonra hava hızı ile sürüklenen su damlacıklarının kanal sistemine taşınmasını önlemek bakımından damla tutucu kullanılmalıdır. Damla tutucu ayrı bir servis kapısından kolayca dışarıya alınabilmelidir. Damla tutucunun plastik olması hijyen açısından önemlidir.

Hava kanalları ve susturucular :

Hava kanalları geçmeli veya kaynaklı konstrüksiyonda yapılmalıdır.

Esnek kanallardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır, çünkü temizlemede problem yaratırlar. Fittings parçaları bağlantı noktalarında kirlilik bırakmayacak şekilde monte edilmelidirler. Hava kanallarında keskin köşelerden ve kanal cidarlarında daha sonra temizleme ekipmanlarına zarar verecek kolay vidalardan kaçınılmalıdır. Çığ noktasının altında kalınması probleminin olduğu noktalarda mutlaka izolasyon kullanılmalıdır.

Hava kanallarındaki kontrol kapaklarının sayısı ve yerleri tamamen havalandırma sistemine ve temizleme türüne bağlı olup, eğer temizleme için kanalın içine insan girecekse aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Hava kanallarını taşıyıcı parçalar, üzerlerine binecek ek yüklerle göre dizayn edilmelidirler.
- Gözetleme/müdahale açıklığının önü kesinlikle engellenmemeli, bir insanın kanal içerisine girmesini sağlayabilecek gerekli açıklık bırakılmış olmalıdır.

Eğer hava kanalları su veya buhar ile temizlenecekse buna uygun malzemeden imal edilmiş olması ve gerekli drenaj yerlerinin bırakılmış olması gereklidir.

Susturucu hücreler absorpsiyon prensibi ile çalışacak olup, nem tutmayan absorpsiyon malzemesinden üretilmelidir. Kullanılan susturucu malzemesi, ayırıcı levhalar arası hava hızı 20 m/s değerine kadar aşınma dayanımına haiz olmalıdır. Susturucu kulisleri, fiber glass dokuma tutucularla kaplı kaya yünü doldurulmuş galvaniz çelik çerçevelerden meydana gelecektir. DIN 3102'e göre yanmaz ve yangın sınıfı A2 olan malzemeden imal edilmelidir. Ayırıcı çerçeve ve rezonans levhası boyalı olmalıdır. Hijyenik susturucularda fiber glass dokumalar ayrıca delikli metal plakalarla kaplanacak ve çerçeveler Alman sınıfı 1.4301 paslanmaz çelik çerçeve olacaktır. Metal kaplı olan kulisler kritik frekanslarda yüksek performanslı ses yutum sağlayacaktır. Hijyenik tiplerde kulisler kolaylıkla çıkartılıp temizlenebilecek özellikte olmalıdır.

17.4. ISI GERİ KAZANIMI

Ekonomikliğin ve enerji tasarrufunun önem kazandığı günümüzde, sistem tasarımcıları ve projeciler ısı geri kazanımının önemi üzerinde daha çok durmaktadırlar. Isı geri kazanımının ekonomisini sadece geri ödeme şartlarına bağlı olarak ele almak doğru bir yaklaşım değildir. Bir ısı geri kazanım ünitesinin geri ödeme süresinin kendi servis süresinden kısa olması gerekir. Bunun için ısı geri kazanım ünitesinin optimum olarak seçilmesi ve bu amaçla belirli yöntemlerle olabilirlik hesabı yapılması gerekmektedir.

Isı geri kazanımının başlıca faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- Isıtma ve nemlendirme tesisatlarının kapasitelerinin azalması ve buna bağlı olarak da kullanılan kazan tesisatları ve boru hatlarının maliyetinin azalması.
- Isınma için gereken enerji tüketiminin azalması ve böylece işletme masraflarının düşmesi.
- Tesisatın ilgili kapasitelerinin azalması ve böylece soğutma makineleri, soğutma kuleleri ve boru hatları için gerekli masrafların azalması
- Soğutma enerjisinin tüketiminin azalması ve böylece işletim giderlerinin düşmesi

- Enerji üretimi sırasında oluşan zararlı madde emisyonunun azalması

Isı Geri Kazanımı nedir ?

Isı geri kazanımı bir binayı ya da prosesi terk eden kütle akışının entalpisinin yeniden kullanılmasının ölçüsüdür. Bunun için ısı değiştiriciler kullanılır. Isı pompası eğer sistemi terk eden akışı ısı geri kazanmak için kullanıyorsa ısı geri kazanımıdır. Bu tip sistemlerde enerji başka bir sistemden alınırsa ısı geri kazanımı olmaz. VDI 2071 e göre kütlenin transferi ısı geri kazanımı değildir. Yani hava karıştırılarak ısı geri kazanımı yapılamaz.

Isı Geri Kazanım Ünitesi

Isı değiştiricilerin kullanılan ısının bir parçası olan geri kazanılan ısının oluşmasını sağlaması için ısı geri kazanım ünitesi olarak dizayn edilmesi ve dış hava ile atılan hava arasında ısı transferini sağlaması için kullanılmasıdır (Şekil 17.51.A).

Isı Geri Kazanım Sistemleri

Isı geri kazanım sistemleri bir ya da birden çok ısı geri kazanım ünitesinin bağlantısı ile oluşur. Isı geri kazanım üniteleri farklı tipte olabilir.

Isı geri kazanım ünitelerinde asıl olarak duyulur ısı transferi gerçekleşir. Gizli ısı geri kazanım ünitesinin yapısına bağlı olarak transfer edilebilir. Isı geri kazanım ünitelerini 4 kategoriye ayırabiliriz:

- Reküperatif sistemler
- Rejeneratif sistemler
- Rotasyonlu ve rotasyonsuz sistemler
- Isı pompaları olarak belirlenmiştir.

Sistemlerin tanımı ve kullanım şekilleri

1. Reküperatif Sistemler

Isı ileten hava belirli bir bölgede iletimi gerçekleştirir. Dış hava ve atılan hava bu bölgede ısı ileten bir tabaka ile ayrılır. Hava akışı paralel veya karşı akışlı olabilir. Nemli hava çığ noktasının altında kalırsa yağış meydana gelecek ve gizli ısı transferi meydana gele-

cektir. Kaçak olmadığı sürece madde transferi meydana gelmeyecektir. Buzlanma riski vardır.

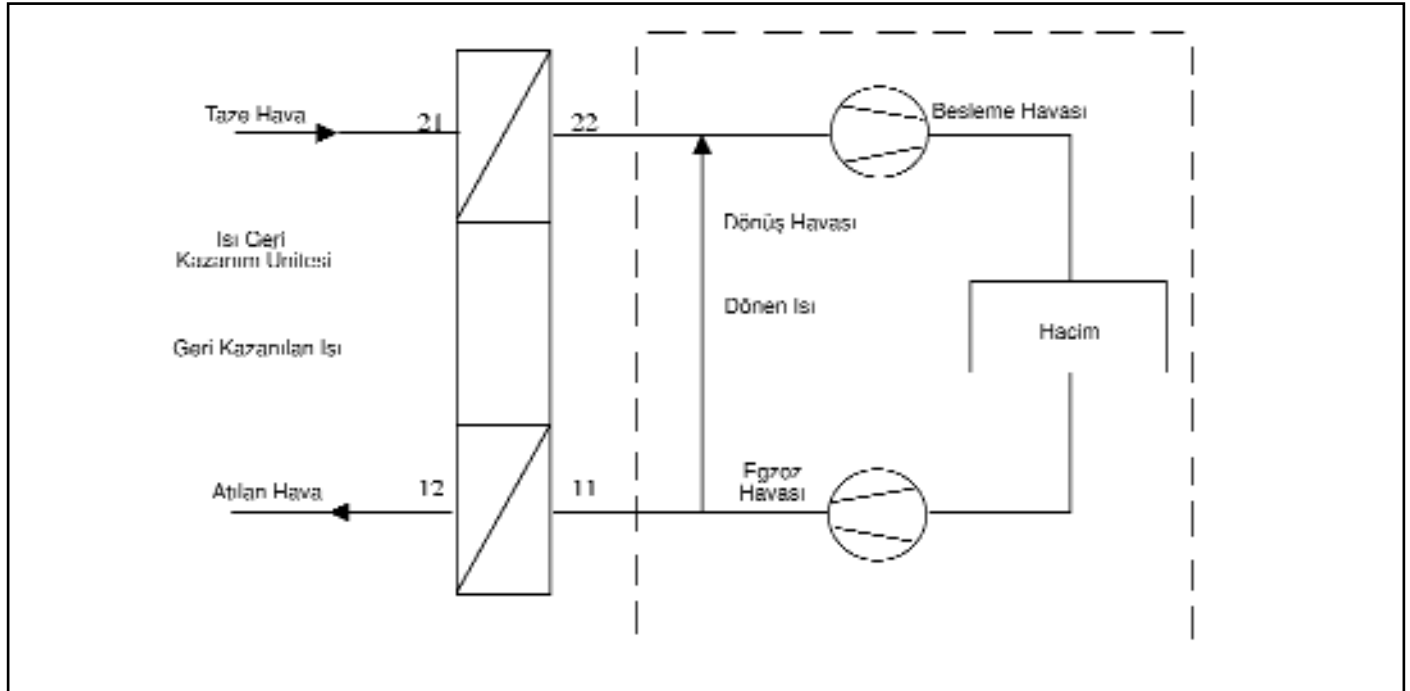
Bu sistemde ısı bir taşıyıcı vasıtası ile iletilmez. Bölgenin en az bir noktasında hava akımları bir araya gelmelidir. Isı transferini kapatmak mümkün değildir. Dış hava by-pass'ı veya atılan hava by-pass'ı ısı transferinin kontrolü için gereklidir. Plakalı ve borulu tip ısı değiştiriciler reküperatif sistemdir. Plakalı sistemlerde ısı geri kazanım faktörü $\Delta = 0,4 - 0,8$, çapraz akışlılarda 0,9; borulu tiplerde ise $\Delta = 0,3 - 0,5$ arasındadır.

2. Rejeneratif Sistemler

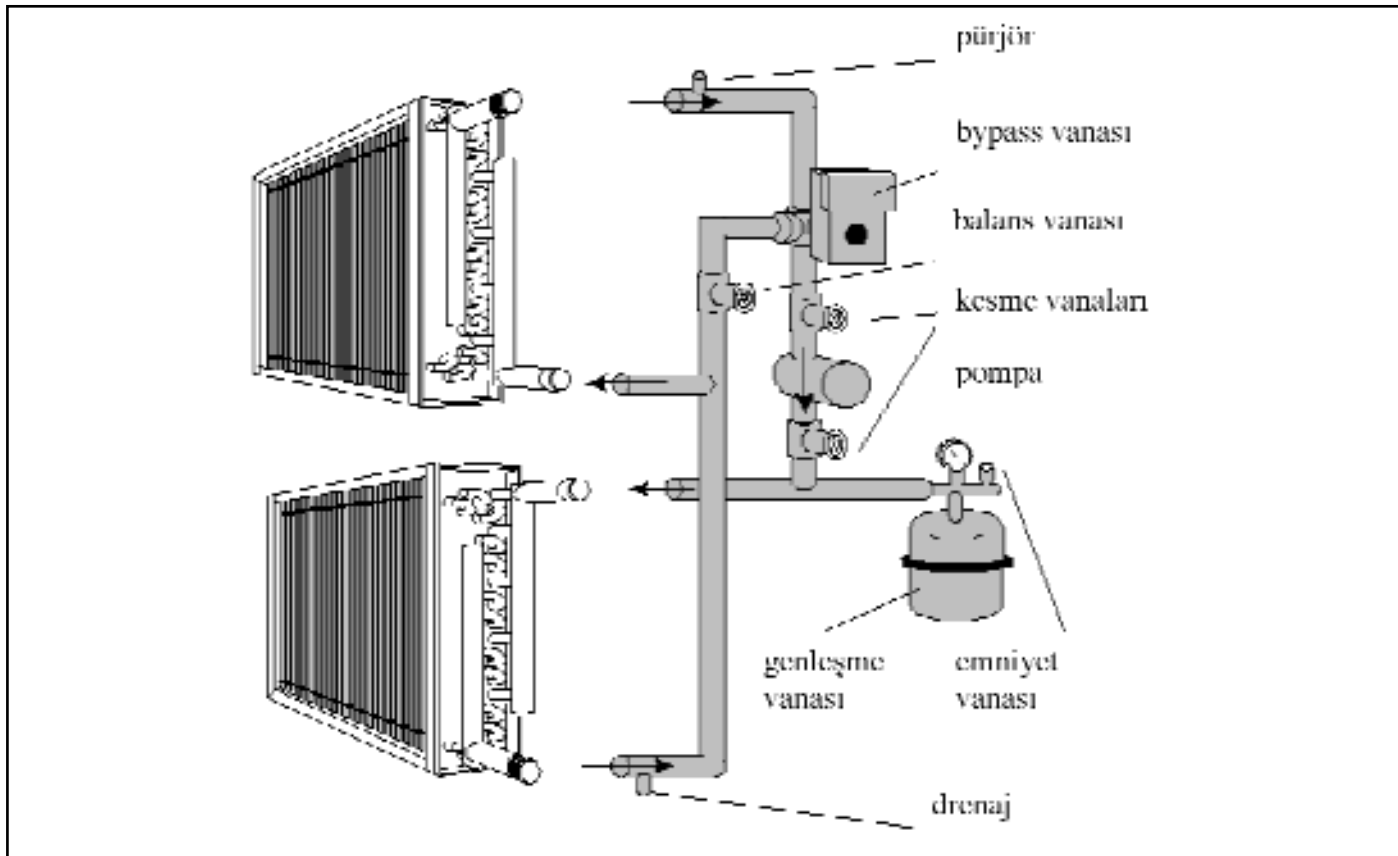
2.1 Kapalı Çevrim Sistemleri (KVS Sistem)

Isı birbirine bağlantılı iki serpantin üzerinde geçen havalar sayesinde transfer olur. Serpantinlerden biri dış hava tarafında, diğeri atılan hava tarafında olacaktır ve bunlar birbirine bir borulama ile bağlanacaktır. Isı transferini sağlayan akışkan (ısı taşıyıcı) bu boruların içinde dolaşacaktır. Genellikle ısı taşıyıcı olarak kimyasal olarak değiştirilmiş su kullanılır. Gerekirse antifriz de ilave edilmiştir. Isı transferini sağlayan taşıyıcı akışkan, bir pompa sayesinde sistemde dolaştırılır. Bu sistemde gerekli kütle akışı vanalar ile kontrol edilir. Eğer atılan hava çığ noktasının altında kalırsa nem oluşur. Bu sebeple ek bir gizli ısı transferi meydana gelir. Buzlanma riski vardır (Şekil 17.51.B).

Kapalı çevrim sistemi, dış hava ile atılan havanın birbirine uzak mesafelerde olsa bile prosesin gerçekleşmesine olanak verir. Hava akımlarının bir araya gelmesine gerek yoktur. Ama buna karşılık çevrimi gerçekleştirecek bir ek enerjiye ihtiyaç vardır. Bu da çevrimi gerçekleştirecek pompayı çalıştırmak için gereken elektrik enerjisidir. Madde, nem ve kirli hava transferi için uygun değildir. Geri kazanılan ısı miktarı su debisi kontrol edilerek kolaylıkla kontrol edilebilir. Sistem kapatılabilir. Hava tarafı by-pass'ı gerektirmez. Bu sistemlerde kompakt veya blok ısı değiştiricilerde ısı transferi kat-



Şekil 17.51.A ISI GERİ KAZANMA SİSTEMİ ŞEMASI



Şekil 17.51.B. KAPALI ÇEVİRİM ISI GERİ KAZANIMI (BATARYALI TİP)

sayısı $\Delta = 0,3 - 0,5$; karşı akışlı ısı değıştirciler için bu oran $\Delta = 0,3 - 0,5$ arasındadır.

3. Rotasyonlu ve Rotasyonsuz Sistemler

Bu tip sistemlerde ısı (uygulanabildiği durumlarda nem) atılan havadan alınır ve bu ısıyı depolayan kütle ile emilerek edilerek yavaşça dış havaya doğru aktarılır. Sistemde meydana gelebilecek kaçaklara dikkat edilmelidir. Koku transferi de meydana gelecektir. Sorbsiyonlu sistemlerde ısı geri kazanım katsayısı 0,7 – 0,8 arasında, nem geri kazanım katsayısı 0,6 – 0,7 arasında; sorbsiyonsuz sistemlerdeyse ısı geri kazanım katsayısı 0,6 – 0,8, nem geri kazanım katsayısı 0,1 – 0,2 arasında değişmektedir (Şekil 17.51.C).

4. Isı Pompaları

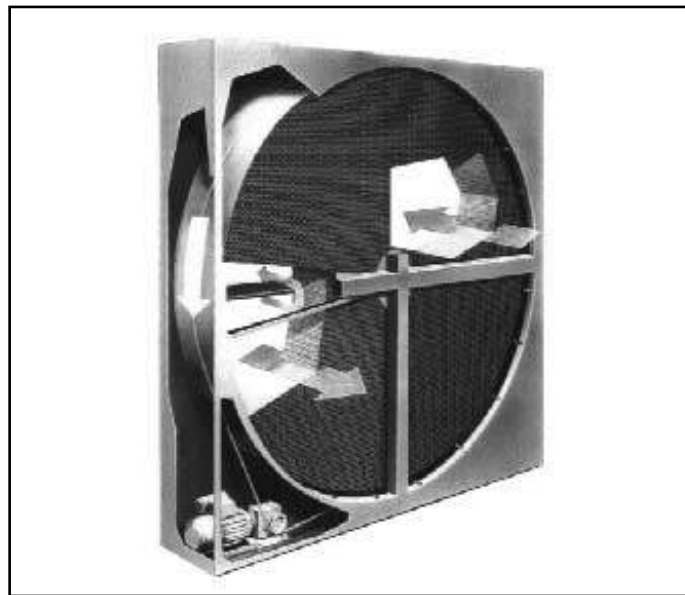
Isıyı düşük sıcaklıktaki bir havadan alan ve yüksek sıcaklıklarda hava akımına geri besleyen bir makine ya da cihazdır. Buzlanma riski vardır.

Isı pompaları genellikle hava soğutma proseslerinde kullanılır. Gerekli olduğu durumlarda ısı geri kazanımında da kullanılabilir. Herhangi bir nem ve madde transferi hava akımlarının belirgin olarak ayrılmasından dolayı meydana gelmez. Kompresörlü ısı pompaları ve absorpsiyonlu ısı pompaları olmak üzere iki tiptir.

17.4.1. Klima Santrallerinde Isı Geri Kazanım Sistemleri

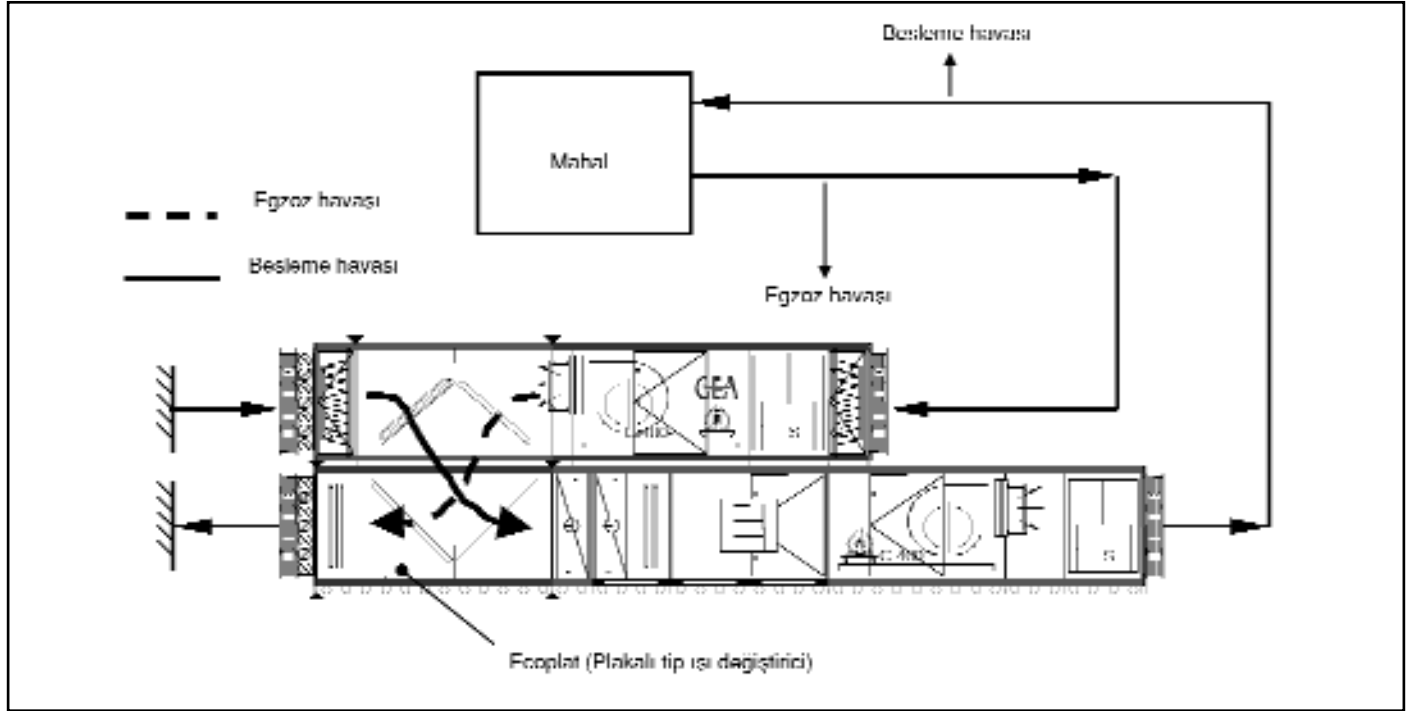
1- Plakalı Isı Değiştirci

Rekuperatif tarzda çalışır, alüminyum veya çelik plakalı ısı geri kazanım sistemidir. Sistem çapraz akış için dizayn edilmiştir (Şekil 17.52). Taze hava ve egzoz havası iki ayrı tabakadan geçer. Plaka-



Şekil 17.51.C. ROTASYONLU ISI DEĞİŞTİRİCİ

lar maksimum ısı transferini sağlamak üzere dizayn edilmiştir. Minimum % 60 oranında ısı geri kazanımı sağlamalıdır. Hava atış tarafında damla tutucu bulunur. Hava akışını kontrol edebilmek ve donmayı önlemek amacı ile ısı geri kazanım hücresinde by-pass damperi mevcuttur. Egzoz tarafında paslanmaz çelikten imal edilmiş kondens suyu tavası bulunur ve bu tavanın drenaj borusu (paslanmaz çelik) hava sızdırmaz bir biçimde gövde dışına çıkartılır.



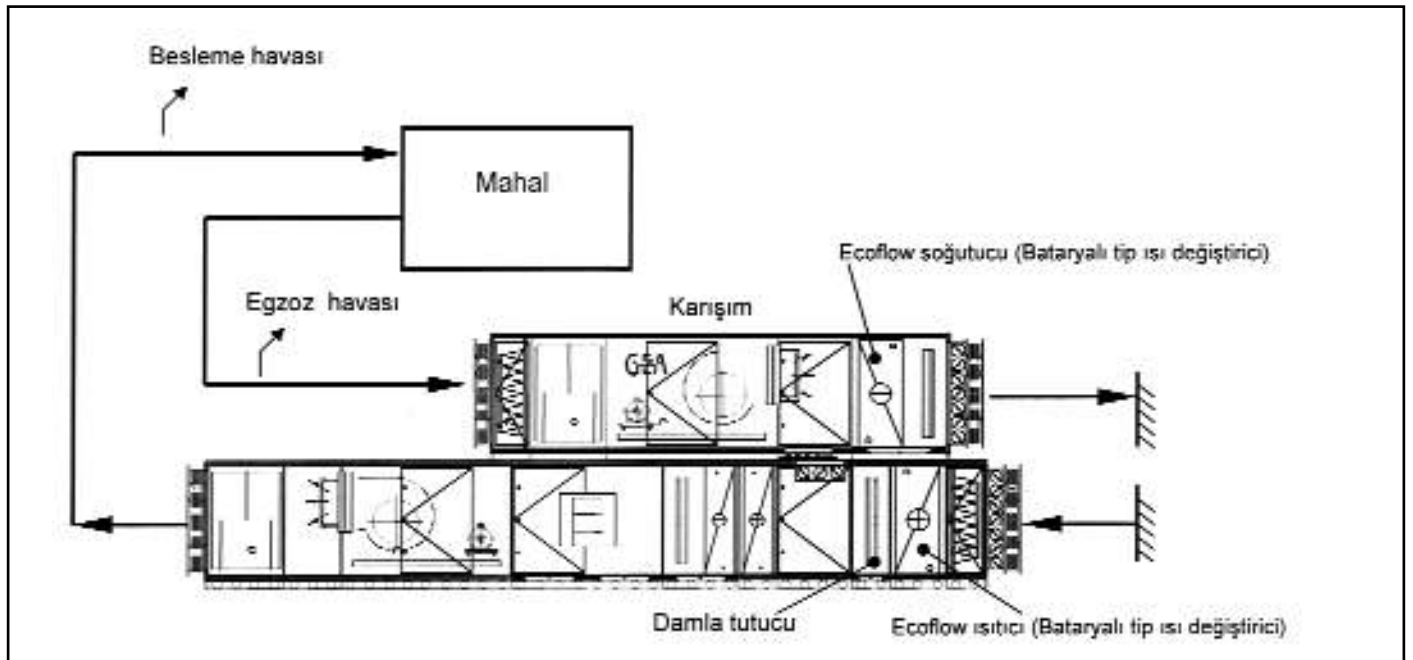
Şekil 17.52. PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ KULLANAN ISI GERİ KAZANIMLI SANTRAL

Besleme tarafındaki filtre dışında egzoz tarafında ısı geri kazanımı serpantini öncesinde de filtre konulması hijyen açısından önemlidir.

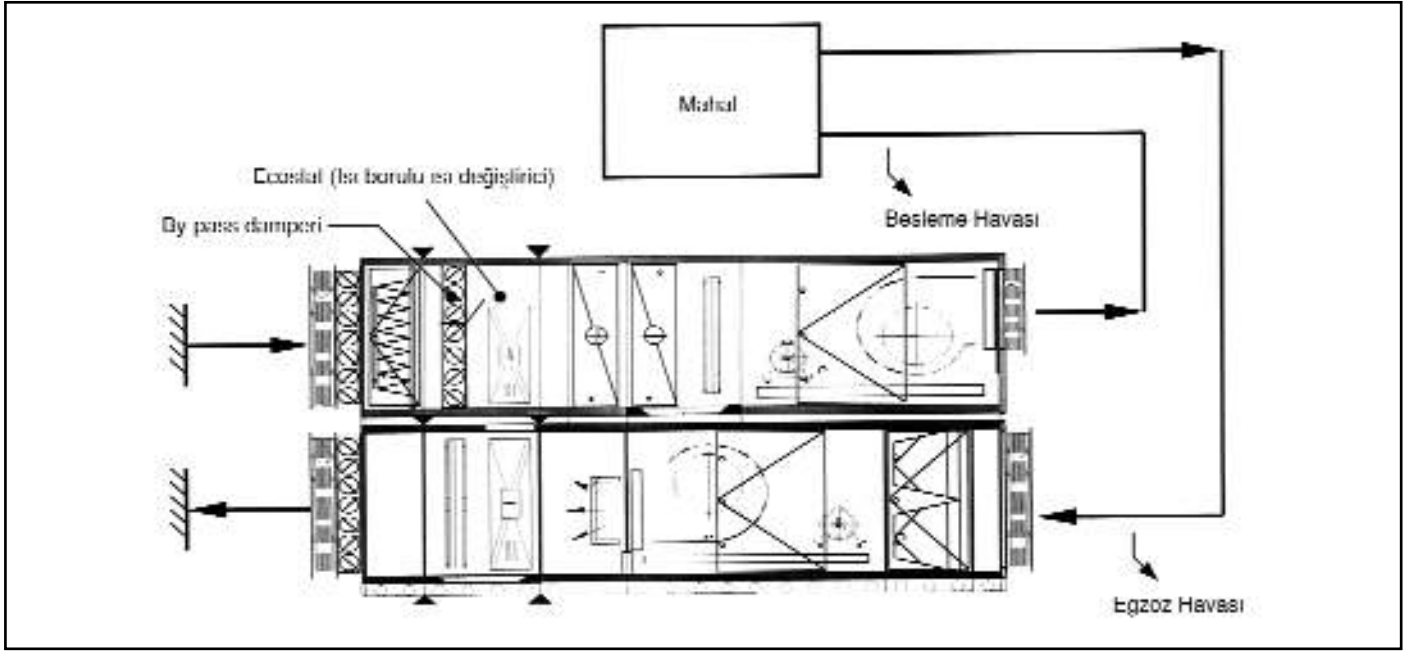
2- Bataryalı Isı Değıştircisi

Rejeneratif tarzda çalışır ve ısı değıştirciler vasıtası ile geri kazanım sağlanır. Sistemde transfer akışkanı olarak glikollü su kullanılır ve sistem egzoz havaşı bölümünde bulunan serpantin ile besleme havaşı bölümünde bulunan serpantin arasında pompa vasıtası ile bu transfer akışkanı dolaştırılır (Şekil 17.53). Isı transferinin sürekliliğini sağlamak amacı ile karıştırma vanası kullanılmalıdır. Sistemin

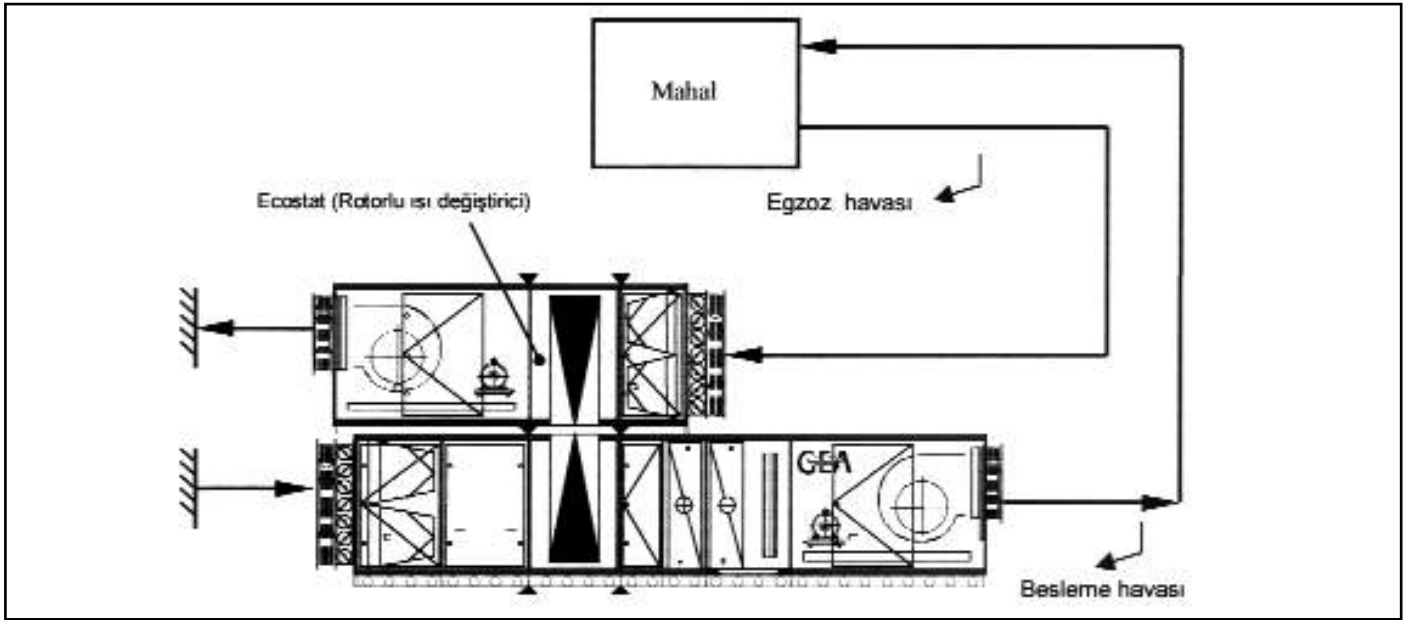
pompanın on/off kullanımı ile çalıştırılması gerekmektedir. Sistemin maksimum 20 m borulama için seçilmesi uygundur. Sistemin az % 40 verimle çalışmalıdır. Genellikle serpantinler bakır boru ve alüminyum kanatlı, kolektör boruları bakırdan olarak üretilir. Klima santralleri ve egzoz fanları ayrı yerlere konacak şekilde üretici firma tarafından imal edilebildiği gibi bunlar üst üste veya yan yana da monte edilecek şekilde üretilebilmektedir. Egzoz tarafında ısı geri kazanımı serpantini öncesinde filtre konulması serpantin temizliği açısından gereklidir. Serpantinlerde boşaltma ve tahliye düzen-



Şekil 17.53. BATARYALI ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ



Şekil 17.54. ISI BORULU ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ



Şekil 17.55. ROTASYONLU ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ

leri bulunmalıdır. Serpantinler yan taraftan çıkartılabilmeleri için kızaklar üzerine monte edilir. Soğutucu ve (yaz çalışması varsa) ısıtıcı serpantin sonrası damla tutucu mutlaka konulmalıdır. Soğutma serpantinlerinin altında paslanmaz çelikten imal edilmiş kondens suyu tavası bulunur ve bu tavanın drenaj borusu (paslanmaz çelik) hava sızdırmaz bir biçimde gövde dışına çıkartılır.

1- Isı Borulu Isı Değiştirici

Rejeneratif tarzda çalışır, ısı borusu ile ısı geri kazanım sağlanacaktır. Bu sistemde ısıyı transfer etmek için soğutucu akışkan kullanılır ve sistem dönüş havası ile karşılaşan akışkanın buharlaşp tüp içinde yükselmesi ve soğuk havaya ısısını transfer edip tekrar yoğunlaşması mantığı ile çalışır. Sistem -30°C ile $+55^{\circ}\text{C}$ arasında sorunsuz ça-

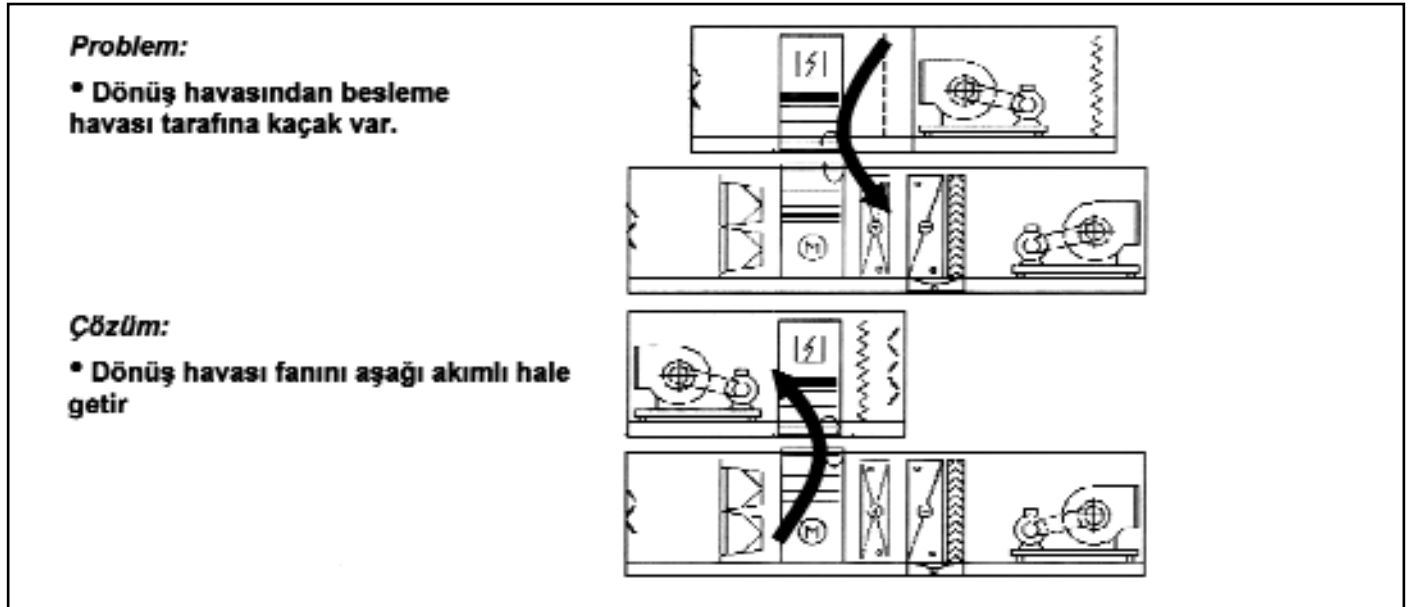
alışabilmelidir. Minimum %65 oranında ısı geri kazanımı sağlamalıdır. Hava akışını kontrol edebilmek amacı ile ısı geri kazanım hücresinde by-pass dampiri mevcuttur. Isı borusu yan yana horizontal tip veya üst üste tipinde kullanılabilir. Yan yana olan tipler gerektiğinde yazın da enerji geri kazanımı yapılabilecek şekilde dizayn edilebilir. Egzoz tarafına damla tutucu konulur. Paslanmaz çelikten imal edilmiş kondens suyu tavası bulunacak ve bu tavanın drenaj borusu (paslanmaz çelik) hava sızdırmaz bir biçimde gövde dışına çıkartılacaktır. Egzoz tarafında ısı geri kazanımı serpantini öncesinde temizlik açısından filtre konulması uygun olacaktır.

2- Rotasyonlu Tip Isı Değiştiriciler

Rejeneratif tarzda çalışır, ısı tekerleği vasıtası ile geri kazanım sağ-

ÖZELLİKLER	Rotary tip hygroscopic	Rotary tip non-hygroscopic	RR Coil	Plaka tip	Isı tüpü
h %	70.....80				
t %	70.....80	70.....80	35.....45	40.....65	40.....65
x %	70.....80	10.....20	yoğuşma	yoğuşma	yoğuşma
Pa	200	200	200...300	100...300	200...300
İstenen alan	averaj	averaj	küçük	büyük	küçük
Yatırım maliyeti / (m ³ /h)	7.....15	6.....14	6.....13	9.....12	6.....12
Hava debisi	2.000-100.000	2.000-100.000	2.000-100.000	2.000-25.000	2000-25.000
Fan biçimi	Fan aşağı akımlı olmalı	Fan aşağı akımlı olmalı	herhangi	herhangi	Besleme havası üst kısımda
Dönüş ve besleme birleşik	evet	evet	hayır	evet	evet
Kaçaklar	Fan yukarı akımlı olursa kaçak min. olur	Fan yukarı akımlı olursa kaçak min. olur	yok	iyi yerleştirilirse yok.	yok

Tablo 17.56. ISI GERİ KAZANIM SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ



Şekil 17.57. YUKARI AKIMLI FANIN AŞAĞI AKIMLIYA ÇEVİRİLMESİ

lanacaktır. Isı değiştirici tekerleğin dönüş hareketi ile egzoz havası ısı ve nemi rotorda taşınır ve soğuk hava tarafından ısı ve nem emilir. Isı geri kazanım oranı % 75 in altına düşmemelidir. Kışın yapılan ısı transferi dışında, yazın da enerji transferi ve nem alma işlemi gerçekleştirilebilir. Isı tekerleği genellikle hız kontrollü olarak kumanda edilir.

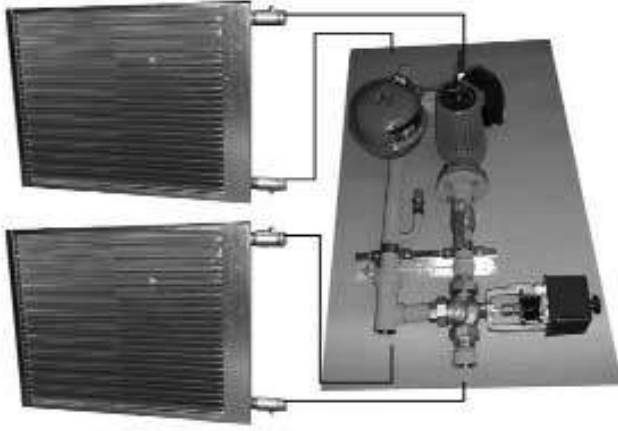
Rotasyonlu tip ısı geri kazanım sistemlerinde rotasyon sırasında meydana gelebilecek hava kaçakları fanın yerleştirilme şekline bağlıdır. Tablo 17.56’da bahsi geçen “aşağı akımlı” ve “yukarı akımlı” tabirleri Şekil 17.57’den anlaşılabilir.

Isı geri kazanım sistemlerinin karşılaştırılmasında üretim maliyetleri ve verim arasında önemli bir bağlantı vardır. Tablo 17.58’de örnek olarak verilen GEA klima santrallerinde ısı geri kazanım sistemlerine göz atacak olursak, sistemler aslında tabloda belirtilen değerlerle sınırlı değildirlir. Örneğin “ecoflow” ısı geri kazanım sistemi serpantinli tip olduğundan burada glükol oranı, serpantin geçiş

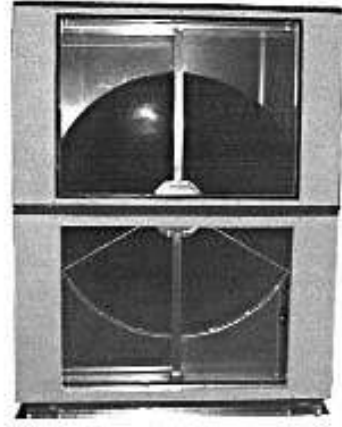
Sistemler	Verim %	Isı geri kazanımı sonrası sıcaklık C°	Maliyet %	Kapladığı alan mm ³
ECOFLOW Bataryalı tip	51	11,3	66	3252x1320x1085 2490x1320x1085
ECOSTAT Isı tüplü tip	55	12,4	87	3405x1320x1015 3709x1320x1085
ECOPLAT Plakalı tip	61	14	82	4319x1320x1015 4167x1320x1085
ECOROT Rotorlu tip	71	17	100	2540x1320x1015 4064x1320x1085

Tablo 17.58. AYNI KRİTERLERDE SEÇİLMİŞ 4 TİP GEA ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

sayısı, su debisi ve su tarafı basınç düşümleri gibi kriterlerde değişiklikler yapılarak verim artırılabilir veya düşürülebilir. Bu demektir ki, “ecoflow” ısı geri kazanım sistemi %35 ila %65 arasında değişen bir verimlilikle çalışabilir. Aynı şekilde diğer sistemler de bel-



Balırcalı Tip



Hörlü Tip



Isı Borulu Tip



Plakalı Tip

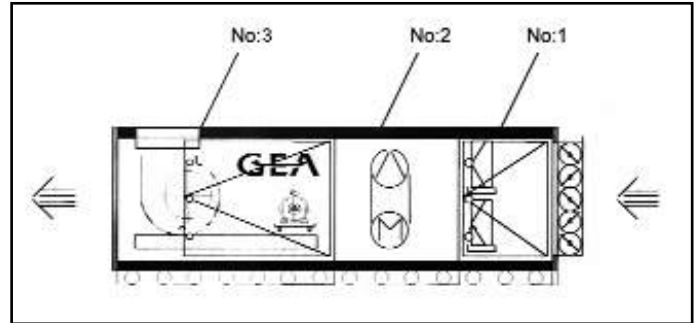
Şekil 17.59. ÇEŞİTLİ ISI GERİ KAZANIM EŞANJÖRLERİ

li aralıklarda değişken verime sahiptirler. Buradan çıkarılacak sonuç şudur ki, bir sistemin ucuz olması veriminin düşük olması veya pahalı olması çok verimli olmasını her zaman gerektirmez. Üretim aşamasında proje şartlarına en uygun ısı geri kazanımı seçilmelidir.

17.5. MUTFAK ASPİRATÖRLERİ:

Mutfak egzozları ile ilgili olarak burada iki tür uygulamadan bahsedilecektir. Birinci uygulama kokunun ihmal edildiği standart uygulama türüdür. İkinci uygulama türü ise kokunun alınmasına yönelik aktif karbon filtresinin kullanıldığı uygulama türüdür. Uygulamalardan bahsedildikten sonra her iki türde de kullanılan 'Harici havalandırmalı motor' dan bahsedilecektir.

Birinci uygulamanın gösterimi Şekil 17.60'da verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi burada tek kademeli filtrasyon uygulanmaktadır, bu da sadece yağ filtrasyonudur. G3 kalitede metal yağ filtresi (No:1, yağ filtresi) kullanılarak mutfaktan egzoz edilen yağlı ha-

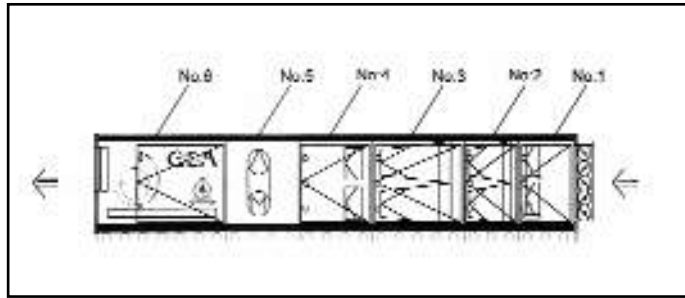


Şekil 17.60. TEK FİLTREASYON KADEMELİ MUTFAK ASPİRATÖRÜ

vadaki yağlar filtre edilmektedir. Yağ filtresinden sonra bile havanın içerisinde zamanla motora yapışarak zarar verebilecek miktarda yağ bulunmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için motorun üzerinden

yağlı hava geçirilmez ve dış hava bağlantısı (No:2,harici havalandırmalı motor) yardımıyla dışarının yağsız havası vasıtası ile motorun soğuması sağlanır. Harici havalandırmalı motor ile ilgili detaylar ileride ayrıntılı olarak verilecektir. Yağ filtrasyonu yapılmış hava fan (No:3) vasıtası ile egzoz edilir.

İkinci uygulamanın gösterimi Şekil 17.61’de verilmiştir. Burada birinci uygulamadan farklı olarak dört kademeli filtrasyon uygulanmaktadır. G3 kalitede metal yağ filtresi (No:1, yağ filtresi) kullanılarak mutfaktan egzoz edilen yağlı havadaki yağlar filtre edildikten sonra kokuların filtre edilmesinde kullanılacak olan çok hassas yapıdaki aktif karbon filtresinin zarar görmemesi için öncesinde torba filtreler yardımı ile iki kademeli filtrasyon yapılmaktadır. G4 filtre kaba filtrasyon (No: 2, G4 torba filtre), sonrasında bulunan F7 (No: 3, F7 torba filtre) ise hassas filtrasyon yapmaktadır. Yağdan ve kaba pisliklerden arındırılmış hava kokudan da arındırılmak üzere aktif karbon filtresinde (No:4, aktif karbon filtresi) filtre edilerek harici havalandırmalı motor (No: 5) ve fan (No: 6) vasıtası ile egzoz edilir.



Şekil 17.61. DÖRT FİLTRE KADEMELİ MUTFAK ASPİRATÖRÜ

Her iki uygulamaya bağlı olarak da seçimlerde dikkat edilmesi gereken bazı noktalar aşağıda verilmiştir:

- Aktif karbon filtresinin kullanılmadığı birinci uygulamada egzoz fanı serbest kesitteki hava hızı 3-3,5 m/s arası seçilmelidir. Buna karşılık aktif karbon filtresinin kullanıldığı ikinci uygulamada, aktif karbon filtresinin yüksek hava hızlarına duyarlı olmasından dolayı serbest kesit hava hızı en fazla 2 m/s olarak alınmalıdır.
- Her iki uygulamada da yağın zararlarından korunabilmek maksadı ile fan-motor grubunun altında kauçuk esaslı titreşim yutucu elemanların yerine mutlaka yaylı tip titreşim yutucu elemanlar kullanılmalıdır.
- Fan hücresinde oluşabilecek yağ birikmelerini gözlemleyebilmek için kontrol penceresi ile ışıklandırma birlikte bulunmalıdır.
- Fan hücresinin içinin gerektiğinde yıkanabilmesi için fan hücresinin tabanında drenaj tavası bulunmalıdır.
- Fan salyangozunun iç kısmının yıkanabilmesi için salyangoz üzerinde yıkama kapağı bulundurulmalıdır.
- Fan çıkışı ve hücrenin emiş ağzında, fleksibl bağlantıların zamanla yağdan zarar görebileceği düşüncesi ile fleksibl bağlantı parçası kullanılmamalıdır.

Harici havalandırmalı motor

Harici havalandırmalı motorlar, dahili veya harici uygulamalarda kullanılabilirler. Hava akımı taze hava panjuru üzerinden olmaktadır.

Üzerinden akan hava ile soğuyan motor, bu havanın motora zarar verebileceği uygulamalarda ayrı bir havalandırmaya ihtiyaç duymaktadır. Bunun için üzeri zararlı havaya karşı koruma olarak kapatılmış motor, esnek bağlantı parçası vasıtası ile motorun fanı ve fan hücresinde fan vasıtasıyla oluşturulan negatif basınç ile dışarıdan emdiği hava yardımıyla soğumakta, böylelikle fan üzerinden akan havanın zararlı etkilerinden korunmaktadır.

Harici havalandırmalı motor, motor üzerinden akan havanın motoru soğutmasının yeterli görülmeyip ek bir soğutma istendiği uygulamalarda kullanılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, yüksek yalıtım istenilen sistemlerde veya explosion – proof gereken uygulamalarda, harici havalandırmalı motor sistemi, bu sistemlere alternatif teşkil etmez. Harici havalandırma motoru seçiminde havanın alınacağı bağlantı ağzının yeri önemli olduğundan “L” mesafesi imalatla belirtilmelidir.

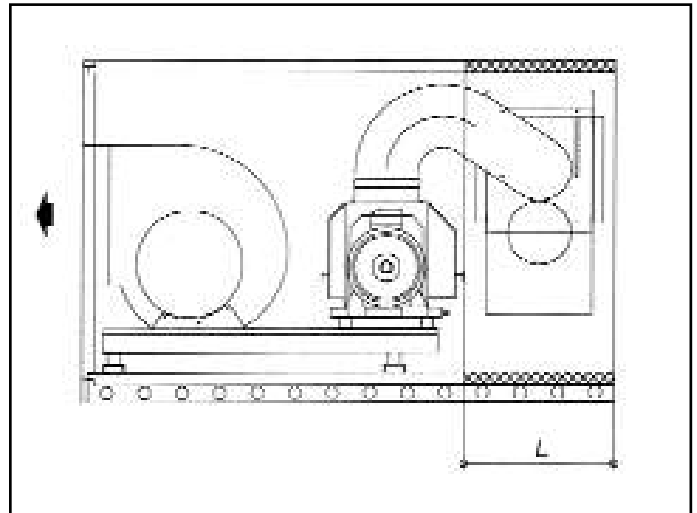
Cebri havalandırma sistemi, fan üzerinden akan havanın, toz, yağ, gres yağı veya diğer kirletici maddeler içerdiği uygulamalarda da kullanılır. Bunlara en temel örnekler, endüstriyel egzoz ve mutfak egzoz sistemleridir.

Aksesuarlar

GEA AT Plus serisi klima santrallerinde kullanılan harici havalandırmalı motorda aşağıda verilmiş aksesuarlar kullanılabilir :

- Manuel kumandalı klape: Dışarıdan alınan taze hava miktarını ayarlamak için kullanılır.
- İzolasyon malzemesi: Harici tip motor kullanılan egzoz fanı uygulamalarında tavsiye edilir. Harici havalandırmalı motor kullanılan egzoz fanlarının yaz işletmesinde, santral içerisinden akan soğuk hava nedeniyle, dışarıdan alınan sıcak ve nemli hava ekipmanın içerisinde yoğuşarak motora zarar verir. Bunun önüne geçmek maksadı ile ilgili ekipmanın iç yüzeyinin izopropilen esaslı bir malzeme ile kaplanması gerekmektedir.

Harici havalandırmalı motor uygulamalarında dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise, harici havalandırma bağlantısının her zaman egzoz fanının müdahale yönünün ters tarafından yapılması gerektiğidir. Bunun için yan yana olan uygulamalarda (side by side air handling units) harici havalandırma uygulaması yapılamaz.



Şekil 17.62. HARİCİ HAVALANDIRMALI MOTOR

17.6 FAN COIL CİHAZLARI

Fan coil tesisatı özellikle son 10 yılda gerek sistem yapısı olarak gerekse sistemde kullanılan cihazların kalitesi olarak önemli bir gelişme göstermiştir. Özellikle otomasyonda yapılan ilerlemeler fan coil tesisatının daha konforlu ve daha ekonomik çalışmasını sağlamış ve bilinen bazı sistem dezavantajlarının yok olmasını sağlamıştır.

1. Fan coil motorlarında özel yataklar (bakım istemeyen bilyalı yataklar v.s.) kullanılarak ses seviyelerinde ciddi bir iyileştirme sağlanmış ayrıca cihazların performans değerleri ve ekonomik ömürleri artmıştır. (Kaliteli f. coil)
2. Karışım havalı fan coil sistemi yerine iç havalı fan coil + taze hava sistemi daha sık uygulanmaya başlanmış ve bununla daha iyi filtrasyon ve taze hava miktarının artırılması sağlanmıştır. Zaruret halinde dış hava klapesi bir servomotordan kumanda alıp karışım oranını ayarlayabilen, donma kontrolü yapabilen, gerektiğinde taze hava emişinde susturucu hücresi bulunan fan coil dizaynları geliştirilmiştir.
3. Genellikle geçiş dönemlerinde zafiyet yaratan iki borulu fan coil tesisatı yerine 4-borulu fan coil sistemi daha sıkça kullanılmaya başlanmıştır.
4. 2 – ve/veya 3-yollu oransal vana kullanımı yaygınlaşmıştır. Bununla hem daha konforlu (özellikle sıcaklık kontrolü açısından) hem de daha ekonomik işletme şartları sağlanmıştır. Termostat ve kontrol cihazlarındaki gelişmeler, fan coillerde gece – gündüz işletmesi, donma kontrolü, üfleme havası limitlemesi, otomatik fan devri ayarı gibi birçok fonksiyonun gerçekleşmesini sağlamıştır.
5. Havalandırmanın %100 taze havalı klima santralleriyle yapılması; verimleri %90'a varabilen ısı geri kazanımı sistemleri kullanılması halinde özellikle kış işletmesinde ciddi tasarruflar sağlamıştır.

Fan coil cihazları prensip olarak filtreden geçirilen havanın fan yardımıyla soğuk veya sıcak bir yüzeyin (serpantin) üzerinden geçirilerek şartlandırılması esasına dayanır. Fan coil cihazları ile ortamdaki havanın sıcaklığı (yaz sezonu çalışmasında aynı zamanda nem) kontrol edilir. Bu cihazlarla yazın soğutma, kışın da ısıtma yapılır. Ortamda hava hareketi sağlanır. Ortam havası filtrelenerek ve seçime göre dış hava ile karıştırılarak hava kalitesi iyileştirilir.

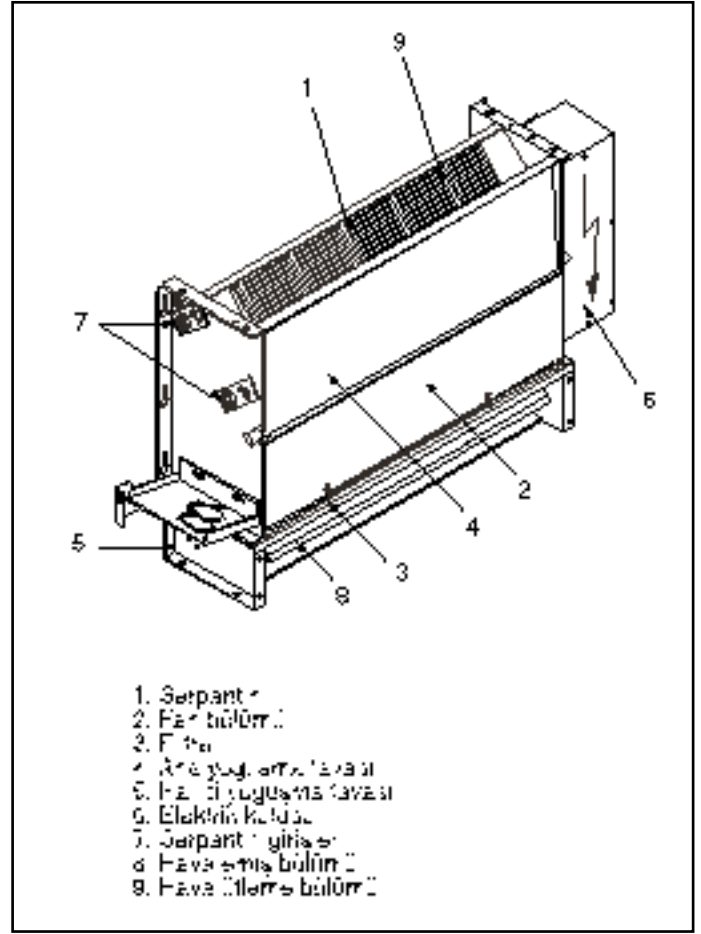
Cihazın ana yapısı fan, serpantin, ana ve harici drenaj tavaları, filtre ve gövdeden oluşur. Ana drenaj tavası serpantinde yoğunlaşan suyu tahliye etmek için kullanılır. Döşeme tipi bir fan coilin iç yapısı (Şekil 17.63) ve (Şekil 17.64) 'de görülebilir.

17.6.1 Fan Coil Tipleri ve Uygulamaları

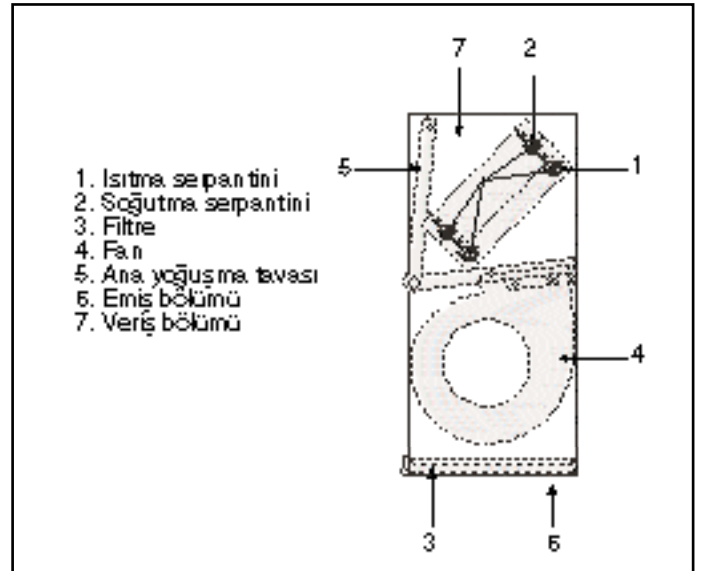
Farklı kullanım amacı, mimari durum, projelendirme, maliyet ve konfor ihtiyaçları için çeşitli tipte fan coil cihazları mevcuttur. Bu tipler ve bu cihazlara ait uygulamalar Şekil 17.65 ve Şekil 17.78 arasındaki şekillerde görülebilir.

Mimari seçim ve uygulama çeşitliliğine cevap vermek üzere kasetli veya ksetsiz, döşeme veya tavan tipi, basınçlı tip, hidronik kasetli tipte seçilebilirler.

Ayrıca seçilen sisteme göre tek serpantinli (iki borulu sistem için) veya çift serpantinli (dört borulu sistem için), ilave veya tamamen



Şekil 17.63. DÖŞEME TİPİ FAN COIL İÇ YAPISI



Şekil 17.64. DÖŞEME TİPİ FAN COIL İÇ YAPISI

elektrik ısıtıcılı, dış havalı veya iç havalı tipte olabilirler. İki borulu fan-coil sisteminde üniteye tek serpantin vardır. Borularda ya sıcak ya da soğuk su bulunur. Buna göre ya ısıtma ya da soğutma işlemi yapılabilir. Dört borulu sistemde ise fan-coil cihazında iki ayrı serpantin vardır. Sistemde hem sıcak hem de soğuk su bulunmaktadır.



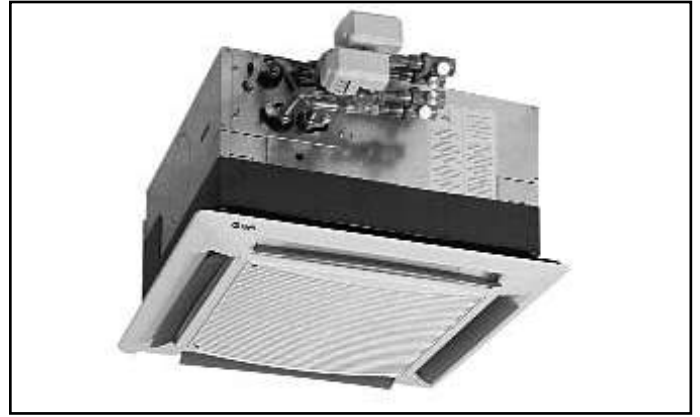
Şekil 17.65. KASETLİ DÖŞEME TİP FAN COIL CİHAZLARI



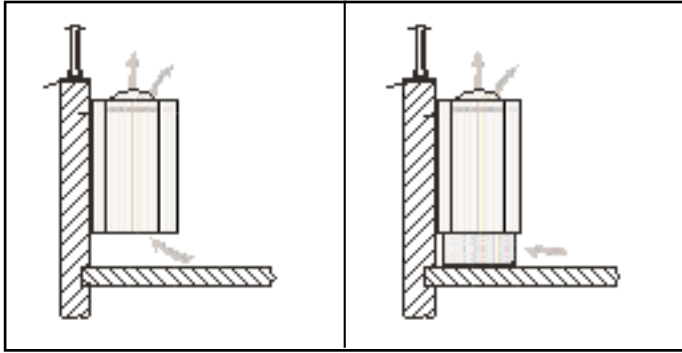
Şekil 17.66. GİZLİ DÖŞEME TİP FAN COIL CİHAZLARI



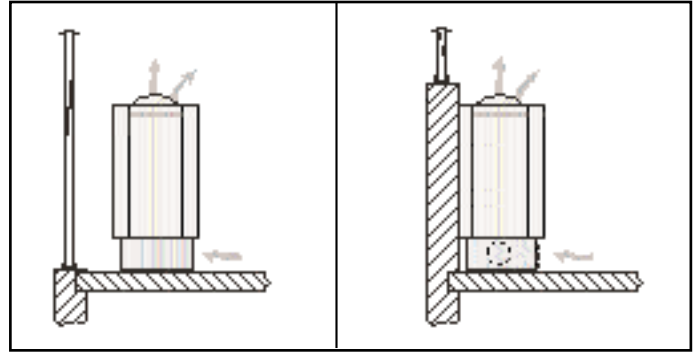
Şekil 17.67. BASINÇLI TİP FAN COIL CİHAZI



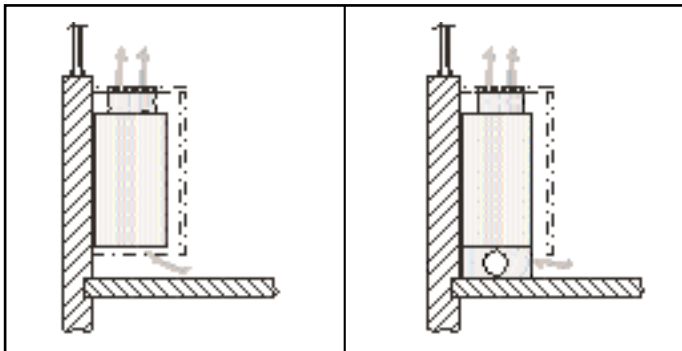
Şekil 17.68. HİDRONİK KASETLİ TİP FAN COIL CİHAZLARI



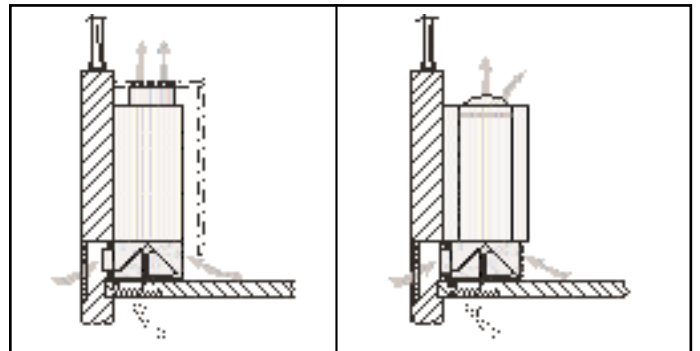
Şekil 17.69. KASETLİ DÖŞEME TİPİ (%100 İÇ HAVA)
(ISITMA-SOĞUTMA)



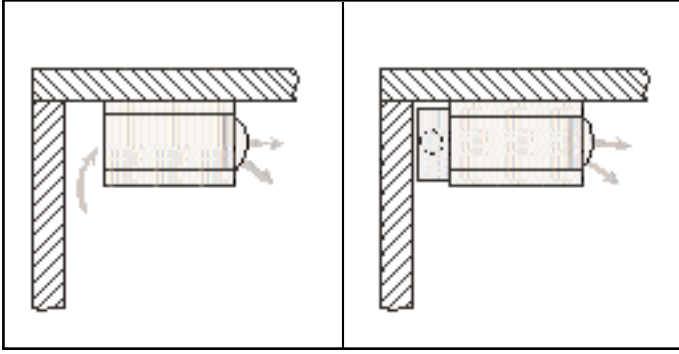
Şekil 17.70. KASETLİ DÖŞEME TİPİ (%100 İÇ HAVA)



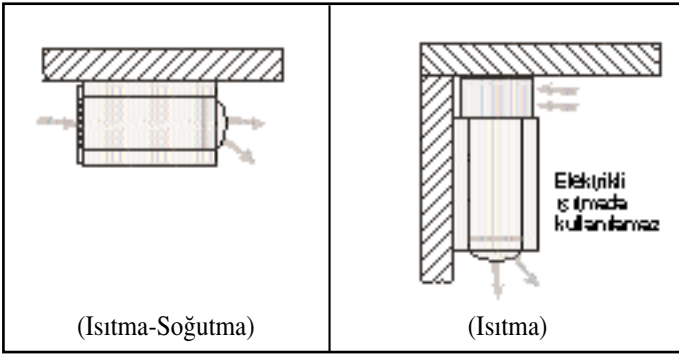
Şekil 17.71. GİZLİ DÖŞEME TİPİ (%100 İÇ HAVA)



Şekil 17.72. KASETLİ/GİZLİ DÖŞEME TİPİ (TAZE HAVALI)
(ISITMA-SOĞUTMA)



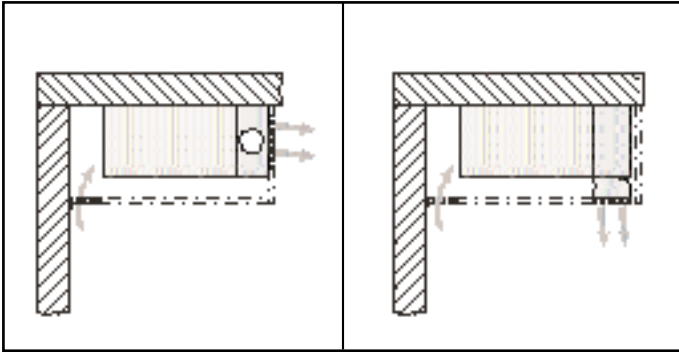
Şekil 17.73. KASETLİ TAVAN TİPİ (%100 İÇ HAVA)



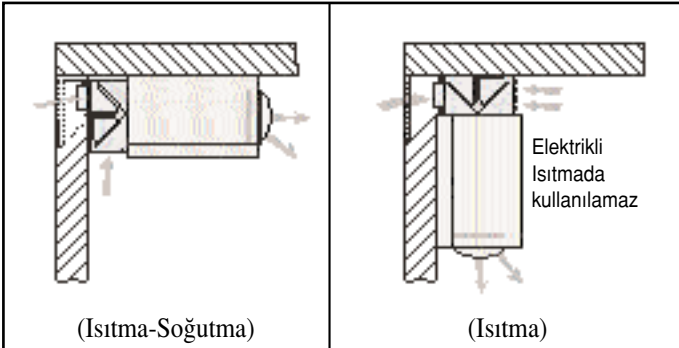
(Isıtma-Soğutma)

(Isıtma)

Şekil 17.74. KASETLİ TAVAN TİPİ



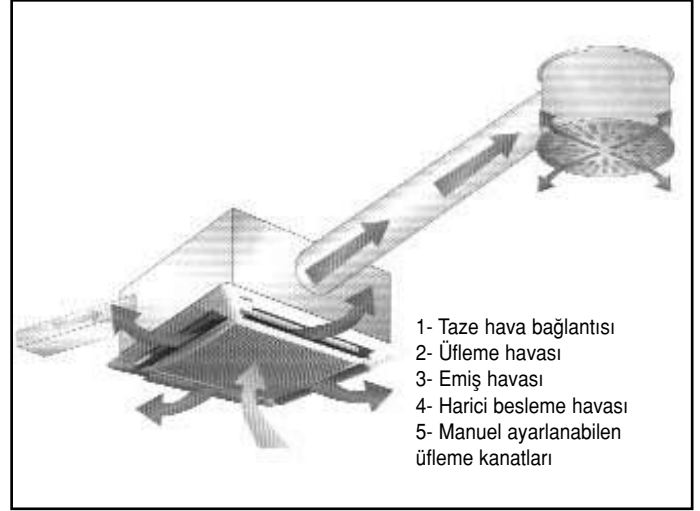
Şekil 17.75. GİZLİ TAVAN TİPİ (%100 İÇ HAVA)
(ISITMA-SOĞUTMA)



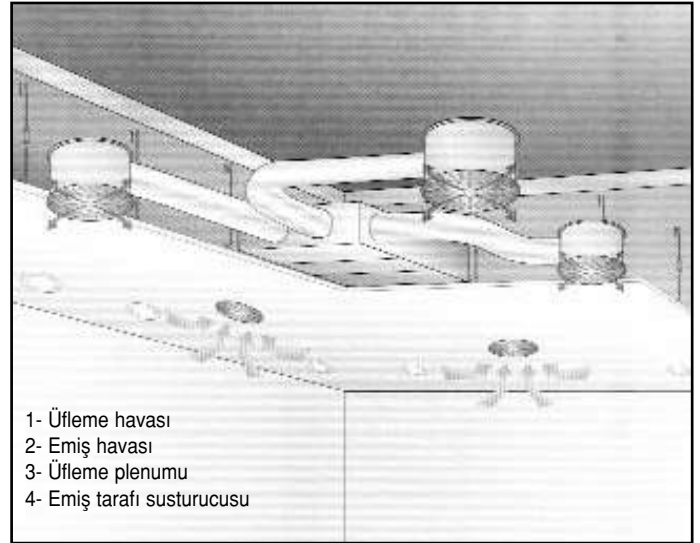
(Isıtma-Soğutma)

(Isıtma)

Şekil 17.76. KASETLİ TAVAN TİPİ (TAZE HAVALI)



Şekil 17.77. KASETLİ TİP FAN COIL UYGULAMASI



Şekil 17.78. BASINÇLI TİP FAN COIL UYGULAMASI

Unitenin o an ısıtma veya soğutma yapmasına göre vanalarla sıcak ya da soğuk suyun ilgili serpantinden dolaşmasına izin verilir.

Özellikle basınçlı tip fan coil'ler kanala bağlanabilecek ve yüksek dış statik basınç kayıplarını karşılayabilecek şekilde dizayn edilmişlerdir.

Hidronik kasetli tip fan coil'ler ise oldukça estetik görünüşlüdür ve modüler tipte asma tavan uygulamalarında da kullanılabilir. Drenaj pompası sayesinde yoğuşma suyu cebri olarak eğim gerekmeden uzaklaştırılabilir.

Mevcut fan coil tipleri aşağıdaki şekilde gruplanabilir:

- 1- Fan coil tipine göre
 - Tavan/döşeme tipi
 - Hidronik kaset tip
 - Basınçlı tip
- 2- Kaset yapısına göre (Döşeme ve tavan tiplerinde)
 - Kasetli
 - Kasesiz (Gizli)

- 3- Batarya yapısına göre
 - 2 Borulu
 - 4 Borulu
- 4- Otomasyon şekline göre
 - Fan kontrollü
 - Otomasyon Vanalı (on-off)
 - Otomasyon Vanalı (oransal)
- 5- Fan devir hızına göre
 - Çok devirli, Fan coil motorları genellikle 5 veya 7 devirli olup, seçim kriterlerine göre bu devirlerden uygun olan 3 'ü kullanılır.
 - Değişken devirli
- 6- Hava akımına göre
 - %100 iç havalı
 - Karışım havalı
- 7- Akışkan tipine göre (Isıtma)
 - Sıcak Su
 - Kızgın Su
 - Buhar
 - Elektrikli Isıtıcı
- 8- Akışkan tipine göre (Soğutma)
 - Soğutulmuş Su
 - Direkt Genleşme (Dx)
- 9- Aksesuarlar
 - Üfleme Menfezi
 - Emiş Menfezi
 - Esnek Emiş / Üfleme Bağlantı Parçası
 - Taze Hava Bağlantılı Emiş / Üfleme Kutusu
 - Çok çıkışlı üfleme/emiş kutusu
 - Susturucu, Karışım havalı döşeme/tavan tiplerinde dışardaki ortamdan gelecek sesin engellenmesi için tavsiye edilir
 - Susturucu, Basınçlı tiplerde yüksek hava debileri ve dış statik basınçlardan dolayı fan gürültüsünü engellemek için kullanılır.
 - İzoleli ilave yoğuşma tavası

17.6.2. Fan Coil Seçimi için Gerekli Bilgiler

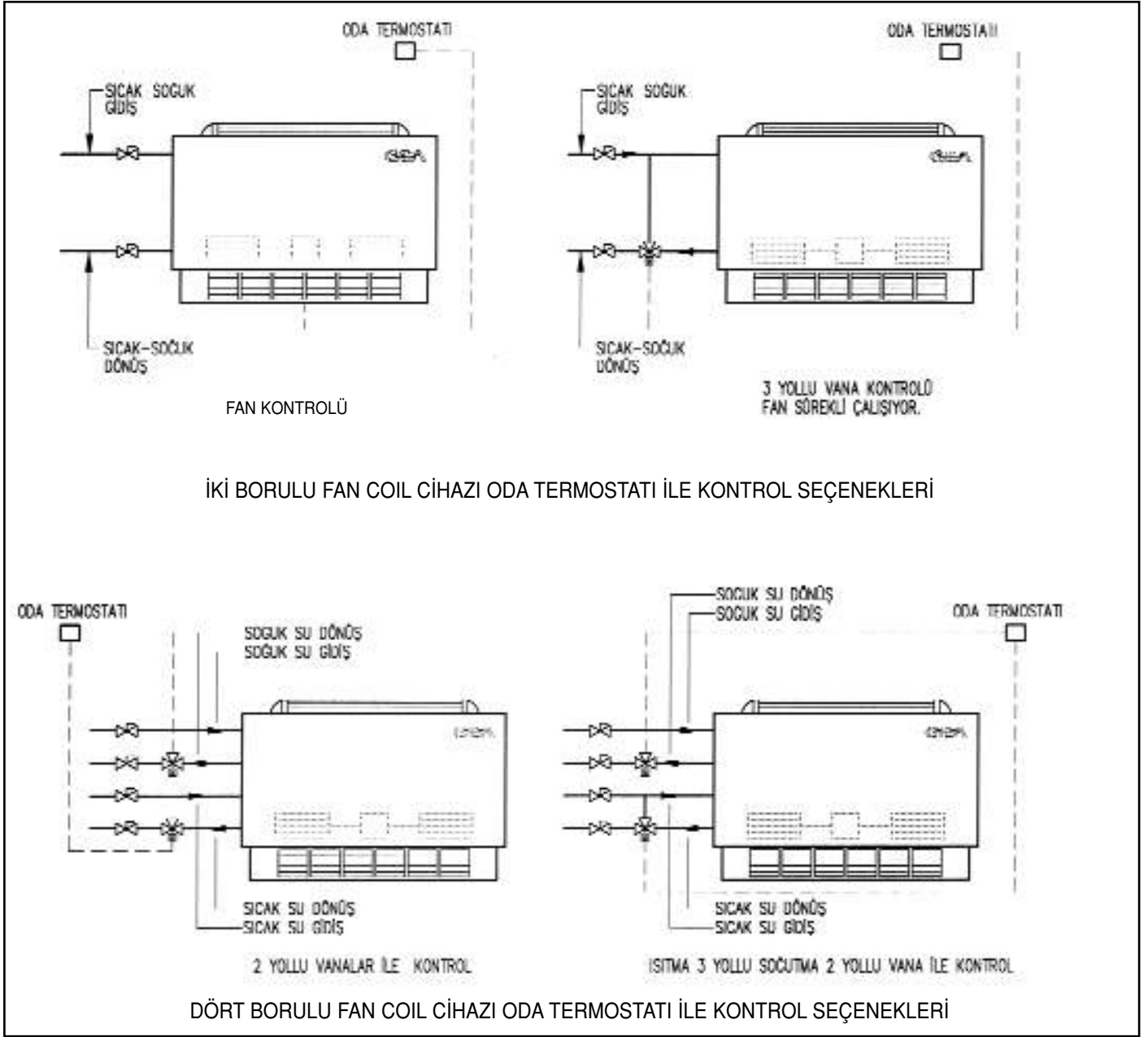
- 1- Duyulur soğutma kapasitesi Watt - (kcal/h)
- 2- Toplam soğutma kapasitesi Watt - (kcal/h)
- 3- Isıtma kapasitesi Watt - (kcal/h)
- 4- Soğutucu akışkan giriş/çıkış sıcaklıkları
(Genellikle 6/10 °C – 7/12 °C) °C
- 5- Isıtıcı akışkan giriş/çıkış sıcaklıkları
(Genellikle 80/60 °C – 90/70 °C) °C
- 6- Mahal sıcaklığı ve bağıl nemi
(Genellikle 27 °C, %46 BN
26 °C, %50 BN – 24 °C, %50 BN) °C, %
- 7- Ortamda talep edilen ses basınç değeri dB(A) / NC/ NR
(Tablo 17.81'den yararlanılabilir)
- 8- Otomatik kontrol tipi (Şekil 17.79)
- 9- Kanala bağlanacak ise dış statik basınç kaybı Pa veya mmSS

Eğer cihaz karışım havalı ise ayrıca ;

- 1- Taze hava miktarı m³/h
 - 2- Dış hava sıcaklığı ve bağıl nemi °C, %
- Bu değerler ışığında seçilen fan coil için üretici firma aşağıda belirtilen değerleri vermelidir:
- 1- Isıtıcı/soğutucu batarya su tarafı basınç kaybı
(Pompa basma yüksekliği hesabı için) kPa
 - 2- Isıtıcı/soğutucu batarya su hacmi
(Genleşme ve büzüşme kabı hesabı için) lt
 - 3- Hava debisi m³/h
 - 4- Fan motor gücü Watt
 - 5- Batarya boru bağlantı çapı inch
 - 6- Bataryalar max. işletme basıncı bar
 - 7- Filtre kalitesi EU...

