

84980

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KANAL TİPİ SPLIT KLİMA SİSTEMLERİ İLE V.R.V  
SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE  
OPTİMUM ÇALIŞMA ŞARTLARININ  
BELİRLENMESİ

Mak. Müh. Turgut DEVELİ

F.B.E Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Galip TEMİR

*Doç. Dr. Galip Temir*  
*Turgut Develi*

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL, 1999

*Prof. Dr. D. Develi*  
*Turgut Develi*

*Turgut Develi*  
*Turgut Develi*

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KANAL DİZAYN METODLARI.....	2
2.1 Hız Azaltma Metodu.....	2
2.2 Eş Sürtünme Metodu.....	4
2.3 Statik Geri Kazanma Metodu.....	9
2.4 Statik Geri Kazanma ile Eş Sürtünme Metodunun Karşılaştırılması.....	12
3. KONVENSIYONEL SİSTEMLER.....	13
3.1 Sistem Özellikleri.....	13
3.2 Sistem Açıklaması.....	14
3.2.1 Sabit hava debili değişken sıcaklık sistemi.....	14
3.2.2 Soğutma kapasitesi kontrolü.....	14
3.2.3 Yüzey ve by-pass kontrolü.....	15
3.2.4 İlave ısıtıcı kontrolü.....	16
3.3 Değişken Hava Debisi ile Sabit Sıcaklık Sistemi.....	17
3.3.1 Hacim kontrolü.....	17
3.4 Mühendislik Hesapları.....	17
3.4.1 Soğutma yükü.....	17
3.4.2 Isıtma yükü.....	18
3.4.3 Çıkış havası.....	19
3.5 Kanal Dizaynı.....	19
3.6 Kontroller.....	20
4. SABİT HACİMLİ İNDÜKSİYON SİSTEMİ.....	22
4.1 Sistem Özellikleri.....	22
4.2 Sistem Tanımlaması.....	23
4.2.1 Merkezi Klima Cihazı.....	23
4.2.2 İndüksiyon Ünitesi.....	23
5. ÇOK ZONLU ÜNİTE SİSTEMİ.....	25
5.1 Sistem Özellikleri.....	25
5.2 Sistem Tanımlaması.....	26
5.2.1 Merkezi ekipman.....	26
5.2.2 Opsiyonel ekipman.....	27
5.2.3 Diğer sistem bileşenleri.....	27
5.2.4 Sistem operasyonu.....	27

6.	İKİLİ KANAL SİSTEMİ.....	29
6.1	Sistem Özellikleri.....	29
6.2	Sistem Tanımlaması.....	30
6.2.1	Üçlü basit düzenleme.....	30
6.2.2	Merkezi klima cihazı.....	32
6.2.3	İkili kanal terminali.....	33
6.3	Sistem Modifikasyonu.....	33
6.3.1	İkili fan.....	33
6.3.2	Nem kontrolü.....	34
7.	DEĞİŞKEN DEBİLİ SABİT SICAKLIK SİSTEMİ.....	35
7.1	Sistem Özellikleri.....	35
7.2	Sistem Tanımlaması.....	35
7.3	Sistem Değişiklikleri.....	36
7.3.1	İlave ısıtıcı serpantini.....	36
8	ÇİFT KANAL SİSTEMİ.....	37
8.1	Sistem Özellikleri.....	37
8.2	Sistem Açıklaması.....	38
8.3	Sistem Modifikasyonu.....	39
8.3.1	Diğer cihaz düzenlemesi.....	40
8.3.2	İç mahaller.....	40
8.3.3	Su akış sırası.....	40
8.3.4	Hava terminal ünitesinde kaçak.....	40
8.3.5	Sekonder hava sistemindeki havalandırma.....	41
8.3.6	İşletme ekonomisi.....	42
8.3.7	Tek katlı binalarda dönüş havasının asma tavan içinde olması.....	42
8.3.8	Direk genişmeli soğutma.....	43
8.4	Hava Terminal Ünitesi.....	43
8.4.1	Ayrılmış hava terminal üniteleri.....	43
8.4.1.1	Primer hava terminal özellikleri.....	43
8.4.1.2	Sekonder hava terminal özellikleri.....	44
8.4.2	Hava terminal ünitesinin birleşimi.....	44
8.4.2.1	Karışım ünitesi.....	44
8.5	Dizayn Özeti.....	45
9	HAVA SU SİSTEMLERİ İNDÜKSİYON ÜNİTE SİSTEMİ.....	46
9.1	Sistem Özellikleri .....	46
9.2	Sistem Açıklaması.....	46
10	PRİMER HAVALI FAN-COIL SİSTEMİ.....	49
10.1	Sistem Özellikleri.....	49
10.2	Sistem İzahatı.....	50
10.2.1	Merkezi cihaz.....	50
10.2.2	Fan-coil ünitesi.....	51

11	SU VE DX SİSTEMLERİ.....	53
11.1	Fan-Coil Ünite Sistemleri.....	53
11.2	Sistemlerin Tipleri.....	53
11.3	Tek Boru Sistemi.....	53
11.3.1	Sistem açıklaması.....	53
11.3.2	Sistem özellikleri.....	55
11.4	Çok Borulu Sistem.....	55
11.4.1	Sistem izahatı.....	55
11.4.2	Sistem özellikleri.....	56
12	DX SİSTEMLERİ.....	57
12.1	Sistem Tanımlaması.....	57
12.1.1	Direk genişmeli hava soğutması.....	57
12.1.2	Sıvı soğutma.....	58
12.2	Sistem Özellikleri.....	59
13	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMİ (DSADKS=VRV ).....	60
13.1	Klima Sistemleri.....	61
13.1.1	Merkezi sistemler.....	61
13.1.2	Bağımsız sistemler(Soğutkanlı sistemler).....	61
13.1.3	Değişken soğutucu akışkan debili klima sistemi.....	61
13.2	Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemlerinin Kısımları.....	61
13.2.1	Dış ünite.....	61
13.2.2	İç ünite.....	62
13.2.3	Soğutkan boruları ve fittingsleri.....	63
13.2.4	Kontrol sistemi.....	64
13.3	DSADK Sisteminin Özellikleri.....	65
13.3.1	Geniş kapasite kontrol olanağı.....	65
13.3.2	Uzun soğutucu akışkan borulaması.....	67
13.3.3	Projelendirmede kolaylık ve hız.....	69
13.3.4	Kablolama ve kontrol tesisatı.....	70
13.3.5	Enerji tasarrufu.....	70
13.4	Isı Geri Kazanım Sistemi (IGK).....	74
13.5	Dış Ünite Kombinasyonu.....	79
13.6	Özellikler.....	81
13.6.1	DSADK sistemi ile ısı geri kazanım sistemi.....	81
13.6.2	IGK ve işlemci ünite.....	82
13.6.3	Özel borulama sistemi.....	82
13.6.4	Yeni borulama sistemini nasıl montaj ederiz.....	83
13.6.5	İşlemci ünitenin tanıtımı.....	84
13.6.6	Yeni yağ seviyesi kontrol teknolojisi.....	85
13.6.7	Heat pump sistemi için kısa defrost süresi.....	85
13.6.8	Dış ünite arızalandığında yedekleme fonksiyonu.....	86
13.6.9	Yeni kompakt dış ünite ile daha kolay taşınabilmesi.....	86
13.7	Model Seçiminde Önemli Noktalar.....	88
13.8	Gaz Kaçağından Sakınma.....	89
13.8.1	Tehlike konsantrasyonunun kontrol prosedürü.....	90

13.9	Projelendirmede ve Bağlantılarda Dikkat Edilecek Hususlar.....	92
13.9.1	İç ve dış ünitelerin seçimi yerleştirilmesi ile ilgili notlar.....	92
13.10	Soğutkan Devresi İle ilgili Bilgiler.....	93
14	<b>KLİMA SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ VE MALİYET ANALİZİNİN AYNI BİNA İÇİN KARŞI LAŞTIRILMASI VE OPTİMUM ÇALIŞMA ŞART LARININ BELİRLENMESİ.....</b>	<b>95</b>
14.1	Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması Uygulanan Kriterler.....	95
14.1.1	İlk yatırım maliyeti için ön kabuller.....	95
14.1.2	DSAD klima sistemlerinin avantajları.....	96
14.1.3	DSAD klima sistemlerinin dezavantajları.....	96
14.1.4	Çeşitli uygulamalarda sistem tercihleri.....	97
14.2	Proje Uygulaması.....	98
14.2.1	DSADKS projelendirmesi.....	98
14.2.1.1	İç ünitenin seçimi.....	101
14.2.1.1	Dış ünitenin seçimi.....	101
14.2.2	Aynı otel odası için kanallı bir klima cihazının projelendirmesi.....	107
14.3	Kanallı Tip Klima Sistemleri ile D.S.A.D.K Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	110
14.4	Yatırım Maliyetleri Hesabı.....	111
14.4.1	İstanbul için D.S.A.D.K. sisteminin ilk yatırım maliyeti.....	111
14.4.2	İzmir için D.S.A.D.K. sisteminin ilk yatırım maliyeti.....	112
14.4.3	Antalya için D.S.A.D.K. sisteminin ilk yatırım maliyeti.....	113
14.4.4	İstanbul için kanallı tip split klima sisteminin ilk yatırım maliyeti.....	114
14.4.5	İzmir ve Antalya için kanallı tip split klima sisteminin ilk yatırım maliyeti.....	115
14.5	İşletme Maliyetini Üç İl için Ayrı Ayrı Bularak Optimum Olan Sistemin Belirlenmesi.....	116
14.5.1	Mühendislikte karar verme.....	116
14.5.2	İşletme maliyetini belirleyen unsurlar.....	117
14.5.2.1	Amortisman maliyeti.....	117
14.5.2.2	Tüketim (Elektrik) maliyeti.....	118
14.5.2.3	Arıza ve bakım maliyetleri.....	120
14.6	Cihazların Toplam İşletme Maliyetinin İllere göre % Değişiminin Pahalılık Gösterimi.....	122
14.7	Şimdiki Değer Yöntemine Göre Cihazların Yatırım Dahil Bugünkü Değerlerinin Hesabı ve Avantajlı Olan Sistemin Seçimi.....	122
15.	<b>SONUÇLAR.....</b>	<b>124</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>125</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>126</b>

## SİMGE LİSTESİ

$m^2$	Alan
m	Uzunluk
m/s	Hız
$m^3/h$	Debi
mmSS	Basınç kaybı
A/T	Hava iletim oranı
DX	Direk genişmeli klima sistemi
V.R.V	Variable Refrigerant Volume
D.S.A.D.K.S	Değişken soğutucu akışkan debili klima sistemi
PI	Oransal kontrol
T1	Akışkan giriş sıcaklığı termistörü
T2	Akışkan çıkış sıcaklığı termistörü
T3	Dönüş havası sıcaklığı termistörü
kw	Güç
$\phi$	Çap
kg	Ağırlık
kcal	Enerji
VAV	Değişken hava debili
CAV	Sabit hava debili
Aİ	Ara işlemci ünite
IGK	Isı geri kazanımı
İÜ	İşlemci ünite
İ8	İnverter dış ünite
S8	Sabit hızlı dış ünite
A20	Asma tavan tipi
$kg/m^3$	Yoğunluk
R22	Soğutucu gaz
Hp	İç ile dış ünite arası seviye farkı
Hm	İç ile dış ünite arası seviye farkı(dış ünite aşağıda)
L	Eşdeğer boru uzunluğu
$\alpha$	Kapasite düzeltme faktörü
$L_e$	Eşdeğer boru boyunu
$L_g$	Gerçek boru boyunu
a	Hat üzerindeki $L_L$ parça sayısını
$L_L$	L parçası eşdeğer boru boyunu
b	Hat üzerindeki borulama ek sayısını
$L_{RJ}$	Borulama ekinin eşdeğer boru boyunu
$L_{RH}$	Dağıtımına ait eşdeğer boru boyunu
KT	Kuru termometre sıcaklığı
YT	Yaş termometre sıcaklığı
M	İlk yatırım maliyeti
A	Amortisman maliyeti
i	Yıllık faiz oranı
n	Cihaz ömrü

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Yuvarlak kanallar için sürtünme kaybı..... 3
Şekil 2.2	Düşük hızlı sistemler için kanal şeması..... 6
Şekil 2.3	L/Q oranı..... 10
Şekil 2.4	Statik regain..... 10
Şekil 3.1	Konvensiyonel soğutma sistemleri için basit parçaları..... 15
Şekil 3.2	Konvensiyonel sistemlerde yüzey ve by-pass kontrolü..... 16
Şekil 3.3	Konvensiyonel sistemlerde ilave ısıtıcı kontrolü..... 17
Şekil 3.4	Konvensiyonel sistemlerde hava hacmi kontrolü..... 18
Şekil 3.5	Konvensiyonel sistemler için çeşitli tip kontrol ile bağıl nem karşılaştırılması..... 19
Şekil 3.6	Tipik pnömatik düzenlemelerde soğutucu kapasite kontrolü..... 21
Şekil 3.7	Tipik pnömatik düzenlemeler ile yüzey ve by-pass damper kontrolü..... 21
Şekil 4.1	Sabit hacimli indüksiyon sistemi..... 23
Şekil 4.2	İndüksiyon ünitesi..... 24
Şekil 5.1	Çok zonlu sistem için mahaller..... 25
Şekil 5.2	Çok zonlu ünite sistemi..... 27
Şekil 6.1	Çift kanallı sistem düzenlemesi..... 31
Şekil 6.2	Düzenleme 1 için çift kanallı sistemde kısmi yük performansı..... 31
Şekil 6.3	İkili fan ikili kanal sisteminin düzenlemesi..... 34
Şekil 7.1	Değişken debili sabit sıcaklık sistemi..... 36
Şekil 8.1	Çift kanallı çift fanlı çift cihaz..... 39
Şekil 8.2	Tek cihaz çift fan sistemi..... 41
Şekil 8.3	Tek fan tek cihaz sistemi..... 42
Şekil 8.4	Terminal ünitelerinin yerleştirilmesi..... 44
Şekil 9.1	İndüksiyon ünite sistemi..... 47
Şekil 9.2	Tipik indüksiyon ünitesi..... 48
Şekil 10.1	Primer havalı fan coil düzenlemesi..... 49
Şekil 10.2	Primer havalı fan-coil sistemi..... 51
Şekil 10.3	Tipik bir fan-coil ünitesi..... 52
Şekil 11.1	İki borulu fan-coil ünite sistemi..... 54
Şekil 11.2	Fan-coil ünite sistemi..... 54
Şekil 11.3	Üç borulu fan-coil ünite sistemi..... 55
Şekil 11.4	Dört borulu fan-coil ünite sistemi..... 56
Şekil 12.1	Direk expansion serpantinlerine soğutucu çıkışı..... 57
Şekil 12.2	Evaporatif kondenser..... 59
Şekil 13.1	Borulama sistemi..... 63
Şekil 13.2	Borulama elemanları..... 63
Şekil 13.3	Sistem yapısı..... 65
Şekil 13.4	DSADK sistem yapısı..... 66
Şekil 13.5	Kapasite kontrolü..... 67
Şekil 13.6	Özel kablolama sistemi..... 71
Şekil 13.7	Oda sıcaklığının kontrolü..... 73
Şekil 13.8	Arttırılmış boru mesafesi..... 75
Şekil 13.9	Sistem örneği..... 75
Şekil 13.10	Sistem şeması..... 76



Şekil 13.11	Isı geri kazanımı ile enerji tasarrufu.....	77
Şekil 13.12	Mevcut klima sistemi.....	78
Şekil 13.13	DSADK sistemleri.....	78
Şekil 13.14	Dış ünite ve fonksiyon ünitesi.....	79
Şekil 13.15	Dış ünitenin Kombinasyonu.....	80
Şekil 13.16	Sistem diyagramı.....	81
Şekil 13.17	IGK ve işlemci ünite.....	82
Şekil 13.18	Ünite sistemi.....	82
Şekil 13.19	Ünite bağlantısı.....	84
Şekil 13.20	Borulama sistemi.....	84
Şekil 13.21	Yeni yağ seviye kontrolü.....	85
Şekil 13.22	Kısa defrost süresi.....	86
Şekil 13.23	Yedekleme.....	87
Şekil 13.24	Kolay taşınabilme.....	87
Şekil 13.25	Montaj örnekleri.....	88
Şekil 13.26	Eşdeğer boru uzunluğuna göre soğutma performans eğrileri.....	88
Şekil 13.27	Eşdeğer boru uzunluğuna göre ısıtma performans eğrileri.....	89
Şekil 13.28	Gaz kaçağı oluşunca.....	90
Şekil 13.29	Ara bölmesiz.....	90
Şekil 13.30	Ara bölme olduğunda.....	91
Şekil 13.31	Fan ve sensör bağlantılı çalışma.....	91



## ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Yuvarlak kanal boyutu, alanı, eşdeğer çapı..... 4
Çizelge 2.2	Düşük hızlı sistemler için tavsiye edilen maksimum kanal hızları..... 5
Çizelge 2.3	Eş sürtünmeye göre branşlardaki kesit alanı yüzdesi..... 9
Çizelge 2.4	Kanal boyunca eş uzunluklar..... 8
Çizelge 13.1	DSADKS ile BMS sistemi..... 65
Çizelge 13.2	Yüksüz çalışma..... 68
Çizelge 13.3	Özel kablolama sisteminde sağlanan donanımlar..... 70
Çizelge 13.4	Klima sisteminin değişik kriterlere göre karşılaştırılması..... 73
Çizelge 13.5	İş akışkanına göre gerekli elektriksel güç ihtiyacına göre klima sistemlerinin karşılaştırılması..... 74
Çizelge 13.6	İç ünite ile uzaktan kontrolleri..... 79
Çizelge 13.7	Isı geri kazanım sistem aralığı..... 80
Çizelge 13.8	Dış ünite konfigürasyonu..... 81
Çizelge 14.1	Odalara göre kapasite ihtiyacı..... 98
Çizelge 14.2	Kapasite tablosu..... 101
Çizelge 14.3	İç ünite endeksleri..... 101
Çizelge 14.4	Soğutma kapasitesinin eşdeğer boru uzunluğuna göre iç ünite kapasite değişimi..... 103
Çizelge 14.5	Otel odalarında illere göre seçilen cihaz tipi..... 103
Çizelge 14.6	Soğutucu borularının çap tayini ve bağlantı tiplerinin belirlenmesi..... 104
Çizelge 14.7	İstanbul için boru çapları..... 105
Çizelge 14.8	İzmir için boru çapları..... 106
Çizelge 14.9	Antalya için boru çapları..... 107
Çizelge 14.10	İllere göre seçilen kanallı cihaz kapasite indeksi..... 108
Çizelge 14.11	Yıllık amortisman maliyeti hesabı cetveli..... 118
Çizelge 14.12	Elektrik tüketim değerlerinin yıllık olarak saptanması..... 119
Çizelge 14.13	İllere göre cihazların elektrik maliyetleri..... 120
Çizelge 14.14	Parçaların yıllara göre değişim sayısı..... 121
Çizelge 14.15	Cihazların yıllık bakım maliyetleri..... 121
Çizelge 14.16	İllere göre % pahalılık..... 122
Çizelge 14.17	Cihazların illere göre yatırım ve işletme dahil yatırımın bugünkü değeri..... 123

## ÖNSÖZ

“Kanal Tipi Split Kilima Sistemleri ile V.R.V Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Optimum Çalışma Şartlarının Belirlenmesi” konulu tezi hazırlarken;

Maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan annem Sn.Suzan DEVELİ ve babam Sn.H.Tevfik DEVELİ’ye, değerli yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç.Dr.Galip TEMİR’e, bu tez için gerekli bilgileri ve dökümanları sağlayan Sayın Yrd.Doç.Dr.Mustafa EYRİBOYUN’a, çalışmalarım esnasında yardımcı olan Sn.Savaş BOSTANCI, M.Kemal SEVİNDİR ve Sn. İsmail KARAR’a teşekkür ederim.



## ÖZET

Günümüzde teknoloji her dakika gelişmekte ve bu gelişmelerde çeşitli sistemlerde kontrol mekanizması olarak kullanılmaktadır. Bu kontrol mekanizmalarında bir çok alanda ya otomasyon için, ya da konfor için kullanılmıştır. Modern iş dünyasında bu yüksek teknoloji sayesinde bilgi akışı 24 saat sürmekte çalışma sınırları klasik mesai saatlerinin dışına taşmıştır.

Binaların klima sistemlerindeki tek bir noktadan kontrol yerine bireysel kontrolün sağlanabilmesi için yapılan çalışmalar olmuş ve hala devam etmektedir.