17.6.3. Fan Coil Seçimi ile ilgili diğer notlar

- 1- Pratik olarak fan coil seçilirken öncelikle soğutma kapasitesini karşılayacak şekilde seçilmektedir. Bunun nedeni; sistem dizayn edilirken soğutma suyu sıcaklık farkı $\Delta t=4-5$ °C (7-12 °C veya 6-10 °C) alınarak hesap yapıldığı halde ısıtma suyunda bu fark $\Delta t=20$ °C (80-60 °C veya 90-70 °C) olarak alınmaktadır. Dolayısıyla aynı serpantinden sıcak su geçirildiğinde soğutmaya göre daha fazla ısıl güç elde edilmektedir.
- 2- Fan coil soğutma kapasitelerini belirlerken duyulur ısı ve toplam ısı kapasitelerinin sağlanıp sağlanmadığı ayrı ayrı kontrol edilmelidir.
- 3- Özellikle iki ayrı marka fan coil karşılaştırılacaksa **muhakkak aynı seçim kriterlerinde** seçimin yapıldığından emin olunmalıdır. Örneğin 7-12 °C soğutma suyu şartları için aynı fan coilin 24 °C, %50 BN şartlarında toplam soğutma kapasitesi : 2,5 kW iken, 27 °C, %46 BN mahal şartları için soğutma kapasitesi :3,3 kW olmaktadır.
- 4- Bir fan coil seçiminde en önemli husus fan coilin istenen ısıtma/soğutma kapasitelerini talep edilen ses kriterlerinde sağlanmasıdır. Dolayısıyla aynı kapasiteyi karşılayacak açık ofis için seçilecek bir fan coil, otel odası için seçilecek fan coilin sağlaması gereken ses seviyesinden dolayı özellikleri farklı olacaktır. **Tablo 17.81**'de bazı ortamlarda VDI2081'e göre olması gereken ses basınç seviyeleri verilmiştir.
- 5- Fan coil bataryasındaki su giriş sıcaklığı tesisattaki boru, vana v.s. gibi elemanlardaki ısı kazancı ve/veya kayıplarından dolayı değişebilir. Isıtmada kazana, soğutmada ise su soğutma grubuna (chiller) en uzak mesafede bulunan fan coilere kadar olan borulardaki ısı kayıp/kazançlarını hesap etmek gerekir. Pratik bir çözüm olarak örneğin soğutmada su soğutma grubu çalışma sıcaklıkları 6/10 °C ise fan coilere 7/11 °C soğutulmuş su sıcaklıklarına göre seçmek doğru olur.
- 6- Kasetli tip fan coilere üfleme menfezinin hava atış yönünün ayarlanabilir olması yaz/kış çalışması ve istenmeyen hava akımlarının izole edilmesinde büyük avantaj sağlamaktadır.
- 7- Fan coilere en önemli elemanlarından biri de filtredir. Özellikle kasetli tip fan coilere filtrenin, kaseti demonte etmeden kolaylıkla sökülebilmesi ve temizlenebilmesi gerekir.



Şekil 17.79. FAN COIL OTOMATİK KONTROL ŞEKİLLERİ

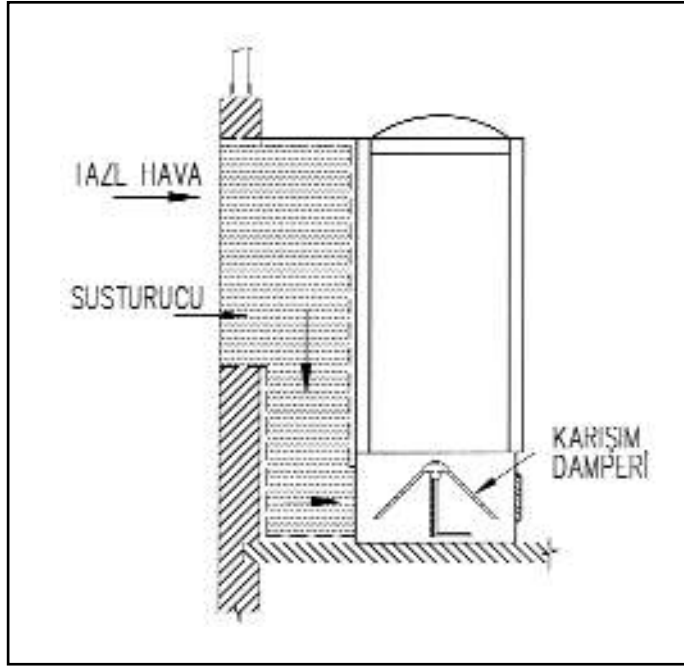
- 8- Fan coil sistemlerde sık sık karşılaşılan problemlerden biri de yoğuşma tavaları ile ilgilidir. Seçilen fan coilde yoğuşma tava-sının fan coil bağlantı armatürlerini örn. kesme vanası, 2-veya 3- yollu vana gibi-tamamen içine alacak büyüklükte ve izoleli olması gerekir
- 9- İki borulu fan coil sistemlerinde mevsim geçiş dönemlerindeki ısıtma/soğutma change-over problemlerini ortadan kaldırmak için ilave elektrikli ısıtıcı fan coil kullanılabilir. Örneğin İstanbul Hilton Otelindeki her yatak katında belli sayıda yatak oda-sında ilave elektrikli ısıtıcı fan coil monte edilmiştir. Aynı uygulama bazı ofislerinde gece vardiyası olan iş merkezleri veya genel müdürlük binaları için de geçerlidir. (Örneğin bekçi oda-ları, bilgi işlem personel ofisleri v.s. için)
- 10- Fan coil bataryaları bakır borulu-alüminyum kanatlı olarak imal

edilirler. Fan coil kullanılacak ortamda agresif/korozif şartların bulunması halinde (Örneğin asidik ortamlar, kimyasal banyolar/laboratuvarlar v.s.) batarya malzemesini kontrol etmek gerekir.

- 11- Direkt genişmeli fan coil kullanılmasında bataryada bir donma riski oluşumunu azaltmak için devir sayılarını yüksek seçmek gerekecektir.
- 12- Karışım havalı döşeme/tavan tiplerinde dışardaki ortamdan gelecek sesin engellenmesi için susturucu kullanılması tavsiye edilir. (Şekil 17.80)

17.6.4. Fan Coil Ses Seviyesinin Hesaplanması

Mahalde gerçekleşen ses basınç seviyesi orada bulunan fan coilin adetine, konumuna ve mahallin hacmine ve akustik karakterine



Şekil 17.80. KARIŞIM HAVALI DÖŞEME/TAVAN TIPLERİNDE SUSTURUCU KULLANILMASI

bağlı olarak değişir. Tablo 17.81’de bazı ortamlarda VDI2081 ‘e göre olması gereken ses basınç seviyeleri verilmiştir.

Örneğin $20 \times 10 \times 4 = 800 \text{ m}^3$ hacmindeki bir konferans odasında 6 adet fan coil bulunduğunu varsayalım. Öncelikle odadaki ses yutma yüzeylerinin büyüklüğü belirlenmelidir. Bunun için Şekil 17.82’den 800 m^3 hacminde bir konferans salonunda ses yutma yüzeyinin 100 m^2 olduğu saptanır.

Daha sonra fan coillerin yerleşim faktörü belirlenmelidir. Örnekteki fan coillerin Şekil 17.83’deki 4 pozisyonunda monte edildiğini ve

Ortam adı	Ses basınç düzeyi dB(A)*	Ortalama yankılanma süresi (sn)
Otel odaları (gece)	30	0,5
Konutlar	30/35	0,5
Konser salonu	25/30	2,0
Tiyatrolar	30/35	1,0
Sinemalar	30/40	1,0
Kütüphane, Seminer odaları	35/40	1,0
Ofis binaları	35/40	0,5
Müzeler	35/40	1,5
Lokantalar	40/55	1,0
Mağazalar, dükkanlar	45/60	1,0
Bilgi işlem odaları	40/55	1,5
Laboratuvar	45/40	2

* Verilen değerlerden yüksek olanı minimum olması gerekeni, düşük olanı tavsiye edilen konfor şartını belirtmektedir.

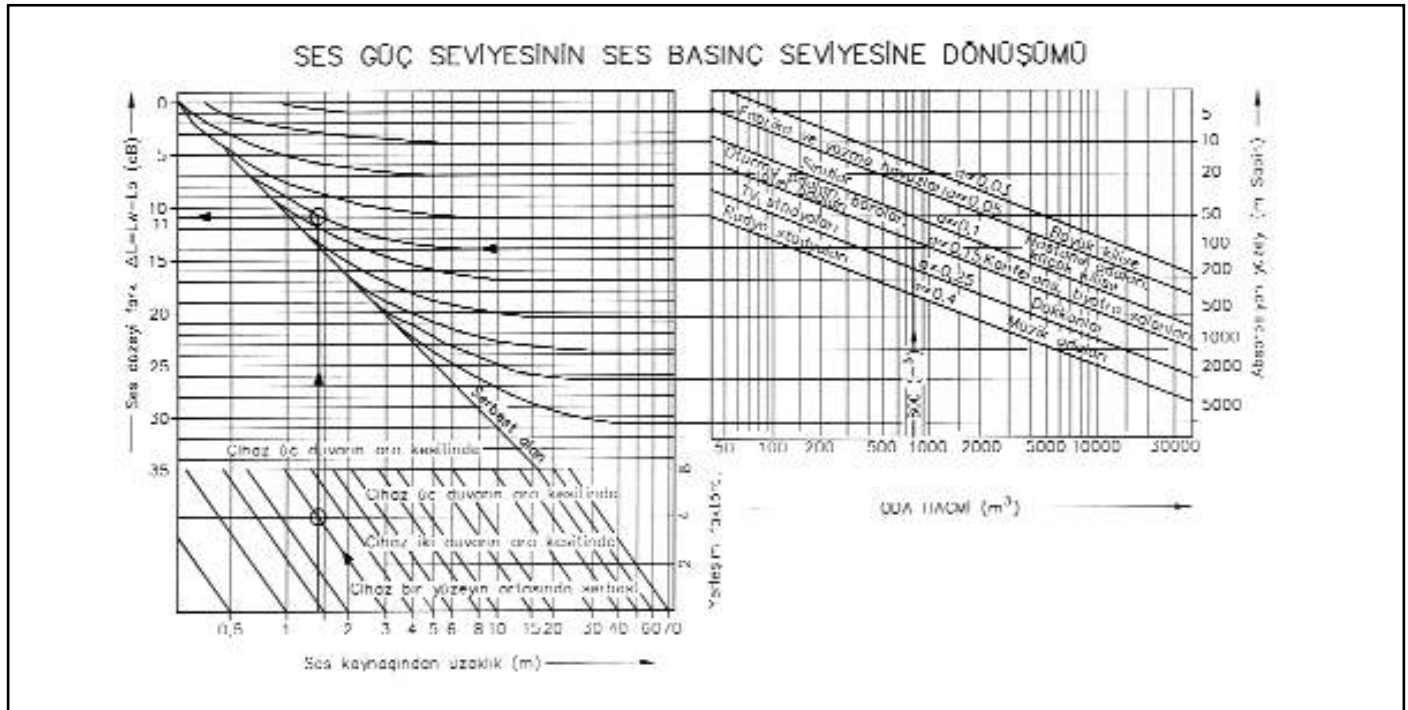
Tablo 17.81. BAZI MAHALLERDE VDI2081’E GÖRE OLMASI GEREKEN SES BASINÇ DEĞERLERİ

3 metre mesafede oluşturdukları ses basınç şiddetinin kriter olarak değerlendirileceğini varsayarak, mahal içinde yutulan ses değerinin $\Delta L = 11 \text{ dB}$ olduğu yine Şekil 17.82’den belirlenir.

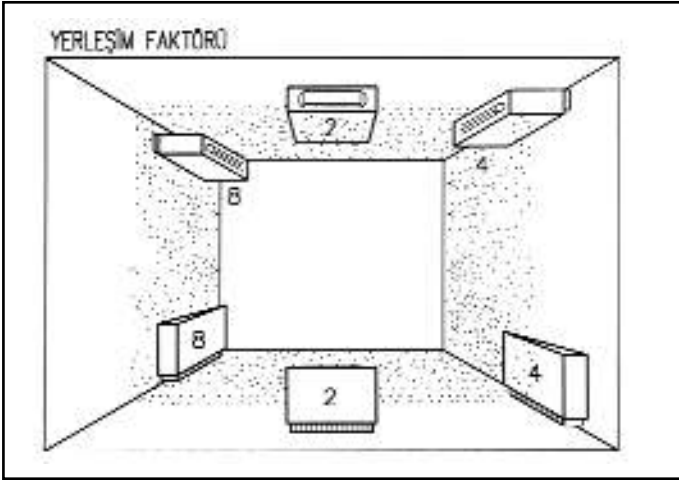
Seçilen fan coillerin orta devirlerindeki ses güç değerinin 38 dB (A) olduğu kabulüyle bir adet fan coil için beklenen ses basınç değeri; $L_p = L_w - \Delta L = 38 \text{ dB (A)} - 11 \text{ dB} = 27 \text{ dB (A)}$ olacaktır.

6 adet fan coil için ses seviyesindeki artış, Şekil 17.84’den $\sim 8 \text{ dB}$ olarak bulunur.

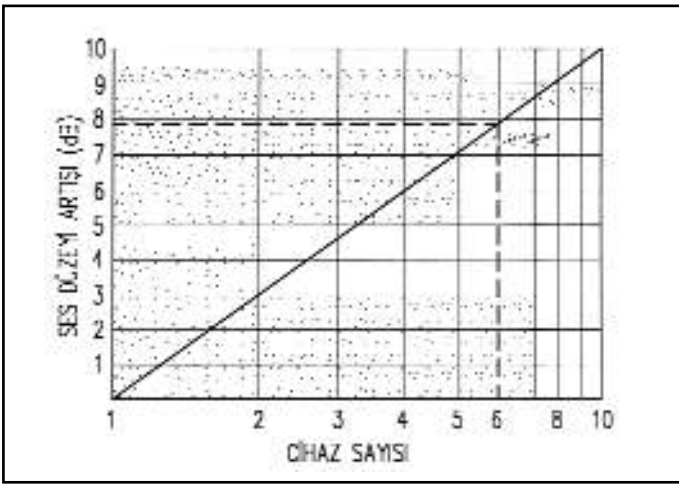
Buna göre oda içinde gerçekleşmesi beklenen ses basınç değeri; $L_{p\text{oda}} = L_p + 8 \text{ dB} = 27 \text{ dB} + 8 \text{ dB} = 35 \text{ dB (A)}$ olacaktır.



Şekil 17.82. SES GÜÇ SEVİYESİNİN SES BASINÇ SEVİYESİNE DÖNÜŞÜMÜ



Şekil 17.83. YERLEŞİM FAKTÖRÜ



Şekil 17.84.

17.6.5. Fan Coil Montajında ve İşletmeye Almada Dikkat Edilecek Hususlar

- 1- Fan coillerin terazisinde monte edildiğini kontrol edin.
- 2- Gizli döşeme tipi ve gizli tavan tipi montajlarında fan coil üzerine yapılacak kajın veya kaplamanın elektrik kutusuna, su bağlantı tarafına ve filtre servisine olanak verecek şekilde olmasına dikkat edin.
- 3- Gizli döşeme tipi fan coil montajlarında kaj yapılması halinde kajın altında hava emişi için min. 100 mm.'lik açıklık bırakıldığından emin olun.
- 4- Gizli döşeme tipi fan coil montajlarında kaj yapılması halinde fan coil üfleme ağzı ile kajın arasında kalan boşluğun hava sızdırmaz bir şekilde izole edildiğinden (galvaniz kanal parçaları veya esnek bağlantı ile) emin olun.
- 5- Fan coil bağlantılarındaki armatürlerin (kesme vanası, pislik tutucu, iki yönlü veya 3 yönlü vana v.s.) montajının yatay planda mutlaka yoğuşma tavası içine sığacak şekilde olmasını sağlayın.
- 6- Borulama kaynaklı olarak yapılacaktır:
 - a. Yoğuşma tavalarının zarar görmemesine dikkat edin. Aksi halde tavanın galvanizi yanabilir ve korozyona meyilli hale gelir.

b. Filtreleri koruyun, yanarak zarar görebilir.

c. Flexible bağlantı borularını koruyun.

7- Yoğuşma tavası bağlantısını yaptıktan sonra, tava içine su dökerek herhangi bir tıkanıklık olmadığından emin olun.

8- Fan coilleri devreye alırken önce kesme vanalarını kapatın, sonra tek tek açarak ve fan coilin pürjöründen havayı tahliye ederek, tüm fan coillerin kontrollü olarak su ile doldurulmasını sağlayın.

17.7. SICAK VE SOĞUK HAVA APAREYLERİ

17.7.1. Aparey Tipleri

1. Fonksiyonuna göre
 - Sadece ısıtma (2-borulu sistem)
 - Isıtma veya soğutma (2-borulu sistem)
2. Enerji kaynağına göre
 - Sulu sistem (sıcak su, kızgın su, buhar ya da soğuk su)
 - Gaz / likit yakıtlı sistem (LPG, doğal gaz, mazot)
 - Elektrikli sistem
3. Montaj şekline göre
 - Duvar tipi (Şekil 17.85)
 - Tavan tipi (Şekil 17.86)



Şekil 17.85. DUVAR TİPİ HAVA APAREYİ

4. Fan tipine göre

- Radyal fan
- Aksiyel fan
- Diyagonal fan

5. Taze hava oranına göre

- %100 iç havalı (resirküle)
- Karışım havalı (Şekil 17.87)

6. Motor devrine göre

- 1 devirli (230 V veya 400 V)
- 2 devirli
- 3 devirli
- Sonsuz kademe



Şekil 17.86. TAVAN TİPİ HAVA APAREYİ



Şekil 17.87. KARIŞIM HAVALI HAVA APAREYİ

7. Kullanım yerine göre
 - Konfor tipi
 - Endüstriyel tip
8. Çevre şartlarına göre
 - Normal (galvaniz çelik)
 - Ex-proof
 - Paslanmaz çelik

17.7.2. Hava Apareyi Seçmek İçin Gerekli Bilgiler

- 1- Isıtma kapasitesi kW

- 2- Toplam / duyulur soğutma kapasitesi..... /kW (soğutma isteniyorsa)
- 3- Hava debisi.....m³/h
- 4- Isıtma için su giriş / çıkış sıcaklığı..... / °C (sulu sistem)
- 5- Soğutma için su giriş / çıkış sıcaklığı / °C (soğutma isteniyorsa)
- 6- Buhar basıncı (mutlak veya efektif) bar (buharlı sistem)
- 7- Isıtma sezonunda mahal şartları / °C / b.n.
- 8- Soğutma sezonunda mahal şartları / °C / b.n. (soğutma isteniyorsa)
- 9- Dış hava şartları (kış) °C (karışım havalı ise)
- 10- Dış hava şartları (yaz) / °C / b.n. (soğutma isteniyorsa)
- 11- Taze hava oranı (yaz ve kış) % (karışım havalı ise)
- 12- Kanal kaybı Pa (karışım havalı ise)

17.7.3. Aparey Seçimi İle İlgili Önemli Notlar

- 1- İyi bir hava ve sıcaklık dağılımı için endüstriyel mahallerin **Tablo 17.88'deki hava değişim katsayıları** ile sirkülasyonu sağlanmalıdır.

Tavan Yüksekliği	Hava Değişim Katsayısı	
	%100 iç hava	%100 taze hava
h < 4 m	3 - 5	1
4 m < h < 6 m	3 - 5	0,5 - 1
6 m < h < 8 m	2 - 4	0,5 - 1
h > 8 m	2 - 4	0,5

Tablo 17.88. TAVSİYE EDİLEN HAVA DEĞİŞİM KATSAYILARI

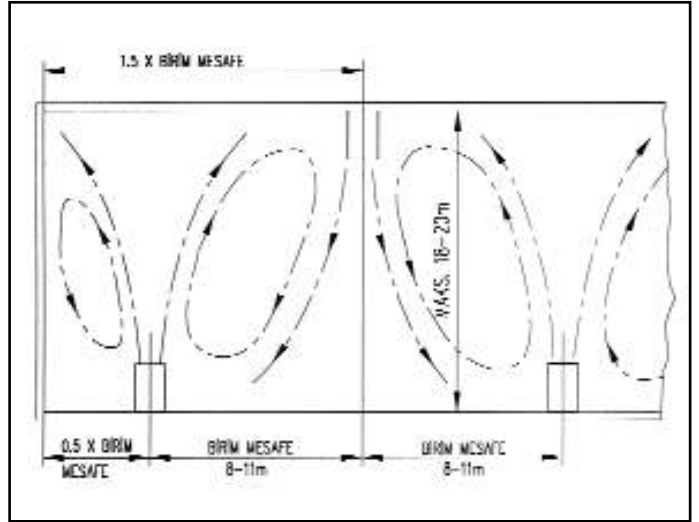
Aktiviteler	Mahal sıcaklığı
Oturarak yapılan aktiviteler	19 °C
Ayakta yapılan aktiviteler	17 °C
Ağır fiziksel işler	12 °C
Ofis işleri	20 °C
Alış-veriş yerleri	19 °C

Tablo 17.89. DEĞİŞİK İŞLERE GÖRE MAHAL SICAKLIKLARI

- 2- DIN 33403-1 'de değişik meslek grupları ve değişik fiziksel aktiviteler için konfor şartlarını sağlayan **mahal sıcaklıkları** bulunabilir. (Tablo 17.89).
- 3- Mahalde homojen ısı dağılımını sağlamak için **cihaz adedinin** doğru hesaplanması gerekmektedir. Aşağıda tavan ve duvar tipi apareylerin adetlerini hesaplamaya yönelik pratik bilgiler verilmiştir.
Tavan tipi cihazlarda, cihaz sayısını bulmak için toplam mahal alanı bir cihazın ısıttığı alana (radyasyon alanı) bölünür. Bir cihazın ısıttığı alan **Tablo 17.90'dan** bulunabilir.
Örnek: 20 x 60 x 6 m boyutlarındaki bir mahalle tavan tipi kaç adet aparey yerleştirilmesi gerektiğinin bulunması. Tavan yüksekliği 6 m olduğuna göre, montaj yüksekliğinin 5,3 m olduğu, cihazın 2. fan devrine göre seçileceği kabul edilsin. **Tablo 17.90'dan** bir cihazın radyasyon alanı 100 m² olarak alınabilir.

Fan Kademesi	Montaj Yüksekliği	İki Cihaz Arası Mesafe	Radyasyon Alanı
	[m]		
III	4 - 7	8 - 12	65 - 140
II	3,5 - 6	7 - 10	50 - 100
I	2,5 - 4	6 - 8	40 - 65

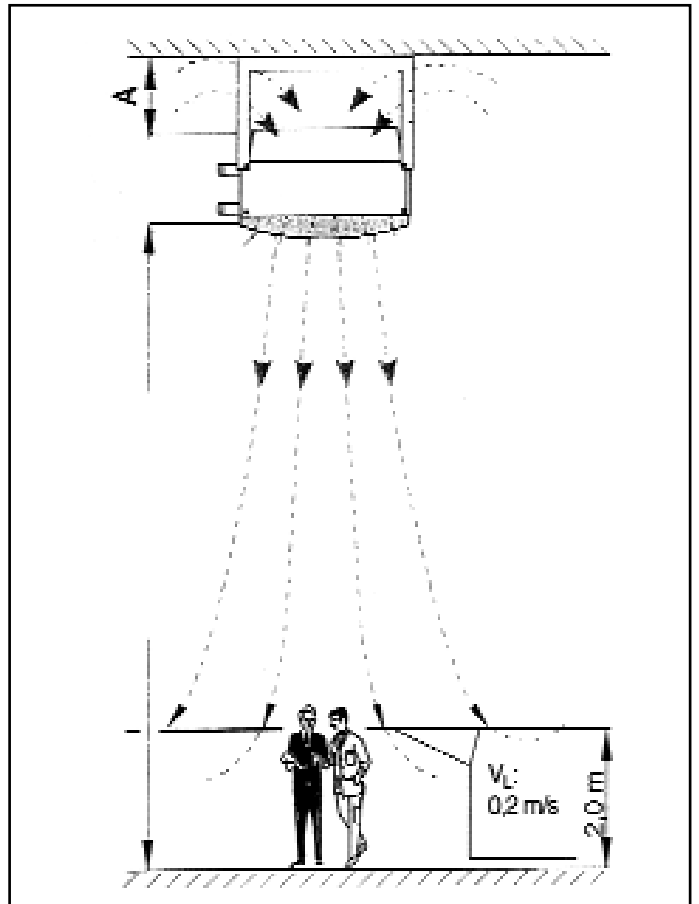
Tablo 17.90. TAVAN TİPİ HAVA APAREYLERİNDE BİR CİHAZIN RADYASYON ALANI



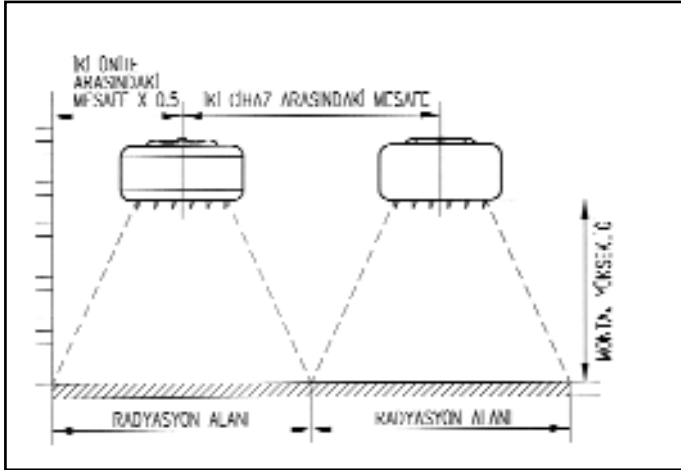
Şekil 17.93. DUVAR TİPİ APAREYLERDE ÇİFT SIRALI YERLEŞİM

gar binasının ısıtılmasında, yerden 26 m yüksekliğe asılan, çok yüksek üfleme mesafesine sahip diyagonal fanlı GEA Multi-MAXX® M6 tipi özel hava apareyleri kullanılmıştır.

- 5- Mahallin konfor bölgesindeki **hava hızı** da aparey seçerken dikkat edilmesi gereken bir parametredir. Özellikle tavan tipi hava apareylerinin üfleme hızı DIN EN ISO 7730 'a göre yerden 2 m yükseklikte max. $V = 0,2$ m/s olmalıdır (Şekil 17.94).



Şekil 17.94. HAVA HIZI 0,2 m/s'DEN KÜÇÜK OLMALIDIR



Şekil 17.91. TAVAN TİPİ APAREYLERİN RADYASYON ALANI

Buna göre,

Cihaz adedi= $20.60/100 = 1200/100 = 12$ olarak hesaplanır
Duvar tipi apareylerde cihaz sayısını bulmada mahallin uzunluğu önemlidir. Cihazların tek sıra mı yoksa karşılıklı olarak çift sıra mı yerleştirileceği mahallin genişliğine bağlıdır. Bunun için Tablo 17.92'den faydalanılabilir.

Mahalin genişliği	Yerleştirme şekli	İki cihaz arası mesafe
$b < 10$ m	tek sıra	10 - 15 m
$10 \text{ m} < b < 20$ m	çift sıra	8 - 11 m

Tablo 17.92. DUVAR TİPİ APAREYLERİ YERLEŞTİRME ŞEKLİ

Örnek: $20 \times 60 \times 6$ m boyutlarındaki bir mahale duvar tipi kaç adet aparey yerleştirilmesi gerektiğinin bulunması. Tablo 17.92'den, 20 m mahal genişliği için çift sıralı yerleşimin ve iki cihaz arası mesafenin 8 - 11 m olmasının uygun olduğu görülmektedir.

Maksimum cihaz adedi= $60 \text{ m} / 8 \text{ m} = 8$ adet, minimum cihaz adedi= $60 \text{ m} / 11 \text{ m} = 6$ adet olarak hesaplanır. Buna göre, cihaz sayısı 7 olarak seçilir (çift sıralı yerleşimlerde cihaz adeti tek sayı olmalıdır).

- 4- Aparey seçerken dikkat edilmesi gereken başka bir husus da cihazın doğru **üfleme mesafesine** sahip olmasıdır. Mahallin homojen olarak ısıtılması veya soğutulması için apareye uygun menfez takılı olmalıdır. Menfezlerin bile yeterli olmadığı durumlarda özel apareyler kullanmak gerekmektedir. Örneğin, THY Han-



Şekil 17.95. DUVAR TİPİ İKİNCİL HAVA JALUZİSİ

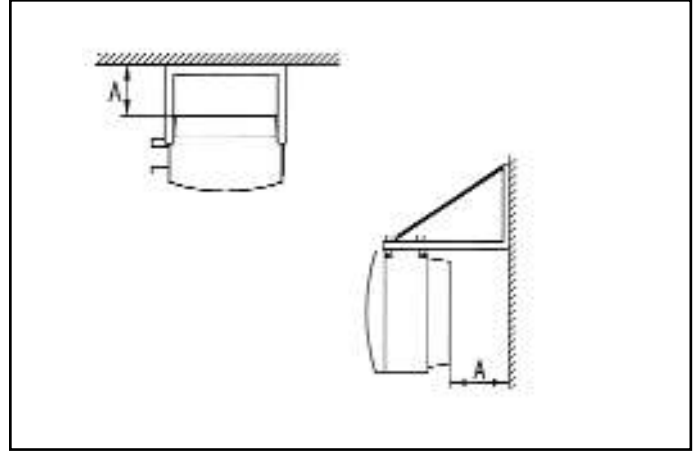


Şekil 17.96. TAVAN TİPİ İKİNCİL HAVA JALUZİSİ

6- Ülkemizde maalesef pek fazla önemsenmeyen başka bir konu da **verim** ya da **enerji tasarrufudur**. Sıkça yapılan hata, doğru seçilmeyen apareylerin konfor mahallini ısıtmak yerine tavanı ısıtmasıdır. Mahallin ısınmadığını gören işletmeci üfleme havası sıcaklığını daha da artırarak havanın tavana daha da çok çıkmasını sağlar. Bilindiği gibi yukarı çıkmaya eğimli olan sıcak havanın sıcaklığı daha da artırılırsa, hava yukarı daha çok çıkmak isteyecektir. Bunun sonucunda, mahallin ısınması sağlanamadığı gibi, kazan daha çok zorlanarak enerji maliyetleri artacaktır. Bunu engellemenin yolu, apareyin serpantininden ısıtılarak çıkan hava (birincil hava) ile mahal havasını (ikincil hava) karıştıran, dolayısıyla üflenen havanın sıcaklığını düşüren, fakat buna karşın debisini artıran özel menfezler (*İkincil Hava Jaluzisi*) kullanmaktır.

17.7.4. Apareylerin Montajı İle İlgili Önemli Notlar

1- Apareylerin emiş ağız ile duvar arasında yeteri kadar açıklık bırakılmalıdır (Şekil 17.97).



Şekil 17.97. İÇ HAVA İLE ÇALIŞAN APAREYLER İÇİN MONTAJ ARALIĞI

- 2- Apareyler, daha sonra boru bağlantısına izin verecek şekilde monte edilmelidirler.
- 3- Apareylerin, elektrik kutularının olduğu tarafta elektrik bağlantılarına yeterli boşluk bırakılmalıdır.

17.8. POMPALAR

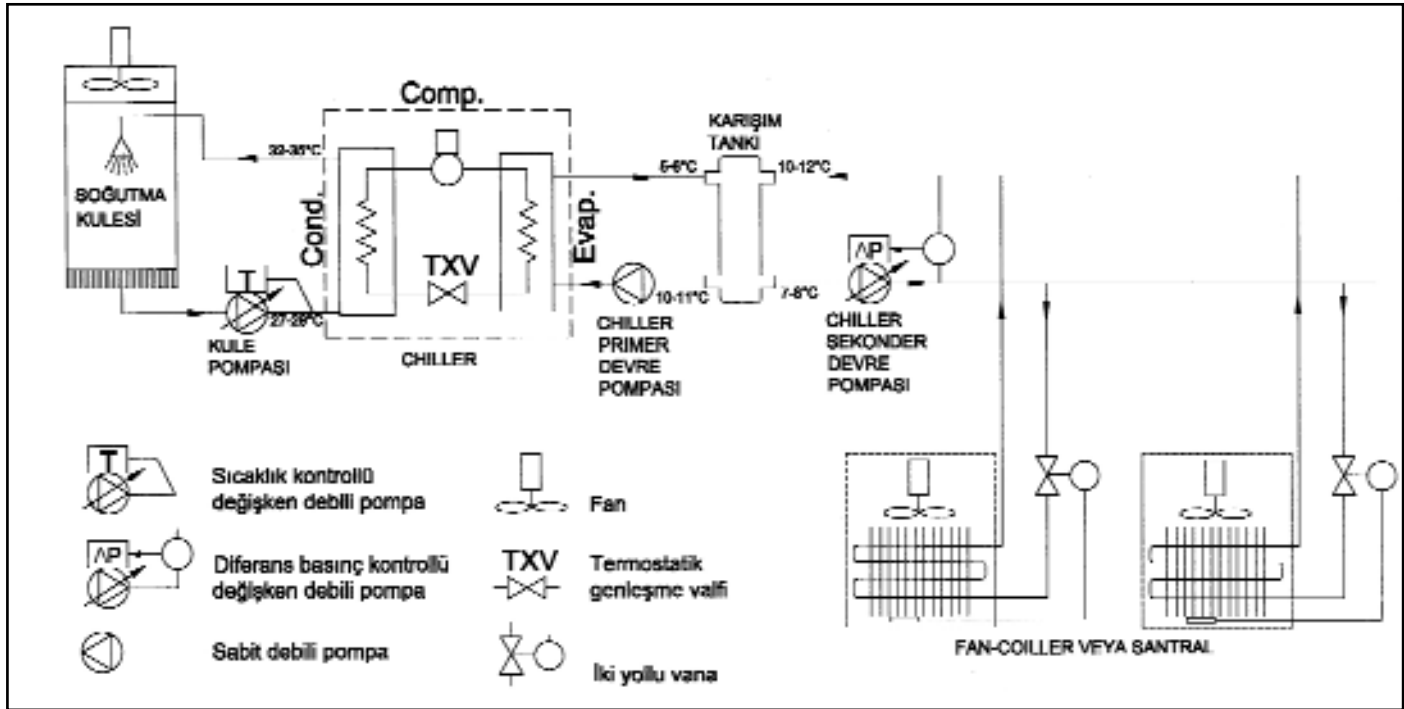
17.8.1. Pompaların Kullanıldığı Devreler

Klima sistemlerinde sirkülasyon pompalarının kullanıldığı genelde üç ana devre bulunmaktadır (Şekil 17.98).

- a. Soğutma kulesi sirkülasyon devresi. (Bu devrede yer alan pompalar soğutma grubunun yani chillerin kondenser bölümü ile soğutma kulesi arasındaki suyun sirkülasyonunu sağlamaktadır. Dolayısıyla “**kule pompası**” veya “**kondenser pompası**” olarak isimlendirilmektedir).
- b. Soğutma grubu (chiller) primer sirkülasyon devresi. (Bu devrede yer alan pompalar chillerin evaporatör bölümü ile soğutma devresinin by-pass borusu (veya soğuk su karışım tankı) arasındaki suyun sirkülasyonunu sağlamaktadır. Dolayısıyla “**chiller primer devre pompası**” veya “**soğutulmuş su sirkülasyon pompası**” olarak isimlendirilmektedir).
- c. Soğutma grubu (chiller) sekonder sirkülasyon devresi. (Bu devrede yer alan pompalar, by-pass borusu (veya soğuk su karışım tankı) ile fan coil cihazları ve/veya hava santralleri arasındaki suyun sirkülasyonunu sağlamaktadır. Dolayısıyla “**chiller sekonder devre pompası**”, “**fan-coil / santral devresi pompası**” veya “**soğuk su zon pompası**” gibi değişik şekillerde isimlendirilmektedir).

Ayrıca bünyesinde nemlendirme özelliği bulunan santral uygulamalarında, santralin içindeki nemlendirme pompası, pompa kullanımına bir başka örnektir. Ancak nemlendirme pompası, yaptığı iş itibarıyla tam bir sirkülasyon pompası gibi çalışmamaktadır. Bu pompa daha ziyade açık veya yarı kapalı sayılabilecek bir devrede, püskürtme yapmak üzere bir nozul düzeneğine gerektiği zaman su basmaktadır.

Ancak bu tür püskürtme pompalı nemlendirme sistemleri, lejyonella bakterisi üremesine ve yayılmasına uygun ortam hazırladığı için yaşam hacimlerinin iklimlendirilmesinde pek kullanılmamakta, daha ziyade proses devrelerinde kullanım yeri bulmaktadır.



Şekil 17.98. BİR SOĞUTMA DEVRESİNDE KULLANILAN SİRKÜLASYON POMPALARININ UYGULAMA ÖRNEĞİ

17.8.2. Kullanılan Pompaların Tipleri

Klima devrelerinde pompalanan suyun sıcaklığı $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşebilmektedir. Pompaların çalıştığı mekanlarda çevre sıcaklığı ise $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar çıkabilmektedir. Dolayısıyla pompaların gövdesinde yoğuşma oluşur. Kullanılan pompaların terlemeye dayanıklı özellikte olması gerekir.

Prensip olarak klima devrelerinde ıslak rotorlu veya kuru rotorlu sirkülasyon pompaları kullanılabilir.

Ancak ıslak rotorlu sirkülasyon pompalarının debilerinin $50-60\text{ m}^3/\text{h}$ ve basma yüksekliklerinin de $10-15\text{ mSS}$ değerleriyle sınırlı olması nedeniyle ıslak rotorlu pompalar sadece küçük kapasiteli sistemlerde kullanılabilir. (Şekil 17.99 ve 17.100)

Kuru rotorlu pompalarda, pompa ve elektrik motoru mekanik salmastra kullanılarak birbirinden ayrılmıştır. Bu tür pompalar yoğuş-



Şekil 17.100. ISLAK ROTORLU İKİZ TİP POMPA



Şekil 17.99. ISLAK ROTORLU TEK TİP POMPA

manın yol açabileceği motor yanması ve akışkan kirliliğinin sebep olabileceği blokaj gibi problemlere karşı daha güvenilirdir.

Kuru rotorlu pompaların debilerinin $1000\text{ m}^3/\text{h}$ ve basma yüksekliklerinin de 80 mSS değerlerine kadar çıkabilmesi, bu tür pompaların klima devrelerinde yaygın olarak kullanılabilmesinin diğer ana sebebidir. Kullanılan kuru rotorlu pompalar dört değişik yapı tarzında seçilebilmektedir;

- Direkt boruya bağlanabilen In-line pompalar (Şekil 17.101 ve 17.102)
- Beton kaide üzerine bağlanabilen In-line pompalar (Şekil 17.103)
- Beton kaide üzerine bağlanabilen blok tipi off-line pompalar (Şekil 17.104)



Şekil 17.101. TEK TİP IN-LINE POMPA



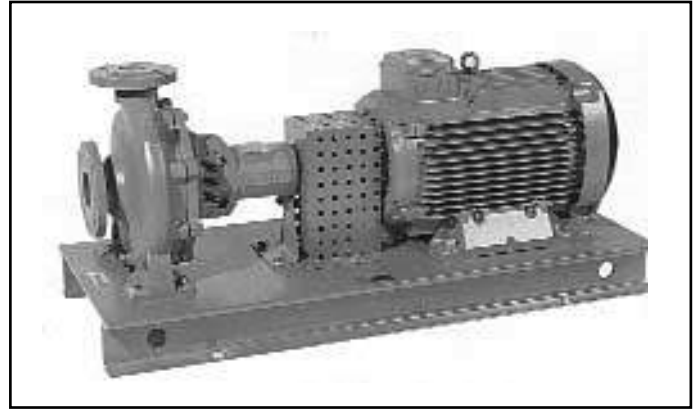
Şekil 17.102. İKİZ TİP IN-LINE POMPA



Şekil 17.103. BETON KAİDEYE BAĞLANABİLEN IN-LINE POMPA



Şekil 17.104. BETON KAİDE ÜZERİNE BAĞLANABİLEN OFF-LINE POMPA



Şekil 17.105. ŞASELİ TİP NORM POMPA

d. Beton kaide üzerine bağlanabilen şase tipi norm pompalar (Şekil 17.105)

Bu seçeneklerden en yaygın olarak kullanılanı, emme ve basma flanşları aynı çapta ve aynı eksen üzerinde olan In-line tipi pompalardır. In-line pompalar 400-450 m³/h debi ve 60-65 mSS basma yüksekliği değerlerine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.

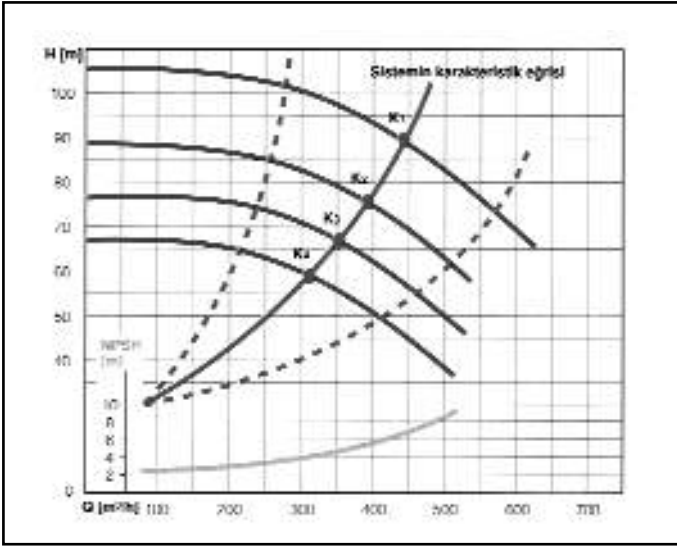
In-line pompa kapasitelerinin yeterli olmadığı büyük sistemlerde ise debileri 1000 m³/h, basma yükseklikleri 90 mSS değerlerine kadar çıkabilen şase tipi norm pompalar kullanılmaktadır.

17.8.3. Pompaların Seçim Kriterleri

Tesisat mühendisi pompa seçerken aşağıdaki kriterleri dikkate almalıdır.

- 1- Gerekli olan debi ve basma yüksekliği
- 2- Tesisatta var olan azami işletme basıncı
- 3- Akışkanın alt ve üst sıcaklık değerleri
- 4- Akışkanın cinsi ve özellikleri
- 5- Mekanda var olan alt ve üst çevre sıcaklıkları
- 6- NPSH
- 7- Elektrik şebekesi şartları
- 8- Kabul edilebilecek azami ses ve titreşim seviyesi
9. Öngörülen alan ve hacim

Pompa tipinin seçiminde çalışma noktasının (sistemin karakteristik eğrisi ile pompanın kendi karakteristik eğrisinin kesişme noktası) pompanın hidrolik veriminin mümkün olduğunca yüksek olduğu bir bölgede oluşmasına dikkat edilmelidir. (Şekil 17.106)



Şekil 17.106. POMPA VE SİSTEMİN KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ

Özellikle ısıtma ve soğutma suyu tesisatlarında sirkülasyon pompası olarak kullanılan santrifüj pompaların basma yüksekliğinin seçiminde abartılı davranılmamalıdır.

Karakteristik eğrisinin alt bölgesinde çalıştırılan pompalarda (basınç kayıplarının öngörülenden daha küçük olduğu durumlar) kavitezyon ve motor yanması gibi problemler oluşabilmektedir. Böyle durumlarda reglaj vanaları kullanılarak tesisatta suni direnç yaratılmalı ve sistemin karakteristik eğrisi değiştirilerek, pompanın karakteristik eğrisiyle daha uygun bir noktada kesişmesi sağlanmalıdır.

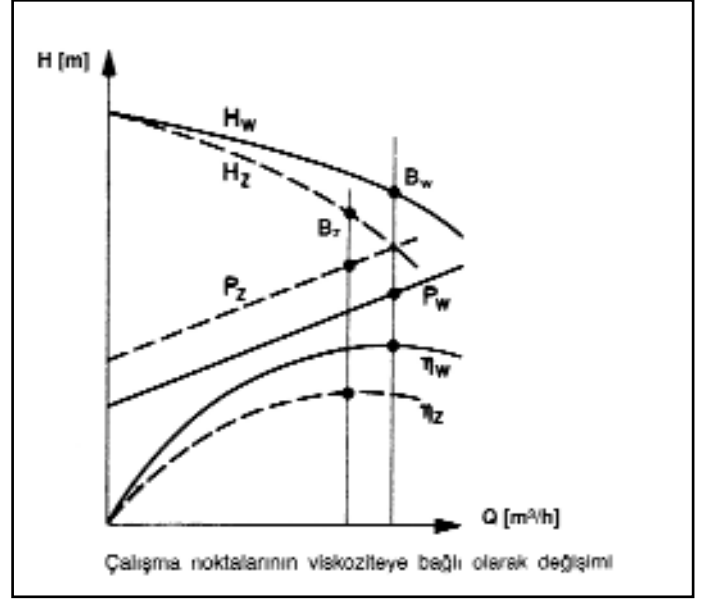
Pompa kataloglarında verilen değerler yoğunluğu $\rho = 1 \text{ Kg/dm}^3$ olan, yani sıcaklığı yaklaşık $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki normal su için geçerlidir. Viskozitesi ve yoğunluğu sudan farklı olan akışkanların kullanıldığı tesisatlarda (örneğin glikol veya yağ oranı % 10'u geçen su karışımları), pompa seçiminde bu durum dikkate alınmalıdır. Çünkü bu tip tesisatlarda hem sistemin kendi karakteristiğinde farklılık, hem de pompanın performans değerlerinde sapmalar oluşur (Şekil 17.107).

Pompanın akışkanın viskozitesi arttığında pompanın bu akışkan için debisi, basma yüksekliği ve verim değerleri düşer, gereksinim duyduğu tahrik gücü ise artar.

Pompa seçerken dikkate alınan diğer bir kriter de ilk yatırım maliyeti ve işletim giderleridir.

İlk yatırım maliyetleriyle birlikte, işletme süresince oluşan elektrik giderlerini de asgari seviyeye indirebilmek için, klima devrelerinde az sayıda büyük kapasiteli pompa seçmek yerine, çok sayıda küçük pompa seçmek daha doğru olmaktadır.

Örneğin proje değerleri $Q=300 \text{ m}^3/\text{h}$ ve $H=20 \text{ mSS}$ olarak belirlenen bir sirkülasyon devresi için birbirini % 100 yedekleyebilecek DN 200 flanş ölçülerinde ve beheri $Q=300 \text{ m}^3/\text{h}$ ve $H=20 \text{ mSS}$



Şekil 17.107. ÇALIŞMA NOKTASININ VİSKOZİTEYE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

kapasiteli, 30 kW motor gücüne sahip 2 adet pompa yerine DN 100 flanş ölçülerinde ve beheri $Q=100 \text{ m}^3/\text{h}$ ve $H=20 \text{ mSS}$ kapasiteli, 7,5 kW motor gücüne sahip 4 adet pompa kullanmak daha ekonomik olabilmektedir.

Böylece sistemde 30 kW'lık bir pompayı sürekli çalıştırmak yerine, gerektiği kadar sayıda 7,5 kW'lık pompalar çalıştırılarak çok önemli boyutlarda elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir.

30 kW'lık bir pompanın yedek bekletilmesi yerine, sadece 7,5 kW'lık bir pompanın yedek bekletilmesi yeterli olmaktadır. 4 adet 7,5 kW'lık pompanın ilk yatırım toplam maliyeti, 2 adet 30 kW'lık pompanın toplam maliyetinden daha düşük olmaktadır.

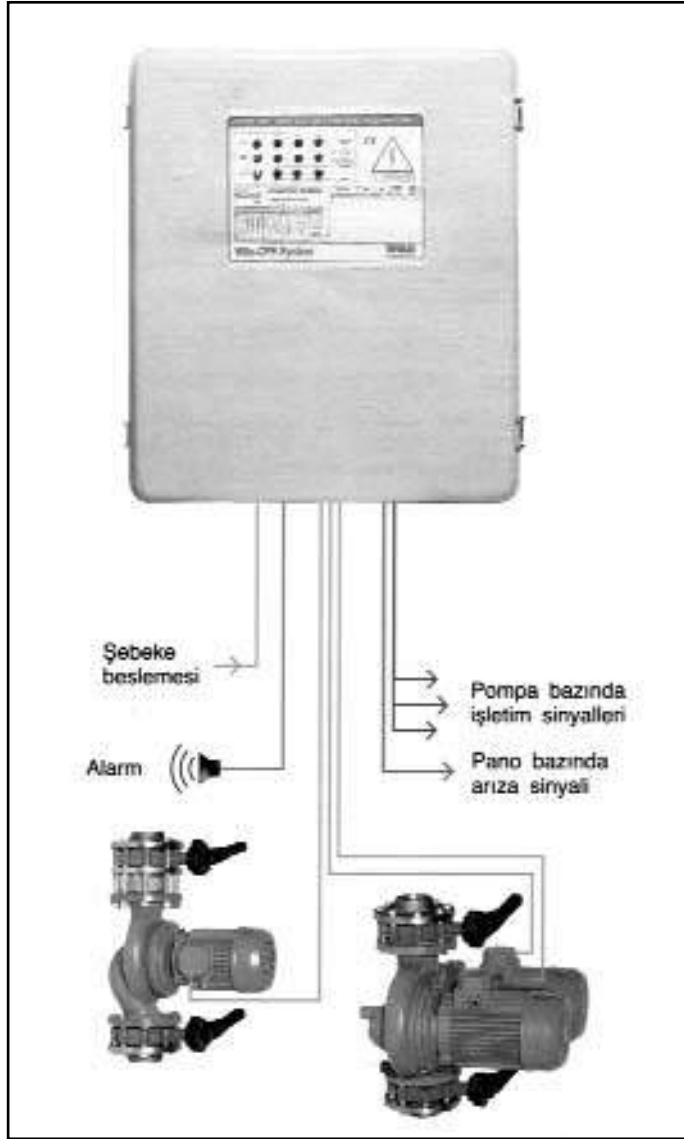
Wilco'nun sirkülasyon pompalarının kontrolü için özel olarak geliştirdiği QS.. serisi elektrik kontrol panoları kullanılarak pompalar sıra kontrollü, rotasyon işletimli ve arızada otomatik yedeklemeli olarak çalıştırılabilmektedir. (Şekil 17.108)

Pompa tipinin belirlenmesi sırasında elektrik motorunun gücünün doğru seçimi de önemlidir. Olması gerekenden daha küçük motor seçilmesi işletimde istenen hidrolik kapasiteye ulaşamaması ve/veya sık sık termik atması gibi problemler yaratırken, gereğinden daha büyük motor seçilmesi işletimde faydasız bir elektrik sarfıyatına ve dolayısıyla yüksek işletme giderlerine neden olmaktadır. Pompa kataloglarında standart çark çapları için geçerli olan performans eğrileri gösterilmiştir. Ancak isteğe bağlı olarak bazı pompa serilerinde ara çark çaplarıyla da pompa siparişi edilebilmektedir. Motor gücünün doğru olarak seçimi için

$$P = \frac{Q \times H \times \rho}{367 \times \eta} \times \text{emniyet faktörü}$$

formülünden de yararlanmak mümkündür.

Pompanın işletim noktasındaki debisi $Q \text{ (m}^3/\text{h)}$, basma yüksekliği $H \text{ (m)}$, akışkanın yoğunluğu $\rho \text{ (kg/dm}^3)$ ve pompa verimi η ilgili pompa abağından alınarak formülde yerine konulduğunda, gerekli



Şekil 17.108. ROTASYON KONTROLLÜ SİRKÜLASYON POMPA VE PANO SİSTEMİ

olan asgari motor gücü **P (kW)** olarak bulunabilmektedir. Kullanılacak motorun nominal gücünün seçiminde ise bu gücün üstüne genelde $P < 1,5 \text{ kW}$ lık mil güçleri için %15 (çarpım faktörü 1,15) $P = 15 \text{ kW}$ lık mil güçlerine kadar %10 (çarpım faktörü 1,10) $P > 15 \text{ kW}$ lık mil güçleri için %5 (çarpım faktörü 1,05) emniyet payı eklenmektedir.

Kullanılan akışkan genellikle su olduğu için yoğunluğu $\rho = 1 \text{ (kg/dm}^3\text{)}$ kabul edilerek güç hesabında dikkate alınmaz. Ancak antifriz karışım oranı %10'dan daha yüksek olan sularda yükselen yoğunluk değeri dikkate alınmalıdır.

Elektrik motorlarına ait kataloğlarda verilen anma güç değerlerinin, çevre sıcaklığı $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 'yi geçmeyen, deniz seviyesinden 1000 m'ye kadar yüksekliklerde, şebeke anma gerilimi 220/380-380/660 volt olan ve gerilim dalgalanmaları $\pm \%5$ 'den daha yüksek olmayan şebekeler için geçerli olduğu unutulmamalıdır. Bu şartların sağlanamadığı durumlarda, pompa seçiminden önce pompa üreticisine

danışılmalıdır.

Pompalar sabit debili veya değişken debili olarak seçilebilir. Frekans konvertör kontrollü değişken debili pompaların klima devrelerinde kullanımı yaygındır. İşletimde konfor ve önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlayan frekans konvertörlü pompa uygulamalarıyla ilgili olarak aşağıda daha detaylı bilgi verilmiştir.

17.8.4. Frekans Konvertör Kontrollü Pompalar

Klima devrelerinde yer alan pompaların debilerinin aslında mevsimler, gündüz-gece çalışma saatleri, zonlar arasındaki farklılıklar vb. gibi bir dizi etkene göre değişken olması gerekmektedir.

Ancak pompalar seçilirken en sınır değerler baz alındığından, işletim süresinin büyük bir bölümünde, o an ve o yer için yeterli olabilecek debi değerlerinden çok daha büyük kapasitelerde çalışılmaktadır.

Dolayısıyla pompalar sabit debili sistemlerde her zaman en yüksek değerde elektrik tüketmekte ve sonucunda da işletme giderleri gereksiz yere yüksek olmaktadır.

Bunun önüne geçmek için frekans konvertör kontrollü, debisi, basıncı ve şebekeden çektiği elektrik gücü kademesiz olarak değiştirilebilen pompalar kullanılmaktadır.

Frekans konvertörlü kontrol sistemleriyle pompalar, o an ve o yer için işletme şartlarına uygun olarak, sadece yetecek kadar gerekli olan kapasitede ve süreklilik arz eden otokontrollü bir regülasyon düzeni içinde çalıştırılabilmektedir.

Frekans konvertör kontrollü ve regülasyonlu pompa sistemlerinin sağladığı önemli avantajların bazıları şunlardır ;

- 1- İşletmede çok önemli boyutlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.
- 2- Tesisatta kullanılan pompa, vana, cihaz ve diğer aksamın kullanım ömrü uzamakta ve işletme bakım-servis giderleri azalmaktadır.
- 3- Tesisatın bütününde ve özellikle termostatik vana ve motorlu vanalardaki rahatsız edici ses ve vibrasyon oluşumu önlenmektedir.
- 4- Pompaların durma-kalkma veya ani vana kapanmaları gibi durumlarda ortaya çıkabilen basınç şokları oluşmamakta, tesisatın genel güvenilirliği yükselmektedir.
- 5- Projelendirme hatası veya tesisatın projeye tam uygun olarak yapılmamasından kaynaklanan problemlerle, pompaların yanlış seçilmiş olması ve işletmeye alma sırasında ortaya çıkan debi ve basma yüksekliği uyumsuzlukları ve bunun neticesinde oluşan termik atması, motor yanması, aşırı ısınma, gürültülü çalışma, sık sık arıza yapma gibi problemler önlenebilmektedir.
- 6- % 50'ye varan elektrik tasarrufuyla, kömür ve petrol bazlı yakıt kullanan elektrik üretim santrallerinin çevreyi ve atmosferi kirletmesi azaltılabilmektedir. Bu tür santrallerin 1 kWh elektrik üretebilmek için atmosfere 560 gram CO_2 atıkları düşünüldüğünde konunun önemi daha iyi anlaşılabilir.
- 7- Frekans konvertörlü pompa sistemlerinin ilk yatırım maliyeti, sabit debili pompa sistemlerine nazaran yaklaşık iki katı veya biraz daha yüksektir. Ancak işletmede gerçekleşen elektrik tasarrufuyla sistem kendisini 2 veya en geç 3 yıl içinde tamamen

amortisi edebilmekte ve sonradan büyük tasarruf sağlamaktadır. Frekans konvertörlü pompa sistemleri, pompa üreticilerince genelde 2 değişik seçenekte kullanıma sunulmaktadır:

1- Konvertör, sensör ve diğer elektronik ekipmanı; pompanın üzerine ve klemens kutusu içine entegre edilmiş olan sistemler. Bu sistemler motor gücü genelde 7,5 veya 11 kW'a kadar olan pompalarda mevcuttur. Bu tür pompalar tekli tip (Şekil 17.109) veya ikiz tip (Şekil 17.110) seçeneklerinde kullanıma sunulmaktadır.



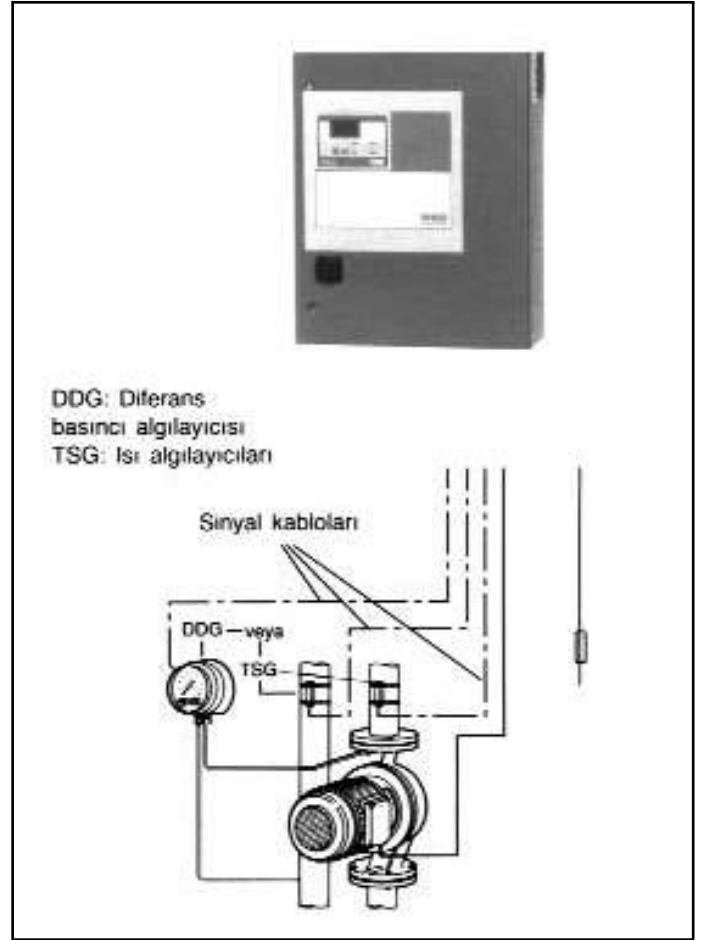
Şekil 17.109. FREKANS KONVERTER ENTEGRASYONLU KURU ROTORLU TEKLİ TİP IN-LINE POMPA



Şekil 17.110. FREKANS KONVERTER ENTEGRASYONLU KURU ROTORLU İKİZ TİP IN-LINE POMPA

2- Frekans konvertörlü kontrol panosu ve sensörü pompadan ayrı kullanılan sistemler (Şekil 17.111). Bu sistemlerde 1, 2, 3, 4, 5 veya 6 pompadan oluşan pompa grupları tek bir kontrol panosuyla ortak bir işletim koordinasyonu içinde kontrol edilebilmektedir. Bu sistemlerde aslında bir güç sınırı yoktur. 1 kW ile 200 kW arasındaki güçlerdeki klima devre pompalarında kullanım mümkündür.

Frekans konvertörlü pompa sistemlerinin problemsiz çalışabilmesi için gerekli olan ön şartlardan biri elektrik şebeke beslemesinin temiz ve kaliteli olmasıdır. Şebeke voltajı 350-440 volt



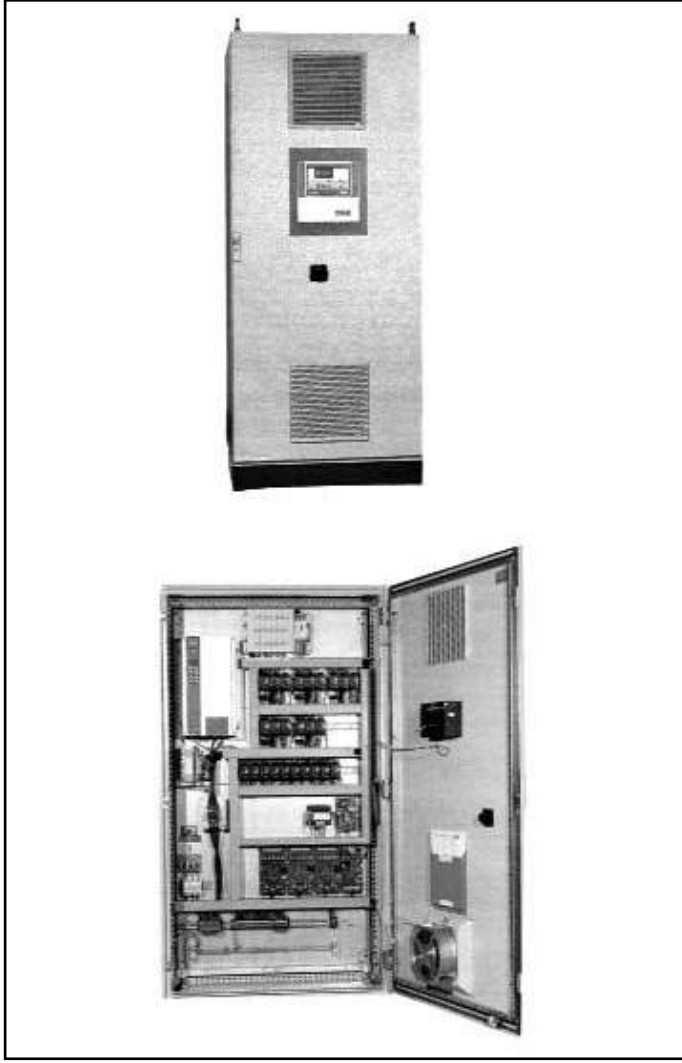
Şekil 17.111. FREKANS KONVERTÖRLÜ KONTROL PANOSU, SENSÖRLERİ VE POMPASI AYRI POMPA SİSTEMİ

arasında sabit bir değerde olmalı ve fazlar arasında dalgalanmalar olmamalıdır.

Elektrik şebekesinin değişkenlik gösterdiği, yetersiz havalandırma ve yüksek nem gibi çevre şartlarının bozuk olduğu ve kullanıcı uzmanlığının yeterli seviyede mevcut olmadığı durumlarda, ikinci seçenekte açıklanan kontrol panosu ve pompası ayrı ayrı sunulan sistemlerin kullanılması daha güvenilir olmaktadır.

Bu tür sistemlerde yer alan kontrol panoları, salt frekans konvertör cihazını içermezler. Bünyelerinde, frekans konvertör cihazının yanı sıra PLC, motorlarda ses oluşumunu ve sargılarda zararlı gerilim yükselmelerini engelleyici elektronik filtreler, kontaktörler, motor termik ve kuru çalışma korumaları, parazit önleyici ve parazitten etkilenmeme filtreleri, dijital regülasyon elektroniği, menü kontrollü ekran, ana güç ve yardımcı devreler için gerekli olan sigorta ve trafo grupları gibi birçok elektronik ve elektromekanik donanımı birlikte içerirler.

Örneğin Wilo'nun CR tipi frekans konvertör entegrasyonlu kontrol panosuyla açık ve kapalı devrelerde çalışan, ıslak veya kuru rotorlu, tek veya çok kademeli, elektrik motor tahrikli her cins ve her marka santrifüj pompayı kontrol etmek mümkündür (Şekil 17.112). Aynı sistemi besleyen, aynı motor gücüne sahip pompa grupları (max. 6 pompalı) tek bir CR cihazıyla koordineli bir otomasyon düzeni içinde kontrol edilebilmektedir.



Şekil 17.112. FREKANS KONVERTÖR ENTEGRASYONLU KONTROL PANOSU DIŞ VE İÇ GÖRÜNÜMÜ

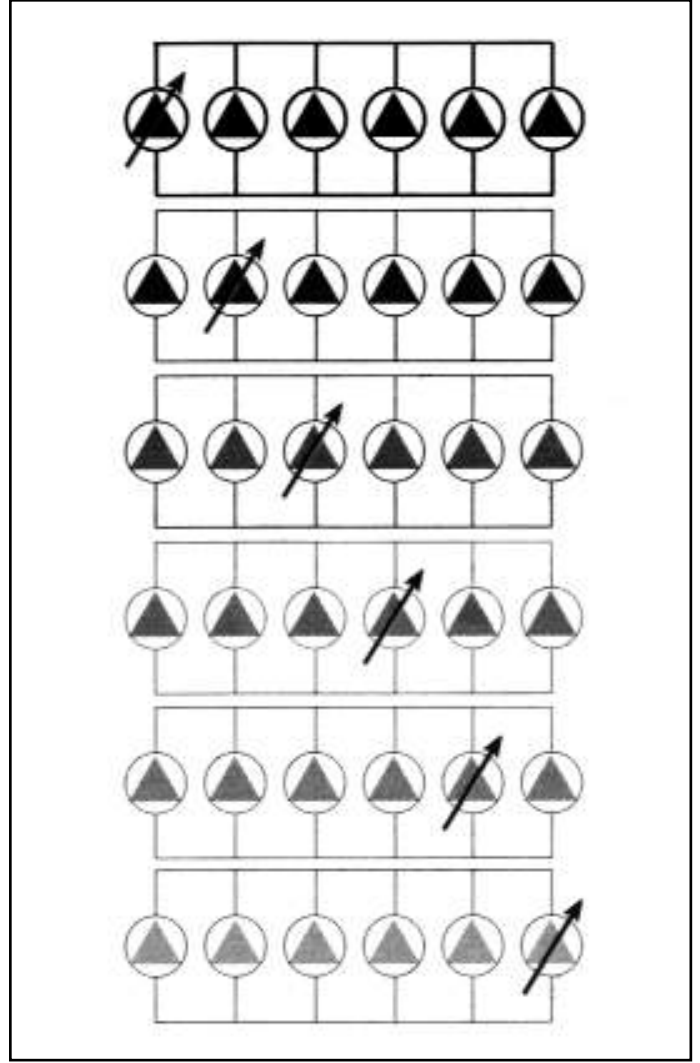
Gruptaki bir pompaya frekans konvertörlü regülasyon uygulanırken diğer pompalar sıra kontrollü ve rotasyonlu bir işletim düzeninde nominal güçlerinde çalışarak, programda öngörülen tesisat şartlarını sağlayacak tarzda devreye girip çıkarak kontrol edilebilmektedir.

Devreye alınan ilk pompa frekans konvertör cihazı üzerinden çalıştırılarak değişken debili olarak işletilmektedir.

6 saatte bir pompalar arasında otomatik sıra kaydırılması yapılarak, her pompa sırayla frekans konvertör cihazı üzerinden kontrol edilerek değişken debili olarak işletilmektedir (Şekil 17.113).

Örneğin 6 pompalı bir sistemin kontrolünde pompaların işletim sırası ve uygulanan debi kontrolü aşağıda açıklanan şekilde gerçekleşmektedir.

İlk 6 saat	: P1 P2 P3 P4 P5 P6 (P1 debi kontrollü)
ikinci 6 saat	: P2 P3 P4 P5 P6 P1 (P2 debi kontrollü)
üçüncü 6 saat	: P3 P4 P5 P6 P1 P2 (P3 debi kontrollü)
dördüncü 6 saat	: P4 P5 P6 P1 P2 P3 (P4 debi kontrollü)
beşinci 6 saat	: P5 P6 P1 P2 P3 P4 (P5 debi kontrollü)
altıncı 6 saat	: P6 P1 P2 P3 P4 P5 (P6 debi kontrollü)



Şekil 17.113. ÖRNEKTEKİ SIRA KONTROLÜNÜN GÖSTERİMİ

Pompalardan biri arızalandığında sıradaki ilk pompa otomatik olarak devreye alınmakta ve bozuk pompa sinyalizasyonla edilerek işletim otomasyonundan çıkarılmaktadır.

Böylece bütün pompalara sırayla frekans konvertörlü debi kontrolü uygulanabilmekte, bütün pompalar sırayla yedek pompa olarak değerlendirilebilmekte ve toplam işletim süresi pompalar arasında eşit olarak paylaştırılarak sistemin genel güvenilirliği artırılmaktadır. Örnek :

Toplam debi gereksiniminin $Q_{max}=400 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu bir soğutma suyu tesisatında her biri $Q=100 \text{ m}^3/\text{h}$ kapasiteli 5 adet pompa kullanıldığında yedekleme güvencesi de olan bir sistem kurulabilir.

Böyle bir sistemin belli bir andaki debi gereksiniminin örneğin $Q=278 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğunu varsayalım. Bu durumda ;

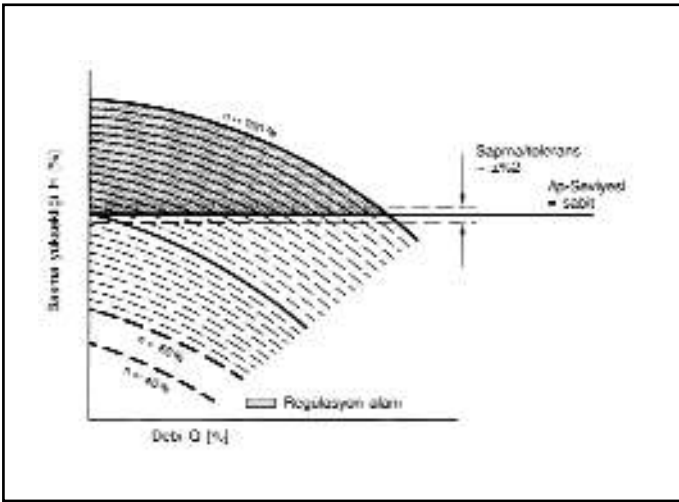
1. pompa $Q_{p1}= 78 \text{ m}^3/\text{h}$ (frekans konvertörlü debi kontrollü)
2. pompa $Q_{p2}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$ (sabit debili)
3. pompa $Q_{p3}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$ (sabit debili)

şeklinde çalışarak istenen toplam kapasite sağlanmaktadır.

Frekans konvertör kontrollü, değişken debili pompa sistemlerinde amaçlanan elektrik tasarrufu, kullanım konforu ve uygulama

güvenilirliğini gerçekleştirebilmek için tesisat devresinin hangi özelliği ve hangi verisi baz alınarak regülasyon yapılacağı iyi bilinmelidir. Regülasyon seçeneklerinden klima devrelerinde en çok kullanılanları şunlardır:

1- Δp -c (diferans basıncı sabit) regülasyonu (Şekil 17.114)



Şekil 17.114. DİFERANS BASINCI SABİT DÜZENLEME

CR cihazı üzerinde set edilen diferans basınç değeri (iki nokta arasındaki basınç kayıplarının toplamı $\Delta p=H$), pompanın devir hızı kademesiz olarak değiştirilerek sabit tutulmaktadır.

Örneğin termostatik ventillerin kısmasıyla orantılı olarak pompanın devir hızı (ve debisi) düşürülmekte ve pompanın performansı, tesisatın o anki karakteristiğine uydurulmakta ve set edilen basma yüksekliliği değeri sabit tutulmaktadır.

Devir hızının düşürülmesiyle birlikte, pompanın şebekeden çektiği elektrik gücünde de, anma gücünün % 50'sini aşan seviyelere varan tasarruflar gerçekleşebilmektedir.

(Δp -c) regülasyon tipinin kullanılması için ön şart, tesisatta dolaşan akışkan debisinin, değişkenlik gerektiren bir karakterde olmasıdır. Termostatik veya servomotor vanalı ısıtma ve soğutma devreleri bu tür uygulamalar olabilir.

Özellikle ventil otorite katsayısının 0,5-0,7 arasında olduğu uygulamalarda, Δp -c başarılı sonuçlar vermektedir.

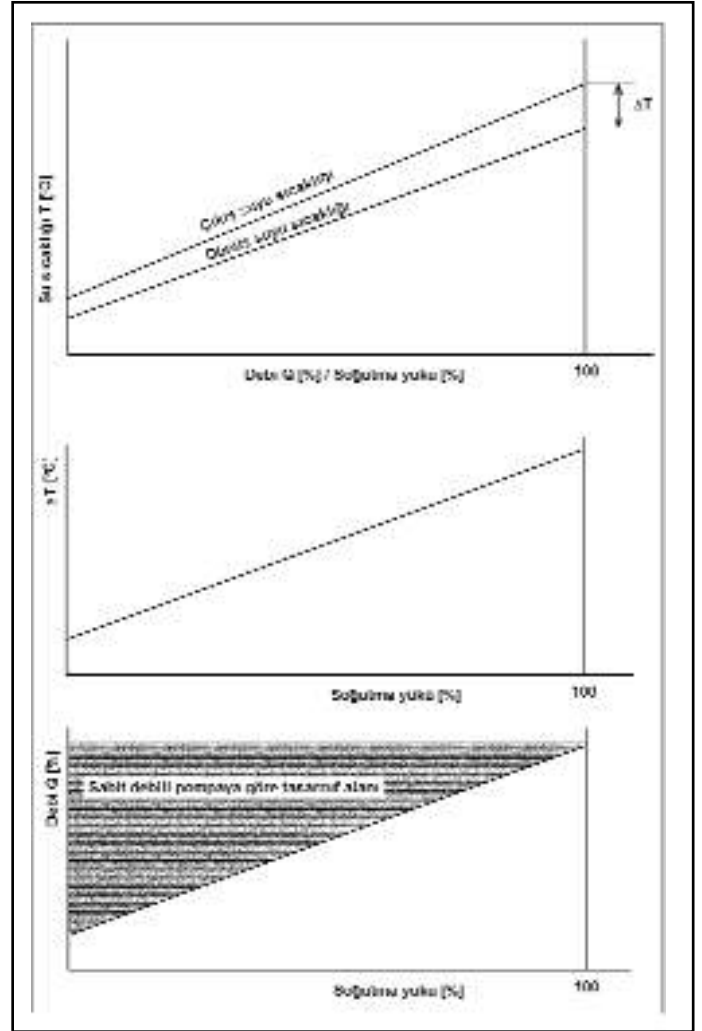
CR cihazıyla, birden fazla pompanın beslediği devrelerde de (Δp -c) regülasyonu uygulamak mümkündür. Bir pompanın, set edilen Δp değerini sabit tutabilmekte yetersiz kalması durumunda, cihaz sistemdeki diğer pompaları gereksinime göre sırayla işleme almaktadır. Sonradan işleme alınan pompalar sabit devir hızıyla nominal kapasite değerlerinde çalıştırılırken, ilk pompaya devir hızı kontrolü uygulanarak sistemin bütününde (Δp -c) regülasyonu gerçekleştirilmektedir.

Bu regülasyon cinsi, chiller sekonder devresinde iki yöllü motorlu vanalarla kontrol edilen fan-coil ve/veya santrallerin soğuk su zon pompalarının kontrolünde kullanılmaktadır.

2- ΔT regülasyonu (Şekil 17.115).

(ΔT) regülasyonu uygulamasıyla, tesisatın çıkış ve dönüş suyu arasındaki kullanım veya dış hava şartlarından kaynaklanan sıcaklık farkının sabit tutulabilmesi mümkün olmaktadır.

Sirküle eden su debisinin değiştirilmesiyle, transfer edilen soğutma



Şekil 17.115. SABİT OLMAK ÜZERE DEBİ ΔT REGÜLASYONU

gücü, çıkış ve dönüş suyunun sıcaklıklarından bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir.

(ΔT) regülasyonu, izlenebilmesinin kolay olabilmesi için daha ziyade tek kullanıcı devrelerde veya regülasyon zaman faktörünün bulunduğu tesisatlarda tercih edilmelidir.

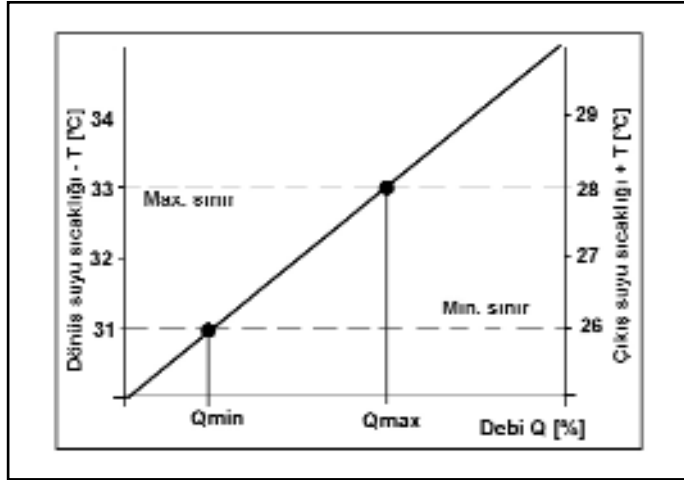
Bu regülasyon cinsi daha ziyade kule pompalarının kontrolünde ve bazı özel klima devrelerinde kullanılmaktadır.

3- $\pm T$ (çıkış veya dönüş suyu sıcaklığına bağlı) debi ayarı (Şekil 17.116).

($\pm T$) kontrolü kullanıldığında, pompanın devir hızının (dolayısıyla performans karakteristiğinin), önceden belirlenen değerlere değiştirilmesi söz konusudur, regülasyon yoktur.

Tesisattaki, belli çıkış suyu (+T) ve dönüş suyu (-T) sıcaklıklarında, pompanın vermesi arzulanan debi (dolayısıyla devir hızı) değerleri, deneysel olarak tahmin edilerek CR cihazı üzerinde belli bir karakteristik çizgiyle set edilmektedir.

Böylece, pompa devir hızını (dolayısıyla debisini), örneğin çıkış suyu sıcaklığının düşmesiyle ve dönüş suyu sıcaklığının yükselmesiyle set edilen değerlere uygun olarak, kendiliğinden düşürmekte, şebekeden çekilen elektrik gücünden önemli ölçüde tasarruf gerçekleştirilmektedir. ($\pm T$) sıcaklığa bağlı devir hızı kontrolü, sadece tek



Şekil 17.116. GİDİŞ VEYA DÖNÜŞ SUYU SICAKLIK KONTROLÜ

pompalı sistemlerde uygulanabilmektedir.

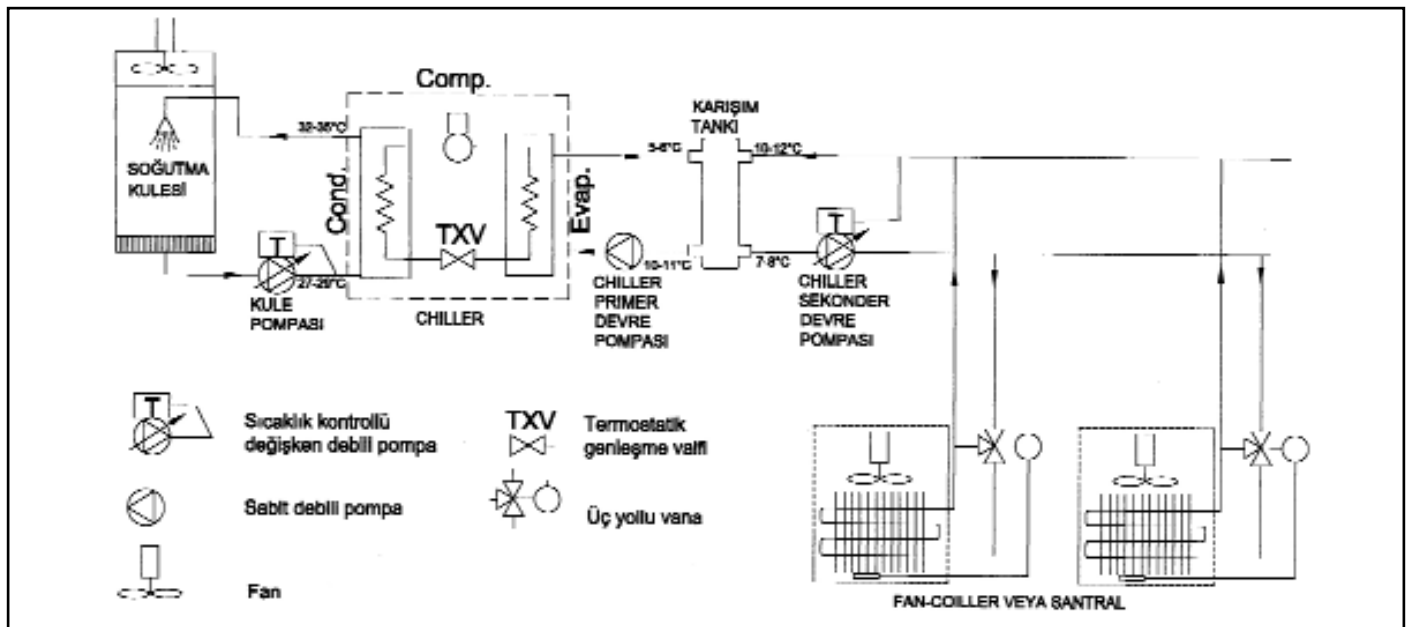
Bu regülasyon cinsi kule pompalarının ve chiller sekonder devresinde yer alan fan-coil ve santrallerin üç yolu motorlu vana kontrollü sistemlerinde zon sirkülasyon pompalarının kontrolunda kullanılmaktadır. (Şekil 17.117).

17.8.5. Pompa Uygulamalarıyla İlgili Pratik Notlar

- 1- Az sayıda büyük pompa kullanmak yerine kapasite bölünerek çok sayıda küçük pompa kullanmak gerek ilk yatırım maliyeti gerekse işletim maliyeti açısından daha uygun olmaktadır.
- 2- Klîma devreleri için en uygun pompa tipi mekanik salmastralı, kuru rotorlu In-line pompalar olmaktadır.
- 3- In-line tipi pompaları, ağırlıklarına göre 15,5-18 kW motor güçlerine kadar direkt boruya monte etmek uygun olurken daha büyük güçlü, ağır pompaları kaide üzerine tesbit etmek daha güvenilir olmaktadır.
- 4- Frekans konvertör kontrollü pompa kullanmak toplam mali-

yetler dikkate alındığında daha ekonomik olmaktadır.

5. Pompa tipi belirlenirken, özellikle basma yüksekliği değeri abartılarak tesisatta olandan daha yüksek seçilmemelidir.
6. Pompalar monte edilmeden önce tesisat basınçlı suyla yıkanmış olmalıdır.
7. Akışkan temizliğine, su şartlandırılmasına ve filtrasyona özen gösterilmelidir.
8. İlk çalıştırmadan önce pompalar suyla doldurulmalı ve havaları alınmalıdır.
9. Şaseli norm pompalarda ilk çalıştırmadan önce kaplin ayarı mutlaka yeniden yapılmalıdır.
10. İlk çalıştırılırken, pompanın emiş ağzındaki vana tamamen açık, basınç ağzındaki vana tam kapalı konumunda olmalıdır. Bu durumda pompanın havası alınmalı ve mekanik salmastra haznesinin tamamen su ile dolması sağlanmalıdır.
11. Basınç ağzındaki vana yavaş yavaş açılarak pompa devreye alınmalıdır. Bu sırada emiş ve basınç ağzlarına bağlanan manometrelerle işletme basıncı ve basma yüksekliği hassas bir şekilde tespit edilmelidir. Dolayısıyla pompaların emiş ve basınç ağzlarında ölçme noktaları öngörülmesi unutulmamalıdır.
12. Pompanın debi ve basma yüksekliği değerleriyle birlikte, motorun elektrik şebekesinden çektiği akım kontrol edilerek pompanın karakteristik eğrisinin verimli noktasında çalıştığı garanti altına alınmalıdır. Gerekliyse reglaj vanaları kısılarak gerekli ayar yapılmalı ve motorun aşırı akım çekmesi önlenmelidir.
13. Pompa gruplarına ait elektrik kontrol panoları, pompaları belli sürelerde rotasyona tabi tutabilecek ve arızada otomatik pompa değişimi yaptıracak tarzda donatılmış olmalıdır.
14. Kule pompası devreye suyu kondensere doğru, chiller primer pompası devreye suyu evaporatöre doğru, chiller sekonder pompaları da devreye suyu fan coilere doğru basabilecek şekilde yerleştirilmelidir.



Şekil 17.117. GİDİŞ VE DÖNÜŞ SUYU SICAKLIĞINA GÖRE AYARLANAN KULE POMPASI VE CHILLER SEKONDER DEVRE POMPASININ ÖRNEK UYGULAMA ŞEMASI

18. OTOMATİK KONTROL VE OTOMASYON

GİRİŞ

Kontrol ve **otomatik kontrol** kavramları için şu genel tanımlamalar yapılabilir:

Kontrol : İncelenen davranışların belirli istenen değerler etrafında tutulması veya istenen değişimleri göstermesi için yapılanlar, genel anlamda kontrol işlemini tanımlarlar.

Otomatik Kontrol : Kontrol işlemlerinin, kontrol edilmek istenen olay etrafında kurulmuş bir karar mekanizması tarafından, doğrudan insan girişimi olmaksızın gerçekleştirilebilmesidir.

Otomatik kontrol, özellikle mühendislik sistemlerinde giderek daha çok önem kazanmaktadır. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir :

1. Otomatik kontrol, insanları monoton tekrarlı işlerden kurtararak zeka ve düşünebilme yeteneklerini daha iyi kullanabilecekleri işlere yönelmelerini sağlar.
2. Otomatik kontrol, insanın fizyolojik yeteneklerini aşan (çok hızlı, çok hassas, yüksek kuvvetler gerektiren ve tehlikeli gibi) uygulamalarda insanın hakimiyetini kolaylaştırır.
3. Otomatik kontrolün mühendislik sistemlerinde kullanılması, gerek teorik tasarım gerekse gerçekleştirme ve uygulama bakımından daha sade, daha esnek, kolayca ayarlanabilen ve yüksek verimli çözümlere imkan vermektedir.
4. Bilgisayarların mühendislik uygulamalarında yaygın biçimde kullanılması, kontrol yöntemlerinin daha etkin olarak uygulanmasına yolaçmıştır.

Domestik veya Endüstriyel ortamda gerçekleştirilmiş bir otomatik kontrol sisteminden;

- Sistemin güvenliği ve kararlılığını sağlaması
- Kolay anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirilebilir olması
- Sistemin performansını istenen düzeye çıkarması
- Yatırım ve işletme maliyeti açısından ucuz olması istenir.

Sistem elemanlarının seçimi ve ayarı bu ilkeler doğrultusunda yapılır. Bu koşulların gerçekleştirilmesi için kontrol edilecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir.

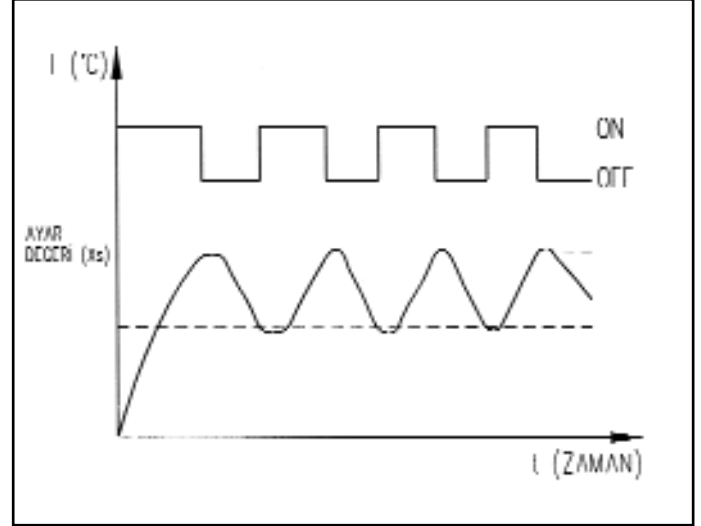
18.1. OTOMATİK KONTROL TÜRLERİ

Otomatik kontrol döngüsünde kontrol edici blok (karşılaştırma ve kontrol elemanı) yerine yerleştirilecek herhangi bir kontrol cihazı, kontrol noktası (ayar değeri) etrafında çalışması gereken hassasiyette sistemi kontrol etmelidir. Prosesin gerektirdiği hassasiyette çalışacak, hatayı gereken oranda minimuma indirecek çeşitli kontrol türleri mevcuttur.

18.1.1 İki Konumlu Kontrol (On-Off)

İki konumlu kontrol türünde; son kontrol elemanı bir konumdan diğerine geçiş anı dışında ya tam açık veya tam kapalı konumdadır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasına geldiğinde son kontrol elemanı belirlenmiş bir konuma (tam açık veya tam kapalı) gelir ve kontrol edilen değişken değişmediği sürece bu konumda kalır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasından belirli bir düzeyde

uzaklaşınca son kontrol elemanı ikinci konumunu alır. Son kontrol elemanının hareketsiz kaldığı bu iki nokta arasındaki değere **fark aralığı** denir. Kontrol edilen değişken, fark aralığının iki sınır değerinden birine erişmediği sürece son kontrol elemanı hareket ettirilmez. İki konumlu kontrol cihazı ile kontrol edilen bir sistemin kontrol edilen değişken - zaman eğrisi Şekil 18.1'de verilmiştir.



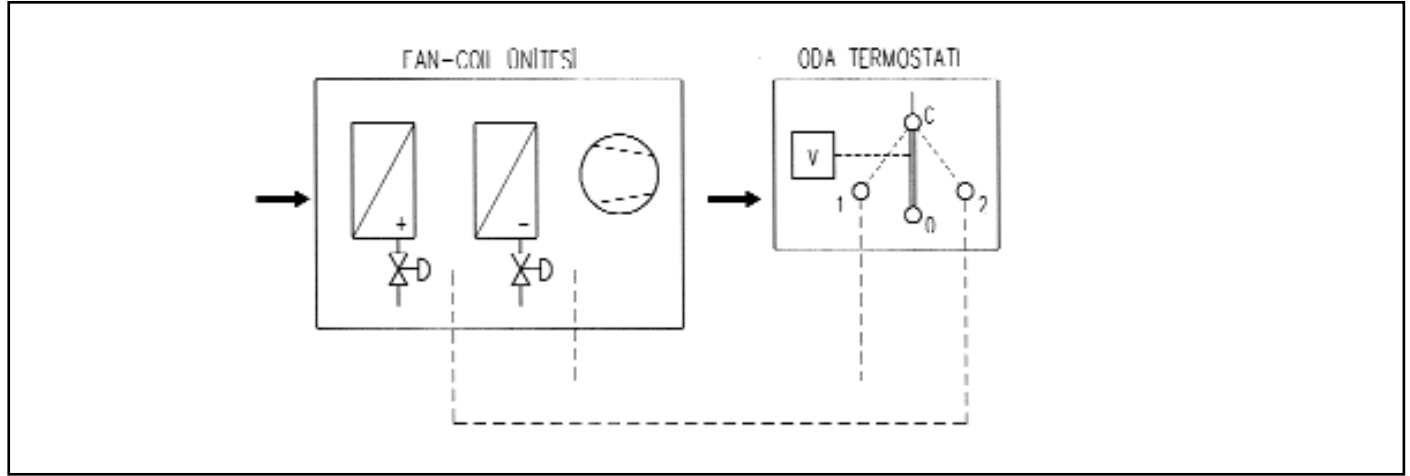
Şekil 18.1. ON-OFF KONTROL DEĞİŞKEN - ZAMAN EĞRİSİ

Bu kontrol çeşidini bir örnek ile açıklarsak; bir mahalde 20 °C sıcaklık kontrolü yapan bir oda termostatu (iki konumlu) ile mahalın ısınmasını sağlayan ısıtma apareyi arasındaki ilişkiyi ele alalım. Oda termostatının fark aralığını $\Delta t=2$ °C ve ayar değerinin (X_s) altında yer aldığını kabul edelim. Ayrıca oda termostatının normalde kapalı (NC) bir anahtara (kontakt) sahip olduğunu ve ısıtma apareyinin elektrik enerjisi ile çalıştığını düşünelim. Oda sıcaklığı 20 °C'ye gelinceye kadar ısıtma apareyi açık (yani ısıtma yapma çalışması) konumdadır. Oda sıcaklığı 20 °C'yi bulduğunda, ısıtma apareyi kapalı konuma gelir ve oda sıcaklığı $X_s-\Delta t=(20-2)=18$ °C'ye düşene kadar bu konumunu değiştirmez. Oda sıcaklığı 18 °C'nin altına düştüğünde ısıtma apareyi tekrar açık konuma gelir ve bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder.

18.1.2. Yüzer Kontrol (Floatng)

İki konumlu kontrol ile oransal kontrol arasında bulunan bu kontrol türü, üç konumlu (yüzer) olarak da bilinmektedir. İki konumlu kontrolden farklı olarak son kontrol elemanına üç türlü kumanda uygulanabilir; aç-sabit kal-kapa. Bu kontrol şeklinde sistemde istenen ayar değeri yakalandığında, servomotor o anda bulunduğu konumda hareketsizdir. İstenen ayar değerlerinin belli bir miktar dışına çıktığında ise servomotor oluşan farkı düzeltmek üzere açma ya da kapama yönünde hareket eder.

Yavaş hareket eden bir servomotor kullanılması ile sistemin herhangi bir kısmı yükte çalıştırılması mümkün olmaktadır. Bu sayede iki konumlu kontrolde oluşan salınımlar çok daha aza indirgenmiştir. Servomotorun hızı önemlidir. Çok yavaş bir servomotor ile sistemdeki ani değişikliklere uyum sağlama şansı kalmayacaktır. Servomotorun çok hızlı olması ise, iki konumlu kontrole yol açar, yani



Şekil 18.2. YÜZER KONTROL İÇİN ÖRNEK SİSTEM

kısmi yüklerde çalışma mümkün olmaz.

Bu kontrol türünü daha iyi anlatabilmek için; serpantin girişlerinde ayrı ayrı on-off selenoid vanaları olan ısıtma ve soğutma serpantinli bir fan-coil ünitesi incelenecektir. Kontrol elemanı olarak oda termostatu, nihai kontrol elemanı için ise, iki adet selenoid vananın bir bütün olduğu kabul edilerek ömek incelenmiştir.

Oda termostatının ayar değerinin (X_s) 20 °C ve fark aralığının (Δt) 2°C olduğunu kabul edelim. Oda sıcaklığı 18 °C'ye gelene kadar oda termostatu kontağı C- 1 konumunda kalır ve ısıtıcı selenoid vanası (S1) açık konumunu sürdürerek mahal havası sıcaklığını artırma yönünde davranır.

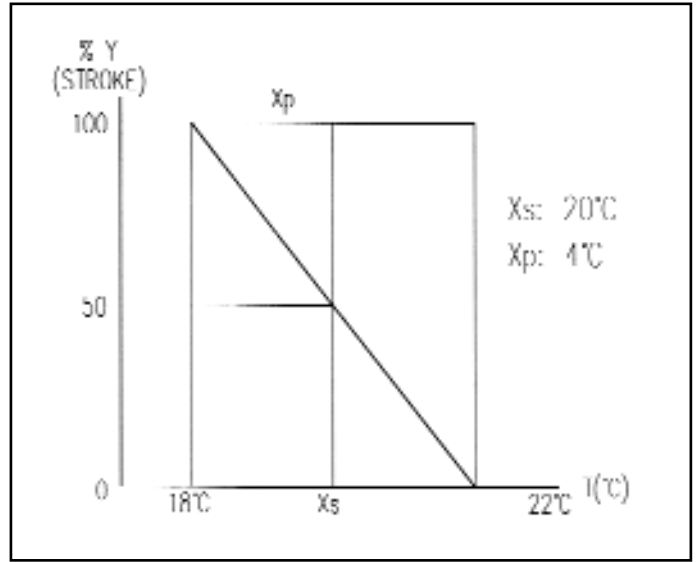
Mahal sıcaklığı değeri 18 °C'ye eriştiğinde, termostat kontağı C-O konumuna gelir ve bu konumda S1 ısıtıcı selenoid vanası kapalı konuma gelir. Sistem yüküne bağlı olarak mahal havası sıcaklığı artarak 21 °C'ye eriştiğinde termostatın kontağı C-2 konumuna gelir ve bu konumda S2 soğutucu selenoid vanası açık konuma gelerek mahal havası sıcaklığını düşürme yönünde davranır. Bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder. Oda termostatu kontağının C-O konumunun olduğu süreç ölü bölge olarak tanımlanır. Ayar değeri (X_s) genellikle bu ölü bölge ortasında yer alırken, fark aralığı (Δt) ölü bölge altında ve üstünde yer alır.

18.1.3. Oransal Kontrol-P (Proportional)

Oransal kontrolde; nihai kontrol elemanı, kontrol edilen değişkenin değişim miktarına bağlı olarak konumlanır. Kontrol elemanının oransal bandı (X_p) içinde kontrol edilen değişkenin her değerine karşılık nihai kontrol elemanının bir tek konumu vardır. Başka bir deyişle kontrol edilen değişken ile nihai kontrol elemanı arasında doğrusal bir bağlantı kurularak gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge oluşturulur.

Nihai kontrol elemanının hareket boyunu (stroke) değiştirerek, kullanılan enerjinin %0'dan %100'e kadar ayarlanabilmesi için gerekli kontrol edilen değişkendeki (sıcaklık, basınç vb.) sapma miktarı **Oransal band** olarak tanımlanır. Genel olarak oransal band kontrol cihazının kontrol skalası (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri (X_s) etrafında eşit olarak yayılır.

Şekil 18.3'de şematik olarak gösterilmiş transfer eğrisi üzerinden,



Şekil 18.3. ORANSAL KONTROL KARAKTERİSTİK EĞRİSİ

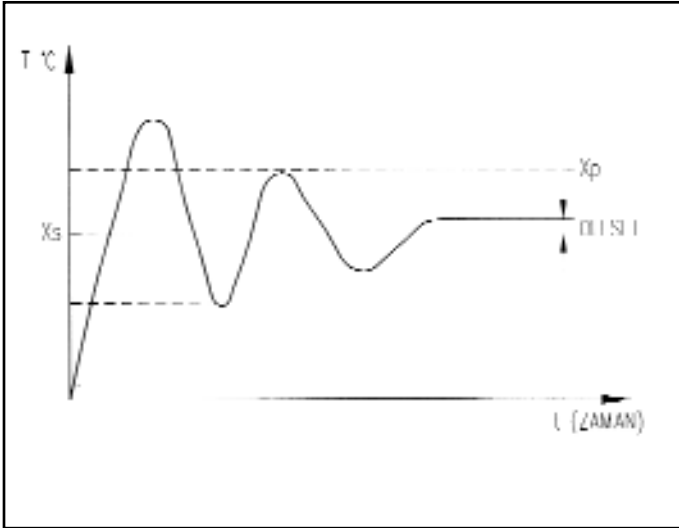
ayar değerinin (X_s) 20 °C ve oransal band (X_p) değerinin 4 °C olduğu ters hareketli bir oransal kontrol sistemini inceleyelim. Sıcaklık değerinin 18 °C olduğu noktada nihai kontrol elemanı konumu %100 pozisyonundadır. Nihai kontrol elemanı, sıcaklık değerinin ayar değeri ile eşit olduğu noktada %50 pozisyonundadır. Sıcaklık değerinin 22 °C olduğu noktada ise nihai kontrol elemanı %0 pozisyonuna gelir.

Şekil 18.4'de sembolize edilen oransal kontrol reaksiyon eğrisinden de gözüktüğü gibi; set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka **sapma (off-set)** denir. Sapma'yı azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak oransal band küçüldükçe, iki konumlu (on-off) kontrole yaklaştığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir ve sistem dengeye oturamaz.

Geniş oransal bant seçeneğinde ise sapma daha büyük olacağından; oransal bandın, kullanıldığı prosesin şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekir.

18.1.4. Oransal+Integral Kontrol - PI

Oransal kontrolde oluşan sapmayı azaltmak veya ortadan kaldırmak için kontrol cihazı integratör (integral alıcı devre) kullanır. Ölçülen

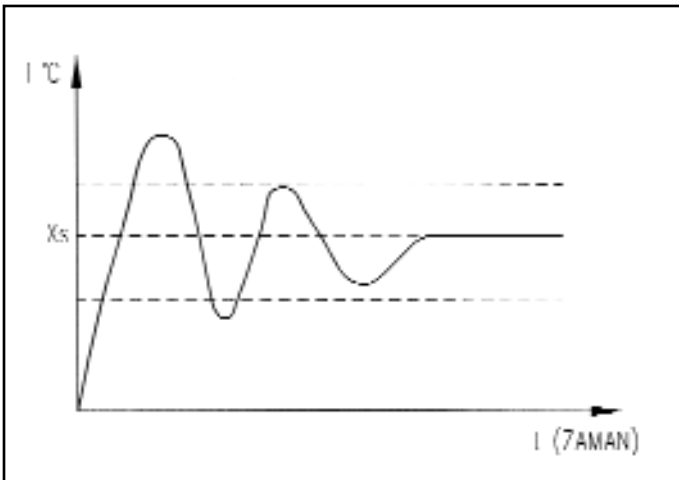


Şekil 18.4. ORANSAL KONTROL DEĞİŞKEN (P)-ZAMAN EĞRİSİ

değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin, zamana göre integrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal bant kaydırılmış olur.

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve proses değişkeni set değerine oturtulur. İntegratör devresi, gerekli enerji değişkenliğine set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark kalmayınca kadar devam eder. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. herhangi bir şekilde sistem dengesi bozulup, proses değişkeni değeri set değerinden uzaklaşacak olursa, tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkisini gösterir.

Şekil 18.5'de, sapması kalkmış bir oransal + integral kontrol reaksiyon eğrisinden de görüleceği gibi; oransal + integral kontrolün en belirgin özelliği sistemin başlangıcında proses değişkeni değeri, set değerini önemli bir miktarda aşar ki, bu ilk yükselme noktası **üst tepe değeri** (overshoot) olarak tanımlanır. Üst tepe değerini alt tepe değeri izler (undershoot). Set değeri etrafında sistem yük değerine bağlı olarak birkaç kere salınım yaptıktan sonra, set değerine oturur.



Şekil 18.5. ORANSAL KONTROL (PI) DEĞİŞKEN-ZAMAN EĞRİSİ

Sistem reaksiyon eğrisinde başlangıçtan itibaren olmak üzere eğrinin set değeri etrafındaki tolerans bandına (bir daha çıkmamak üzere) giriş yaptığı noktaya kadar geçen zaman, sistemin kararlı (dengeye oturmuş) rejim süresidir. Başlangıçtan itibaren bu noktaya kadar geçen zaman aralığında sistem set değeri etrafında salınım yapar ve kararsız bir davranış sergiler (kararsız rejim). Otomatik kontrol sistemlerinde amaç, salınımları oldukça azaltıp sistemi kararlı rejime oturtmaktır. Kararlı rejim süresi sistemin zaman sabiti ile doğru orantılıdır. Pratik olarak sistemler, üç zaman sabiti süre toplamı sonunda % 66 oranında kararlı hale geçerler. Dört zaman sabiti süre toplamı sonunda ise sistem % 98 oranında kararlı rejime geçmiş demektir. Her sistemin ve onu oluşturan alt sistemlerin farklı zaman sabitleri vardır.

18.1.5. Oransal+ Türevsel Kontrol - PD

Oransal kontrolde oluşan offset, oransal + türevsel kontrol ile de azaltılabilir. Oransal + Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyalinin türevi alınır. Türevi alınan fark sinyali, tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur. Ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu üst tepe - alt tepeleri azaltmak içindir. üst tepe ve alt tepelerini azaltırken bir miktar sapma kalabilir.

Türevsel etki, düzeltici etkisini hızlı bir şekilde gösterdiği için hızlı değişimlerin olduğu kısa süreli proseslerde kullanılması uygundur. Sürekli tip uzun süreli proseslerde ve sapma istenmeyen durumlarda PI veya PID tip kontrol seçilebilir.

18.1.6. Oransal + Integral + Türevsel Kontrol - PID

Kontrolü güç, diğer kontrol türlerinin yeterli olmadığı proseslerde tercih edilen bu kontrol türünde; oransal kontrolde oluşan sapma, integral fonksiyonu ile giderilir. Meydana gelen üst ve alt tepeler bu kontrole türevsel etkinin de eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen ortadan kaldırılır.

Esas amacı ayar değeri ile ölçüm değeri arasındaki hatayı sıfıra indirmek ve bu sayede istenilen değere ulaşmak olan tüm kontrol türlerinde; Oransal (P), integral (I), Türev (D) parametrelerinin uygun bir şekilde ayarlanmaları sayesinde kontrol edilen değişkenin ayar değerine;

- Minimum zamanda
- Minimum üst ve alt tepe (overshoot ve undershoot) değerlerinden geçerek ulaşmasını sağlarlar.

İntegral ve türevsel parametrelerin söz konusu olmadığı ve sadece P tip kontrol cihazları ile kurulan sistemlerde de dengeye ulaşmak mümkündür. Ancak sadece P'nin aktif olduğu bu tür kontrol sistemlerinde az da olsa set değeri ile kontrol edilen değer arasında sıfırdan farklı + veya - değerinde ve de sıfıra indirilmeyen bir sapma mevcuttur. Sadece P ile kontrol edilen böyle bir sisteme I ilavesi sapmayı ortadan kaldırmaya yöneliktir. Diğer bir deyişle P+I türündeki bir kontrol cihazı ile denetlenen bir proseste normal şartlar altında sistem dengeye oturduktan sonra sapma oluşması söz konusu değildir. İntegral etki sapmayı sıfıra indirirken, sisteme faz gecikmesi katarak sistemin kararlılığını azaltır. Bununla beraber integral zamanın çok kısa olması prosesin osilasyona girmesine neden olabilir. P+I

denetim mekanizmasına D ilavesi ise set değerine ulaşmak için geçen zamanı kısaltmaya yaramaktadır. Diferansiyel etki sisteme faz avansı getirir ve sistemin kararlı hale gelmesinde yardımcı olur. Böylece büyük orantı kazançları elde edilebilir. Fakat büyük nakil gecikmeleri olan sistemlerde diferansiyel etkinin önemi çok azalır.

18.2 KONTROL SİSTEMLERİ İÇİN ENERJİ KAYNAKLARI

Kontrol sistemleri; pnömatik, elektrik, elektronik, hava akımı, hidrolik veya bunlardan bazılarının kombinasyonundan oluşur.

Pnömatik Sistemler

Pnömatik sistemler, kontrol ve hissedici sinyallerinin 20 psi'den daha düşük basınçlı hava ile oluşturulduğu sistemlerdir. Kontrolör çıkış basıncındaki değişiklikler, kontrol edilen son elemanda bu pozisyon değişikliğine karşılık gelen bir pozisyon yaratır.

Elektrikli Sistemler

Elektrikli sistemler, reosta veya köprü devrelerinin akım veya voltaj dengesinin değişmesi ile çalışan veya duran bir kontrol temin eder. Bu sistemler hat besleme voltajı olarak alternatif akım kullanır.

Elektronik Sistemler

Bu sistemler; kontrol ve hissedici sinyallerinin düşük akım veya voltaj (24V veya daha düşük) değerlerinde taşındığı, elektronik bir devre tarafından kuvvetlendirilerek son kontrol işlevini yapan servo mekanizmalara iletiildiği sistemlerdir.

Hava Akımı Sistemleri

Hava akımı sistemleri, kontrol sinyali üreten mekanizmalar gibi davranan statik basınç sinyallerinin dışındaki hava akımı dinamiğini kullanır. Düşük güvenilirliği yüzünden kullanılabilirliği kalmamıştır.

Hidrolik Sistemler

Bu sistemler, hava yerine sıvı veya yağ kullanan ve yapısı pnömatik sistemlerle benzer olan sistemlerdir. Hidrolik kontrol ve tahrik üniteleri günümüzde HVAC teknolojisinde kullanılmamaktadır.

18.3. KONTROL SİSTEMİ PARÇALARI

Temel bir kontrol sisteminin en önemli parçası olan hissetme/ölçme elemanları, HVAC sistemlerinin otomatik kontrolünde çok önemli bir görev yüklenirler. HVAC kontrol sisteminde bu kritik sorumluluğu taşıyan ölçüm elemanlarının performansları aşağıda bahsedilen başlıca tanımlarla ifade edilir :

Hata : Ölçme sisteminden elde edilen değer, ölçülmesi gereken doğru değerden farkıdır.

Doğruluk : Ölçüm elemanının, ölçülen fiziksel büyüklüğün doğru değerini belirleyebilme kabiliyetidir.

Kesinlik : Aynı koşullar altında aynı büyüklüğün ölçüm sonuçlarının tekrarlanabilirliğidir. Ölçümün kesinliği, burada bir büyüklüğün ölçülen değerlerinin, ortalama değer civarındaki dağılımın izafi yoğunluğunu tanımlamak için kullanılmıştır. Bu yüzden bir ölçümün kesinliği ; doğruluğundan çok tekrarlanabilirliği ile ilişkilidir.

Hassasiyet : Ölçüm elemanının ölçme faktörünü belirleyen özelliğidir. İstenilen değerde çıkış sinyali üretebilmek için gereken minimum giriş sinyali büyüklüğü olarak ta ifade edilebilir.

Belirsizlik : Hata için belirlenen bir değer olup, ölçme elemanı ile ölçüm yapıldığında hatanın ne olacağıın belirlenmesidir.

18.3.1. Hissedici Elemanlar

Hissedici eleman, kontrol edilen fiziksel değışkendeki değışiklikleri ölçen ve kontrolörün kullanması için orantılı etki veya sinyal üreten aygıtlardır.

(a) Sıcaklık Hisseden Elemanlar

Sıcaklık hisseden elemanlar genelde şunlardan oluşurlar:

1. Bimetal eleman, farklı iki metalin birlikte eriyip kaynaşmasından elde edilen iki ince şeritten oluşur. Her iki malzemenin farklı termal genleşme katsayıları olduğu için, sıcaklık değıştikçe eleman eğilir ve pozisyonda bir değışim meydana getirir. Bimetalik termometre yaklaşık sıcaklık ölçümü için kullanılır. Ölçüm aralığı $-20/660$ °C olan bu ölçüm cihazlarının belirsizliği yüksektir ve gecikmeli oldukları için uzaktan kullanıma uygun değillerdir.
2. Rot ve tüp eleman, içerisinde, bir ucu tüpün altına takılı düşük genleşmeli rot bulunan yüksek genleşmeli metal tüpten oluşur. Tüp, sıcaklıktaki değışimle rotun serbest ucunun hareket etmesine sebebiyet vererek uzunluğu değıştirir.
3. Contalı körük eleman, havası boşaltıldıktan sonra ya buharla gazla ya da sıvıyla doldurulmuştur. Sıcaklık değışimleri, gaz veya sıvı basıncında veya hacmindeki değışimlere sebebiyet verir. Bunun sonucu olarak da kuvvet veya hareket miktarında bir değışim meydana gelir. Uzak ampullü eleman, kılcal tüp vasıtasıyla ampul veya kapsül takılı contalı körük veya diyaframdır; bütün sistem buhar-gaz veya sıvıyla doludur. Ampuldeki değışimler, kılcal tüpler vasıtasıyla körük veya diyaframa iletilen basınç veya hacim değışimleriyle sonuçlanır.
4. Rezistans eleman, sıcaklık değışimine göre değışen elektrik rezistanslı telden yapılmıştır. Tipik olarak platin, rodyum-demir, nikel, nikel-demir, tungsten veya bakırdan yapırlar. Bu cihazlar, basit devre yapılarına, yüksek doğrusallığa, duyarlılığa ve mükemmel kararlılığa sahip oldukları için HVAC sistemleri otomatik kontrolünde oldukça yaygın bir şekilde kullanılırlar.
5. Termistör, sıcaklık değışimiyle elektriksel rezistansı değışen özel bir çeşit yarı iletkendir. Belli başlı yarı iletken malzemelerin (çoğunlukla metaloksitler), dirençleri sıcaklık ile büyük değışim gösterirler ve bu değışim genellikle artan sıcaklık ile direncin azalması şeklindedir. Yarı iletken malzemedan elde edilen bir termistör elemanı, bacaklar ile bir galvanometreli köprü devresine bağlanabilir ve kalibre edilebilir. Bu ölçme yönteminin kolaylık, hassaslık ve hızlık gibi üstünlükleri vardır. Termistörler, çoğunlukla, termoeleman ile sıcaklık ölçümlerinde referans sıcaklığının ayarlandığı elektronik sıcaklık ayarlama devrelerinde veya hassasiyeti büyük olan ve sınırlı çalışma aralıklarına sahip uygulamalarda kullanılırlar (örnek : split klima sistemi).
6. Termokupl, birbirine bağlı uçları arasında sıcaklık değışiminin fonksiyonu olarak değışen voltajın meydana geldiğı iki farklı metalin birleşmesidir. Tellerin yapılmış oldukları malzemelere ve birleşme noktasının bulunduğu ortamın sıcaklığına bağlı olarak teller arasında bir elektromotor kuvveti oluşur (emk). Sıcaklık ölçümlerinde termokuplların platin/nikel dirençli öl-

çüm cihazlarına göre kesinlikleri daha azdır. Düşük maliyetleri, kullanım kolaylıkları ve orta dereceli güvenilirlikleri ile termokupulların kullanımları oldukça yaygındır.

7. Sıcaklıkla değişim gösteren her cihaz, gerçekte bir termometredir, ancak termometre terimi çoğu zaman sıcaklığı gösteren içi sıvı doldurulmuş bir cam tüp için kullanılır. Sıvılı termometreler, ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme endüstrisinde birçok uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu kullanımlardan bazıları, soğutucu ve ısıtıcı akışkan sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları gibi HVAC sistemlerinde kullanılan akışkanların sıcaklıklarının belirlenmesidir. Yüksek doğruluk ve düşük maliyetlerinden dolayı cıvalı cam termometrelerin sıcaklık ölçümlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Fakat gazlardaki ölçümlerde, doğruluk ısı ışınımından etkilenir. Teorik ölçüm aralıkları $-38/550$ °C'dir.

(b) Nem Hisseden Elemanlar

Nem hisseden aygıtlar genelde şunlardır:

1. Higroskopik: Boyutsal veya şekilsel değişerek mekaniksel bir sapmaya sebebiyet veren (saç, ahşap, kağıt veya hayvan zarı gibi organik malzemeler ve naylon gibi yapay malzemeler)
2. Elektriksel: Elemanın higroskopik yapısından dolayı karakteristiğinde (rezistans veya kapasitans) değişime sebebiyet veren.

(c) Basınç Hisseden Elemanlar

Basınç hisseden elemanlar, basınç aralığına bağlı olarak iki genel sınıfa ayrılabilirler:

1. Basınç veya vakum değerleri kg/cm^2 veya mmHg (mm cıva) cinsinden ölçüldüğünden, eleman, genelde körük, diyafram veya Bourdon tüpüdür. Ölçüm elemanının bir tarafı atmosfere açık olabilir ki, bu durumda eleman, atmosferik seviyenin üstündeki veya altındaki basınçlara cevap verir. Fark basınç elemanının, iki basınç aralığındaki farka cevap verebilmesi için her iki tarafla da bağlantısı vardır.
2. Genelde, su sütunu cinsinden ölçüldüğünden hava kanalındaki statik basınç gibi düşük basınç veya vakum için ölçüm elemanı, yağ içerisine daldırılmış ters bir çan, geniş bir diyafram veya geniş esnek bir metal köruktür. Orifislerle bağlantılı olarak kullanıldığında, eleman diferansiyel tiplerden bir tanesidir. Pitot tüpleri ve benzer aksesuarlar statik basınç ölçümü için kullanıldığı gibi akış, hız veya sıvı seviyesini ölçmek içinde kullanılabilir.

(d) Su Akışını Hisseden Elemanlar

Su akışını hisseden elemanlar, çeşitli temel hissetme prensiplerini ve aşağıdaki aygıtları kullanabilirler: orifis plakası, Pitot tüpü, venturi, akış nozulları, türbin metre, manyetik akış ölçer ve vorteks geçirmeyen akış ölçer.

Bunların her birisinin ölçüm aralığı karakteristikleri, hassasiyeti ve karmaşıklığına bağlı olarak değişen ve farklı durumlar için kullanılmasını uygun kılan maliyetleri vardır. Genelde, fark basınç tipli aygıtlar (orifis plakaları, Pitot tüpleri, venturiler ve akış nozulları) basit ve fiyatları makuldür fakat ölçme sahası sınırlıdır. Bu elemanların hassasiyetleri, uygulama ve kullanım şekline bağlıdır.

(e) Diğer Hissedici Elemanlar

Yangın algılama veya duman yoğunluğu, iç hava kalitesi, rüzgar yö-

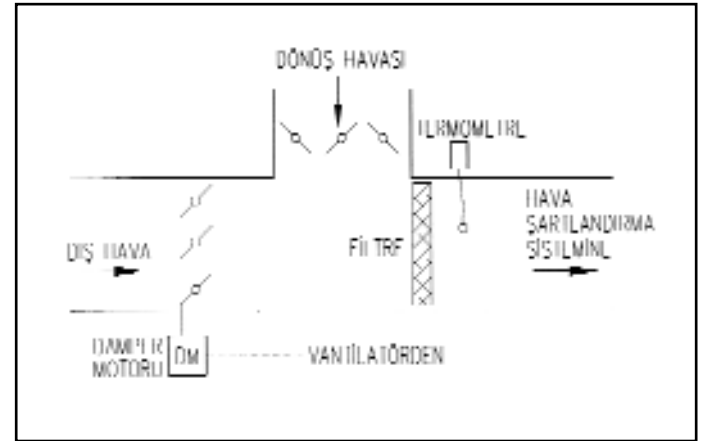
nü/şiddeti, iletkenlik, seviye, mahal meşguliyeti, spesifik yerçekimi, akım, karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit (CO) vb. değerleri ölçme gibi başka amaçlar için kullanılan hissedici elemanlar, ısıtma, havalandırma veya hava şartlandırma sistemlerinin komple kontrolü için çoğu kez gereklidir.

18.4. TEMEL KONTROL SİSTEMLERİ VE FONKSİYONLARI

18.4.1. Dış Hava Kontrol Metodları

18.4.1.1 Minimum Dış Hava

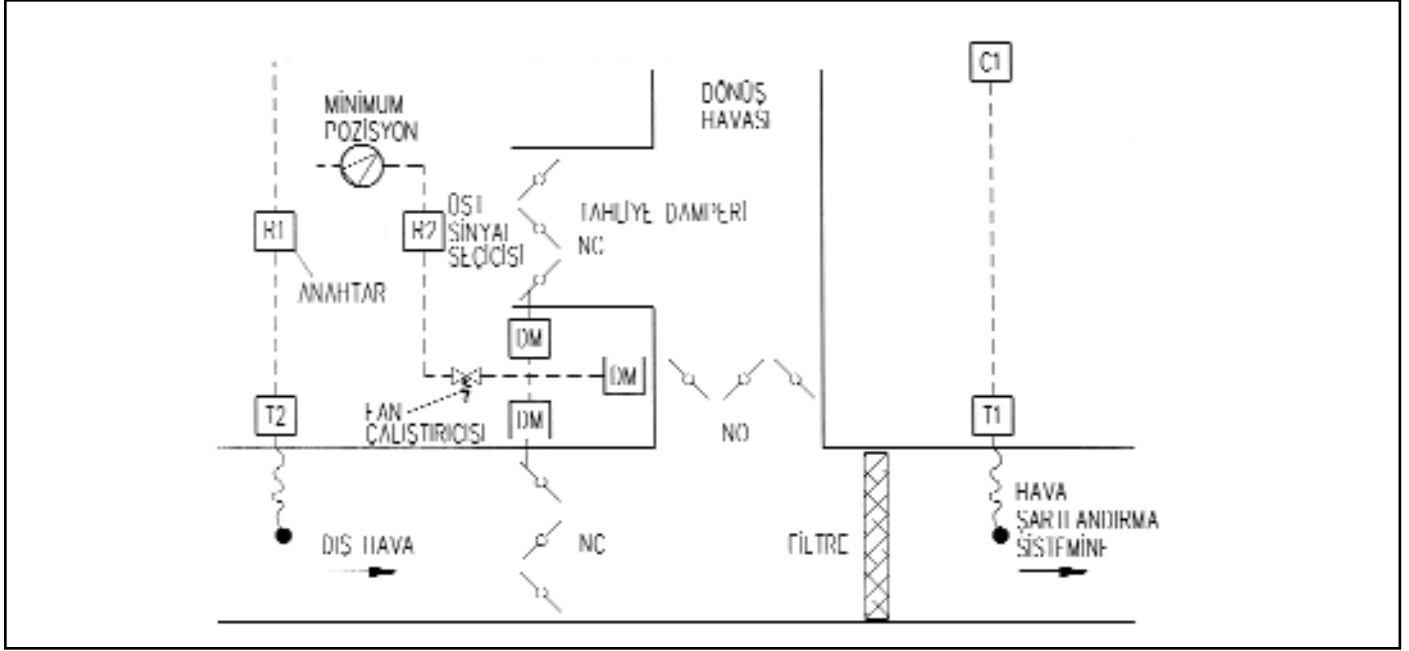
Dış hava kontrolü için en basit metod besleme fanı çalıştığında "minimum dış hava" damperini açmaktır (Şekil 18.6). Bu iki konumlu bir kontrol olup; sistem için gereksinim duyulan minimum taze hava almayı veya egzoz düzenlemesini sağlar. Bu methoda taze hava damperi ve kanalı sistemin ihtiyaç duyduğu minimum taze hava miktarına bağlı olarak seçildiği için, dış havanın uygun olduğu koşullarda daha fazla miktarda serin dış hava kullanımına izin vermez. Bu durum bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Minimum dış hava metodu, oransal termometre damper motorlarıyla yapılırsa bu sakınca ortadan kalkar.



Şekil 18.6. MİNİMUM DİŞ HAVA KONTROLÜ

18.4.1.2 Dış Hava Ekonomi Çevrimi

Sabit miktarda dış hava kullanıldığında, dış hava sıcaklığının serin olduğu zamanlarda bile soğutucu serpantininin çalıştırılmasının gerektiği bazı zamanlar olabilir. Bu gereklilik hava sıcaklığı tarafından kontrol edilen dış, dönüş ve tahliye damperli sistemlerde ekonomi çevrimi (Şekil 18.7) ile ortadan kaldırılabilir. Dış hava, kış sıcaklığı dizayn değerinde iken; dış hava damperi ve egzoz damperleri genelde minimum açık pozisyonundadır (havalandırma ve egzoz ihtiyacının belirlediği oranda), ve dönüş damperi ise daha fazla açıktır. Dış hava sıcaklığı arttıkça, karışım havası termostatı (T1) karışım havası sıcaklığını sabit seviyede tutmak için yavaş yavaş dış hava damperini açar. Dönüş ve tahliye damperleri karşılıklı olarak buna göre kendilerini ayarlarlar. Genelde 10 °C ve 16 °C gibi bazı dış hava sıcaklıklarında % 100 dış hava sağlanacak ve soğutma için kullanılacaktır. Dış hava sıcaklığı artmaya devam ettiğinde ve 21 °C ila 24 °C' ye geldiğinde dış hava termostatı (T2) soğutma



Şekil 18.7. DIŞ, DÖNÜŞ VE TAHLİYE DAMPERLİ SİSTEMLERDE EKONOMİ ÇEVRİMİ

yükünü azaltmak için sistemi minimum dış hava alacak şekilde tekrar konumlandırır. Bir çok dış hava kontrol sistemlerinde fan çalışmadığında dış hava damperi kapansın diye besleme fanından bir kitleme sağlanır. Şemada gösterilen selenoid röle, pnömatik damper motorlarına giden besleme havasının akışını keser.

Ekonomi çevrim kontrolünün başka yöntemleri de vardır. Burada bunlar anlatılmayacak, sadece entalpi kontrolü üzerinde durulacaktır.

18.4.1.3 Entalpi Kontrolü

Teoride, kuru termometre sıcaklığına dayalı dış hava “ekonomi çevrimi” her zaman için en ekonomik yaklaşım değildir. Kuru termometre sıcaklığı daha düşük olsa bile, nemin yüksek olduğu iklimlerde dış hava toplam ısı (veya entalpisini), dönüş havasınınkinden daha büyük olabilir. Örneğin, yaklaşık 21 °C kuru termometre (KT) sıcaklığındaki ve hemen hemen doyma noktasına yakın bölgedeki dış havanın entalpisinin, 27 °C (KT) sıcaklığındaki ve daha kuru dönüş havası entalpisinden daha büyüktür. Genelde soğutucu serpantin istenen şartları sağlamak için toplam ısı yükünü havadan almak zorunda olduğundan, bu durumda dış havayı minimum seviyede tutmak daha ekonomiktir.

Entalpiyi ölçmek için kuru termometre sıcaklığı ile birlikte a) yaş termometre sıcaklığını veya b) bağıl nemi veya c) çığ nokta sıcaklığını ölçmek gerekir. Birçok firma artık aynı anda kuru termometre sıcaklığını ve çığ nokta sıcaklığını hisseden, dış ve dönüş havasından entalpiyi çözen ve damperleri kontrol etmek için çıktı gönderen aletler üretmektedir. (Bkz. Şekil 18.8)

Entalpi kontrolünün bir takım potansiyel faydaları olsa bile, sıcaklığa dayalı ekonomi çevrimiyle karşılaştırıldığında enerji tasarrufu küçüktür. Entalpi ekonomi çevriminin uygulanması da zordur. Ticari nem hissedicilerinin doğruluğunun sağlanması sık sık kalibrasyon yapmadan mümkün değildir ve doğru entalpi hesabının yapılması genelde modern dijital aletlerle sınırlıdır. Çoğu kez entalpi kontrolü

maliyetini ve bundan dolayı oluşmuş daha kompleks yapının gerekliliği ve sağlıklı çalışırılığını ispatlamak zordur.

18.4.1.4 Statik Basınç Kontrolü

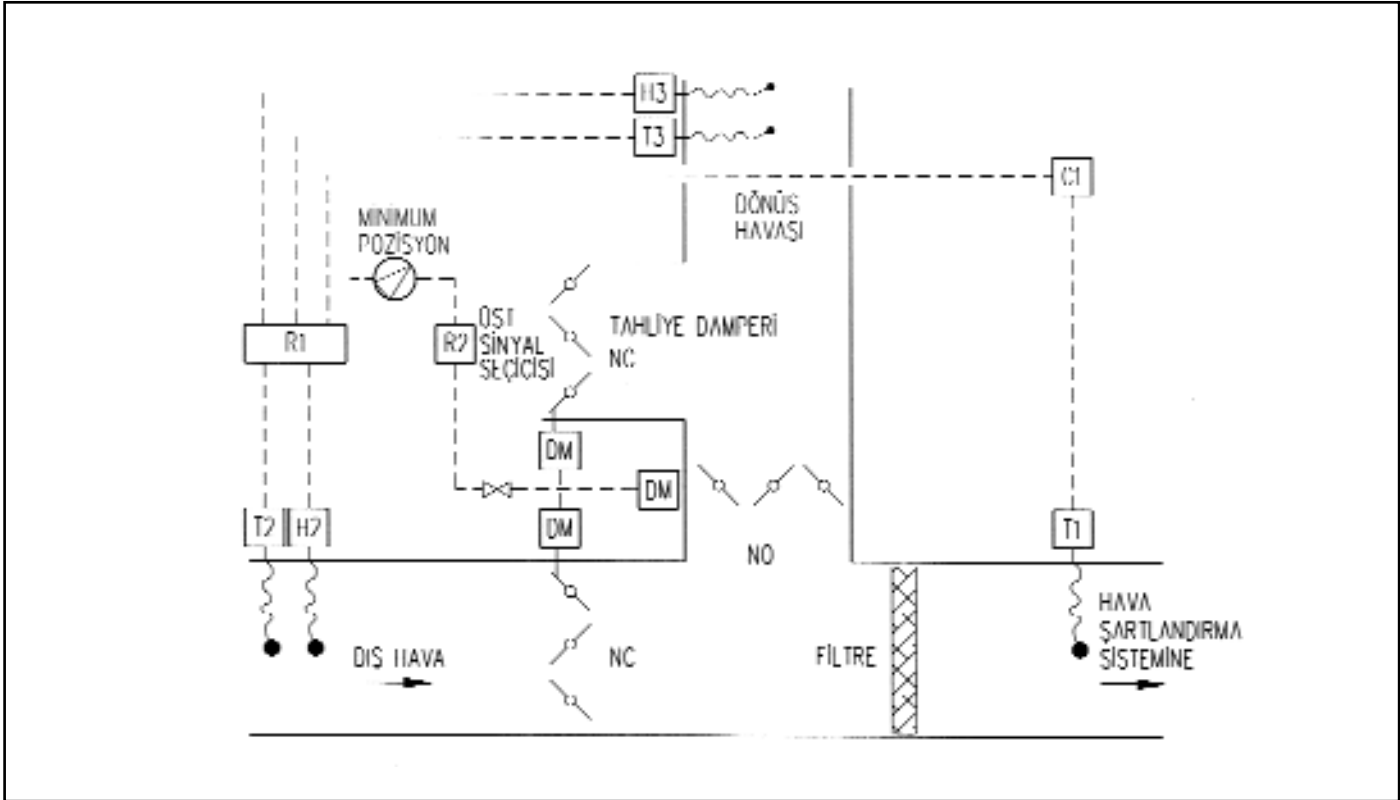
Çevresine göre sabit pozitif veya negatif basınca gereksinim duyan mahallerde dış, dönüş ve tahliye havası damperleri statik basınç kontrolörleriyle kontrol edileceklerdir. En basit şekliyle Şekil 18.9’da görülen statik basınç kontrolörü; kontrol edilen alanla, referans bölge (ya kontrol edilen alana yakın bir bölge ya da dışarı) arasındaki basınç farkını hisseder ve bu basınç diferansiyelini korumak için damperleri ayarlar. Sağlanan dış hava miktarı egzoz oluşturmak ve alanı basınç altında tutmak için yeterli olmak zorundadır. Kapılar açıldığında meydana gelen basınç dalgalanmalarından dolayı kararsızlığı önlemek için düşük oransal kazanç gerektiğinden, oransal artı integral (PI) kontrolü istenir. Bu metod, egzoz miktarları geniş ve değişken olan sistemler için uygundur. Egzoz havasındaki artma/azalma, basınç değişimleri meydana getirir. Bu değişimler fark basınç transmitteriyle hissedilerek, kontrol panelinin sistemi dengelemek amacıyla taze hava miktarını ayarlaması sağlanır. Bu metod çok yaygın değildir. Bu amaçla, değişken debili fan kullanan kontrol sistemleri daha yaygındır.

18.4.2. Isıtma Kontrolü

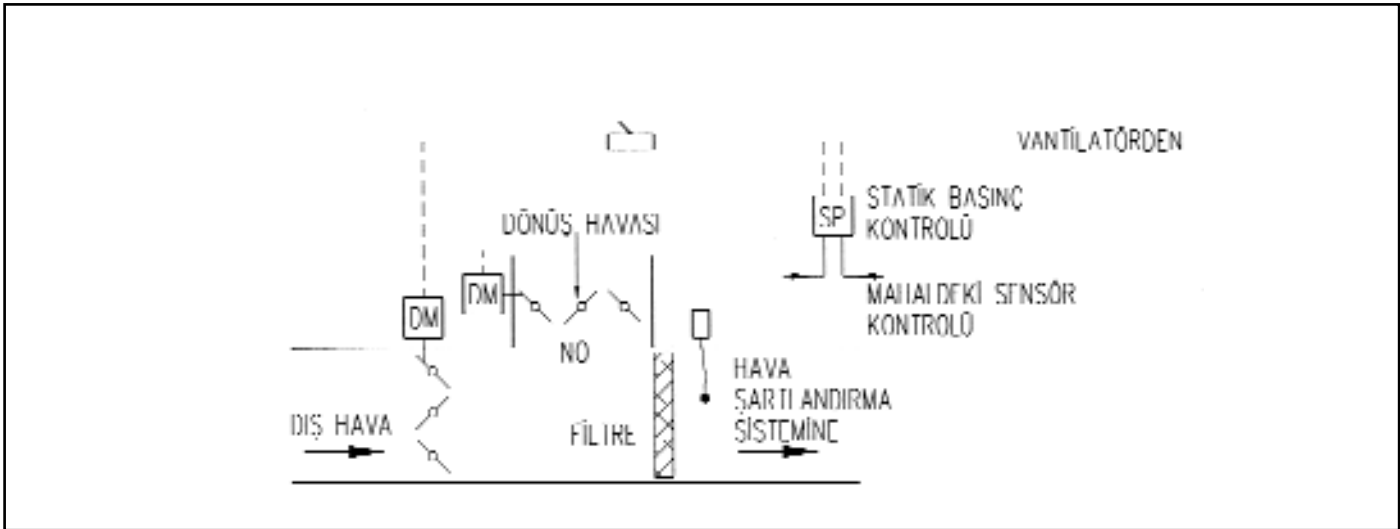
HVAC sistemlerinde ısıtma işlemi genelde buhar veya sıcak su serpantinleriyle sağlanır. Elektrik ısıtıcı serpantinler, ısı pompaları ve doğrudan gaz yanmalı kanal ısıtıcıları da kullanılır.

18.4.2.1 Ön ısıtma

Ön ısıtma, büyük oranlarda dış hava alındığında, alınan dış havanın ısıtma ve soğutma serpantinlerinin donmasına sebebiyet verdiği durumlarda kullanılır. Ön ısıtmada temel problem ön ısıtma serpantininin donmasıdır. Bunu önlemek için bazı kontrol metotları kullanılır.



Şekil 18.8. ENTALPİ KONTROLÜ ŞEMASI



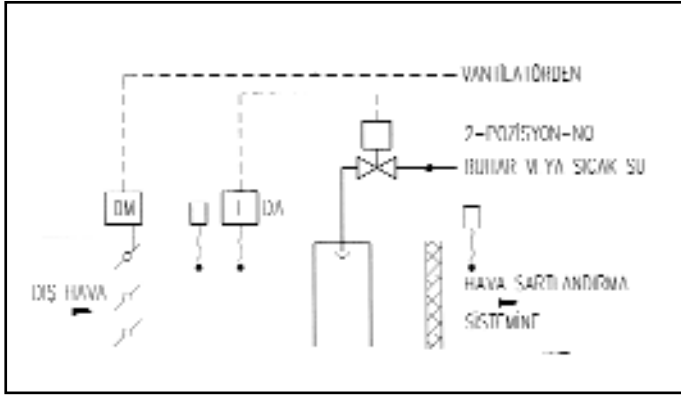
Şekil 18.9. EN BASİT ŞEKLİYLE STATİK BASINÇ KONTROLÖRÜ

Şekil 18.10 en kolay yaklaşımı göstermektedir. Dış hava sıcaklığı 2°C veya 4,5 °C değerinin altına düştüğünde, buhar veya sıcak su taşıyıcısı üzerindeki iki yönlü bir vana açılarak ısıtma yapılır (Bu bir açık çevrimli kontroldür). Ön ısıtıcı serpantinden sonra filtre bulunur. Ön ısıtıcıyı terk eden havanın sıcaklık kontrolü sağlanmadığından, ön ısıtma serpantini, aşırı ısınmayı önlemek için, dikkatlice seçilmelidir. Bu, olanaksız olmasa bile başarılması oldukça zordur. Bu nedenle daha gelişmiş ön ısıtma kontrol yöntemleri geliştirilmiştir.

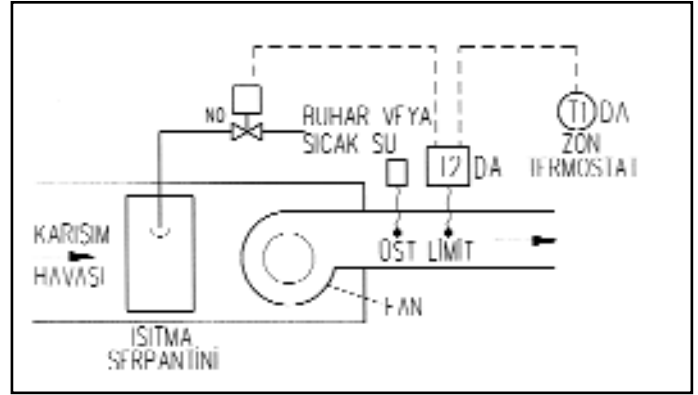
Sıcak sulu ısıtıcı serpantinde boru içinde akan suyun hızı 0,75 ile 1 m/s mertebelerinde olduğunda, -35 °C sıcaklıklara kadar, sıcak su-

yun donması söz konusu değildir. Ancak böyle düşük sıcaklık koşullarında glikol solüsyonu kullanmak daha güvenli bir alternatiftir. -40 °C ve altındaki sıcaklıklarda, doğrudan gaz yanmalı sistemler veya elektrik kullanımı tavsiye edilir.

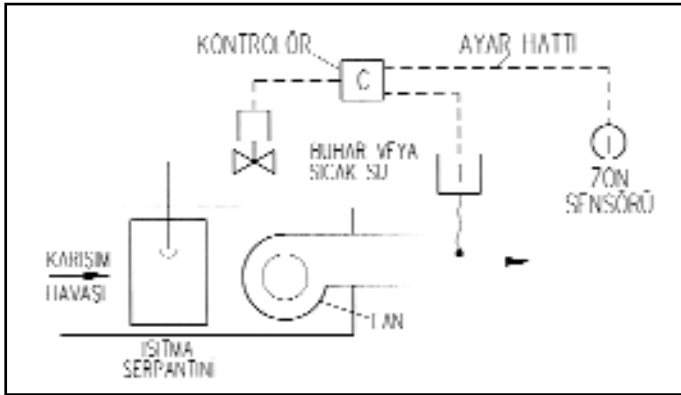
Donma havasına maruz kalacak buharlı serpantinler yeterli kondensatör kapasitesinde ve vakum kırıcılarıdaki gibi yoğunlaşma suyunu akıtmak için iyi eğimli veya yatay düzenlemeli iki boruyla dağıtan tip olmalıdır. Buna rağmen bile buhar akışı kısıldığında problemler ortaya çıkabilir. Kondensatör ve boşaltma hatları donma havasına açıksa izole edilmelidir ve mümkün olduğunca düşey borulama yapılmalıdır.



Şekil 18.10. ÖN ISITMA KONTROLÜ



Şekil 18.11. TEK ZONLU SANTRALDA NORMAL ISITICI SERPANTİN KONTROLÜ



Şekil 18.12. TEK ZONLU SANTRALDA NORMAL ISITICI SERPANTİN ALTERNATİF KONTROLÜ

18.4.2.2 "Normal" Isıtma

Normal ısıtmada; serpantin hava giriş sıcaklığı en az 5 °C ile 10 °C mertebelerindedir. Tek zonlu santral ünitesindeki Şekil 18.11'deki ısıtıcı buhar veya sıcak su kontrol vanası, çıkış havasındaki yüksek sıcaklık limit termostatının (T2) limitlediği bir oda termostatı (T1) tarafından kontrol edilir.

Alternatif olarak kontrol vanası, oda sıcaklığından ayar değeri resetlenebilen çıkış havası sıcaklığına bağlı olarak kontrol edilebilir

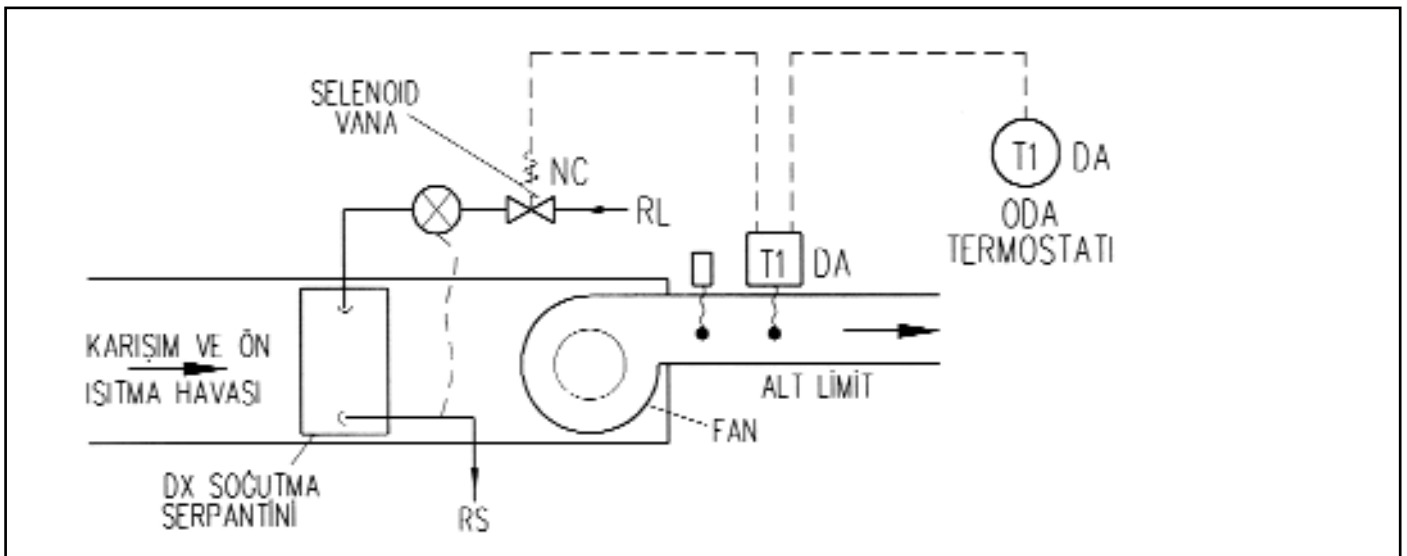
(Şekil 18.12). Bu sistemlerin her biri veya her ikisinin kombinasyonu; soğutma, ısıtma veya ısıtma ve soğutma serpantinlerinin sıralı olarak kontrolünde kullanılabilir.

18.4.3. Soğutma Kontrolü

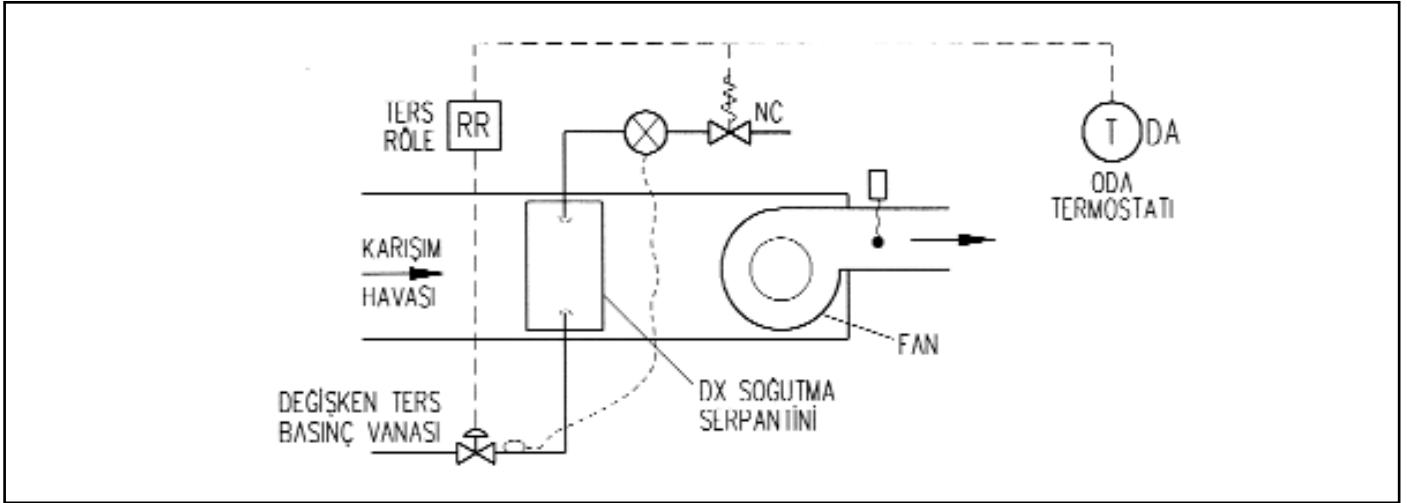
Soğutma serpantinleri, genelde klima santrali (AHU) içerisinde tek olarak bulunurlar. Doğrudan genişlemeli DX serpantinler ve soğutma suyunu veya salamura suyunu kullananlar olmak üzere başlıca iki tipi mevcuttur.

18.4.3.1 Doğrudan Genişlemeli Serpantinler

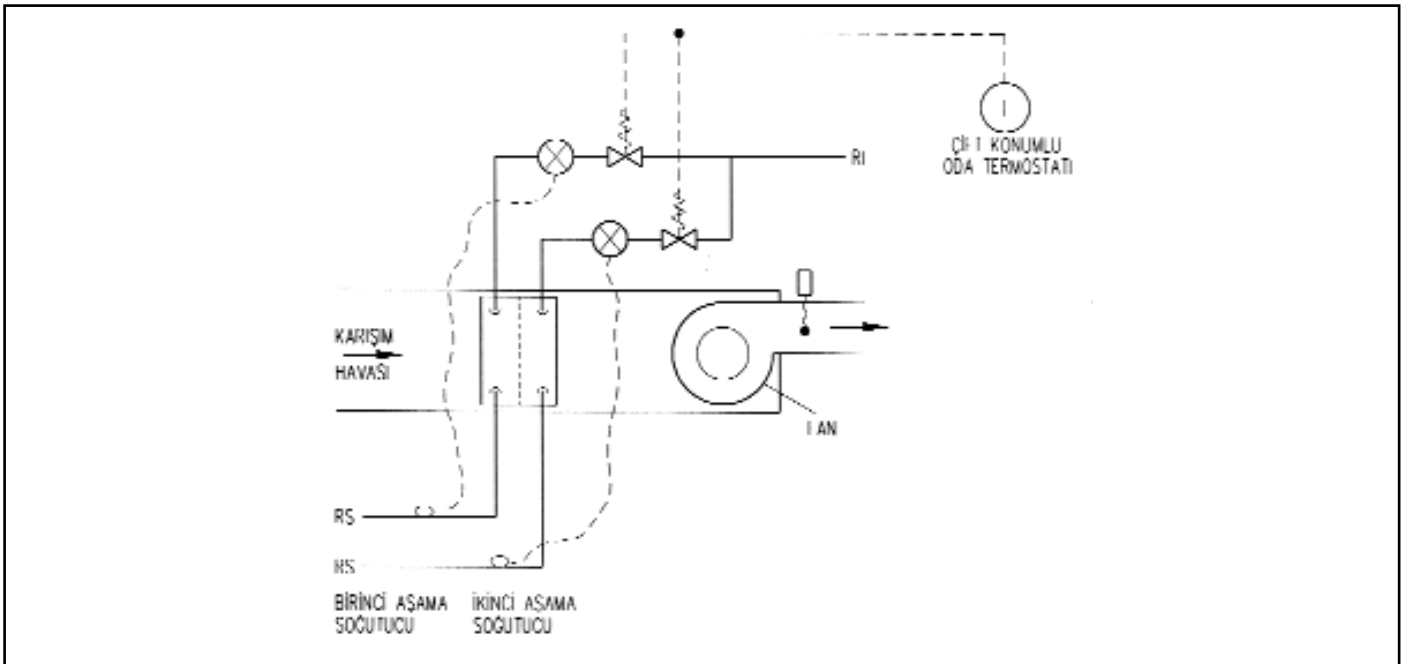
DX serpantinler, doğası gereği kendine özgü geniş işletim aralığına sahip iki konumlu kontrol türünü kullanmak zorundadır. Özellikle küçük birimlerde ve kapalı kontrolün istenmediği yerlerde sıkça kullanılan bir sistemdir. Şekil 18.13 tipik bir DX serpantin kontrolünü göstermektedir. Oda termostatı, soğutucu akışkanın genişleme vanasından serpantine akmasına izin veren, selenoid vanayı açar. Genleşme vanası minimum soğutucu emme sıcaklığını korumaya çalışmak için set değerine göre ayarlama yapar. Üfleme havası alt sıcaklık limit termostatı T2, besleme havası sıcaklığını çok soğuk olmaktan korur.



Şekil 18.13. DX SERPANTİN KONTROLÜ



Şekil 18.14. EMİŞ HATTINDA ODA TERMOSTATI TARAFINDAN KONTROL EDİLEN DEĞİŞKEN DEBİ YETENEĞİNDE BİR VANA BULUNMASI HALİ



Şekil 18.15. İKİ KADEMELİ DOĞRUDAN GENLEŞME

Farklı bir yaklaşım, soğutucu akışkan emiş hattında oda termostati tarafından kontrol edilen değişken debi yeteneğinde bir vana ilave etmekle (Şekil 18.14) gerçekleştirilir. Oda sıcaklığı düştükçe vana kısılarak serpantinindeki emme sıcaklığı azaltılır ve serpantinin soğutma kapasitesi düşürülür. Ters çevirici röle vasıtasıyla, selenoid vananın ilk açılma koşulunda gerekli şart olan, basınç vanasının açık konumunda olmasına imkan sağlanır.

Bu düzen soğutucu devresinde problemlere yol açabilir ve soğutucu boru dizaynında uzman birisi tarafından kullanılmalıdır.

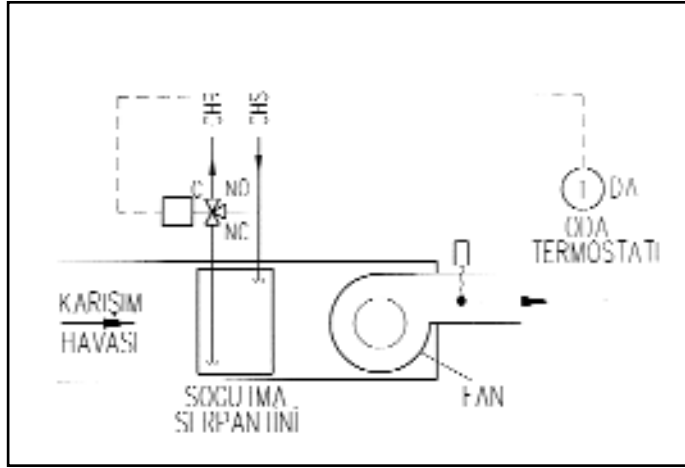
İki kademeli doğrudan genişleme, çoğu kez yeterli kapasite kontrolü sağlayacaktır. Serpantinlerin yatay kısımlara ayrılmasından, kademelerin serpantin boru dizinleri ile yapılması gerekir. Üç veya dört sıralı bir serpantininde ilk sıra soğutmanın en az yarısını yaptığı için çok sıralı serpantinlerde ilk devre hava akışı yönündeki ilk dev-

re ve diğer sıralar ikinci devre olmalıdır. İki aşamalı termostat kullanılır (Şekil 18.15).

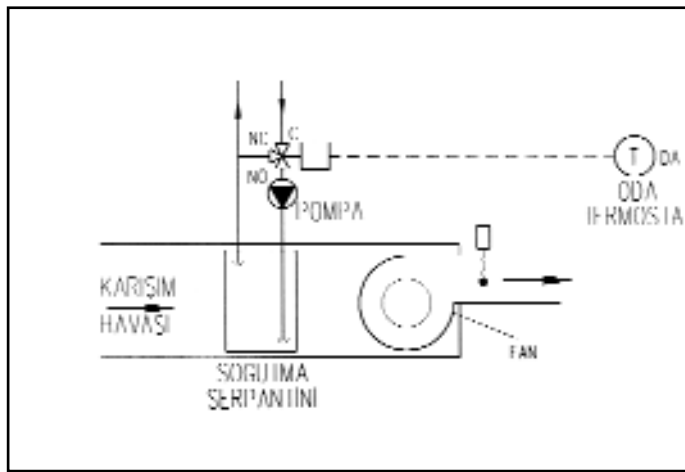
18.4.3.2 Soğutulmuş Sulu Serpantinler

Soğutulmuş sulu veya salamuralı serpantinler, üç yollu veya iki yollu vana ile ısıtma serpantinlerinin kontrolüne oldukça benzer bir şekilde oransal veya iki konumlu olarak kontrol edilirler. Genelde soğutma serpantinini vanaları, doğru hareketli kontrolörlerin kullanımına izin verdiğinden normalde kapalı olarak monte edilirler. Onun için resirkülasyon pompası kullanılmışsa Şekil 18.16'da veya Şekil 18.17'de görüldüğü gibi üç yollu vana düzenlemesi ortaya çıkar.

Sirkülasyon pompası düzenlemesi iki yönden dolayı çok kullanışlıdır: (1) aşırı derecede doğru sıcaklık kontrolü için ve (2) karışım ve-



Şekil 18.16. ÜÇ YOLLU VANA İLE KONTROL



Şekil 18.17. ÜÇ YOLLU VANA İLE KONTROL

ya ön ısıtmalı hava tabakalaşımından kaçınmayı sistem geometrisinin olanaksız kıldığı yerlerde donma durumlarından kaçınmak için.

18.4.4. Nem Kontrolü

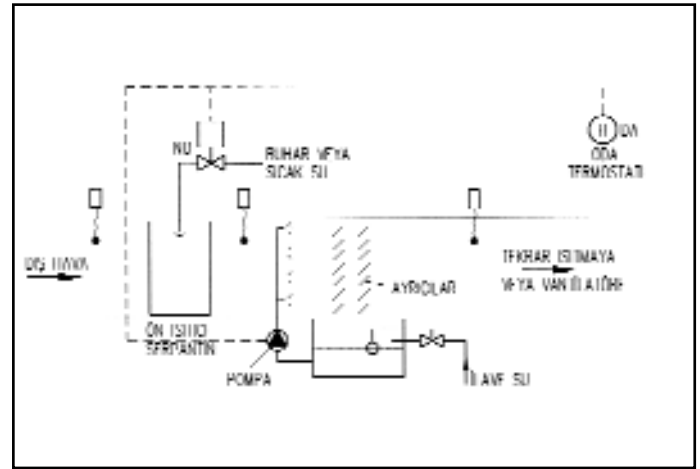
Havayı şartlandırılan mahallin, seçilmiş nem şartlarında kalmasını sağlamak için ortama alınan havanın nemini azaltmak veya yükseltmek gerekebilir.

18.4.4.1. Yıkayıcı

Genelde, duyulur soğutma kabiliyeti nedeniyle evaporatif soğutucu olarak bilinir. Pahalı olmayan elverişli bir nemlendirme sağlayan ve büyük endüstriyel tesislerde ince spreyleme ve damla tutucu sistemi ile uygulanabilir. Soğutma buharlaşan suyun havanın duyulur ısısını çekmesi ile olur. Böylece yıkayıcıdan geçen hava şartları sabit bir yaş termometre sıcaklığı boyunca değişir. Yıkayıcı çıkışındaki durum, havanın yıkayıcı giriş şartları ve yıkayıcının doyurma verimine bağlıdır. Genelde yıkayıcı doyurma verimi %70 ila %90 arasındadır.

Sıradan bir sulu nemlendiriciye uygulanabilecek tek kontrol senaryosu, su pulverizasyonunu (ya da pompayı) açmak ya da kapamaktır. Bazı durumlarda, havanın istenen ıslak termometre sıcaklığına kadar ısıtılması gerekebilir. Şekil 18.18'de buna benzer bir sistem gösterilmiştir. Odada bulunan higrostat, düşük nem değerini hissederek ve yı-

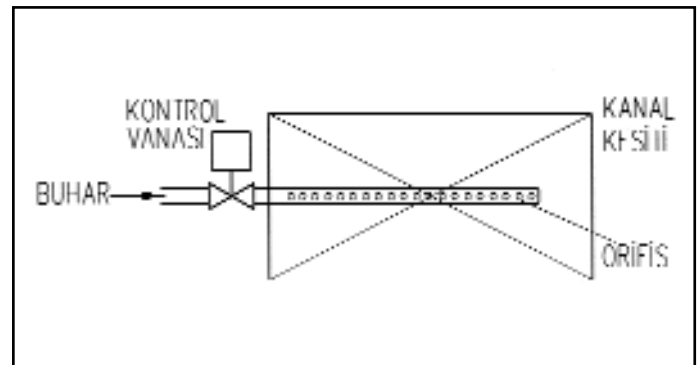
kayıcı/atomizer pompasına yol verir. Sonra da ön ısıtıcı serpantin besleme vanasını açar. Odadaki nem değeri yükseldikçe; önce ön ısıtıcı serpantin vanası, daha sonra da atomizer pompa kapatır. Yüksek dış hava nem değerlerinde; soğutma kapasitesi çok kısıtlıdır. Mahallerdeki sıcaklık kontrolü, son ısıtıcı serpantinler aracılığıyla yapılır.