1970'li yıllardan sonra ortaya çıkan petrol krizinden sonra yakıt ekonomisi ve enerji maliyetlerinin düşürülmesi yönündeki çalışmalar günümüze kadar devam etmiş ve 2005 yılına kadar devam etmesi öngörülen enerji tasarrufundaki bu çalışmalar işletme maliyeti ucuz olan cihazlar için bir başlangıç noktası oluşturmuştur. Bu gelişmenin en son hali olan V.R.V (Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi = D.S.A.D.K.S )klima sistemleri geliştirilmiştir.

Bu çalışmada klima sistemlerinin içerisindeki bilgilerin daha rahat anlaşılması için kavramlar ve kanal dizayn yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bütün kanallı ve sulu sistemler ile ilgili Sistem Özellikleri, Sistem Tanımlaması, Borulama Dizaynı, Kanal Dizaynı, Kontrol sistemi ile ilgili bilgiler sunulmuş ve V.R.V. ile ilgili olarak da çalışma prensibi, ekonomikliği, kısımları ve özelliklerinden bahsedilmiştir.

## ABSTRACT

In today's modern world, technology is developing day by day and these technological developments help us in every aspect. As the years go by the requirements of the people also for the comfort get more and more. Fore example the technological developments, which are also seen in the air-conditioning, systems bringing up many advantages increasing the quality standards of these systems. The recently made improvements in the air-conditioning systems cover basically the control mechanisms of the air conditioning systems. Else then this there are studies on trying to control a central airconditioning system from a central control point instead of several control points in an application. These systems are very much used in big hotels, business centres and shopping centres.

The studies on trying to decrease the energy consumption coasts have started after the oil crises on 1970 and continued until today in a program aiming to reach to a predicted value until to the year 2005. One of the results of the energy consumption decrease program applied in the air-conditioning field is the V.R.V. system.

In this study definitions about the terms which are used in the air conditioning systems have been explained and detailed information about the design methods of air-conditioning systems have been given. Additional to this distribution of the air-conditioned air with the ducted systems and V.R.V. systems has been explained.

## 1. GİRİŞ

Klima sistemlerinin amacı; Şartlandırılan mahalin havalandırma ve soğutma ihtiyacını karşılamasıdır. Havalandırmanın ilk uygulaması madenler de olmuştur. İlk iklimlendirme tesisi ise 1836 senesinde İngiltere Millet Meclisinde uygulanmıştır. Bu uygulamada soğutma taze hava duş altından geçirilerek yıkanmakta ve istenildiği zamanda buz kullanılarak soğutulma işlemi yapılmaktaydı.

Klimanın gelişimi tekstil sanayiinin gelişimi ile olmuştur. Çünkü kullanılacak olan sistemin belli sıcaklık ve nem değerini sağlaması iplik üzerindeki işlemeyi kolaylaştırdığı görüldüğünden, bu yönde büyük çalışmalar ve fikirler ileri sürülmüştür. Böylece özelden genele doğru uygulamalar çeşitlenmiştir.

Bu araştırmada, kanal dizaynında kullanılan metotlar ile ilgili bilgiler, bütün havalı klima sistemleri (Konvensiyonel sistemler, Sabit hacimli indüksiyon ünitesi, Çok zonlu ünite sistemi, İkili kanal sistemi, Değişken debili sabit sıcaklık sistemi, Çift kanal sistemi), havalı ve sulu sistemler ( Hava su sistemleri, indüksiyon ünite sistemi, primer havalı fan-coil sistemi), bütün sulu sistemler (fan-coil ünite sistemleri, DX sistemleri) ve elektronik alandaki hızlı gelişmeye paralel olarak en son ulaşılan nokta olan V.R.V sistemleri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Aynı zamanda klima sistemlerinin karşılaştırılmasında uygulanan kriterler, ilk yatırım maliyeti için ön kabuller, sistem tercihleri, proje uygulaması yapılmıştır. Aynı bina için kanallı tip split klima sistemleri ile Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi (DSADKS) projelendirmesi neticesinde ortaya çıkan ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetinin ortaya çıkarılması ile ilgili bir araştırma yapılmıştır.

Gelişen teknolojinin ürünü olan yeni klima sistemleri genelde merkezi klima sistemlerinin ötesinde bireysel kontrole ve enerji tasarrufuna önem veren klima sistemleri olacaktır. Bizden beklenen en az enerji tüketimi ile en iyi konforun sağlanması olacaktır.

## 2. KANAL DİZAYN METOTLARI

Her bir kanal sisteminin dizaynında mümkün olduğu kadar basit ve kanalların hattını simetrik yapmak gerekir. Odalarda uygun hava dağıtımı ve kanalların anemostat bağlantılarının planlarına göre çıkış terminalleri yerleştirilmiştir. Kanal sisteminin yerleşimi yapı elemanlarına ve cihazlara ters olmayacak şekilde olmalıdır.

Düşük hızlı besleme havalı sistemlerin dizaynında aşağıdaki metotlardan herhangi biri ile bunu başarabilmek mümkündür.

- Hız Azaltma Metodu
- Eş Sürtünme Metodu
- Statik Regain Metodu

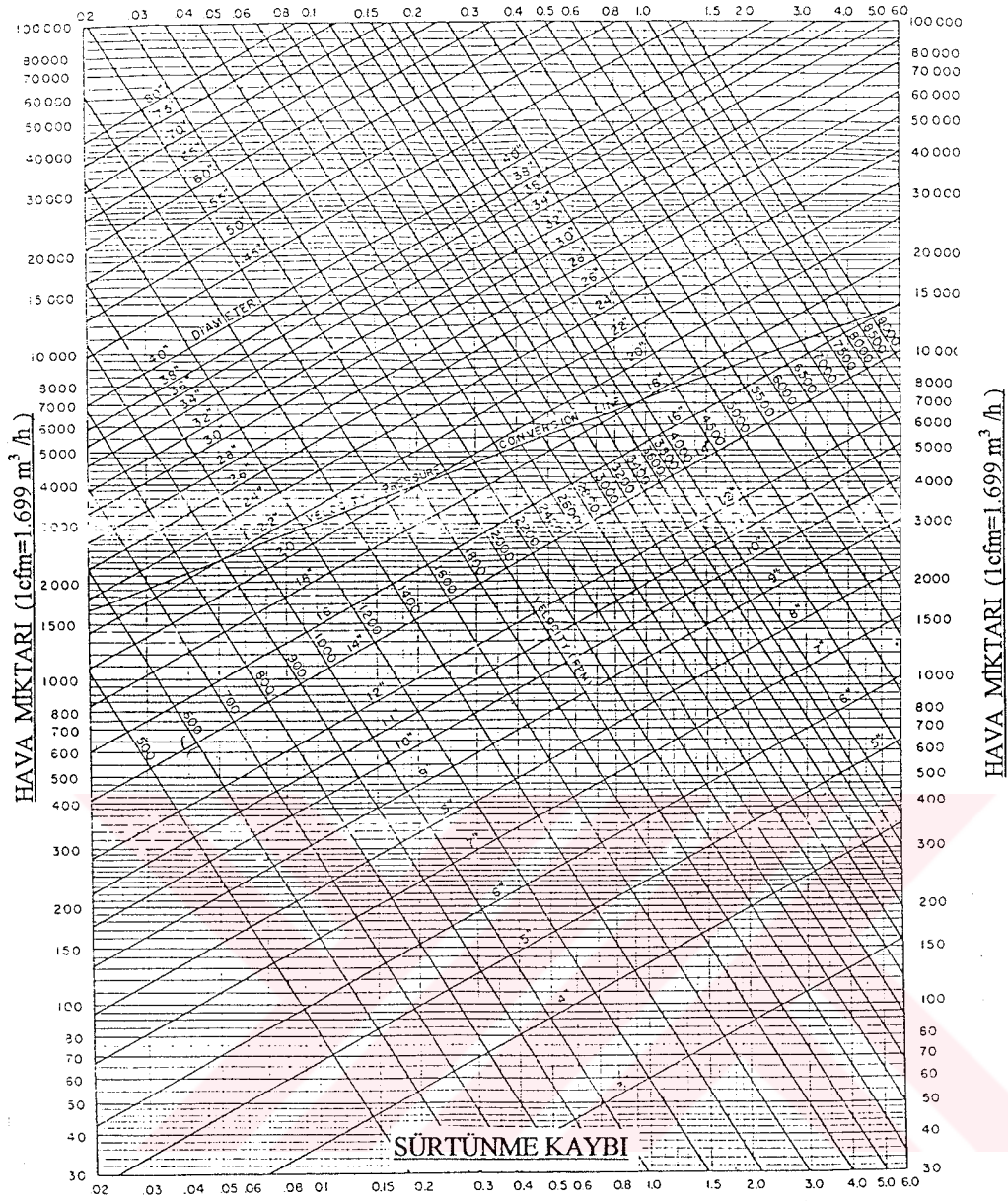
Bu üç metodun neticesinde farklı derecelerde hassasiyete sahiptir. Ekonomik kullanım olması için dönüş ve ekzost sistemine sahip klima sistemlerinde eş sürtünme yöntemi tavsiye edilir.

### 2.1 Hız Azaltma Metodu

Bu metodla kanal sisteminin dizayn şartı fan çıkışında bir hız seçmek ve keyfi olarak bunu kanal boyunca azaltmaktır. Yuvarlak kanallar için Şekil 2.1'den hava hızı ve miktarı kullanılarak bulunabilmektedir.

Çizelge 2.1 dikdörtgen kanal boyutlarının olduğu yerden yuvarlak kanal boyutları seçilir. Bütün dirsekler fittingsler ve en uzun kanal boyunca fanın çıkışında statik basınç kararlaştırılır.

En büyük basınç kaybı redüksiyonlarda ve dirseklerde düz kanaldan daha fazladır.



Şekil 2.1 Yuvarlak kanallar için sürtünme kaybı

Bu metod normalde kullanılmamaktadır. Ama bunu belli tecrübe sahibi kişiler kullanmaktadır. Yalnız basit sistemler için kullanılır. Dağıtıcı damperler ve dengeleme damperleri içermektedirler.



	254,00		304,80		355,60		406,40		457,20		508,00		558,80		609,60		660,40	
	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm	Alan m <sup>2</sup> .	Çap mm
254,00	0,04	213,36	0,05	248,92	0,06	276,86												
304,80	0,04	231,14	0,06	271,78	0,07	302,26	0,09	332,74										
355,60	0,05	248,92	0,07	292,10	0,08	327,66	0,10	360,68	0,12	388,62								
406,40	0,05	264,16	0,08	309,88	0,09	347,98	0,12	383,54	0,13	414,02	0,16	444,50						
457,20	0,06	279,40	0,08	327,66	0,11	368,30	0,13	406,40	0,15	439,42	0,17	469,90	0,20	500,38				
508,00	0,07	292,10	0,09	342,90	0,12	386,08	0,14	426,72	0,17	462,28	0,19	495,30	0,22	525,78	0,24	556,26		
558,80	0,07	304,80	0,10	358,14	0,13	403,86	0,16	447,04	0,18	485,14	0,21	518,16	0,26	551,18	0,27	581,66	0,29	612,14
609,60	0,08	314,96	0,11	370,84	0,14	421,64	0,17	464,82	0,20	502,92	0,23	541,02	0,28	574,04	0,29	607,06	0,32	637,54
660,40	0,08	325,12	0,12	386,08	0,15	436,88	0,18	482,60	0,21	523,24	0,25	561,34	0,30	596,90	0,31	629,92	0,34	662,94
711,20	0,09	335,28	0,12	396,24	0,16	449,58	0,19	497,84	0,23	541,02	0,27	581,66	0,32	619,76	0,33	652,78	0,37	688,34
762,00	0,09	345,44	0,13	408,94	0,17	464,82	0,21	513,08	0,25	558,80	0,28	601,98	0,34	640,08	0,36	678,18	0,40	711,20
812,80	0,10	355,60	0,14	419,10	0,18	477,52	0,22	528,32	0,26	576,58	0,30	619,76	0,36	660,40	0,38	698,50	0,42	734,06
863,60	0,10	365,76	0,15	431,80	0,19	490,22	0,23	543,56	0,27	591,82	0,32	637,54	0,38	678,18	0,41	718,82	0,45	754,38
914,40	0,11	373,38	0,15	441,96	0,20	502,92	0,24	556,26	0,29	607,06	0,34	655,32	0,40	695,96	0,43	736,60	0,47	774,70
965,20	0,11	381,00	0,16	452,12	0,21	515,62	0,26	571,50	0,30	622,30	0,36	670,56	0,42	713,74	0,45	756,92	0,50	797,56
1016,00	0,12	388,62	0,17	462,28	0,22	525,78	0,27	584,20	0,32	637,54	0,38	685,80	0,44	731,52	0,47	774,70	0,52	815,34

Çizelge 2.1 Yuvarlak kanal boyutu, alanı, eşdeğer çapı

## 2.2 Eş Sürtünme Metodu

Ekzost ve dönüş havası kanalının boyutlandırılmasında aynı sürtünme kaybı değeri için bütün sistem için kullanılmaktadır. Eş sürtünme metodu hız azaltma metodundan daha iyidir. Simetrik planlarda daha az balanslama ihtiyacı vardır.

Eğer dizaynınız uzun ve kısa hatlardan oluşmuşsa en kısa hatta damper kullanmak hayli önemlidir. Böyle sistemlerde balanslama zordur.

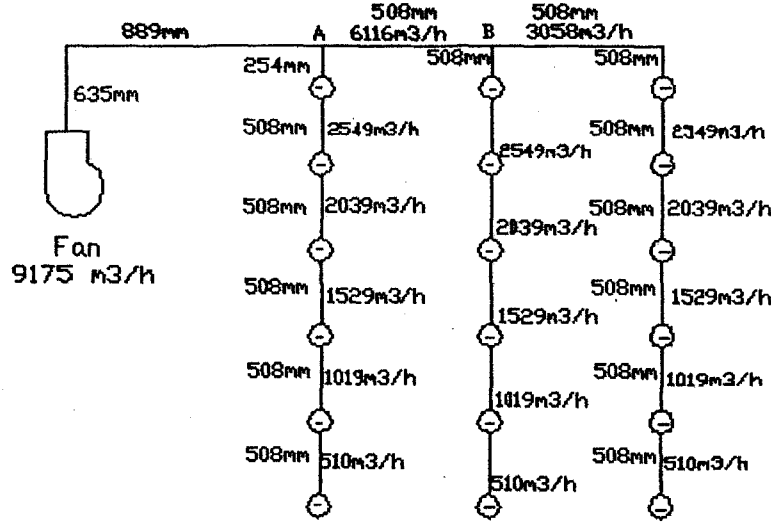
Eş basınç düşümü branşmanlarda eş sürtünme metodu ile sağlanır yada her bir hava terminalinin gerisinde aynı statik basınç kabul edilir.

Çizelge 2.2 Düşük hızlı Ssstemler için tavsiye edilen maksimum kanal hızları

Uygulamalar	Sese göre Ana kanalda m/s	Kontrol Faktörü- Ana Kanal m/s		Kanal Sürtünmesi Branşmanlar m/s	
		Çıkış	Dönüş	Çıkış	Dönüş
		Konutlar	3.048	5.08	4.064
Apartmanlar Otel Odaları Hastahane Odalar	5.08	7.62	6.6	6.09	5.08
Özel Ofisler Yönetici Odaları Kütüphaneler	6.096	10.16	7.62	8.12	6.09
Tiyatrolar Oditoryum	4.064	6.6	5.58	5.08	4.06
Ofisler Yüksek Sınıf Restoranlar Yüksek Sınıf Mağazalar Bankalar	7.62	10.16	7.62	8.12	6.09
Orta Katlar Kafeterya	9.14	10.16	7.62	8.12	6.09
Endüstri	12.7	15.24	9.14	11.17	7.62

Her zamanki yöntem fanın yanındaki ana kanalda yüksek hız seçilir. Çizelge 2.2 den seçilirken ses seviyeleri sınır değerlerinde uygun olmalıdır. Şekil 2.1 büyük hızlar ve hava miktarları ve hesaplanan sürtünme oranları için kullanılmaktadır. Şekil 2.1'den sistem her tarafında aynı basınç düşümü sağlaması için yuvarlak kanalı seçimi yapılır.

Çizelge 2.1'de kanal alanı hesaplanır yada yuvarlak kanallar için Şekil 2.1 kullanılarak Çizelge 2.1'den dikdörtgen kanal boyutu seçilir. Bu yöntem ile kanal boyutu otomatik olarak azalmakta ve hava hızı da akış yönünde azalmaktadır.



Şekil 2.2 Düşük hızlı sistemler için kanal şeması

### Örnek 1

Verilenler:

Toplam hava miktarı	9175 m <sup>3</sup> /h
18 Terminalin her biri için	510 m <sup>3</sup> /h
Her bir terminalin işletme basıncı	3,81 mmSS
R/D	1.25

Bulunması istenenler,

1-Ana kanal hızı, alanı, boyutu ve sürtünme oranı ilk bransmana kadar

2-Eşdeğer uzunluk için direnç değeri

3-Fan tüflemesinde istenen toplam statik basınç

Çözüm

1-Çizelge 2.2 den 8.63 m/s olarak ana kanal çıkış hızı seçildi.

$$\text{Kanal alanı} = (9175 \text{ m}^3/\text{h} / 3600) / (8.63 \text{ m/s}) = 0.295 \text{ m}^2$$

Çizelge 2.1'den kanal boyutu 558,8x558,8 mm

Şekil 2.1'den sürtünme oranı hava miktarı 9175 m<sup>3</sup>/h kullanılarak Çizelge 2.1'den yuvarlak kanalı ölçüsü 612mm olarak bulunur.

Sürtünme oranı her 30m uzunluk değeri için 3,683mmSS

2-Çizelge 2.3'den kanal alanı hesaplanır. ve Çizelge 2.1'den kanal ölçüsü bulunur.

Kanal bölümü	Hava Miktarı m <sup>3</sup> /h	% m <sup>3</sup> /h kapasitesi
A'ya kadar	9175	100
A - B	6116	67
B -13	3058	33
13-14	2549	28
14-15	2039	22
15-16	1529	17
16-17	1019	11
17-18	510	6

% olarak hava miktarının kapasitesi

=Bir bölümdeki hava miktarı/Toplam hava miktarı

Kanal Bölümü	Kanal Alanı %	Alan (m <sup>2</sup> )	Kanal Boyutu (mm)
A'ya kadar	100	0,295	558,8x558,8
A-B	73.5	0,225	558,8x406,4
B-13	41	0,12	558,8x254
13-14	35.5	0,1	457,2x254
14-15	29.5	0,087	355,6x254
15-16	24	0,07	304,8x254
16-17	17.5	0,052	203,2x254
17-18	10.5	0,03	203,2x254

B-12 ve A ile 6 arası boyutlar B ile 18 arasındaki ölçülerle aynıdır.

3- Fan'dan en son hatta giden kanal boyunca üzerinde bulunan 18 terminale kadar en yüksek dirençler görülmektedir. Aşağıdaki Çizelge 2.4'de kanal boyunca eş uzunlukları listelenmiştir.

Çizelge 2.4 Kanal boyunca eş uzunlukları

Kanal Bölümü	Bölüm	Uzunluk m	Eşdeğer uzunluk m
A'ya kadar	Kanal	18,2	
-	Dirsek		3,65
A-B	Kanal	6,09	
B-13	Kanal	9,14	
-	Dirsek		2,13
13-14	Kanal	6,09	
14-15	Kanal	6,09	
15-16	Kanal	6,09	
16-17	Kanal	6,09	
17-18	Kanal	6,09	
Total		64	5,78m

4-Fan'dan 18.terminale kadar olan kanal sisteminde toplam sürtünme kaybı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

$$\begin{aligned}
 \text{Kayıp} &= \text{Toplam Uzunluk} \times \text{Sürtünme oranı} \\
 &= 69,78 \text{m} \times 3,683 \text{mmSS}/30 \text{m} \\
 &= 8,56 \text{mmSS}
 \end{aligned}$$

İstenen Toplam Basınç İşletme Basıncı + Kanal sistemindeki kayıp

$$\begin{aligned}
 \text{Başlangıçtaki ilk hız} & \quad 8,63 \text{m/s} \\
 \text{Son bölümdeki hız} & \quad 2,99 \text{m/s} \\
 \text{Geri Kazanma Katsayısı} & \quad \%75 \text{ kullanılır.} \\
 \text{Geri Kazanma} & \quad = 0.75 \{ (8,63/4000)^2 - (2,99/4000)^2 \} \\
 & \quad = 3,048 \text{mmSS}
 \end{aligned}$$

Böylece fan çıkışındaki toplam statik basınç

Kanal Sürtünmesi+ Terminal basıncı - Geri Kazanma

$$8,38 + 3,81 - 3,048 = 9,144\text{mmSS}$$

Eş sürtünme metodunda Her bir bransman için uygun hava dağıtımını ayarlamak için dağıtıcı damper kullanılması gereklidir.

### 2.3 Statik Geri Kazanma Metodu

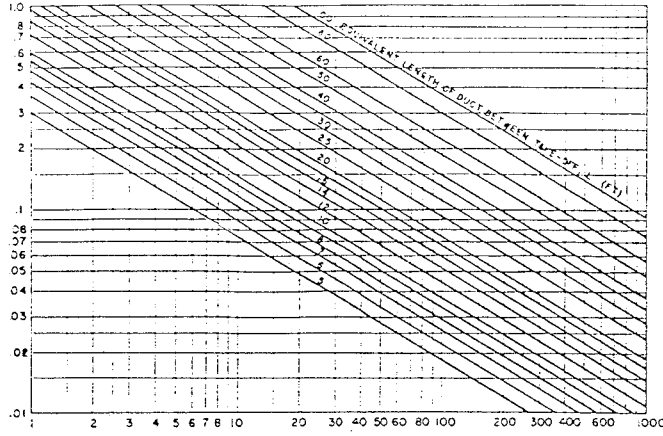
Statik geri kazanma metodunun kanal hattı boyunca boyuttaki değişimler her bir bransmanda statik basınç artmakta yada kanal bölümlerindeki hava terminallerinde basınç kaybını denkleştirmek gerekir. Her bir terminal ve her bir bransmandan önce statik basınç aynıdır. Kanal sistemini dizaynında bu metodu aşağıda açıklamış bulunuyorum.

Çizelge 2.3 Eş sürtünmeye göre branslardaki kesit alanı yüzdesi

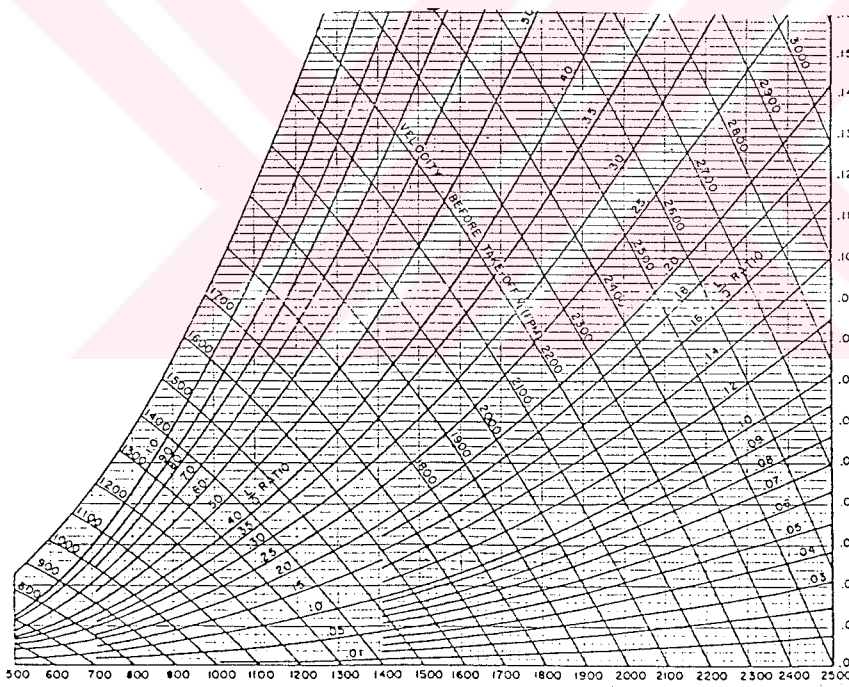
m <sup>3</sup> /h %	Alan %	m <sup>3</sup> /h %	Alan %	m <sup>3</sup> /h %	Alan %	m <sup>3</sup> /h %	Alan %
1	2	26	33.5	51	59	76	81
2	3.5	27	34.5	52	60	77	82
3	5.5	28	35.5	53	61	78	83
4	7	29	36.5	54	62	79	84
5	9	30	37.5	55	63	80	84.5
6	10.5	31	39	56	64	81	85.5
7	11.5	32	40	57	65	82	86
8	13	33	41	58	65.5	83	87
9	14.5	34	42	59	66.5	84	87.5
10	16.5	35	43	60	67.5	85	88.5
11	17.5	36	44	61	68	86	89.5
12	18.5	37	45	62	69	87	90
13	19.5	38	46	63	70	88	90.5
14	20.5	39	47	64	71	89	91.5
15	21.5	40	48	65	71.5	90	92
16	23	41	49	66	72.5	91	93
17	24	42	50	67	73.5	92	94
18	25	43	51	68	74.5	93	94.5
19	26	44	52	69	75.5	94	95
20	27	45	53	70	76.5	95	96
21	28	46	54	71	77	96	96.5
22	29.5	47	55	72	78	97	97.5
23	30.5	48	56	73	79	98	98
24	31.5	49	57	74	80	99	99
25	32.5	50	58	75	80.5	100	100

Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'den kanal bölümünün boyutlandırılmasında kullanılır. Şekil 2.2'den Q miktarı bilindiğinde L/Q oranını hesaplamak için kullanılır. Uzunluk L Statik geri kazanma tarafından ölçülendirilen kanal bölümünün ayrımları ile yada çıkışları arasındaki mesafedir. Bu

L uzunluğu çıkışa veya bransmanlara kadar olan ve dirsekleri içeren dağıtıcıların hariç olduğu eş uzunluktur. Şekil 2.3 kullanılarak kanal bölümündeki hız kullanılarak boyutlandırılır. L/Q oranı ve V1 hız değeri Şekil 2.3'den faydalanarak boyutlandırılır. V2 nin hesaplanması Şekil 2.3'den hava miktarı ile kanal alanına varılır.



Şekil 2.3 L/Q Oranı



Şekil 2.4 Statik Regain

Örnek 2 Statik geri kazanma ile kanal dizaynı

Toplam hava miktarı	9175m <sup>3</sup> /h
Kanal ağzındaki hız	8,63m/s



R/D	1.25
Her bir terminalden	510m <sup>3</sup> /h
Terminalerin işletme basıncı	3,81mmSS

Bulunacaklar

1-Kanal boyutları

2-Fan çıkışındaki toplam statik basınç

Çözüm

1-Kanal başlangıcındaki hız ve hava miktarından faydalanarak kanal alanı 0,295m<sup>2</sup> kanal boyutu 558,8x558,8mm olarak seçilir. Yine Çizelge 2.1'den eşdeğer yuvarlak kanal 612mm olarak bulunur. Şekil 2.1 den sürtünme oranı her bir 30m eşdeğer uzunluk için sürtünme oranı 3,683mmSS bulunur.

Kanalın fan çıkışı ile ilk ayırma kadar olan eşdeğer uzunluk

=Kanal uzunluğu + Fittings'den dolayı eklenen uzunluk

$$= 18,2 + 3,65$$

$$=21,85m$$

İlk ayırma kadar kanal bölümündeki sürtünme kaybı

$$21,85 \times 3,683 / 30 = 2,641 \text{ mmSS}$$

En uzun kanal A ile 18 in çıkışı arasındadır. Bu örnekte 1 ve 7 deki basınç 13 dekine eşit olmalıdır.

2-Fan çıkışında istenen toplam basınç sürtünme kaybı ile terminal işletme basıncının toplamına eşittir.

Fan ağzındaki basınç= Sürtünme kaybı + Terminal basıncı

$$= 2,641 + 3,81 = 6,45 \text{ mmSS}$$

Her ne kadar iyi bir dizayn olmasına rağmen her bir ayırımın üzerine ayarlayıcı damperler koymanın faydası vardır.

## 2.4 Statik Geri Kazanma ile Eş Sürtünme Metodunun Karşılaştırılması

İki yöntem ile de 1. ve 2. örneklerle aynı kanal boyutu hesaplanmıştır. Bununla beraber hesap ayırım kollarında yapıldığında boyutlar statik geri kazanma metodu ile daha büyük çıkmıştır.

Her iki metodla kanal boyutlarının ve ağırlıklarının karşılaştırılması gösterilmiştir. Statik geri kazanma metodu ile dizayn edilen sistemlerde kullanılan saç levhaların ağırlığı yaklaşık eş sürtünme metoduna göre hesaplanandan %13 daha ağırdır.

Bununla beraber bu ilk yatırım maliyetini arttırmasına rağmen balanslama azalmakta ve işletme maliyetini düşürmektedir.

	Statik geri Kazanma Metodu ile statik basınç mmSS	Eş sürtünme Metodu Basınç MmSS	Statik
Klima santrali cihazları	38,1	38,1	
Kanal Sürtünmesi	2,641	8,38	
Terminal Basıncı	3,81	3,81	
Statik geri Kazanma Miktarı	-	3,048	
	44,45	47,24	

$$\text{Eklenen güç} = (47,24 - 44,45) / 44,45 = \%6.3$$

Yaklaşık %6 güçteki artış daha büyük fan motoru ve sonrada ortaya çıkan elektrik nakil fiyatı artışıdır.

### 3.KONVENSİYONEL SİSTEMLER

Konvensiyonel tüm havalı sistemler tek kanalla hava dağıtımı ile standart hava dağıtıcısına sahiptir. Bu şekilde direkt olarak odanın soğutulmasını sağlamaktadır. Bu tip sistemler pratikte; şartları sabit olan mağazalar, ofis alanları ve fabrikaların bazen değişen ortam şartlarındaki sıcaklık ve nem kontrolü istenildiği gibi tam kontrol edilememektedir. Bununla beraber bu sistemler bir çok isteklere cevap verebilmektedir.

Konvensiyonel sistemleri önemli iki kategoride toplayabiliriz.

1. Kategori Sabit hacimli değişken sıcaklık sistemi
2. 2.Kategori Değişken Debili Sabit Sıcaklık Sistemi

Soğutucu kapasitesini on-off kontrolü sayesinde birinci kategori çok daha fazla esnekliğe sahiptir.Konvensiyonel sistemlerde oda sıcaklığının kontrol metodları aşağıdaki sırada listelenmiştir.

1. Sabit hacimli değişken sıcaklık sistemi ile
  - Soğutmanın on-off kapasite kontrolü veya değişen kapasite kontrolü
  - By-pass damper kontrolü
2. Değişken debili sabit sıcaklık sistemi ile besleme havasının kontrolünün yapılması mümkündür.

Soğutulacak olan mahal tek bir mahal veya bir den fazla mahali içerebilir. Tek mahal soğutmasında soğutma kapasitesi ve by-pass kontrolü ve aynı zamanda sonradan ısıtma kontrolü genellikle yeterli gelmektedir. Çok zonlu sistemlerdeki uygulamalarda sonradan ısıtma yada değişken debili kontrol sistemleri istenir. Üiform soğutmanın korunmasının bağlı olduğu şartlar; havanın dengeli dizaynı ve ortamın soğutma yükünün soğutma kapasitesine eşit olması istenir.

#### 3.1 Sistem Özellikleri

Konvensiyonel sistemlerin bazı özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

1. Basitlik : Bütün sistemlerin montajı ve dizaynında kolaylık sağlar.
2. Düşük ilk yatırım maliyeti: Sistem dizaynı, ihtiyaçlar ve en düşük tüketim ile yatırım maliyeti
3. İşletme Ekonomikliği
4. Sessiz Çalışma: Bütün mekanik parçalar uzaktan kumanda edilebilmektedir.
5. Merkezi bakım:Klima santrali ve soğutma cihazlarının bütün parçalarının kontrolü, kontrol odasından bakım ve servis verebilir özellik sunmaktadır.

### 3.2 Sistem Açıklaması

#### 3.2.1 Sabit hava debili değişken sıcaklık sistemi

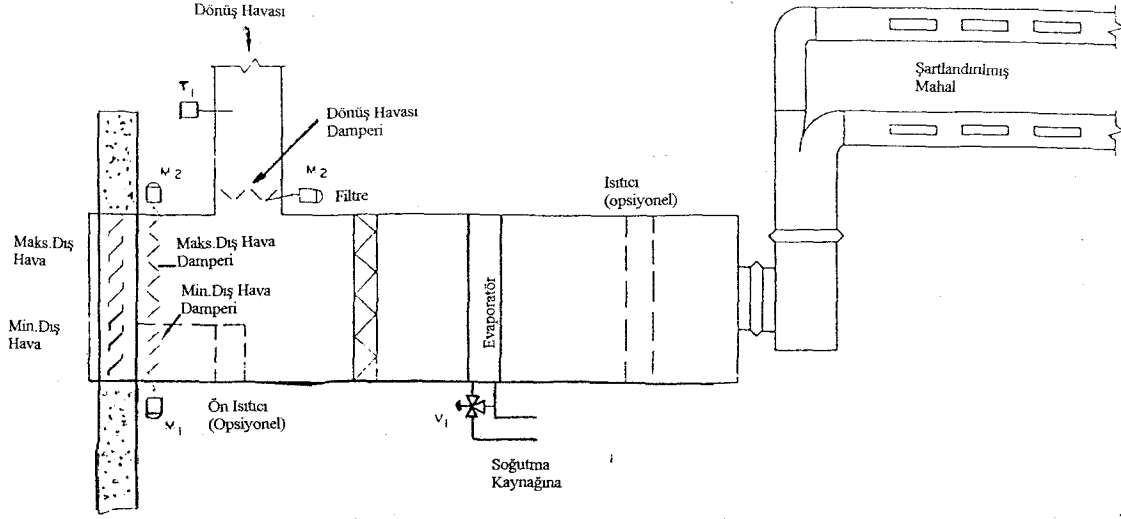
Şekil 3.1’de yaz soğutmasında bulunması gerekli olan basit parçaları konvensiyonel klima sistemleri için gösterilmiştir. Dış hava ve dönüş hava bağlantısı, filtre, evaporatör, fan ve motor ve besleme havası çıkışı bölümleri mevcuttur. Opsiyonel olarak dış havanın ön ısıtılması ve mahalın ısıtılmasına ek olarak destek sağlanabilir.

#### 3.2.2 Soğutma kapasitesi kontrolü

Yazın soğutma sisteminde dönüş havasının üzerine monte edilen termostat üzerine arzu edilen oda sıcaklığı ayarlanır. Soğutma kapasitesinin kontrolü direkt evaporatör üzerinden ya kompresörün on-off veya modülasyonlu olarak çalışması ile olur. Özel kontrol metodunun seçimi; soğutucu düzeninin tipi ve boyutuna bağlıdır. Son sıcaklık ve nemlilik değeri nispeten sabit kalmaktadır. Bunun sonucu soğutma makinasının kapasitesi daima yükleme kapasitesine denk değildir, on-off kontrol ile mahal soğutması aralıklı olduğundan (çevrim durduğunda) nemlilik değerlerinde artış olmaktadır. Bunun sebebi mahale şartlandırılmış havanın verilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Soğutucu santrali; küçük ile orta boyut arasında olursa direkt expansion tipi, orta ile geniş boyut arasında bir santral olursa sulu chiller tipi kullanılır. Buna karşılık kontrol uygulaması ya on-off selenoid valf ile kompresörün kademeli işletilmesi ile veya nem gidericinin içinden geçen suyun oransal kontrolü ile mümkün olacaktır. Mahal termostatı ile gerekli olan hava miktarı dış hava ile min ve max. açıklığa sahip olan dış hava damperi ile temin edilir. Isıtma ünitesi sistem dizaynı yapılırken ilave edilecek şekilde yapılmış ise kış havalandırması ve ısıtması sağlanır. Ön

ısıtıcı, karışım sıcaklığının istenen çıkış havası sıcaklığının altında olduğunda minimum dış hava girişinin olduğu yere ilave edilir.

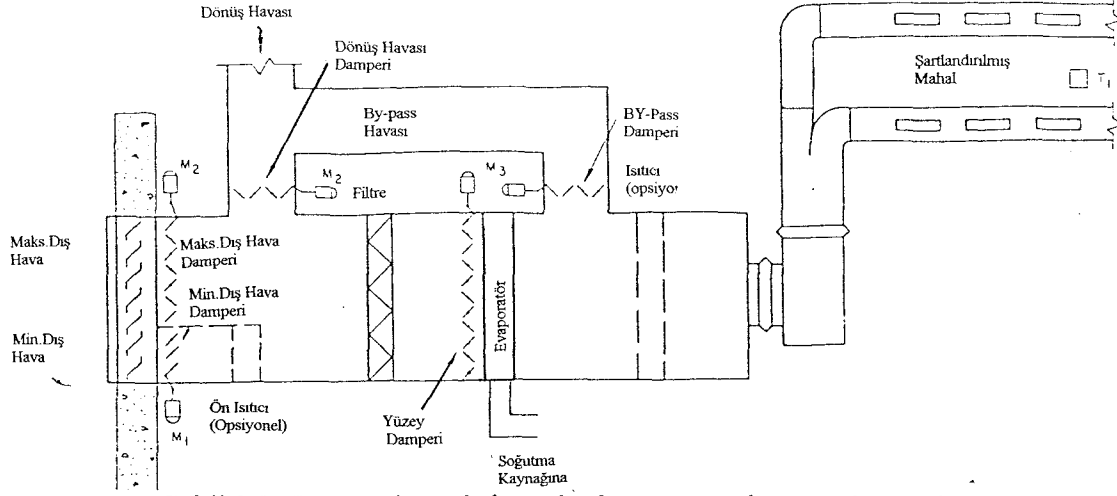


Şekil 3.1 Konvensiyonel soğutma sistemlerinin basit parçaları

Besleme havası mahallere kanallar ve düfüzörler ile düşük hızlarda iletilirler. Her ne kadar konvensiyonel sistem tiplerinde hava kanalları ve çıkışlarında da istenmeyen sesler olabilmektedir. Sabit karakteristikler ve minimum havalandırma ihtiyacı olduğunda mahallerin yükleme performansı mükemmel olmaktadır. Bu uygulamadaki ekipmanların seçiminde ekonomik çalışma ve tam kapasitede dahi yükleme yapıldığında hemen hemen sabit soğutmayı sağlayabilmek mümkündür.

### 3.2.3 Yüzey ve by-pass kontrolü

Mahal soğutmasının daha ekonomik olmasını sağlamak için by-pass havasının evaporatör etrafında dönüş havası ile fan emişi arasında kullanımıyla olur. Bu sıralama ile karışım havasını dönüş havası üzerinden by-pass ederek mahalın soğutma ve nem kontrolünü daha iyi yapabilmek mümkündür. Bu şekilde mahal sıcaklığı daha sabit kalır. Şekil 3.2'deki uygulamadaki değerler ile gerçek değerler arasında nem farklılığı daha aza inmiştir.



Şekil 3.2 Konvensiyonel sistemlerde yüzey ve by-pass kontrolü

Uygulamalarda dış hava ile by-pass bağlantısının kısa devre olması ihtimalini ortadan kaldırmak gerekir. Evaporatörün sıcaklığı düşmeye başladığında geçen hava oranında by-pass faktörü azalmaktadır. Evaporatör önünde bulunan yüzey damperi kapandığında ünite durmaktadır. Mahal soğutmasının kontrolü karışım havası ile dış hava tarafından sağlanmaktadır. Aynı zamanda sadece dış hava ile soğutmadan faydalanmakta mümkündür.

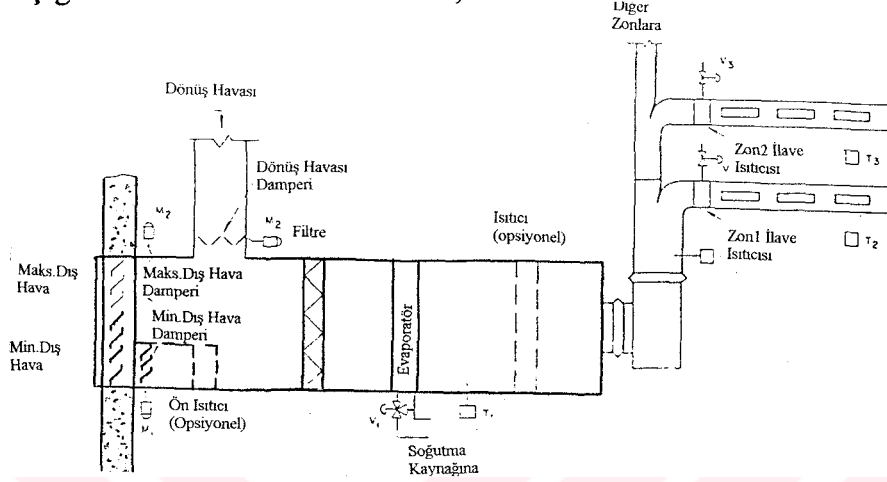
### 3.2.4 İlave ısıtıcı kontrolü

Bir mahalın mükemmel klimalandırılması sıcaklık ve neme bağlıdır. Bu da ilave ısıtıcının manasını teşkil etmektedir. Şekil 3.3 kapalı bir alanın sıcaklık kontrolünde başarılı olmak için ilave ısıtıcı ekleyip soğutmayı dengelemekle başarılı olunur. Mahalin nemlilik şartlarını devamlı kılmak için çıkış havasının sabit çığ noktası sıcaklığını sağlaması gerekir. Bu süre zarfında kısmi olarak duyulur ve gizli ısı yüklemesi ile mahalın nemliliğinde düşme olur. Bu düşüşler bazen önemli olabilmektedir. Bu tür uygulamaların bazı hallerinde sulu sistem kullanılması ile neticede cihaz sayısında azalma çığ noktası ve çıkış havası sıcaklığında düşüş daha iyi olmaktadır.