Şekil 18.18. ÖN ISITMALI YIKAYICI SİSTEM KONTROLÜ

18.4.4.2. Buharlı Nemlendiriciler

Buharlı nemlendiriciler kolaylıklarından dolayı sıkça kullanılırlar. Borulara açılmış küçük orifislerden oluşan buhar dağıtıcı, hava kanalının veya hava toplama kutusunun içinde bulunur (Şekil 18.19). Buhar besleme vanası mahal veya kanal tipi nem ölçer vasıtasıyla kontrol edilir. Doyma noktasına kadar herhangi bir nem oranı, nemlendirici çıkışında elde edilebilir. Mahal tipi nem ölçer kullanılırsa, kanalda yoğuşma oluşmasından kaçınmak için kanal tip yüksek nem limitörü kullanılmalıdır.

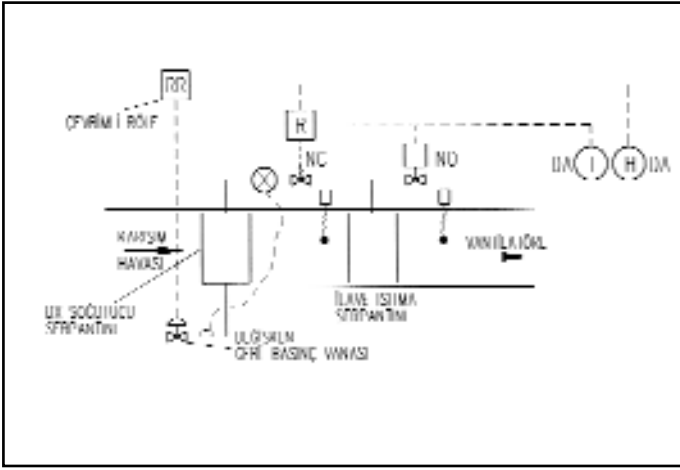


Şekil 18.19. BUHARLI NEMLENDİRİCİ KONTROLÜ

18.4.4.3. Soğutma Yoluyla Nem Alma

Düşük sıcaklıktaki soğutma serpantinleri nemi düşük değerlere düşürmek içinde kullanılabilirler. Serpantin yüzey sıcaklığı buz oluşumundan dolayı donma sıcaklığının altında olacağından, geniş yüzgeç aralıklı özel DX serpantinlerinin kullanılması gerekir ve sıcak gaz, elektrik ısısı ve sıcak hava vasıtasıyla buzları çözmek için hazırlık yapılmalıdır. Bu yaklaşım çok düşük sıcaklıklarda yetersiz kalmaya yönelir ve buzların çözülmesi için aralıklı kapanmaya veya birisinin buzları çözünürken diğerinin çalıştığı paralel serpantinlere gereksinim duyar. Mahal sıcaklığını kontrol etmek için tekrar

ısıtma gereklidir. Mahal nemi çoğunlukla serpantin sıcaklığının bir fonksiyonu olduğu için, değişken ters basınç vanasının nem hissedicisinin kontrolüyle oldukça iyi bir kontrol başarılabilir (Şekil 18.20). Nem hissedicisi yeterli seviyeye geldiğinde seçici röle, oda termostatının soğutma serpantinini minimum kapasitede çalıştırmasına izin verir.



Şekil 18.20. SOĞUTMA YOLUYLA NEM ALMA SİSTEMİ KONTROLÜ

18.4.5. Elektrikli Isıtma Kontrolü

Elektrikli ısıtıcılar diğer ısıtma cihazları gibi iki konumlu, zaman ayarlı iki konumlu ve oransal olarak aynı temel çevrime göre kontrol edilebilirler. Elektrik enerji kaynağı olarak kullanıldığından, bazı özel emniyet gereksinimleri gereklidir. Bütün elektrikli ısıtıcılar, yüksek limit kontrolüyle beraber temin edilmelidir. Bazı kodlar yüksek sıcaklık limiti ile birlikte hem otomatik hem de manuel reset gerektirir. Cebri havalı ısıtıcılarda elektrik elemanının aşırı ısınmasını önlemek için öngörülen hava akışı minimum oranda olduğu zaman fan durduğunda ısıtıcıyı korumak için hava akışı anahtarı olmalıdır.

Küçük kapasiteli ısıtıcıların iki konumlu kontrolü, ısıtıcı elektrik enerjisini sağlayan kontaköre kumanda eden bir termostat tarafından sağlanır (Şekil 18.21). Büyük ısıtıcılar da çok kademeli termostat veya her biri ısıtma serpantininin bir kısmındaki mevcut akışı

kontrol eden birkaç kontaktörlü ardışık dizili anahtar kullanımı yaygındır.

18.4.6. Soğutma Kuleleri

Sadece soğutma mevsiminde işletilecek olan soğutma kuleleri kontrolü, genelde fan kontrolü ile sağlanır (Şekil 18.22). Kondenser besleme suyu termostatı, sıcaklığın artıp azalmasına göre fanı açacak ya da kapatacaktır. Daha büyük kulelerde iki veya üç aşamalı termostat kontrollü iki hızlı fanlar kullanılabilir.

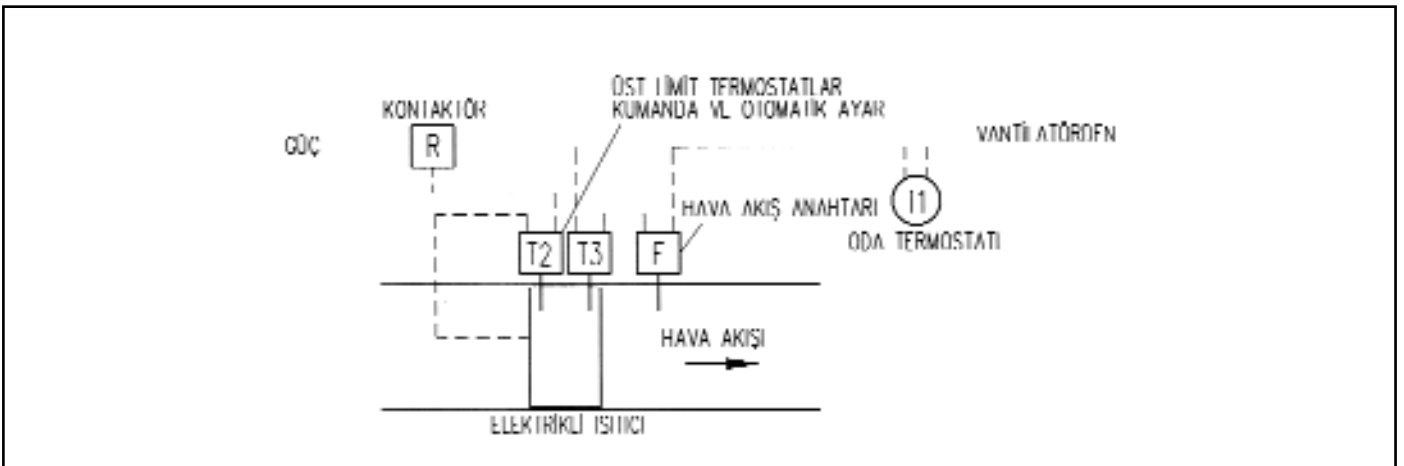
Tüm sene boyunca kullanılan kuleler, by pass vanalarını ve donmayı önlemek için ısınmayı da içeren daha kapsamlı kontrol sistemlerine gereksinim duyar. Her hangi bir şekilde dondurucu soğuk bir havada kulenin içerisinden düşük hızlı su akışı, kulenin içinin buzla dolmasına sebebiyet verir ki bu da kuleye zarar vermeye sonuçlanır.

18.5. SENSÖR YERLEŞİMİ

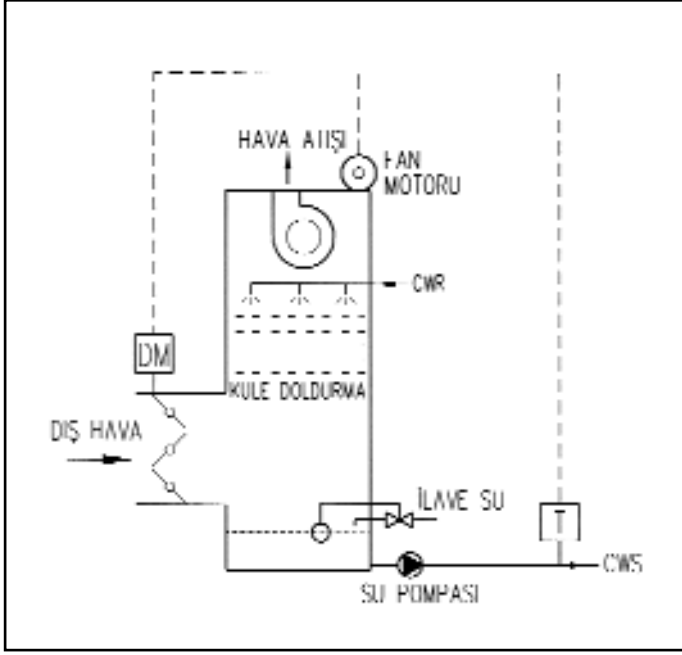
Uygun sensör yerleşimi neyin kontrol edileceğinin özel olarak kurulmasıyla en iyi saptanabilir. Eğer oda sıcaklığı ise o zaman yerleşim besleme havasına maksimum uzaklıkta, cihazlardan veya pencerelerden dolayı meydana gelen draft veya radiant etkilerden minimum etkilenecek şekilde ve sensörün ortalama oda sıcaklığını okuyabileceği şekilde olmalıdır. Sensörün dönüş havası açıklığı kenarına veya dönüş havası kanalına konulması önerilir.

Geniş bir çalışma hacminde özel bir çalışma istasyonunda en iyi kontrolün olmasını isteyebilirsiniz. O zaman sensörü buraya yerleştiriniz. Kaçınılması gereken ana problem sensörün şartları doğru görmesini önleyen harici/kenar etkileridir. Bunlar sıcaklık sensörleri için radyasyon (sıcak veya soğuk), draft, yeterli hava sirkülasyonu kilitlenmesi veya yerleştirmeden dolayı ısı transferi (dış duvardaki gibi) olabilir.

Tek bir bölgede birden çok odalı sistemlerde sensör yerleşimi için "ortalama" oda seçilmesi esastır. Konferans odaları veya büyük değişken yüklü odalar farklı bölgelerde olmalıdır. Fakat bu mümkün değilse, bu odaların zon için hissetme noktası olmasına izin vermeyiniz. Büyük ve küçük odalar arasında seçme şansınız varsa büyük olanı tercih ediniz. Tek zondaki bütün odalar ortak tek yöne yönlendirmelidir (güney, kuzey, doğu veya batı, fakat bunların karışımı değil).



Şekil 18.21. KÜÇÜK KAPASİTELİ ISITICILARIN İKİ KONUMLU KONTROLÜ



Şekil 18.22. SOĞUTMA KULESİ KONTROLÜ

18.5.1. Elektrikli Kilitlemeler

Bazı noktalarda elektrik motor kontrolüyle ara yüzey oluşturmak için sıcaklık ve basınç kontrolleri gerekli olacaktır. Küçük motorlar bazen doğrudan, elektrik kontrolleriyle çalıştırılırlar. Eğer motorlar büyükse veya bu kontrol devrelerinden farklı voltajlı ise veya pnömatik veya elektronik kontrol kullanılmışsa, o zaman rölelere gereksinim vardır.

18.6. BYS-BİNA YÖNETİM SİSTEMİ

Bina yönetim sistemlerindeki, sistem mimarisindeki ve cihaz seçeneklerindeki hızlı değişim nedeniyle; doğru yönetim sisteminin kurulması işi düzgün bir analizi gerektirmektedir. Bina yönetim sistemi tasarımının teori ve bilgisayar sistem uygulamasını kontrol etmek için entegre bir yaklaşıma ihtiyacı vardır. Bu yüzden performans ihtiyaçları kombine sistem temeli üzerinde tanımlanmalıdır. Bu ihtiyaçlar büyüklük ve cinse göre değişir. Bu spesifikasyonlar-

dan bazıları şunlar olmalıdır :

- Tekil (bağımsız) kontrolör gereklilikleri
- Kontrolör programlanabilme yeteneği
- Kontrolör veri saklama ve işleme gereklilikleri
- Analog giriş-çıkış cihazlarının doğruluğu
- Fiziksel değişime ve alarma göre sistem tepki süresi
- Data iletişim gereklilikleri
- Paylaşılan iletişim sistemlerinin integrasyonu ve güvenlik gereklilikleri
- Kontrolörler arası (peer to peer) iletişim
- Kontrolör için giriş/çıkış gereklilikleri
- Sistemin gelecekte genişletilebilmesi için gereklilikler
- Mekanik ve elektriksel paket cihazlarla sağlanacak integrasyon (arayüz).
- Veri merkezi (kullanıcı) sistemi arayüz gereklilikleri
- Kullanıcı (çalışma istasyonlarının) adedi ve yeri
- Kullanıcı programlama yeteneği
- BYS'ne uzaktan erişim gereklilikleri
- Bina güvenlik (yangın, deprem korunum) sistemleriyle entegrasyon
- Donanımdaki şartların (karmaşıklık) minimum olması
- İzlenecek ve kontrol edilecek ekipmanın çalışma sıraları (eğer çizimlerde gösterilmemişse)
- Ekipman standartları (UL, vs)

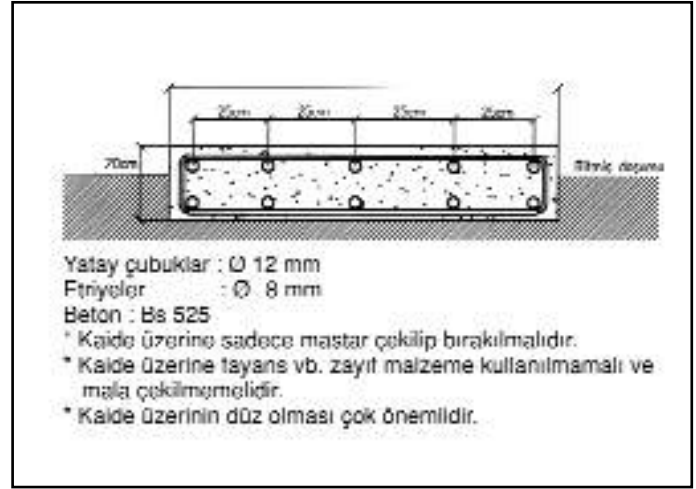
Bu maddeleri açıkça belirlememek, yönetim sistem üreticileri ve taahhütçüleri tarafından farklı yorumlamaların oluşmasına sebep olur. Projenin uygulama safhasında çeşitli tartışmalara, ilave maliyetlere ve de en önemlisi ihtiyacı karşılamamaya yol açar. Böylece "ihtiyaç duyulanı" sağlayamama söz konusu olur. "Eşit" ürün tanımlaması çoğu kez sorun oluşturabilmektedir. Örneğin, sıcaklık hissedicisi termistör olarak ya da platinyum rezistans sıcaklık dedektörü olarak algılanabilir ki bu iki ürün asla eşit değildir. Termistör daha ucuz olduğu gibi, daha az hassasiyet ile çalışır ve bakımı da daha maliyetlidir. Her seçim, maliyeti beraberinde getirir. Bu yüzden bütçe hazırlanırken, üstünde yeterince düşünülerek karar verilmelidir.

19. MEKANİK TESİSATIN SİSMİK KORUNMASI

Türkiye sıkça depremlerin yaşandığı, önemli bir bölümü 1. Dereden deprem kuşağında olan bir ülkedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, yapının statüğünde olduğu gibi, mekanik tesisatın kurulmasında da bir takım önlemler alınması gerekir.

Deprem doğrudan insanları öldürmez. Esas öldürücü olan insan eliyle yapılan yapıların çökmesidir. Bu nedenle burada esas olarak klima ekipman ve tesisatına depremin etkileri üzerinde durulacak ve alınabilecek önlemler tartışılacaktır.

Mekanik tesisatın sismik tasarımında ve sismik korunmasında amaç, bina tahrip olmadığı halde mekanik sistemin göçmesinin veya tahrip olmasının önlenmesidir.

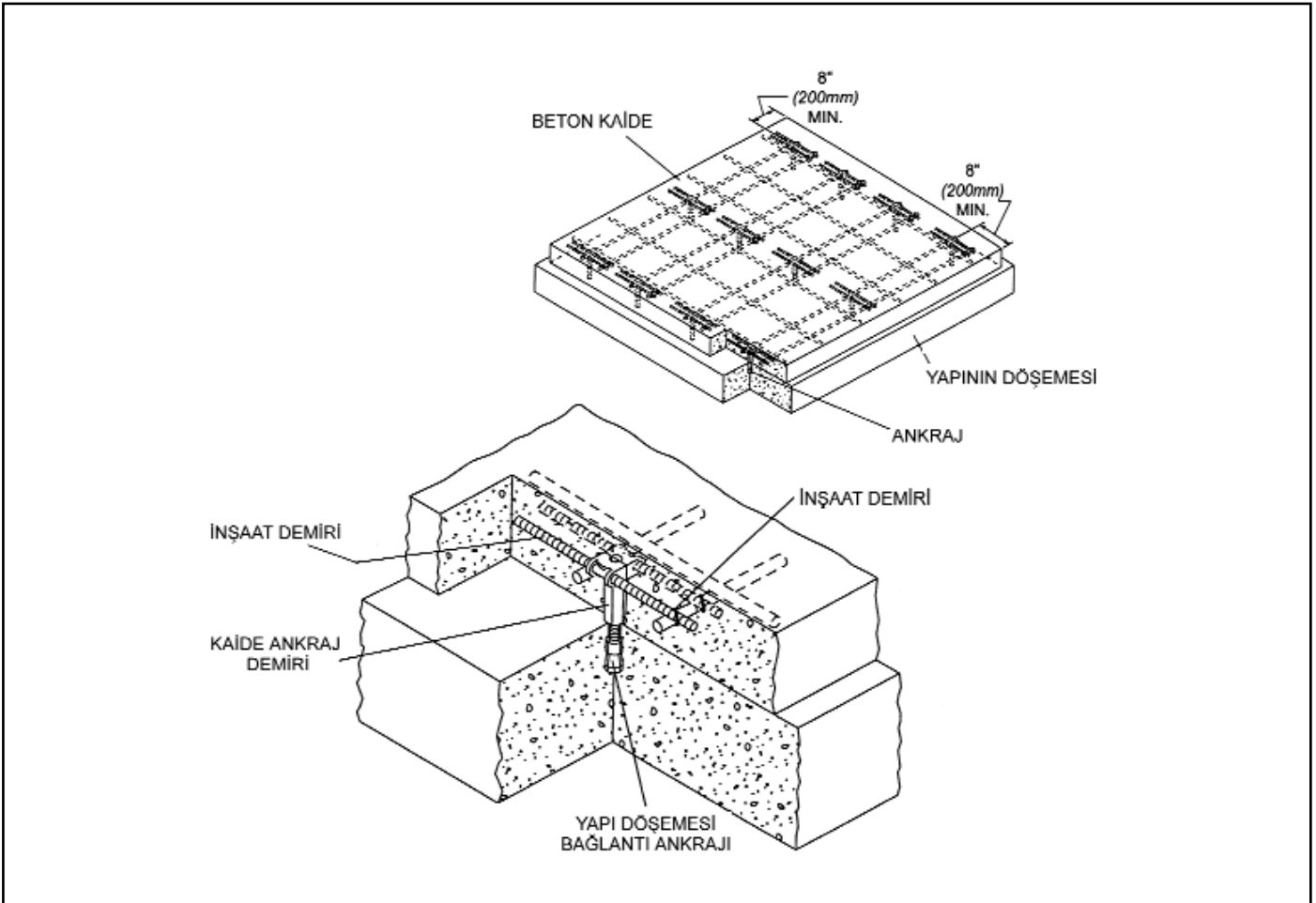


Şekil 19.1.

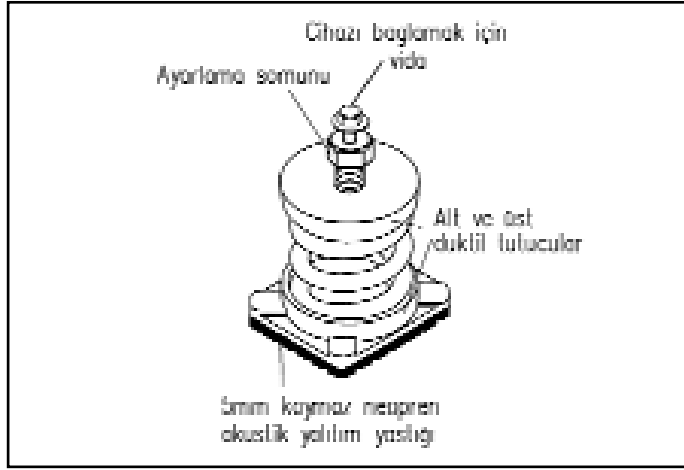
19.1. DÖŞEME TİPİ CİHAZLARIN YAPIYA TESPİTİ VE SİSMİK KORUNMALARI

1. Cihazların döşemeye katı olarak (titreşim yalıtımı yapılmaksızın) bağlanmasında civata ve somun kullanılır. Cihaz, beton kaidesi üzerinde bırakılan saplamalara, civatalar yardımıyla bağlanır. Kullanılan civatalar deprem yüklerine dayanıklı olmalıdır.
2. Cihazların kaideye civata ile sabit bağlanmasında cihaz şasesindeki delik civatadan çok büyükse, deprem anında cih-

- zın yanal hareketi dolayısıyla oluşan sismik kuvvet civatayı keser ve cihaz yerinden kopar. Bunun için civata ile delik boşluğu arasını dolduracak neopren takoz kullanılmalıdır.
3. Cihaz kaideleri Şekil 19.1'deki gibi bitmiş döşeme içindeki çukura girmelidir. Eğer düz bitmiş döşeme üzerine kaide dökülecek olursa, iki beton arasında özel ankraj elemanlarıyla bağlantı gerçekleştirilmelidir (Şekil 19.2).

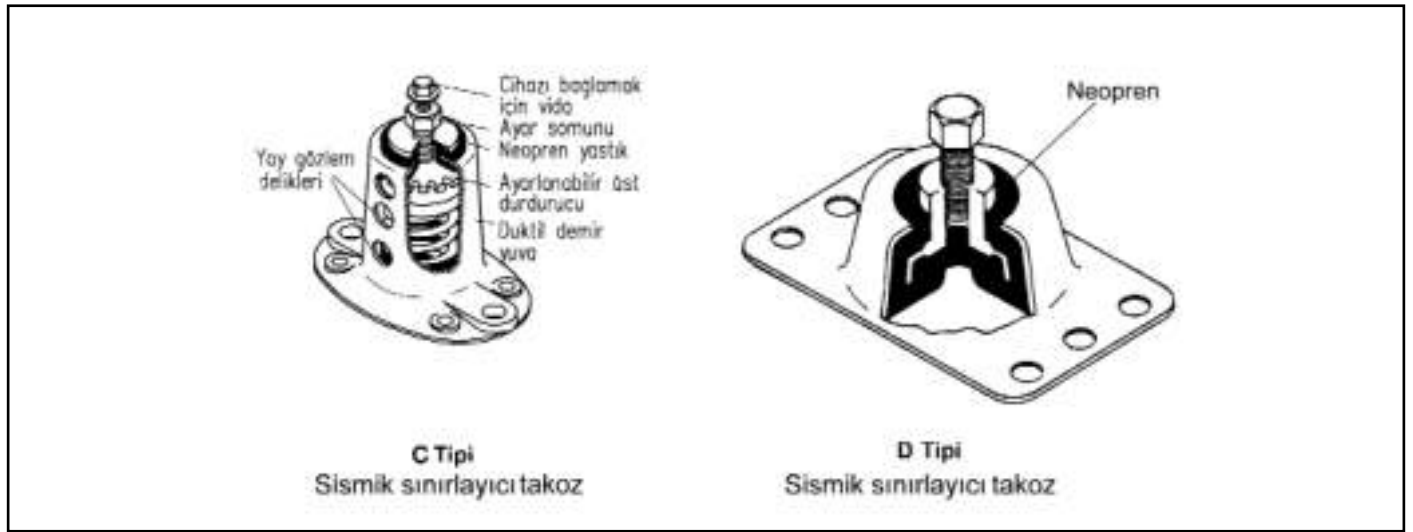


Şekil 19.2.

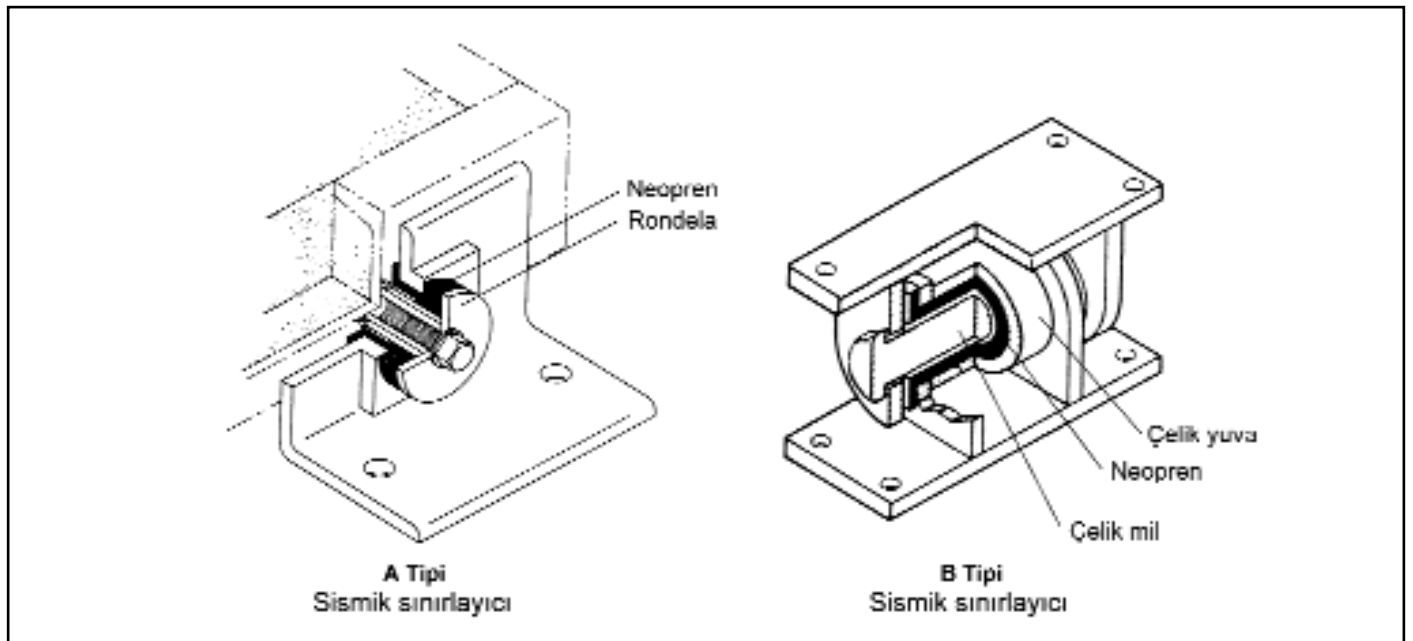


Şekil 19.3.

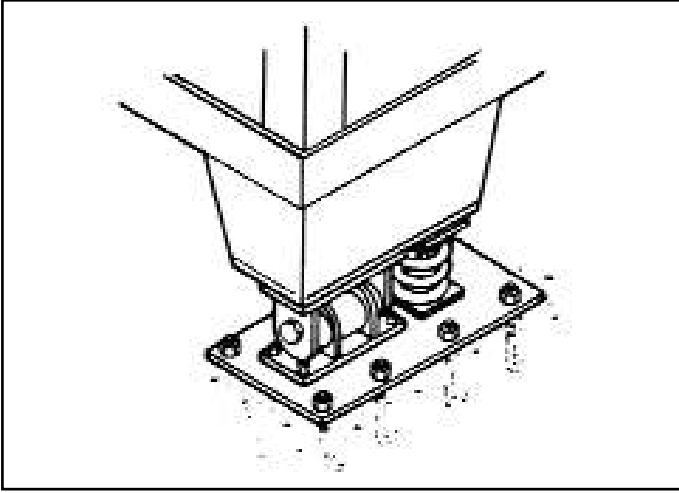
4. Ağır cihazlar döşemeye (veya beton kaideye) doğrudan titreşim yalıtımlı ayakları vasıtasıyla oturur (Şekil 19.3). Bu ayaklar kombine izolatör + sismik sınırlayıcı ayaklar olabileceği gibi (Şekil 19.4), titreşim izolatörlü ayakların yanına Şekil 19.5’de görülen sismik sınırlayıcı elemanlar ayrı olarak da monte edilebilir (Şekil 19.6). Cihaz bu ayakların kaideye civatalanmasıyla tespit edilir.
5. Atalet bloku olarak kullanılan yüzer kaideye katı olarak monte edilen daha hafif cihazlar, bu kaidelerin döşemeye kombine ayaklarla oturtulması sayesinde dolaylı olarak döşemeye tespit edilirler. Yüzer beton kaidenin döşemeye titreşim yalıtımlı olarak bağlanmasında yukarıdaki gibi kombine ayakla veya ayrı ayrı izolatörlü ayak ve sismik sınırlayıcıyla bağlanırlar (Şekil 19.7).



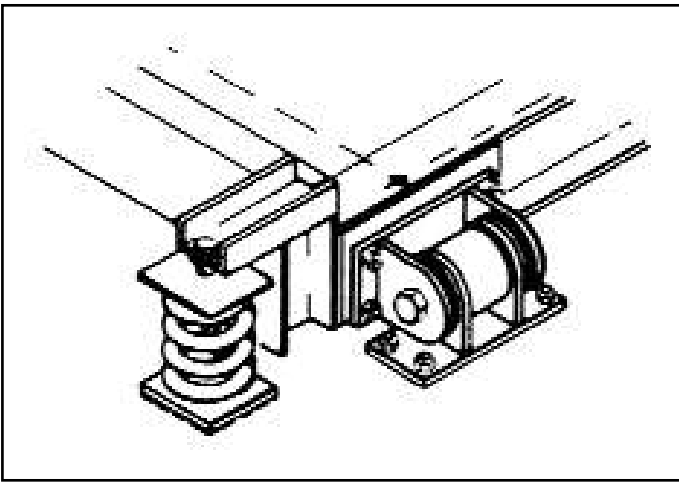
Şekil 19.4.



Şekil 19.5.



Şekil 19.6.



Şekil 19.7.

19.2. SİSMİK SINIRLAYICILAR

Titreşim yapan cihazlar doğrudan döşemeye katı olarak bağlanamaz. Aksi halde cihazın titreşimleri yapıya geçerek, burada yaşayanları ciddi biçimde rahatsız eder. Bunu önlemek için bu tip cihazlar yapıya titreşim izolatörleri üzerinde otururlar. Titreşim izolatörleri a) yaylı ayaklar veya b) lastik takoz ayaklar (veya yastıklar) olabilir. Bu ayaklar yapıya katı olarak bağlı olduklarından deprem anında cihaz rahatça savrulabilir.

Döşemeye titreşim izolatörleri ile oturan elemanların sismik korumasında sismik sınırlayıcılar kullanılır. Sismik sınırlayıcı olarak en yaygın kullanılan elemanlar pasif tiplerdir. Bunlar bakım gerektirmezler. Pasif sınırlayıcılar genellikle elastik yastıklar ve bunları çevreleyen çelik bir yuvadan oluşurlar. Bu içi elastik tampon kaplı çelik yuva içinde serbestçe hareket edebilen çelik bir mil bulunur. Çelik mil ve çelik yuva biri cihaza, diğeri yapıya sabitlenmiştir. Cihazın normal titreşim genlikleri içinde, yuva içindeki milin hareketi sınırlanmaz. Ancak deprem halinde olduğu gibi bu genlik aşırsa, çelik mil esnek tampona çarparak cihaz salınımını sınırlar. Böylece cihaz yerinde kalır. Herhangi bir kopma olmaz ve cihaz fonksiyonuna devam eder.

Cihazın doğrudan oturtulmasında, sismik sınırlayıcıları cihaz şa-

sesinin altına veya yanına monte etmek mümkündür. Şekil 19.6 ve 19.7'de bu örnekler görülmektedir. Şekil 19.7'de cihaz çelik konstrüksiyon şasesinin bir köşesi görülmektedir. Yaylı titreşim izolatörü ve sismik sınırlayıcı birlikte şasesin yan tarafına bağlanmışlardır. Her iki eleman da alttan beton kaideye bağlıdır. Şekil 19.6'da her iki eleman cihaz ayağının altına monte edilmiştir. Her iki durumda da cihazın normal çalışması sırasında yaylar üzerinde yaptığı titreşime, sismik sınırlayıcı etki etmeyecek, bu titreşim sınırlayıcının açıklığı içinde kalacak şekilde elemanların montajı ve ayarı yapılır. Bu amaçla (1) sismik sınırlayıcının yapıya (beton kadesine) bağlantısı, (2) gelebilecek kuvvete sınırlayıcının dayanabilme gücü, (3) sınırlayıcının cihaza veya cihazın beton veya çelik konstrüksiyon şasesine bağlantısı ve (4) cihazın kendisinin şasesine bağlantısı mukavemet açısından tek tek sağlanmalıdır. Bunlardan birinin yeterli mukavemette olmaması bütün korumayı etkisiz kılar ve cihaz yerinden kopar.

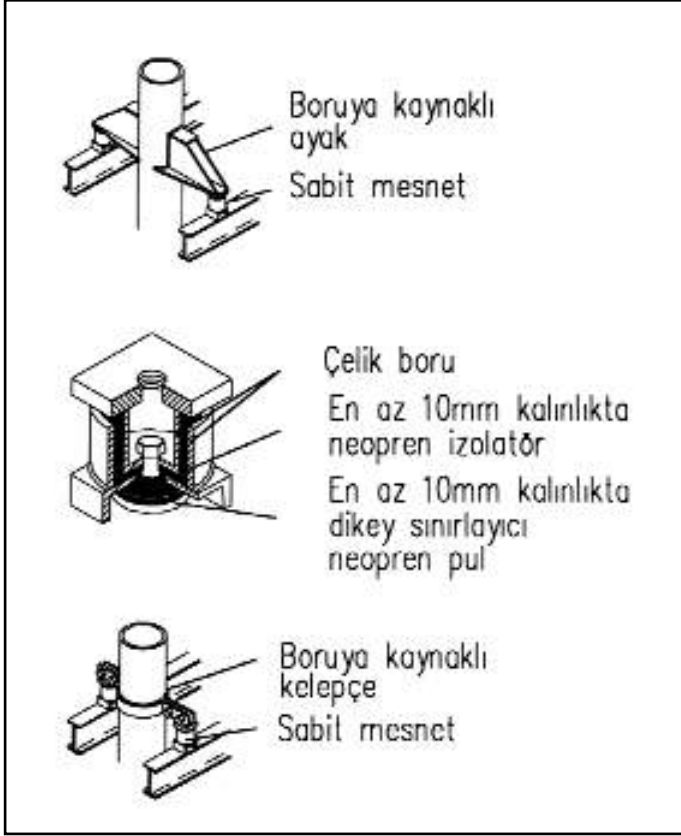
Bir başka önemli husus da cihazın kendi iç mukavemetidir. Cihaz yerinde kalsa bile, içinden parçalanabilir veya tahrip olabilir. Fanlar, pompalar, klima santralleri yüksek iç mukavemete sahiptir. 4 veya 5g kuvvetlere dayanabilirler. Halbuki transformatör, dimmer gibi elektrikli cihazlar, dişli kutuları çok zayıftır ve ancak 0.25-0.5g kuvvetlere dayanabilirler. Soğutma kulesi, havalı kondenserler ve paket tipi cihaz gibi cihazlar ise ancak 3g kadar kuvvetlere dayanabilirler.

19.3. YAPIYA MESNETLENEN KOLON VE YATAY BORULARIN SİSMİK KORUMASI

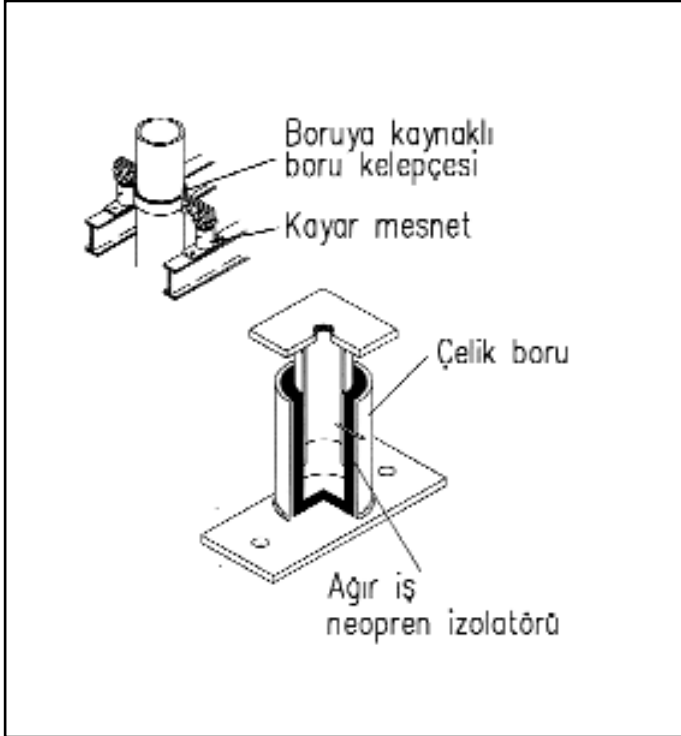
Döşemeye (zemine veya beton kanal içine) mesnetlenen yatay borularda özel sismik koruyuculu ayaklar kullanılabilir. Mesnete gelen yük içinde sismik yükler de dikkate alınmalıdır. Yatay boruların mesnetlenmesinde, cihazların katı olarak yapıya tespitlerindeki önlemler alındığında, deprem için özel ayrı bir önleme gerek yoktur. Düşey borularda ise, kolon mesnetlerinin hem boru ağırlığını taşıması ve hem de ısıl genleşmelere izin vermesi beklenir. Bu mesnetler aynı zamanda ilave deprem yüklerine dayanabilmelidir.

Kolon borularını mesnetlemek için özel tip elemanlar geliştirilmiştir. Deprem yüklerine dayanıklı sabit ve kayar mesnet tipleri vardır. Şekil 19.8'de sabit tip görülmektedir. Özel olarak kolon sabitlemek veya titreşim yalıtımını yapmak için tasarlanmıştır. En az 10 mm kalınlıkta neopren perde ile ayrılmış içiçe iki çelik borudan oluşur. Düşey yönde hareket yine bir neopren yapı ile engellenmiştir. Normal olarak çelik konstrüksiyon destekler üzerine monte edilir, boruya ve çelik profile kaynatılır. Şekil 19.9'da kayar mesnet tipi verilmiştir. Burada düşey doğrultuda hareket serbestliği vardır. Montaj biçimleri sabit mesnet ile aynıdır.

1. Kolon boruları ve dikey kanallar her kat geçişinde sıkıca mesnetlenmişse, 5 kata kadar yapılarda sismik bağlanmaya gerek yoktur.
2. Açık şafttaki kolon boruları yatay sismik yükleri alacak şekilde mesnetlenmelidir. Mesnet aralıkları :
 - 0,25 g kuvvete kadar 12,2 m
 - 1 g kuvvete kadar 9,1 m
 - 2 g kuvvete kadar 6,1 m olmalıdır.

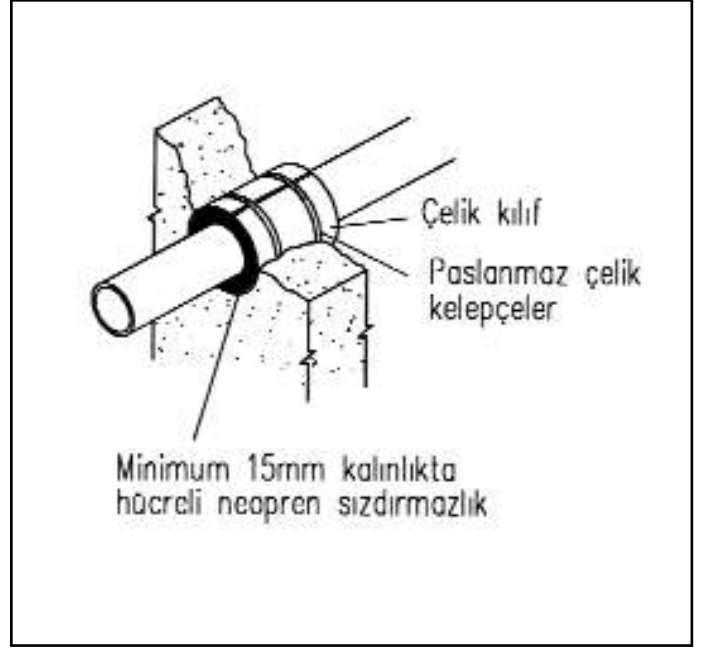


Şekil 19.8.



Şekil 19.9.

3. Düşey dökme demir borular, mesnetlenmemiş bölümlerindeki bağlantı noktalarında sağlamlaştırılmalıdır. Boru duvar geçişlerinde Şekil 19.10'deki gibi önlem alınmalıdır.

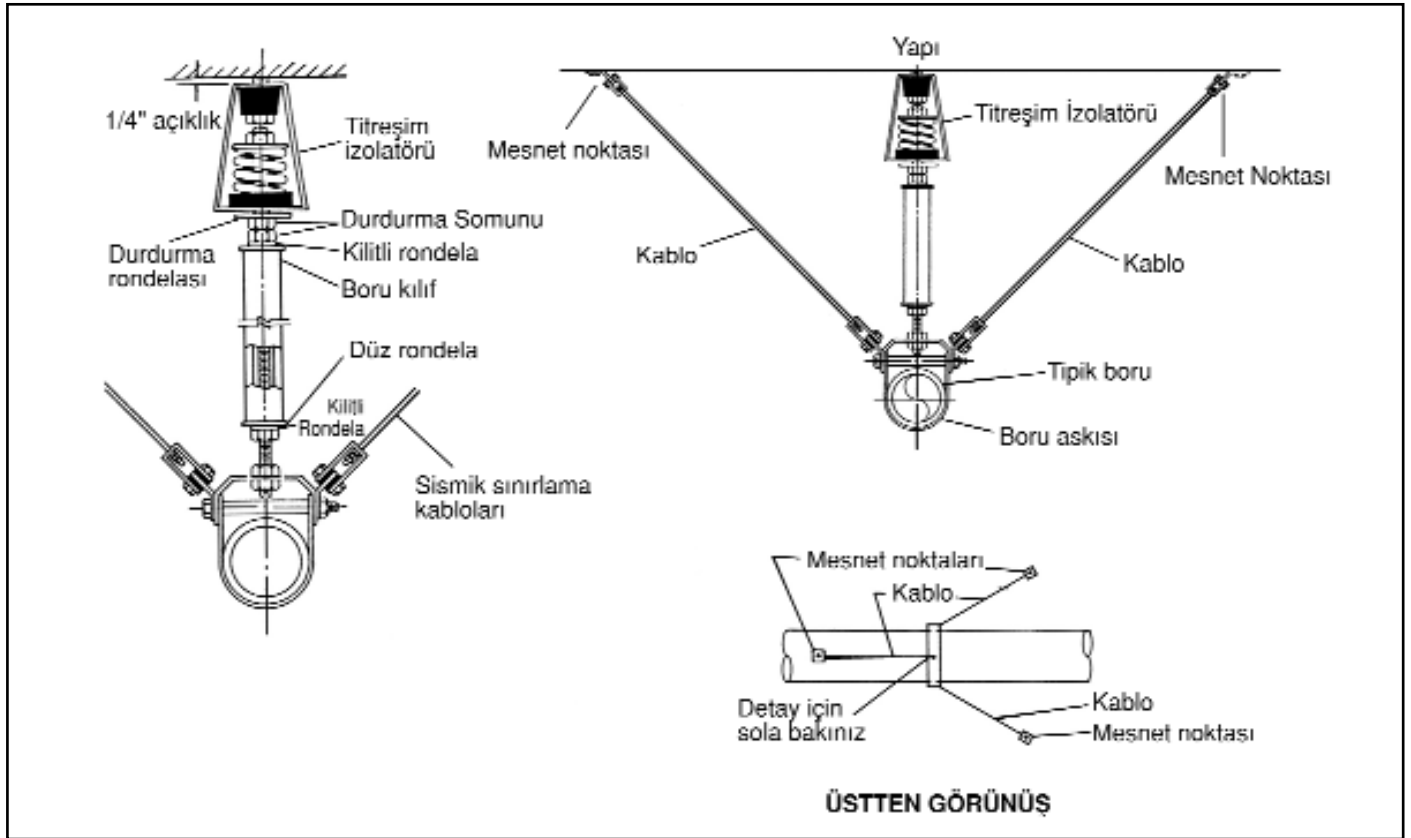


Şekil 19.10.

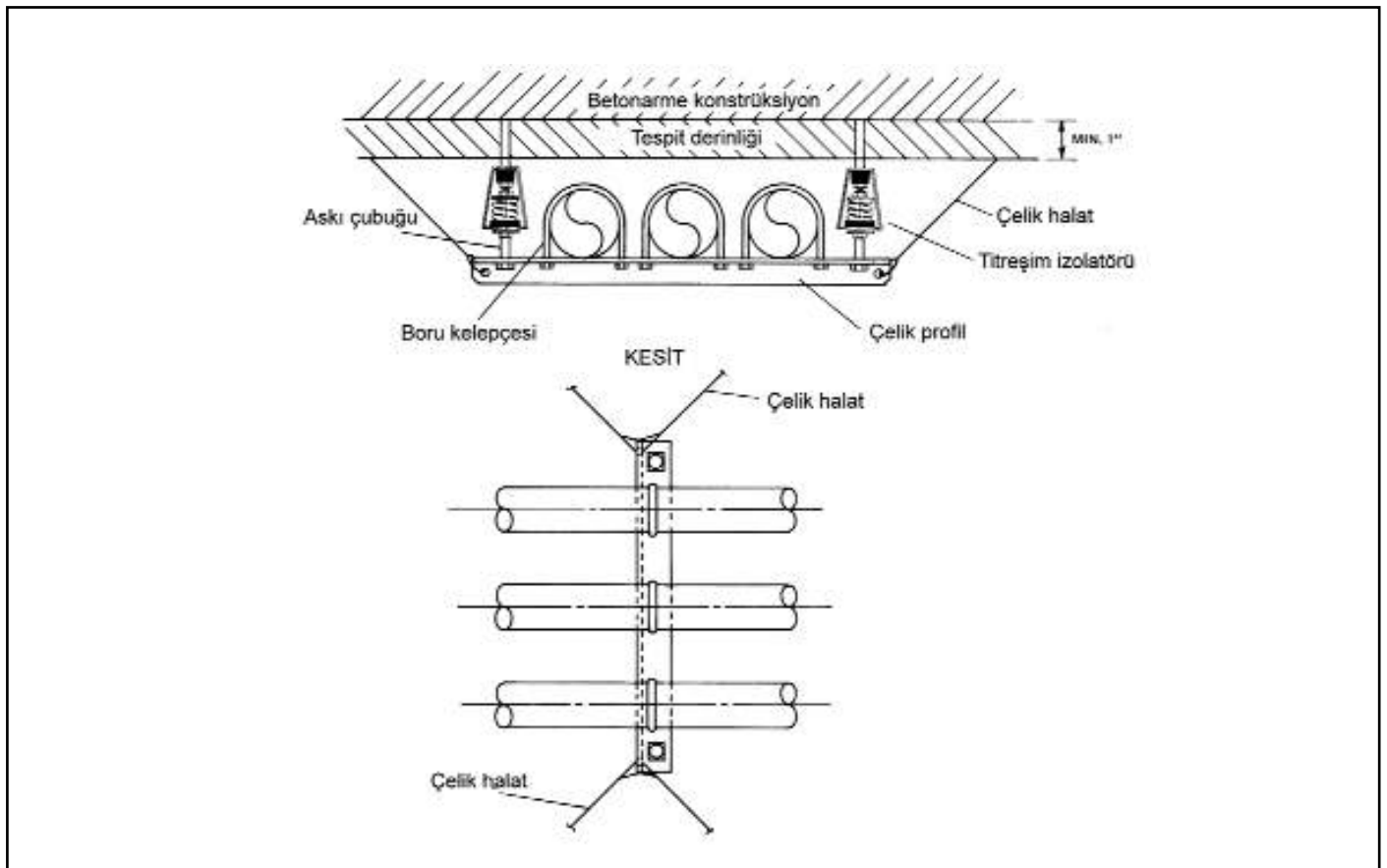
19.4. ASILI BORU VE KANALLARIN SİSMİK KORUMASI

1" çapından büyük yakıt boruları, gaz boruları, tıbbi gaz boruları, basınçlı hava boruları; 11/4" çapından büyük mekanik tesisat dairelerindeki borular ve 21/2" çapından büyük diğer borular sismik olarak korunmalıdır. Borular ve kanalların sismik korumasında kritik olan asılı boru ve kanallardır. Yere ve galeriler içine mesnetlenmiş borular ve kanallar zaten sabit ve kayar mesnetlerle koruma altına alınmıştır. Deprem koruması esas olarak asılı boru ve kanallar için geçerlidir.

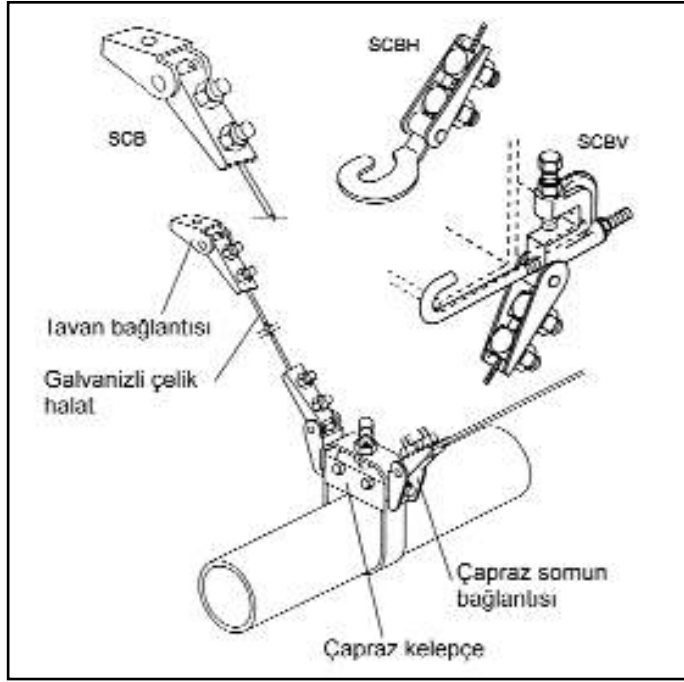
Tek boru ve kanallar tek başına asılır. Grup halindeki boru (ve kanallar) ise trapez adı verilen bir askı elemanına (profile) sabit bağlanarak (kelepçelenerek) ve bu trapez iki ucundan tavana asılarak taşınırlar. Burada tek boruların asılmasında veya trapezin asılmasında vidalı çubuk kullanılır. Vidalı çubuk kullanılması halinde tavana katı bağlantı söz konusudur. Borudaki titreşimler yapıya geçebilir. Daha büyük çaplı ve yüksek basınçlı akışkan taşıyan ve titreşimlerin yapıya geçmesi istenilmeyen durumlarda yaylı askılı çubuklar kullanılmalıdır. Çubuklarla tavana asılan boru ve kanallar deprem yanıl kuvvetlerini taşımaya uygun değildir. Önlem alınmazsa, bu asılı boru ve kanallar deprem sırasında savrulurak tahrip olurlar. Depreme karşı boru ve kanal sistemleri belirli aralıklarla tek veya iki düzlemde bağlanarak hareketleri sınırlanmalıdır. Boru ve kanalların depreme karşı bağlanmalarında, tek boru (veya kanal) tekil olarak bağlanır (Şekil 19.11). Grup boru veya kanallar ise trapezlerin bağlanması suretiyle bağlanır (Şekil 19.12). Bağlama için kullanılan iki ana tip eleman vardır. A) Çelik halatlar B) Çelik çubuklar. Bu iki tip Şekil 19.13 ve 19.14'de görülmektedir. Çelik halatlar deprem bağlaması için daha uygun elemanlardır. Yatayla yaklaşık 45 derece açı yapacak şekilde aynı düzlemde iki yönden boru çelik halatlarla tavana bağlanır. Deprem kuvvetleri etkilediğinde, çelik halatlar çekmeye çalışır. Boruyu (veya kanalı) tavana asan çelik çubuklar ise



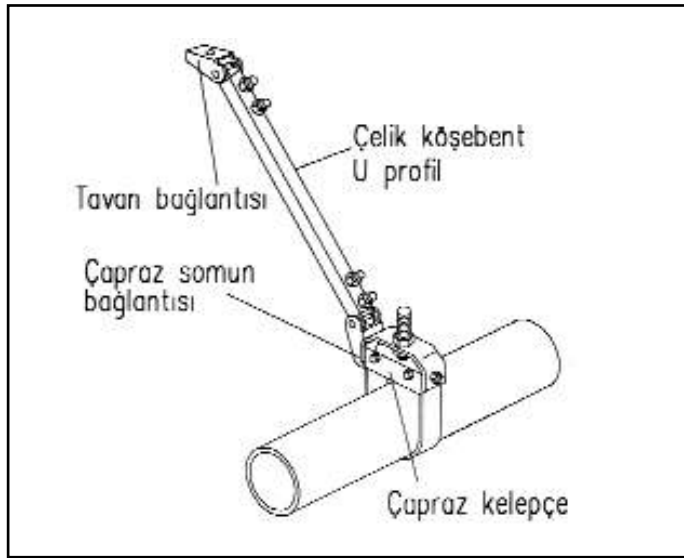
Şekil 19.11.



Şekil 19.12.



Şekil 19.13.

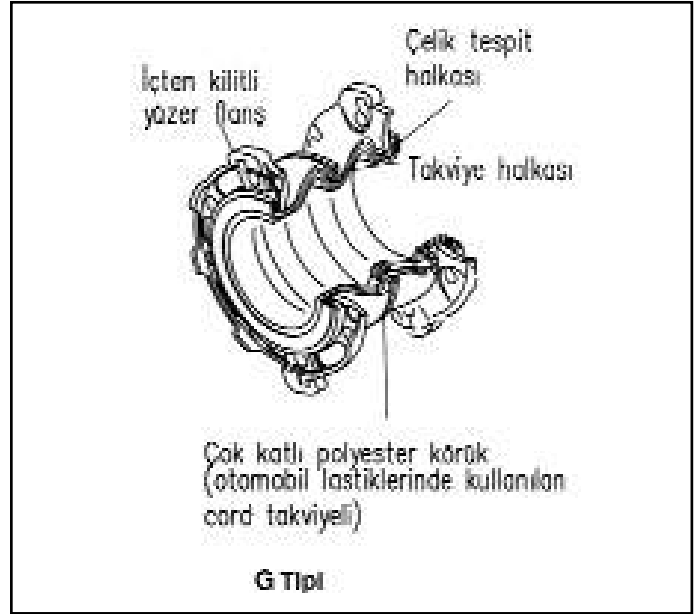


Şekil 19.14.

basmaya çalışırlar. Böylece bağlama düzleminde boru (veya kanal) tavana göre hareketsiz, sabit kalır. Deprem bağlaması yapılan hallerde kullanılacak yaylı asma çubukları özel olmalı ve normal titreşim genliği dışında harekete izin vermemelidir. Yani basma kuvvetlerini taşıyacak özellikte olmalıdır. Boru ve kanalların bağlanmasında çelik çubuklar ancak yer yetersizliği nedeniyle borunun iki yandan bağlanması mümkün değilse kullanılır. Bu gibi durumlarda çelik çubuklarla tek yandan bağlama yapmak mümkündür. Bu elemanlar hem basmaya hem de çekmeye çalışırlar. Bağlama elemanlarının hesabı ve seçimi firma kataloglarında yer almaktadır. Bunun üzerinde durulmayacaktır.

Esnek Bağlantı Parçaları (Körükler).

Boru ve kanalların, döşeme üzerinde sabit duran cihazlara katı



Şekil 19.15

bağlanmaması gereklidir. Bu aynı zamanda titreşim izolasyonu bakımından da istenen bir husustur. Bu amaçla boru ve kanallar körük veya kompensatörler yardımı ile cihazlara bağlanır. Burada kullanılacak boru kompensatörleri Şekil 19.15'de verilen örnekte olduğu gibi, depreme dayanıklı olarak özel üretilmiş, çok iyi kalite olmalıdır. Bunlar bütün hesaplanmış hareketleri alma kabiliyetinde dökme naylonla takviye edilmiş düz veya dirsek şeklinde boru bağlantı parçalarıdır. Tek küresel körükler, her iki uçta çelik flanş ile sonlanır. 2" üzerindeki çaplarda iki küreli (bombeli) körükler kullanılır ki iki bombe arasında dayanıklılığı artırmak ve formu korumak üzere çelik bir halka bulunur. Eğer içinden geçen akışkanın sıcaklığı, basıncı veya cinsi kullanılan malzemenin dayanım sınırlarını aşıyorsa, naylon yerine paslanmaz çelik örgülü, paslanmaz çelik esnek boru kullanılabilir. Bunların 3" çap üzerindeki tipleri flanşlı olmalıdır. Böylece sistemde her iki tarafın bağımsız hareket edebilme imkanı yaratılır. Cihazlar ve borular (veya kanallar) yapıya ayrı ayrı sabitlenmiştir ve her iki grup da farklı hareketler yapabilir.

19.4.1. Asılı Boru ve Kanallar İçin Sismik Koruma Genel Notları

1. İki veya daha fazla sayıda mesnetlenen düz boru / kanal geçişleri yanal yönde en az iki yerde bağlanmayı gerektirir.
2. Her düz boru / kanal geçişi aksel yönde en az bir adet bağlanmayı gerektirir.
3. Yanal veya aksel bağlanma yatay düzlemlerle 45° ye kadar açı yapabilir.
4. Sismik bağlama çubuk şeklinde katı elemanlarla yapılabilir (ki bunlar hem basmaya hem çekmeye çalışabilirler) veya çelik halatlarla yapılabilir (ki bunlar sadece çekmeye çalışır) Her iki bağlama yöntemi de boru veya kanalın düşey yönde 100 mm içinde asılı olmasını şart koşar.
5. Katı bağlama ve halatla bağlama aynı yönde karışık olarak kullanılamaz.
6. Bağlama sistemi yapının depremde farklı çalışabilecek iki ayrı elemanına (örneğin duvar ve tavana) birlikte bağlanamaz.

7. Trapezlerin sismik bağlamasında her elemanın trapeze sıkı bir biçimde kelepçelenmiş veya vidalanmış olduğu ön görülür. Eğer ısıl genleşmeler için döner elemanlara oturan borular varsa, bunlar sadece sismik bağlama noktalarında trapeze kelepçelenirler. Ancak bu kelepçeleme kayar olmalı, yani genleşme dolayısıyla borunun uzamasını engellememelidir.
8. Çoklu trapezler (aynı askı çubuklarını paylaşan) ayrı ayrı sismik bağlanmalıdır.
9. Askıdaki boru ve kanal sisteminden cihazlara (veya esnek bağlantıya) inen düşey bölümler yanal veya eksenel yönde sismik bağlanabilir. Bu durumda cihazla bağlama noktası arasındaki mesafe maksimum sismik bağlama mesafesinin yarısını aşmamalıdır.
10. Bina dilatasyonlarını (veya sismik birleşme ara yüzeylerini) geçen her hangi bir boru veya kanal siseminde dilatasyon deplasman aralığının iki misli hareketi olacak şekilde önlem alınmalıdır.
11. Boru ve kanalları taşıyan askı sistemi, bunların ağırlığını taşıyacak şekilde hesaplanarak boyutlandırılır. Sismik olarak bu sistemlerden ilave bir özellik istenmez. Sismik koruma yukarıda anlatıldığı gibi ayrı bir sistemle gerçekleştirilir.
12. Aynı zamanda sismik bağların ilişitirileceği vidalı düşey askı çubukları sağlamlaştırılmayı gerektirebilir. Bu amaçla özel sağlamlaştırıcı elemanlar mevcuttur. Eğer askı çubuğu bir titreşim izolatörü ile yapıya bağlanıyorsa, titreşim izolatörü ile yapı arasındaki açıklık en fazla 10 mm olabilir. Titreşim izolatörü alt tarafında 6 mm açıklığı olan bir durdurucu ile donatılmış olmalıdır. (Yani 6 mm üzerindeki titreşimlere izin vermemelidir).
13. Sismik bağların yapıya tutturulmasında özel elemanlar kullanılır ve bunlardan belirli bir dayanım istenir. Betona yapılacak ankraj veya çelik profillere bağlamada kullanılacak elemanlar kataloglarda tanımlanmıştır.

19.4.2. Yatay Boruların Titreşim İzolasyonu ve Sismik Koruması

Mekanik cihazdan sonra ana hattaki boruları taşıyan ilk üç boru aşısının, ön sıkıştırılmış yaylı ve neopren sismik durduruculu özel tip olması gereklidir. Asılı kaynak veya lehimle bağlı çelik veya bakır borularda, yanal bağlama noktaları arasındaki maksimum mesafe:

0,25 g kuvvete kadar 15,2 m

1 g kuvvete kadar 12,2 m

2 g kuvvete kadar 6,1 m

eksenel bağlama noktaları arasındaki maksimum mesafe:

1 g kuvvete kadar 24,4 m

2 g kuvvete kadar 12,2 m

- b. Vidalı bağlı çelik veya bakır borular için yukarıdaki mesafelerin yarısı kadar,
- c. Döküm borular için aralıklar yukarıdakilerin yarısı kadar olmalıdır.

Bodrum kat tavanına asılı 3" çapa kadar borularda askı yaylarında 15 mm çökmeye, 6" çapa kadar borularda ise 30 mm çökmeye izin verilir.

Şekil 19.11'de tek boru dört yönlü bağlama detayı ve **Şekil 19.12'de** boru demetlerinin 4 yönlü korumaya alınması görül-

mektedir. Bu tip bağlantılarda kullanılan çelik halatların uçlarındaki bağlantı halkaları halatın kopmaması açısından çok önemlidir. Halatın en zayıf noktaları bu bağlantı uçlarıdır.

19.4.3. Kanallarının Titreşim İzolasyonu ve Sismik Koruması

1. 0,56 m² üzeri dikdörtgen kanal veya 711 mm çap üzeri yuvarlak kanallar sismik koruma için bağlanmalıdır.
2. SMACNA standardına uygun kanallar için bağlama aralıkları aşağıdaki gibidir:
Yanal bağlama aralıkları,
0,25 g kadar 12,2 m
1 g kadar 9,1 m
2 g kadar 6,1 m
Eksenel bağlama aralıkları
0,25 g kadar 24,4 m
1 g kadar 18,3 m
2 g kadar 12,2 m
Plastik veya fiberglass kanallar için yukarıdakilerin yarısı alınmalıdır.
3. Kanallar sismik bağlama noktasında kuvvetlendirilmelidir.
4. Çoklu kanallar tek bir çerçevede bağlanabilir.
5. Duvar geçişleri yanal bağlama olarak kabul edilebilir. Ancak duvara yerleştirilmiş duman damperleri için bu geçerli değildir.
6. Düşey kanalların döşeme geçişleri yanal ve eksenel bağlama olarak kabul edilebilir. Bu yine duman damperleri için geçerli değildir.
7. Kanala doğrudan bağlı (inline) cihazlar 23 kg'dan ağırsa ayrıca sismik bağlanmalıdır.
8. Bağlandığı cihazdan itibaren 15 m'den daha fazla uzunluğa sahip olan bütün besleme kanalları titreşim izolatörlü askılar kullanılarak binadan izole edilmelidirler. 5 m/s hava hızı üzerindeki kanallarda ön sıkıştırılmış yaylı tip askı elemanları kullanılmalıdır.

19.4.4. Asılı Boru Ve Kanallarda Sismik Bağların Yerleşimi

İki yön değiştirme arasında kalan düz geçişe, düz boru denir. Aşağıda tabloda görülen maksimum kayma (offset) mesafeleri içinde kalan kayma halinde boru hala düz olarak kabul edilir.

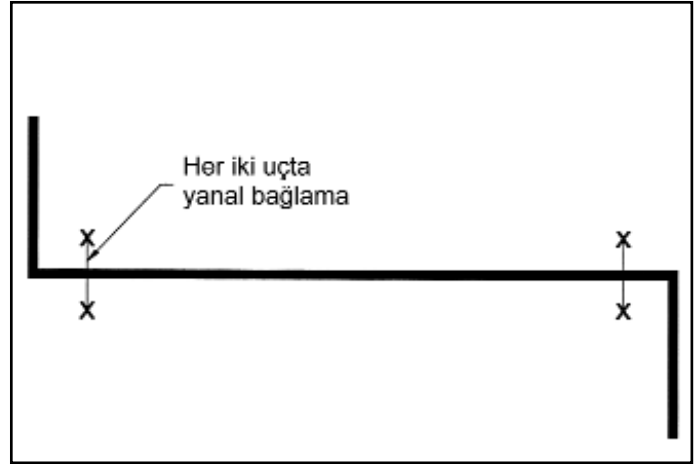
Çelik borularda maksimum kayma mesafesi (m)

Boru Çapı (mm)	Maksimum Kayma Uzunluğu		
	0,25 g	0,5 g	1 g
32 – 51	1,2	0,6	0,3
64 - 76	2,4	1,2	0,6
102 - 127	3	1,8	0,9
152	3	3	1,5
203	3	3	2,1
254 – 305	3	3	2,7
256 – 610	3	3	3

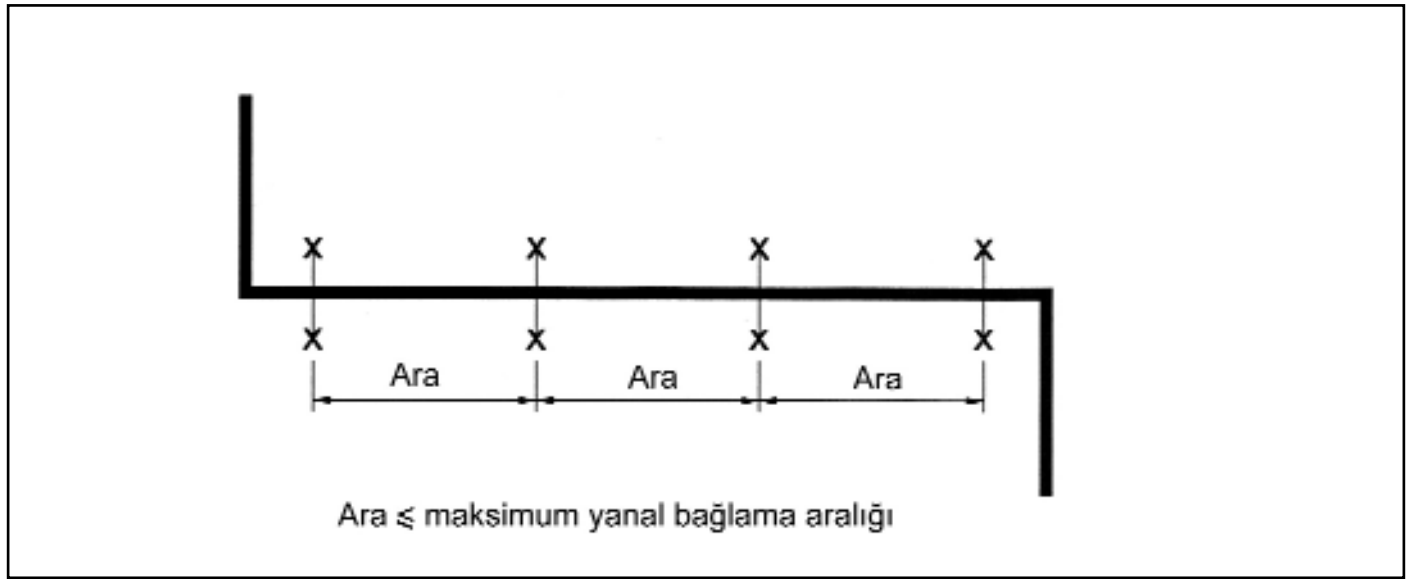
Kanallar için maksimum kayma (offset) mesafesi kanal genişliğinin iki mislidir. Buna göre

1. Her düz boru geçişinde her iki uçta yanal yönde sismik bağlama yapılmalıdır (**Şekil 19.16**).

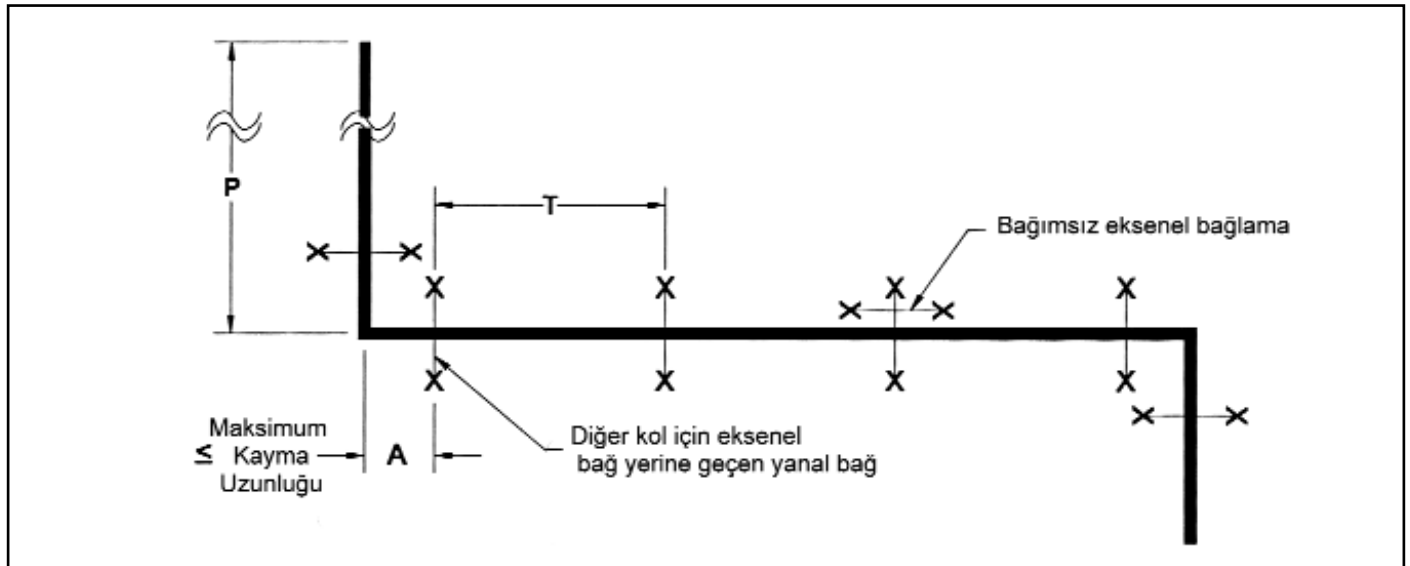
2. Eğer iki yanıl bağlama arasındaki mesafe maksimum bağ mesafesinden fazla ise gereği kadar yanıl bağ ilave edilmelidir (Şekil 19.17).
3. Her düz geçiş en az bir akseneel bağla sismik bağlanmalıdır. Maksimum kayma mesafesi içindeki yanıl bağ diğere kol için akseneel bağ olarak kabul edilebilir (Şekil 19.18). Bu durumda dirsekten sonra konulacak ilk akseneel bağ mesafesi, $P = 0,9 L - 0,5 T - A$ ifadesiyle bulunabilir.
4. Çok yön değıştiren borularda bağlar Şekil 19.19'daki gibi yerleştirebilir.
5. Cihazlara bağlantıda düşey kolonlar Şekil 19.20'daki gibi korunabilir. Şekildeki B mesafesi maksimum yanıl bağ mesafesinin yarısından büyükse, döşemeye dayanan bir yanıl bağ gerekir.



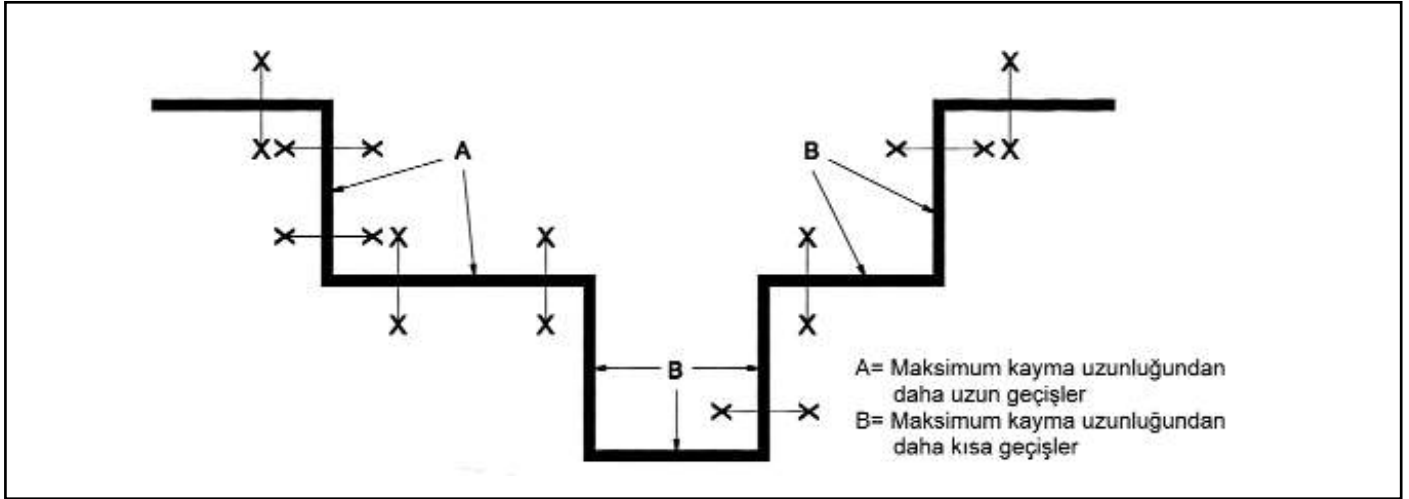
Şekil 19.16.



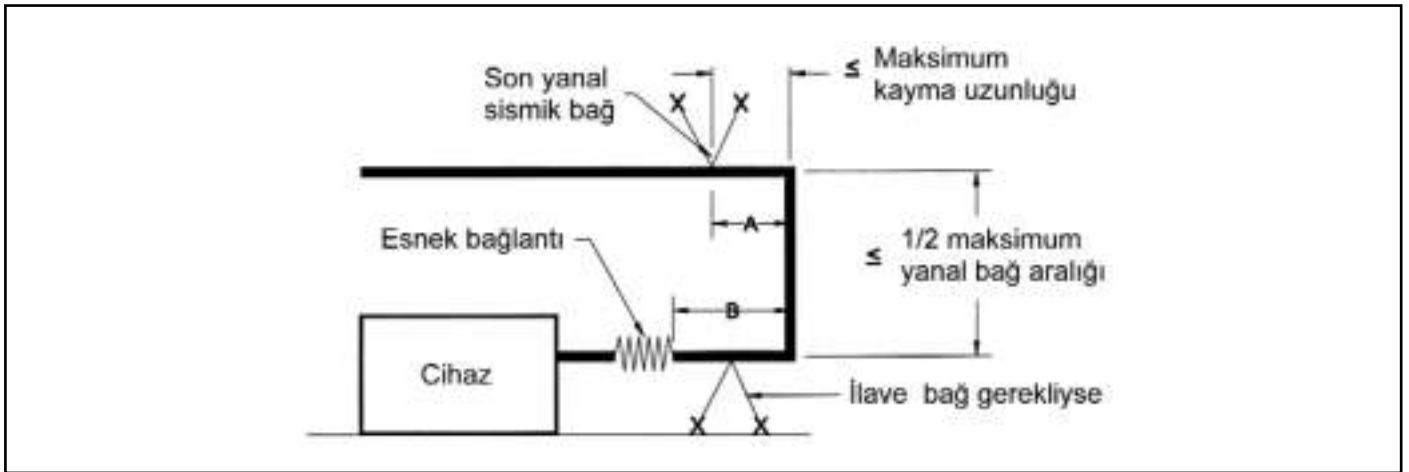
Şekil 19.17.



Şekil 19.18.



Şekil 19.19.



Şekil 19.20.

20. MİMARİ TASARIM - MEKANİK TESİSAT ETKİLEŞİMİ

20.1. TESİSAT PROJESİ

Proje Ön Raporu

Bir yapının mimari tasarımında yer alacak tesisat elemanlarının saptanabilmesinin ilk etabı, proje ön raporudur. Mimari ön proje (kat planları, kat adedi vs.) hazırlandıktan sonra tesisat tasarımcısının yapıda uygulanabilecek tesisat sistemlerini irdeleyen, sonuçta bu tip yapıda ne tür bir sistem uygulanmasının doğru olduğunu belirten gerekçelerin ve mümkünse oransal maliyetlerin belirtildiği bir ön rapor hazırlaması gerekir. Bu rapor mimar ve yatırımcı (mal sahibi) ile tartışılıp, yapıda uygulanacak sistem kesinleştirilmelidir.

Ön Proje

Ön Rapor onayından sonra, yapının cinsine ve kullanım amacına göre tasarım şartları (kış/yaz, iç/dış sıcaklıklar, hava değişim katsayıları, birim alana verilecek dış hava miktarları, hacimlerdeki insan yoğunluğu, egzoz miktarı, gerekiyorsa nem kontrolü, aydınlatma yükü vs.) tespit edilmelidir.

Birim m² esasıyla yapının ana değerlerinin hesabı yapılmalıdır. Bu değerler elde edildikten sonra, yapıda tesisat için gerekli tesisat hacimleri, shaftlar ve bu elemanların mimari proje üzerindeki yerleri ve katları (mimari tasarım yetkilisi ile mutabık kalınarak) saptanmalıdır.