Soğutucunun kapasite kontrolünü ya dönüş hattından veya çıkış suyu sıcaklığı üzerinden yapılır. Genellikle evaporatör kapasite kontrolü evapora törün çıkışı üzerinde bulunan çığ noktasını ölçen termostat üzerinden veya fanın çıkışı üzerinden yapılır. Odanın klimalandırılmasının kontrolünü devamlı kılmak için tek zon olması halinde ilave ısıtıcı çok zonlu olması halindeki uygulamalarda kanal ısıtıcısı koymak gerekir. Kış ısıtmasında ilave ısıtıcılar istenildiğinde sağlanabilmektedir.

### 3.3 Değişken Hava Debisi İle Sabit Sıcaklık Sistemi

Değişken hava debisi sabit sıcaklık sistemi ilave ısıtıcı sistemi birbirine paraleldir. Evaporatörün, pik yükleri boyutsal olarak karşılaması gereklidir. Bireysel ilave ısıtıcı sistemi ya bireysel kanal branşmanları ile veya bireysel çıkışlarla hava hacminin kontrolü yönteminin yerini almaktadır. Çiğ noktası termostat kontrolü ile;



Şekil 3.3 Konvansiyonel sistemlerde ilave ısıtıcı kontrolü

- Evaporatörün yazın kapasite kontrolü
- Dönüş havası damperinin kontrolü
- Dış hava damperi kontrolü sağlanır.

#### 3.3.1 Hacim kontrolü

Ön ısıtıcı ve ısıtma elemanları istenildiğinde eklenebilmektedir. Şekil 3.4'de mahallerin klimalandırılmasını sürekli kılmak için oda termostat kontrolü ile çıkış havasının hacmi ayarlanarak yapılır. Kısmi yüklemelerde nemlilik artacaktır. Şekil 3.5 çünkü çıkış havasının daha az olan çiğ noktası ihtiyacı yoktur. Değişken debili sabit sıcaklık sistemi konvansiyonel sistemlerdir. Duvar tiplerinde toplam kapasitenin %75-80 kadar olan kısımda hava hacminde değişiklik yapabilmektedir.

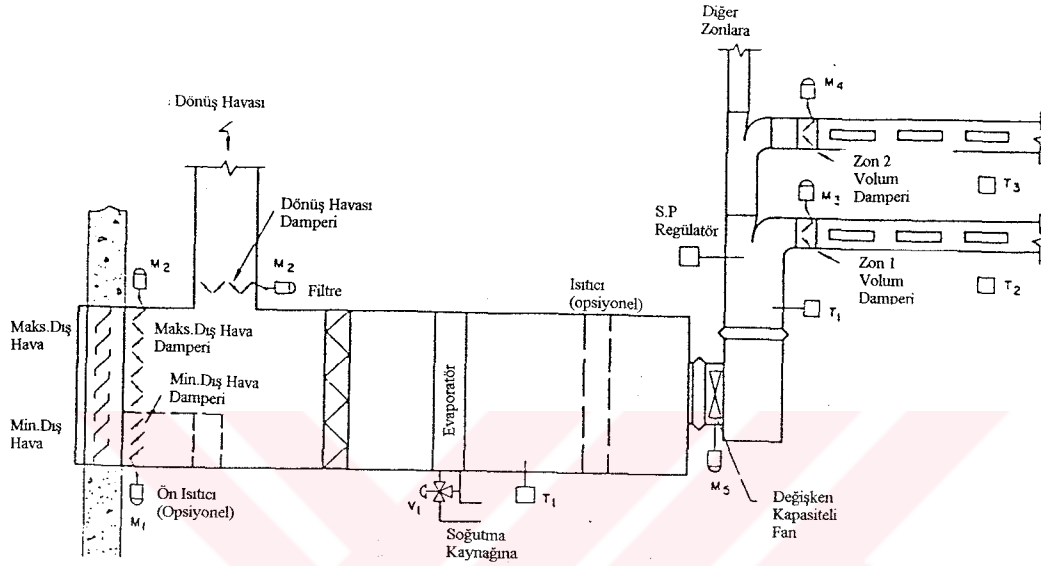
### 3.4 Mühendislik Hesapları

#### 3.4.1 Soğutma yükü

Her bir zon için duyulur ve gizli ısıların hesabı yapılmalıdır. Cihazın çiğ noktası sıcaklığı duyulur ısı kapasitesine göre karşılaştırılmalıdır. Çok zonlu uygulamaların olduğu durumlarda cihazların



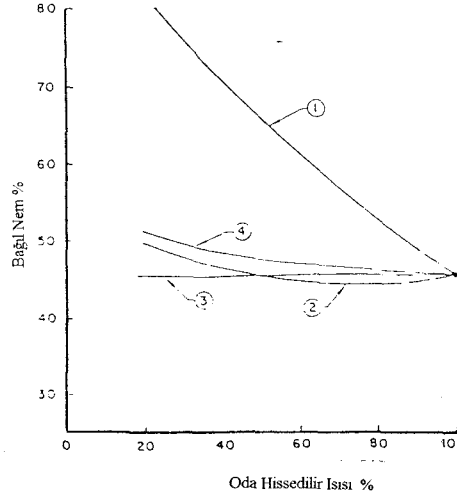
çığ noktası sıcaklığı seçimine önem göstermek gerekir. Sistemin çalışmaması durumuna karşı kullanım esnasında istenen en düşük cihaz çığ noktasını herhangi bir zon için sağlanmalıdır. Cihaz çığ noktası bir bloğun tahmin edilen yüküne göre veya keyfi olarak seçilir. Buna göre zonların bağıl nemi kabul edilebilir aralıklarda olur. Kapasite hesabı yapıldığında yüzey ve by-pass damperi kontrolü de sistem ile beraber dizayn edilmelidir. Eğer dış hava evaporatörün etrafından geçiyorsa by-pass faktörü artan dış havayı ayarlamak için 0.1 olacak şekilde Btu hesabında kullanılır.



Şekil 3.4 Konvensiyonel sistemlerde hava hacmi kontrolü

### 3.4.2 Isıtma yükü

Her bir zon için ısıtma istenildiğinde infiltrasyon ile eksilen miktarı hesaplayıp ilave etmek gerekir. Isıtma kapasitesi diğer bir deyişle ilave ısıtıcı kapasitesi, oda klimatizasyonu ve zonun ısıtma yükünü sağlayabilmek içinde çıkış havası sıcaklığını arttırmak gerekir. Ön ısıtıcı istenildiğinde dış hava sıcaklığı min 4,4 °C olmalıdır, veya karışım havası sıcaklığı çığ noktası sıcaklığına eşit olduğunda kullanılır.



1. Soğutucu Kapasite Kontrolü
2. Yüzey ve by-pass Kontrolü
3. İlave Isıtma Kontrolü
4. Hava Hacim Kontrolü

Şekil 3.5 Konvensiyonel sistemler için çeşitli tip kontrol ile bağıl nem karşılaştırması

### 3.4.3 Çıkış havası

Çıkış havası konvensiyonel sistemlerde bir kaç tiptedir. Şartlandırılmış hava ile tekrar işlenmemiş sirküle eden mahal havası by-pass sayesinde ilave olunur. Daha fazla şartlandırılmış hava miktarı seçilir. Daha büyük cihaz çığ noktası kullanılır. Fakat aynı kapasitede mahal nemini absorbe etmek için kullanılır.

1. halde fandan çıkan hava miktarı şartlandırılmış hava ve by-pass havasının toplamına eşittir.  
 2. halde çıkış havası miktarı şartlandırılmış hava miktarının artırılmışına eşittir. İyi bir dizayn şartına yaklaşmak için 18.3 ° C değişken hava debili sabit sıcaklık sisteminde büyük hava miktarları olmalıdır.

$$1 \text{ sqft/ of floor area} = 0.0929 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cfm} : 1.699 \text{ m}^3/\text{h} / 0.0929 \text{ m}^2 = 18.28 \text{ m}^3/\text{h m}^2$$

$$2 \text{ cfm} : 3.398 \text{ m}^3/\text{h} / 0.0929 \text{ m}^2 = 36.5 \text{ m}^3/\text{h m}^2$$

Minimum hava hacminin kontrolü yapılır. Gerçekte sistem tamamen sabit ve istenen hacim ayarlamasını en iyi yapabilecek düzeyde olmalıdır.

### 3.5 Kanal Dizaynı

Statik geri kazanma yöntemi çıkış havasının boyutlandırılması için tavsiye edilir. Hava dağıtım kanallarının içinde reglaj damperi ufak ayarlamalar için kullanılmaktadır. Dönüş kanallarının ölçülendirilmesi eş sürtünme metoduna göredir. Hava dağıtım sistemlerinin mühendisliğinde ses probleminden sakınmak gereklidir.

### 3.6 Kontroller

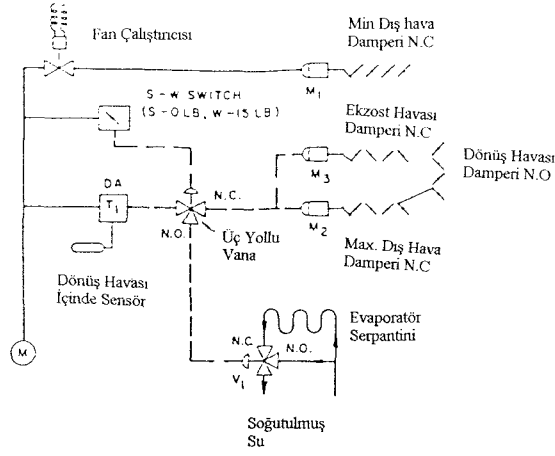
Konvensiyonel sistemlerin kontrolü elektriksel veya pnömatik olabilmektedir. Konvensiyonel havalandırma sistemlerinin birçok kontrol elemanlarını ayarlayan 5 ana esas ve 2 tane yardımcı kontrol değeri vardır.

Kontrolün 5 ana esası

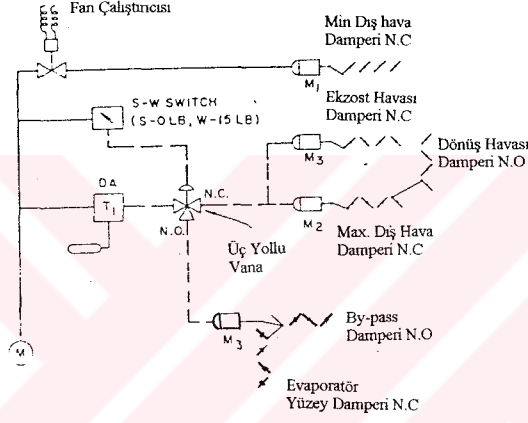
1. Fan çalışmaya başladığında fan starterinin enerji destekleyicisi minimum dış hava damperini açmalıdır. Bütün sezon havalandırmayı sağlamalıdır.
  2. Bir mahalın çığnoktası yada evaporatörün kapasite kontrolü dolaylı olarak soğutma tesisinin fanın deşarj termostat kontrolü sayesinde yapılır. Bu ise soğutma mevsimi boyunca sağlanmalıdır.
  3. Bir mahalın çığ noktası yada dış havanın kullanımı ile soğutma kapasite kontrolü fan deşarj termostatı tarafından yapılır. Bu ise gerekli hava miktarını soğutma mevsimi boyunca sağlamalıdır.
  4. Yaz-kış switch'i mevsimlik olarak değiştirilmelidir.
  5. Bir mahalın yada bölge termostatlarının mahal havalandırmasının kontrolünü sürdürmesi gerekir.
- Soğutma kaynağı madde 2 ve 3 de Esas geleneksel sistemler için Şekil 3.6 da açıklanmıştır.
  - Yazın yüzey ve by-pass damperi ve soğutma kaynağı ve gerekli hava miktarı madde 3 de açıklanmıştır. Şekil 3.7 de kontrolü gösterilmiştir.

Opsiyonel Elemanlar

1. Hava akışı termostat ile ön ısıtma kontrolü ısıtma kapasitesinin kontrolü ile yapılır. Bu işlem kışın dış havayı istenen şarta getirir.
2. Mahal termostatı, ısıtıcı serpantininde kapasite kontrolünü kış boyunca yapar.
3. İlave ısıtıcı olduğu halde mahal termostatı ısıtma kapasitesini ısıtma serpantininde üzerinden kış boyunca yapar.



Şekil 3.6 Tipik pnömatik düzenlemelerde soğutucu kapasite kontrolü



Şekil 3.7 Tipik pnömatik düzenlemeler ile yüzey ve by-pass damper kontrolü

## 4. SABİT HACİMLİ İNDÜKSİYON SİSTEMİ

Bütün havalı sabit hacimli indüksiyon sistemleri bir çok uygulamalar için uygundur. Bilhassa merkezi ana soğutma ünitesi tarafından orta ve küçük odalı binalar geniş mahaller gibi yerlerin şartlandırılmasında kullanılabilir. Bu sistem genellikle taban alanının yüksekliğe oranının büyük olduğu yerlerde kanal sistemi ihtiyacı olan yerlerde kullanılır. Bu sistem bilhassa yüksek gizli yüke sahip hissedilir soğutma yükü düşük olan okullarda laboratuvarlarda ve hotellerde uygundur. Bu tip yerlerde sıcak su sistemi de kullanılır. Hastaneler, moteller, apartmanlar, profesyonel binalar, ofis binaları ve diğer uygulamalarıdır.

Bu sistemin başka bir uygulaması okullarda şu anda havalandırma ve ısıtma ihtiyacı duyan ve gelecekte uygun bir şartlandırma ile değiştirilmesine ihtiyaç duyulacaktır. Bu örnekte cihazlar hava miktarı ve planlar klima tizasyon hesaplarının temelidir. Gelecekte ki değişim; soğutma makinası, soğutma serpantini ve borulaması kolayca montajı yapılarak başarılacaktır.

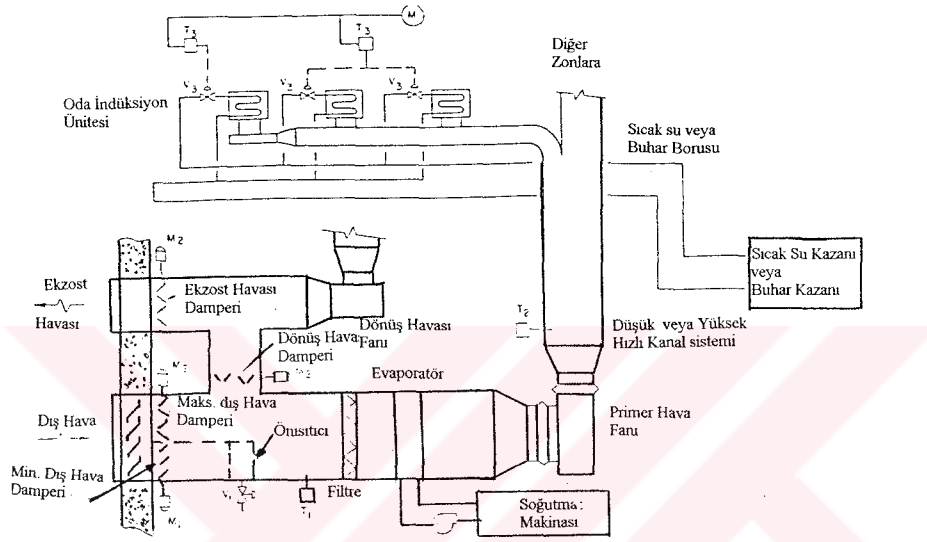
### 4.1 Sistem Özellikleri

Orta ve küçük odalı binalarda sabit hacimli indüksiyon sistemi bir çok avantajından dolayı bu tip uygulamalar için uygundur. Bu avantajların bir kaçını aşağıda açıklanmıştır.

1. Bireysel oda sıcaklık kontrolü: Bölgeleme problemleri çok sayıda pompa veya bölgenmiş boru hattı ve su borulama çalışması olmadan her oda bir bölge olmasıyla çözülür.
2. Esnek hava sistem dizaynı : Üniteler çeşitli dağıtım şekilleri için dizayn edilmeye başlandığından beri düşük yada yüksek hızlı kanal sistemi seçimi ekonomik temellere ve binanın ihtiyacına göre yapılmalıdır.
3. Merkezi primer hava çıkışı: Sabit hacim sabit sıcaklık ana havanın özellikleri bölgeler için uygun olduğunda merkezi klima cihazı binanın hem iç hem dış odalarına hizmet verebilir.
4. Basitleştirilmiş kontrol sistemi
5. Operasyon ekonomikliği: Ara mevsimlerde soğutucu makina dış havanın soğutma yükü ile yada daha düşük sıcaklık değerleri için devre dışıdır.
6. Havalandırmada koku yoğunluğunun ve sabit hava hareketinin kontrolü: Sistem her mahali pozitif basınçta tuttuğundan iç ortamdaki koku yoğunluğu azalır ve sabit hava sistemi olduğundan dolayı hava hareketi sabit kalır.
7. İşletme sessizliği: Bütün mekanik parçalar ve fanlar uzağa yerleştirilmiştir.
8. Merkezi bakım

9. Filtre verimliliği
10. Merkezi dış hava girişi
11. Yüksek sıcaklık farkı: Toplam hava akışı odaya verilmeden önce oda havası ana hava ile karışarak besleyici hava sıcaklığı oda sıcaklığının  $25^{\circ}\text{C}$  altında olabilir.
12. Merkezi nem alma

## 4.2 Sistem Açıklaması



Şekil 4.1 Sabit hacimli indüksiyon sistemi

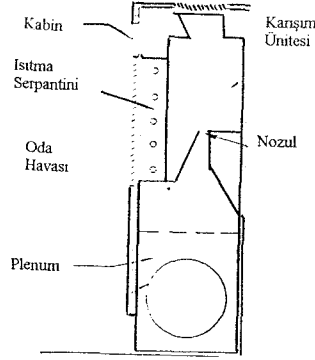
### 4.2.1 Merkezi klima cihazı

Merkezi klima cihazının aparatları dış hava ve dönüş havası ile karışımını sağlayarak veya %100 dış havayı alarak ortam havasını soğutur. Cihaz hava filtreleri soğuk kış havasını (eğer gerekli ise) ön ısıtıcı serpantini evaporatör havasını soğutma ve nemini almak yada kış nemliliğini sağlamak için kullanılır. Fanın çıkış ağzında  $10-12,7^{\circ}\text{C}$  arasında sabit çıkış havası sıcaklığı mevcuttur. Yüksek yada düşük hızlı hava dağıtım kanalları merkezi klima cihazından oda ünitelerine taşımak için kullanılır.

Susturucu fan tarafından çıkarılan sesi azaltmak için kullanılır. Soğutulmuş su devir daim ettirilir. Soğutucu akışkan buharlaştırıcı serpantinlerinde buharlaştırılır.

### 4.2.2 İndüksiyon ünitesi

İndüksiyon ünitesi ya hava klimatizasyon sistemi ile yada sadece ısıtmayı ve havalandırmayı sağlayacak şekilde kullanılmak için dizayn edilmiştir. Hava girişi, susturucu, nozul ve ısıtıcı serpantinleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Sabit hacimli, soğutulmuş hava ünitelerine sağlanır. Bu hava birincil hava olarak adlandırılır, oda girişindeki soğutma nem alma, nemlendirme ve havalandırma oda ihtiyacına göre sağlanır. Oda sıcaklığının kontrolü sıcak suyun akışı yada buharın serpantinlerine bağlı olan manuel veya otomatik kontrol valfi ile sağlanır.