20.2. MİMARİ PROJEDE TESİSAT

20.2.1. Kat ve Asma Tavan Yüksekliği

Kat Yüksekliği

Türkiye’de imar durumu genel olarak yapıların üst kotunu tayin edecek şekilde verildiğinden, izin verilen yüksekliğe olabildiğince çok kat yerleştirebilmek için kat yüksekliğini minimize etmek genel bir tutumdur. Oysa kat yüksekliğinin yapının cinsine, uygulanacak tesisat sistemine göre tespit edilmesi şarttır. Herhangi bir asma tavanın, herhangi bir yükseltilmiş döşemenin söz konusu olmadığı yapılarda (yalnızca ısıtma sisteminin uygulandığı konut blokları gibi) döşemeden döşemeye üç metrelik bir kat yüksekliği yeterli olabilir. Oysa kat alanı çok büyük olmak şartıyla, hava kanallı bir sistemin uygulanacağı yapılarda, gerekli asma tavan boşluğu yaklaşık 60 cm.’dir. Bu değere 10 cm., kaplama ve döşeme kot hatası, 5 cm. asma tavan kalınlığı, 50 cm. döşeme kalınlığı ilave edildiğinde, 2,60 metre net kat yüksekliği için istenen kat yüksekliği 3,85 metre olarak ortaya çıkar. Sprinkler ve gömme aydınlatma armatürünün söz konusu olduğu ofis yapılarında, döşemeden döşemeye 4 metre kat yüksekliğine ihtiyaç olabilir. Bu değer ancak plaka döşeme/asmolen/kaset döşeme gibi giriş yüksekliğini azaltan sistemlerle ve daha alçak yaşam mahalleri kabulüyle aşağı çekilerek, döşemeden döşemeye 3,6 metre kat yüksekliğine ulaşılabilir.

Asma Tavan Yüksekliği

Yapılarda bırakılan asma tavan yükseklikleri shaft konumlarına ve uygulanan sisteme bağlıdır. Yaklaşık 600 m² kat alanına sahip ofis binalarında,

- Statik ısıtmalı VAV sistemi kullanılıyorsa net asma tavan içi yüksekliği 50-60 cm. arasında olmalıdır.
- Primer devreli, tavan tipi fan coil sistemlerinde ise asma tavan net

yüksekliği 50 cm. olmalıdır.

- Amerikan sistem klima (Goodman kanal tipi split klima+radyatör) sisteminde ise 35-40 cm. asma tavan yüksekliği olmalıdır.
- Otellerde yatak katlarının altındaki katın (yatak katlarının tesisat dağıtım ve toplamalarının yapılabilmesi için) asma tavan boşluğu daha yüksek bırakılır. Bu durumda; özellikle pis su tesisatından gelen ses, temiz su ve pis su kaçakları, tıkanan tesisatların servis ihtiyaçları nedeniyle; yatak katlarının sorunları alttaki katı rahatsız eder. Bunun yerine ilk yatak katı altında tesisat dağıtım ve toplamalarının yapılabilmesi için galeri kat yapılması işletme açısından daha doğrudur.

20.2.2. Kazan Daireleri

Kazan daireleri kazan (veya kazanlar), dolaşım pompaları, gidiş/dönüş kollektörleri, genleşme depoları, yakıcı ve yakıt donanımının yer aldığı hacimlerdir. Merkezi sıcak su üretimi yapılacaksa ve sıcak su üreticileri de bu hacimde yer alacaksa, bu merkezde sıcak su üreticilerinin (boylarların) de yer alacağı düşünülmelidir. Özel durumlarda pis suyun direkt olarak kanalizasyona verilmesi mümkün değilse, bu hacimde bir pis su çukuru ile bu çukura konacak dalğış pis su pompaları, yine gerekiyorsa kazan suyu hazırlama sistemi de yer almalıdır.

Kazan boyutları kazanın cinsine (döküm/çelik vs.), montaj tipine (duvar tipi, döşeme tipi vs.) ve imalatçı firmaya göre değişmekle beraber döşeme tipi kazanlar için şu kriterler verilebilir:

a. Kazan Sayısı

Tesis ekonomisi ve arıza ihtimali gittikçe azaltılan gelişmiş kazan teknolojilerine güvenilerek, kazanın bir süre devreden çıkmasının ciddi, hayati bir problem yaratmayacağı tesislerde tek kazan kullanmak tercih edilecek bir çözümdür.

Toplam ısı kapasitenin 750 kW değerini aştığı sistemlerde kazan sayısını ikiye çıkartmak doğru olabilir. Bu büyüklüklerde, tesis yalnızca gündüzleri çalışan bir yapıysa (büro, çarşı vs.) kazanlar ısıtmanın yanı sıra dış havanın ısıtılmasına hizmet veriyorsa 1/2+1/2 kapasiteli iki kazan konulması yeterlidir. Geceleri hizmet veren yapılarda ise iki kazanın 2/3+2/3 kapasitede seçilmesi uygun olacaktır. Hastahane gibi hizmetin sürekli ve hayati olduğu durumlarda 1+1 kapasiteli iki kazan konulmalıdır.

Toplam ısı kapasitesinin 2.000 kW değerini aşması halinde üç kazan konulmalı ve bu kazanlar 1/3+1/3+1/3 kapasitede seçilmelidir. Yine hizmetin sürekliliğinin önemli olduğu tesislerde bu bölünmenin 1/2+1/2+1/2 şeklinde yapılması daha uygundur.

b. Kazan Dairesi Boyutları

Kazan dairesine konulacak kazan sayısı ve birim kapasite tayin edildikten sonra kazan dairesi boyutlandırılması şöyle yapılabilir:

Kazan dairelerinin asgari yüksekliği giriş altı net 3 metre civarında olmalıdır. Kazan yüksekliğinin 1,5 metreyi aşması halinde kazan dairesi giriş altı mesafesinin kazan yüksekliğinin iki katı olarak düşünülmesi pratik bir kriter olarak ileri sürülebilir.

Kazan dairesi minimum eni kazan uzunluğunu iki ile çarpıp, 1 metre ilave edilerek tayin edilmelidir: (2.L_K+1) metre Bu kriter kollektör ve pompa sistemlerinin kazan veya kazanların karşı duvarında olmayıp yanlarında olması şartıyla doğrudur. Kollektör ve pompa grubu kazan dairesinin karşı duvarına, kazanların önüne konulacaksa; istenilecek ka-

zan dairesi eni in-line pompa sistemlerinde $2.L_K+2$ metre, döşemeye oturan dik tip santrfüj pompa kullanılacaksa $2.L_K+3$ metre alınmalıdır. Kazan dairesi boyu kollektör-pompa grubunun karşı duvarda olması halinde kazanların arasında ve iki yan tarafında birer metre boşluk bırakılarak tayin edilmelidir. Kollektör ve pompa grubunun iki yanda veya bir yanda toplanacağı sistemlerde ise kazan dairesi boyu kazanlar arasında ve kenarlarında birer metre bırakılarak bulunan toplam kazan işgal mesafesinin iki katı olmalıdır.

c. Bacalar

Kazan veya kazanlar ve bina yüksekliği belli olduğuna göre, kullanılacak yakıt cinsine göre baca veya bacaların kesitleri tayin edilir. Her kazan için ayrı bir baca düşünülmelidir. İzolasyon ve montaj için baca çapının dört tarafında (veya bacaların arasında ve diğer üç yönünde) minimum 20 cm. boşluk kalacak şekilde bir baca şaftı ölçüsü saptanır. Kazan dairesinde baca şaftının ideal yeri; kazanların duman çıkışlarının baktığı duvarda kazanın aksı veya kazanların orta çizgisidir. Baca şaftı kazanların duman çıkışının baktığı duvarda planlanamaması halinde, zorunlu hallerde, bu duvara dik yan duvarlardan birine alınabilir. Şaft içinde bacalar mutlaka tek dizi halinde, yan yana düşünülmelidir. Yan duvardan çıkan şaftlarda baca dizisi eksenini bu yan duvara paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir. Baca şaftı mutlaka bir iç duvara yaslanmalı, mecbur kalınmadıkça dış duvarda planlanmamalıdır.

Seçilen şaft yerinin betonarme bir kirişle daraltılmadığı, üst katlarda kapı, iç pencere gibi yerlere gelip gelmediği, herhangi bir hacmin duvarı yerine, hacmin ortasında kalıp kalmadığı mimari avan proje kat planlarına bakılarak kontrol edilmelidir. Bu tür çakışmalardan kurtulmanın en kolay yolu mümkünse baca şaftlarını merdiven kovasının yan yüzüne veya asansör kovasının bir yanına yerleştirmektir. Bacalar dış duvardan olabildiğince içeri doğru kaçırılabilirse, meyilli çatılarda çatı üstündeki bölüm daha kısa bir görünüm teşkil eder; ayrıca binanın silüetinde de ciddi bir görüntü bozukluğu yaratmaz. Baca şaftlarının, herhangi bir katta deplasman yapmadan, kazan dairesinden çatıya direkt olarak, aynı düzeyde çıkmasına özen gösterilmelidir.

d. Akaryakıt Tankları

Akaryakıtlı sistemlerde, kazan dairesinin mümkünse kazan montaj eksenine paralel duvarına bitişik, bir yakıt tankı odası planlanmalıdır. Bu hacim kazan dairesinden yangına mukavim bir bölme ile ayrılmalı ve bu hacmin kapısı, kazan dairesine açılmamalı; kazan dairesi koridoruna açılmalıdır. Yakıt tankı sistemin 20 günlük, tercihen 30 günlük ihtiyacını karşılayacak şekilde hesaplanmalıdır. Hesaplanan tank boyutlarına göre tankın üç tarafında minimum 60 cm.; ön kısmında, kapı tarafında minimum 150 cm. boşluk kalacak şekilde bir yakıt tankı odası planlanmalıdır. Yakıt tankı odası kapısı dışa açılır kanatlı bir demir kapı olmalı ve betonarme bir eşik üzerine monte edilmelidir. Eşik yüksekliği eşik üst kotunun altında kalan oda hacmi tank hacminden büyük olacak şekilde seçilmelidir. Yakıt tankı tabanı brülör ekseninden minimum 20-30 cm. yukarıda kalacak şekilde betonarme ayaklar üzerine monte edilmelidir. Yakıt tankları, sonradan yerine sokulabilmesi imkanı varsa yakıt silindirik olarak düşünülmeli; bu mümkün değilse parçalar halinde getirilip, yerinde kaynak yapılması yoluna gidilmelidir.

Yakıt tankı doldurma ve havalık borularının zemin katta, tanker yanışımına imkan veren bir noktaya çıkartılması, mümkünse çelik kapaklı bir doldurma rögarında bırakılması konusu göz önünde bulundurulmalıdır.

Teknik Hacimler

a. Yapılarda kullanılan teknik hacimlerin alanı yapının toplam alanının %4-8'i arasında değişmektedir. Bu değerler yapının yüksekliğine veya yaygınlığına göre değişir.

Fan coil + taze hava sistemlerinde %4,5-5

Tek kanallı VAV sistemlerinde %6-8

Amerikan sistem (Goodman kanallı split+radyatör) %2-4

b. Isıtma ve soğutma merkezi kat yüksekliği minimum 3 metre (büyük sistemlerde min. 5 metre, ara kat yükseklikleri de 4-4,5 metre) net olmalıdır.

20.2.3. Santraller

a. Santral Büyüklüğü

Klima santral seçimlerinde; yer kaybı, kat yüksekliği hava kanalı dağıtımı, servis kolaylığı, ses-konfor vb. nedenlerle tek santralde 25000 m³/h debinin üzerine çıkılmamalıdır.

Konfor sistemlerinde kullanılacak hava santrallerinde kesit, 2,5 m/s hava hızı kabulü ile tayin edilir (endüstriyel sistemlerde bu değer 2,8 m/s'ye çıkabilir). O halde hava debisi V (m³/h), olan bir santralin kesiti:

$$F = V / 3600 \times 2,5, \quad F = V / 9000 \text{ (m}^2\text{)}$$

şeklinde hesaplanıp, santralin kare kesitli olacağı kabulü ile santral genişliği (ve yüksekliği)

$$a = (F)^{0,5} \text{ (m)}$$

hesaplanan kesitin kare kökü şeklinde ortaya çıkar. Bazı imalatçılarda santral kesitinin basık dikdörtgen şeklinde olması ve yine yukardaki hesapta ihmal edilen santral cidar kalınlığı bu safhada ihmal edilebilir. Santral uzunluğu filtre cinsine, susturucu bulunup bulunmadığına göre değişmekle beraber, santral eninin 3-3,5 mislidir. Sulu nemlendirici bulunması halinde bu değere 1 metre ilave edilmelidir. Yukardaki şekilde boyutları tahmin edilen santralin konulacağı hacmin (tesisat odasının) boyutları şöyle tayin edilebilir: Santralin bir tarafında ısıtıcının çıkarılabilmesi için santral eninden daha büyük bir boşluk bırakılmalıdır.

Diğer yanında ise, santral kontrol kapaklarının ısıtıcı için bırakılan tarafta olduğu kabul edilerek 0,50 - 0,60 metre civarında bir servis koridoru bırakılmalıdır.

Sonuç olarak santral odasının eni, santral eninin üç misli alınmalıdır: $B=3.a$ Santral odasının boyu ise, santral eninin beş katı civarında olmalıdır: $L=5.a$

b. Santral Zonlaması

Santral zonlaması, yapının mimari kurgusuna, seçilen sisteme, santral odalarına vs. bağlı olmakla beraber şu kriterler konabilir:

Santral odasının giriş altı kat yüksekliği 3,50 metre ise, çıkış dirseği ve kanalı için 1,50 metre civarında bir mesafe bırakılarak, santral yüksekliğinin 2 metre civarında olacağı ortaya çıkar. $2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$ kesitindeki bir santraldan 2,5 m/s hava hızı ile alınabilecek santral debisi:

$$V = 3.600 \times 4 \times 2,5, \quad V = 36.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

bulunur. Özel, büyük kat yüksekliklerine sahip hacimlere monte edilebilme imkanı bir yana bırakılırsa, konfor tesislerinde kullanılacak santral debisinin 25.000 m³/h değerini geçmemesi uygun olur. Her zona bir santralla hizmet verildiği kabulü ile bu büyüklükte bir santralin hizmet

vereceği zon büyüklüğü:

Havalandırma (taze hava) santrallerinde temiz kat yüksekliği 2,80 metre; ortalama hava değişim katsayısı 3 değişim/h kabul edilerek:

$$V = 3 \times 2,80 \times F ; F = V / 3 \times 2,80 ; F = V / 8,4$$

bulunur ki, bu değeri yuvarlatarak şunu söyleyebiliriz:

Seçilen santral, debisinin (m³/h) sekizde biri (m²) büyüklüğünde bir alana hizmet verilir, veya tersinden okursak, F (m²) büyüklüğünde bir zona hizmet verecek havalandırma santralının debisi 8. F (m³/h) olacaktır. Tam havalı sistemlerde ise hava değişiminin brüt 6-8 değ./h civarında olacağı kabul edilebilir. Tam havalı sistemlerde seçilen bir debinin (V m³/h) hizmet verebileceği zon alanı (F m²) bu debinin onaltıda biridir veya F (m²) zona hizmet verecek santral debisi 16.F (m³/h) olacaktır. Başa dönersek; en büyük ünite olarak seçilen santral debisini 20.000 m³/h olduğunu kabul ettiğimizde bu santralın, tek santral olarak hizmet vereceği zon alanı:

Havalandırma Santrali	: 20.000/8= 2500 m ² /zon
Klima Santrali	: 20.000/16= 1250 m ² /zon

olarak ifade edilebilir.

Kat büyüklüğüne, kat sayısına göre zonlamada aşağıda örneklenen çözümler uygulanabilir:

1. Alt katlar / üst katlar şeklinde zonlama
2. Her iki / üç veya dört kata hizmet veren bir santral konularak zonlama
3. Her kata bir santral konularak zonlama

Santral odaları olabildiğince zon alanlarının ortasında düşünölmeli; hava kanallarının bütün katı bir uçtan bir uca gitmesi yerine ortadan sağa sola ayrılarak beslenmelidir; böylece daha küçük kanal kesiti ve daha kısa kanal boyu sebebiyle daha küçük fan basma yükseklikleri ortaya çıkacaktır.

Santral odalarının seçiminde santralın dış hava temini gözönünde tutulmalıdır. Santral odası çatıda değilse veya bir dış duvara yaslanmıyorsa, bir taze hava (dış hava) şaftı unutulmamalıdır. %100 dış hava ile çalışan santrallerde dış hava menfezi alanı 2,5 m/s hava hızı kabulü ile, santral kesit alanına eşittir. Taze hava şaftı tesis edilecekse, şaft alanı, 5 m/s hava hızı kabulü ile santral kesitinin yarısı mertebesinde alınmalıdır.

20.2.4. Tesisat Şaftları

a. Islak Hacim Şaftları

Islak hacimler için temiz ve pis su borularının yer alacağı şaft asgari 25-30 cm. derinliğinde 50 cm. boyunda seçilmelidir. Mümkünse şaftın geniş kenarı, kat yüksekliğinde bir şaft kapağı ile donatılmalıdır. Bu kapağın hacim içinde kalması yerine komşu koridor veya antrede planlanması, kapağın seramik kaplanması vs. gibi detay problemlerini ortadan kaldıracaktır. Islak hacimlerin egzozu düşey bir sistemle toplanıyorsa şaft genişliği asgari 40 cm. olmalı ve boyu 90-100 cm. 'e çıkartılmalıdır.

b. Hava Kanalı Şaftları

Yapının zonlamasından sonra seçilen santral hacminin bir duvarına, eğer santral zonun ortasına yerleştirilmişse mümkünse iki duvarına hava kanalı şaftları konulabilir veya katın ortasında bir merdiven kovası olması halinde merdiven kovasının dış duvara dik iki duvarı boyunca şaft planlaması yapılabilir. Şaftların debi değeri ve 6 m/s hava hızı ka-

bulü ile bulunan kesiti, tecrit/ara boşluk/konsollama göz önünde tutularak, iki misli alınmalıdır. Şaftın katlara çıkışı yapacağı uzun kenarının betonarme perde ile kapatılmaması konusunda statik proje mühendisinin dikkati çekilmelidir.

c. Isıtma-Soğutma Boruları İçin Şaftlar

Sisteme göre değişir. Fan coil için gerekli şaft boyutu en az 25 x 50 cm. olmalıdır.

d. Ana tesisat şaftlarına içine girilebilir kapılar yapılması ve şaft içinde tesisat çalışmalarını emniyetli şekilde yapabilmek için platform yapmaya uygun önlemler alınması gereklidir. Elektrik tesisatı için ayrı şaftlar oluşturulmalıdır.

20.3. KLİMA MERKEZİ PLANLAMASI

Havalandırma tesisatının bir binaya entegrasyonu, planlama aşamasında dikkate alınması gereklidir. Klima tesisatı planlamasında aşağıdaki maddeler dikkate alınmalıdır.

- a. Uygun bir sistemin seçimi
- b. Klima santralının konumu ve büyüklüğü, ayrıca bunların ulaşılabilirliği
- c. Makine odasının ve tesisatın konumu ve büyüklüğü
- d. Taze hava ve egzoz havası menfez büyüklükleri ve dağılımları
- e. Kanallar ve şaftlar için yer
- f. Asma tavan yükseklikleri
- g. Aydınlatma ve pencere büyüklükleri
- h. Güneşten korunma
- i. Ses yalıtımı
- j. Yangın koruması
- k. Enerji tasarrufu
- l. Bakım personelinin eğitimi ve yönlendirilmesi için yeterli zaman
- m. Üretici firmalarla bakım sözleşmesi

20.4. MERKEZİ HAVALANDIRMA SANTRALLARI PLANLAMASI

Santraller havalandırma tesisatlarının temel parçalarından biridir ve tasarımını büyük ölçüde etkileyebilecekleri için bunların planlaması projenin ön planlaması esnasında yapılmalıdır. Santraller tüm tesisat içinde hem fazla yer kaplayan, hem de maliyeti en yüksek olan cihazlardır. Genel anlamda havalandırma ve klima santralleriyle sıcak su, soğuk su ve elektrik üreticileri arasında bir çok bağlantı olduğundan, tüm cihazlar "teknik kat" da denilen bir tesisat katında toplanmalıdır. **Şekil 20.1'**de teknik kat planlama örneği görölmektedir.

Santraller beslenecek hacim ve oda gruplarına mümkün olduğunca yakın monte edilmelidirler. Uygun hava dağıtım sistemlerine ulaşmak için santraller dikey dağıtımlara (çekirdeklere) yakın yerleştirilmelidirler. Burada akustik problemler önemli bir rol oynarlar.

Günümüzde küçük ve orta büyüklükte tesisatlarda bulunan santrallerde cihazlar paket prensibine bağlı olarak, önceden tamamlanmış, tiplleşmiş parçalardan oluşurlar. Böylece hacimler daha iyi kullanılır, tüm tesisatın verimi artar, daha çabuk montaj yapılır ve daha iyi montaj servisi verilir.

Yeni olarak çatı santrali olarak adlandırılan paket-cihazlar mevcut olup, bunlar serbest olarak çatı üzerine yerleştirilebilirler. Bunlar komple olarak vinçle çatıya çıkarılabileceği gibi, parçalar halinde çatıya çıkartılır



Şekil 20.1 TESİSAT KATI ŞEMASI

çatı üzerinde monte edilebilirler. Kapılar su geçirmez şekilde yapılırlar. Montajı kolaylaştırmak için çatı betonu atılmadan önce, üzerine çatı santralının montaj ekipmanlarının kolaylıkla bağlanabileceği bir kaide şablonu atılır. Santral çatı betonu ile bağlantılı bir temel üzerinde durur. Şekil 20.2’de santralın çatı kenarına veya duvarlara minimum mesafesi görülebilir.

Daha büyük santrallarda, içine girilebilir hava odalarının kullanımının uygun olduğu görülmüştür. Bu hava odaları santralın temizlenmesini ve kontrolünü kolaylaştırmaktadırlar. Az sayıda büyük santral, çok sayıda bina içinde dağılmış küçük santrallardan daha az bakım ihtiyacı gösterir ve daha az enerji harcar.

Santralların Yapısı

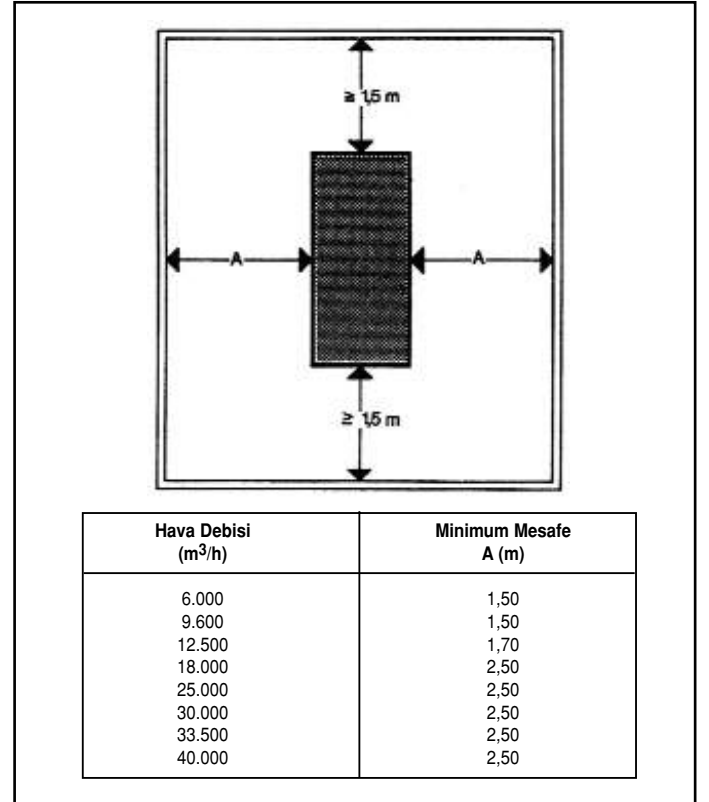
Proje esnekliği ve gelecekteki ilavelere kolaylık sağlamak açısından, çatı yapısının taşıyıcı duvarsız levhali kirişli veya kasetli çatı şeklinde olması faydalıdır.

Hacimler, tesisat elemanlarının montajı, işletmesi ve bakımı için kolaylıkla içine girilebilecek şekilde boyutlandırılmalı ve uygulanmalıdır. Bu hacimler yaşama, depolama ve geçiş hacimleri olarak kullanılmalı ve kilitlenebilir olmalıdırlar.

Havalandırma santrali dışarıdan kolaylıkla ulaşılacak bir yerde olmalıdır, bunun dışındaki durumlarda parçaların montaj ve taşınması için yeterli ölçüde montaj açıklıkları bulunmalıdır. Kapıların genişlik ve yükseklikleri, parçaların taşınmasına müsaade edecek ölçüde olmalıdır. Ters hava akımlarını engellemek için kapılar hava geçirmez şekilde yapılmalıdır. Vantilatör işletmesinde kapılar, artı basınçlı odalarda içeri doğru açılmalı, eksi basınçlı odalarda dışarı doğru açılmalıdır.

Makinaların odayı çevreleyen duvarlara mesafesi minimum 0,5 metre olmalıdır. Sık olarak bakım ihtiyacı gösteren parçaların, örneğin filtreler önünde, montaj ve demontaj için yeterli genişlikte bir müdahale kapısı bulunmalıdır. Aynı konu santrali oluşturan parçalar arasındaki boşluk için de geçerlidir. Tavana olan mesafede kanal bağlantı boğazının yüksekliğine dikkat edilmelidir. Şekil 20.3 makinaların ve parçaların odayı çevreleyen duvarlara mesafesi için referans değerleri göstermektedir.

Duvarlar, tavan ve döşeme, temizliği kolaylaştırmak ve toz toplanmasını engellemek için düzgün olarak sıvanmalı, perde beton veya fayans kaplanmalıdır. Buralar yangına dayanıklı olmalı ve yanıcı malzemeler ile kaplanmamalıdır. Aynı konu cihaz gövdesi ve makine parçalarının çerçeveleri, özellikle hava filtreleri için de geçerlidir. Kapaklar en azından yangın durdurucu özellikte olmalıdır.



Şekil 20.2. ÇATIDA BULUNAN SANTRALIN ÇATININ KENARINA VEYA DUVARLARA OLAN MİNİMUM MESAFELERİ

Santraller yeterince aydınlatılmalıdırlar. Vantilatörlerin tamamı, yangın anında elle devre dışı bırakmaya izin verecek şekilde acil kapatma tertibatları ile donatılmalıdırlar. Acil kapatma tertibatları kolayca ulaşılacak bir yerde bulunmalıdırlar.

Dönüş havası ve daha çok duman kontrolü için çalışan cihazlarda vantilatör motorları, ortam sıcaklığı +70 °C'nin üzerine çıkınca otomatik olarak kapatacak şekilde olmalıdır.

Yüksek binalarda, yüksek bina yönetmeliğine göre havalandırma ve klima santralleri şehir şebekesinden bağımsız olan ve enerji kesilmesinde otomatik olarak devreye giren bir enerji kaynağına sahip olmalıdırlar.

Soğutma veya nemlendirici serpantinlere sahip santrallarda, yoğuşma suyunun veya taşabilecek suyun atılması ve cihaz içindeki suyun boşaltılabilmesi için yerden atık su bağlantısına sahip olmalıdır.

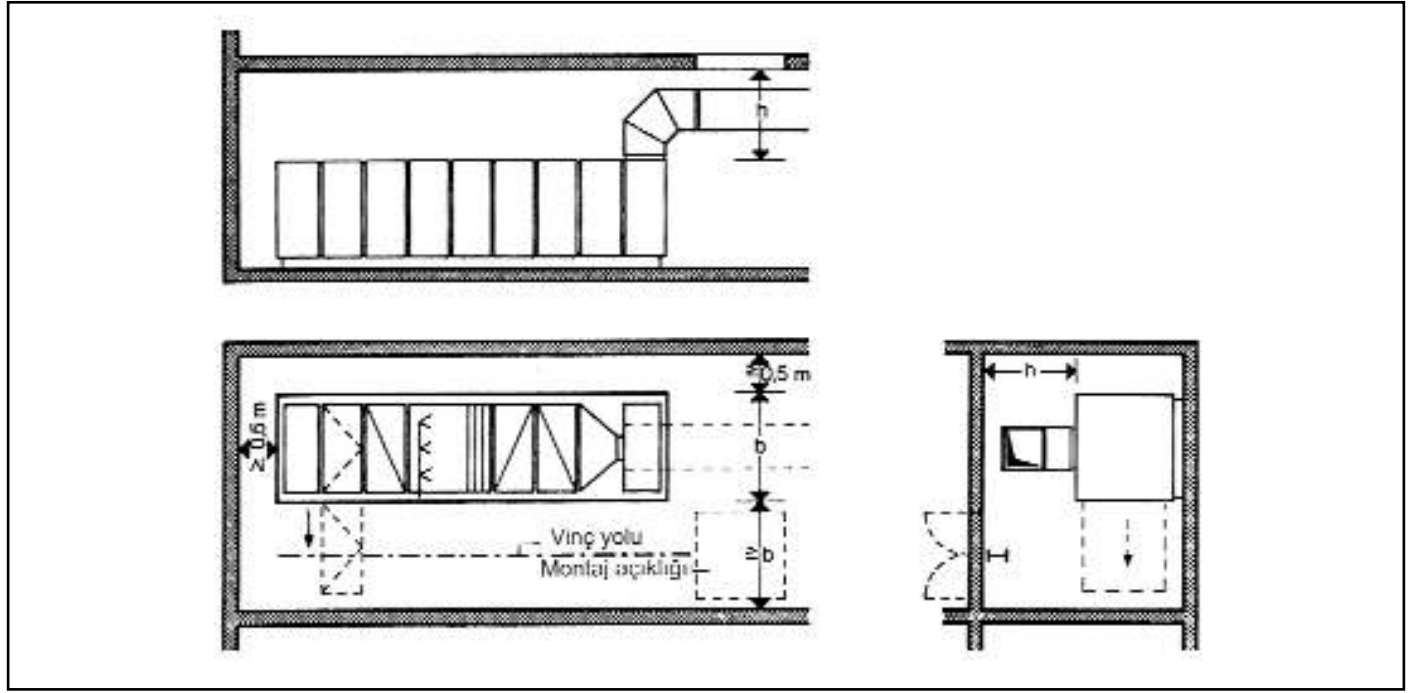
Eğer santralın bulunduğu oda başka odaların üzerinde yer alıyor ise, bu odanın döşemesi su geçirmez şekilde yapılmalıdır.

Santralların üzerinde bulunan odalarda havaya yayılan ses sebebiyle gürültü yükü oluşmaması için, santralların duvarları, üst tarafları ve zeminleri yeterli ses izolasyonuna sahip olmalıdırlar (DIN 1946 1.3.2).

Cihaz üzerindeki motor, pompa ve vantilatörlerden binaya geçebilecek titreşimleri engellemek için, cihazlar esnek takoz veya kaideler üzerine oturtulmalıdırlar.

Cihaz içinde bulunan motor, pompa, vantilatör, serpantin ve odacıkların ağırlığının bina üzerinde ilave bir yük getirmemesi için, bunlar binanın statik hesabı yapılırken dikkate alınmalıdırlar.

Santralların binaya yükü 1000-1500 kp/m²'dir. Burada özel kaidelerin ağırlığı da dikkate alınmıştır. Burada dikkate alınmayan ise duvar örül-



Şekil 20.3. MAKİNA VE TEÇHİZATIN ODAYI ÇEVRELEYEN ALANLARA OLAN MESAFE ÖLÇÜLERİ

Hava Debisi (m ³ /h)	Havalandırma Santrali		Klima Santrali		Yükseklik (m)
	Boy x En (m)	Alan (m ²)	Boy x En (m)	Alan (m ²)	
5.000	4.0 x 2.0	8	4.7 x 2.4	11	2.4
10.000	4.7 x 2.4	11	5.8 x 2.9	17	2.4
20.000	5.8 x 2.9	17	6.8 x 3.4	23	2.6
30.000	6.8 x 3.4	23	7.7 x 3.9	30	2.8
50.000	7.7 x 3.9	30	8.6 x 4.4	38	3.0
75.000	8.6 x 4.4	38	10.2 x 5.1	52	3.0
100.000	10.2 x 5.1	52	12.0 x 6.0	72	4.0
150.000	11.2 x 5.7	64	13.4 x 6.6	88	4.5

Tablo 20.4. HAVALANDIRMA SANTRALİNİN YAKLAŞIK YER İHTİYACI

muş veya betonlanmış hava odalarının ağırlığı ve döşeme için yerleştirilen beton plakaların ağırlığıdır.

Santralların Yer İhtiyacı

Santralların yer ihtiyacı tesisin kapasitesine bağlıdır. DIN 1946 Bölüm 1.3.22'de santralların yer ihtiyacı ile ilgili yaklaşık ölçüler verilmiştir. Tablo 20.4'de DIN 1946'ya dayanılarak farklı santrallar için gerekli olan taban alanı ve tavan yükseklik ölçüleri listelenmiştir.

Taban alanı ihtiyacı emme ve basma vantilatörlü santrallar için geçerlidir. Burada bina tipi ve inşaat şartlarına bağlı olarak daha yüksek veya daha düşük değerlerin çıkabileceği unutulmamalıdır. Tek cihaz kullanımında yer ihtiyacı daha azdır. Bu yüzden zamanında üretici firma ile temasa geçmek faydalıdır.

Santralların Düzenlenmesi

Havalandırma santrallarının yerleştirileceği yer ilk aşamada bina tasarımına bağlıdır. Santralin servis vereceği katların sayısının yanında, kat alanı, sabit noktaların yeri ve tipi, havalandırma tesisinin istenilen ikmal süresi de bu düzenlemede önemli rol oynar.

Bir santral ile, kat alanına da bağlı olarak, bir binada 10 kata kadar servis verilebilir. Bu santral bodrum katta olabileceği gibi, binanın çatısında da bulunabilir. Yüksek bloklarda, santral tercihen binanın ortasında bulunan bir tesisat katına konulabileceği gibi; biri bodrumda diğeri ise çatıda bulunan iki santral da kullanılabilir.

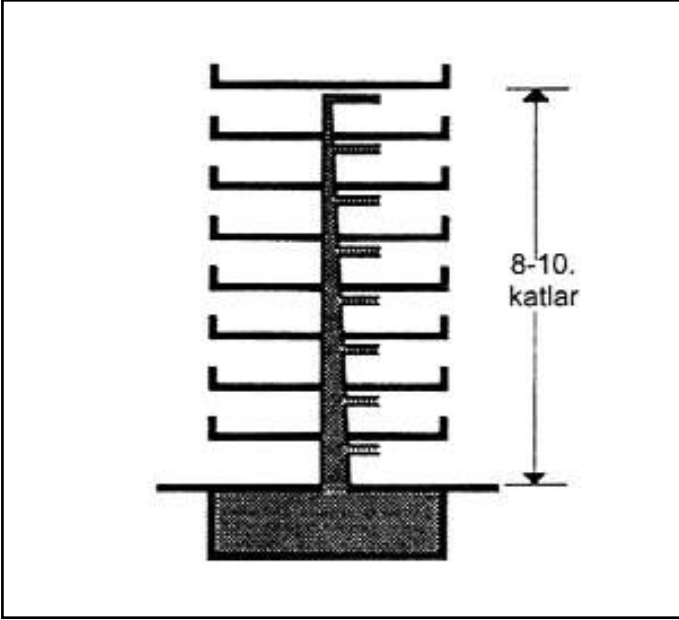
Santralin Bodrumda Bulunma Durumu

Santralin bodrumda bulunması durumunda katlardaki faydalı hacimler zarar görmezler. Makinaların ve cihazların ağırlıklarının bina konstrüksiyonu üzerinde çok az etkileri vardır. Montaj ve ses izolasyonu da kolaylıkla halledilir. Makinaların montajı ve değişimi için yeterli montaj açıklıklarının bırakılması düşünülmelidir. Bodrum katı yüksekliği 3 metrenin altında olmamalıdır (Bakınız Şekil 20.5).

Taze hava mümkün olduğunca toprak seviyesinin üzerinden alınmalıdır. Böylece daha kısa kanal kullanılabilir. Bina çekirdekleri, sadece katların emiş ve basma kanallarının yükünü taşırlar. Eğer konum itibarı ile dış hava çatıdan emiliyor ise, dış hava emiş kanalı tüm bina boyunca götürülmelidir.

Santralin Ara Katta Bulunma Durumu

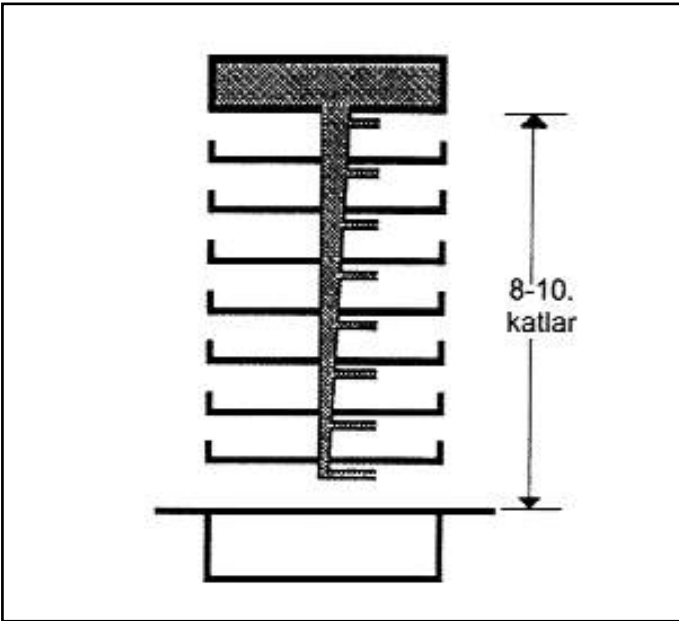
Bu uygulamada santral binada yukarıya ve aşağıya doğru yaklaşık aynı sayıda kata servis verir. Daha önce santralin çatıda bulunma durumunda belirtilen tasarım problemleri bu uygulamada artan zemin yükünden ve gerekli olan ilave ses izolasyon tedbirlerinden dolayı aynıdır. Ses izolasyon tedbirleri santralin bulunduğu katın bir üstü ve bir altı için özel olarak düşünülmelidir. Bu uygulamada makinaların tamiri ve değiştirilmesi diğer uygulamalara göre daha zordur. Santralların ara kat uygulamalarının en önemli avantajı kanal kesitlerinin daha küçük çıkmasıdır. Kanal uzunluklarının optimizasyonu için dış havanın direk olarak ön cepheden emilmesi tavsiye edilir (Bakınız [Şekil 20.7](#)).



Şekil 20.5. SANTRALIN BODRUM KATTA OLMASI

Santralin Çatıda Bulunma Durumu

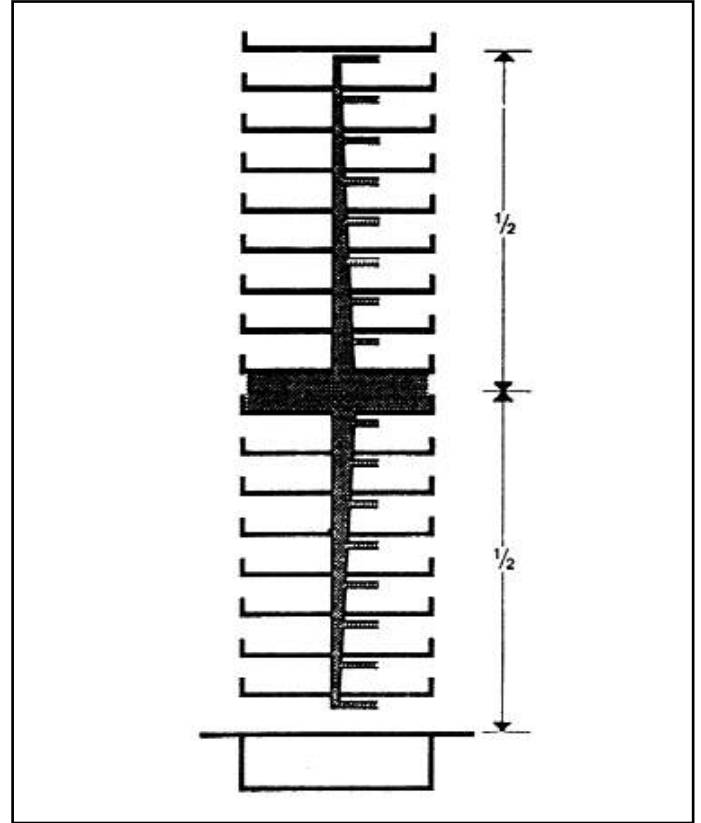
En üstte teknik ekipmanlar bulunan binalarda (asansör, makine dairesi vb.) tüm teknik makine dairelerinin çatıda bulunması tavsiye edilir. Hava emişi direk olarak çatıdan yapılabilir. Bodrum katı depo veya başka amaçla kullanılabilir (Bakınız [Şekil 20.6](#)).



Şekil 20.6. SANTRALIN ÇATIDA BULUNMASI

Binanın statik ve tasarım açısından ön planlaması yapılırken, çatıya konacak olan makine ve teçhizatın ağırlıkları ve bunların gelecekteki tamir ve değişme durumları dikkate alınmalıdır. Bunlara ilaveten titreşim ve ses izolasyon önlemleri de düşünülmelidir.

Teknik katın ses izolasyonunun çift cidarlı bir inşaat tekniği ile çözülebilmesi mümkün olup, bu bina tasarımını etkileyecek bir karar olacaktır.



Şekil 20.7. SANTRALIN TESİSAT KATINDA BULUNMASI

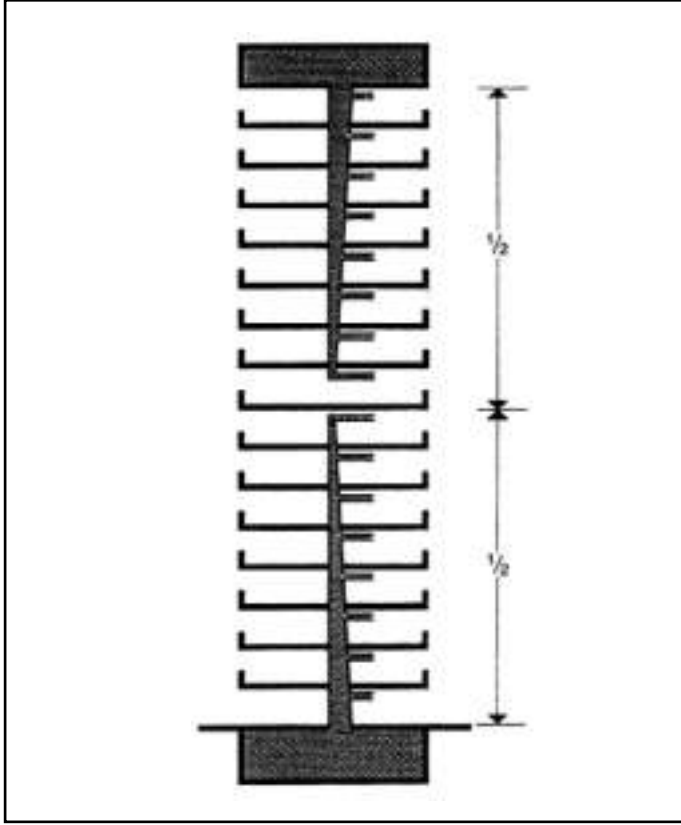
Santrallardan Birinin Bodrumda Diğerinin Çatıda Bulunma Durumu (Şekil 20.8)

Bu uygulama normalde sadece çok yüksek binalarda, tek santralin yetmediği durumlarda kullanılır. Daha da yüksek binalarda ise, hem bodrumda, hem çatıda hem de ara tesisat katında santral uygulaması mümkündür. Tesisat şaftlarının ekonomik kullanımı için, egzoz ve basma santralleri ve kanalları [Şekil 20.9'de](#) görüldüğü gibi düzenlenebilir. Burada kanal çapı santraldan uzaklaştıkça küçülmesinden yararlanılmaktadır. Dönüş havalı sistemlerde bu uygulama çok mantıklı değildir.

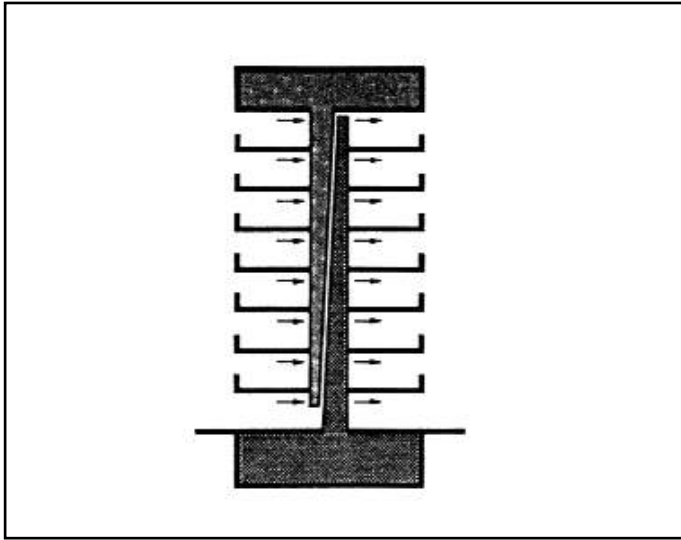
20.5. TAZE HAVA VE EGZOZ MENFEZLERİ PLANLAMASI

Dış hava emiş menfezlerinin Yeri

Dış hava emiş menfezleri mümkün olduğunca toz, is, egzoz gazı ve kokulardan ve doğrudan güneş ışığından etkilenmeyecek yerlere yerleştirilmelidir.



Şekil 20.8. SANTRALİN BODRUM VE ÇATIDA BULUNMASI



Şekil 20.9. EGZOZ VE ÜFLEME SANTRALİNİN HACİMSEL AYIRIMI

riyledirler. Bu, özellikle uygun menfez yeri bulmanın zor olduğu şehir içi uygulamalarda daha önemlidir. Emiş menfezinin yeri hava kalitesi açısından da değerlendirilip düşünülmelidir.

Bunların yeri, üstten görünüşe, bina yüksekliğine, havalandırma menfezlerinin büyüklüğüne ve yerleşimine, ayrıca binadaki dış havadan oluşan basınç dağılımına bağlı olarak etkilenir.

Dış hava emiş menfezleri, filtre edilmemiş havanın uzun kanallarda taşınmasını engellemek için, santralin çok uzağında bulunmamalıdır. Eğer uzun kanal konstrüksiyonu engellenemiyor ise, emiş menfezinden hemen

sonra bir ön filtre ile emiş havası ön filtrelemeye tabi tutulmalı ve asıl filtreleme ilaveten mutlaka santralde gerçekleştirilmelidir.

Genel olarak dış hava emiş menfezlerinin seçiminde ve yerleşiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

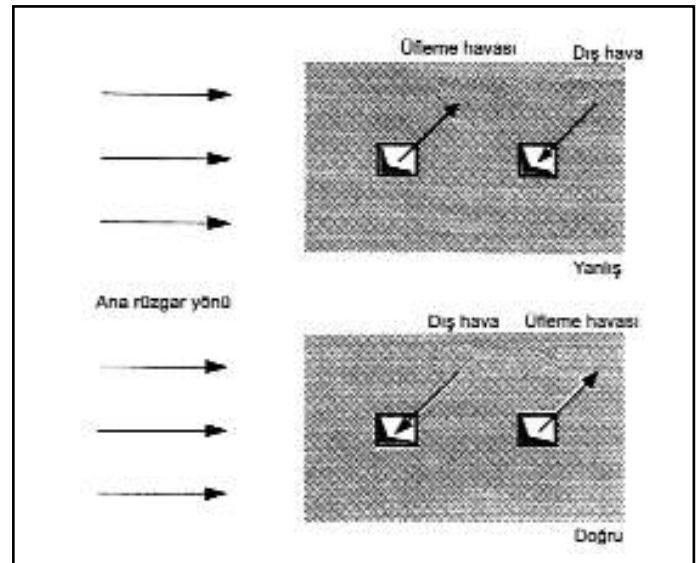
- Havanın servis verilecek binanın kuzey veya doğu tarafından ve mümkünse hakim rüzgarın tersi yönünden emilmesi
- Emiş yerinin mümkün olduğunca serbest ve yüksek bir yerde olması
- Yer seviyesinin üstünden direkt emiş yapılmasına sadece yeşil alanlarda izin verilmesi ve izinsiz müdahale edilmemesi için ızgaralı olmaları
- Hava alışının cadde tarafından olmaması
- Teraslardan emiş durumunda, güneş ışınlarının yönüne göre havanın gereğinden fazla ısınmaması
- Ancak çok yüksek binalarda ve santral aynı yükseklikte ise binanın ortasından emiş yapılması
- Çatı üzerinden emiş durumunda ana rüzgar yönüne dikkat edilmesi; yazın güneş ışınları etkisiyle çatı üzerinde aşırı ısınmış hava akımı oluşabilir, kışın ise baca gazları sebebiyle çatı üzerinde kirli hava oluşabilir, bu yüzden mümkün olduğunca yüksek ve serbest emiş yapılmasına dikkat etmek gereklidir.

Egzoz Havası Atış Menfezlerinin Yeri

Egzoz havası mümkün olduğunca en kısa yoldan direkt olarak dışarıya atılmalı, böylece bunun çevreye olan etkisi azaltılmalıdır. Alçak bir seviyeden egzoz havasının atılmasında, egzoz havasının yakında bulunan bina veya hacimlere by-pass sebebiyle dış hava olarak tekrar emilme riski vardır. Bu sebepten dolayı dış havanın emiş menfezleri ve egzoz havasının atış menfezleri ne aynı seviyede olmalıdırlar, ne de bir binanın aynı tarafında bulunmalıdırlar.

Eğer dış hava emişi ve egzoz havası atışı çatıdan yapılıyor ise, ana rüzgar yönüne dikkat edilmesi gereklidir. Ana rüzgar yönüne doğru bakıldığında her zaman önce dış hava emişi daha sonra egzoz havası atışı yerleştirilmelidir. Bunun tersi yapıldığında egzoz havası tekrar içeri emilebilir. (Bakınız Şekil 20.10)

Bir adım ileride ise oluşan rüzgar basıncının egzoz havası çıkışı üzerinde etkisinin olmaması gerektiğine dikkat edilmelidir.



Şekil 20.10. ANA RÜZGAR YÖNÜNE BAĞLI OLARAK HAVA ÜFLEME VE EMİŞ MENFEZLERİNİN YERİ

Egzoz atışının yerleşimi çatı yüksekliğinden yapıyor ise, bu atış problemsiz bir atışı garanti edecek şekilde çatının tepesinden yapılabilir. Çatı çıkıntılarının altından yapılan atışlarda cephede kirlilik oluşabilir ve bu atışlar egzoz atışının problemsiz olacağını garanti etmezler.

Eğer egzoz atışı dış duvar üzerinde bulunan menfezler vasıtası ile yapılacak ise, bu menfezler yoldan geçenleri etkilememek için arazi kotunun en az 3 metre üzerinde bulunmalıdır.

Eğer egzoz atışı yer seviyesinden yapılacak ise, atış yeri, izinsiz kişilerin ulaşamayacağı bir yerde olmalı, su, toz vs. girmesi engellenmeli ve yoldan geçenleri etkilememelidir.

Su Perdesi Üzerinden Hava Emişi

Kuru iklim bölgelerinde (Diyarbakır gibi) evaporatif soğutma avantajını kullanmak için dış hava süs havuzlarında Şekil 20.11'de görülen su perdesi üzerinden de emilebilir. Böylece emilen hava bir miktar soğutulmuş olur, bu soğutma her zaman yaklaşık 3-4 derece mertebelerine ulaşır. Bununla beraber emilen hava içinde bulunan toz ve kir su perdesi üzerinde kalır. Bu tarz bir emişte korozyona dayanıklı ekipmanların kullanılmasına dikkat edilmelidir.

20.6. BİNALARDA KANAL UYGULAMASI VE HAVA DAĞITIMI

Mimarlar ve projeciler için santrallerin yanında havalandırma tesisinin kanal ağı ve hava dağıtımı proje tasarım aşamasında önemlidir. Tesisatla-

rın yatay ve dikey kanalları, binanın temel tasarımını en az etkileyecek şekilde ve kanal uygulaması için yeterince yer kalacak şekilde yapılmalıdır. Şekil 20.12 ve Tablo 20.13'de aynı bina için farklı klima tesisatlarında hava hazırlama ve dağıtma uygulamaları için birbirinden ne kadar farklı yer ihtiyacı olduğu görülmektedir.

Farklı tesis uygulamalarının kanal kesitleri üzerinde etkilerini göstermek için, Tablo 20.13'de karşılaştırma aynı hava hızları için yapılmalıdır. Ancak primer havalı ve endüksiyon cihazlı klima, tesislerinin yüksek hava hızları ile çalıştıkları gerçeği dikkate alındığında, bu sistemler karşılaştırmada daha da iyi duruma gelirler.

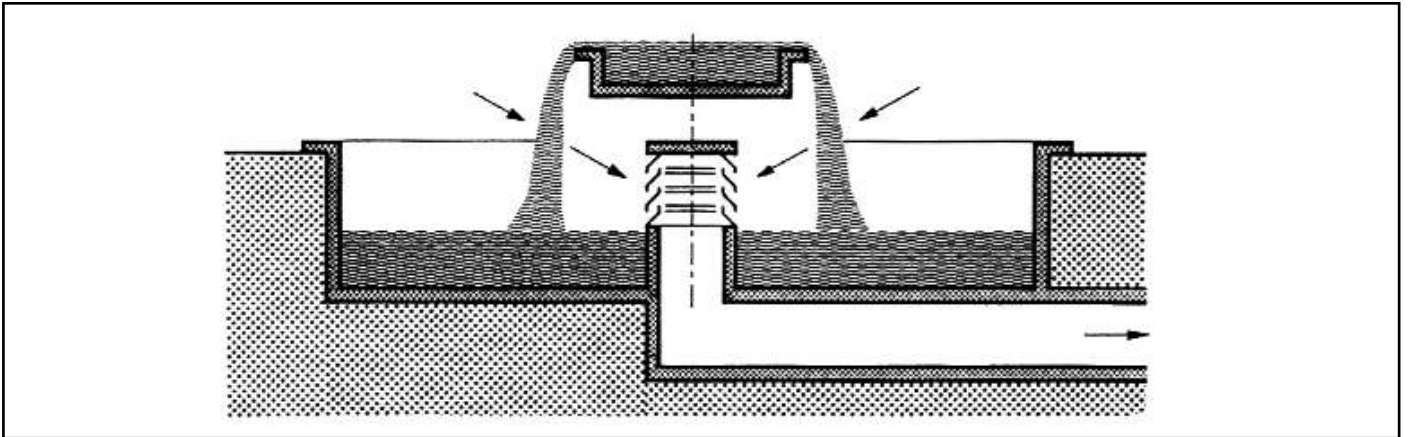
Cephede ve Bina Çekirdeğinde Düşey Kanal Uygulaması

Üfleme havasının içeri nüfuz etme mesafesi sistemlerden bağımsız olarak yaklaşık 7 metre olup, ancak derinliği 16 metreden küçük olan binalarda klimatizasyon imkanı sağlamaktadır. Derinliği 16 metreden büyük olan binalarda hava beslemesi çevre ve çekirdek olarak mutlaka ikiye bölünmelidir.

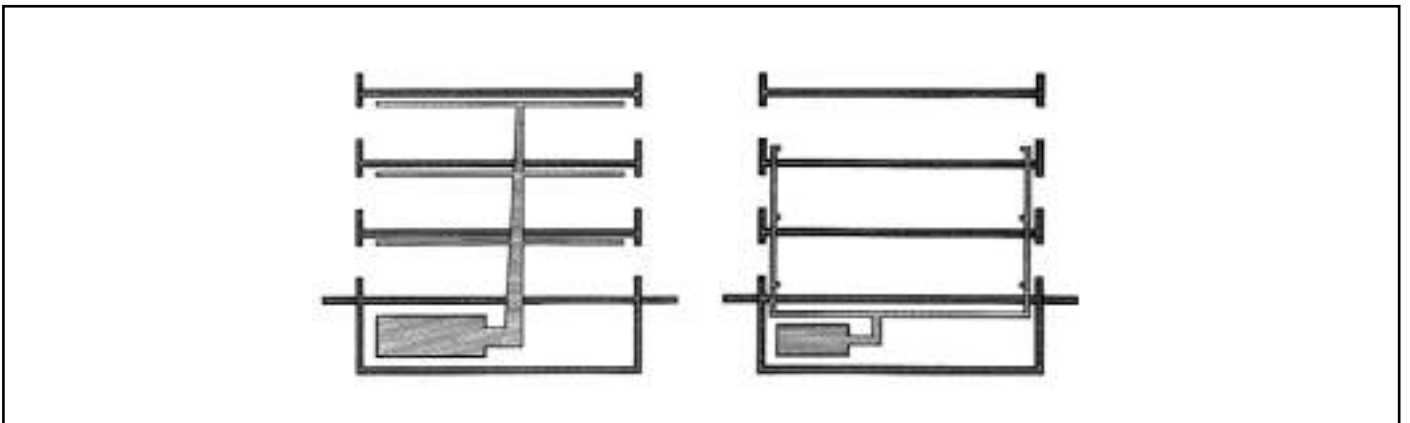
Farklı yönlerdeki cephelerde, farklı ve değişken klimatizasyon ihtiyacı klima tesisi tarafından optimal olarak dengelenmesi için sistemde Şekil 20.14'de görüldüğü gibi bir iç ve dış zon bölünmesi uygulanmalıdır.

Burada bireysel olarak ve gerekliliklere göre iç ve dış zonları farklı klima sistemleri ile donatmak ve gerek iç gerekse dış zonları kendi içinde alt zonlara ayırmak mümkündür.

Sürekli değişken iklimatik etkilere maruz kalan dış zonlarda genelde 5-



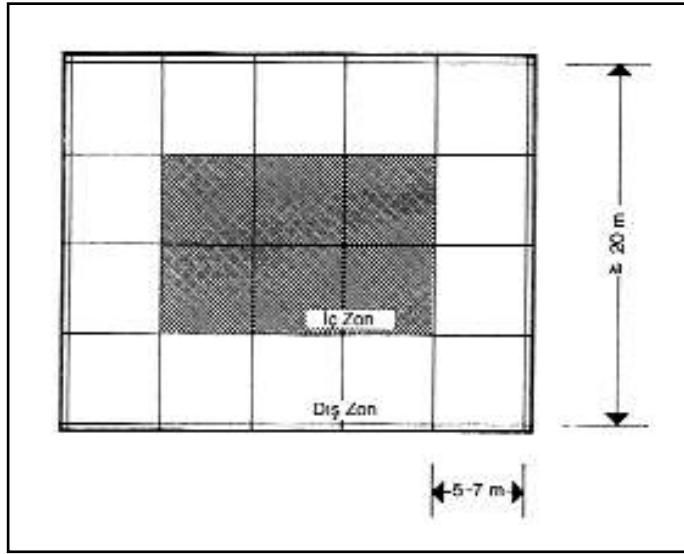
Şekil 20.11. HAVUZ ÜZERİNDEN HAVA EMİŞ ŞEMASI



Şekil 20.12. TEK KANALLI KLİMA SANTRALI İLE ENDÜKSİYON CİHAZLI TAZE HAVA SANTRALİNİN ŞEMATİK KARŞILAŞTIRILMASI

		Tek Kanallı Klima Tesisi	Çift Kanallı Klima Tesisi	Endüksiyon Cihazlı Taze Hava Santrali
Klimatize Edilecek Hacim	(m ³)	1000	1000	1000
Hava Değişimi	(1/h)	6	6	6
Odada Gerekli Egzoz ve Üfleme Miktarı	(m ³ /h)	6000	6000	6000
Kanal Boyutlandırılması için		6000	9000 ¹⁾	2100 ²⁾
Hava Hızı	(m/s)	8	8	8
Gerekli Üfleme Havası	(m ²)	0.208	0.312	0.073
Kanal Çapı	(%)	100	150	35
Gerekli Egzoz Havası	(m ²)	0.208	0.208	0.073
Kanal Çapı	(%)	100	100	35

Tablo 20.13. AYNI ODA HACMI İÇİN FARKLI KLİMATİZASYON SİSTEMLERİNDE KANAL KESİTLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 20.14. BİNANIN İÇ VE DIŞ ZONLAR OLARAK BÖLÜNMESİ

7 metre derinlik alınmalıdır. Dış zonların mümkün olduğunca düşük ilk yatırım ve işletme maliyetleri ve mümkün olduğunca az yer kullanarak çözülebilemesi için en uygun sistem tam havalı VAV veya primer havalı fan coil cihazlı klima tesisleridir.

Tesisin optimal çalışabilmesi için, farklı yönlerdeki cephelerde dış zonlar bir çok zona ayrılmaktadır.

20.7. HAVA KANALLARI UYGULAMA ALTERNATİFLERİ

Yatay kanal uygulamalarında, kanallar normalde kat tavanlarına monte edilirler. Genelde bu kanallar ayrıca dışarıdan görülmesinler diye asma tavan içine yerleştirilirler. Bilgi işlem odaları gibi, yükseltilmiş döşeme kullanılan özel odalarda, kanallar döşeme içine de yerleştirilebilirler. Toprağa oturan döşemesi olan yerlerde yatay kanallar döşeme betonun altına veya içine yerleştirilebilir. Hava kanalları uygulaması Bölüm 1'de ve uygulama alternatifleri Bölüm 1.19'da daha detaylı olarak verilmiştir.

Yatay Kanal Uygulaması

Tavan Altına Tespit Etme:

Havalandırma kanalları köşebent demirinden taşıma askıları üzerine monte edilirler ve bu askılar tavana sabitlenirler.

Titreşimle ses taşınmasını engellemek için, tavana sabitleme esnasında ses yutucu elemanlar kullanılabilir. Kanalların duvara montajı da mümkündür.

Yükseltilmiş Döşemede Montaj:

Bilgi işlem vs. gibi özel odalarda yükseltilmiş döşeme gerekli olabilir. Yükseltilmiş döşemeler ile istenilen noktalarda telefon, elektrik, bilgisayar gibi hatların alınabilmesi ve tesisata kolay ulaşım imkanı yaratılır. Yükseltilmiş döşeme uygulamalarına Bölüm 11'de yer verilmiştir.

Dikey Kanal Uygulaması

Şaftlarda Montaj

Dikey kanal uygulamalarında shaft kullanımı söz konusu ise, shaftlar mümkün olduğunca sınırlı alanda kullanılmalıdır. Bina çekirdeğinin dışı (sabit noktalar), en uygun yerlerdir. Shaftların çekirdeklerin iç zonlarına yerleştirilmeleri, genelde yatay dağıtımda zorluklar getirmektedir.

Şaftlar kolay ulaşılacak yerlerde olmalıdır. Bu sebepten dolayı sabit noktalara komşu alanlardan geçilebilecek shaftlar iyi çözümlerdir. Küçük boyutlu binalarda merkezi shaftlar avantajlıdır. Büyük boyutlu binalarda (büyük hacimli bürolarda), özellikle yatay kanal dağıtım için gerekli olan montaj yüksekliğinin az bırakılması gerekli ise, merkezi shaft alanı içinde hava kanallarının yığılması söz konusu olmaktadır. Shaftın içinden geçmesi gerekli olan boşluklarda bu durumda çoğunlukla statik problemler çıkmaktadır. Merkezi shaft, egzoz ve üfleme kanallarının yerleşimi için iki veya üçe bölünürse, yatay kanal sistemi kesişmeden yerleştirilebilir ve montaj yüksekliği azaltılabilir.

Hava kanallarının shaft duvarlarına montajı için bağlama rayları kullanılır. Tesisat montajı sırasında shaft içinde çalışabilmek için gerekli iskele veya kalas koymaya uygun önlem betonarmede alınmalıdır.

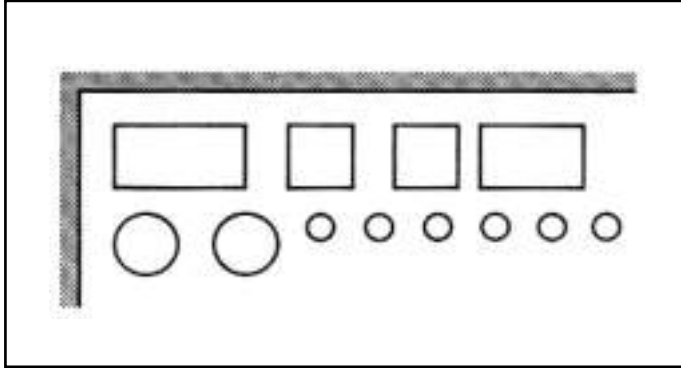
Şaftlar kendi başlarına yangını kesici bölümler olarak görülmeli ve en azından yangın engelleyici kapılar ile donatılmalıdır. Hava kanallarının yatay dağıtım geçiş noktalarında yangın koruma damperleri kullanılmalıdır.

Bir shaft için gerekli olan alan hesaplanırken, içinde bulunacak kanalların toplam kesitine ilerde yapılacak eklemeler için bir miktar yedek alan ve içeri girip montaj yapmak için yeterli olacak alan ilave edilir. Yedek alan çok küçük tutulmamalıdır. Tablo 20.15'da shaftlarda hava kanalları için yer ihtiyacı verilmiştir.

Su taşıyan boruları da aynı shaft içinde hava kanalları ile beraber monte etmek mümkündür.

Debi m ³ /h	Tek Kanallı Tesisat		İki Kanallı Tesisat Yüksek Hız m ²
	Yüksek Hız m ²	Düşük Hız m ²	
10.000	0.9	1.1	1.4
25.000	1.6	2.0	2.5
50.000	2.9	3.7	4.5
75.000	4.1	5.4	6.5
100.000	5.3	7.0	8.5
150.000	7.8	10.4	12.0

Tablo 20.15. ŞAFTLARDA HAVA HATLARININ YER İHTİYACI



Şekil 20.16. HAVA KANALLARINDAN ÖNCE BORU HATLARININ YANLIŞ YERLEŞİMİ

Şekil 20.16-20.17'de santralin bulunduğu mekanik odadan ana kanal çıkışında uygulamada karşılaşılan doğru ve yanlış çözümler gösterilmiştir. Perde beton nedeniyle oluşan yanlış çözümden ana kanal bir U yapmaktadır. Bu basınç kayıplarına ve ses oluşumuna neden olduğu gibi yer kaybı meydana gelmektedir. Perde duvar kaydırılarak doğru çözümden ana kanalın düz çıkması sağlanmıştır.

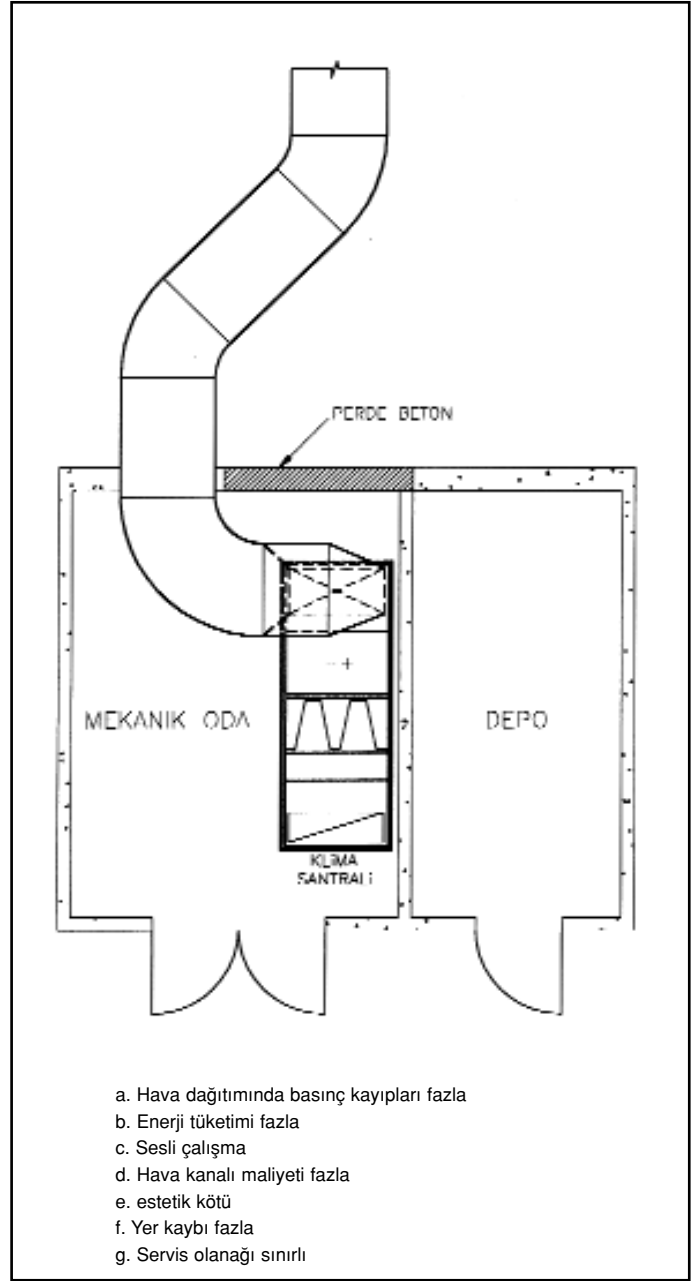
20.8. YÜKSEK BLOKLARDA KLİMA TESİSATININ MİMARİ YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ

Farklı klima sistemlerinin yerleşiminde, toplam alanın yüzdesi olarak teknik hacim ihtiyaçları yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir:

Isı kazanımlı üniteler + primer hava	%5
Çevre indüksiyon	%5
Fan coil + primer hava	%5
Soğuk tavan + primer hava	%5
Tek kanallı tam havalı sistemler	%7
Çift kanallı tam havalı sistemler	%8
Perimetre ısıtmalı VAV sistemi	%7
Amerikan sistem	%2-4

Buna göre,

- Ayrılan tesisat alanlarının toplam alana oranı %4-8 mertebesinde olmalıdır.
- Ana makina dairesi yüksekliği 5-5,5 m olmalıdır.
- Ara tesisat katı yüksekliği minimum 4-4,5 m net olmalıdır.
- Klima santrali seçimlerinde tek santralde, yer kaybı, kat yüksekliği, ses-konfor, hava kanal dağıtımı, servis kolaylığı gibi nedenlerle 25000 m³/h debinin üzerine çıkılmamalıdır.



Şekil 20.17. ANA KANAL DÜZENLEMESİNDE YANLIŞ ÇÖZÜM

Komple klimatize edilen yapılarda cihazlar için ayrılması gerekli yaklaşık alanlar:

Soğutma gruplar (1000 kW'a kadar)	8 m ² /100 kW soğutma yükü
Soğutma kuleleri	3 m ² /100 kW soğutma yükü
Havalandırma ve klima santralleri	0,0035 m ² /m ³ /h hava debisi

Uygulanan sistemlere göre, 500 m² kat alanına sahip ofis binalarında gerekli net asma tavan içi yüksekliği:

Soğuk tavan + taze hava besleme + egzoz	500 mm
VAV tek kanallı	500-600 mm
Tavan tipi fan coil	350-450 mm
Su kaynaklı ısı pompası + taze hava+egzoz	550 mm
Çift kanallı sistemler	600 mm
Amerikan sistem klima	350-400 mm

Teknik hacimlerin yerlerinin belirlenmesinde 1. basınç zonlaması, 2. boru ve kanal boylarının minimize edilmesi, 3. Sistem dirençlerinin minimize edilmesi gibi konular gözönünde tutulmalıdır. Farklı ünitelerin yerleşiminde yer önerileri aşağıda verilmiştir:

Soğutma kuleleri

Soğutma havasına ihtiyaç olduğundan en uygun yer çatıdır. Ancak kazan bacalarından etkilenmemesi için hakim rüzgar yönü gözönüne alınmalıdır.

Soğutma makinaları

Cihaz yükünü taşıyacak bir yapının olması, ses ve titreşim geçişinde bir problem olmayacak şekilde tedbirler alınması kaydıyla soğutma cihazları çatıya yerleştirilebilir. Ancak yapı statığı ve enerji beslemesi nedeniyle su soğutmalı chillerin bodrum katlara konulması daha doğrudur.

Havalandırma ve klima cihazları

Klima cihazları belli shaft alanlarına uygun olarak katlara yayılmalıdır. Basınç zonların uygun hacimlere santraller yerleştirilmelidir.

20.9. YÜKSEK YAPILARDA OTOMATİK KONTROL VE BİNA YÖNETİM SİSTEMİ

Chiller ve kazanların otomatik olarak devreye sokulması, tüm pompaların, soğutma kulelerinin, havalandırma sistemlerinin, klima santrallerinin, VAV kutularının kontrolü ve izlenmesi için mikroişlemci bazlı bir bina yönetim sistemi tesis edilmelidir. Bina yönetim sistemi ile yangın alarm ve güvenlik sistemi aynı protokolü kullanmalı ve rahatça haberleşebilmelidir. Binadaki elektrik sistemleri ve sıhhi tesisat sistemleri de bina yönetim sistemi tarafından kontrol edilecek ve izlenecektir.

Bina yönetim sistemi lokal DDC panelleri, sistem ve network kontrolörleri, merkezi personel bilgisayar ve ona bağlı workstation'lar, haberleşme network'ten oluşan dağıtılmış bir kontrol sistemi (distributed control system) olacaktır. Bina yönetim sistemi genel olarak şunları sağlayacaktır:

- Havalandırma, klima, hava filtreleri, elektrik sistemleri, aydınlatma, VAV kutuları ve bu sistemlere bağlı bütün makina ve ekipmanın gözlenmesi, otomatik veya istendiği zaman merkezi bilgisayar üzerinden çalıştırılıp, durdurulması ve otomatik kontrolü
- Sistem entegrasyonu ve koordinasyonunun gözlenmesi ve kontrolü
- Zon ve mahal sıcaklıklarının sürekli olarak gözlenmesi ve bütün gözlenen değişkenler için minimum ve maksimum limit alarm verilmesi
- VAV kutularının, klima santrallerinin, sıcaklık, statik basınç, hava akımı, değişkenlerinin lokal paneller vasıtasıyla direkt dijital kontrolü (DDC)
- Bütün modülasyon kontrol devrelerinin direkt dijital PID kontrolü
- Bina yönetim sistemine bağlı tüm sistemler için raporlama, alarm kontrolü, tarihçe, takip özellikleri ve bilgisayar ekranından renkli sistem grafikleri üzerinden bütün sistemlerin rahatça izlenmesi, kontrolü ve idaresi
- Soğutma, ısıtma, elektrik, enerji kullanımlarının takip edilmesi ve sistemlerde enerji optimizasyonu programları vasıtasıyla enerji kullanımının minimize edilmesi
- Planlı bakım programlaması
- Sistemlerdeki, makina ve ekipmanlardaki arızaların kolayca tespit edilmesi
- Bütün sistemlerin otomatik olarak elemansız çalışması.

21. KLİMA VE HAVALANDIRMA PRATİK NOTLARI

Klima ve havalandırma uygulamalarında karşılaşılan yanlışlar, sorunlar ve dikkat edilmesi gereken püf noktaları bir kenara not edilmekte ve bunlar daha sonra gruplanarak bir dosya oluşturulmaktadır. Kitaplarda yer alan pek çok konu içerisinde tecrübeye göre önemli olduğu düşünülen özlü bilgiler de bu dosyalara eklenmektedir. Bütün bu bilgiler alt alta sıralanarak, pratik bilgiler adı altında bu bölümde sunulmuştur. Pratik bilgiler mümkün olduğu kadar gruplanarak, alt başlıklar altında verilmiştir.