Şekil 4.2 İndüksiyon ünitesi



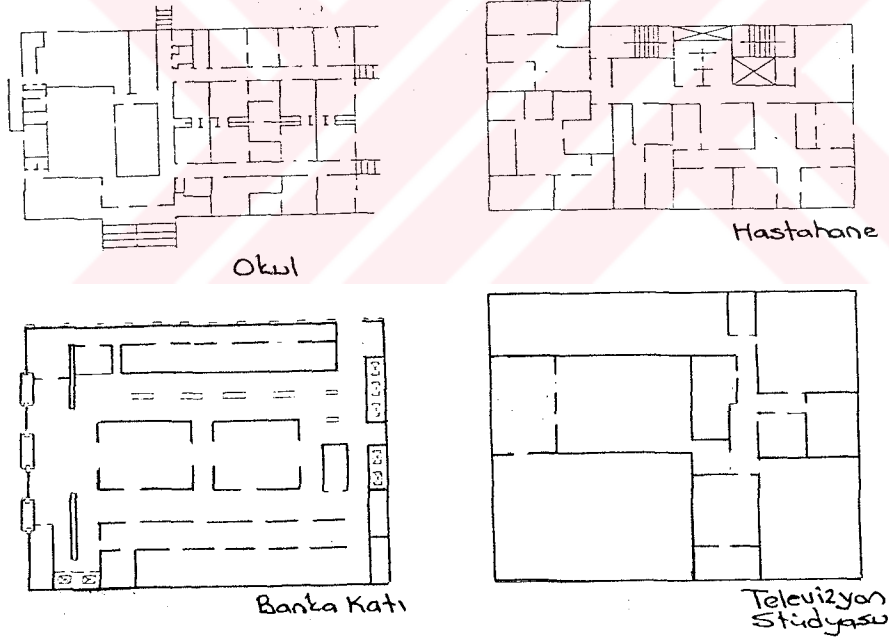
## 5. ÇOK ZONLU ÜNİTE SİSTEMİ

Isıtma ve soğutma serpantini çok zonlu hava üfleme sistemi sabit hacimli ve değişken sıcaklık sistemidir. Tek kontrolü gerektiren çoklu alan ve ya yerlerde uygulanır.

Aşağıdaki durumlardan biri veya daha çoğu mevcut ise bu sistem düşünülür.

1. Çeşitli büyük veya küçük alanların tek kontrol edilmesi gereken yerler okul, ofisler çeşitli bireysel odaların olduğu çok amaçlı binalar
2. Değişik yönlerde maruz kalan binanın; banka katı, geniş ofis alanları
3. Büyük bir iç alan ve buna göre küçük bir dış alan içeren yerler
4. Bireysel özellikler taşıyan iç alanlar televizyon ve radyo stüdyoları

Bu durumların örnekleri Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Üfleme sistemi yüksek hissedilir ısı yükünde ve sınırlı havalandırma ihtiyacı olan yerlere uygulanabilir. Havalandırma uygulama gereksinimleri evaporatör serpantinleri ve ısıtma serpantinleri için her zaman ısıyı içerir.



Şekil 5.1 Çok zonlu sistem için mahaller

### 5.1 Sistem Özellikleri

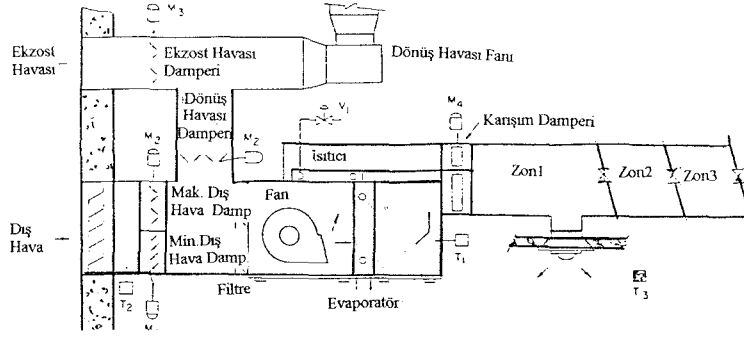
1. Bireysel alan veya mahal sıcaklığı kontrolü: Zonlama problemleri her mahalın ayrı bir alan olarak incelenmesi ve uygun sıcaklıkta hava sağlanması ile çözülür.

2. Minimum ekipmanla bireysel bölgelere ayırma: Merkezi ve bölgesel ayarlar, en çok kullanılan prefabrik ünitelerden yararlanılarak yapılır. Alan birleştirme cihazları her gereksinime cevap verebilir.
3. Basit NonChange-over Sistemi: Yazdan kışa geçişte veya tam tersinde soğutma mekanizmasının manuel olarak çalıştırılması ve durdurulması gerekir. Termostatlar bir kere ayar gerektirir.
4. Basitleştirilmiş hava aktarımı ve dağıtımı: Sadece hava kanalları ve standart hava dağıtıcıları ve çıkış kanalları gereklidir. Sistem kolaylıkla dengelenebilir.
5. Merkezi şartlandırma ve soğutma: Ekipman olarak güç kaynağı, su ve deşarj cihazları ve makine odaları gerekir.
6. Merkezi nem alma: Hava merkezi klima santralinde kurutulur. Bunun olduğu yerlerde yoğunlaşma olmaz ve bu da deşarj cihazlarını ve borularının ihtiyacını ortadan kaldırır.
7. Merkezi servis ve bakım: Bu fonksiyonlar ekipman ve makine odaları açısından daha kolay başarılabilir. Nemli mahallerde düzenleme yoktur.
8. Ekonomik işletme : Dış ortam havasının sıcaklığının düşük olduğu zaman soğutmada kullanılabilir, bu da soğutma makinesi işletmesinden kazanç sağlar.
9. Filtreleme Kolaylığı: Filtreleme işlemi merkezi klima santralinde yapılır. Bu yüzden istenilen gereksinimler veya verim üzerine dayalı geniş bir filtreleme metodu seçimi vardır.
10. Sessiz çalışma: Bütün fanlar ve çalışan diğer ekipmanlar uzağa yerleştirilmiştir.

## 5.2 Sistem Açıklaması

### 5.2.1 Merkezi ekipman

Çok zonlu klima ünitesi Şekil 5.2’de gösterilmiştir. Bu cihazlar fabrika montajlı olabilir. Uygulamaların büyük çoğunluğunda fabrika montajlı üniteler kullanılır. Bunların çoğunda bir karıştırma odası, filtre, fan, ısıtma ve soğutma serpantinleri, sıcak ve soğuk basınç odaları ve bir çok karıştırıcı damper bulunur. Karıştırıcı damperler gerekli miktardaki sıcak ve soğuk havayı bölgenin dışına rahatlıkla çıkabilmesi için karıştırır.



Şekil 5.2 Çok zonlu ünite sistemi

### 5.2.2 Opsiyonel ekipman:

Bir sistemde, sistem dizaynı dışarıdan gelecek havanın daha yüksek sıcaklıklı olanına ihtiyaç duyuyorsa, bir ön ısıtma serpantini ile birleşebilir. Daha yüksek rutubet kontrolünün gerekli olduğu yerlerde, rutubet önleyici serpantinler minimum dış havanın geldiği yere monte edilirler. Sistemdeki havanın uzaklaştırılması istenildiğinde devreye bir ekzost hava fanı eklenmelidir. Kışım rutubeti kontrol altında tutmak için sisteme bir buhar tavaşı veya atomizör sprey rutubetlendirici eklenmelidir.

### 5.2.3 Diğer sistem bileşenleri:

Ekonomik nedenlerden dolayı hava dağıtım sistemi konvensiyonel hızları kullanacak şekilde dizayn edilmiştir. Standart hava dağıtım çıkışları kullanılır. Soğutma gereksinimleri direkt genişleme veya su soğutma ekipmanları tarafından sağlanır. Isıtma gereksinimleri ise buhar veya sıcak hava tarafından sağlanır. Son sözü edilen sistem kullanılırsa ayrı bir boru sistemi ısıtma serpantini kazan ünitesine bağlanır. Soğuk su devreleri ayrı olmalıdır.

### 5.2.4 Sistem operasyonu:

Tüm çok alanlı üfleme sistemi, çalışılan alan tarafından gerekli duyulan sıcak ve soğuk havayı gerekli miktarda üniteye karıştırır. Basit bir kanal belirli sıcaklıktaki hava karışımını, mahal yükünü dengede tutabilmek için gönderir. Birbirinden bağımsız bölge termostatları üniteye karıştırıcı damperleri kontrol eder.

Sadece kışın kontrol edilen soğuk hava odasındaki sıcaklık, evaporatör serpantinlerinin altına yerleştirilen termostat tarafından çığleşme noktasında tutulur. Sıcak hava plenumda ısıtıcı serpantin dışarıya yerleştirilmiş olan bir termostat tarafından kontrol edilir. Bu termostat sıcak hava plenumundaki kontrol termostatını ayarlayabilmek için ve değişik sıcaklıktan ötürü büyük tipte olmalıdır.



## 6. İKİLİ KANAL SİSTEMİ

İkili kanal sistemi mahallerdeki ve zonlardaki sıcaklık kontrolünü sağlamak için uygundur. Bu sıcaklık kontrolü, farklı iki sıcaklık değerindeki hava, sağlanan iki ana havalı ünitenin terminal içinde karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Öyleki ilki soğuk hava akışı diğeri sıcak hava akışıdır. Bu ana karıştırma ünitesi soğuk ile sıcak hava ayrı zon ve mahallere yerleştirilmiş termostatlar tarafından kontrolü mümkündür. Bu sistemde çok odalı mahal doğal bir uygulamadır. Bir çok bürolarda, inşaatlarda, otellerde, apartmanlarda, hastanelerde, okullarda ve büyük laboratuvarlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu çok odalı inşaatların ortak karakteristik özelliği yüksek değişken hissedilir ısı yüklemesidir; iyi düzenlenmiş bir ikili kanal sistemi bu tipteki yük çeşitliliğini karşılayabilecek kapasitedir.

### 6.1 Sistem Özellikleri

İkili kanal sistemi farklı mahal ve zonlardaki sıcaklık kontrolü isteği olduğunda çok odalı mahallere uygulanmakta onaylı bir çok özellik içerir. Bunlardan başlıcaları;

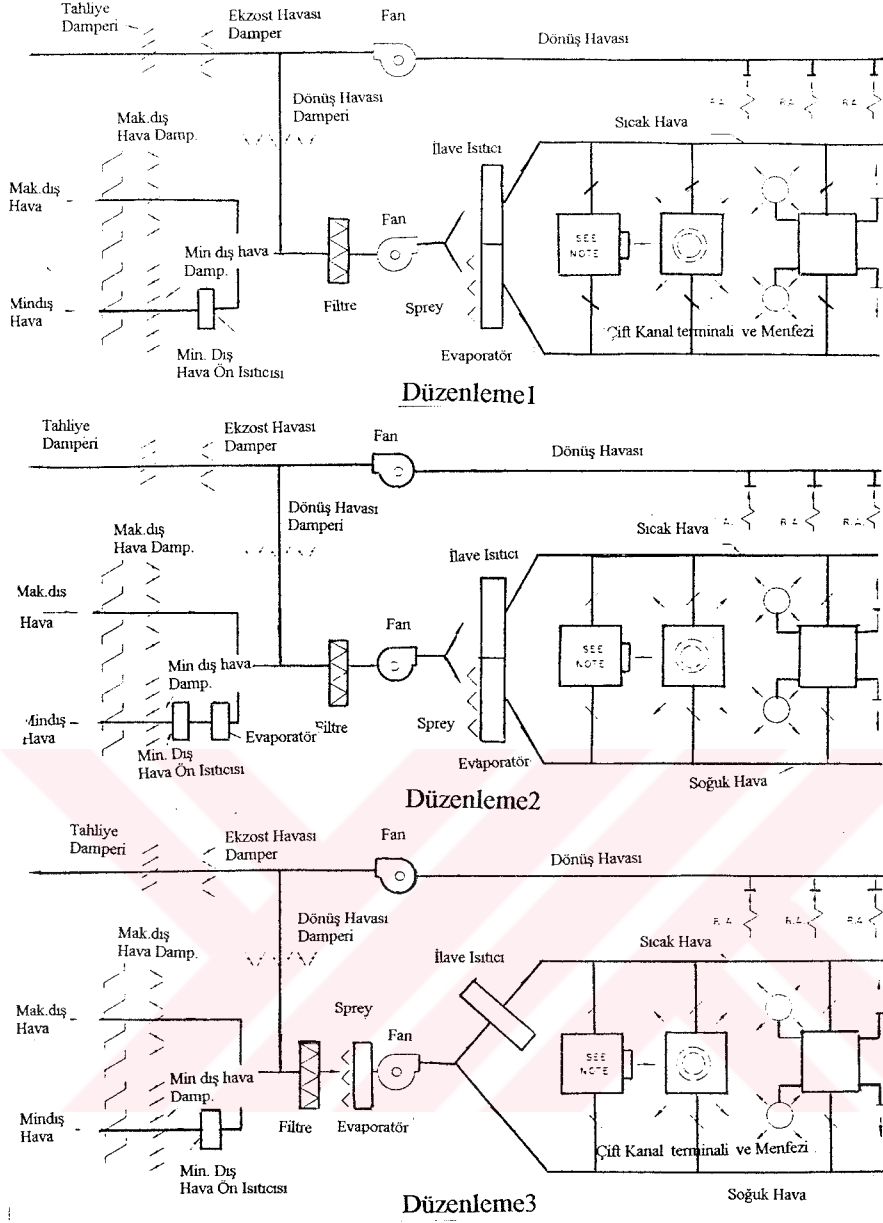
1. Ayrı sıcaklık kontrolü : Esneklik ve ani sıcaklık değişkenliğine ulaşılabilir çünkü aynı anda mevcut olan kanallarda sıcak ve soğuk hava ünitelerde hazırır.
2. En az cihazla bireysel zonlama: Ana zonlama istasyonu her terminalde hem ısıtma hem de soğutmanın birlikte mevcut olmasıyla en aza indirgenmiştir.
3. İşletme esnasında basit değişiklik: Zonlardaki veya mahallerdeki çeşitli sıcaklık durumlarında yıllık döngüleri kontrol için bir kere kurulabilir. Dış ortam sıcaklıklarında ki çok fazla değişmeler, makineleri soğuturken ve ısıtırken kapama ve açma tek uygulamadır.
4. Merkezi havalandırma ve soğutma : Su ve drenaj servisleri sadece cihazlarda ve makine dairesinde gereklidir.
5. Merkezi servis ve bakım: Makine dairelerinde uygulanması daha kolay ve verimlidir.
6. Merkezi dış hava alımı: Bina ihtiyacı olan taze hava merkezi klima cihazı ile ortama filtre edilerek getirilir.
7. İşletme Ekonomikliği: Soğutma yükünü kaldırabilecek dış ortam sıcaklığı istenen düzeyde ise dış hava ile soğutma gerçekleştirilebilir.
8. Filtre Verimliliği: Merkezi klima cihazında kullanılan filtreleme sistemi sayesinde verimlilik söz konusu olur.

9. Sessiz Çalışma: Bütün fanlar ve mekanik parçalar uzağa yerleştirildiğinden iç mahalde herhangi bir rahatsızlık verecek ses etkisi yoktur.
10. Hava kanal sisteminde esnek tasarım: Yüksek ve orta hız hava transferi şansı inşaatlardaki gereklilik ve önemli ekonomik nedenlerle yapılabilir.

## 6.2 Sistem Tanımlaması

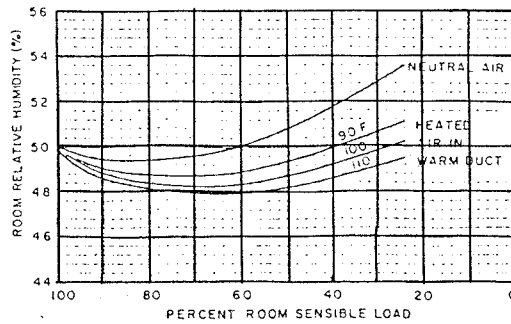
### 6.2.1 Üçlü basit düzenleme

Şekil 6.1 İkili kanal sisteminin ayarlamalarını göstermektedir. Öyle ki ikisi de sıcak ve soğuk hava akışını göstermekte ve hava terminal ünitelerinin ortak özellikleri de bulunmaktadır. Merkezi klima cihazlarının düzenlemelerinin farklılığına rağmen nem kontrolündeki istenen doğruluk derecesine bağlıdır. 1. düzenlemede kısmi yaz yüklemesi hali sırasında en az dış ortam havası soğutma serpantininden geçebilir ve direkt sıcak kanala gidebilir. Bundan ötürü mahalin ve zonun bağıl nemi eğer sıcak kanallara uygulanmazsa yükselebilir.



Şekil 6.1 Çift kanallı sistem düzenlemesi

Operasyon maliyetinin fazlalığına sıcak havanın etkisinde olur. Şekil 6.2 Düzenleme 1'de kullanıldığı zaman çeşitli sıcak hava şartlarında kısmi yüklemelerdeki bağıl nemi gösterir.



Şekil 6.2 Düzenleme 1 için çift kanallı sistemde kısmi yük performansı



2.Düzenlemede ise ; ön soğutma serpantini soğur ve en az dış ortam havasını soğutur. Böylece şartlandırılmış dış ortam havasının sıcak kanallar dan geçmesi problemi ortadan kalkar. 1.ve2.deki düzenlemelerdeki operasyonlar ya tek kanallı, by-pass sistemli yada çok alanlı ünite sistemine benzer. Fakat ikili kanal sisteminde sıcak ve soğuk havanın ana ünite de karışması hariçtir. Bunun yanında şu da önemlidirki; 1.ve2. düzenlemelerde evaporatör ve fan düşük kapasite düzenlemelerinde uygulanır.

3.Düzenlemede ise ; evaporatör ve fan alan tarama ayarlaması için ayarlanmıştır. Toplam hava miktarı ısıyı sıcak hava dalgasına uygulanmadan önce şartlandırılır.3.Düzenlemede soğutma operasyonlarına benzerdir. Genellikle nem gerekliliklerini karşılamak için bu düzenlemler kullanılır.

### 6.2.2 Merkezi klima cihazı

Şekil 6.1’de görüldüğü gibi merkezi klima cihazlarında bir çok çeşit bulunmaktadır.Genellikle diyagram şunu gösterir.

1. İkili kanal sisteminde tasarım nasıl olursa olsun, bahar sezonunda %100 taze dış hava ile soğutma yapmak mümkündür.
2. Dönüş Ekzost fanı kombinasyonu fazla havayı dış ortama vermek için ve tekrar havayı merkezi klima cihazı aletlerine geri çevirmek ve gerekli max. havayı dengede tutmak için kullanılır.
3. Toplam hava besleyicileri her zaman filtre edilir.
4. Eğer istenirse min. havayı ön ısıtma yapılabilir
5. Şartlandırma derecesi alet ayarlarına göre karar verilmiştir.
6. Spreyler isteğe bağlıdır ve Şekil 6.1’de gösterildiği yere eklenebilir.

Normal konfor uygulamalarında nem kontrolü tam olarak gerekli değildir. Yaz işletmesi sırasında ekonomiklik ve konfor sebeplerinden dolayı nem oranı değişimleri yaklaşık %45-55rh aralığında değerlendirilmelidir. Kış işletmesi sırasında bağıl nem oranları %10-30rh genellikle soğuk yüzeyler deki yoğunlaşmayı engellemek amacıyla tutulur.

İkili kanal sistemi ya yüksek yada orta hız hava iletimim sistemleri ve buna bağlı olarak merkezi klima cihazları ile ana üniteler kullanılarak dizayn edilebilir. Hem çapraz üfleme hem de direk üflemlerde en az basınç kaybı ve sese sebebiyet vermek için cihaz ve ana kanal

transferini planlamaya dikkat etmek gerekir. Son ana ünitelerde sese maruz kalmamak için fandan çıkan sesi azaltmak için ek olarak susturucu eklenmesi gerekli olabilir.

### 6.2.3 İkili kanal terminali

İkili kanal terminal sistemi şunlar için düzenlenmiştir.

1. Termostatla kontrol edilen hava valflerinde soğuk ve sıcak hava dalgalarını doğru orantı ile sağlamak gerekir.
2. İki hava akımını karıştırmak ve ses seviyesini kabul edilebilir düzeye getirdikten sonra çıkış vermek gerekir.
3. Kanallardaki değişken basınç kaybını sürekli sağlamak için sabit hacimde deşarj havası tedarik etmek gerekir.

Bireysel son üniteler ya dikey ya da yatay tesisatlarda uygun düzenlemeler için kullanılabilir veya ammostat menfez veya yere yakın monte edilen menfezler de kullanılabilir. Zon termostatına bağlı olarak kanallardaki soğuk ve sıcak hava terminali istenen çıkış değerine getirilir. Soğuk hava çıkışı %100 olduğunda mahal hissedilir ve gizli yüklerinin havalandırma ihtiyacını dizaynda denkleştirilmesi gerekir. Sıcak hava miktarını sabit tutmak istenildiğinde zon termostadı sayesinde soğuk hava miktarını azaltarak oda dizayn şartları daha iyi sağlanır. Sistemdeki sıcak havanın miktarını ayarlamak için yaygın iki metod kullanılmaktadır. Sıcak havanın sıcaklığı mahal ve zonun az üstünde olması gereklidir. Dönüş havası higrostatı tarafından kontrol edilmektedir. Bu şekilde termostat daha az sıcak hava ve daha fazla soğuk havayı sağlayarak bağıl nem artışını azaltır. İkili kanal terminal üniteleri damperler, damper motoru ve hacim dengeleyicileri ile de sıcak ve soğuk hava kanalında değişken basınca bakmayarak sabit hacimi sağlamaktır. Terminal ünitesinde sıcak hava damperi normalde açıktır. Mahal sıcaklığı termostat tarafından sıcak ve soğuk hava damperlerini motorları tarafından mahaldeki uygun kapasiteyi sağlamak için kullanılmaktadır.

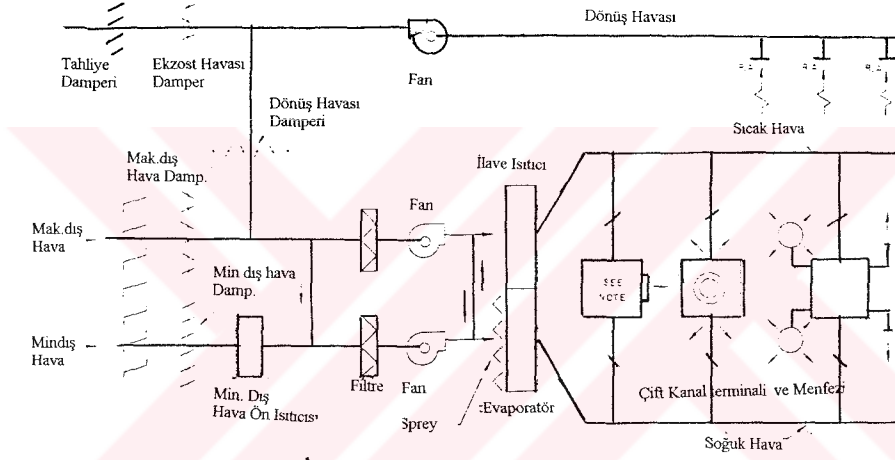
## 6.3 Sistem Modifikasyonu

### 6.3.1 İkili fan

Bu sistem iki by-pass'a sahiptir. Biri fandan önce diğeri fandan sonra bu bölümde hepsi sağlanan havayı soğuk ve sıcak hava kanalına çeviren tiptendir. Şekil 6.3 bir fan ve min çıkış havasını her zaman ekler ve bütün çıkış havasını geri dönüş havasını veya her ikisinin karışımını ele alır. Oda nemi koşulları sağlanır ve min çıkış havasının by-pass sıcak kanal havasının tamamının yarısından az olana kadar 2 fan modifikasyonunun avantajı şudur. Kışın sadece ısıtma istenildiğinde geceler ve bütün hafta sonları sadece bir fan kullanılır. Terminal ünite hacim ayarlamaları mahal ve zon termostatları sıcak hava valflerini kumanda eder.

### 6.5.2 Nem kontrolü

Oda nemini korumak için yazın ilave ısıtıcıyı çalıştırmak bir başka modifikasyonudur. Bu koşullarda ilave ısıtıcı geri dönüş hava kanalı içindeki higrostat kiliti tarafından kontrol edilir.



Şekil 6.3 İkili fan, ikili kanal sistem düzenlemesi

## 7. DEĞİŞKEN DEBİLİ SABİT SICAKLIK SİSTEMİ

Değişebilir yüklerle sıcak su ısıtma sistemleri ve yazın serinlemek için kullanılır. Diğer uygulamalar ve değişen yükler göz önünde bulundurulur, sıcak su ile kışın ısıtma yazın ise soğutma istenir. Buna örnekler apartman, hastane ofis, bina ve okullar gibi yapılarda vardır.

### 7.1 Sistem Özellikleri

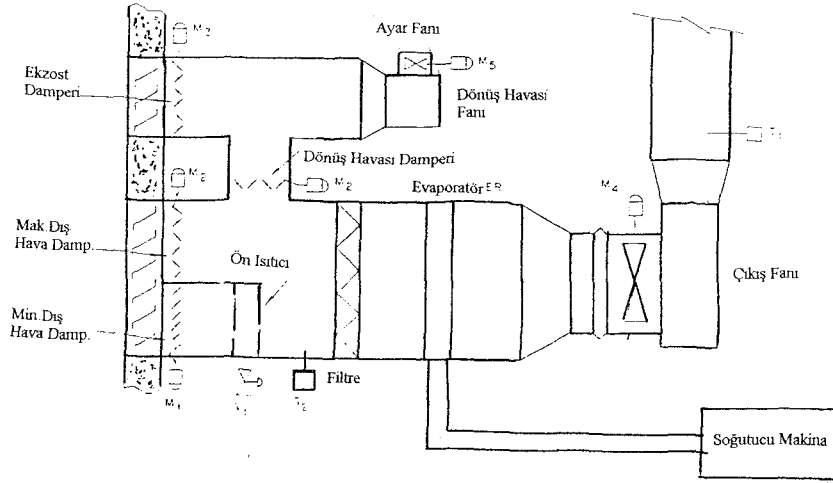
Değişken hacim sabit sıcaklık sistemi birçok özellik içerir. Bunların uygulanması için elverişli dengeler olan iç bölgeler ve yaz soğutucuları için gereklidir. Bazı özellikleri şöyle sıralayabiliriz.

1. Ekonomik operasyon
2. Bireysel oda sıcaklığının kontrolü
3. Basit işletme
4. Minimum cihaz
5. Düşük yatırım maliyeti
6. Merkezi klima ve soğutucu
7. Merkezi servis ve bakım
8. Merkezi dış hava alımı

### 7.2 Sistem Açıklaması

Bu sisteme katılabilecek daha bir çok özellik vardır. Bütün sezon boyunca odanın menfezlerinde filtreleme nem kontrolü yapılır. Bireysel mahal sıcaklığının kontrolünde mahal yüküne göre hava miktarını azaltarak istenen yüke göre denkleştirir. Klima santrali cihazı şartlandırma için dış hava ve dönüş havasının karışımı veya sadece %100 dönüş havasından şartlandırma yapar. Cihazlar temiz hava için filtre ihtiva eder. Ön ısıtıcı, soğuk havanın ısıtılmasında evaporatörler ise havanın neminin alınması ile ortamın soğutulmasını sağlar. Şekil

7.1



Şekil 7.1 Değişken debili sabit sıcaklık sistemi

Bahar ve kış aylarında yaşam mahalindeki sıcaklığı sabit tutmak için fan ağzında ki çıkışı da sabit tutmak gerekir bu ancak soğutma cihazı çalışmıyor iken geçerlidir. Yüksek hızlı ve düşük hızlı dağıtım sistemleri cihazdan terminallere kadar havayı iletmek için kullanılan bir sistemdir. Evaporatörün girişinde ya direk expansion yada su soğutmalı sistem kullanılır.

### 7.3 Sistem Değişiklikleri

#### 7.3.1 İlave ısıtıcı serpantini

Mahal sıcaklığının normal dizayn şartlarının altına düştüğü geceler ve hafta sonlarında ısının farklı bir şekilde temini mümkün olmuyorsa merkezi cihaza ilave ısıtıcı konabilir. Binanın tek bir bölümü ısı almıyorsa ilave ısıtıcı binanın o bölümünü destekleyen kanal hattının içine yerleştirilir. İstenilen hava sıcaklığı  $10^{\circ}\text{C}$  -  $12.7^{\circ}\text{C}$  den oda sıcaklığından 15 derece yüksek olsun. Merkezi cihazda ilave ısıtıcının çalışması esnasında fan ağzında ki termostat yeniden çalıştırılır. Ilık hava verildiğinde oda kontrol damperinin açılması için kontrollerde ön izleme yapılmalıdır. Pnömatik kontroller yardımı ile tersine hareket eden oda termostatlarına ana hat kontrolünün uyguladığı basınç sıfıra getiriliyor. Böylece damperler normal açık durumuna gelmiş olur.

## 8. ÇİFT KANAL SİSTEMİ

Havalı olan çift kanal sistemleri çok farklı binalarda örneğin okullarda, ofislerde, apartmanlarda ve hastanelerdeki alanlar için hava dönüşümünün yapılması ve gerekli olan oda havasının sıcaklığının kontrolü için kullanılan modern merkezi sistemdir. Güneşin dış ortam sıcaklığının ve iç yüklerin sebep olduğu ısıtma ve soğutma gerekliliği için kullanılan sistem mahallere kolayca monte edilebilir. Genellikle benzer ikili kanal sistemi uygulamalarına nazaran yapılması ve döşenmesi daha ekonomiktir.

### 8.1 Sistem Özellikleri

İkili kanal sistemi bir çok mahaldeki uygulamalarda oda sıcaklığının kontrolü için bir çok özellik sunmaktadır.

1. Küçük kanal boyutları : Bütün primer ve sekonder hava akışları yazın pik yükü dengelemek için kullanılır. Bu yüzden kanal boyutları küçük olur, çünkü iki kanalın birleşmiş alanı yazın soğutma için kullanılır. Kanallardan biri soğuk havayı temin ederken diğeri doğal havayı alır.
2. Esnek hava dağıtımı : Giren hava birçok bölgelere dağılır. Şekil 8.4 cam altında tavanda ve duvarda bulunabilir. Ek olarak, iki hava akımının birincisi, tavana veya duvara ve ikincisi farklı bir bölüme gitmek üzere ikiye ayrılabilirler.
3. Ekonomik işletme: Kışın gece boyu ve hafta sonu çalışmasında sadece küçük primer hava fanı çalıştırılır. Bütün hava sistemlerinde dış hava sezon ortası çalışması boyunca free cooling ile soğutmayı sağlamak için kullanılır.
4. Merkezi şartlandırma ve soğutma ekipmanı: Servislerde güç su ve dreynler gibi bölümler binadaki cihaz odasında gereklidir.
5. Merkezi servis ve bakım: Bu özellikler bakım ve servisten daha çok verim alındığı için cihaz odasında kolaylıkla yapılabilirler. Bunun anlamı daha az pisliğin bina dışına çıkmasıdır.
6. Merkezi dış hava alımı:
7. Basit işletme: Yazdan kışa veya kıştan yazıya dönmek için soğutma cihazı manuel olarak çalıştırılmalıdır.
8. Tek oda sıcaklık kontrolü: Sabit termostat ve volume damperi sekonder hava akışının kontrolü amacıyla kullanılır.

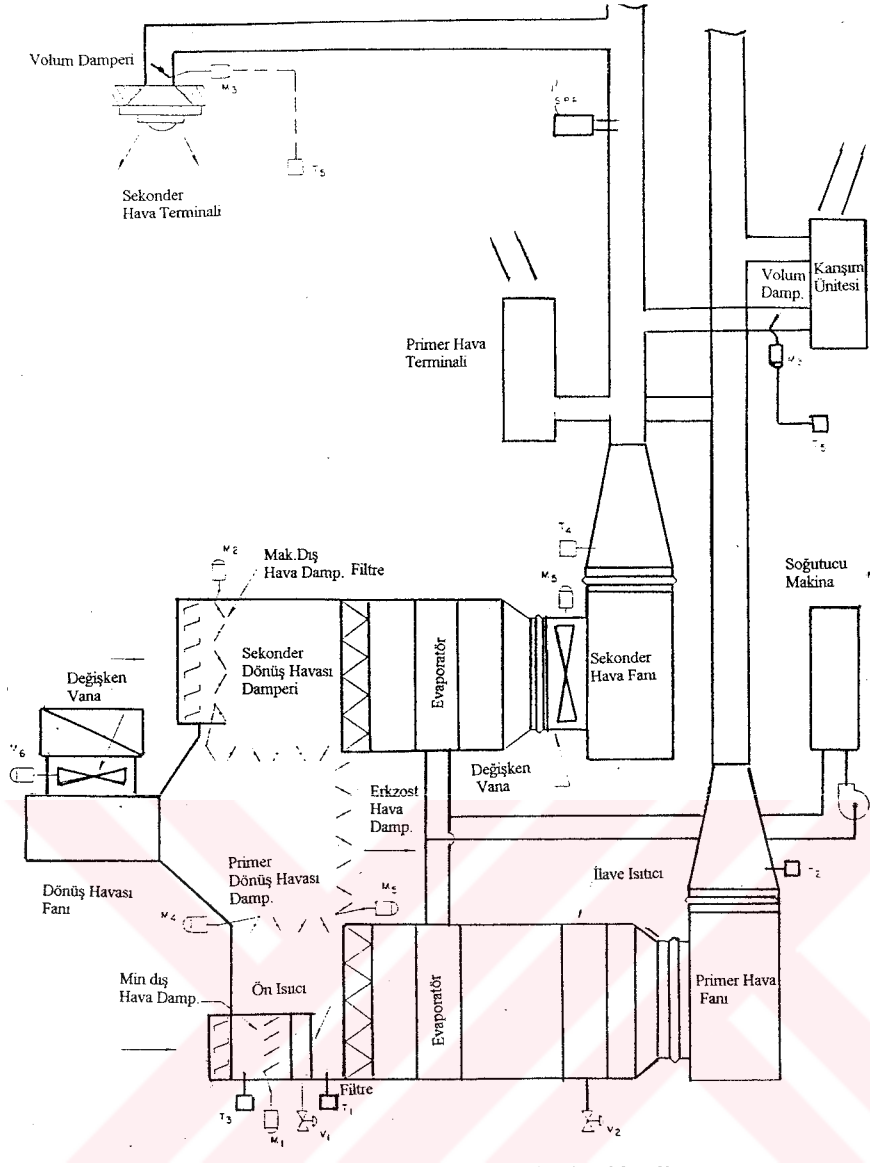
9. Sessiz Odalar: Mekanik ekipman uzak olarak yerleştirilmiş bundan dolayı titreşim kolayca engellenir.

## 8.2 Sistem Açıklaması

Sistem iki hava akışının binanın maruz kaldığı yükü karşılamak amacı ile dizayn edilmiştir. Bir hava akımını ele alalım; Sekonder hava yıl boyunca soğuktur, ve sabit sıcaklık değişir hacime haizdir. Güneş, ışık ve insanlar tarafından sebep olan yük soğutma değişimleri için gerekli olan kapasiteyi sağlar. Bundan dolayı sekonder hava sabit sıcaklık değişken hacimli hava akışı vardır. Diğer hava akışına primer hava denir. Bu hava sabit hacime ve hava sıcaklığının değişebilen etkilerini dengelemektedir. Kışın sıcak yazın soğuktur. Primer hava bundan dolayı sabit hacimli değişken sıcaklık sistemidir. Çeşitli merkezi sistem düzenleri hava sıcaklığını ve pratik sıcaklık kontrolü için gerekli olan hacimin sağlanması için kullanılır. Bunların ikisi sistem modifikasyonu adı altında tanımlanmıştır.

İki fanlı iki cihazlı sistem Şekil 8.1'de açıklanmıştır. Primer hava cihazı havayı şartlandırır ve dönüş havası ile dış havanın karışmasını terminal odasında sağlar. Cihazdaki hava temizleme filtreleri ön ısıtmalı serpantinlere (eğer gerekirse) soğuk kış havasını ıltır, bu cihazda nemlendirici ve evaporatörde bulunur.





Şekil 8.1 Çift kanallı çift fanlı çift cihaz

Sekonder hava cihazı, havayı şartlandırır ve dönüş havası ile dış havanın karışımını sezona bağlı olarak ayarlar. İlaveler olarak hava temizlemek için filtre, havadaki nemi uzaklaştırmak için evaporatör bulunur. Termostat fan çıkışında bulunur burada bulunan dönüş havası ve dış hava damperi sezon boyunca sabit sıcaklığı sağlar. Primer ve sekonder cihazda bulunan hava terminallerine kanallar sayesinde gönderilir. Pratikteki ihtiyaçlarda primer hava dağıtım sistemlerimizde yüksek hız ve sekonder havada ise ya düşük hız ya da yüksek hız kullanılır. Sistemin tamamlanması için soğutma ve ısıtma bölümleri gereklidir.

### 8.3 Sistem Modifikasyonları

Bu bölüm ikili kanal sistemdeki belirli değişiklikleri ele alır. Bu değişiklikler özel uygulamalar için düşük yatırım ve işletme maliyetinin düşük olduğu sistemler olabilir.

### 8.3.1 Diğer cihaz düzenlemeleri

Tek cihaz ve iki fanlı düzenlemeler Şekil 8.2’de gösterilmiştir. Diğer ise tek fan tek cihaz Şekil 8.3’de gösterilmiştir. Diğer düzenlemeler daha düşük maliyete sahiptir, ancak bunlar değişik yüklerde havalandırma sağlarlar ve daha yüksek işletme maliyetine sahiptir. Bunların idaresi Şekil 8.1’de gösterilen düzenlemeye benzerdir.

### 8.3.2 İç mahaller

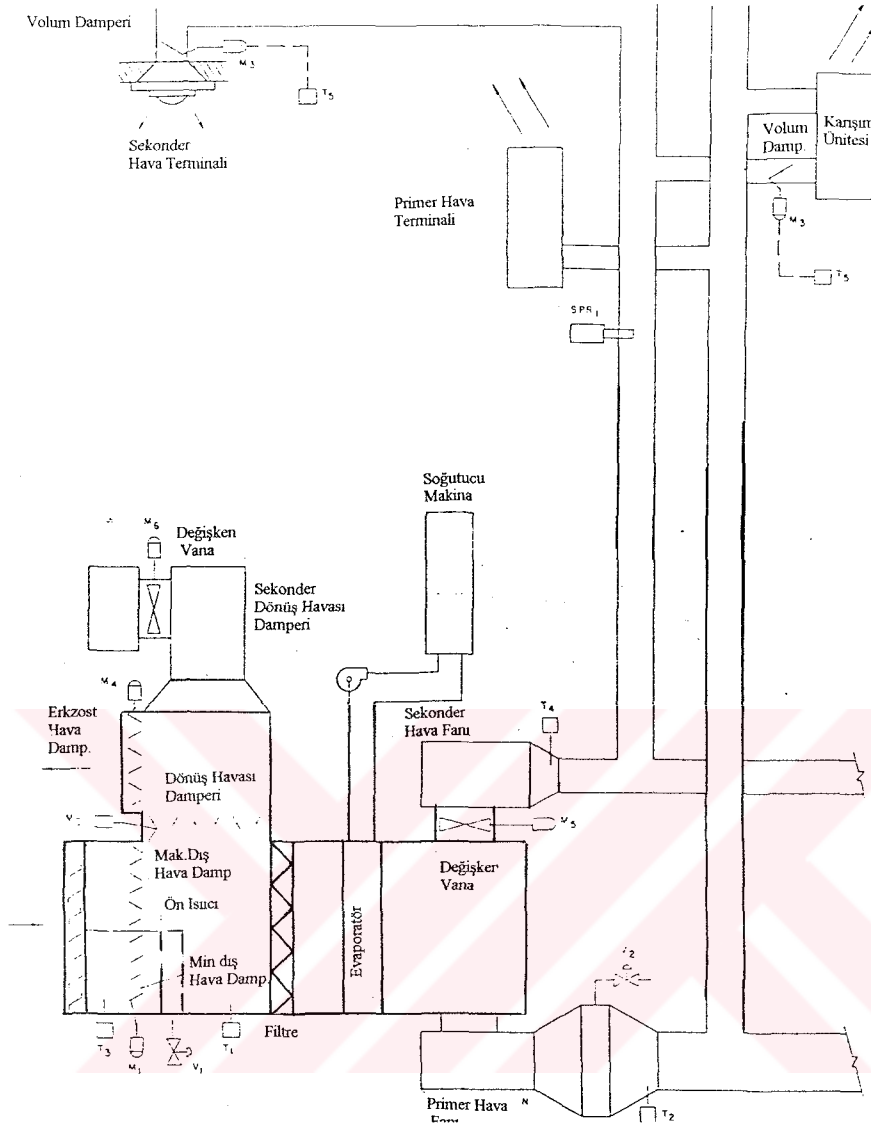
İkili kanal sistemi için sekonder hava kaynağı olarak çalışması ile birlikte sekonder hava cihazı iç mahale hizmet etmesi için ölçüler yönünden daha da büyütülebilir. Bu değişken hacimli hava sistemi hemde sabit hacimli hava sistemi tarafında düzenlenebilir. Sabit hacim sistemiyle kullanıldığında hacim terminal üniteleri dikkatle seçilmelidir. Çünkü iç mahali dolduran hava miktarı dış mahallerde kısmi yük olarak arttırılabilir. Bu düzenleme, bir çok açık alana ve az miktardaki özel ofislere sahip olan binalara uygulanabilir.