21.1. GENEL TAVSİYELER VE BİLGİLER

1. Klima santrallerinde iki kademeli filtreler kullanılmalıdır. Filtrelerin toplam direnci:
Filtre temizlendiğinde : 70 Pa
Filtre kirlendiğinde : 200 Pa
değerlerini aşmayacak şekilde projelendirilmeli ve işletilmelidir.
2. Taze hava alış noktalarında koku olma olasılığı varsa aktif karbon filtre kullanılmalıdır. Aktif karbon filtre kullanılması halinde cihazdaki alın hızı <1,8 m/sn olmalı ve aktif karbon filtre en azından EU4 kalitesinde bir torba filtre tarafından korunmalıdır. (uzun ömürlü olması açısından)
3. Klima santrallerinin taze havaları olabildiği kadar üst kotlardan alınmalıdır. Yere ve yola yakın seviyelerde toz daha fazladır. Yukarıya doğru toz konsantrasyonu azalır.
4. Klima santrallerinin taze hava alışları:
 - Kalorifer, WC ve mutfak egzoz bacalarından uzakta, hakim rüzgar yönünde ters tarafta olmalıdır.
 - Soğutma kulelerinden olabildiği kadar uzakta ve hakim rüzgar yönünde ters tarafta yapılmalıdır. (Legionella riskini azaltmak için)
5. Klima santrallerinde filtreden hava geçiş hızı genellikle 1,5 m/s seçilir. Ancak hızın olabildiğince (0,8 m/s değerine kadar) küçültülmesinde aşağıdaki yararlar vardır:
 - a- Filtre temizliği için servis sayısı azalacak (ortalama ayda bir defa yerine, 3 ayda bir defa servis yapılacaktır),
 - b- Filtre direnci ortalama daha azalacağı için fanın enerji sarfiyatı azalacak,
 - c- Çıkış havası min. sıcaklık kontrolü yoksa, serpantinde aşırı yoğuşma olması (hava miktarı filtre tıkanıkça azalacağı için) sonucu enerji kaybı azalacak, menfez ve anemostatlarda yoğuşma olmayacaktır.
6. İdeal konfor isteniyorsa;
 - a- Binanın ısı kaybı, statik ısıtma ile (cam altlarına radyatör ve termostatik radyatör vanası monte edilerek) karşılanmalıdır. Sıcak hava aşağıdan verilmiş olur. Sıcak hava hafif olduğu için yukarıya doğru düşük hızlarda yükselir.
 - b- Soğutma ve havalandırma, tavandaki difüzörler (anemostat ve menfezler) ile yapılmalıdır. Difüzörlerden üflenen havanın sıcaklığı en fazla 18 °C (kışın), en düşük ~14 °C (yazın) olmalıdır. Kışın tavandan üflenen ortalama 18 °C hava, ortama tavan seviyesinden girince; aydınlatma armatürleri ve diğer ısı kazançlarının etkisi ile alt seviyelere ininceye kadar ortam sıcaklığına ulaşır ve insanların diri ve canlı kalmasını sağlayacak ideal konfor şartları oluşur.
7. Bina girişindeki holde hava perdesi her zaman yeterli olmayabilir. Büyük binaların giriş kapıları sabah saatlerinde yoğun insan girişi nedeniyle sürekli açık kalır. Kışın soğuk hava ve yazın tozlu hava girişi iç hava kalitesini bozar. Büyük binaların girişinde daha fazla taze hava verilerek, ilave (+) basınç yaratılması yararlı olabilir.
8. Binalardaki merdiven boşlukları baca etkisi yaparak alt katlardaki havayı yukarıya doğru hareketlendirir.
 - a- Yukarıya hareketlenen hava ile birlikte, ısı da yukarıya kaçır. Bina içindeki sıcaklık dengesi bozulur ve ısı kaybı artabilir.
 - b- Katlar arasında koku transferi oluşabilir. Mutfaklarda davlumbazlardan yanlara kaçan hava koku ve nemle birlikte merdiven boşluğuna yönelir ve koku (mutfak, WC vb. hacimlerden) katlar arasında yayılır. İç hava kalitesi ve konforu olumsuz etkiler.
 - c- Özellikle mutfakta yemek pişirme veya hazırlama sırasında oluşan koku, bina içine yayıldığında çalışanların konsantrasyonunu da bozar, erken acıkma hissi ile çalışma veriminin düşmesine de neden olabilir.
 - d- İki katlı bir villada dahi yemek kokularının evin içerisine dağılmasını önlemek için, mutfakta iyi bir davlumbaz ve aspirasyonun yapılması yeterli olmaz. Merdiven boşluğuna yukardan %100 taze hava da vermek gerekir.
 - e- Yüksek yapılarda ise baca etkisi çok daha fazla olduğu için, giriş kapılarından bina içine doğru aşırı hava girişi oluşur.
 - f- Yüksek yapılarda, Amerika'da merdivenler güvenlik, alışkanlık vb. nedenlerle yangın dışında kullanılmamaktadır. Oysa Türkiye'de bir veya birkaç kat çıkmak veya inmek isteyenlerin büyük bölümü merdivenleri kullanmakta, böylece açılan merdivene geçiş kapıları ile katlar arasındaki hava transferi oluşmaktadır.
 - g- **Çözüm:** Merdiven boşluğuna %100 taze hava verilmesi, merdivenlerin baca etkisini önleyecektir. Böylece koku ve ısı transferi önlenecek, konfor artacak ve bina içinde istenilen sıcaklık dengeleri sağlanabilecektir.
9. İstanbul'da yaz için dış hava hesap şartları, 24 °C yaş termometre ve 33 °C kuru termometre olarak verilmektedir. Bu durumda izafi nem yaklaşık %50 değerine karşı gelmektedir. Halbuki bizim gözlemlerimiz; izafi nemin yazın İstanbul'da %60-70 değerlerine çıktığı şeklindedir. Bu durumda soğutma serpantinleri üzerinde önemli ölçüde yoğuşma, olmakta, yüzeyler yetersiz kalmaktadır. Dış hesap kuru termometre sıcaklığının 33 °C olması halinde; yaş termometre sıcaklığını 25 veya 26 °C almakla daha gerçekçi ve emniyetli seçim yapılmış olur.
10. Yazın iç ortam sıcaklığı seçilirken, insanların bu ortamda kalma süreleri de dikkate alınmalıdır. Sık girilip çıkılan yerlerde iç sı-

caklığın, dış hava sıcaklığından 6 - 8 °C daha düşük olması yerlidir. Sürekli oturulan ofis odaları gibi yerlerde ise bu fark daha fazla olmalıdır. Böyle yerlerde iç sıcaklığı 24 °C ve izafi nemi %59 almak iyi bir tasarım hedefidir.

11. Klimadan insanların beklentileri kültür, eğitim ve ülkelerin insan yapılarına göre değişik olmaktadır. Örneğin genelde Türk insanının klima anlayışı bir Amerikalı'dan çok daha fazladır ve aşırıdır. Örneğin soğuk hava ile duş yapmak Türkiye'de bir çok kişi için ideal soğutmadır. Ancak bu son derecede sağlıklı-sız bir kullanım olup, hasta olma riski çok fazladır. Aynı şekilde kışın ince bir giysi ile dolaşılabilir bir ortam ideal kabul edilir. Halbuki ortam sıcaklığının 1 °C artırılması yakıt tüketimini %10 artırır. Bu durum soğutmada da benzer şekilde geçerlidir.
12. Soğutma işlemlerinde nem almak, sıcaklığı düşürmekten daha etkilidir. Hissedilen konforun ≈%65'i nem, ≈%35'i ise sıcaklıktır.
13. İstanbul ve benzeri yerlerde kış konfor klimasında nemlendirme sistemine Ankara, Erzurum gibi soğuk bölgelere göre, çok daha kısa sürelerde ihtiyaç duyulmaktadır. Buna karşın nemlendiricilerin getirdiği işletme ve bakım zorlukları, kuruluş ve işletme maliyeti sistemi ekonomik olmaktan uzaklaştırmaktadır. Ayrıca nemlendirmenin su ile yapılması nemlendirici havuzlarında durgun suda bakteri üremesine ve bu bakterilerin hava ile büro hacimlerine iletilmesine neden olmaktadır. Nemlendiricilerin tesis edilmemesi halinde aşağıdaki avantajlar sağlanacaktır:
 - İlk kuruluş maliyeti azaltacaktır.
 - Su tasfiye cihazı kapasitesi azaltacaktır.
 - Nemlendirme pompaları ve armatürleri ile nemlendirme otomatik kontrol sistemi tesis edilmeyecektir.
 - Yer tasarrufu sağlanacaktır.
 - Su ve enerji gibi işletme giderleri azaltacaktır. (Özellikle buharlaşma için harcanacak enerji işletmede çok büyük maliyetler getirmektedir.)
14. Çarşı ve dükkanlarda aydınlatma yükü ortalama 100 W/m² alınabilir.
15. Klimatize edilen yer güneş almamalıdır. Güneş kesici pancur, jaluzi dışarıda olmalıdır. Aksi halde ortaya çıkan durum, kaloriferli evde kışın camı açıp oturmaya benzemektedir.
16. Toplantı salonlarında koltuk altından hava üflenirse, hava hızı 0,18 m/sn alınabilir.
17. Binaların işletme giderleri içinde elektrik, yakıt, su genellikle ilk sıraları almaktadır. Öte yandan büyük bir iş merkezinin elektrik tüketim kalemleri ve bunun toplam içindeki yüzdesi **Tablo 21.1'de** özetlenmiştir:
18. Çeşitli tesisat bölümlerinin toplam mekanik tesisat içindeki maliyet payları bir yüksek blok uygulamasında yaklaşık olarak; sıhhi tesisat %9, ısıtma tesisatı %25, soğutma %9,5; havalandırma %37, yangın %6, otomatik kontrol ve bina otomasyonu %13,5 biçiminde verilmiştir.
19. Ofis yapılarında toplam elektro-mekanik tesisat için yer ihtiyacı, seçilen klima sistemine göre değişmekle birlikte, inşaat alanının %8 ile 10'u arasındadır. Tipik ofis katlarında perimetredeki ci-

Kullanım Yeri	Elektrik Tüketimi kWh/ay	Yüzde %
Aydınlatma		
Ofisler	3705	1.2
Koridorlar	2140	0.7
Asansör holleri	7110	2.3
Park yeri	3040	1.0
Diğerleri	310	0.1
ALT TOPLAM	16305	5.4
Klima sistemi		
Chiller	80900	26.7
Santral, fan coiller	37585	12.4
Soğuksu pompaları	13840	4.6
Kondenser pompaları	10870	3.6
Soğutma kulesi	7225	2.4
ALT TOPLAM	150420	49.6
Asansörler	41370	13.6
Diğerleri	95259	31.4
TOPLAM	303354	100

Şekil 21.1. ELEKTRİK TÜKETİMİNİN FARKLI YERLERDEKİ YÜZDESİ

hazlar inşaat alanının %1 ile 3'ü arasında yer tutar. Öte yandan iç şaftlar %2 daha fazla alana gereksinim gösterirler. Bu nedenle kanallar, borular ve ekipmanlar her katta inşaat alanının yaklaşık %3 ile 5'i yer ihtiyacı gösterirler. Elektrik ve sıhhi tesisat için her katta ilave %1 ile 3 oranında yere gereksinim vardır

20. Kazan dairesi, makine dairesi (bodrumda, ara katta, çatı katında vb) gibi hacimlerde ses ve titreşim ile ilgili önlemler konfor tesislerinde önem kazanmaktadır.
 - a. Cihaz seçerken ses seviyesi düşük cihazlar seçilmelidir. (Kaliteli marka, düşük devirli motor, gaz yakıtta atmosferik brülör vb.)
 - b. Oluşan sesin binaya iletilmemesi için önlemler alınmalıdır. Cihazların konacağı yerin seçilmesi, duvarların kalın ve dolu malzeme ile, tavanın asmolen yapılması, çift cidarlı sac kapı kullanılması vb.
 - c. Akustik önlemler alınmalıdır. (makine dairesine akustik tavan yapılması, pompa ve cihazların altına mantarlı kaide yapılması klima cihazları çıkışına susturucu ve akustik izolasyon yapılması)
21. Yapıların oturtulması pasif olarak güneş ve rüzgardan yararlanma ve korunma açısından büyük önem taşır. Mimarın pasif enerji tasarrufu önlemlerine dikkat etmesi gerekir. Isıtmanın belirleyici olduğu bölgelerde güneş enerjisinden en fazla yararlanacak bina konumu gerekir. Kuzey cephe kör ve dar olmalıdır. Buna karşılık iklimlendirme yapılan sıcak iklimlerde soğutma önceliği varsa, tam tersi bir düzenleme gerekir. Aynı şekilde hakim rüzgar yönünde pencere yüzeylerinin azaltılması enfiltrasyonu düşürür.
22. Klima tesisatı yapılan binalarda (normalde bütün binalarda) ısı

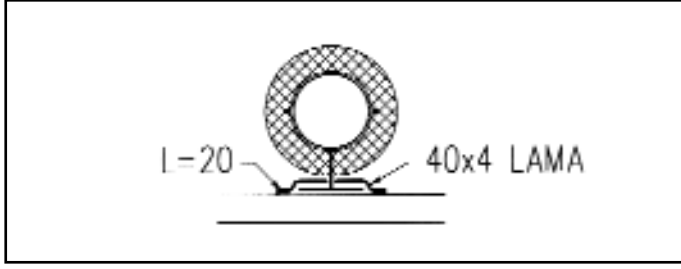
yalıtımı önüne ve/veya arkasına nem yalıtımı yapılmalıdır. Böylece nem difüzyonunun önüne geçilmiş ve her hangi bir katman-da yoğuşma önlenmiş olur.

23. Ofis binalarında bulunan seminer salonlarında genellikle yazın seminer yapılmamaktadır. Yaz aylarında kullanılan yıllık izinler ve genel eğitime verilen tatil bunda etkilidir. Bu mevsimde nadiren çalışsa bile, bu ancak kısa süreli olmaktadır. Tesisat projesi aşamasında seminer salonlarının hesaplanan ısı kazançları da, binanın diğer hacimlerinin soğutma ihtiyacına eklenerek, eş kullanım faktörüyle çarpılmak suretiyle soğutma grubu seçilmektedir. Bu durumda,
 - a) Yazın seminer salonları kullanılmadığından, soğutma grubu kapasitesini büyük seçerek pahalı cihaz satın alınmış olmaktadır.
 - b) Ara mevsimlerde ise, binanın genelde soğutma ihtiyacı olmadığı günler seminer salonunu soğutmak için büyük kapasitedeki su soğutma gruplarının çalıştırılması gerekmektedir.
 - c) Bu büyük kapasite genellikle hiç kullanılmamaktadır.
24. Seminer salonları için çatı tipi direkt genişlemeli paket cihazların kullanılması halinde,
 - Kuruluş maliyeti yaklaşık %50 daha ucuz olabilir.
 - İşletme maliyeti de daha az olacaktır.
 - İşletme daha basitleşecektir.
25. İç havanın dış hava ile karıştırılarak ortama verildiği tam havalı sistemlerde; ortamdaki havanın tamamı klima santrali filtresinden ortalama 8 – 10 defa geçirilir veya %100 filtre edilen taze hava ile ortam havası saatte 8 – 10 defa değiştirilir. Borulu sistemlerde ise; hava büyük oranda oda içerisindeki cihazlardan geçirilir ve sınırlı kalitede filtre edilir. Küçük oranda taze hava tam filtre edilerek odaya verilir. Sonuçta; tüm havalı sistemlerde ortama daha iyi kalitede filtre edilmiş hava sağlamak mümkündür.
26. Çok soğuk bölgelerde, kış aylarında klima santralinde serpantin patlaması yaşanabilmektedir. Buna karşı önlem almak şarttır. Klima santralindeki otomatik kontrol bu açıdan çok önemlidir. Donma termostatu donma riski olduğu zaman taze hava damperini kapatmalıdır. Ayrıca serpantinde su sirkülasyonu her koşulda devam ettirilmelidir.

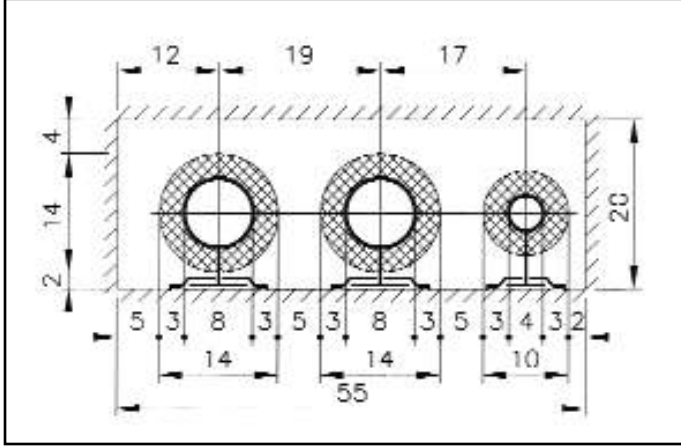
21.2. KLİMA GENEL TESİSATI

1. Elektrik motorları rutubetli yerlerde kullanıldıklarında veya bina dışına yerleştirildiklerinde, nem nedeniyle motor sargıları yanmaktadır. Bu tip motorlar fabrikaya elektrikli ısıtıcı olarak sipariş verilmelidirler.
2. Servis bakım ve onarım için şaft kapakları yerine şaft kapıları bırakılmalı.
3. Binaların egzoz ve taze hava panjurları arası 10 m'den az olmalıdır.
4. 2 1/2" dahil daha büyük kollektörlerin bombeleri, preste basılmış olarak imal edilmelidir.
5. Fan coil ve klima santrallerinin drenaj boruları izole edilmelidir.
6. Kullanma suyu boruları terlemeye karşı izole edilmelidir.

7. Su seviyesi kontrol elektrotları 6 Atü'ye kadar kullanılabilir.
8. Cihazlardaki suyu boşaltma, hava alma tüplerinin boşaltma vb. vanalarını mutlaka ayrı ayrı borularla bağlamak gerekir. Bu boruların uçları görünen bir yere boşaltmalıdır.
9. Kollektör vb. boşaltmaları açıkta olmalıdır. (Su kaçırın vanaların tesbit edilmesi için)
10. Basınç düşürücülerinin (ST) çıkışındaki basınç, akış anında istenen basıncı sağladığı halde, sistem durduğu zaman basınç yükselebilir.
11. Termal bölgelerdeki termal sıcak su, çift eşanjör (özel imalat paslanmaz vb.) kullanmak kaydı ile,
 - a. Kullanma suyu ön ısıtıcısı,
 - b. Klima santrali primer hava ısıtıcısı,
 - c. Bina ısıtma vb. amaçları ile kullanılabilir.
12. Pnömatik kontrol sistemlerinde hava kompresörlerinde çıkış havası evoparatörden geçirilerek soğutulmalı ve nemi alınmalıdır. (Rutubetli hava problem yaratabiliyor.) Ayrıca yağ ayırıcı kullanılmalıdır.
13. Demir boru serpantinlerde buhar kullanılıyorsa 0,5 bar basınçtan sonra patent boru kullanılmalıdır. Normal borunun max. kullanma sıcaklığı 120 °C olup buharda kullanılmamalıdır.
14. Klima santralleri ve fan coilin montajı tamamlandıktan sonra drenaj tavalara su dökülerek test yapılmalıdır. Genelde bu işlem yapılmadığı için sistem işletmeye alındıktan sonra problemler ortaya çıkmaktadır.
 - a. fan coil yatay monte edilmediğinden (terazi ile kontrol fancoilin kısa ve uzun kenarlarından ayrı ayrı yapılmalıdır),
 - b. Drenaj tavası ile drenaj borusu bağlantısından,
 - c. Drenaj tavalardaki imalat hatalarından,
 - d. Drenaj borusundaki tıkanıklıklardan soğutma serpantininde yoğunlaşan su döşemeye dökülmektedir.
15. Klima santralleri girişinde, 3 yollu vana glob vana olmalıdır. Bu vanalar sızdırmazdır. Halbuki rotary vanalar sızdırır. Rotary vananın motor ile birlikte fiyatı %50 daha ucuzdur. Ancak sızdırmanın getirdiği enerji kaybı, vana fiyat farkından çok daha fazladır.
16. Balans vanasının önünde ve arkasında en az 5xD mesafesi olmalı.
17. Soğutma borularında taşıma için borunun altında 3" a kadar (ters T) kontsrüksiyon kullanılmalı (izolasyondan büyük) 4" ve daha büyük borularda ise (ters TT) tipinde kızak kullanılmalıdır. **Bakınız Şekil 21.2 ve 21.3.**
18. Soğutma devresinde (kondenser ve chiller) flow switch kullanılmalıdır.
19. Flow switch'ler min. 4 metrelik düz borunun ortasına konulmalıdır.
20. Üç yollu vanaların çevresindeki,
 - a. By-pass vanaları üç yollu vana çapında, buhar vanası tipinde olmalıdır.
 - b. Kapama vanaları kelebek, küresel veya sürgülü vana olabilir.
 - c. Kapama vanaları ve pislik ayırıcıları boru çapında (veya daha büyük) kullanılmalıdır.



Şekil 21.2.



Şekil 21.3.

21. Hava kanalı girişi olan fanların girişinde, girişle son dirsek arasında kanal çapının 5 katı uzunluğunda düz bir hava kanalı olması gerekir.
22. Asma tavan içerisinden geçen su borularının daha sonraki yıllarda delinme ve su kaçırma riski her zaman için vardır. Damlatan veya akıtan su boruları, altındaki ve etrafındaki mobilya ve eşyaları kullanılmaz duruma getirebilir.
 - a- İdeal olan asma tavan içinden sprinkler sistemi dışında boru geçirmemektir.
 - b- Asma tavan içinden geçmesi gereken borular varsa; sökülebilir tavan içinden kolay ulaşılabilir yerlerden geçmeli, koridor vb. yerlerin tavanına döşenmelidir.
 - c- Çarşılarda dükkanların tavanından ısıtma, ST vb. boruları doğremekten özellikle kaçınılmalıdır. Örneğin, büyük alışveriş merkezlerinin dükkanlarındaki VAV kutularının çıkışına sulu ısıtıcı monte edilmekten kaçınıp, elektrikli ısıtıcı monte edilebilir. Bu durumda tavan içinden geçen ısıtma borusu da olmayacaktır. Büyük çarşılardaki dükkanlar sabah erken saatlerde günde yarım saat veya en fazla bir saat süreyle ısıtmaya ihtiyaç duyabilirler. Böylece elektrik pahalı savı da ortadan kalkar. Kısa süreli elektrikli ısıtma sonunda atık ısı olmayacak; çabuk tepki ve ısıtma da sağlanacaktır.
 - d- Asmatavan içinden geçen soğutulmuş su boruları ise daha tehlikelidir.
 - Yanlış izolasyon veya izolasyonun sonradan bozulması nedeniyle borular üzerinde aşırı yoğuşma olabilir ve aşağıya damlayabilir.

- Soğutulmuş su borularının ömrü (yoğuşma az da olsa) ısıtma borularına göre daha azdır.

23. Klima tesisatında, çürüyen borular ileride sistemin sık sık kesintiye uğramasına neden olur. Boruların çürümesini önlemek ve uzun ömürlü olmalarını sağlamak için;
 - a. Piyasadaki (olabildiğince) kaliteli borular kullanılmalı,
 - b. Kapalı genişleme depoları kullanılmalı,
 - c. Tesisatın üst noktalarında biriken havayı almak için hava tüpü ve pürjörler yerleştirilmeli,
 - d. Hava ve tortu ayırıcılar kullanılmalı,
 - e. Tesisattaki suyun su doldurma ve boşaltma işleminin sık yapılmasından kaçınılmalı (her su dolumuyla birlikte tesisata oksijen girecektir),
 - f. Soğutulmuş su borularında ısı ve nem yalıtımı çok iyi yapılmalı,
 - g. Tesisatta tadilat yapılırken, boru birleşmelerindeki kaynaklı birleşmeler özenle yapılmalıdır.
 - h. Isı ve nem yalıtımlarının kötü yapılması halinde; boru yüzeyinde kondensasyon ile oluşan su, boru eğimleri yönünde akarak korozyona neden olabilir.
 - i. Tesisata doldurulan suyun kalitesine dikkat edilmelidir.

21.3. KLİMA TESİSATI, HAVALANDIRMA VE ENERJİ TÜKETİMİ

1. Binaların kullanılmaya yeni başlandığı günler en kritik dönemlerdir:
 - Kapılar açıktır.
 - Testler tam olarak bitmemiş olabilir.
 - Dengeleme (balans) işlemleri devam etmektedir.
 - Yangın ihbar, yangın söndürme, duman tahliyesi ve merdiven basınçlandırma sistemleri insanlar binaya taşınmadan önce kesinlikle tamamlanmış, test ve balans işlemleri mutlaka bitirilmiş olmalıdır.
 - Eşya taşınması devam etmesi nedeniyle bazı kaçış güzergahları tıkanmış olabilir.
 - Binaya giriş-çıkış daha kontrolsüz olabilir.
2. Klima sistemlerinde **ENERJİYİ** fan motorlarından çok **HAVA KANALLARI TÜKETİR**.
 - a. Hava kanalı kesitleri seçilirken daha az basınç kaybedecek şekilde projelendirilmelidir. Hava kanallarının kesitleri yüksek hava hızlarına göre seçildiğinde direnç artacaktır. Artırılan ve azaltılan direncin karşılığı da tüketilen enerji miktarını belirler.
 - b. Hava kanallarındaki hızlar, cihaz çıkışından menfeze doğru sürekli olarak azalarak gitmelidir. Hızın azalıp, tekrar artması büyük ve gereksiz basınç kayıplarına neden olur.
 - c. Bir cihaza bağlı hava kanallarındaki en yüksek basınç kaybına göre fan seçmek yerine, bazen direncin yüksek olduğu bölgelere booster fan kullanmak, optimum enerji tüketimi sağlayabilir.
 - d. Klima cihazları çıkışındaki ani dönüşler, cihaz çıkışında fanın dönme yönüne ters yönde yapılan bağlantılar, yanlış menfez ve kutu bağlantıları aşırı basınç kaybına ve gürlü-

ye neden olur. Hava hızları yüksek ise, bu tip dönüşler ve bağlantılarda dirençler çok daha fazla artacaktır.

- e. Hava kanalları kesinlikle sızdırmaz tipte seçilmeli ve montajında sızdırmazlık ile ilgili önlemler alınmalı ve sızdırmazlık testi yapılmalıdır. Türkiyede kullanılan hava kanallarında %20'nin üzerinde kaçak olduğu bilinmektedir. Bu çok yüksek oranda enerji ve performans kaybına neden olmaktadır.
- f. Hava kanallarının izolasyonu ısı kaybını en aza indirecek ve yoğunlaşmaya imkan vermeyecek şekilde yapılmalıdır.
3. Klima **SANTRALLARI** da aşırı **ENERJİ** tüketebilir. Klima santrallarının boyutları (kesiti) küçükse, enerji tüketimi daha fazla olacaktır. Daha küçük kesitli klima santrallerinde,
 - a. Satın alma maliyeti azalır.
 - b. Daha az yer kaplar. Ancak burada hava hızı artar ve bunun sonucunda,
 - Enerji tüketimi aşırı ve gereksiz yere artar.
 - Ses (gürültü) seviyesi yükselir.
 - Genellikle fan devir sayısı arttığından ömür daha kısalmır.
 - Filtrasyon kabiliyeti azalır ve servis sıklığı artar. Filtrenin tıkanmasıyla birlikte fanın sarf ettiği enerji de çok artacaktır.
4. Vantilatör ve aspiratör seçiminin enerji tüketimine etkisi vardır.
 - a. Fan seçerken, verimin yüksek olduğu tip ve model araştırılmalıdır.
 - b. Olabildiği kadar yüksek devirli fan seçiminden kaçınılmalıdır.
5. Kombine klima santrallerinde aspiratör kapasitesi vantilatörden (özel durumlar dışında) daha küçük olmalıdır. WC, mutfak gibi yerlerden atılan egzoz havası miktarı ile, binayı pozitif basınçta tutmak için gerekli hava miktarı dikkate alınmalıdır. Merdiven boşluğuna %100 taze hava verilmesi sorunu kısmen çözebilir.
6. Enerji sıkıntısı olduğunda, binadaki fazla enerji tüketimi (büyük motor güçleri, ısı kaybı ve kazancının fazla olması) jenaratörün de büyük kapasitede seçilmesine (ilk yatırım maliyeti, yer kaybı vs.) neden olacaktır.
7. Isı ekonomisi yapmak için, ısı geri kazanımlı aydınlatma armatürleri kullanılabilir. Bu sistemde egzoz havası bu özel aydınlatma aygıtları üzerinden emilir. Böylece aydınlatma yükünün yaklaşık %30 oranında bir kısmını doğrudan dışarı atmak mümkündür.

21.4. HAVALANDIRMA NOTLARI

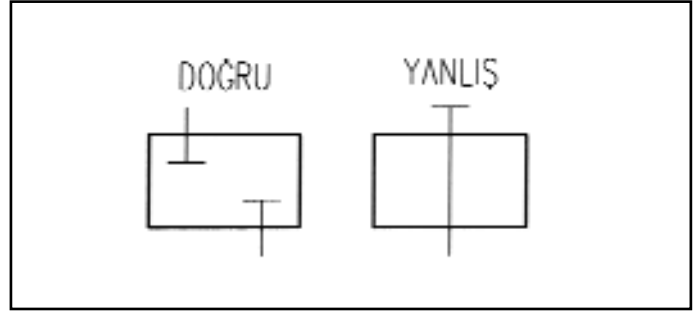
1. Dış hava miktarları hesaplanırken, sigara içilen hacimlerde 60 m³/kişi (hatta 75 m³/kişi) değeri alınmalıdır. Daha düşük havalandırma değerleri ile projelendirme yapıldığında, havalandırma uygulamada yetersiz kalmaktadır. ASHRAE daha düşük bir değer vermektedir. Ancak Türkiye'de yaşayan insanların sigara içme oranı daha yüksektir.
2. İç hava kalitesinin artırılabilmesi için, daha fazla temiz dış hava kullanılması gereklidir. Geçerli standartlarda verilen hava miktarları iç hava kalitesi açısından yetersiz kalmakta ve sonuçta şikayetlere neden olmaktadır. Özellikle sigara içilen hacimlerde

standartlardaki hava miktarları kesinlikle yetersizdir. Projelerimizde ve uygulamalarımızda mümkün olduğu kadar hava miktarlarını artırmaya çalışmalıyız. Temiz hava miktarını artırırken, enerji geri kazanım yöntemlerini de uygulamalıyız.

3. İç hava kalitesi
 - Kapalı binalarda yorgunluk, baş ağrısı vs. gibi şikayetler oluşmaktadır. Bunların yaklaşık %45'i havalandırma (iç hava kalitesi) ile ilgilidir.
 - İç hava kalitesi: Yerden 1,83 mt. yüksekliğe kadar, yandan 60 cm. mesafe içinde kalan hacim için araştırılır.
 - Hava kanalı sistemlerinin temizliği Batı Ülkelerinde bir sanayi haline gelmiştir.
 - Hava kanallarında nem %30 - %60 arasında olmalıdır. %70'de mantarsal bakteriler üremektedir.
 - CO₂ oranı 1000 ppm'i geçerse problem başlar.
4. İç hacimlere iç hava kalitesi sensörü konularak, havalandırma otomatik kontrol ile sağlanabilir. (sıcaklık - nem duyar elemanı gibi.)
5. Gözün görebileceği toz 10 mikron büyüklüktedir. Oysa doğadaki tozun %99'u 1 mikron mertebesindedir.
6. Fan basıncı hesabında, hava filtresinin direnci, temiz ve tam kirli hallerdeki dirençlerin ortalaması olarak alınmalıdır.
7. İki kademeli filtre seçildiğinde, aradaki fark 2 değerinden fazla olmamalıdır. Örneğin EU2 ve EU4 gibi...
8. Filtre kesitini imkan varsa 2-3 kez büyük seçerek
 - Filtre temizliği için gerekli servis sayısı azalacak, ayda bir yerine üç ayda bir servis yapılacaktır.
 - Filtre direnci azalacağından fan enerji tüketimi azalacaktır.
 - Sıcaklık kontrolü yoksa, kirlenmeyle azalan hava debisine bağlı menfez ve anemostatlardaki yoğunlaşma ortadan kalkacaktır.
9. Çatıdaki veya uzaktaki aspiratörlerin ve tüm motorlu cihazların elektrik tabloları çatıda aspiratör yanında (cihazların yakınında), kumanda ve kontrolleri ise kontrol ve kumanda odasında olmalıdır.
10. Yangın damperlerinin manyetik anahtarlı seçilmesi yerine (ilk yatırımı artırsa bile), elektronik kumandalı seçilmesi çok uygundur. Özellikle işletmeye alma döneminde şantiye elektriği kullanırken, enerji kesilmesi nedeni ile ciddi zorluklar yaşanabilmektedir. Sonuçta tekrar kurmakla başa çıkılmayıp telle bağlanarak sakıncalı bir çözüme gidilmektedir.
11. Otomatik kontrol armatürlerinin sudan korunması için aşırı önlem almak yerine, açık alana klima santrali monte etmekten olabildiğince kaçınılmalıdır. Açık havadan gelen (kurum, asit vs.) aşırı korozyon yaratmaktadır. Ayrıca yüksek blok çatılarında fazla rüzgar yükü, donma riski gibi sakıncaları vardır.
12. Klima santrallerinde damperin motora bağlanmasını sağlayan damper kolları konstrüksiyonuna çok dikkat edilmesi gerekir. Aslında detay gibi görünen bu ayrıntı çok önemlidir. Zira tüm hava kontrolünü yöneten elemanlar damperlerdir.
13. Pnömatik kontrol sistemlerinin kullanım yerleri:
 - a. Büyük kapatma kuvvetlerinin gerektiği yerlerde (büyük debili santrallarda)

- b. Patlama riski olan yerlerde (kimyasal madde ile ilgili yerler.)
14. Yangın ihbar ve otomasyon sistemleri seçilirken, bazı ihbarları otomasyon, bazılarını ise yangın ihbar aldığından; (koordinasyonun daha iyi sağlanması için) aynı firmanın ürünü olması yararlı olacaktır.
15. Taze hava santralleri yaz-kış 22 °C sıcaklıkta hava üfleyecek şekilde seçilmelidir. Türkiye koşullarında büro planlaması iyi yapılmıyor. Kullanım maksadı değişiyor ve insan sayısı daha fazla olabiliyor. Bu nedenle mutlaka bir emniyet kat sayısı gözönüne alınmalıdır.
16. Banyolarda pencere olsa bile, aspiratör kullanılmalıdır. Kimse cam açıp banyo yapmamaktadır.
17. Banyo egzoz menfezi, küvet hacmi içinde, banyo bataryasının ters tarafında olmalıdır.
18. Asansör makina daireleri,
- Yazın yükselen sıcaklığa karşı aspiratörle havalandırılmalıdır.
 - Yazın dış hava sıcaklığının yüksek olduğu yerlerde ise, asansör makina dairelerinin tavanı izole edilmelidir.
 - Binada klima tesisatı varsa, büro hacimleri egzoz havası kısmen asansör dairesine basılarak soğutma yapılır. Bu hava asansör dairesinden bir aspiratörle zorlanmış olarak veya dış hava panjurları ile doğal olarak dışarı atılır.
19. Katlar aspiratör havası
- Adana gibi sıcak bölgelerde asansör, makine dairesine üflebilir. (Sıcaktan asansör termiği atabiliyor.)
 - Teras kattaki soğutma kulesinin veya havalı kondenserin üzerine üflebilir. Soğutma kulesinin veya hava soğutmalı kondenserin verimi artacaktır. Teras kattaki soğutma kuleleri kalorifer bacalarından uzağa monte edilmeli ve baca kule seviyesinden 3 m daha fazla yükseltilmelidir.
20. Büro binalarında katların egzoz havası çatı arasına verilirse, kışın çatı arası sıcaklığı yükselecek ve ısı ekonomisi sağlanacaktır. Benzer ekonomi yaz iklimi için de geçerlidir. Ancak,
- Çatı arası ile katlar arasının sızdırmaz kapı ile ayrılması gerekir.
 - Sadece büro hacimlerinin egzoz havası kullanılmalıdır.
21. Yine büro, alışveriş merkezi vb. yapılarıdaki egzoz havaları kokusuz ve kirlenmemiş olmaları şartı ile garaj havalandırmasında kullanılabilir.
22. Merdiven basınçlandırma (yüksek bloklarda) hava verici vantilatörleri ayarlanabilir devirli olmalı ve katların kapıları civarında basınç hissedicileri bulunmalıdır. Vantilatör gerektiği debide çalışabilmelidir.
23. Egzoz aspiratörleri mutfak, cafe vb. uygulamalarda uçta olmalıdır. Koku dağılımı olmaması için + basınç yaratılmamalıdır.
24. Atriumlarda direkt egzoz için rezervasyon bırakılmalıdır.
25. Sıcak hava basan vantilatörlerin debisi çok azalacaktır. Vantilatör seçiminde hava sıcaklığına dikkat edilmelidir.
26. Kesintisiz güç merkezi hacimleri havalandırılmalıdır.
27. Sığınak hacimlerine ısıtma ve havalandırma tesisatı yapılmalıdır.

28. Cihazların lastik takozu **Şekil 21.4'deki** gibi olmalıdır. Lastik takoz imalatçısı bir lastik takozun taşıyacağı yükü vermelidir.

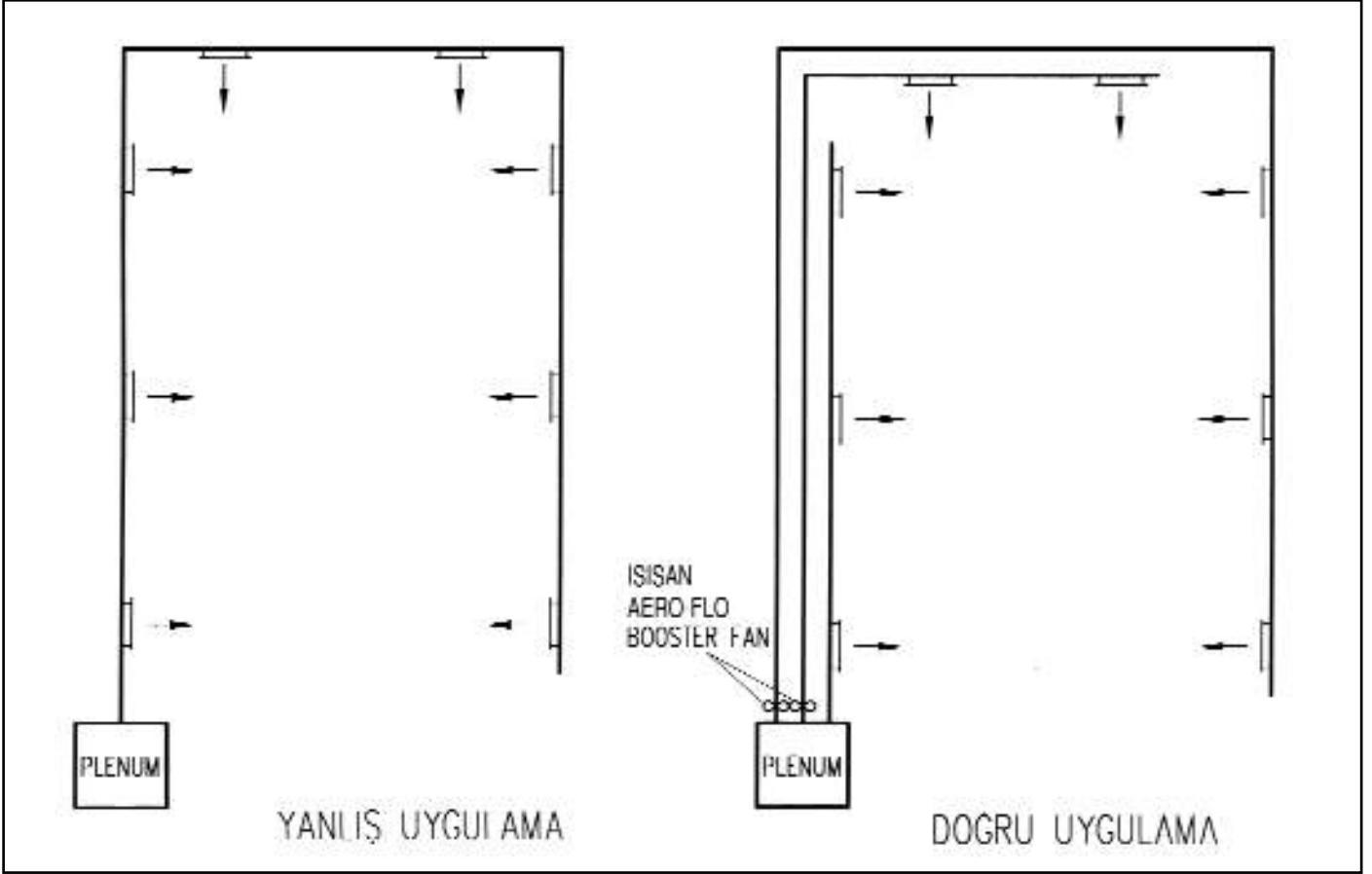


Şekil 21.4.

29. Kayış iki tarafından ortaya doğru sıkıldığında (2,5+2,5) toplam 5 cm. esniyorsa idealdir. 3 ayda bir kayışlar kontrol edilmeli ve ayarlanmalıdır.
30. Öne eğik kanatlı (sık kanatlı) fanlarda direnç arttıkça motorun çektiği akım hızla azalır. Geriye eğik kanatlı tiplerde de aynı sorun vardır fakat daha ağır seyredir.
31. Kazan dairesine klima santrali ve aspiratör monte edilmemelidir. Vakum oluşabilir ve kalorifer kazanındaki yanma bozulabilir.
32. Çamaşırhanelerde, ütülerin üzerindeki davlumbazlarda yoğunlaşma meydana gelmektedir. Yoğuşan su ise, damlayıp çamaşırlarda leke oluşturur. Bu nedenle silindir ütü emişleri, silindir için yapılmalıdır.
33. Taze hava emişi zeminden en az 3 m yukarıda olmalı (çatıdan taze hava almak daha da iyi olur) ve mutfak egzoz pancuru, kalorifer bacası ve pis su havalık kolunu gibi yerlerden uzakta bulunmalıdır.

21.5. HAVA KANALI UYGULAMA NOTLARI

- Hava kanalı uygulamalarında uzun hatların tek kanal ile beslenmesi ilk ve son menfez arasında hava hızı açısından büyük farklar doğurmakta ve hava ayarı yapılamamaktadır. Bu durumda, kanalda zonlama yapılmalı ve uzun hatlar için booster fan kullanılmalıdır.
- Booster fan kullanımı mantığı çoğunlukla bilinmemektedir. Birbirinden çok farklı dirençlerde hava kanalları tek fanla beslemeye çalışılmaktadır. Böyle durumlarda fan seçimi kritik devreye göre yapıldığından, gereğinden büyük fanlar ortaya çıkmakta ve direnci az olan devrelerde kısma suretiyle direnç dengelenmesi yapılırken enerji ziyan edilmektedir. Bunun yerine **Şekil 21.5'de** görüldüğü gibi, farklı dirençlerdeki paralel hava kanalları içinde en düşük dirence sahip olana göre fan seçildiğinde ve yüksek dirence sahip kollarla fark direnç, booster fanlarla karşılandığında büyük tasarruf imkanı doğmakta ve sistem çok daha mükemmel dengelenmektedir.
- Kalorifer tesisatında basınç kayıpları mSS, havalandırma tesisatında basınç kayıpları mmSS olarak hesaplanır. Yani hava kanalı dizaynında basınç kayıpları en aza indirilmelidir. Ayrıca her menfeze kadar olan basınç kayıplarının da eşit olmasına çalışılır.



Şekil 21.5.

malıdır. Kalorifer tesisatında hızların artması durumunda sistem kapalı olmasına rağmen ses oluşur ve oluşan bu ses duyulabilir. Havalandırma tesisatında ise; hız arttığında menfezlerin ucu açık olduğu için oluşan ses dışarıdan daha fazla duyulur. Kolon klapeleri menfezlerden en uzak noktaya monte edilmelidir (kolon klapeleri ses kaynağıdır). Konfor tesislerinde menfezler hava hızının yüksek olduğu kanalların üzerine veya yakınındaki branşmanlara yerleştirilmemelidir.

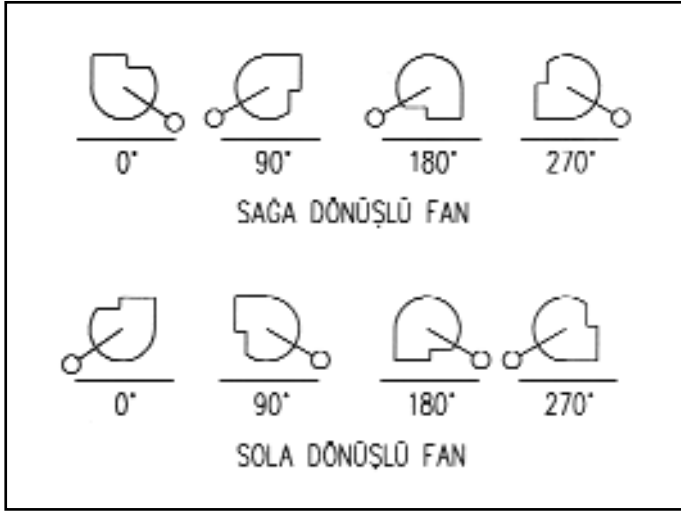
4. Ofis blokları için hava hızları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 21.6).
5. Statik basınç kayıpları açısından dengeli olmayan kanallarda hava ayarı teorik olarak kanal üstü damperlerin kısılması ile yapılabilir. Ancak pratikte hava çok kısılınca ses oluşmaktadır. Bu nedenle cihaz çıkışına uzak ve yakın olan kanalların basınç dengelenmesi damperlere güvenmeden yapılmalıdır. Dengeleme için kısa kanalın çapı, hava hızını kabul edilir değerlerin üzerine çıkarmadan bir veya iki çap küçültülmelidir. İlk menfezin hava damperinden yaklaşık 6 m veya daha fazla uzakta olmasına dikkat edilmelidir.
6. Hava dağılımı yapılırken, büro mahallerinde, 2,8 mt. kat yüksekliğinde anemostat başına yaklaşık 7500 BTU/h kapasite alınabilir. Bir yerden 7500 BTU/h den daha fazla soğuk hava üfleme halinde (duvar ve cam tipi klima cihazlarında olduğu gibi) ortamda ciddi sıcaklık farklılıkları ve istenmeyen hava hareketleri oluşmaktadır. Kanallı tip klima cihazı yerine salon tipi kli-

	Goodman Uygulaması (m/s)	V.A.V Uygulaması (m/s)
Besleme menfezleri	1,5-2,5	1,5-2,5
Emiş ve egzoz menfezleri	2-3	2-3
Dış hava panjuru	3-4	3-4
Branşman kanalları	2,5-4,5	V.A.V box sonra 2,5-4,5 V.A.V box öncesi 5-10
Ana kanallar	4-6	10-15

Şekil 21.6. OFİS UYGULAMASINDA TAVSİYE EDİLEN HIZLAR

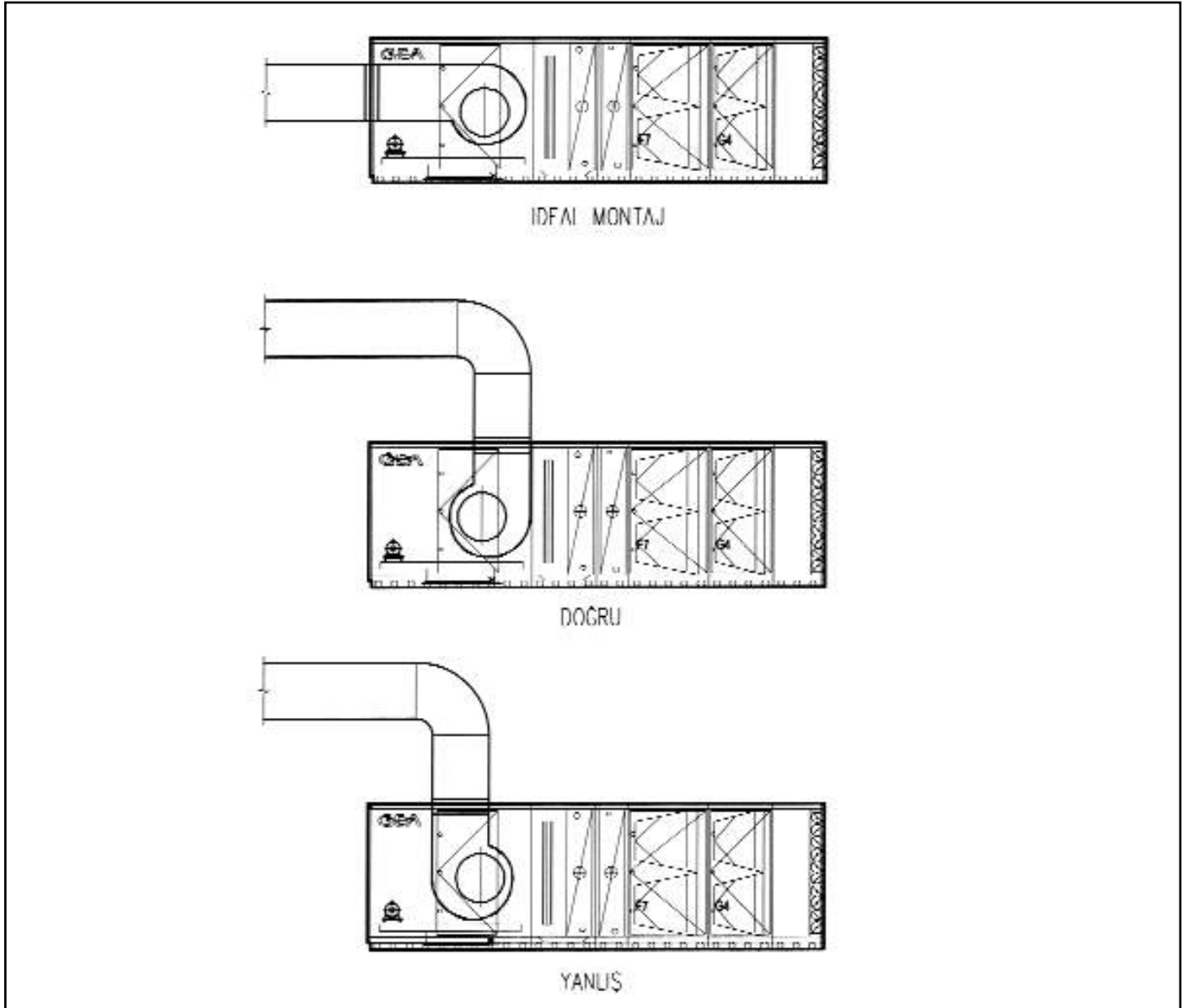
ma cihazları ile soğutma yapmak veya çok büyük miktarlardaki havayı bir menfezden ortama vermek, ısıtmada radyatör yerine sobanın tercih edilmesine benzer. Menfezler yerleşiminde sorun varsa dahi 10.000 BTU/adet menfez kapasitesinin aşılmasını öneririz.

7. Fanları Şekil 21.7'de gösterildiği gibi farklı pozisyonlarda yerleştirmek mümkündür. Öncelikle fan motorunun bulunduğu tarafa bağlı fanları sağa dönüşlü ve sola dönüşlü olarak iki ana yerleşim grubuna ayırmak mümkündür. Ayrıca her grup fan yerleştirme açısına bağlı olarak 0, 90, 180 ve 270° açılı olarak dört ayrı biçimde yerleştirilebilir. Fanın bağlanacağı kanalın durumuna göre en uygun yerleşim pozisyonu seçilmelidir. Yanlış uygulama gereksiz basınç düşümlerine, sese ve düzensizliklere neden olur.

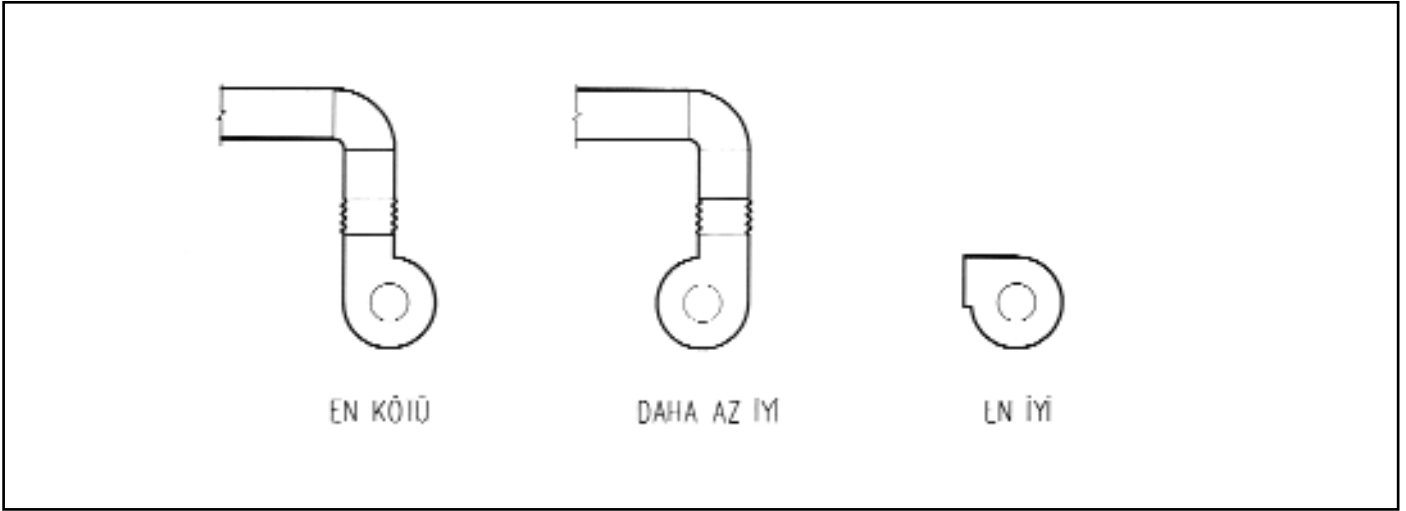


Şekil 21.7. FAN YERLEŞİM POZİSYONLARI

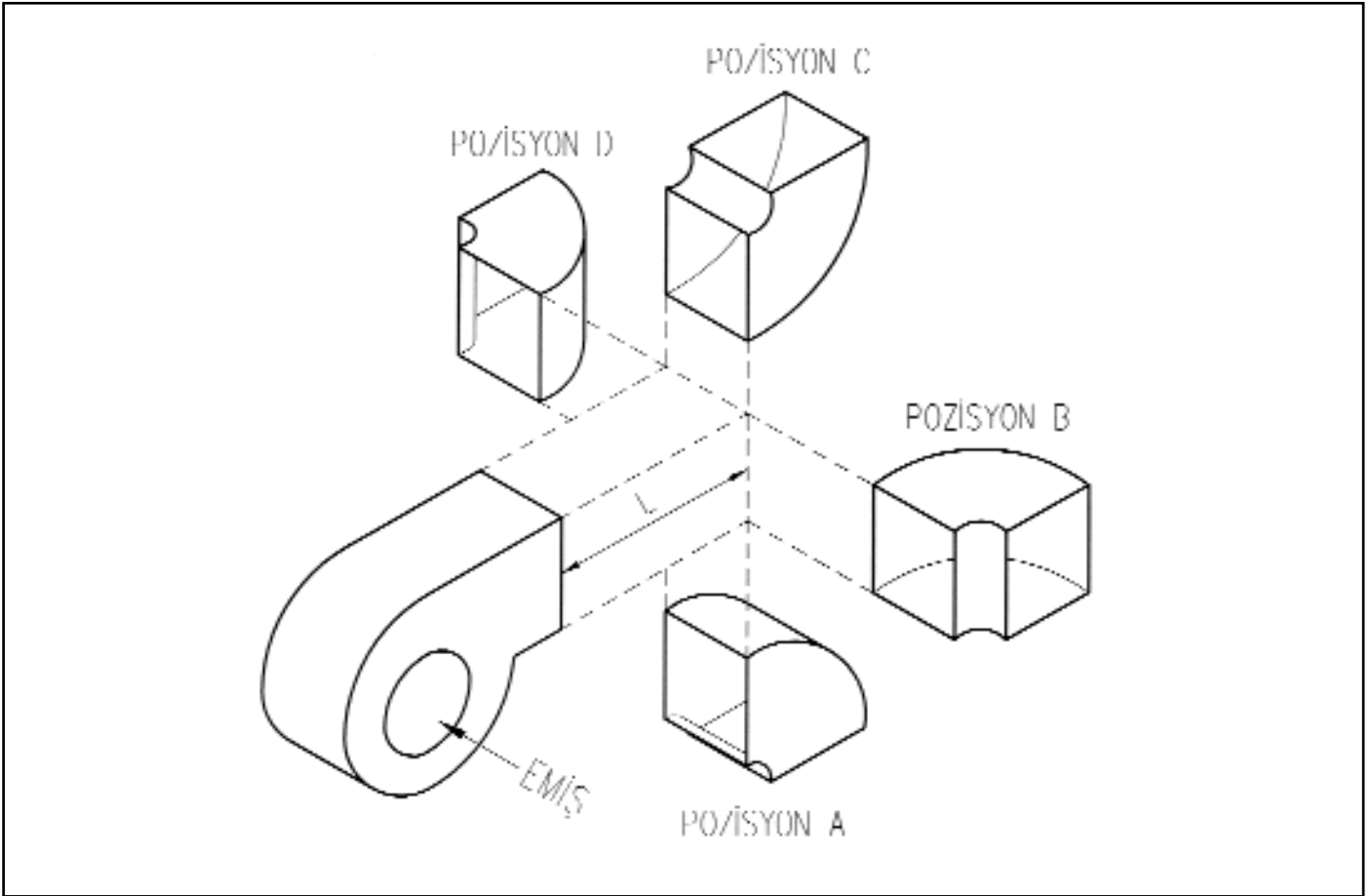
8. Klima santrallerini sipariş ederken; hava kanalı bağlantı şekli ve yönü doğru belirlenmelidir. Fan çıkışındaki basınç kaybı minimum tutulmaya dikkat edilmelidir. Şekil 21.8'de görüldüğü gibi fan dönüş yönüne ters yönde uzanan kanallarda büyük basınç kaybı meydana gelir. Kanal güzergahına dikkat edilerek klima santrallerindeki doğru fan yerleşim pozisyonu sipariş sırasında imalatçıya mutlaka belirtilmelidir.
9. Tek başına fanların yerleşiminde de yukarıda ifade edilen kanal güzergahına uygun fan pozisyonu seçimi işletme maliyetleri ve problemsiz çalışma açısından büyük önem taşır. Şekil 21.9'de bununla ilgili şematik gösterimler verilmiştir.
10. Fan çıkışında bir dirsekle yön değiştirmek gerekiyorsa, tek ve çift emişli fanlarda Şekil 21.10.A ve Şekil 21.10.B'deki pozisyon A en uygun haldir. Çift emişli fanlarda fark etmezken, tek emişli fanlarda sağa ve sola dönüş farklı basınç düşümlerine neden olur. Tek emişli fanlarda pozisyon B, pozisyon D'ye göre



Şekil 21.8. KLİMA SANTRALI HAVA KANALI BAĞLANTI ŞEKLİ VE YÖNÜ DOĞRU OLMALIDIR.



Şekil 21.9. KANAL GÜZERGAHINA UYGUN FAN POZİSYONU

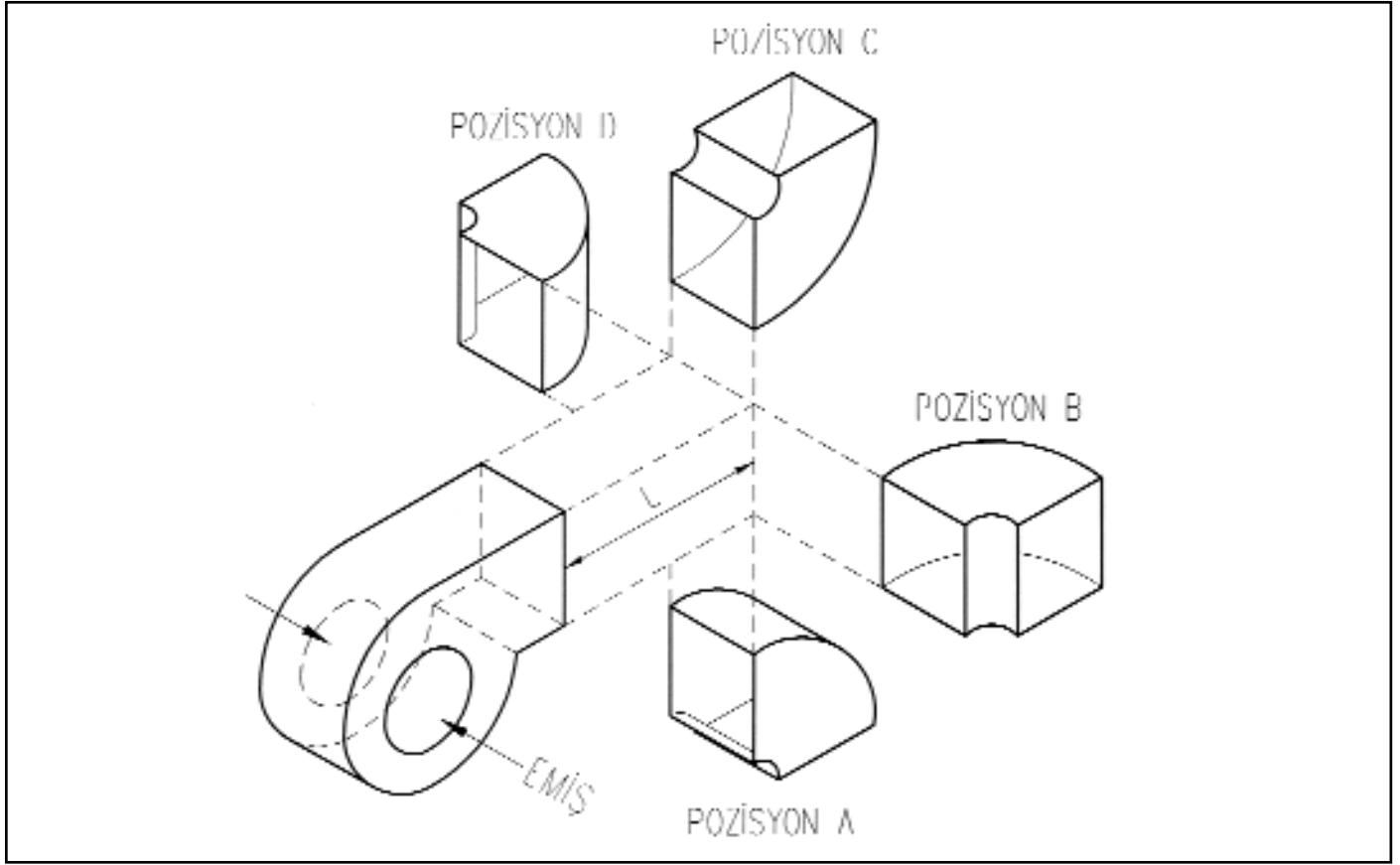


Şekil 21.10.A TEK EMİŞLİ FAN ÇIKIŞINDA DİRSEK YÖNLERİ

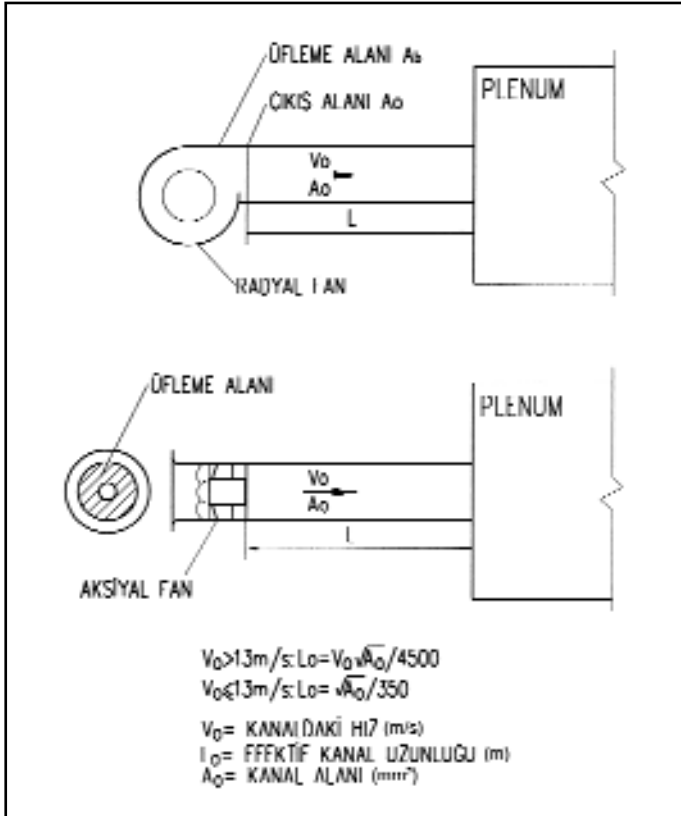
daha iyidir. Pozisyon D ve pozisyon C eşit olarak en kötü hal-lerdir. Çift emişliler de ise, B ve D pozisyonları yaklaşık eşit ve daha az kötü hal, C pozisyonu en kötü haldir.

11. Fan çıkışında bir plenum varsa, plenum ile fan arasında düz bir kanal parçası olmalıdır. Fan doğrudan plenuma bağlanırsa, önemli basınç kayıpları oluşur. Hiç basınç kaybı oluşmaması için gerekli düz kanal uzunluğu **L** Şekil 21.11'de tariflenmiştir.

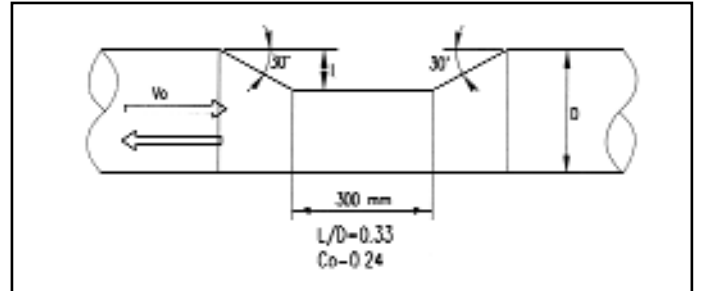
12. Tavandan sarkan kirişleri geçerken kanalın bir U yapması yerine **Şekil 21.12'de** gösterildiği gibi kanal kesiti üst taraftan daraltılarak düz bir geçiş sağlanabilir. Bu daraltmada yuvarlak kanallarda L/D değerinin 0.33 değerini aşmamasına gayret edilmelidir. Dikdörtgen kanallarda ise, daralma açısı 15° değerinde olmalı ve benzer biçimde tariflenen L/H oranı 0.30 değerini aşmamalıdır.



Şekil 21.10.B ÇİFT EMİŞLİ FAN ÇIKIŞINDA DİRSEK YÖNLERİ

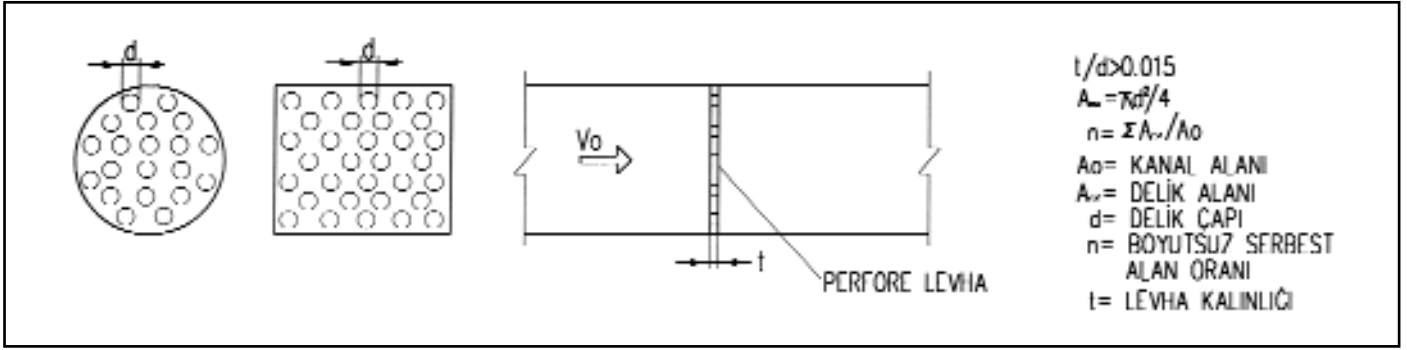


Şekil 21.11. BASINÇ KAYBI OLUŞMAMASI İÇİN DÜZ KANAL UZUNLUĞU

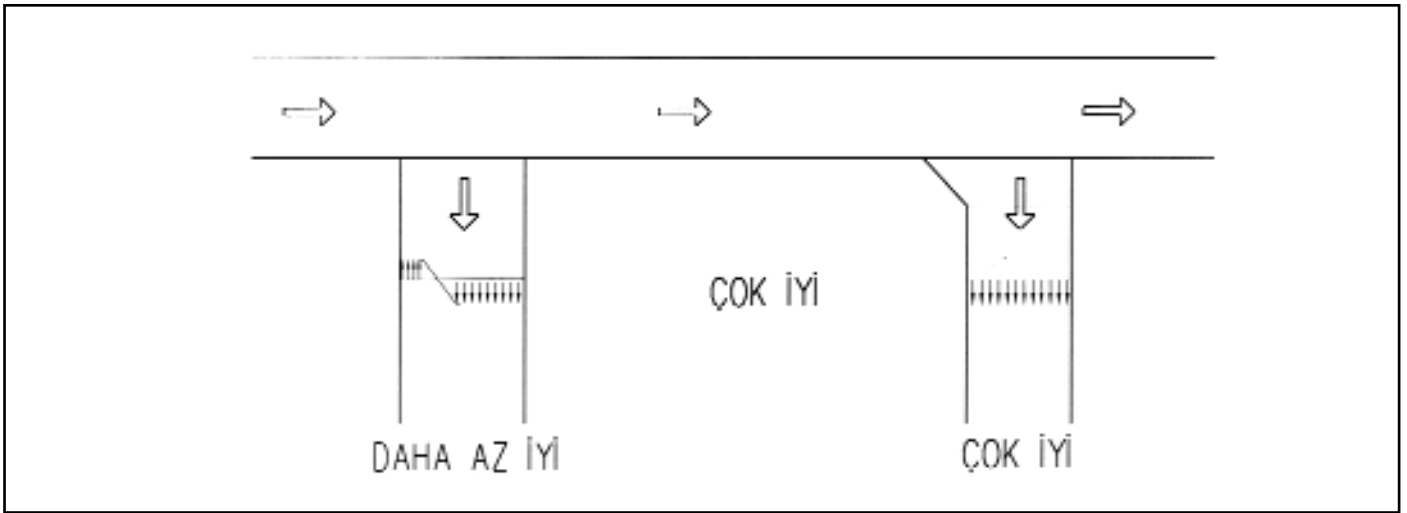


Şekil 21.12. KİRİŞ GEÇİŞİ

13. Kanal sisteminin dengelenmesinde (sabit debili kanal sistemlerinde dengeleme amacı ile), direnci az olan kolda klape kullanmak yerine perfore sac kullanılabilir. Bu durumda Şekil 21.13'de gösterilen t/d oranı 0.015 ile 0.6 arasında, n değeri de 0.20 ile 0.90 arasında olabilir.
14. Kanal sisteminde kol ayrılmalarda doğrudan dik bir kanal ile ayrılmak yerine, Şekil 21.14'da gösterildiği gibi bir pah ile ayrılmak akışı geniş ölçüde düzeltir. Birinci halde ayrılma noktasında akışta geri dönüşler ve girdap oluşurken, ikincisinde düzgün bir akış profili elde edilir. Buna bağlı olarak basınç düşümü ve ses ihtimali azalır.
15. Büyük ve tek odaların hava ile şartlandırılmasında dönüş havasını odadan ayrı bir kanalla toplamak yerine, asma tavanı veya yükseltilmiş döşemeyi plenum olarak kullanmak ve bu plenumdan tek noktadan emiş yapmak uygun ve avantajlı bir çözümdür.



Şekil 21.13. DİRENÇ İÇİN PERFORE SAÇ KULLANIMI



Şekil 21.14. ANA KANALDAN PAH İLE AYRILMAK

16. Asma tavanın dönüş havası plenumu olarak kullanılması halinde kanal maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlanır. Buna karşılık;
- Bütün binada uygun hava dengelemesi zorlaşır.
 - Çatlaklardan hava sızıntısı olur ve bu noktalarda kirlenmeye neden olur.
 - Emişe en yakın dönüş havası açıklığından daha fazla hava emilerek hava dağılımını bozabilir ve sese neden olabilir.
 - Ofis alanları arasında ses geçişine neden olur.
17. Yüksek basınçlı havalı sistemlerde, kaçaklar çok önemlidir. Kaçak oranları %30 değerlerine ulaşabilir. Bunun için bu sistemlerde mutlaka contalı sızdırmaz kanal kullanılmalıdır. Yuvarlak kanallarda üretim fabrikada yapılır ve kanal sızdırmazdır. Kanalda kenetle birleşme yoktur. Kanalların birbirine eklenmesinde ise contalı ve geçmeli sızdırmaz bağlantı kullanılır. Bağlantılar flanşlı değildir. Böylece hem kanal montajı hızlı, hem de kanal sistemi sızdırmazdır.
18. Havalandırma ve klima sistemlerinde hava kanalları montajı yapılırken, inşaat süresince açık kalacak olan menfez ağızları veya kanal uçları naylon ile kapatılarak, yapıştırıcı bantla dıştan sarılmalıdır. Aksi halde kanalların içerisine dolan tozlar fanların ilk çalışmasında bitmiş durumdaki binayı kirletecektir. Hatta kanal içinde kalacak bazı parçalar, hava hareketinde sürekli gü
- rültü kaynağı oluşturacaktır.
19. Düşey şaftlardaki hava kanalları düzenlenirken hava dağıtımında emiş (egzoz) kanalının en üst kata yerleştirilen egzoz santralına, besleme kanalının da en alt kata yerleştirilen taze hava santralına bağlanması halinde şaft kesitinden tasarruf sağlanır. Çünkü kanallarda biri küçülürken diğeri büyür. Şaft boyunca toplam yer ihtiyacı değişmez.
20. Bir binada genel olarak ihtiyaç duyulan şaftlar:
- a. Baca şaftı
 - b. Kalorifer ve sıhhi tesisat boruları şaftları
 - c. Klima ve havalandırma kanalları şaftları
 - d. Elektrik şaftları
 - e. Mutfak aspiratör şaftları
 - f. Pis su şaftları olarak sayılabilir. Şaftlar bağımsız olmalıdır. Örneğin elektrik ve tesisat şaftı aynı olamaz. Kalorifer, sıhhi tesisat şaftına hava kanalı konulmaz.
21. Mutfak davlumbaz kanalları 2,5 mm. siyah sacdan kaynaklı üretilmeli ve izolasyonu yanmaz malzeme ile yapılmalıdır.
22. Davlumbazın yerden yüksekliği 185 cm (Ocaktan yukarı 105 cm) olmalıdır.
23. Mutfak, kafeterya gibi kokulu hacimlerin aspiratörleri ile emilen havayı taşıyan kanallarda negatif basınç olmalıdır. Eğer bu kanallarda (+) basınç olursa ve bu kanallar temiz hacimlerden

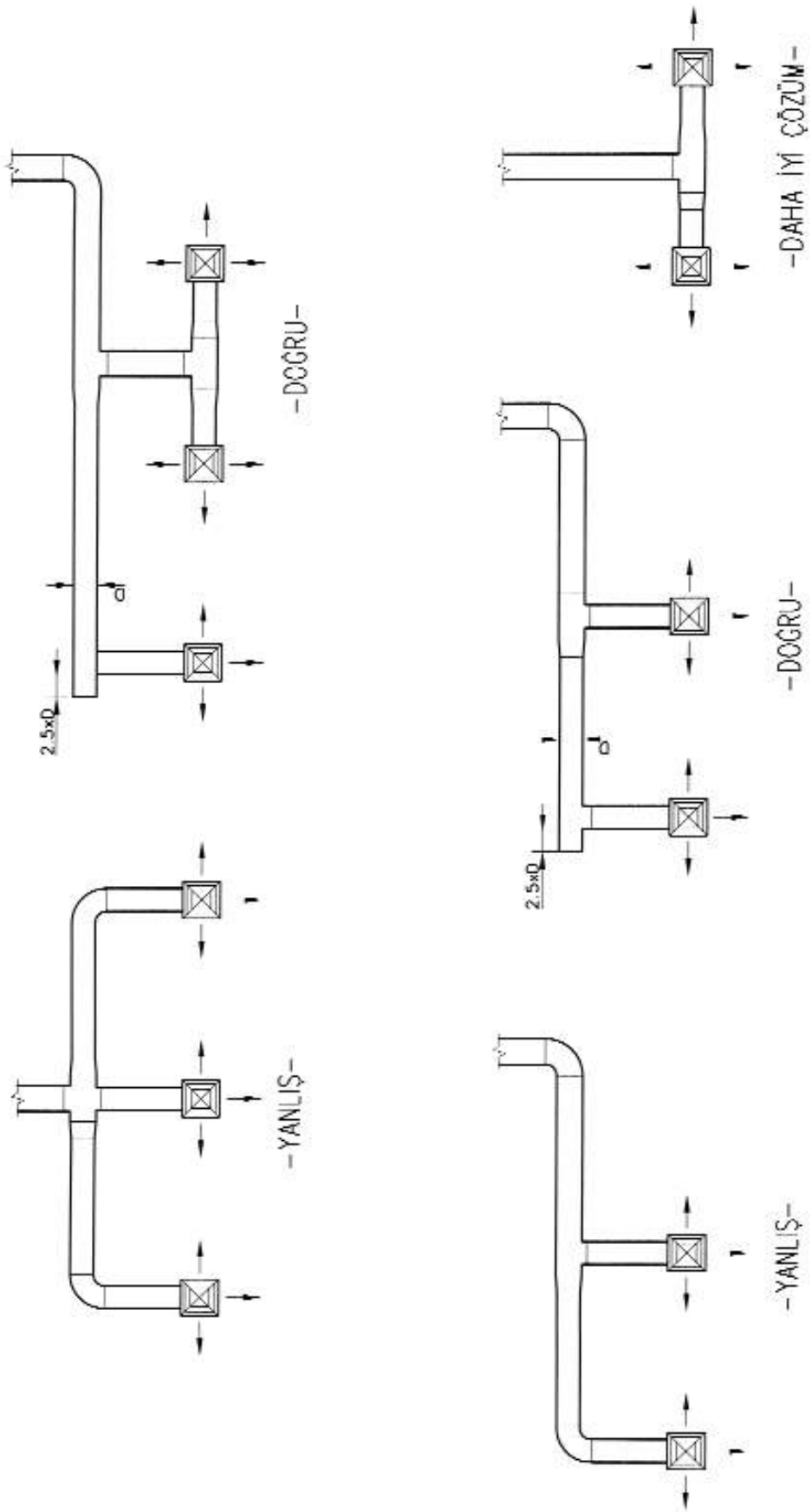
- geçerse koku sızması olabilir.
24. Devamlı çalışan mutfak aspiratörleri müşterek olabilir. Ancak farklı zamanlarda kesintili çalışan aspiratörler bağımsız olmalıdır.
 25. Tesisat şaftları yapılırken döğemelerin karşısındaki perde duvarda beton çıkıntı olursa kalas konup çalışılabilir. Yüksek bloklarda çalışma güvenliği için çalışılan şaftın alt katı da kalas ile kapatılıp çalışılmalıdır. (işçi güvenliği için)
 26. Kapalı yüzme havuzları egzoz kanalı ve egzoz fanı paslanmaz malzemeden yapılmalıdır. Kanal için örneğin alüminyum kullanılabilir.
 27. Aspiratör ve klima santralı hava kanallarına (eğer önceden bir hesap yapılmışsa) cihaz çıkışından itibaren 10 m uzunluğa ve en az bir dirseğe akustik izolasyon yapılmalıdır. Akustik izolasyon yapılan yerde hava kanalı kesiti iç izole kalınlığı kadar artırılmalıdır.
 28. Hava kanallarında klapelelerden sonra kontrol kapağı konulmalıdır.
 29. Hava kanalı askıları mümkün olursa, izolasyon üzerinden yapılmalıdır.
 30. Yatay hava kanalları askıları sağlam yapılmalı ve sallanması önlenmelidir.
 31. Klasik tip hava kanallarında emici-verici tüm kenetler macunlanmalıdır.
 32. Menfezlere hava dağıtımında mümkün olduğu kadar eşit uzunlukta kanallar kullanılmalı, eşit direnç yaratılmaya çalışılmalıdır. Bu konudaki örnekler **Şekil 21.15'de** verilmiştir.
 33. Akü odaları havalandırması için paslanmaz çelik aspiratör ve kanal olarak ise PVC boru kullanılmalı, galvaniz sac kullanılmamalıdır.
 34. Hava kanalı tasarımı yapılırken hiç hava damperi kullanılmayacakmış gibi düşünülmelidir.
 - a. Hava damperi küçük ayarlar için kullanılmalıdır.
 - b. Hava damperleri menfezlere olabildiğince en uzak yerlere monte edilmelidir. (Damper geçişindeki hava hızının oluşturduğu sesin dışarıya duyulmasını önlemek için)
 35. Havalandırma ve klima sistemlerinde hava kanalları montajı yapılırken, inşaat süresince açık kalacak olan menfez ağızları veya kanal uçları naylon ile kapatılarak, yapıştırıcı bantla dıştan sarılmalıdır. Aksi halde kanalların içerisine dolan tozlar fanların ilk çalışmasında bitmiş durumdaki binayı kirletecektir. Hatta kanal içinde kalacak bazı parçalar, hava hareketinde sürekli gürültü kaynağı oluşturmaktadır.
 36. Hava kanalları belirli aralıklarla temizlenmelidir. Günümüzde hijyen anlayışı bunu gerekli kılmaktadır. Buna göre daha tasarım aşamasında kanallar temizlenebilecek biçimde yapılmalıdır. Kanalların temizliği iç hava kalitesini artırmaktadır.
 37. Ticari yapılarda ana mutfak egzoz hava kanalına, diğer katların (çarşı, ofis v.s.) egzozları kesinlikle bağlanmamalıdır.
 - Aspiratör arıza yaptığında veya filtresi tıkanıldığında koku geçişi olur.
 - Aynı zamanda yangın güvenliği açısından kesinlikle sakıncaları vardır.