### 8.3.3 Su akış sırası

İki ayrılmış evaporatör değişik cihaz çığ noktalarında çalıştırıldığında su hatlarını birleştirmek pratik olabilir. Bu boru ve pompa boyutunu korumaya yardımcı ve istenilen soğutma makinesindeki ilk yatırım maliyet düşüşünü gösterir.

### 8.3.4 Hava terminal ünitesinde kaçak

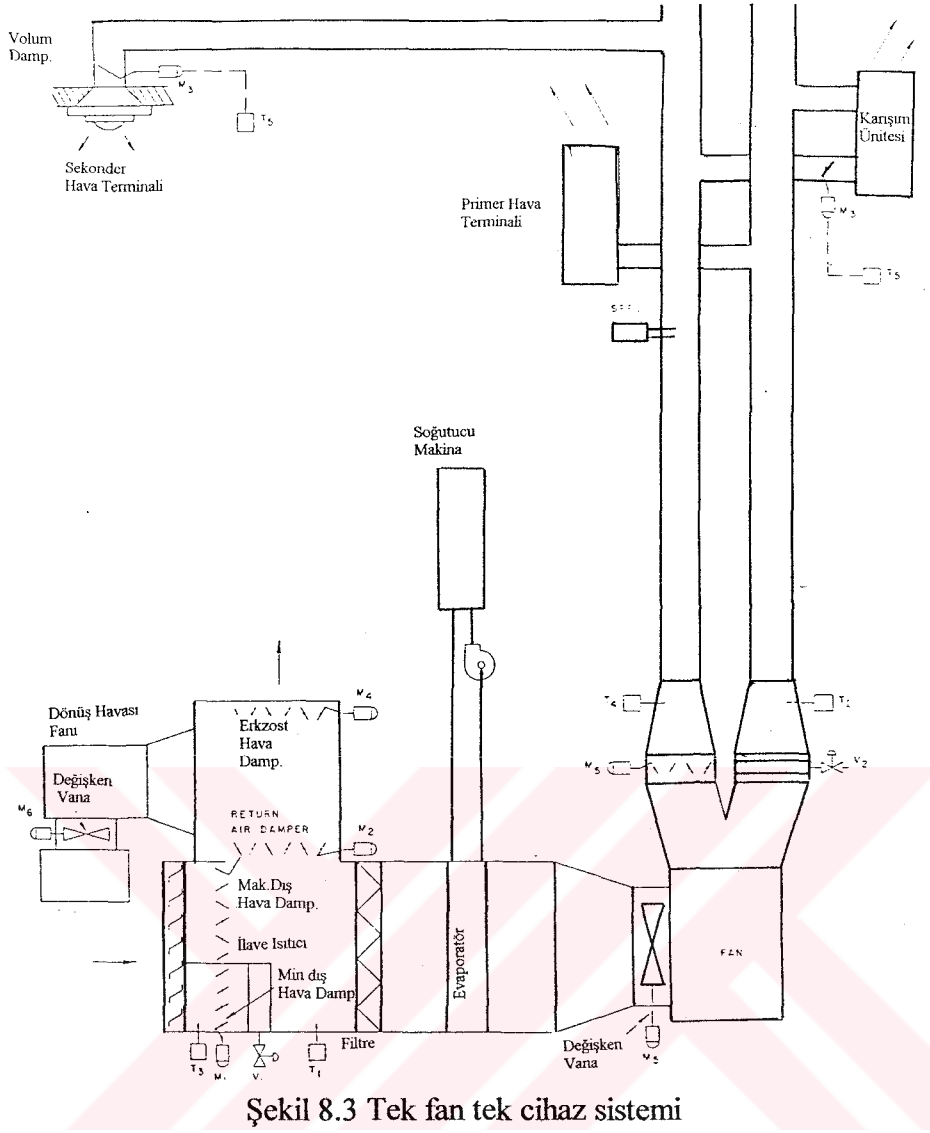
Sekonder hava terminal ünitesinin incelenmesinde sıkı kapanma istenilir. Bazı terminal üniteleri sıkı kapanmaz ve min. yüklerdeki hacmi min. soğutur. Örnek olarak eğer sekonder hava miktarı, mahale ve sekonder terminal ünitesine ve mahale dolan toplam havanın %85 ‘ini oluşturur. Sekonder terminal ünitesi %15 lik minimum sızdırma oranına sahiptir. Bu durum dış sıcaklık iç sıcaklığa yaklaştığında meydana gelir. Ancak bu durum izole boşlukta oluşursa duvarlar zemin v.b iletim hava terminal ünitelerindeki soğutmayı telafi eder. Eğer soğuma bir problem haline gelirse soğutmanın yapıldığı sıralarda lambaları açık tutmakla bu önlenir.



Şekil 8.2 Tek cihaz çift fan sistemi

### 8.3.5 Sekonder hava sistemindeki havalandırma

Bu sistem dönüş havası primer hava cihazı için kullanılmak ve havalandırma ihtiyacını sekonder hava sistemine sağlamak için dizayn edilir.



Şekil 8.3 Tek fan tek cihaz sistemi

### 8.3.6 İşletme ekonomisi

Kışın havayı ısıtmak için gereken enerjiyi düşürmeye yarayan dönüş havasından oluşan merkezi cihazı idare etmekle daha fazla ekonomi elde edilebilir. Havalandırma için dış hava sekonder hava sisteminde mevcuttur. Çünkü soğutma ekipmanı kapalı olduğu zaman dış havayı kullanarak iç yükler için sağlanan soğutma kapasitesini elde etmek için gereklidir.

### 8.3.7 Tek katlı binalarda dönüş havasının asma tavan içinden olması

İçte bulunan tek katlı binaların iç mahallerde çatı yükünü asma tavan içinden geçen dönüş havasının geçişine özel dikkat göstermek gerekir. Dönüş havası asma tavanın arasından odanın üstünden geçerken değişken miktarlardan dolayı sekonder hava miktarında kısılma meydana gelir ve odanın konumundan dolayı cihazda, çatı iletim yükünün miktarından etkilenir. Dönüş havasının güneşten ve ışıktan gelen çeşitli yüklere maruz kalır. Primer hava miktarı hesaplandığında efektif yüke çatı iletiminin %33'ü kadar hesaba katılır. Böylece her bir derece iletim değeri primer hava miktarının hesaplanmasında kullanılır. A/T oranı bir derecelik iletim ile çarpılarak primer hava miktarı bulunur. Sekonder hava yükü hesaplanması yapıldığında hesaba güneş yükü %33'ü, ışık yükü ve insanlardan gelen yük eklenir. Bütün bu hesaplamalarda basit sistemler içinde aynı tarzda hesaplanır.

### **8.3.8 Direk genleşmeli soğutma**

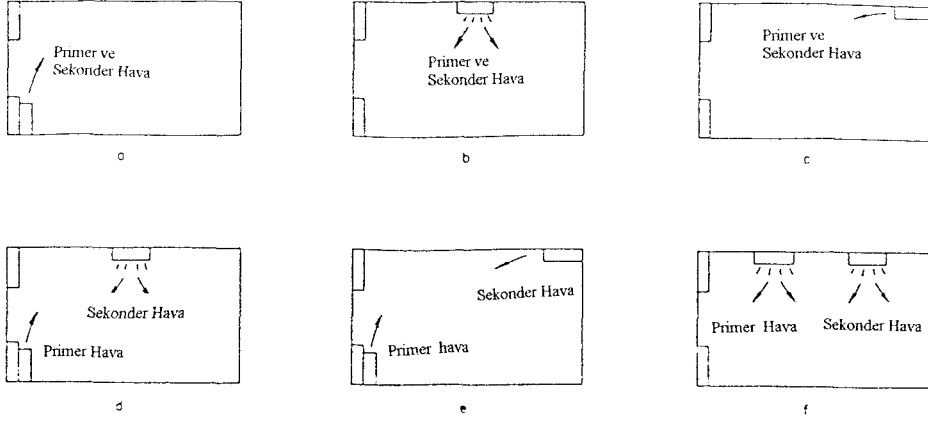
Direk expansionlu soğutma sistemleri soğutma ve nem alma için primer ve sekonder hava cihazlarının servis ihtiyaçları bundan ayrılmaktadır. Sekonder evaporatörün çığ noktası normal sistemden daha yüksek seçildiğinden de bu büyük bir ekonomi sağlamaktadır. Bununla beraber sekonder hava miktarı normal sistemden daha büyük tutulduğunda daha geniş hava iletim kanalları ortaya çıkar. Bu özellikler işletme esnasında ilave avantajları, dış hava sıcaklığı sekonder hava sıcaklığının üstünde olduğunda sunmaktadır.

## **8.4 Hava Terminal Ünitesi**

Şekil 8.4'de bu üniteler bireysel ihtiyaçlara göre çeşitlilik arz eder.

### **8.4.1 Ayrılmış hava terminal üniteleri**

#### **8.4.1.1 Primer hava terminal özellikleri**



a)Pencere Altına Birlikte Montaj  
b)Tavana Birlikte Montaj  
c)Duvar Kenarına Montaj

d)Cam Altına ve Tavana Yerleştirilmiş Üniteler  
e)Pencere ve Duvar Kenarına Yerleş. Ünit  
f)Tavan Montaj

Şekil 8.4 Terminal ünitelerinin yerleştirilmesi

Bu üniteler herhangi bir konvensiyonel yada yüksek basınç çıkışı dengeleme damperi susturucu ve basınç düşürücü cihazla tamamlanmıştır. Hava cam altından, tavandan yada duvar yüzeyinden dağıtılmaktadır. Modern klimalarda dış hava sıcaklığı  $4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ın altında olan yerlerde hava cam altından yukarı doğru deşarj edilir.

#### 8.4.1.2 Sekonder hava terminal üniteleri

Bu ünite havayı tavandan duvar yüzeyinden yada cam altından dağıtır. Şartlandırılmış hava hacminin uygun kontrolü mahalde aynı anda uygun üniform ve cereyan etkisi yaratmayan hava dağıtımını sağlar. Ses azaltımı ve hacim azaltılışı ile de bu minimum olabilmektedir. Duvara monte edilen pnömomatik yada elektrikli termostat sayesinde damperin ayarı kendi kendine sağlanır.

#### 8.4.2 Hava terminal ünitesinin birleşimi

##### 8.4.2.1 Karşım ünitesi

Primer ve sekonder havanın odaya üflenmeden önce karıştırılması hava terminalinde olmaktadır. Kısmi damperi sekonder hava terminaline monte edilmiştir. Primer hava balanslama damperi plenuma monte edilmiştir. Karıştırma haznesi ses azaltıcı material ve odaya şarj ünitesi vardır. Sekonder hava kısıldığında çıkış hızındaki farktan dolayı dizayndan önce hava dağıtım etkisini iyi ayarlamak ve dikkat etmek gerekir. Bu ünite tavana, duvar yüzeyine yada pencere altına monte edilebilir.

### 8.5 Dizayn Özeti

1. Primer hava her hacime derece cinsinden iletim değerine göre orantılı olarak sağlanır.
2. Primer havanın amacı iletim yüklerini ve gizli yüklerini telafi etmektir.
3. Primer hava miktarını ayarlayan hava iletim A/T oranı 0.5 ile 2.0 arasındadır.
4. Terminal ünitedeki önerilen maksimum primer hava sıcaklığı 51.6°C civarındadır.
5. Yazın kullanılan primer hava sıcaklığı genellikle 13.3 °C'dir. Cihaz çığ noktası 8.8°C geriye kalan 4.4°C kazanç fandan ve kanaldan oluşur.
6. Sekonder hava sabit sıcaklık ve değişken hacimlerde mahallere aktarılır.
7. Sekonder havanın görevi güneş ışık ve insanlardan kaynaklanan hissedilir ısı yüklerini telafi etmektir.
8. Sekonder havanın sıcaklığı genellikle 12.7°C'dir. Cihaz çığ noktası 10°C geriye kalan 2.7°C kanal ve fandan kazanılan ısı kazancıdır.
9. Sekonder hava sıcaklığı kışın dış hava ve dönüş havasının karışımı ile sağlanır.
10. Sekonder hava fanı ve dönüş havası fanı değişken giriş vanaları gibi hacim kontrol metodu ile donatılır.
11. Sekonder hava fanı iyi bir performans eğrisine sahip olmalıdır.
12. Primer hava evaporatörü rutubetlendirmeyi sağlayan ve kokuyu kontrol eden düzenek olmalıdır.
13. Primer hava ilave ısıtıcısı toplam bütün primer havayı en az 15 derece üstünde ısıtmak için seçilir.
14. Primer ve sekonder hava sistemleri izole edilmelidir.
15. -4,4 °C altındaki kış koşullarının bulunduğu kuzey iklimlerinde primer hava pencerenin altından çekişleri telafi etmek için dağıtılmalıdır.
16. Dönüş havası için asma katı olan tek katlı binalarda çatı iletim yükünün sadece %33'ü primer hava miktarını hesaplamak için kullanılmalıdır.



## 9.HAVA - SU SİSTEMELERİ İNDÜKSİYON ÜNİTE SİSTEMİ

İndüksiyon ünite sistemi; ofis, binalar, oteller, hastane odaları ve apartmanlar gibi çok odalı binalar ve çevresel odalar için dizayn edilmiştir.Özellikle soğutma sistemini tek bir odada bulunulması istenildiği ve ısıtma sisteminde bitişik bir odada bulunduğu hissedilir ısıtma özelliği bulunan binalar için de dizayn edilmiştir. Ayrıca modern gökdelenlerin yüklerini minimum mahal içindeki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılır.

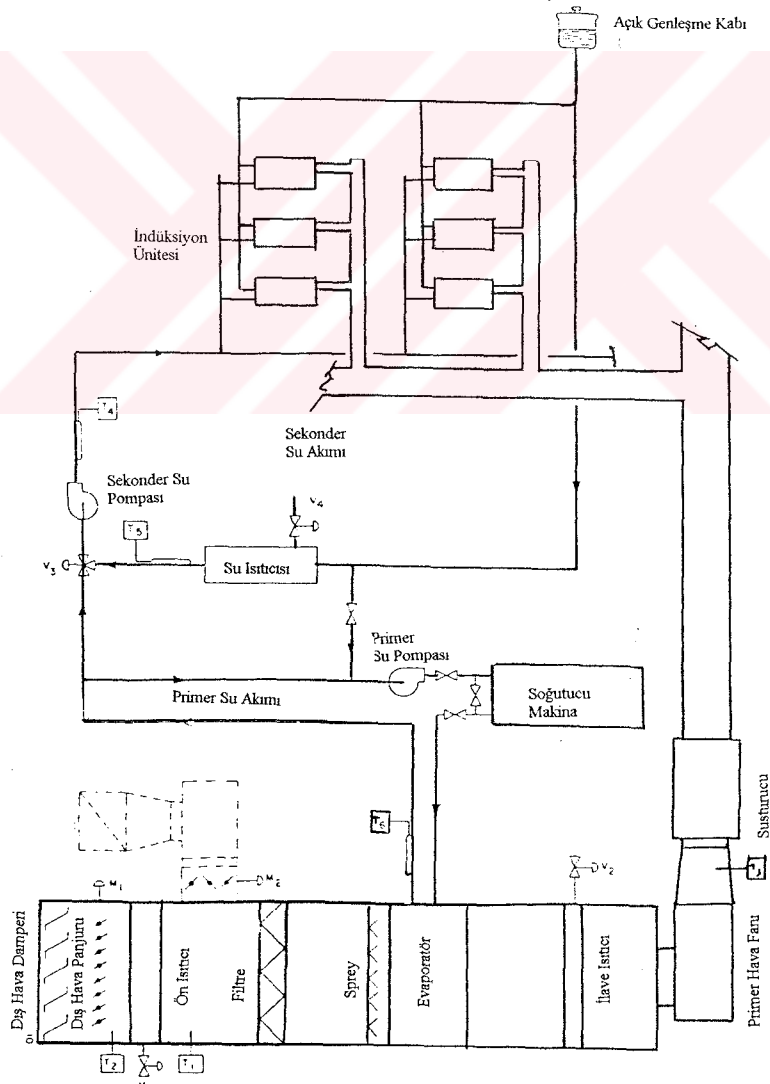
### 9.1 Sistem Özellikleri

İndüksiyon ünite sisteminin bazı özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

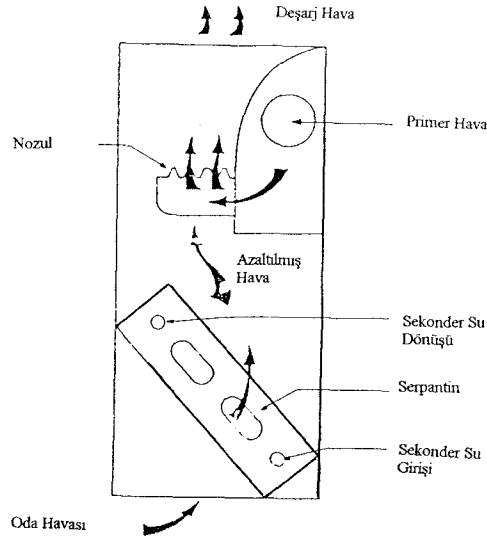
1. Küçük hacim gereksinimleri: Odanın önemli bir bölümünün soğutma sistemini sağlayacak olan suyun kullanımı, bütün hava sistemine dağıtılan hava miktarı yerine her bir mahale dağıtılan hava miktarını azaltır. Bu nedenle hem hava dağıtım sistemi hemde merkezi klima santrali için daha az bir mahale ihtiyaç vardır. Aynı zamanda yeterli ve odadaki sabit hava sirkülasyonu, sekonder hava sisteminin yüksek indüksiyon tarafında sağlanır. Bunun üzerine daha az bir hava miktarı hiçbir güç kaybı olmadan daha hızlı bir şekilde dağıtılır ve fazladan hava harcama yöntemine de başvurulmaz.
2. Özel belirli oda kontrolü: Her oda bir bölge olarak kabul edildiği zaman zonlama problemleride ortadan kalkmış olur. İstenildiğinde ısıtma ve soğutma bitişik odalarda istenildiği zaman sağlanır.
3. Kışın hava akımının ortadan kaldırılması: Ünite dizaynında bazı kış havalarında pencere altına konmasının avantajı hava akımını oluşmasına izin verilebilir.
4. Minimum servis: Odalarda hiçbir zaman özel fan ve motor bulunmaz. Bütün bakımlar merkezileştirilmiştir.
5. Merkezi nem alma: Nem alma merkezi cihazda bulunduğuna göre odadaki yoğunlaşma sistemi elimine edilir. Bu yüzden kokudan korunma ve korozyon problemleri minimuma indirilir.
6. Sessiz işletme: Bütün fanlar ve dönen cihazlar uzağa monte edilmişlerdir.

### 9.2 Sistem Açıklaması

Tipik bir indüksiyon ünite sistemi Şekil 9.1’de gösterilmiştir. Her uygulama için düzenleme değişse de bu resim indüksiyon ünite sistemine da ha yakın olan temel parçaları kapsar. Şimdi yapılacak açıklama ise değişmez sistem hakkında olacaktır. Dış hava, havalandırma için panjur, ekran ve damperden oluşan merkezi cihaza girer. Dönüş havası istenilen eğer istenilen primer hava miktarı minimum havalandırma için gereken hava miktarında fazla ise sisteme girer. Ön ısıtıcı kışın havanın kapasitesini artırır ki, hem rutubeti emecek olan havanın kapasitesi artsın hemde dönen havanın orta bölüme girmesi engellensin. Filtreler toz ve pis partikülleri havadan ayırır. Sprey serpantini evaporatörü havayı soğutur, ve sıcak havalarda havayı şartlandırır. Soğuk havalarda ise sirkülasyon spreyleri havaya nem katmak için kullanılır. Şekil 9.2’de idüksiyon ünitesi nozullar yardımı ile boşaltılan yüksek basınçlı havayı bulundurur. Bu hava odadaki havayı serpantine karşı indüke eder ve bu serpantin sekonder su pompasından gelen suyu temin eder. İndüke olan hava sekonder suyun sıcaklığına bağlı olarak ısıtılır veya soğutulur. Primer hava ile indüke olan havanın karışımı odaya gönderilir.