- Ana mutfak genellikle öğleden sonra kullanılmadığından, büyük kapasiteli aspiratör devamlı çalışmak zorunda kalacaktır.
- Doğru çözüm mutfak için ayrı bağımsız aspirasyon yapılmasıdır.
- Katlardaki çay ofisleri için ise, ocak üstü aspiratör ve şönt baca sistemi daha uygun olabilir.

21.6. KLİMA SİSTEMLERİ

21.6.1. VAV Sistemleri

1. Ana VAV kanallarında hız 7,5 m/s ve özgül basınç düşümü 1,2 Pa/m olmalı ve VAV kutusu ile kanal arasında hız 6 m/s ve özgül basınç düşümü 0,8 Pa/m seçilebilir.
2. V.A.V sistemlerinde basınç sensörü ana besleme kanalı uzunluğunun ortasına yerleştirilmelidir. Sensör fana asla yakın olmamalıdır.
3. VAV sistemlerde cihazlar cam önleri ve iç taraflar için ayrı boyutta seçilmelidir.
4. V.A.V kutuları zonlanmasında mahallerin kullanım amaçları ve buna bağlı olarak insan yoğunlukları esas alınır. Mesela çay salonu insan sayısı değişmeden gün boyunca kullanılır. Böyle yerleri farklı zonda almak hatta ayrı bir klima santralı monte etmek gerekir. Eğer kullanım amacı aynı olan bölünmüş mahaller var ise bu durumda yön, belirleyici kriterdir. Aynı yöne bakan odaların bir arada zonlanmasına dikkat edilmelidir.
5. VAV sistemlerinde kış işletmesinde; VAV santralından sabit sıcaklıkta (16 °C mertebesinde) hava üflenir. Ortam sıcaklığı yüke bağlı olarak düştükçe VAV kutusu ortama üflenen havayı kısımaya başlar. Hava miktarı %30 mertebesine kadar kısılır. Bu değerden sonra hava debisi sabit kalır ve ısıtıcı serpantin devreye girerek havayı ısıtmaya başlar. Böylece ısıtma ihtiyacı doğduğunda, odaya sabit %30 debisinde sıcak hava üflenir. Ters yöndeki gelişmede; yani ısıtmadan soğutmaya geçişte ise, önce ısıtıcı devreden çıkar, sonra soğuk hava miktarı giderek artırılır. Yaz işletmesinde üfleme havası sıcaklığı değişmez, min. 14 °C'dir. Ortam sıcaklığı hava miktarı azaltılıp-artırılarak kontrol edilir. %30 min. hava debisine ulaşıncaya, havanın daha fazla kısılması önerilmez.
6. VAV kutularındaki ısıtıcılar orjinal elektrikli ısıtıcılardır. Bu ısıtıcıların pek çok üstün yanları vardır. Türkiye'deki uygulamada ise elektrikli ısıtıcı yerine sıcak sulu serpantinler kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi kullanmamanın getirdiği kazanca karşılık; ilave borular, kontroller, servis ihtiyaçları ile daha pahalı ve işletimi zor bir sisteme gidilerek bu ödenmektedir. Ayrıca sulu bataryaların selonoidleri sorun yaratmaktadır. VAV kutularına monte edilecek ısıtıcılar (özellikle büyük çarşıların dükkanlarında) elektrikli tip olmalıdır. Çünkü ısıtma süresi günde bir kaç saati geçmemektedir. Sonuç olarak VAV kutu çıkışlarına sulu tip ısıtıcı monte edilerek, orjinal sistem, terim yerindeyse, sulandırılmıştır.
7. V.A.V çözümde hava miktarı yüksek olduğundan, dönüş havası asma tavan içerisinden toplanıyorsa tavanda bırakılacak hava



Şekil 21.15. EŞİT DİRENÇ PRENSİBİ

geçiş kesitine dikkat edilmelidir.

8. VAV sistem kullanılacaksa tavan yüksekliği 3,5 m olmalı, asma tavan boşluğu ise min. 60 cm olmalıdır.
9. V.A.V uygulamalarında kanal kesitleri daha büyüktür. Kanal adedini arttırarak kesit, dolayısı ile asma tavan yüksekliği düşürülebilir. Ancak bu uygulamada V.A.V kutusu seçimi yapıp yüksekliği belirlendikten sonra kanal hesabı yapmak daha doğrudur.
10. VAV'dan sonraki tüm kanallarda akustik izolasyon olmalıdır veya akustik izolasyon özelliği olan özel fleksibil kanal kullanılmalıdır.
11. VAV kutularından sonraki spiral kanal uzunluğu 4 m' den fazla olmamalı, 1-2 m mertebesinde olmalıdır.
12. V.A.V uygulamalarında, V.A.V kutusuyla anemostat arasında metal fleksibil kanal kullanılması tercih edilmez. Nedenleri:
 - Bu bölge zamanla pislik yuvası haline gelir.
 - Yüzeyin pürüzlü olması ve malzeme yoğunluğunun az oluşu nedeni ile ses oluşturur ve basınç kayıpları çok yüksek olur.
 - Alüminyum yerine cam yünü izoleli naylon (plastik) esaslı kanal uygulaması yaygınlaşmaya başlamıştır.
13. Son zamanlarda daha fazla uygulanmaya başlanan bir yeni yaklaşım, VAV sistemlerinde alışılanın çok altında sıcaklıklarda hava kullanılmasıdır. VAV kutularına beslenen hava sıcaklığı genelde 14-16 °C mertebesinde. Fanlı tip VAV kutusu kullanıldığında hava sıcaklığı değeri yüksek tavanlı yerlerde 9 °C mertebelerine kadar düşürülebilmektedir. Kutulara beslenen hava sıcaklığı sabit değerde olup, değişen soğutma yüküne göre debi değiştirilmektedir. Yeni bir yüksek bina uygulamasında; soğutma grubunda su sıcaklığı 4/12 °C, klima santral hava giriş-çıkış sıcaklıkları 28/9 °C, VAV kutusu hava giriş sıcaklığı 10,5 °C olarak seçilmiştir. Bu durumda,
 - a) Düşük sıcaklıkta su üretildiğinden, soğutma grubunun COP (verim) değeri düşer, elektrik tüketimi artar.
 - b) Klima santralından çıkan havanın sıcaklığı düşük olduğu için (9 °C), soğutma serpantinlerinde daha fazla yüzeye ihtiyaç vardır. Santral büyüyünce hava tarafı direnci de artar.
 - c) Klima santral çıkışında hava sıcaklığı düşük olduğu için, soğutma bataryalarında daha fazla yoğunlaşma olur. Bu enerji kullanımını artırırken, yazın düşük nem nedeniyle hacimde konfor da artabilir.
 - d) Daha düşük üfleme havası sıcaklığı nedeniyle hava kanallarına dışardan ısı kazancı artar. Santral ile kutular arasında 1,5 °C kadar sıcaklık artışı tasarımıda öngörülmüştür.
 - e) Bu sistemin en büyük avantajı hava kanalı kesitlerinin küçülmesidir. Bu sayede hava kanalları daha az yer kaplar. Özellikle yüksek bloklarda bu büyük öneme sahiptir. Kanalların az yer kaplaması kıymetli kullanım alanlarının daha fazla tutulabilmesi imkanını yaratır. Düşey şaftlar ve yatay geçişlerde daha az yer gerekir.
 - f) Bu tip uygulamalarda hava hızları da büyük tutulur. Böylece kanal kesitlerini daha da küçültmek mümkün olur.
 - g) Buna karşı basınç kayıpları artar

h) Düşük sıcaklıkta hava ve yüksek hava hızları kullanarak yüksek bloklarda yer kaybı ve yatırım maliyeti azalırken, işletme maliyeti artmaktadır.

i) Düşük sıcaklıkta hava üflenmesi, fanlı VAV kutuları kullanıldığında, difüzörlerdeki yoğunlaşma riskini ortadan kaldırır.

Yukarıda ifade edilen düşük üfleme sıcaklıklı sistemlerin, sonuç olarak, özellikle yüksek bloklar için uygun bir sistem olduğu söylenebilir. Bu sistemin avantaj ve dezavantajları bir tablo halinde aşağıda düzenlenmiştir.

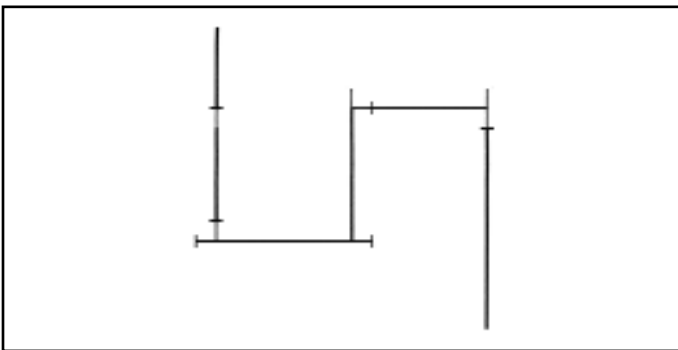
Konu	Avantajlı	Dezavantajlı
Verim		X
Basınç düşümü		X
Konfor	X	
Kanalların ısı kazancı		X
Az yer kaplama ve küçük boyut	X	
Difüzörlerde yoğunlaşma riski		X
İşletme maliyeti		X
Yatırım maliyeti	X	

21.6.2. Fan Coil Tesisatı

1. Otel yatak odalarında taze havanın fan-coil emiş kutusuna veya odaya doğrudan verilmesi önemli farklılıklar yaratır. Taze hava fan-coil emiş kutusuna verildiğinde, fan-coil çalıştığı sürelerde performans çok iyi olacaktır. Ancak fan-coilin çalışmadığı sürelerde (odanın kiralanmadığı veya müşterinin otel dışında olduğu süreler) taze hava fan-coil emiş menfezlerinden aşağıya düşer, banyodaki egzoztan dışarı atılır. Oda içerisine taze hava ulaşmadığı için yeterli iç hava kalitesi oluşmayabilir. Sonuç olarak, otel odalarında taze havanın, mümkün ise, ortama direkt verilmesi daha uygundur.
2. Otelde ve ofis binalarında fan coil termostat kontrolüne rağmen zon yapılmalıdır. Müşteri veya kullanıcı oda termostatını sonuna kadar açmakta ve enerji kaybına neden olmaktadır. 4 cephede 4 ayrı eşanjör ve zon sistemi olmalıdır.
3. Fan-coil 3 yollu vanaları izole edilirken, sıkı izole edilirse hareket edemeyip motorları yanabilmektedir.
4. Fan-coil kullanılan binalarda dış cepheden 4-5 m mesafeye kadar olan yerlerde sorun azdır. Ancak mesafe 7-8 m olduğunda, ön taraf ile iç taraf arasında (aynı odada) ciddi sıcaklık farkı oluşup, konfor bozulur.
5. Fan-coil girişine monte edilen on-off vanalar ses yapar. Bu nedenle mutlaka oransal vanalar kullanılmalıdır.
6. Fan coil fanına oda termostatı ile kumanda etmek fan sesini kesikli duymak anlamına gelir. Sürekli ses rahatsız etmez. Fan devreye girip çıkarken, ortaya çıkan kesikli ses rahatsız eder.
7. 4 borulu fan-coil sistemde, 3 yollu vanalar by-pass hattında çalıştığına ciddi enerji kayıpları oluşur.
8. 3 yollu vana kullanılarak fan coillerin bilhassa ara mevsimlerde konvektör gibi çalışarak katları aşırı ısıtması önlenmelidir.
9. Fan coil drenaj hortumlarının drenaj borusuna bağlantısı yapılırken, boruya dış açılmalı ve ince bir keten sarılmalı, sonra hor-

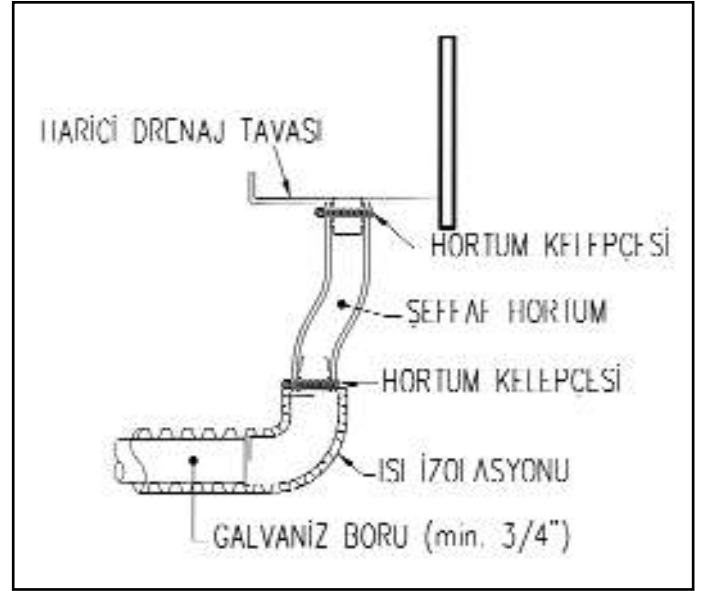
tum geçirilip kelepçe ile sıkılmalıdır. Fan coil tavaları yoğuşmaya karşı izole edilmelidir.

10. Yoğuşma tavası 2 yollu oransal vanaları da içine alacak şekilde büyük olmalıdır. Böylece vanaların damlatması ve istenmeyen bir yoğuşma olması halinde asma tavana su akması önlenir.
11. Fan-coillere 3 yollu vana montajı halinde, by-pass açtığında dengeleme zorlaşır ve özellikle üst katlarda ısıtma – soğuma problemi yaşanabilir.
12. 2 yollu motorlu vanalar kullanılması halinde, sirkülasyon pompaları değişken devirli (frekans konvektörlü) tip seçilmelidir. Ancak düşük voltajda bu pompalar çalışmayacağı için, düşük voltaj oluşmayacak önlemler alınmalıdır.
13. 2 yollu vanalar fabrikadan fan-coil üzerine montajlı olarak gelecek ise, markasının ne olduğu araştırılmalıdır.
14. Fan-coil drenaj boruları ve bransmanları izole edilmelidir.
15. Tesisat şaftları ile fan-coil arasındaki bağlantıda izoleli flexible boru kullanılması, genişleme anında flexibilitate sağlayacaktır.
16. Fan-coil kolonlarında genişleme parçaları ve sabit nokta detayları gözden geçirilmelidir.
17. Mevcut fan-coil boru kolonlarına basınç testi yapıldıktan sonra izolasyonlarının açılıp; mutlaka temizlenmesi, boyanması ve izole edilmesini öneririz.
18. Üstten dağıtmalı sistemlerde, alttaki fan coilere çamur toplanmaktadır. Fan coil gidiş borusunu min 1” olarak kazan dairesine kadar devam ettirmek gerekir.
19. Yüksek binalarda drenaj borularını ara katta toplayarak zonlamaya gerek yoktur. Tüm binanın fan-coil drenaj boruları en alt kotta (kazan dairesinde) toplanabilir. Alt toplamada temizleme için T parçaları ve kör tapalar kullanılmalıdır. Kazan dairesindeki drenaj boruları,
 - Kazan dairesinde drenaj boruların sonuna 4” galvaniz borudan yapılmış ~50 cm sifon kullanılmalıdır. Aksi halde üst katlarda odalarda kanalizasyon kokusu oluşabilir (Şekil 21.16).



Şekil 21.16. SİFON YAPIMI

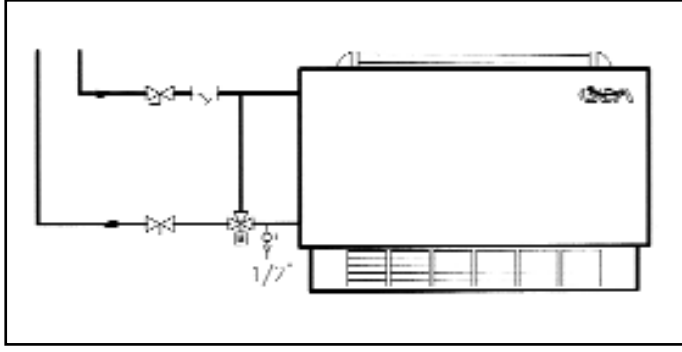
- Tüm drenaj boruları galvaniz çelik olmalıdır.
- Fan coil drenajlarında en küçük çaplı boru 1” olmalıdır.
- Alt katta yatay toplamada 2” boru kullanılmalıdır.
- Fan coil drenaj hortumu 1” borunun içine girmelidir. Dıştan bağlanabilir.
- Fan coillerin drenaj borusuna bağlanırken Şekil 21.17’deki



Şekil 21.17. DRENAJ BORUSU BAĞLANTI DETAYI

detay uygulanabilir.

- Yalnız dirseğe hortum sokulmamalıdır, tıkeyabilir.
20. Fan-coillerin kapasitelerinin orta devire göre seçilmesi konforu arttıracaktır.
 21. Fan-coiller terazisinde monte edilmelidir. 1” çaptan büyük bütün kolon ve bransmanların kaynaklı, daha küçük çaplardaki boruların ise dişli yapılmasını öneririz. Drenaj boruları galvanizli borudan yapılmalıdır.
 22. Fan-coil kullanılan binalarda;
 - a. Fan-coil kapasiteleri her cephenin soğutma ihtiyacına göre seçilmelidir.
 - b. Boru çapları fan-coil soğutma kapasitelerine göre seçilmelidir.
 - c. Soğutma grubu kapasitesi fan-coillerin toplam kapasitesine göre seçilmemelidir. Soğutma grubu kapasitesi ısı kazancının max. olduğu saatteki soğutma ihtiyacının toplamına göre seçilmelidir. Diversite faktörü kullanılmalıdır.
 - d. Kazan kapasitesi de fan-coillerin ısıtma kapasitesine göre seçilmemelidir. Kazan kapasitesi binanın ısı ihtiyacına göre seçilmelidir. Yedek kapasite için oran (%100-%0) mal sahibi ile birlikte belirlenmelidir.
 23. Sifon çalışan fan coil altına kolon boşaltma musluğu konulmalıdır Şekil 21.18.
 24. Fan coiller kat tablosundaki bir şalter ile durdurulabilmelidir. Akşam çıkışta her kat tablosundaki aydınlatmadan bağımsız bir şalter ile fan coil fanları durdurulabilir.
 25. Fan coil termostatlarının yeri
 - İç duvar üzerinde 1.50 cm. seviyesinde,
 - Fan coil çıkış havasından etkilenmeyecek konumda,
 - Güneş almayan kullanımı kolay yerlerde,
 - Isı kaynaklarından uzak yerlerde olmalıdır.
 26. Fan coil seçimleri için toplam ısı ve duyulur ısı oranları ayrı ayrı kontrol edilmelidir.



Şekil 21.18. BOŞALTMA MUSLUĞU

27. Büyük ticari yapıların iç zon fan coil sistemi otomatik kontrol sisteminde, change over sistemi kullanılarak, kış-yaz konum değişikliği otomatik olarak sağlanmalıdır.
28. Kaj içine alınacak fan coiller gizli tip (Galvanizli ve boyunlu tip) seçilmelidir. Üfleme ağız ile menfez arasında boşluk bırakılmamalı, tercihen esnek bağlantı (branda) ile bağlantı yapılmalıdır. Otel odaları haricindeki binalarda tavan tipi fan coil ve split cihaz kullanılmaktan kaçınılmalıdır.
 - Filtre temizliği, bakım ve servisi güçlük yaratmaktadır.
 - Asma tavanda servis elemanının parmak izleri kalmaktadır.
 - Cihaz altındaki bölgede istenilen konfor şartları sağlanamamaktadır.
29. Tavan tipi fan coil kullanılan yerlerde (otel gibi) soğutma devreye alınmadan önce fan coil altındaki ahşap kapaklar açık bırakılmalıdır.
 - Kontrol nedeniyle,
 - Su damlarsa ahşabın çürümemesi için.
30. Fan coil sistem tasarımında taze havanın fan coil arkasındaki delik veya ızgaradan (dış ortamdan) kontrolsüz alınması yerine, taze hava santrali, kanallar ve menfezle odaya verilmesi daha doğrudur. Fan coilin taze havayı delik veya ızgara ile dış ortamdan alması halinde aşağıdaki sakıncalar oluşur:
 - Dışarıdan ses ve gürültü gelir.
 - Dış hava alımı nedeniyle filtreler çabuk tıkanır.
 - Soğuk bölgelerde (çok soğuk olan tatil günlerinde İstanbul'da dahil) serpantinlerin donma riski vardır.
 - Rüzgarlı havalarda, dış hava kontrolsüz olarak içeri girerek konfor şartlarını bozar.

21.6.3. Split Klima

1. Heat pump cihazların +7 °C değerinden düşük dış sıcaklıklarda ısıtma modunda çalışmasında, defrost nedeniyle performansında düşmeler meydana gelir. Kullanılan yerin dış sıcaklık değerlerine göre bu düşüm dikkate alınmalı ve heat pump tipi cihazlar çok düşük sıcaklıklarda ısıtmada kullanılmamalıdır. Ayrıca bu cihazların ısıtmada kullanılmasında,
 - Bina iyi izole edilmiş olmalı,
 - Hava sızıntıları çok az olmalı,
 - Dış ünite kışın güneş alan yere monte edilmelidir.
2. Kanal tipi split klima cihazı kullanılan binalarda egzoz havası (mutfak vb. hariç) dış ünitelerin üzerine üflenerek verim artırılabilir, defrost sayısı azaltılabilir.

3. Split cihazlarda iç dış ünite mesafesi boru çapı tablosunda dikkate alınmalıdır. Gereğinden küçük seçilen boru çapları cihaz kapasitesinde düşmelere neden olur.
4. Split cihazlarda yüksek kot farklı uygulamalarda kompresörün altında karter ısıtıcı olmalıdır ve zaman geciktirici kullanılmalıdır.

21.7. KLİMA CİHAZLARI

21.7.1. Soğutma Kompresörleri ve Grupları

1. Scroll kompresörler
 - a- Düşük voltaja dayanıklı değildir. Ancak $\pm 10\%$ voltaj toleransı ile çalışabilirler.
 - b- Faz değişiminde çok kısa sürede (2 dakika içinde) motor yanabilmektedir. (hataya müsait, faz koruma rölesi ile kompresör devresi kilitlenmeli)
 - c- Temiz montaj gerektirirler. Borunun montajından önce temizlenmesi gerekir.
 - d- Kaynak çapağı vs. kesinlikle kalmamalıdır.
 - e- Azot testi çok dikkatli yapılmalıdır.
 - f- Scroll kompresör yanarsa;
 - Borular evaporatör – kondanser (tüm sistem) azot ve freon gazı ile yıkayıp, temizlenmelidir.
 - Drier yenilenmelidir.
2. İstanbul'da su problemi vardır. Şartlandırılmış su çok pahalıdır. Hava soğutmalı soğutma grubu seçmek daha uygun olabilir.
3. Çarşılarda ve benzeri binalarda yedek soğutma grubu (veya kısmi yedek kapasite) seçmek daha uygun olabilir.
4. Soğutma grupları seçiminde 600.000 kcal/h kadar soğutma kapasitesinde pistonlu kompresör, 600.000 - 1.200.000 kcal/h arası soğutma kapasitesinde vidalı kompresör, 1.200.000 kcal/h den büyük soğutma kapasitesinde satrifüj kompresörlü soğutma grupları kullanmayı tercih ediyoruz. Soğutma grubu adetlerini tayin ederken cihazların %30 kapasitesinin altında çalışmaması önemlidir. %30 kapasitenin altına iniliyorsa birden fazla sayıda cihaz kullanılabilir. Birden fazla chiller varsa sıra kontrol cihazı kullanılmalıdır. Sıra kontrol cihazı gidiş veya dönüş suyu sıcaklığını kontrol edebilir. 300.000 kcal/h kapasiteye kadar (çok özel bir neden yoksa) bir adet soğutma grubu seçmek yeterlidir.
5. Türkiye CFC gazları ile ilgili Montreal protokoluna imza koyan ülkelerden biridir.
6. Troposferde bulunan ve dünyaya sera etkisi yapan karbon dioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazlarındaki artış sebebiyle sera etkisinin artması ve sıcaklığın yükselmesi söz konusudur. Bugünkü gidişatla tahmin edilen artış on sene, 0,4 °C değerindedir. Ancak intergalaktik çağla, buzul çağını ayıran sıcaklık farkının 5 °C olduğunu da unutmamak gerekir.
7. Soğutma grubunun bulunduğu hacimde freon gazı kaçakları aşağıda toplanabileceği için, egzoz sistemi yapılması halinde döşeme seviyesinden de hava emişi sağlanmalıdır. Su soğutma gruplarının kapalı yerde bulunması halinde, gaz kaçağı olduğunda sinyal verecek bir dedektör kullanılmasını tavsiye ederiz.
8. Amonyak sistemlerin, İlk yatırım düşüktür, bakır boru kullanı-

lamaz ancak çelik boru kullanılabilir. Amonyak zehirlidir ve kanserojendir. V.S.A. standartlarında amonyak kullanımı toplu yerlerde yasaklanmıştır.

9. Chiller devresi pompaları kuru rotorlu tip olmalıdır. Islak rotorlu tip pompada suya ısı aktarılmaktadır.
10. Ses, titreşim, ömür, bakım avantajları nedeniyle chiller pompaları 1450 d/d seçilmelidir.
11. Aynı şekilde fan devir sayısı seçerken
 - a. Gürültü,
 - b. Rulman ve cihaz ömrü,
 - c. Servis bakım sıklığı dikkate alınmalıdır.
12. Chiller pompaları ve kondenser pompaları chiller ve kondensere basmalı, büyük basınç kaybı pompa çıkışında olmalıdır. Aksi halde pompalarda kavitezyon daha fazla olur, tesisat daha çok hava yapar. Genleşme deposu da pompa emişinde olmalıdır. Ayrıca chiller pompasının daha az soğuk olan su ile çalışması, pompa izoleli bile olsa, yoğuşma oranını ve ısı kazancı azaltır.
13. Kondenser ve chiler pompalarının giriş ve çıkışlarına flanşlı tip titreşim absorberi konulmalıdır.
14. Chiller, kondenser, klima santralına bağlanan borular, serpantinler çıkabilecek şekilde yukarıdan flanşlı olmalıdır.
15. Chiller ve kondenser pompaları basma tarafına flow switch monte edilmelidir.
16. Chiller ve kondensör sularını boşaltmak için boşaltma alt noktadan olmalıdır.
17. Hava soğutmalı grup ve santralların serpantinleri Akdeniz İklimine (tozlu iklim) uygun tip (kanat araları geniş) seçilmelidir. Kondenser lame aralıkları Türkiye şartlarında 4 mm olmalıdır. Kaba filtre + torba filtre kullanılmalıdır.
18. Kondenser küçük olursa kondenzasyon basıncı yüksek olur. Verim düşer ve elektrik tüketimi artar. Kompresör ömrü kısılır. Kompresör ömrü Avrupa'da 20-25 sene, bizde yaklaşık 4-5 sene mertebesindedir.
19. Genleşme valfinin kısma aralığı %100 ile %20'dir. Soğutma grupları seçilirken kompresörlerin (veya soğutma grubunun) %20 - %100 arasında çalışabilmesi özellikle geçiş dönemlerinde işletme ekonomisi sağlayacaktır.
20. Su soğutmalı kondenserlerde kondenser girişinde regülatör vana kullanılmalıdır.
21. Water Regulating valf.max. 100.000 kcal/h kapasiteli sistemlerde kullanılır. Gaz basıncına göre su debisini ayarlar.
22. Sistemler en az 24 saat, idealde 48 saat vakumda kalmalıdır.
23. Drier değişimi ilk devreye almada en geç 1 ay sonra yapılmalıdır.
24. Alçak basınç presostadı doğru ayarlanmalıdır.
25. Devredeki her yabancı madde (su buharı dahil) sistemde asit yapar. Asit ise motor sargılarını eritir.
26. Yarı hermetik-hermetik sistemlerde motor yandığında devrede fazla miktarda asit oluşur ve bu asit kondenser ve evaporatör borularına sıvanır.
27. Fabrikada yapılan hava soğutmalı sistemlerde, borular şişirilirken yağ kalabilir. Bu yağ trikloretilen ile temizlenir.
28. Soğutma kompresörlerinin altına yay izolatör monte edilmelidir.

29. Soğutma grubu su giriş ve çıkış bağlantıları oluklu kelepçelerle yapılmalıdır. Aksi halde kaynak sırasında giriş ve çıkışlardaki sensörler zarar görebilir ve izolasyonlar bozulabilir.
30. Soğutma grubu kış sezonunda çalıştırılacaksa tesisata glikol (tesisatta bulunan su miktarı ve dış hava şartlarına göre değişir) konmalıdır. Buna bağlı olarak da pompa kapasitelerini kontrol etmek gereklidir.

21.7.2. KLİMA SANTRALLARI

1. Taze hava santralları yaz-kış 22 °C sıcaklıkta hava üfleyecek şekilde seçilmelidir. Türkiye koşullarında büro planlaması iyi yapılmıyor. Kullanım maksadı değişiyor ve insan sayısı daha fazla olabiliyor. Bu nedenle mutlaka bir emniyet katsayısı göz önüne alınmalıdır.
2. Otomatik kontrol sudan korunamadığından açık alana klima santrali monte etmekten olabildiğince kaçınılmalıdır. Açık havadan gelen (kurum, asit vs.) aşırı korozyon yaratmaktadır. Ayrıca yüksek blok çatılarında fazla rüzgar yükü, donma riski gibi sakıncalar vardır.
3. Bilgi işlem salonları paket tip klima cihazları ile klimatize edilmelidir.
4. Sabit debili klima santrallarında, çift devirli fan kullanılması büyük ekonomi ve kolaylık sağlar. Özellikle yaz-kış hava debileri geçişleri ve sistemin kısmen çalıştırılması hallerinde bu yarar kendini gösterir.
5. Zaman zaman ikiye bölünüp ayrı ayrı kullanılacak büyük toplantı salonlarının klima cihazları 2 adet seçilmelidir (Her toplantı salonunun klima cihazı ve aspiratör sistemi ayrı olmalıdır).
6. Fuayelerin bağımsız klima cihazları ile iklimlendirilmesi ve egzoz tesisatı yapılması gerekir.
7. Seçilecek cihazın kalitesi çok önemlidir. Kaliteli cihaz aradaki farkı her zaman öder. Bir taahhütümüzde Hilton Greenhouse'da mevcut 25.000 m³/h ve 16.000 m³/h iki santral; etiket değeri olarak aynı hava kapasitesinde ve aynı ısıtma/soğutma kapasitesindeki iki adet iyi kalite klima santrali ile değiştirildi. Sonuçta ortaya çıkan soğutma çok farklı oldu ve çok konforlu bir ortam oluştu. Bütün şikayetler kalktı.
8. Klima santrali sipariş edilirken, bu cihazların su devresi direnci mutlaka sorulup, öğrenilmelidir.
9. Klima santrali soğutucu batarya drenajı mutlaka yapılmalıdır.
 - Santral ısıtıcılarını da soğutucu gibi kullanabiliriz (Altına tava yapılırsa).
 - Klima Santrali drenaj borusundaki su akıyorsa aşağıdaki kontrolleri yapınız:
 - Drenaj borusunda veya ağzında pislik var mı?
 - Hava filtresi, ısıtıcı veya soğutucu serpantin tıkalı mı? Emiş damperi kapalı mı?
 - Drenaj tavası vantilatör basıncı kontrolü yapılmalıdır.
10. Klima Santrallarının drenaj tavalalarının yükseklikleri (mm. olarak) vantilatör basıncına eşit veya büyük seçilmelidir. Aksi halde filtre tıkanığında drenaj tavaasına toplanan su (fan çalıştığında vakum nedeni ile) drenaj borusundan akmamaktadır.
11. Klima Santrali drenaj boruları min. 1", gerekirse 2" galvaniz

borudan yapılmalıdır. Pis su tesisatına veya drenaj kolonuna bağlanacak ise 2" borudan yapılmış olmalıdır.

12. Klima santrallerinin su hatlarında bulunan üç yollu kontrol vanalarının hem dönüş hattında, hem de bypass hattında dengeleme (balans) vanası kullanılmalıdır.
13. Fan coil sistemde soğutma yetersiz ise (Kapasite yetersizliği dışında) aşağıdaki kontrolleri yapın.
 - Pompa dönüş yönü doğru mu?
 - Çalışan pompaların vanaları açık mı?
 - Çalışan pompanın pislik ayırıcısı tıkalı mı?
 - Çalışmayan pompanın çekvalfi kaçırıyorsa vanası kapatılarak by-pass olup olmadığını kontrol ediniz.
 - Pompa çıkışındaki çekvalfin üzerinde pislik kalıp veya çekvalf paslanıp tam açılmıyorsa direnç artabilir.
14. Klima santrallerinin soğutma serpantinlerinin 125 cm den daha yüksek olanları iki parçalı olarak yapılacaktır. (yoğunlaşan su dallarının kopmalarını önlemek için) İki serpantin arasına drenaj toplamak için tava monte edilmelidir.
15. Pompa emiş ve basma kolektörlerinde, klima santrali serpantinleri giriş ve çıkışında, chiller ve kondenser giriş-çıkışlarında manometre monte edilmelidir.
16. Klima santrallerinin taze hava alışları olabildiği kadar üst kottarda alınmalıdır. Yere ve yola yakın seviyelerde toz daha fazladır. Yukarıya doğru toz konsantrasyonu azalır.
17. Bu tip klima santrallerinde seçilen hıza karşılık soğutucu bataryadaki tipik basınç düşümü değerleri aşağıda verilmiştir. Buna göre bu santrallerde soğutucu bataryada hız 3 m/s değerini aşmamalıdır. Aksi halde yoğunlaşan damlalar kopar ve hava ile santal içine sürüklenir.

Klima santralinde soğutucu serpantinlerdeki hava hızı-basınç kaybı tablosu

Soğutucu serpantinindeki hava hızı, m/s	2,85	2,44	2,1	1,85
Soğutucu serpantinindeki basınç kaybı, Pa	390	236	181	150

18. Klima santrallerinde kullanılan sifonların kış sezonunda kontrol edilmesi gerekmektedir. Sifonlarda su bulunmuyorsa koku problemi çıkabilir.
19. Taze hava kalitesinin kötü olduğu yerlerde aktif karbon filtre kullanılmalıdır.
20. Şantiye ortamında klima santrallerini çalıştırmak filtre ve serpantinlerin tıkanmasına sebep olabilir.
21. Harici tip klima santrallerinde otomatik kontrol elemanları kullanılacaksa cihazda açılacak deliklerin sızdırmazlığı sağlanmalıdır.
22. Alçak tip klima santrallerinde asma tavan arası veya yükseltilmiş döşemeye montajında sifon mesafesi bırakılmalıdır.
23. Klima santrallerini çalıştırmadan önce muhakkak nakliye emniyet takozları sökülmelidir.
24. Klima santralleri kaideleri muhakkak terazisinde olmalıdır.

21.7.3. SOĞUTMA KULELERİ

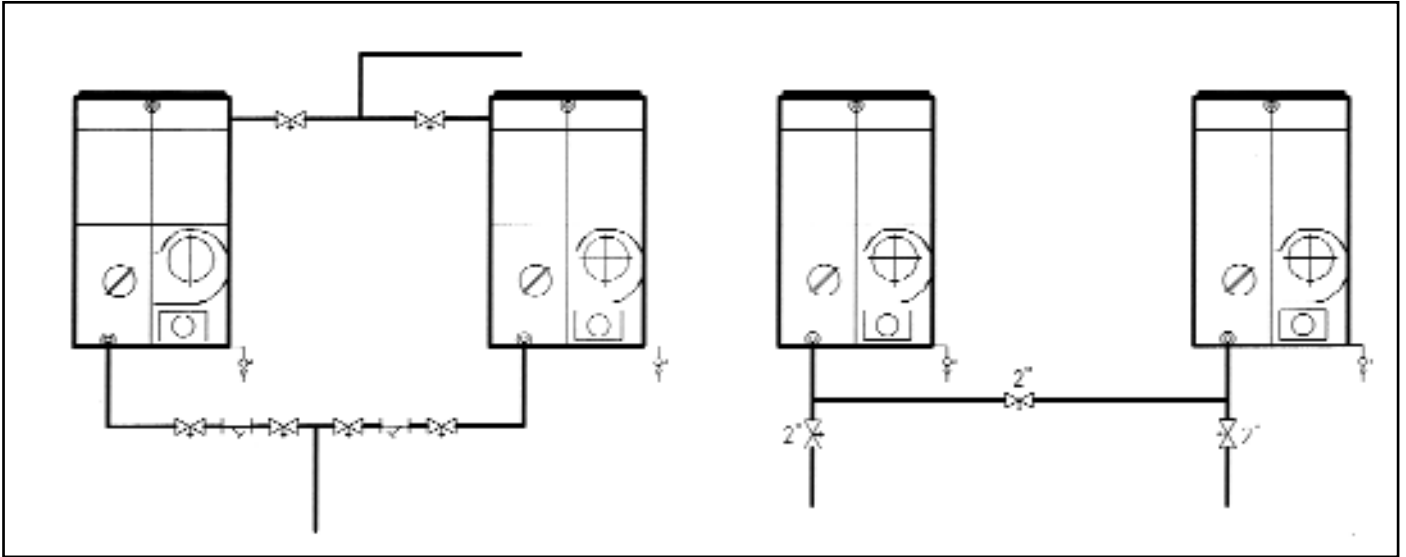
1. Soğutma kulelerini seçerken;
 - a. Kule su haznesi daha büyük yapılmalıdır. Sistem durduğunda

da kuleye gidiş borusunda, kule tavanında ve dolgu elemanları üzerindeki su haznedeki taşmakta ve su kaybına neden olmaktadır. Sonuçta soğutma kulelerinin su hazneleri kule taşma borusu ile flatörün üst seviyesi arasındaki su hacmi büyük olacak şekilde boyutlanmalıdır.

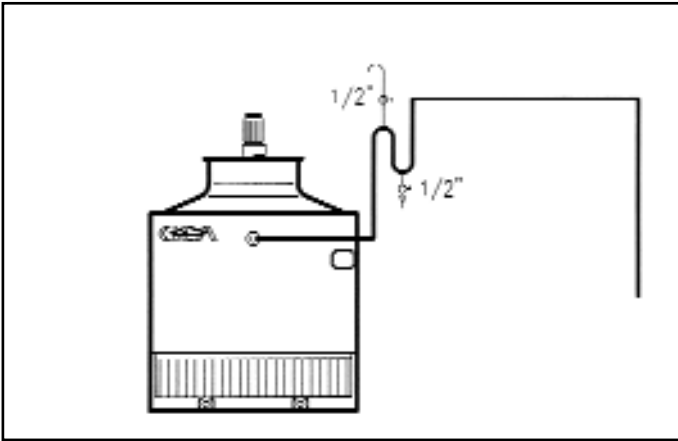
- b. Soğutma kulesi filtreleri kısa sürede çürümektedir. Ayrıca filtreler, sökülüp takılmaları daha pratik olacak şekilde imal edilmelidir.
 - c. Bazı soğutma kulelerinde boşaltma manşonu olmadığı için, şantiyelerde veya işletme sırasında yapılmaktadır.
 - d. İşletmede 12 ay kullanılacak soğutma kulelerine (computer klima sistemleri gibi) elektrikli ısıtıcı ve termostadı monte edilmelidir.
2. Soğutma kulelerinin ve uzaktaki tüm motorlu cihazların yakınında (kapalı yerde) cihazlara bakım yapan teknisyeni korumak için bir kesici şalter bulunması gerekir.
 3. Soğutma kulelerinin giriş ve çıkış boruları eşit direnç olacak şekilde bağlanmalıdır. Çalışma sırasındaki oluşacak direnç farklılıkları için ayrıca kuleler birbirine alttan bağlanmalıdır. (Bileşik kap) Ayrıca kule havuzu yüksek olmalıdır (Şekil 21.19). Not: Her kondensere mutlaka ayrı pompa su basmalıdır.
 4. Soğutma kulelerinde su girişinde, sistem durduğunda suyun kuleye boşalmaması için Şekil 21.20'deki gibi çek valf monte edilecektir.
 5. Soğutma kulelerinin,
 - flatörleri en az 2" yapılmalı,
 - çabuk doldurmak için by-pass yapılmalı ve ilk dolum için 1" küresel vana monte edilmelidir.
 6. Soğutma kulelerinde buharlaşma olduğu için suyun kireç oranı sürekli artacaktır. Bu nedenle sabit bir miktar su (az miktarda) sürekli direne edilir.
 7. Kapalı tip soğutma kulesi free cooling için kullanılabilir.
 8. Su soğutma kuleleri kondenserdan daha yukarı seviyelere monte edilmelidir. Soğutma kulesi ile kondenser aynı ya da yakın seviyelerde ise, kuleye gidiş borusu kule seviyesini geçtikten sonra sifon yaparak bağlanmalı ve sifonun üst noktasına da dik tip 1/2" çekvalf monte edilmelidir.
 9. Teraslardaki soğutma kuleleri kalorifer bacalarına yakın ise kışın kulenin üzerini naylon veya benzeri malzeme ile kapatmak gerekir. Kalorifer bacasından çıkan kurumlar DKP sactan imal edilen soğutma kulelerinde aşırı korozyona neden olmaktadır. Paslanmaz çelikten soğutma kulesi imalatı pahalı olduğu için ancak çok özel durumlarda tercih edilmektedir. Soğutma kulelerini kalorifer bacalarından olabildiğince uzağa monte etmeye kalorifer bacasını ise daha yüksek yapmaya çalışmalıdır.

21.7.4. POMPALAR

1. Tesisatın montaj çalışmaları bittikten sonra, sirkülasyon pompaları, çok yollu vanalar, debi ve basınç kontrol armatürleri gibi hassas ekipmanlar takılmadan önce tesisatın tamamı basınçlı su ile yıkanmalı ve iyice temizlenmelidir. Sistemin ilk devreye alınması döneminde her pompa girişine geçici olarak bir kaba filtre (pislik tutucu) yerleştirilmesi faydalı bir uygulamadır. Bir-



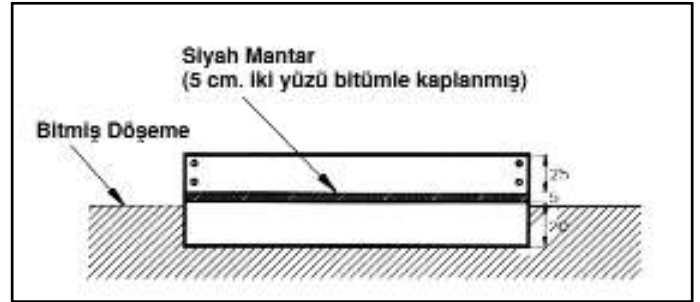
Şekil 21.19. EŞİT DİRENÇ VE BİLEŞİK KAP PRENSİBİ UYGULAMASI



Şekil 21.20. KULE GİRİŞİNDE SİFON UYGULAMASI

kaç aylık bir çalışmadan sonra kapalı devrelerde süzgeç çıkartılabilir. Ancak süzgeç ileride olabilecek tevsi işlemlerinden sonra tekrar kullanılmak üzere muhafaza edilmelidir. Çalışmalar sırasında süzgeç sık sık temizlenmelidir. Sürekli pislik tutucu ancak soğutma kulesi gibi açık sistem pompalarından önce kullanılır.

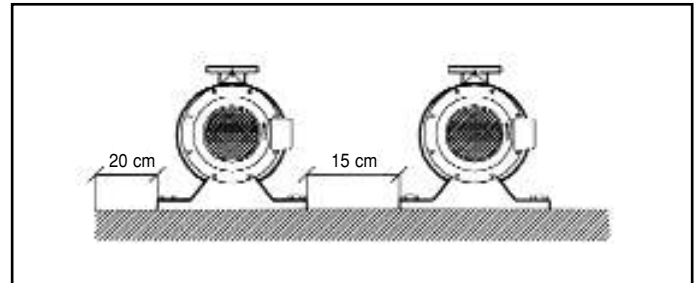
2. Pislik ayırıcılar pompa emişinde olmalıdır. (Pompayı korumak için)
3. Pompa giriş ve çıkış kollektörlerine boşaltma vanası konulmalıdır.
4. Pompa çıkışındaki manometreler dirseklerden sonraya alınmalı, altlarına vana ve helezon monte edilmelidir.
5. Pompa montajında kollektörler askıya tam alınmalıdır. Aksi halde pompaya gelen yük motor-pompa eksenini bozmakta eğilmekte veya kavrama bozulmaktadır. Titreşim önleyici kullanılmış ise, bu daha da önemlidir.
6. Santrifüj pompalarının emişinde dirsek vs. gibi akışta rahatsızlık yaratacak eleman bulunmamalıdır. Pompa girişinde istenen düz boru uzunluğu (dirsekten sonraki mesafe), boru çapının en az 10 katı kadar olmalı. Aksi halde verim düşer veya özel bağ-



Şekil 21.21. POMPA KAİDE DETAYI

lantı elemanı kullanmak gerekir.

7. Pompaların altına yapılacak temel detay Şekil 21.21'de verilmiştir.
8. Beton kaide mantar üzerine yapılmalı mantar üzerindeki beton kaidelerin ağırlığı cihaz ağırlığının 2,5-8 katı olmalıdır.
9. Pompaları monte ederken iki pompa arasında 15-20 cm pompa ile beton kaide arasında 15-20 cm mesafe bırakılmalı, pompa temelleri bu ölçülere göre boyutlandırılmalıdır Şekil 21.22.



Şekil 21.22. İKİ POMPA ARASINDAKİ MESAFE

10. Pompalanan suyun içinde %2 oranında hava varsa pompa verimi %20 düşer.
11. Mümkün olursa sürekli çalışan 3 HP den büyük pompalar 1450 d/d olmalıdır. 2800 d/d pompaların elektrik motorlarının fanları çok ses yapmaktadır.

12. Yüksek blok pompaları pik döküm yerine çelik gövdeli ve fanlı olmalı.
13. Gücü 10 kW değerinden büyük olan pompalar değişken devirli (frekans kontrollü) seçildiğinde kendisini makul bir sürede amorti edebilmektedir.
14. Boru tipi pompa montajlarında pompa üzerine montajı yapılan vana vs. nin pompa elektrik kutusunun üzerine gelmeyecek şekilde olması sağlanmalıdır.

21.8. KLİMA HAVALANDIRMA UYGULAMALARI

21.8.1. Garaj Uygulamaları

1. Garaj gibi hava kanalının açık olduğu yerlerde dikdörtgen hava kanallarının kenet veya köşebentleri dolaşan insanların kafasını yarabiliyor. İdeali hava kanalının altında 230 cm yüksekliğin mimaride öngörülmesidir.
2. Garaj havalandırma uygulamalarında, egzoz gazlarının bazıları havadan ağır olduğu için, egzoz kanalı ile yapılan emişlerin %30'u galvaniz kanal eklenerek döşeme üzerinden yapılmalıdır.
3. Garaja bina egzoz havasını atmak (mutfak, WC, vb. koku yayan yerlerin egzozu hariç) enerji tasarrufu açısından yararlı olmakla birlikte, duman egzoz sistemi yoksa sakıncalı olabilir. Yangın sırasında by-pass damperini açarak egzoz havasını bina dışına atıp, garaja giden hava kanalının damperi kapatılmalıdır. Sistem yangın sırasında egzozu (gazları) garaj yerine dışarıya atacak şekilde yapılmalıdır.
4. Garaj havalandırmasında,
 - Egzoz hava miktarı normalde 12 m³/h m² olmalı, yangın anında 18 m³/h . m² değerine çıkmalıdır.
 - Bu uygulamada aksiyal fan kullanılmalı,
 - Fanlar paralel çalışabilmelidir. Normal halde fanlardan sadece biri çalışır.
5. Garaj havalandırması için büyük kapasiteli aspiratörler ve büyük kesitli hava kanalları kullanmak yerine; kuranglez yapıp, bu kuranglezlere alt ve üst kotlarda hava basan aksiyal fanlar; (herbiri 1000 - 2000 m³/h kapasiteli düşük basınçlı fanlar) veya booster fanlar monte etmek daha uygun bir çözümdür.
 - Kenarlara monte edilmiş bile olsa hava kanallarının aşağı sarkması ve kullanım alanlarını daraltması söz konusudur. Kanalların keskin kenarları insanların başını vurma riski yaratmaktadır.
 - Küçük kapasiteli çok sayıda fan ile garaj egzozu yapılması kuruluş maliyeti (%50 daha ucuz) ve bir fanın arıza yapması halinde (veya servis sırasında) diğerlerinin çalışmaya devamı suretiyle çalışma güvencesi avantajları vardır.
 - Booster tip veya klasik aksiyal tip fanlar hız anahtarları ile birlikte monte edilirse, sürekli max. kapasitede aspirasyon yerine, ihtiyaç oranında çalışacaklardır. Kapalı ortamların ortalama egzoz havası miktarı, çoğu zaman kullanılan cihaz kapasitelerinin yaklaşık %10 - %40'ı arasında kalmaktadır.

21.8.2. Otel Uygulamaları

1. Otellerde yatak odaları arasında ses geçişinin önlenmesi için,

ortak egzoz kanallarında önlem alınmalıdır. Bu amaçla egzoz kanalı branşmanlarına ses yutucu yerleştirilebilir veya her oda uzun bir branşman ile ana kanala bağlanır. Bir diğer çözüm ise katların egzoz kanallarının ses geçmesini diye ayrı ayrı kanal yapılmasıdır.

2. Otellerde yatak odaları klima santralının çıkış havası sıcaklığı ısıtma mevsiminde 18 °C'ye ayarlanabilir. (Serpantin hesabı 26 °C olarak hesaplanır)
 - Kullanılmayan odalarda fan-coil emişine verilen hava emiş menfezinden kısa devre yaparak banyodan egzoz edilir. Bu nedenle taze hava fanları emiş kutusu yerine, odaya mümkünse direkt üflemedir.
 - Klima santrali yukarıda olduğunda; oda sıcaklığı (20-22 °C) ile santralden çıkış havası sıcaklığı (18 °C) arasındaki sıcaklık farkı doğal sirkülasyon sağlar. Bu ters baca etkisi uzak noktadaki odaya kadar olan basınç kayıplarının getirdiği olumsuzluğu, az da olsa dengeler.
 - Ancak tersine durumlarda, üfleme havası sıcaklığının oda havasına göre yoğunluk farkının getireceği direnç dikkate alınmalıdır.
 - İşletmede ciddi ekonomi elde edilir.
 - Asansör makine daireleri yaz aylarında sıcak günlerde aşırı ısınıp, termik atırabilir. Yatak katları egzoz havası asansör makine dairesine verilip, karşı duvar tipi pancurdan dışarıya atılabilir. (Otelde bu sorun oluşmuş ve çözümlenmiş)

21.8.3. Yüksek Blok Uygulamaları

1. Yüksek blokta ara tesisat katları 20 katta bir yapılmalı. 10 katta bir asma tavan içinde sıhhi tesisat boru dağıtımı için rezervasyon bırakılmalıdır. Yüksek blokta ara tesisat katları yüksekliği 4-4,5 m olmalıdır.
2. Yüksek binada Mutfak egzoz kanalını çatıya taşımaktansa, komşu binalara uzak olan yan terastan egzoz havasını dışarı atmak daha iyidir. Çatıya kadar tüm katları geçerek çıkan mutfak egzoz kanalı yangın riskini artırır. Bu durumda, yangın emniyeti için, mutfakta egzoz bacası, kalorifer bacası standartlarında yapılmalıdır.
3. Yüksek bloklarda camların hiç açılmayacağı yönünde bir düşünce vardır. Aslında sınırlı ölçüde cam açma imkanı bulunmaktadır. Ancak bu tip binalarda çok iyi mekanik havalandırma ve klima tesisatı yapılmalıdır.

21.8.4. Hastane Klima Ve Havalandırması

Hastane klima ve havalandırma esasları DIN 1946 Kısım 4'te ve ASHRAE Handbook'larında verilmiştir. Burada esaslardan alınan ve önemli görülen bölümlerin altı çizilmiştir.

1. Taze hava emiş menfezi, toprak zemine yakın yerde mikroorganizma ve toz bulunduğundan, toprak zemininden en az 3 m. yüksekte olmalıdır.
2. Egzoz gazları mümkün olduğu kadar çatı üzerinden atmosfere atılmalıdır. Yüksekliği, konumu ve egzoz menfezinin yapısı, kendi binasına ve komşu binalara zarar vermeyecek ve rüzgar etkisi ile egzoz havasının tahliyesi mümkün olacak şekilde belirlenmelidir.

3. Hava kanalları, dirsekler ve bağlantı elemanları partikül birikmelerini önleyecek şekilde aerodinamik yapıda olmalıdır ve dışarıdan veya dışarıya hava sızdırmaları olmayacak şekilde sızdırmaz olmalıdır.
4. Taze hava emiş kanalları, bina içindeki istenmeyen pis havayı emmemesi ve buna bağlı olarak hastane enfeksiyonu tehlikesini önlemek için DIN V24194 Kısım 2 sızdırmazlık sınıfı II'ye uygun olmalıdır. Bu nedenle, taze hava emiş menfezi ile hava verilecek oda arasındaki mesafenin çok uzun olması durumunda, kısa emiş hattı ve uzun basma hattı, uzun emiş hattı ve kısa basma hattına tercih edilmelidir. Emiş menfezi ile klima santrali arasındaki kanal içini temizlemek dezenfekte etmek için yeterli sayıda temizleme kapakları olmalıdır.
5. Birden fazla katı besleyen klima santrallerinde her katın bransman hatlarına damper monte edilmelidir.
6. Temiz oda şartlarının sağlanması için odalara temin edilen hava miktarları ve odalar arasındaki hava akışı hayati önem taşır. Bunun en iyi biçimde temin edebilmek için hava beslemesinde Sabit Hava Debili (C.A.V) kutular kullanılmalıdır.
7. Yüksek temiz oda şartları gerektiren karışık akımlı hava kanal sistemli ameliyat odalarında en az 2400 m³/h besleme havası debisi gerekir.
8. Kullanım zamanının dışında çalıştırılmaması gereken besleme ve egzoz kanalları, hava akışı oluşmayacak şekilde sızdırmaz damperlerle kapatılmalıdır.

21.9. SOĞUTUCU AKIŞKANLAR İÇİN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ VE MAKİNA DAİRESİ

21.9.1. Soğutucu Akışkanların Tehlike Potansiyelleri, Sınıflandırmaları ve Standartlar

Soğutucu akışkan boru hattındaki zayıf noktalar, kaynak ve rakor bağlantıları ve sistem ekipmanlarından sızarak mekanik tesisat dairelerine ve yaşam mahallerine dolabilir. Soğutma sistemlerinde çok çeşitli soğutucu akışkanlar kullanılır. Her bir akışkanın insan sağlığına etkisi, bir başka anlatımla tehlike potansiyeli farklıdır. ASHRAE Standart 34 soğutucu akışkanları bu açıdan sınıflandırmıştır. Soğutucu akışkanlar zehirleyici ve yanıcı özelliklerine göre 6 ana grupta sınıflandırılabilirler. En az zararlı ve yanmaz özelliğe sahip akışkanlar A1 güvenlik serisi olarak adlandırılırlar, zehirlilik ve yanma eğilimine göre B3 sınıfına kadar uzanan aralıkta sıralanırlar. A1 grubu içinde yer alan soğutucu akışkanlar içinde R-22 ve R-134a bulunmaktadır. İnsan sağlığı açısından en sakıncalı soğutucu akışkanlardan biri ise amonyaktır. Amonyak doğal bir gaz olması nedeniyle çevreye zarar vermemesine karşın, insan sağlığı açısından sakıncalıdır. Bu yüzden konfor klimasında kullanımında ciddi sınırlamalar vardır.

Soğutucu akışkanların kullanımı açısından akışkanın özellikleri kadar kullanım yerinin de önemi vardır. Kullanım alanı aşağıdaki beş kategoriden biri olabilir:

- Sağlık merkezleri ve ilgili kurumlar. Örn. hastaneler.
- Halka açık binalar. Örn. konferans salonları, alışveriş merkezleri.

- Konutlar ve benzeri mahaller. Örn. oteller, apartmanlar.
- Ticari kurumlar. Örn. ofisler, restoranlar ve marketler.
- Endüstriyel tesisler. Örn. fabrikalar ve üretim merkezleri.

21.9.2. Soğutucu Akışkan Kaçağı İhtimali Olan Sistemler İçin Uygulanması Gerekli Kurallar

Soğutucu akışkan devrelerindeki akışkanın dışarı sızması veya kaçağı çok çeşitli yollarla gerçekleşebilir. Bunları a) bağlantı noktalarındaki gevşeme, b) çeşitli elemanlardaki bozulmalar, c) soğutucu akışkan taşınırken veya doldurulurken olan kayıplar, d) kazalar olarak gruplamak mümkündür. Kaçak miktarı veya ihtimali aynı zamanda akışkan cinsine, uygulanan tesisata, işçilik kalitesine, bakım ve servisin yeterliliğine bağlıdır.

Kapalı devre soğutma sistemlerinin doğru ve sağlam bir şekilde yapılması, soğutucu akışkanın sızmasından dolayı kaynaklanacak tehlikelerin önceden önlenmesi açısından ilk şarttır. Buna ilaveten soğutma yapılacak mahalın özelliğine göre borulamayı ve buna bağlı olarak sistemdeki toplam akışkan miktarını minimum seviyede tutmak ideal çözümdür. Bu şekilde risk azaltılmış olur.

Soğutucu akışkan kullanımındaki güvenlik kuralları için mevcut en geçerli standart olarak, ASHRAE Standart 15-1994 ifade edilebilir. Bu standartla soğutucu akışkan kullanılan sistemler için ciddi kurallar ve kısıtlamalar getirilmiştir. ASHRAE Standart 15 kullanım alanı kategorilerine ve akışkan tehlike sınıfına göre, kaçak riski olan tesisatta kullanılacak soğutucu akışkan miktarlarını sınırlamıştır. Bu limit değerlerin bazıları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Paket Tipi Oda Klima Cihazları

Pencere tipi veya oda tipi paket klima cihazlarının (PTAC), split klima sistemlerinin ya da toplam soğutucu akışkan miktarı 3 kg 'ı geçmeyen küçük paket klima cihazlarının; soğutucu akışkan kullanımındaki emniyet kurallarını sağladığı kabul edilir.

2. Yüksek Risk Taşıyan Büyük Soğutma Sistemleri

Yüksek akışkan kaçağı riski taşıyan büyük soğutma sistemlerindeki sınırlamalar gruplara göre aşağıdaki gibi özetlenebilir:

A1 güvenlik grubuna dahil soğutucu akışkanlar (HCFC-22 ; HFC-134a. vb..) için;

Sağlık merkezleri gibi birinci kullanım grubunda (mutfaklar, laboratuvarlar, morglar ve benzeri ortamlar dışında):

- En büyük soğutma sistemindeki Soğutucu akışkan HCFC-22 miktarı, m_{HCFC-22} kullanım hacmi (occupied space) başına 75 gr/m³ ile sınırlandırılmıştır.
- Soğutucu akışkan HFC-134a için geçerli kütleli sınırlama, m_{HFC-134a} ise 127 gr/m³ 'tür.
- Soğutucu akışkan olarak CO₂ dışında bir soğutucu akışkan kullanılan sistemde soğutucu akışkan miktarı 0,45 kg değerinden fazlaysa ve ortamda açık alevle yanan bir cihaz varsa, bu cihazdan çıkan yanma ürünleri bir davlumbazla dış atmosfere atılmaktadır.

Toplantı merkezlerinde, konutlarda ve ticari binalarda:

- Bir soğutma sistemindeki Soğutucu akışkan HCFC-22 miktarı, m_{HCFC-22} kullanım hacmi (occupied space) başına 152gr/m³ ile sınırlandırılmıştır.

- Soğutucu akışkan HFC-134a için geçerli kütleli sınırlama, $m_{HFC-134a}$ ise 258 gr/m^3 'tür.

B2 güvenlik grubuna dahil soğutucu akışkanlar (R717 Amonyak) için;

R-717 (amonyak) ve benzeri B2 güvenlik sınıfı akışkanların kamu-ya açık mahallerin soğutulmasında veya konfor ikliması sistemlerinde ve benzeri uygulamalarda kullanımına müsaade edilmez. Proses amaçlı klimatizasyonda (gıda saklama dahil), soğutucu akışkan R-717 'nin müsaade edilen maksimum kütleleri m_{R-717} (kilogram) **Tablo 21.23**'te verilmiştir.

3. Düşük Risk Taşıyan Soğutma Sistemleri

Düşük risk taşıyan soğutma sistemleri fabrikada monte edilmiş, test edilmiş ve onaylanmış su soğutma gruplarını (chiller) kapsar. Bunlar her beş kullanım alan grubunda da kullanılabilirler.

- A1 güvenlik grubuna dahil soğutucu akışkanlar için, en büyük soğutma sistemindeki Soğutucu akışkan HCFC-22 miktarı, $m_{HCFC-22}$ kullanım hacmi (occupied space) başına 152 gr/m^3 değerini; HFC-134 miktarı $m_{HFC-134}$ ise 258 gr/m^3 değerini aşarsa borular ve dışarı yerleştirilen parçalar dışındaki soğutucu akışkan içeren bütün parçalar, güvenlik gereksinimlerini karşılayan bir makina dairesine tesis edilmelidir.
- R-717 amonyak gazı gibi B2 güvenlik sınıfı soğutucu akışkanlar için, gereksinimler şöyledir: En büyük soğutma sistemindeki Soğutucu akışkan amonyak miktarı, m_{R-717} kullanım hacmi (occupied space) başına $0,35 \text{ gr/m}^3$ değerini aşarsa borular ve dışarı yerleştirilen parçalar dışındaki soğutucu akışkan içeren bütün parçalar, güvenlik gereksinimlerini karşılayan bir makina dairesine tesis edilmelidir ve sistemdeki amonyak miktarı kurumsal yapılarda 250 kg değerini aşmamalıdır..

21.9.3. Soğutma Grubu Makina Dairesi

Bir makina dairesi dizayn edilirken kolaylıkla ulaşılabilir ve servis verilebilir olmasına dikkat edilmelidir. Kapıları sıkı bir şekilde izole edilmiş ve dışa doğru açılır olmalı ve kendiliğinden kapanma özelliğine sahip olmalıdır. Acil durumlar için rahat kaçışı temin edecek sayıda kapı olmalıdır.

ASHRAE standardı 15-1994 'e göre bir soğutma tesisatı odası aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Tesisat odasında mutlaka mekanik havalandırma yapılması gerekir. Havalandırma değişken debili ya da çok hız kademeli fanlarla yapılabilir. Olası bir kaçak yahut sızdırma anında mekanik havalandırma için gerekli minimum debi miktarı $V_{m,v}$ (lt/s) değeri şu şekilde belirlenir:

$$V_{m,v} = 45,36 \text{ m}_{ref}^{0,5}$$

m_{ref} değeri sistemin tümünde kullanılan soğutucu akışkanın kilogram olarak toplam kütesidir.

- Soğutma sistemi dış ortamda ise ve bina açıklıklarına olan en yakın mesafesi minimum 6 metre ve üzerinde ise, bir penthouse ile kapatılmış ise bu tür alanlarda doğal havalandırmadan da yararlanılabilir. Doğal havalandırmada minimum serbest açıklık boyutları A_{fa} (metrekare) olarak aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanır :

$$A_{fa} = 0,093 \text{ m}_{ref}^{0,5}$$

- Makina dairesinde odadan yanma havasını temin eden açık alevli hiç bir cihaz bulunmamalıdır.
- Tesisat odası içerisinde alevle çalışan ya da $427 \text{ }^\circ\text{C}$ ve üzeri sıcaklıkta yüzeye sahip herhangi bir yakıcı, ısıtıcı yahut benzeri cihaz bulundurulmamalıdır.
- Direkt olarak dış ortama bağlanan bir çıkış kapısı bulunmalıdır.
- Soğutucu akışkan olarak amonyak gazı kullanımında mekanik havalandırma devamlı olarak yapılmalıdır veya bir buhar sensörü ile entegre biçimde, ortamdaki yanıcı gaz seviyesinin toplam hacmin %4'ünü geçtiği durumlarda aktif olan mekanik havalandırma kullanılmalıdır.
- Makina dairesinde amonyak dışında soğutucu akışkan kullanıldığı durumlarda da soğutucu akışkan dedektörleri kullanılarak kaçak durumunun sürekli gözlenmesi gerekir. Dedektör döşemenin yaklaşık 1 m yukarı ve chillere mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmelidir. Ancak hava akımları yolu üzerine konulmamaya özen gösterilmelidir. Tek dedektör yaklaşık 500 m^2 alanı kontrol edebildiğinden bir makina dairesi için yeterlidir.
- Makina dairesine hizmet veren havalandırma kanalları bağımsız olmalıdır.
- Makina dairesi havalandırma fanlarının minimum düzeyde sürekli çalışması gerekir. Kaçak alarmı alındığında, yüksek kademeye geçerek ortamdaki kaçığı hızla boşaltmalıdır.

	Kurumlar	Halka Açık Alanlar	Konutlar	Ticari bina
1- Sızdırmaz absorpsiyonlu sistem				
a) Halka açık koridor veya lobiler	0	0	1,5	1,5
b) Dışa bitişik mahaller	0	0	10	10
c) Koridor ve lobi dışındaki mahaller	0	3	3	10
2- Münferit ve paket sistem				
a) Koridor ve lobi dışındaki mahaller	0	0	3	10

Tablo 21.23. PROSES KLİMASINDA MÜSADE EDİLEN MAKSİMUM AMONYAK KÜTLELERİ (kg)

22- BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ

Büyükük	Sembol	Gösterim			Dönüşüm	
		SI	Metrik	I-P		
Uzunluk	L	m	m	in ft	1 m = 39,37 in	1 in = 25,4 mm
					1 m = 3,281 ft	1 ft = 30,48 cm
					1 km = 0,6214 kara mili	1 mil (kara) = 1,60934 km
					1 km = 0,5396 deniz mili	1 mil (deniz) = 1,85318 km
Alan	A, F	m ² m ³	m ² m ³	sq in sq ft acre	1 m ² = 1550 sq in	1 sq in = 645,16 mm ²
					1 m ² = 10,764 sq ft	1 sq ft = 0,0929 m ²
					1 ha = 10000 m ²	1 acre = 0,40468 ha
					1 ha = 2,471 acre	1 sq mile = 2,58999 km ²
Hacim	V	L	L	cu in cu ft gal	1 m ³ = 1000 L	1 U.S. barrel = 42 U.S.gal
					1 L = 61,024 cu in	1 cu in = 16,3871 cm ³
					1 L = 0,2642 gal	1 cu ft = 0,02831 m ³
					1 m ³ = 35,315 cu ft	1 gal = 3,78541 L
Kütle	m	g kg	g kg	oz lb	1 kg = 35,274 oz	1 oz = 28,3495 g
					1 kg = 2,2046 lb	1 lb = 0,4536 g
					1 g = 15,432 grain	1 lb = 16 oz
Yoğunluk	d	kg / m ³	kg / m ³	lb / cu ft	1 kg/m ³ = 0,06243 lb/cuft	
Hız	w, V	m / s	m / s	ft / min	1 m/s = 196,85 ft/min	1 km/h = 0,6214 mph
					1 km/h = 0,54 Kn	1 ft/min = 0,508 cm/s
Debi	V, Q	m ³ / s	m ³ / h m ³ / s L / s	cfm	1 m ³ /s = 3600 m ³ /h	1 cu ft/min = 28,3171 L/min
					1 m ³ /h = 0,5886 cfm	1 cu ft/min = 1,700 m ³ /h
					1 m ³ /h = 4,403 gal/min	1 gal/min = 0,272 m ³ /h
Basınç	P	Pa bar mbar N / m ²	kg / cm ² kg / m ² mmSS atm	psi in H ₂ O lb / ft ²	1 Pa = 1 N/m ²	1 mbar = 100 Pa
					1 bar = 100.000 Pa	1 bar = 14,504 psi
					1 bar = 0,987 atm	1 kPa = 7,50062 mmHg
					1 mbar = 10,19 mmSS	1 in H ₂ O = 249,089 Pa
					1 mmSS = 9,87 Pa	1 mbar = 0,4015 in H ₂ O
					1 bar = 14,504 psi	1 bar = 1,02 kg/cm ²
					1 mbar = 2,089 lb/ft ²	1 lb/ft ² = 47,88 N/m ²
Enerji Isı	E, W, Q	kJ kWh	kcal	Btu	1 kWh = 3600 kJ	1 kJ = 0,2388 kcal
					1 kWh = 860 kcal	1 kcal = 4,1868 kJ
					1 kJ = 0,948 Btu	1 Btu = 1,055 kJ
					1 kcal = 3,97 Btu	1 Btu = 0,252 kcal
Güç Isı gücü	P	kJ / h kW	kcal / h	Btu / h HP	1 kW = 1 kJ/s	1 HP = 735,5 W
					1 kW = 860 kcal/h	1 HP = 632 kcal/h
					1 kW = 3415 Btu/h	1 Btu/h = 0,252 kcal/h
					1 kW = 1,341 HP	1 kcal/h = 3,97 Btu/h
Soğutma				ton ref.	1 kW = 0,2843 tons of retriuration	
					1 ton ref. = 3,517 kW	1 ton ref. = 3024 kcal/h
Özgül Isı	C, Cp	kJ / kgK	Kcal / kg °C	Btu / lb °F	1 kJ/kgK = 4,187 kcal/kg °C	1 kJ/kgK = 0,2388 Btu/lb °F
Isı akısı	q	kJ / m ² h W / m ²	kcal / m ² h	Btu / hft ²	1 W/ m ² = 3,6 kJ/ m ² h	1 kJ/m ² = 0,0881 Btu/ft ²
					1 W/ m ² = 0,86 kcal/m ² h	1 W/ m ² = 0,317 Btu/hft ²
Isı Geçiş Katsayısı	K	W/ m ² K	kcal/m ² h °C	Btu/h ft ² °F	1 W/ m ² K = 0,1761 Btu/h ft ² °F	1 Btu/h ft ² °F = 5,678 W/m ² K
Isı İletim Katsayısı	k	W/mK	kcal/mh °C	Btu/h ft F	1 W / mK = 0,578 Btu/h ft F	1 Btu/h ft F = 1,7296 W/mK
					1 W/mK = 0,86 kcal/ mh °C	1 kcal/ mh °C = 1,162 W/mK
Isı Geçiş Direnci	1/K	m ² K / W	m ² h °C/ kcal	h ft ² F/Btu	1 h ft ² F/Btu = 0,1761 m ² K/W	
					1 m ² K / W = 1,162 m ² h °C / kcal	
Isı İletim Direnci	1/k				1 mK/W = 1,7296 h ft F/BTU	1 h ft F/BTU = 0,5782 mK/W
					1 mK/W = 1,162 mh °C / kcal	
Sıcaklık	T	K	°C	°F	°C = (°F-32) . 5/ 9	°F= °C. 9/ 5 +32
						K = 273+°C

23. KAYNAKLAR

- [1]. ASHRAE Handbook, HVAC Applications, 1999
- [2]. ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment, 2000
- [3]. ASHRAE Handbook, Fundamentals, 1997
- [4]. HVAC Handbook of Air Conditioning and Refrigeration, Shan K. Wang, Mc-Graw Hill, 2001
- [5]. HVAC Equations, Data and Rules of Thumb, Arthur A. Bell, Jr. Mc-Graw Hill, 2001
- [6]. SMACNA, HVAC Systems Duct Design, 1990
- [7]. Industrial Ventilation, a Manual of Recommended Practise, A.C.G.I.H., 1992
- [8]. HVAC Systems Evaluation, Harold R.C. R.S. Means Company, Construction Publishers & Consultants
- [9]. Handbook of Air Conditioning System Design, CARRIER, 1965
- [10]. Taschen Buch Für Heizung + Klima Technik 92/93, Recknagel, Sprenger, Hönnmann
- [11]. HVAC Duct Systems Inspection Guide, SMACNA, 1985
- [12]. Handbook of HVAC Design, N.R. Grimm, R.C. Roscler, MC Graw Hill
- [13]. Ventilation For Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard 62-1989
- [14]. Practices For Measurement, Testing, Adjusting and Balancing of Building HVAC and Refrigeration Systems, ASHRAE Standard 111-1988
- [15]. Natural Ventilation in Non-domestic Buildings, AM10:1997 CIBSE
- [16]. Night Ventilation Cooling of Office Buildings, M. Kolokotroni, ASHRAE Transactions 2001 V.107, Pt.1.
- [17]. Experiences With Naturally Ventilated Atria, P. Simmonds, ASHRAE Transactions 1994 V. 100
- [18]. A Summary of Analytical Methods and Case Study Monitoring of Atria, J.R. Jones, M.B. Luther, ASHRAE Transactions 1994 V. 100
- [19]. Atrium Design Criteria Resulting From Comparative Studies of Atrium With Different Orientation and Complex Interfacing of Environmental Systems, E.O. Kainlauri, M.P. Vilmain, ASHRAE Transactions 1993 V. 99
- [20]. Kitchen Ventilation, ASHRAE Technical Data Bulletin Vol. 5, Number 1.
- [21]. Fire and Smoke Control, ASHRAE Technical Data Bulletin, 1985
- [22]. Design of Smoke Management Systems, J.H. Klote, J.A. Milke, ASHRAE Special Publications
- [23]. Fire, Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems, SMACNA, 1992
- [24]. Havalandırma ve İklimlendirme Sistemlerinde Gürültü Kontrolü, Seminer Notları, A. Arısoy, 1994
- [25]. VAV Sistemleri Seminer Notları, İ. Can, 1997.
- [26]. VAV- Atölye Çalışması Özel Sayı 2001, TTMD
- [27]. Yüksek Yapılar Notları, E. Boz
- [28]. Pompalar Notları, B. Vural
- [29]. 5 Yıldızlı Oteller Seminer Notları, M. Çelikkol, 2000.
- [30]. İç Hava Hareketleri ve Menfez Seçimi, H. Kalataş, Tesisat Dergisi, No.50, s.53-74, 2000
- [31]. Hava Dağıtım Menfezleri, B. Sunaç, TTMD İst. Eğit. Sem. Aralık 1999.
- [32]. ODE Mekanik Tıp Yalıtım Çalışmaları
- [33]. Büyük Garajlarda Egzoz Havalandırması ve Duman Alma, A. Razgat, TTMD, s.34-35, Kasım 1999
- [34]. T.İş Bankası Genel Müdürlük Kompleksi Mekanik Tesisat Uygulama Projesi Raporu.,1996
- [35]. Convention Center Design McCormick Place Expansion, M. Jalayerian
- [36]. How to Write a Good Specification for a Building Automation System, J. Cosiol, HPAC Engineering, P.11-12, July 2001.
- [37]. Süpermarket Tesisatı Uygulamaları, TTMD Eğitim Sem. Mart 1999
- [38]. Yüzme Havuzları Havalandırması, Özel Notlar, S. BÖLÜKBAŞI
- [39]. Klimada Sistem Seçimi ve Projelendirmesi, S. Giray, Tesisat Mühendisliği, No.63, 2001, s.35-52
- [40]. SPIRO katalogları ve teknik bültenleri
- [41]. Tesisat Mühendisliği Uygulama Kitabı, TTMD Teknik Yayınları No.9, 2001
- [42]. Temiz Oda Tasarımı ve Klima Sistemleri, F.T. ÖZKAYNAK, Tetisan Ltd.Şti. Teknik Yayınları, 2001
- [43]. Heating, Ventilation and Air Conditioning HVAC Systems in Hospitals, DIN 1946/4, 1989
- [44]. Airborne Particulate Cleanliness Classes in Clean rooms and Clean Zones” Federal Standard, U.S.A, 1992.
- [45]. EU-GMP Guidelines for the Manufacture of Sterile Medical Products, 1997
- [46]. Ventilation for Buildings – Air Handling Units – Mechanical Performance”, European Standard, EN 1886, 1998
- [47]. Sauter Engineering Manual of Automatic Control
- [48]. Sauter Technical Manual-Valves&Drives
- [49]. EMO LTD STİ Eğitim Notları
- [50]. Honeywell Engineering Manual of Automatic Control for Commercial
- [51]. Heating & Air Conditioning of Buildings, Faber & Kell,1997
- [52]. HVAC Systems Applications, SMACNA
- [53]. Variable Air Volume Systems for Environmental Quality, Steve Chen/Stanley Demster,1995
- [54]. Modern Control Engineering, Ogata, 1970.
- [55]. Otomatik Kontrol Temelleri, Özdaş, Dinibütün,Kuzucu,1995.
- [56]. ASHRAE Standard15-1994, Safety Code for Mechanical Refrigeration.

Hız (m/s)	Hız Basıncı (Pa)	Hız (m/s)	Hız Basıncı (Pa)	Hız (m/s)	Hız Basıncı (Pa)	Hız (m/s)	Hız Basıncı (Pa)	Hız (m/s)	Hız Basıncı (Pa)
1.0	0.6	10.0	60	19.0	217	28.0	472	37.0	824
1.2	0.9	10.2	63	19.2	222	28.2	479	37.2	833
1.4	1.2	10.4	65	19.4	227	28.4	486	37.4	842
1.6	1.5	10.6	68	19.6	231	28.6	493	37.6	851
1.8	2.0	10.8	70	19.8	236	28.8	499	37.8	860
2.0	2.4	11.0	73	20.0	241	29.0	506	38.0	870
2.2	2.9	11.2	76	20.2	246	29.2	513	38.2	879
2.4	3.5	11.4	78	20.4	251	29.4	521	38.4	888
2.6	4.1	11.6	81	20.6	256	29.6	528	38.6	897
2.8	4.7	11.8	84	20.8	261	29.8	535	38.8	907
3.0	5.4	12.0	87	21.0	266	30.0	542	39.0	916
3.2	6.2	12.2	90	21.2	271	30.2	549	39.2	925
3.4	7.0	12.4	93	21.4	276	30.4	557	39.4	936
3.6	7.8	12.6	96	21.6	281	30.6	564	39.6	944
3.8	8.7	12.8	99	21.8	286	30.8	571	39.8	954
4.0	9.6	13.0	102	22.0	291	31.0	579	40.0	963
4.2	10.6	13.2	105	22.2	297	31.2	586	40.2	973
4.4	11.7	13.4	108	22.4	302	31.4	594	40.4	983
4.6	12.7	13.6	111	22.6	308	31.6	601	40.6	993
4.8	13.9	13.8	115	22.8	313	31.8	609	40.8	1002
5.0	15.1	14.0	118	23.0	319	32.0	617	41.0	1012
5.2	16.3	14.2	121	23.2	324	32.2	624	41.2	1022
5.4	17.6	14.4	125	23.4	330	32.4	632	41.4	1032
5.6	18.9	14.6	128	23.6	335	32.6	640	41.6	1042
5.8	20.3	14.8	132	23.8	341	32.8	648	41.8	1052
6.0	21.7	15.0	135	24.0	347	33.0	656	42.0	1062
6.2	23.1	15.2	139	24.2	353	33.2	664	42.2	1072
6.4	24.7	15.4	143	24.4	359	33.4	672	42.4	1083
6.6	26.2	15.6	147	24.6	364	33.6	680	42.6	1093
6.8	27.8	15.8	150	24.8	370	33.8	688	42.8	1103
7.0	29.5	16.0	154	25.0	376	34.0	696	43.0	1113
7.2	31.2	16.2	158	25.2	382	34.2	704	43.2	1124
7.4	33.0	16.4	162	25.4	389	34.4	713	43.4	1134
7.6	34.8	16.6	166	25.6	395	34.6	721	43.6	1145
7.8	36.6	16.8	170	25.8	401	34.8	729	43.8	1155
8.0	38.5	17.0	174	26.0	407	35.0	738	44.0	1166
8.2	40.5	17.2	178	26.2	413	35.2	746	44.2	1176
8.4	42.5	17.4	182	26.4	420	35.4	755	44.4	1187
8.6	44.5	17.6	187	26.6	426	35.6	763	44.6	1198
8.8	46.6	17.8	191	26.8	433	35.8	772	44.8	1209
9.0	48.8	18.0	195	27.0	439	36.0	780	45.0	1219
9.2	51.0	18.2	199	27.2	446	36.2	789	45.2	1230
9.4	53.2	18.4	204	27.4	452	36.4	798	45.4	1241
9.6	55.5	18.6	208	27.6	459	36.6	807	45.6	1252
9.8	57.8	18.8	213	27.8	465	36.8	815	45.8	1263

EK 1. Tablo 1. HIZ VE HIZ BASINCI DEĞERLERİ

Dikdörtgen Kanal Kenarı																Dikdörtgen Kanal Kenarı					
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600		650	700	750	800	900
100	109																				100
125	122	137																			125
150	133	150	164																		150
175	143	161	177	191																	175
200	152	172	189	204	219																200
225	161	181	200	216	232	246															225
250	169	190	210	228	244	259	273														250
275	176	199	220	238	256	272	287	301													275
300	183	207	229	248	266	283	299	314	328												300
350	195	222	245	267	286	305	322	339	354	383											350
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437										400
450	217	247	274	299	321	343	363	382	400	433	464	492									450
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547								500
550	236	269	299	326	352	375	398	419	439	477	511	543	573	601							550
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656						600
650	253	289	321	351	378	404	429	452	474	515	553	589	622	653	683	711					650
700	261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	573	610	644	677	708	737	765				700
750	268	306	341	373	402	430	457	482	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820			750
800	275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875		800
900	289	330	367	402	435	465	494	522	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	984	900
1000	301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1037	1000
1100	313	358	399	437	473	506	538	569	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1022	1086	1100
1200	324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1133	1200
1300	334	382	426	468	506	543	577	610	642	701	757	808	857	904	948	990	1031	1069	1107	1177	1300
1400	344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1220	1400
1500	353	404	452	495	536	575	612	648	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1260	1500
1600	362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298	1600
1700	371	425	475	521	564	605	644	682	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1335	1700
1800	379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371	1800
1900	387	444	496	544	590	633	674	713	751	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1405	1900
2000	395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1438	2000
2100	402	461	516	566	614	659	702	743	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1470	2100
2200	410	470	525	577	625	671	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501	2200
2300	417	478	534	587	636	683	728	771	812	890	963	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1532	2300
2400	424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1561	2400
2500	430	494	552	606	658	706	753	797	840	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1589	2500
2600	437	501	560	616	668	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617	2600
2700	443	509	569	625	678	728	776	822	866	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1483	1538	1644	2700
2800	450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670	2800
2900	456	523	585	643	697	749	798	845	891	977	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1696	2900
Dikdörtgen Kanal Kenarı	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	Dikdörtgen Kanal Kenarı

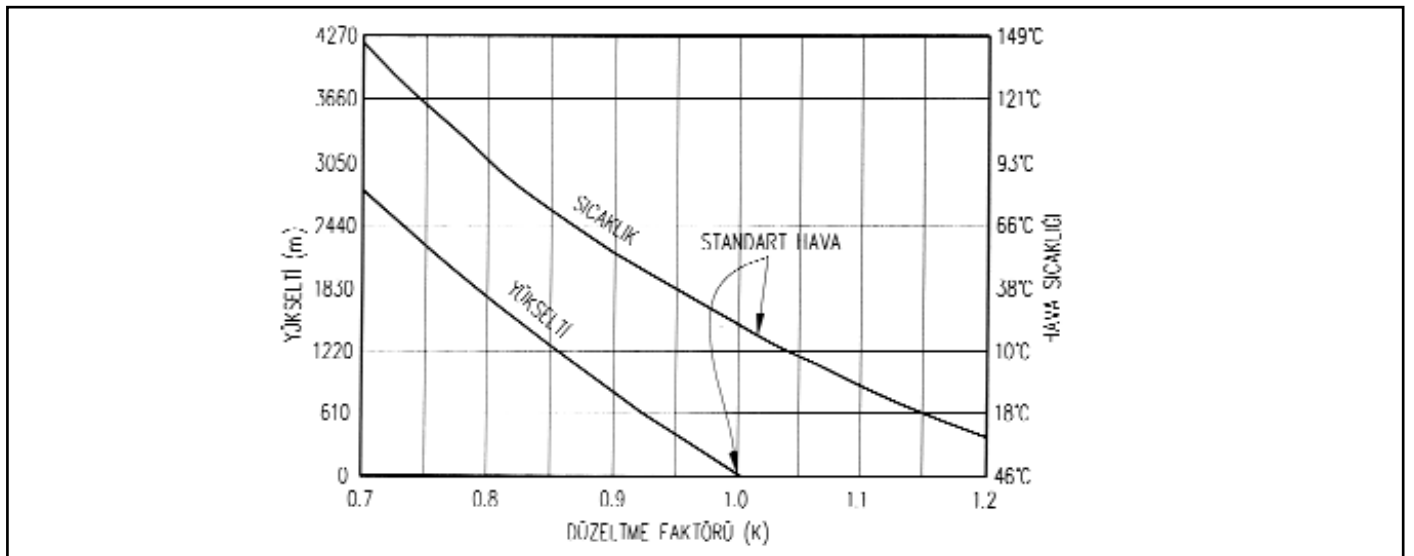
EK 1. Tablo 2. EŞDEĞER SÜRTÜNME VE KAPASİTE İÇİN, DİK DÖRTGEN KESİTLİ KANALLARA EŞDEĞER YUVARLAK KANALLAR (Ölçüler mm. cinsindedir.)

Dikdörtgen Kanal Kenarı																Dikdörtgen Kanal Kenarı					
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400		2500	2600	2700	2800	2900
1000	1093															1000					
1100	1146 1202															1100					
1200	1196 1256 1312															1200					
1300	1244 1306 1365 1421															1300					
1400	1289 1354 1416 1475 1530															1400					
1500	1332 1400 1464 1526 1584					1640										1500					
1600	1373 1444 1511 1574 1635					1693 1749										1600					
1700	1413 1486 1555 1621 1684					1745 1803 1858										1700					
1800	1451 1527 1598 1667 1732					1794 1854 1912 1968										1800					
1900	1488 1566 1640 1710 1778					1842 1904 1964 2021 2077										1900					
2000	1523 1604 1680 1753 1822					1889 1952 2014 2073 2131					2186					2000					
2100	1558 1640 1719 1793 1865					1933 1999 2063 2124 2183					2240 2296					2100					
2200	1591 1676 1756 1833 1906					1977 2044 2110 2173 2233					2292 2350 2405					2200					
2300	1623 1710 1793 1871 1947					2019 2088 2155 2220 2283					2343 2402 2459 2514					2300					
2400	1655 1744 1828 1909 1986					2060 2131 2200 2266 2330					2393 2453 2511 2568 2624					2400					
2500	1685 1776 1862 1945 2024					2100 2173 2243 2311 2377					2441 2502 2562 2621 2678					2733					2500
2600	1715 1808 1896 1980 2061					2139 2213 2285 2355 2422					2487 2551 2612 2672 2730					2787 2842					2600
2700	1744 1839 1929 2015 2097					2177 2253 2327 2398 2466					2533 2598 2661 2722 2782					2840 2896 2952					2700
2800	1772 1869 1961 2048 2133					2214 2292 2367 2439 2510					2578 2644 2708 2771 2832					2891 2949 3006 3061					2800
2900	1800 1898 1992 2081 2167					2250 2329 2406 2480 2552					2621 2689 2755 2819 2881					2941 3001 3058 3115 3170					2900
Dikdörtgen Kanal Kenarı	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	Dikdörtgen Kanal Kenarı

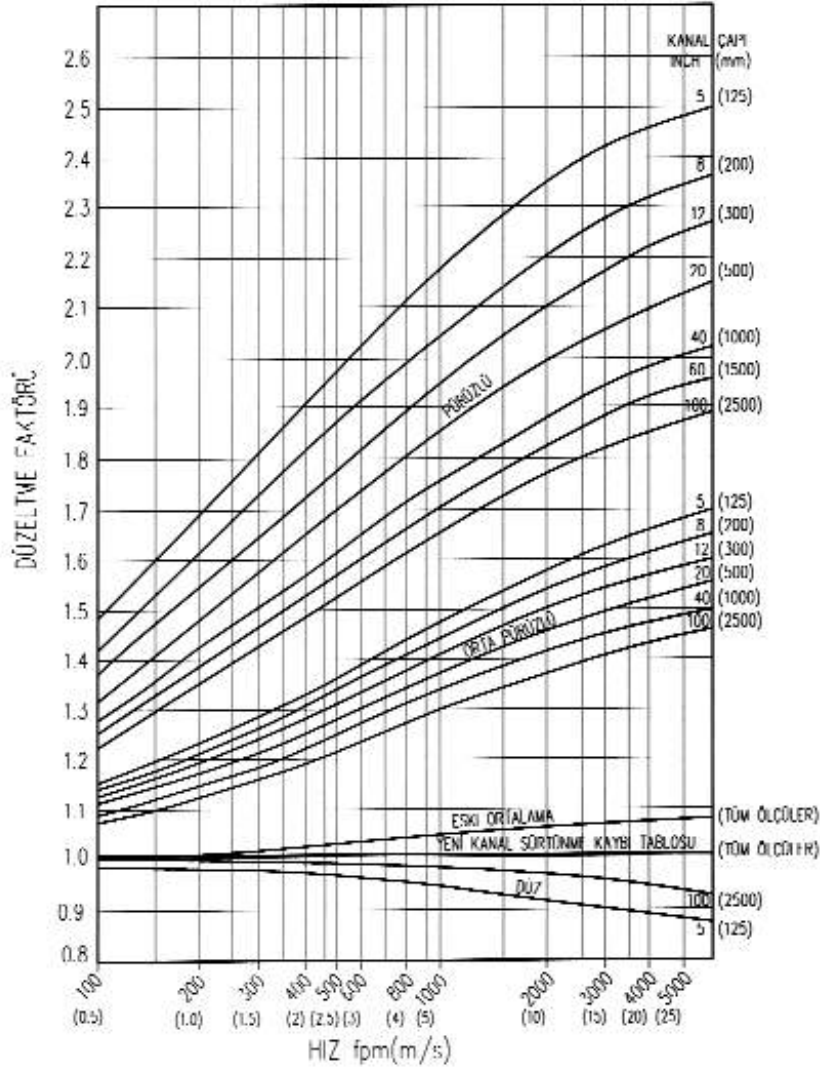
Eşdeğer yuvarlak kanal formülü:

$$D_e = 1.30 \left[\frac{(a \cdot b)^{0.625}}{(a+b)^{0.250}} \right]$$

EK 1. Tablo 2 Devam. EŞDEĞER SÜRTÜNME VE KAPASİTE İÇİN, DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANALLARA EŞDEĞER YUVARLAK KANALLAR (Ölçüler mm. cinsindedir.)



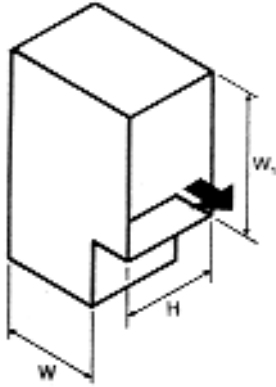
EK 1. Şekil 5. HAVA YOĞUNLUĞU DÜZELTME FAKTÖRLERİ



EK 1. Şekil 3. KANAL SÜRTÜNME KAYBI DÜZELTME FAKTÖRLERİ

Kanal Malzemesi	Pürüzlülük Sınıfı	Mutlak Pürüzlülük, E (mm)
Boyanmamış temiz karbon çeliği (0,05 mm) PVC plastik boru (0,01 - 0,05 mm) Alüminyum (0,04 - 0,06 mm)	Düzdün	0,03
Galvaniz çelik, boyuna dikişli (1200 mm. birleşme aralı) (0,05 - 0,1 mm) Galvaniz çelik, spiral dikişli (3600 mm. birleşme aralı) (0,05 - 0,12 mm)	Orta düzdün (Yeni kanal sürtünme kaybı diyagramı)	0,09
Daldırma ile galvanizlenmiş çelik, boyuna dikişli (760 mm) birleşme (0,15 mm)	Eski Ortalama	0,15
Fiberglas kanal, rijit Fiberglas kaplama kanal (içten) (1,5 mm)	Orta Pürüzlü	0,9
Fiberglas kaplama (içten spray edilerek) (4,5 mm) Metalik esnek kanal (1,2 - 2,1 mm) tamamen uzatıldığında Esnek kanal elyafı veya telli bütün tipler tamamen uzatıldığında (1,0 - 4,6 mm) Beton (0,3 - 3,0 mm)	Pürüzlü	3,0

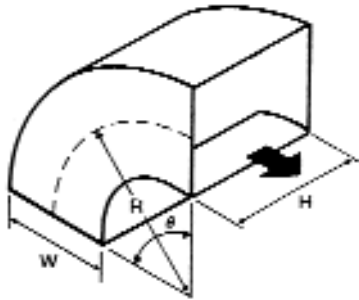
EK 1. Tablo 4. KANAL MALZEMESİ PÜRÜZSÜZLÜK FAKTÖRLERİ



C KATSAYISI						
H/W	W ₁ /W					
	0.6	0.8	1.2	1.4	1.6	2.0
0.25	1.8	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1
1.0	1.7	1.4	1.0	0.95	0.90	0.84
4.0	1.5	1.1	0.81	0.76	0.72	0.66
X	1.5	1.0	0.69	0.63	0.60	0.55

EK 2. YEREL KAYIP KATSAYILARI

Şekil 1. DİKDÖRTGEN DİRSEK, KESKİN, GENİŞLEYEN VEYA DARALAN AKIŞTA



C KATSAYISI											
R/W	H/W										
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
0.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
0.75	0.57	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44
1.0	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.27	0.21
1.5	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17
2.0	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

Re SAYISI İÇİN DÜZELTME SAYISI									
R/W	Re 10 ⁻⁴								
	1	2	3	4	6	8	10	14	≥20
0.5	1.40	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.0	1.0
≥0.75	2.0	1.77	1.64	1.56	1.46	1.38	1.30	1.15	1.0

Re = 66.4 DV

Burada :

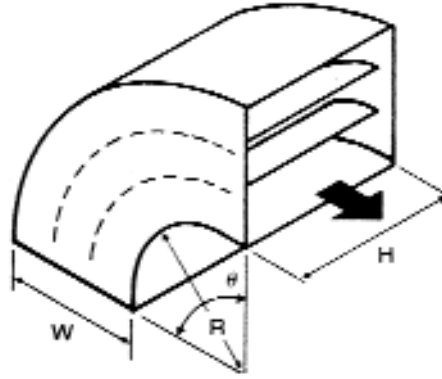
D = kanal çapı (mm)

V = kanaldaki hız (m/s)

Dikdörtgen kanallar için:

$$D = \frac{2 HW}{H + W}$$

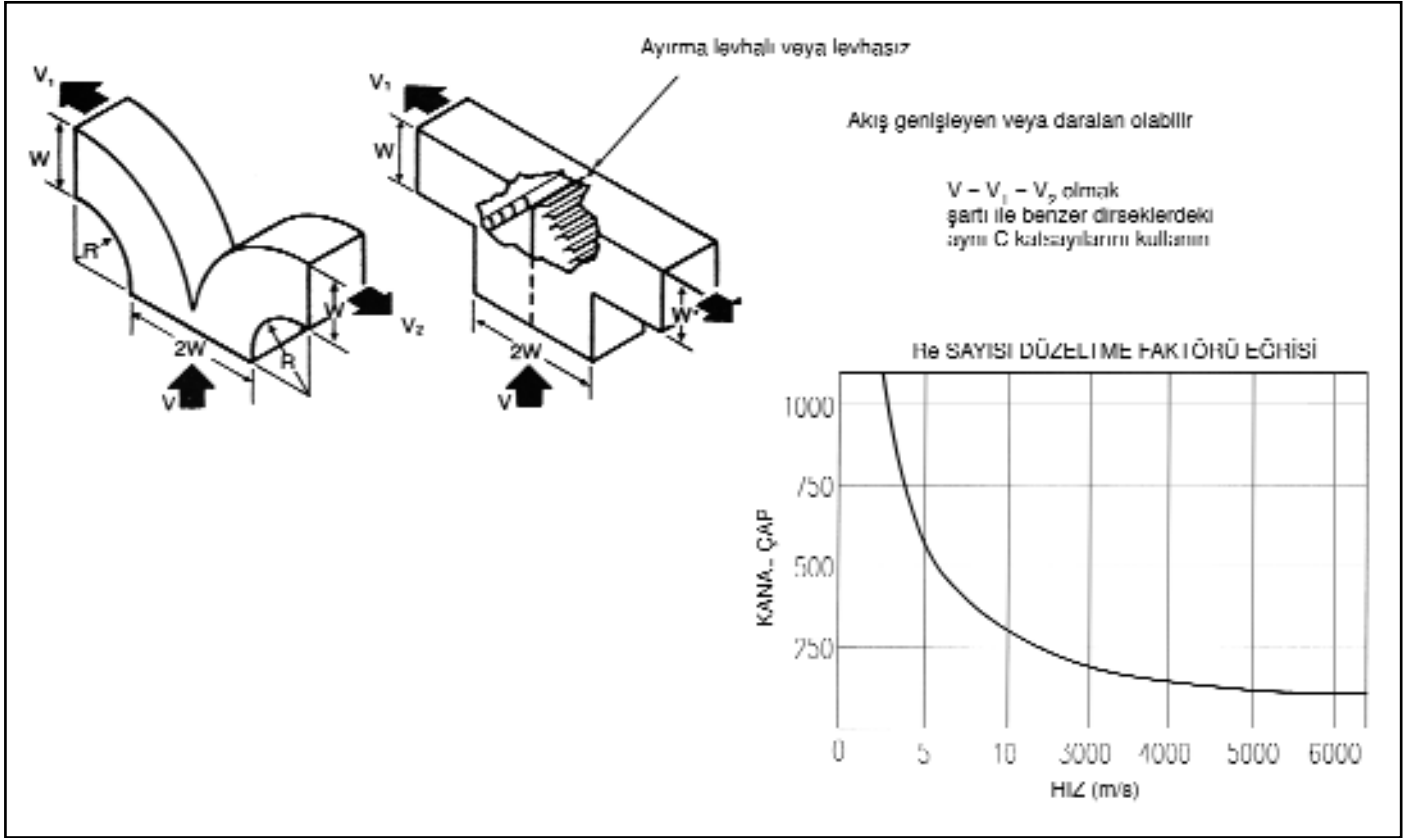
EK 2. Şekil 2. DİKDÖRTGEN DİRSEK, KANATSIZ GENİŞ AÇILI



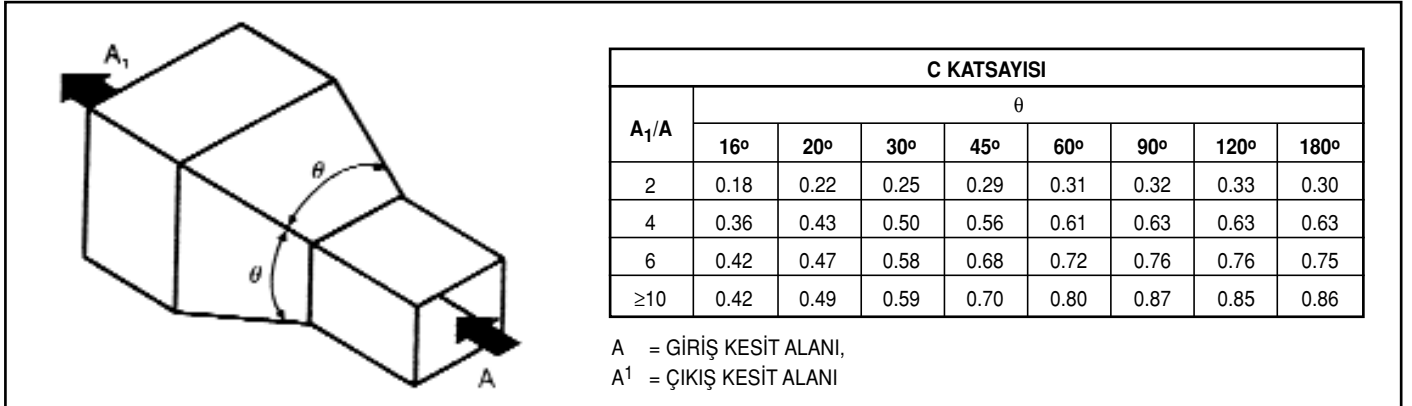
C KATSAYISI

	R/W	CR	H/W										
			0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1 KANATLI	0.05	0.218	0.52	0.40	0.43	0.49	0.55	0.66	0.75	0.84	0.93	1.0	1.1
	0.10	0.302	0.36	0.27	0.25	0.28	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	0.49	0.52
	0.15	0.361	0.28	0.21	0.18	0.19	0.20	0.22	0.25	0.26	0.28	0.30	0.32
	0.20	0.408	0.22	0.16	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21
	0.25	0.447	0.18	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15
	0.30	0.480	0.15	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12
	0.35	0.509	0.13	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
	0.40	0.535	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
	0.45	0.557	0.10	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
0.50	0.577	0.09	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	
2 KANATLI	0.05	0.362	0.26	0.20	0.22	0.25	0.28	0.33	0.37	0.41	0.45	0.48	0.51
	0.10	0.450	0.17	0.13	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21
	0.15	0.507	0.12	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
	0.20	0.550	0.09	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
	0.25	0.585	0.08	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	0.30	0.613	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
	0.35	0.638	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.40	0.659	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.45	0.677	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.50	0.693	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3 KANATLI	0.05	0.476	0.11	0.10	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.19	0.21	0.22	0.23
	0.10	0.549	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09
	0.15	0.601	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
	0.20	0.639	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.25	0.669	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.30	0.693	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.35	0.714	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.40	0.731	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.45	0.746	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.50	0.760	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

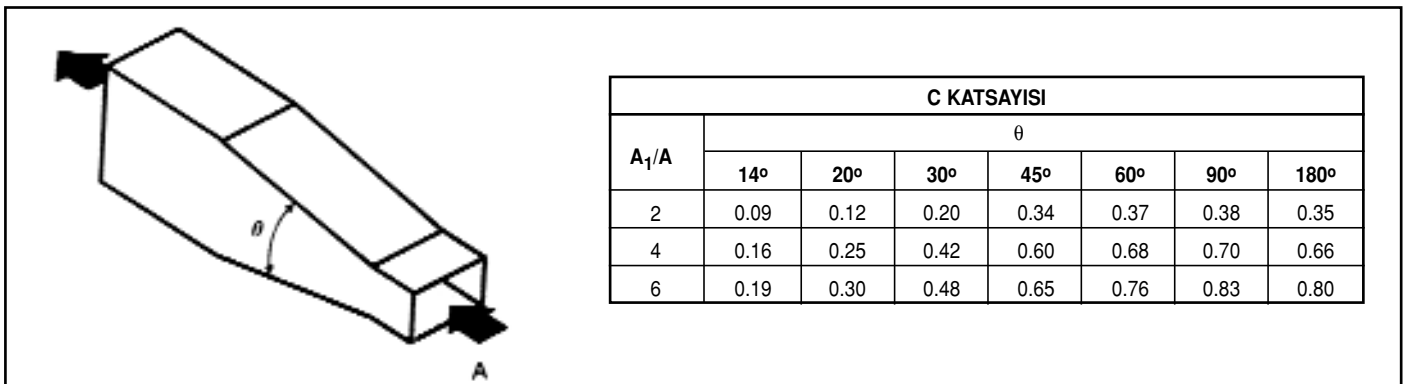
EK 2. Şekil 3. DİKDÖRTGEN DİRSEK, KANATSIZ GENİŞ AÇILI



EK 2. Şekil 4. 90° DİKDÖRTGEN DİRSEK, W VEYA T AYRILMA



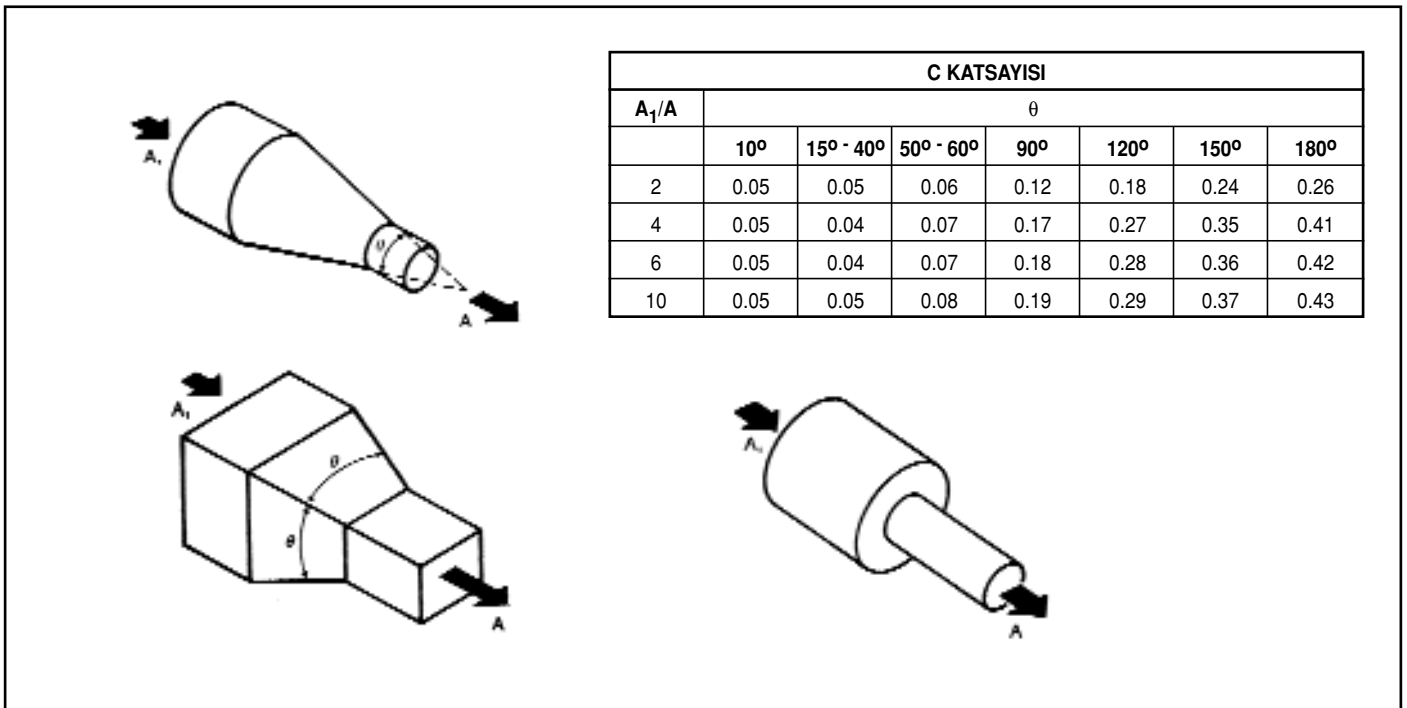
EK 2. Şekil 5. DİKDÖRTGEN KANAL GEÇİŞ



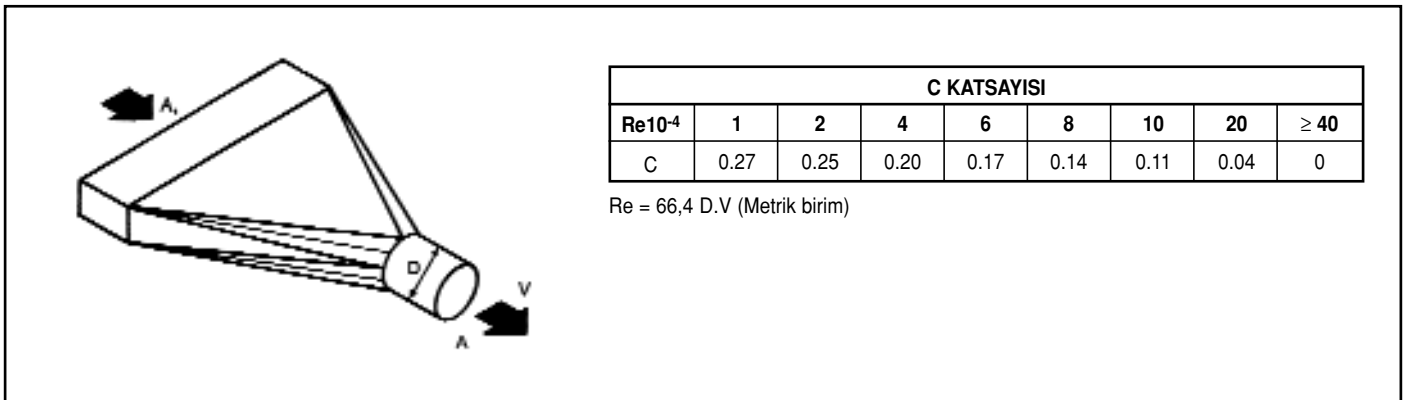
EK 2. Şekil 6. KENARLAR DÜZ DİKDÖRTGEN KANAL GENİŞ PARÇASI



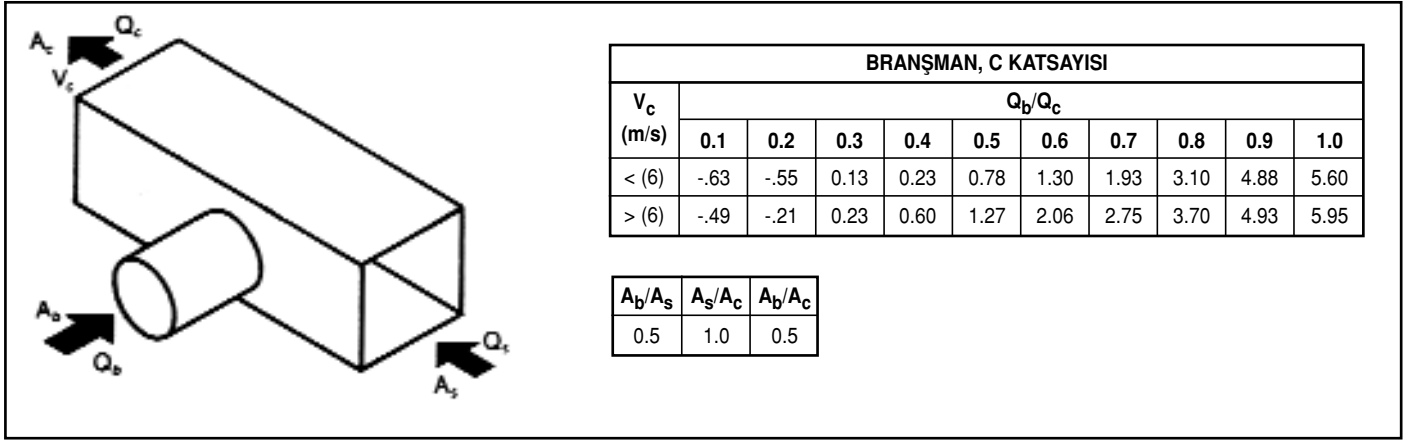
EK 2. Şekil 7. FANA GÖRE SİMETRİK, KENARLAR DÜZ GEÇİŞ PARÇASI



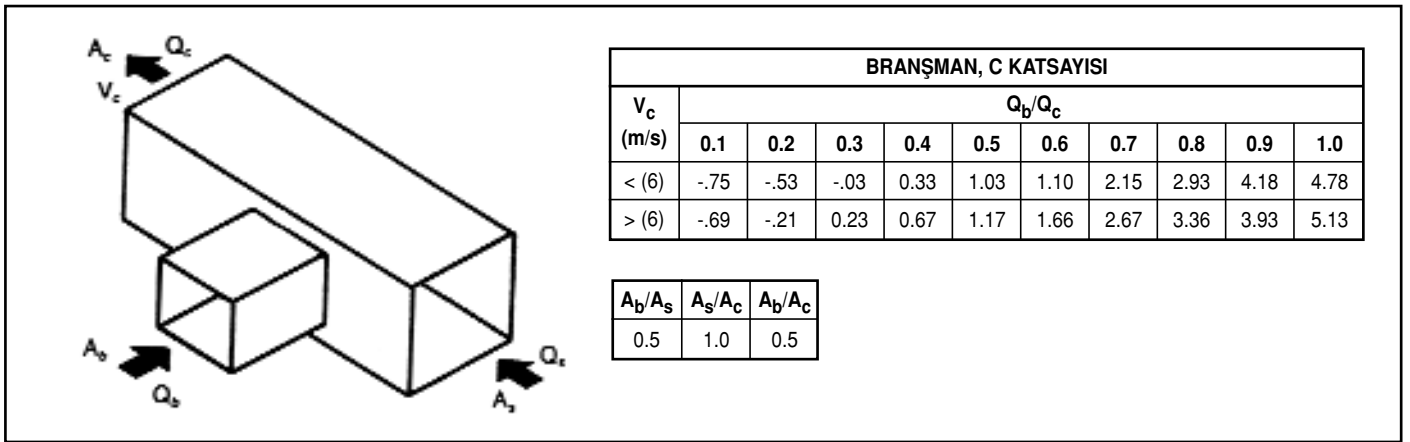
EK 2. Şekil 8. YUVARLAK VEYA DİKDÖRTGEN REDÜKSİYON



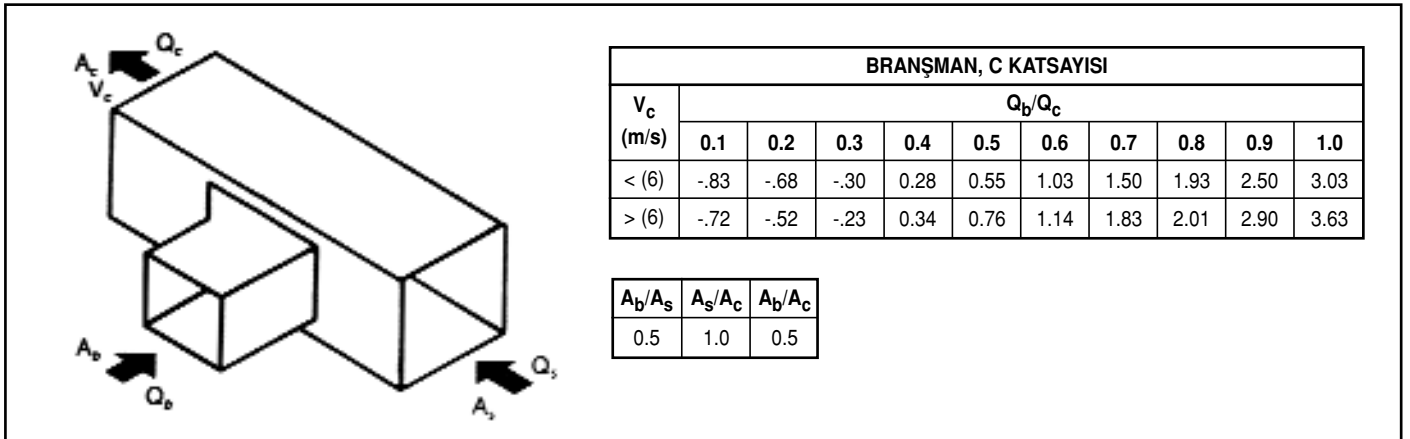
EK 2. Şekil 9. DİKDÖRTGENDEN YUVARLAK KESİTE REDÜKSİYON



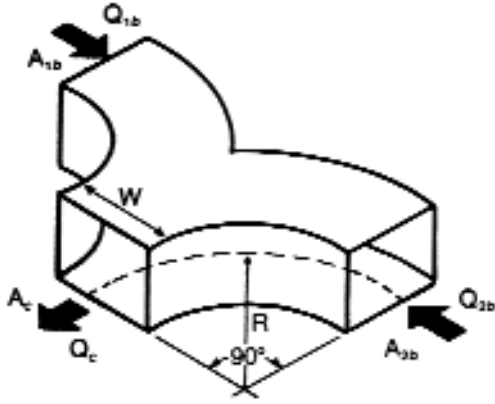
EK 2. Şekil 10. YUVARLAK BRANŞTAN DİKDÖRTGEN ANA KANALA GENİŞLEYEN T BAĞLANTI



EK 2. Şekil 11. DİKDÖRTGEN BRANŞTAN DİKDÖRTGEN ANA KANALA GENİŞLEYEN T BAĞLANTI



EK 2. Şekil 12. ANA KANALA 45° BRANŞ GİRİŞİ, GENİŞLEYEN T BAĞLANTI

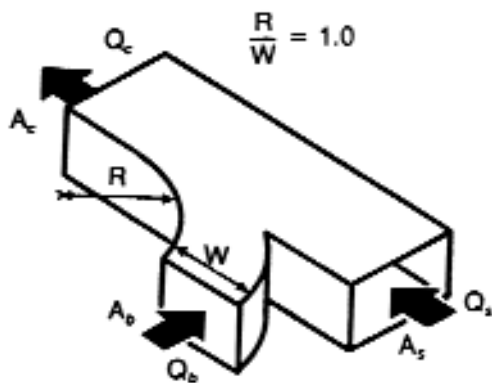


ANA KANAL, C KATSAYISI											
$\frac{A_s}{A_c}$	$\frac{A_b}{A_c}$	Q_b/Q_s									
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.3	0.2	5.3	-0.1	2.0	1.1	0.34	-20	-61	-93	-1.2	-1.4
	0.3	5.4	3.7	2.5	1.6	1.0	0.53	0.16	-14	-38	-58
0.4	0.2	1.9	1.1	0.46	-0.7	-49	-83	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7
	0.3	2.0	1.4	0.81	0.42	0.08	-20	-43	-62	-78	-92
	0.4	2.0	1.5	1.0	0.68	0.39	0.16	-0.4	-21	-35	-47
0.5	0.2	0.77	0.34	-0.9	-48	-81	-1.1	1.3	-1.5	-1.7	-1.8
	0.3	0.85	0.56	0.25	-0.3	-27	-48	-67	-82	-96	-1.1
	0.4	0.88	0.66	0.43	0.21	0.02	-15	-30	-42	-54	-64
	0.5	0.91	0.73	0.54	0.36	0.21	0.06	-0.6	-17	-26	-35
0.6	0.2	0.30	0	-34	-67	-96	-1.2	-1.4	-1.6	-1.8	-1.9
	0.3	0.37	0.21	-0.2	-24	-44	-63	-79	-93	-1.1	-1.2
	0.4	0.40	0.31	0.16	-0.1	-16	-30	-43	-54	-64	-73
	0.5	0.43	0.37	0.26	0.14	0.02	-0.9	-20	-29	-37	-45
	0.6	0.44	0.41	0.33	0.24	0.14	0.05	-0.3	-11	-18	-25
0.8	0.2	-0.6	-27	-57	-86	-1.1	-1.4	-1.6	-1.7	-1.9	-2.0
	0.3	0	-0.8	-25	-43	-62	-78	-93	-1.1	-1.2	-1.3
	0.4	0.04	0.02	-0.8	-21	-34	-46	-57	-67	-77	-85
	0.5	0.06	0.08	0.02	-0.6	-16	-25	-34	-42	-50	-57
	0.6	0.07	0.12	0.09	0.03	-0.4	-11	-18	-25	-31	-37
	0.7	0.08	0.15	0.14	0.10	0.05	-0.1	-0.7	-12	-17	-22
	0.8	0.09	0.17	0.18	0.16	0.11	0.07	0.02	-0.2	-0.7	-1.1
1.0	0.2	-	-39	-67	-96	-1.2	-1.5	-1.6	-1.8	-2.0	-2.1
	0.3	-	-19	-35	-54	-71	-87	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4
	0.4	-	-10	-19	-31	-43	-55	-66	-77	-86	-94
	0.5	-	-0.4	-0.9	-1.7	-2.6	-3.5	-4.4	-5.2	-5.9	-6.6
	0.6	-	0	-0.2	-0.7	-1.4	-2.1	-2.8	-3.4	-4.0	-4.6
	0.8	-	0.06	0.07	0.05	0.02	-0.3	-0.7	-1.2	-1.6	-2.0
	1.0	-	0.09	0.13	0.13	0.11	0.08	0.06	0.03	-0.1	-0.3

C KATSAYISI		
$\frac{A_{1b}/A_c \text{ veya } A_{2b}/A_c}{C}$	0.50	1.0
C	0.23	0.07

$$\frac{R}{W} = 1.5 \quad \frac{Q_{1b}}{Q_c} = \frac{Q_{2b}}{Q_c} = 0.5$$

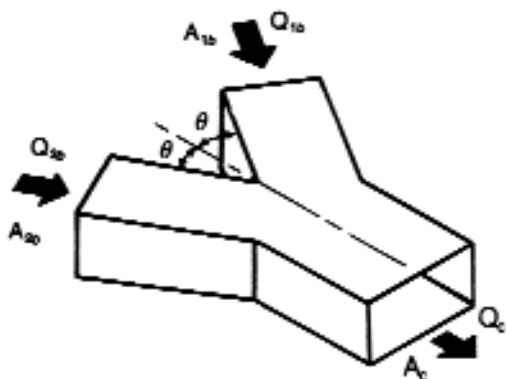
EK 2. Şekil 13. DİKDÖRTGEN SİMETRİK W (PANTALON) PARÇASI



BRANŞMAN, C KATSAYISI										
Ab/As	Ab/Ac	Qb/Qc								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	-50	0	0.50	1.2	2.2	3.7	5.8	8.4	11
0.33	0.25	-1.2	-40	0.40	1.6	3.0	4.8	6.8	8.9	11
0.5	0.5	-50	-20	0	0.25	0.45	0.70	1.0	1.5	2.0
0.67	0.5	-1.0	-60	-20	0.10	0.30	0.60	1.0	1.5	2.0
1.0	0.5	-2.2	-1.5	-95	-50	0	0.40	0.80	1.3	1.9
1.0	1.0	-60	-30	-10	-0.4	0.13	0.21	0.29	0.36	0.42
1.33	1.0	-1.2	-80	-40	-20	0	0.16	0.24	0.32	0.38
2.0	1.0	-2.1	-1.4	-90	-50	-20	0	0.20	0.25	0.30

ANA KANAL, C KATSAYISI										
As/As	Ab/Ac	Qb/Qc								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.75	0.25	0.30	0.30	0.20	-10	-45	-92	-1.5	-2.0	-2.6
1.0	0.5	0.17	0.16	0.10	0	-0.08	-18	-27	-37	-46
0.75	0.5	0.27	0.35	0.32	0.25	0.12	-0.3	-23	-42	-58
0.5	0.5	1.2	1.1	0.90	0.65	0.35	0	-40	-80	-1.3
1.0	1.0	0.18	0.24	0.27	0.26	0.23	0.18	0.10	0	-12
0.75	1.0	0.75	0.36	0.38	0.35	0.27	0.18	0.05	-0.8	-22
0.5	1.0	0.80	0.87	0.80	0.68	0.55	0.40	0.25	0.08	-10

EK 2. Şekil 14. GENİŞLEYEN W, DİKDÖRTGEN



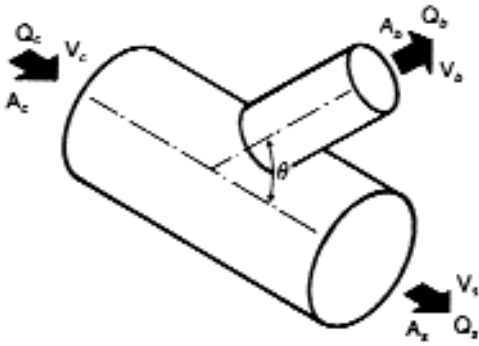
C KATSAYISI											
θ	Q1b/Qc or Q2b/Qc										
	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.0
15°	-2.6	-1.9	-1.3	-77	-30	0.10	0.41	0.67	0.85	0.97	1.0
30°	-2.1	-1.5	-1.0	-53	-10	0.28	0.69	0.91	1.1	1.4	1.6
45°	-1.3	-93	-55	-16	0.20	0.56	0.92	1.26	1.6	2.0	2.3

$$A_{1b} = A_{2b}$$

$$A_c = A_{1b} + A_{2b}$$

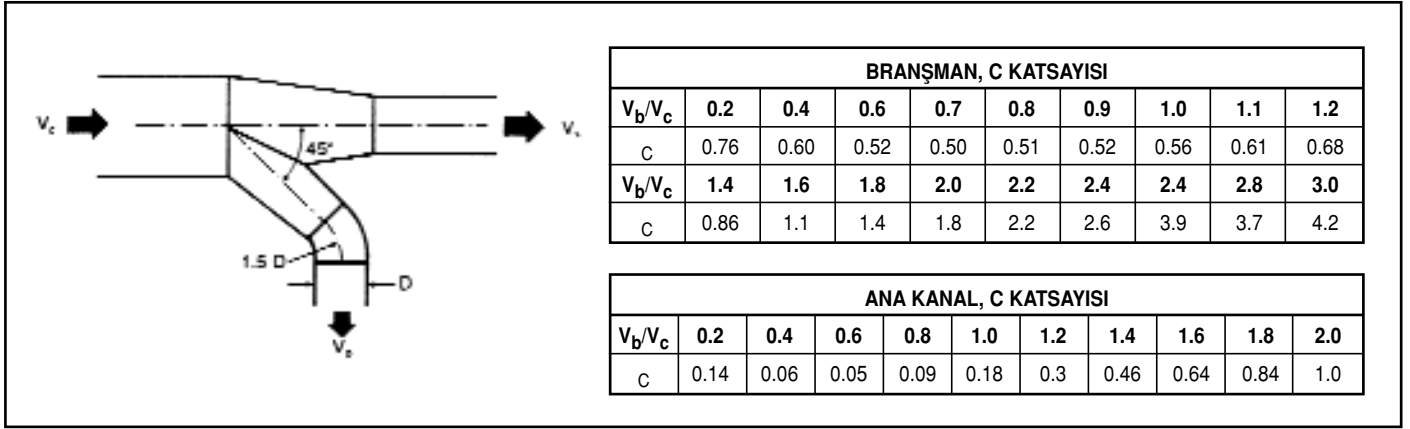
olduğu durumda

EK 2. Şekil 15. YUVARLAK VEYA DİKDÖRTGEN W (PANTALON) PARÇA

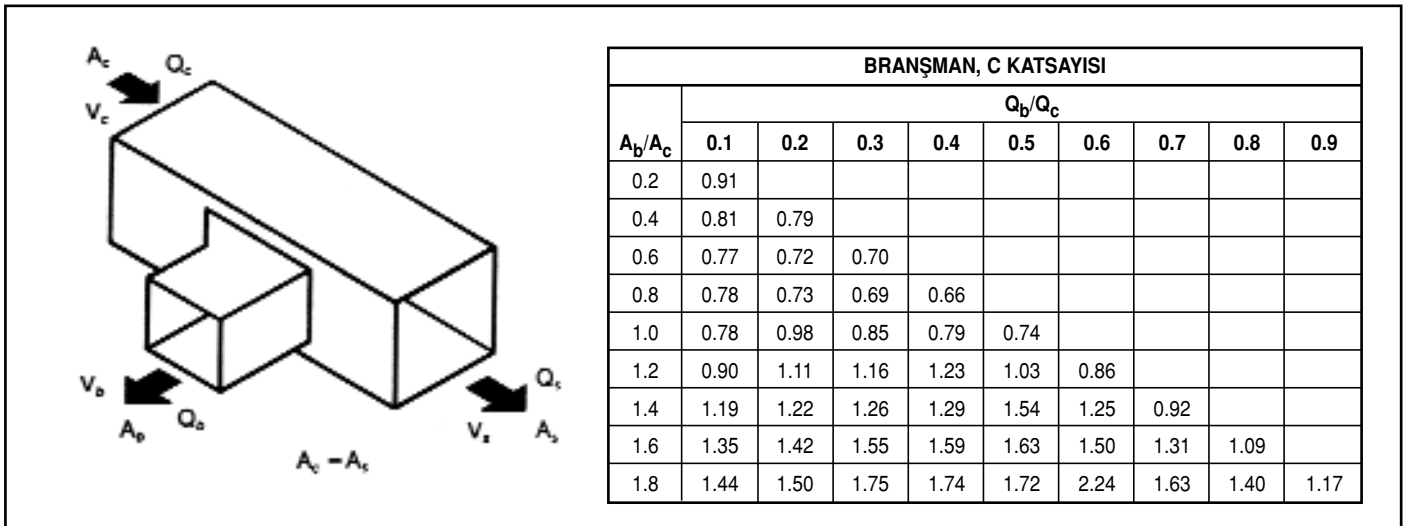


ANA KANAL, C KATSAYISI									
V_b/V_c	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
C	0.35	0.28	0.22	0.17	0.13	0.09	0.06	0.02	0
W $\theta = 30^\circ$: BRANŞMAN, C KATSAYISI									
A_b/A_c	Q_b/Q_c								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.75	0.55	0.40	0.28	0.21	0.16	0.15	0.16	0.19
0.7	0.72	0.51	0.36	0.25	0.18	0.16	0.16	0.20	0.26
0.6	0.69	0.46	0.31	0.21	0.17	0.16	0.20	0.28	0.39
0.5	0.65	0.41	0.26	0.19	0.18	0.22	0.32	0.47	0.67
0.4	0.59	0.33	0.21	0.20	0.27	0.40	0.62	0.92	1.3
0.3	0.55	0.28	0.24	0.38	0.76	1.3	2.0	—	—
0.2	0.40	0.26	0.58	1.3	2.5	—	—	—	—
0.1	0.28	1.5	—	—	—	—	—	—	—
W $\theta = 45^\circ$: BRANŞMAN, C KATSAYISI									
A_b/A_c	Q_b/Q_c								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.78	0.62	0.49	0.40	0.34	0.31	0.32	0.35	0.40
0.7	0.77	0.59	0.47	0.38	0.34	0.32	0.35	0.41	0.50
0.6	0.74	0.56	0.44	0.37	0.35	0.36	0.43	0.54	0.68
0.5	0.71	0.52	0.41	0.38	0.40	0.45	0.59	0.78	1.0
0.4	0.66	0.47	0.40	0.38	0.40	0.45	0.59	0.78	1.0
0.3	0.66	0.48	0.52	0.73	1.2	1.8	2.7	—	—
0.2	0.56	0.56	1.0	1.8	—	—	—	—	—
0.1	0.60	2.1	—	—	—	—	—	—	—
W $\theta = 60^\circ$: BRANŞMAN, C KATSAYISI									
A_b/A_c	Q_b/Q_c								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.83	0.71	0.62	0.56	0.50	0.50	0.53	0.60	0.68
0.7	0.82	0.69	0.61	0.56	0.54	0.54	0.60	0.70	0.82
0.6	0.81	0.68	0.60	0.58	0.61	0.61	0.72	0.87	1.1
0.5	0.79	0.66	0.61	0.62	0.76	0.76	0.94	1.2	1.5
0.4	0.76	0.65	0.65	0.74	1.1	1.1	1.4	1.8	2.3
0.3	0.80	0.75	0.89	1.2	2.6	2.6	3.5	—	—
0.2	0.77	0.96	1.6	2.5	—	—	—	—	—
0.1	1.0	2.9	—	—	—	—	—	—	—
T $\theta = 90^\circ$: BRANŞMAN, C KATSAYISI									
A_b/A_c	Q_b/Q_c								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.8	0.95	0.92	0.92	0.93	0.94	0.95	1.1	1.2	1.4
0.7	0.95	0.94	0.95	0.98	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
0.6	0.96	0.97	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.7	2.0
0.5	0.97	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.8	2.1	2.5
0.4	0.99	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	—	—
0.3	1.1	1.4	1.8	2.3	—	—	—	—	—
0.2	1.3	1.9	2.9	—	—	—	—	—	—
0.1	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—

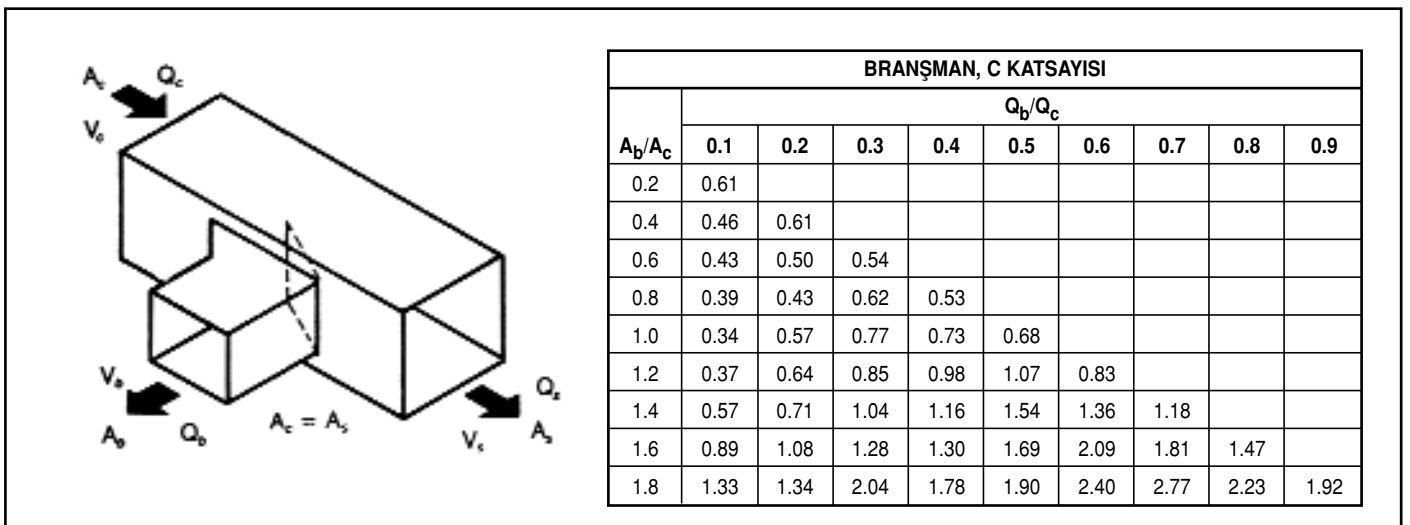
EK 2. Şekil 16. YUVARLAK T VEYA W PARÇA, 30 - 90°



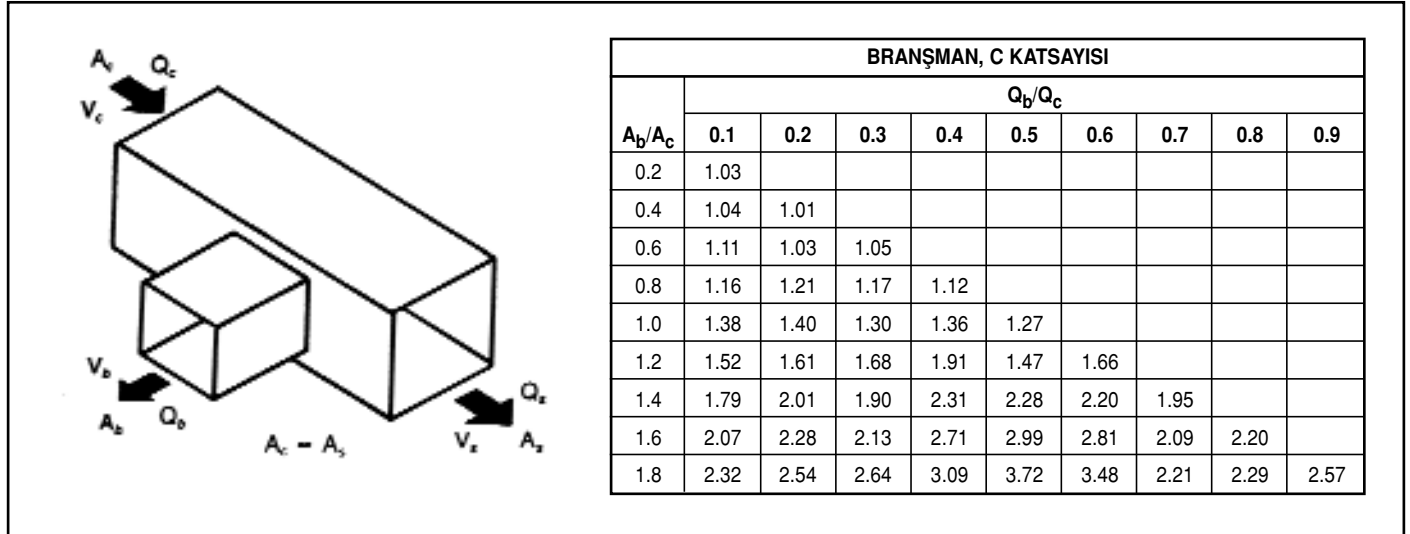
EK 2. Şekil 17. 45° W, KONİK ANA KANAL VE 45° DİRSEKLİ BRANŞMAN ANA KANALA 90°



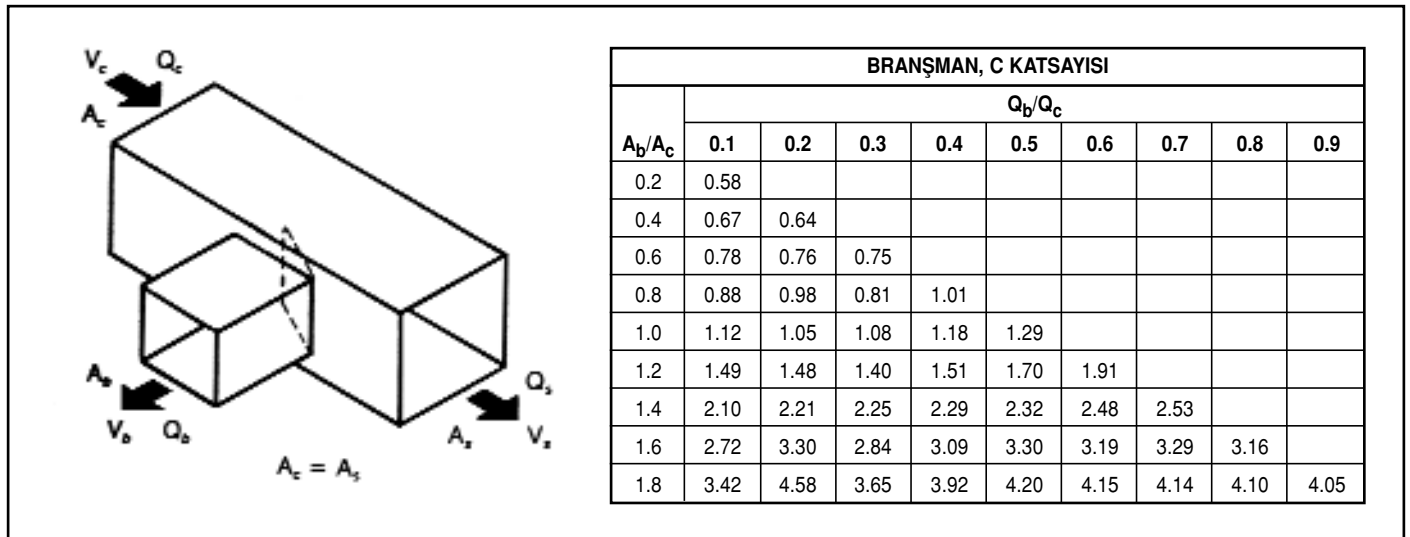
EK 2. Şekil 18. T PARÇA, 45° GİRİŞ, BRANŞMAN VE ANA KANAL DİKDÖRTGEN



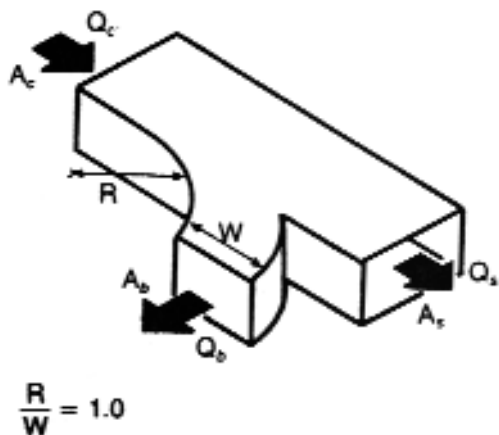
EK 2. Şekil 19. T PARÇA, 45° GİRİŞ, DİKDÖRTGEN ANA KANAL VE DAMPERLİ BRANŞMAN



EK 2. Şekil 20. T PARÇA, BRANŞMAN VE ANA KANAL DİKDÖRTGEN



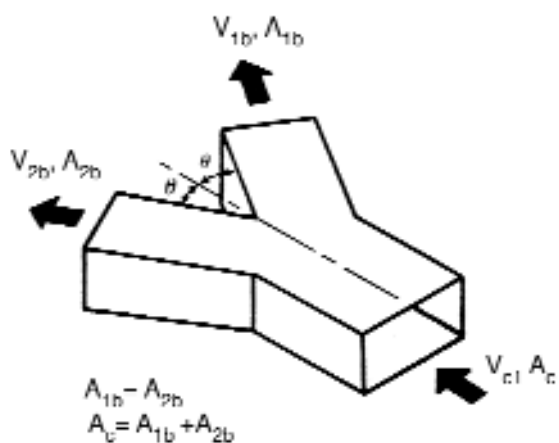
EK 2. Şekil 21. T PARÇA, DAMPERLİ BRANŞMAN VE ANA KANAL DİKDÖRTGEN



		BRANŞMAN, C KATSAYISI									
A_b/A_s	A_b/A_c	Q_b/Q_c									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
0.25	0.25	0.55	0.50	0.60	0.85	1.2	1.8	3.1	4.4	6.0	
0.33	0.25	0.35	0.35	0.50	0.80	1.3	2.0	2.8	3.8	5.0	
0.5	0.5	0.62	0.48	0.40	0.40	0.48	0.60	0.78	1.1	1.5	
0.67	0.5	0.52	0.40	0.32	0.30	0.34	0.44	0.62	0.92	1.4	
1.0	0.5	0.44	0.38	0.38	0.41	0.52	0.68	0.92	1.2	1.6	
1.0	1.0	0.67	0.55	0.46	0.37	0.32	0.29	0.29	0.30	0.37	
1.33	1.0	0.70	0.60	0.51	0.42	0.34	0.28	0.26	0.26	0.29	
2.0	1.0	0.60	0.52	0.43	0.33	0.24	0.17	0.15	0.17	0.21	

		BRANŞMAN, C KATSAYISI									
A_b/A_s	A_b/A_c	Q_b/Q_c									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
0.25	0.25	-0.1	-0.03	-0.01	0.05	0.13	0.21	0.29	0.38	0.46	
0.33	0.25	0.08	0	-0.02	-0.01	0.02	0.08	0.16	0.24	0.34	
0.5	0.5	-0.03	-0.06	-0.05	0	0.06	0.12	0.19	0.27	0.35	
0.67	0.5	0.04	-0.02	-0.04	-0.03	-0.01	0.04	0.12	0.23	0.37	
1.0	0.5	0.72	0.48	0.28	0.13	0.05	0.04	0.09	0.18	0.30	
1.0	1.0	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	0.06	0.13	0.22	0.30	0.38	
1.33	1.0	0.10	0	0.01	-0.03	-0.01	0.03	0.10	0.20	0.30	
2.0	1.0	0.62	0.38	0.23	0.13	0.08	0.05	0.06	0.10	0.20	

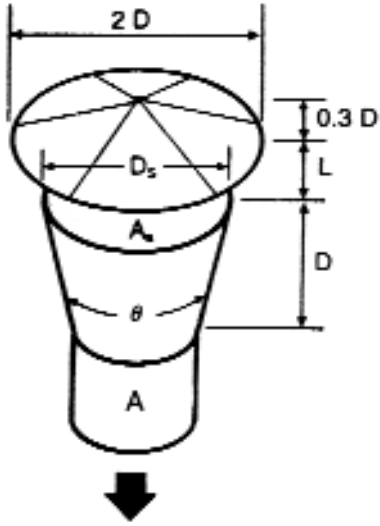
EK 2. Şekil 22. W PARÇA, DİKDÖRTGEN KESİTLİ



		C KATSAYISI						
θ		V_{1b}/V_c veya V_{2b}/V_c						
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
15°		0.81	0.65	0.51	0.38	0.28	0.20	0.11
30°		0.84	0.69	0.56	0.44	0.34	0.26	0.19
45°		0.87	0.74	0.63	0.54	0.45	0.38	0.29
60°		0.90	0.82	0.79	0.66	0.59	0.53	0.43
90°		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

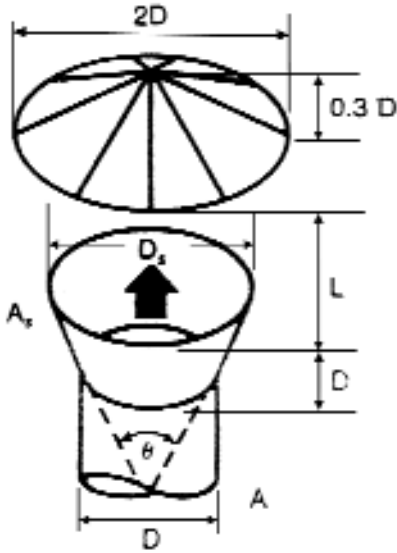
		C KATSAYISI					
θ		V_{1b}/V_c veya V_{2b}/V_c					
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
15°		0.06	0.14	0.30	0.51	0.76	1.0
30°		0.15	0.15	0.30	0.51	0.76	1.0
45°		0.24	0.23	0.30	0.51	0.76	1.0
60°		0.36	0.33	0.39	0.51	0.76	1.0
90°		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

EK 2. Şekil 23. W PARÇA, DİKDÖRTGEN VEYA YUVARLAK



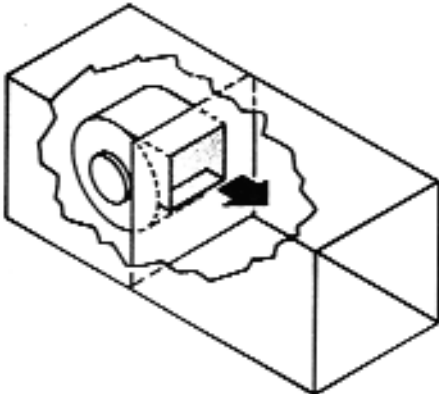
C KATSAYISI								
θ	L/D							
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0°	1.8	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
15°	0.77	0.60	0.48	0.41	0.30	0.29	0.28	0.25

EK 2. Şekil 24. EMİŞ AĞZI



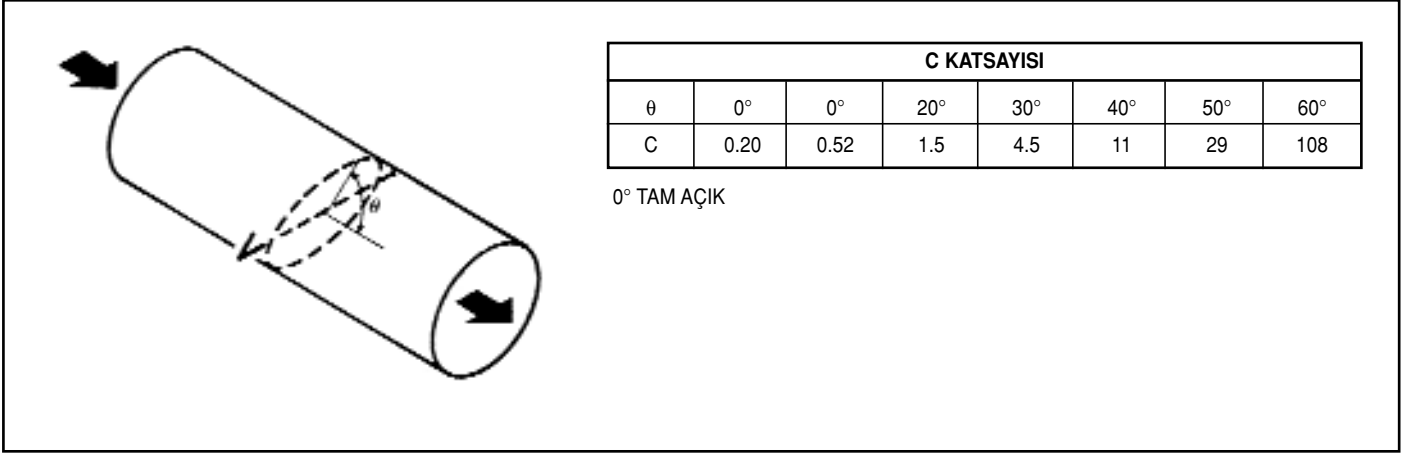
C KATSAYISI										
θ	L/D									
	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
0°	4.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
15°	2.6	1.2	1.0	0.80	0.70	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60

EK 2. Şekil 25. EGZOZ ÇIKIŞI

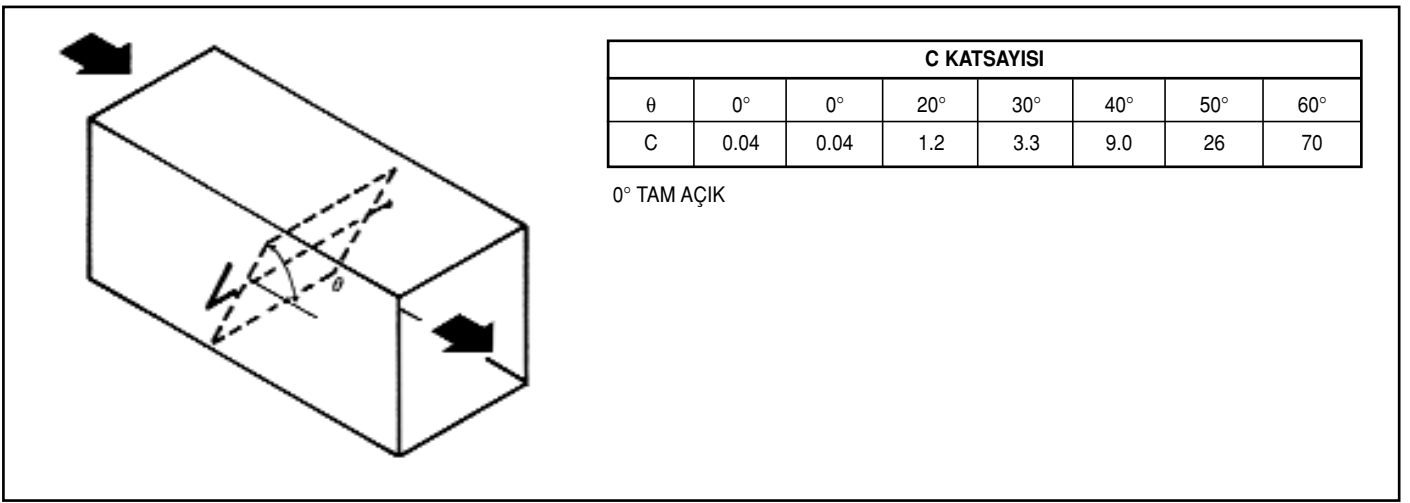


- C - 1.0 (İPİHOİL KANATLI - GERİYE KIVRIK)
- C - 1.5 (GERİYE KIVRIK KANATLI)
- C - 1.8 (ÖNE KIVRIK KANATLI)

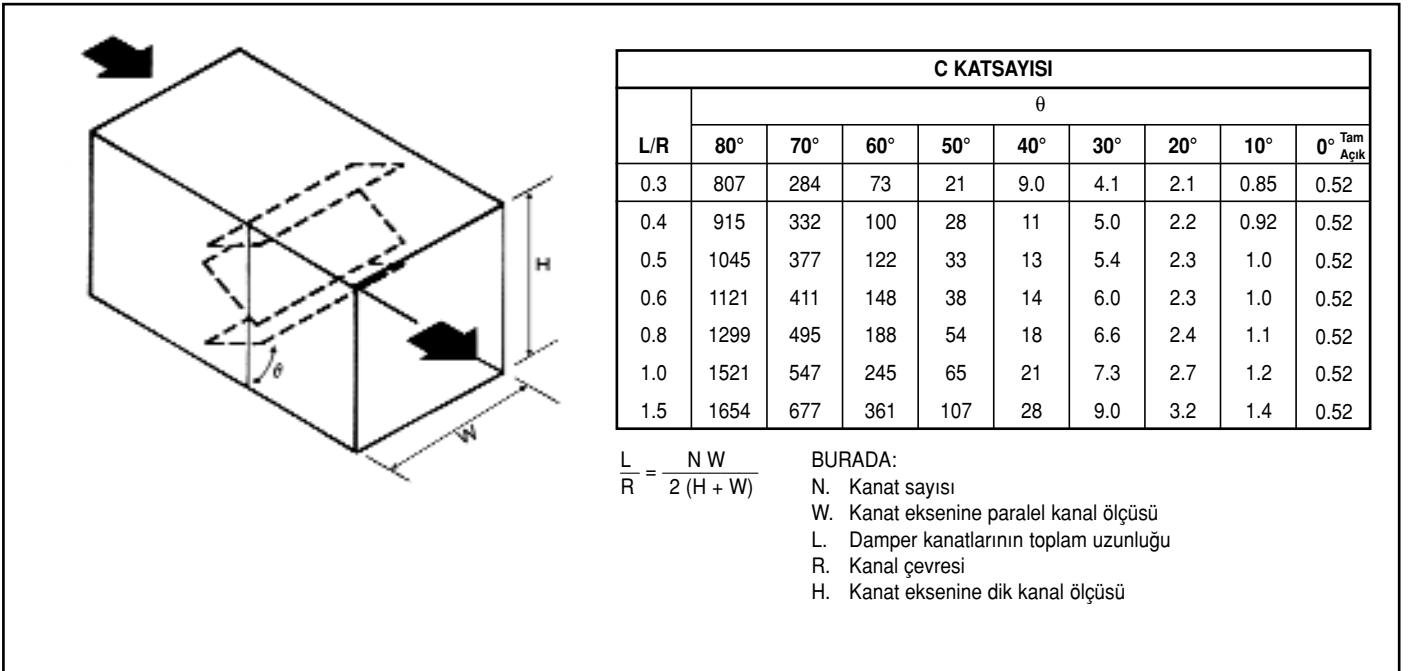
EK 2. Şekil 26. FAN, PLENUMA SERBEST ATIŞLI



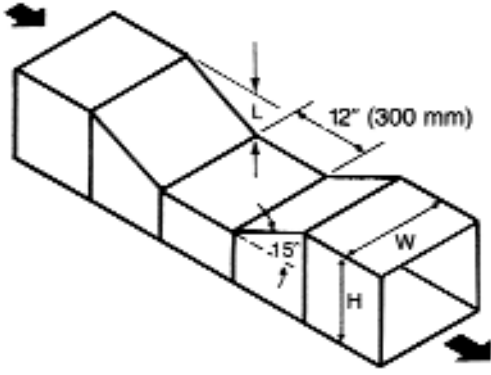
EK 2. Şekil 27. KELEBEK DAMPER, İNCE LEVHALI, YUVARLAK



EK 2. Şekil 28. KELEBEK DAMPER, İNCE LEVHALI, DİKDÖRTGEN

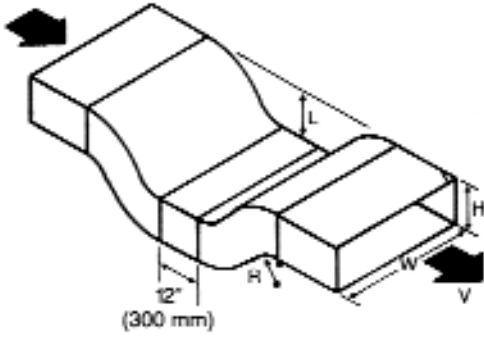


EK 2. Şekil 29. DAMPER, ÇOK KANATLI DİKDÖRTGEN



C KATSAYISI				
W/H	L/H			
	0.125	0.15	0.25	0.30
1.0	0.26	0.30	0.33	0.35
4.0	0.10	0.14	0.22	0.30

EK 2. Şekil 30. DİKDÖRTGEN KANAL, ENGEL GEÇİŞİ



C KATSAYISI					
Hız (m/s)	L/H				
	(4)	(6)	(8)	(10)	(12)
C	0.18	0.22	0.24	0.25	0.26

EK 2. Şekil 31. DİKDÖRTGEN KANAL, 4 ADET 45° GENİŞ AÇILI DİRSEKLE ENGEL GEÇİŞİ