Şekil 9.1 İndüksiyon ünite sistemi

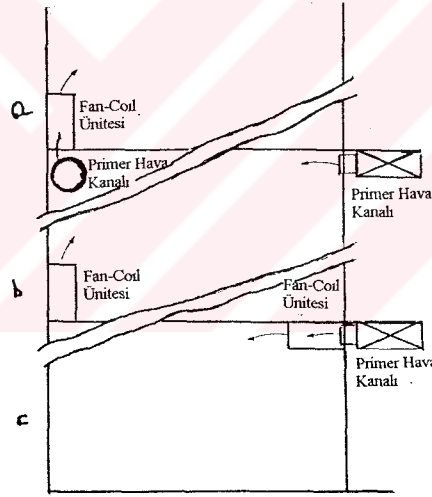


Şekil 9.2 Tipik indüksiyon ünitesi

Primer havanın fonksiyonu püskürtülen havanın iletim yüklerini telafi etmek dehumidifikasyonun gizli yüklerini telafi etmek ve indüksiyon ile oda havasının sikülasyonunu temin edecek olan hava hareketini sağlamasıdır. Sekonder su devir daim elemanları ise güneşten ışıklardan ve insanlardan gelen ısıyı telafi eder. Primer hava odada minimum yük olduğu zaman oda sıcaklığının  $22.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dan aşağıya düşmesini engellemek için kullanılır. Bazı durumlarda serpantinlere ve primer soğuk havaya sağlanan sıcak suyun kış sezonunda bulunduğu bu sistemi idare etmek gerekli olur. Buna değişmeli sistem denir.

## 10. PRİMER HAVALI FAN-COIL SİSTEMİ

Primer havalı fan coil sistemi ile İndüksiyon ünite sistemi bir çok benzerlik gösterir. Esas fark fan-coil sisteminin indüksiyon ünitesi yerine konmasıdır. Çok odalı binalar, oteller, hastahane ve apartman katlarında bir çok uygulamaları vardır ve kışın ısıtma için ayrı bir konvektöre ihtiyaç vardır. Fan-coil sistemine ısıtma veya soğutma pozitif basınç sağlayan havalandırma ilave edilir. Change-over sistem ile indüksiyon ünite sistemiyle başta performans karşılaştırılır. Performans ilk yatırım maliyetinden daha önemlidir ve bu sistemde hesaba katılmalıdır. Bununla beraber ilk yatırım maliyetinden dolayı indüksiyon ünitesinin sistem seçiminde bir çok değerli avantajlar sunmaktadır. Fan coil ünitesi bina uzunluğu boyunca sabitlenir. Primer hava direkt ünitelerden cihazla beraber çıkar. Şekil 10.1'de koridordan kanalla odaya girer. Şekil 10.1b klima sistemi izin verdiğinde, primer hava çıkışı koridor kanalı ile beraber asma tavan arasından odaya verilir. Şekil 10.1c son düzenleme ilk yapılan bina uzunluğu boyunca yapılan montajdan daha az bir yatırım içerir. Çünkü daha kompakt (Kanal montajı+soğutucu borulaması) olan bir sistemdir.



Şekil 10.1 Primer havalı fan-coil düzenlemesi

### 10.1 Sistem Özellikleri

Primer havalı Fan coil ünitesinin özellikleri aşağıdadır.

1. Anında ısıtma soğutma: Yaz ve kış sezonu boyunca bu sistem iki kaynağı sağlayabilir. Kışın veya change-over noktasının altında olduğu zaman sıcak su üniteye doğru ve soğuk hava primer hava sisteminden çıkış verilir. Yazın veya change-over noktasının üzerinde olduğunda soğuk su üniteye doğru ve primer hava ilave ısıtma göre ısıtılarak odaya verilir.

2. Bireysel oda sıcaklık kontrolü: Bu sistemin ideal adaptasyonu bireysel oda sıcaklığına göre kontrolüdür. Çünkü her bir ünitenin bütün ısıtma ve soğutma serpantinleri soğuk ve sıcak suya göre dizayn edilmiştir.
3. Kapalı odada hava sirkülasyonu: Oda havası her bir üniteye sirkülasyon yapar. Oda içerisindeki hava sirkülasyonu minimum tutulur.
4. Her zaman pozitif havalandırma: Her bir fan-coil ünitesi merkezi cihazda dış havayı şartlandırıp filtre edip nemini alıp yada nem verip soğutup yada ısıtıp sabit çıkış olarak verir.
5. Pencere altından hava dağıtımı: Diğer modellere göre pencere altından yukarıya doğru hava sirkülasyonu kullanışlı ve daha uygundur bilhassa bu alanlarda düşük dış dış hava dizan sıcaklığı için geçerlidir.

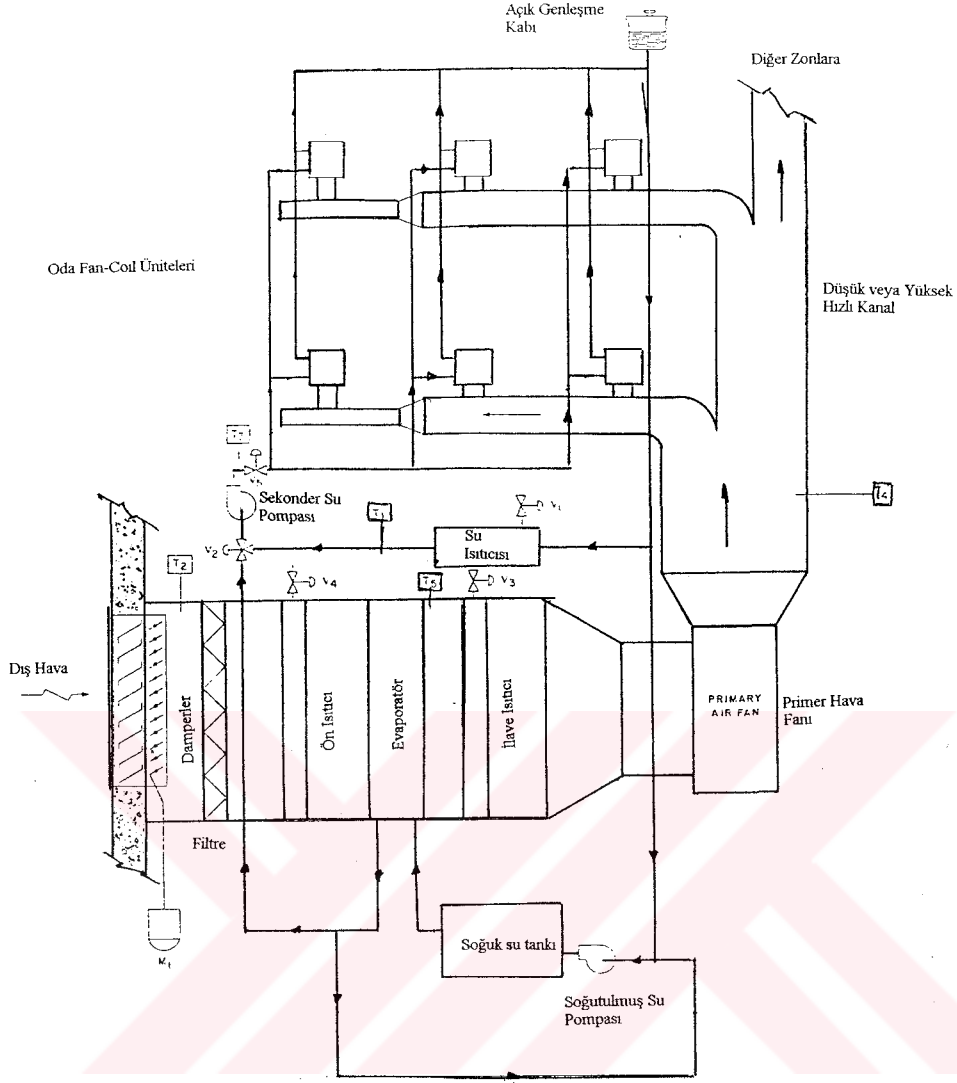
## 10.2 Sistem İzahatı

Şekil 10.2'de sistemin resmi görülmektedir.

### 10.2.1 Merkezi cihaz

Merkezi cihaz dış havayı şartlandırıp oda ünitesine yada direkt olarak koridor kanalı ile odaya vererek sağlar. Hava dağıtım sistemi ya düşük yada yüksek hızlıdır.koridor kanalından primer hava odaya verilir yada asma tavan arasından düşük hızlı hava sistemi kullanılmaktadır. İşletme ve yatırım maliyetinin ekonomikliği bu tip mahallerde düşük hızlı sistem daha elverişlidir. Bu cihaz havayı temizlemek için filtre ön ısıtıcı kullanarak havayı iltmaya, nem ekleme veya nem alma yada fazla nemi sıcak nemli havadan uzaklaştırmaya yarayan özellikleri bünyesinde bulundurur.

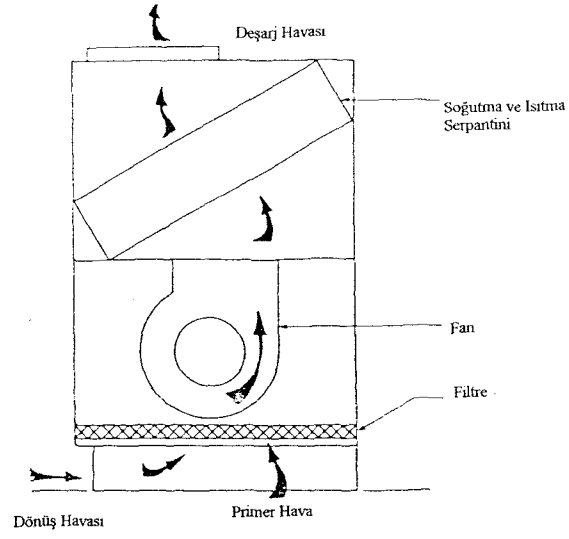
Aynı zamanda dış hava sıcaklığının düşümüne göre change-over noktasının değişimini ön hesaplama çizelgesinden faydalanarak havanın ön ısıtmasını sağlarız. Odaya olan direkt hava akışında minimum cereyan etkisi yaratmak gerekir. Fan-coil ünitesinde soğutucudan gelen soğutulmuş su evaporatör içerisinde sirküle eder. Sekonder su akımı ile karışım sağlanır ve fan-coil ünitesine sabit su sıcaklığı gönderilir.



Şekil 10.2 Primer havalı fan-coil sistemi

### 10.2.2 Fan-coil ünitesi

Şekil 10.3'de fan-coil ünitesinin basit elemanlarını resirküle eden hava girişi Primer hava girişifiltre fan soğutma ve ısıtma serpantini hava çıkışı görülmektedir. Bu üniteye soğuk ve sıcak su dış havaya bağlıdır. Su akışının kontrolü sayesinde Oda sıcaklığı kontrolü termostat tarafından sağlanır.



Şekil 10.3 Tipik bir fan-coil ünitesi

## 11. SU VE DX SİSTEMLER

### 11.1 Fan-Coil Ünite Sistemleri

Bir çok uygulamalar için bütün sulu fan-coil ünite sistemleri uygundur. Bilhassa çok odalı binalarda kanal hattı uygulanmasına müsaade edilmeyen yerlerde kullanılabilir. Merkezi heat pump cihazının düşük sıcak su sıcaklığında odayı ısı kaynağı gibi kullanılır. Gizli ısı yükünün fazla olduğu uygulamalar için tavsiye edilmez. Hoteller, hastahaneler, apartmanlar, ofis binaları ve kliniklerde bir çok uygulamaları vardır. Bu üniteler dolap üzerine, pencere altına ve düşük tavan uygulamaları vardır.

### 11.2 Sistemlerin Tipleri

Bütün sulu fan coil sistemleri iki grup altında sınıflandırılmıştır.

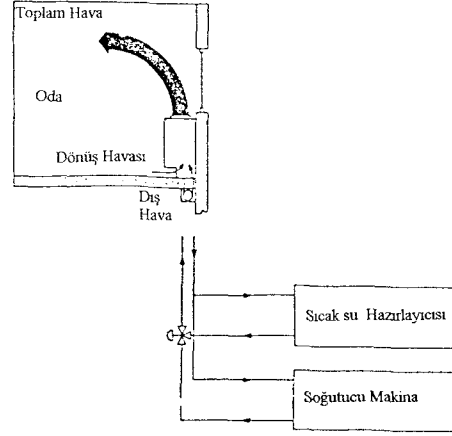
1. Tek(iki boru)boru sisteminde her bir fan coil ünitesi sezona bağlı olarak sıcak su yada soğuk suyu temin eder.
2. Çok borulu sistem her bir üniteye iki gidiş iki dönüşten faydalanarak soğutma ve ısıtma gerçekleştirir.

### 11.3 Tek Boru Sistemi

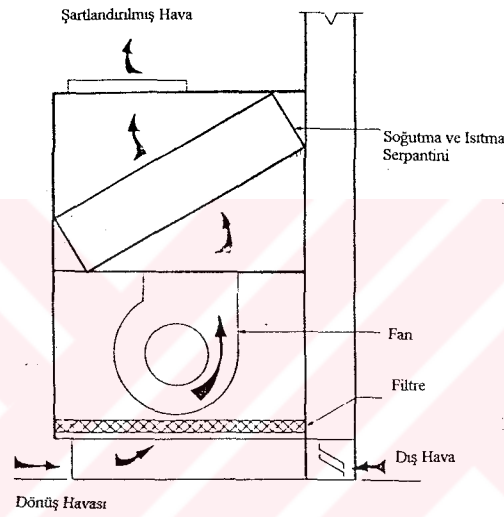
#### 11.3.1 Sistem açıklaması

Şekil 11.1'de gösterildiği gibi bu sistem merkezi su ısıtması ve soğutma cihazları, fan-coil üniteleri, kontrol, boru bağlantıları ve istenirse kablolamadan oluşur. Merkezi klima santrali ve kanal hattından faydalanmadan fan-coil ünite sistemi ile bağımsız sıcaklık kontrolü sağlanır. Şekil 11.2'de ünitenin hava girişi, filtre, fan ve soğutma ısıtma serpantini gösterilmiştir. Bu ünite istenirse pencere altına veya tavana monte edilebilir. Bu cihazla dış hava ile karışım sağlanıp verilir yada sadece dönüş havası filtre edilerek ortama verilir. Serpantin yaz boyunca soğutma kış boyunca ısıtma gerçekleştirir. Şekil 11.1'de ünite altından geçen düşük hava hızlı kanal yardımı ile pencere altından dağıtılır. Duvar açıklığından bu havayı içeri sokmak daha kolaydır.





Şekil 11.1 İki borulu fan-coil ünite sistemi



Şekil 11.2 Fan-coil ünite sistemi

Çok katlı binalarda dış havanın duvar açıklığından fan coil ünitesine alınması genellikle tavsiye edilmez. Baca ve rüzgar etkisi ünitenin performansını karşı yönde etkilemektedir. Bazı durumlarda içeriye infiltrasyonla giren hava havalandırma ihtiyacını yada iç zonun havalandırma ihtiyacını tedarik eder. Sıcaklık kontrolü iki yola bağlıdır.

1. Fan hızı ayarlaması veya fanın on-off kontrolü
2. Su akış ayarlaması veya su akışının on-off kontrolü

Ara sezon boyunca elektrikli ilave ısıtıcı her bir üniteye monte edilerek sistemi iyileştiririz. Elektrikli ısıtıcıya en iyi örnek otellerdeki uy gulamasıdır. Yaz boyunca soğutucu ünitelerden gelen soğutulmuş su üniteye doğru sirküle ederek ortamdaki fazla nemi uzaklaştırır. Kış sezonunda ise sıcak su sıcak su üreticisinden aynı serpantine gelir.

### 11.3.2 Sistem özellikleri

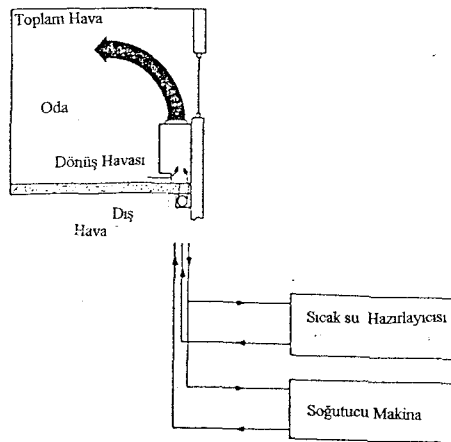
Fan-coil ünitesinin özellikleri aşağıdaki gibidir.

1. Bağımsız oda sıcaklık kontrolü: Bu sistem ünitesi tam ısıtma ve soğutma serpantini dizaynı sıcak su ve soğutulmuş suya göre yapıldığından böyle bir kontrole uygundur.
2. Sınırlanmış oda hava sirkülasyonu: Her bir üniteye sirküle eden hava oda havasıdır. Böylece içindeki hava sirkülasyonu minimumdur.
3. İşletmenin ekonomikliği: Dış hava free-cooling için uygulanabilir. Ünite kontrolü damperin ayarlamasını tedarik eder.
4. Minimum kanal hattı ile kesme ve ekleme: Normalde gidiş ve dönüş kanalı kullanılmadığından kanal hattı dizayn fiyatı minimumdur. Su borulaması ve havalandırma için kesme ve ekleme eski binalar için bir ihtiyaçtır.
5. Pencere altından hava sirkülasyonu: Küçük odalarda bilhassa pencere altından yukarıya doğru dağıtılan hava ısıtmada büyük bir önem kazanır.

### 11.4 Çok Borulu Sistem

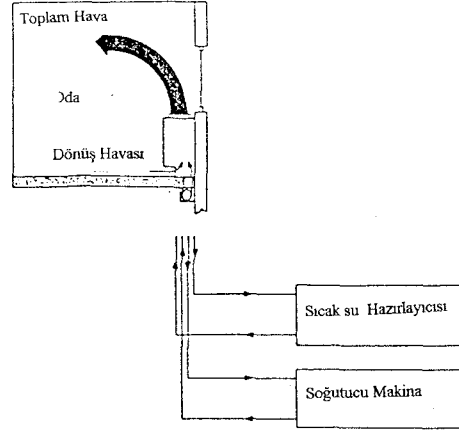
#### 11.4.1 Sistem izahatı

Şekil 11.3'de üç borulu sistem Şekil 11.4'de dört borulu sistem gösterilmektedir. Tek borulu sistem ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını zonların mahallerin sabit değerini sağlar. Çok borulu sistem her bir ünite bir yol boyunca hem sıcak suyu hem de soğuk suyu tedarik eder. Her bir ünitenin etkisi ayrılmış zon ve bağımsız fonksiyon sunar. Soğutma yada ısıtma ihtiyacı olup olmadığına üniteye soğuk veya sıcak su göndermesine bağlıdır.



Şekil 11.3 Üç borulu fan-coil ünite sistemi

Basit dönmeyen termostat ayarlanabilir ve change-over sistem işletmesi dizayn su miktarını ısıtma yüküne göre minimize eder. Üç borulu sisteme karar verilmeden önce araştırma yapmak gerekir. Üç boyutlu sistem yatırım ve işletme maliyeti dört borulu sistemden daha yüksektir. Hidrolik problemleri yok etmek için soğuk ve sıcak su borularının izolasyon yapılması gereklidir. Tek oda ayrı serpantinli ünite kullanılabilmektedir. Split serpantinler borulamayı kolaylaştırır.



Şekil 11.4 Dört borulu fan-coil ünite sistemi

Çok borulu sistemde genel işletme için iki metot kullanılır.

1. Metot bize bir sene boyunca odanın sıcaklığını kontrol etmemizi sağlar. Sene boyunca üniteye üniteye sıcak ve soğuk su gerekir. Eğer oda sıcaklığı çok soğuk ise sıcak su akışı üniteye doğru olur. Eğer oda sıcak olur ise soğuk su akışı üniteye doğru olur.
2. Metot bize ara mevsimlerde ünitelere hem sıcak su hem de soğuk su bulundurur. İşletmenin en önemli ekonomikliği kararlaştırılan yeterli oda sıcaklığını sağlar. Isıtma ve soğutma cihazları binadan binaya değişiklik gösterir.

#### 11.4.2 Sistem özellikleri

Çok borulu sistemde tek borulardaki özelliklere ek olarak aşağıdaki özellikleride ilave ederiz.

- Çabuk devreye giren termostat ayarı
- Yöne göre zonların elenmesi
- Change-over işletmesinin zorluğunun önlenmesi
- Sene boyunca oda sıcaklığı kontrolü

## 12. DX SİSTEMLERİ

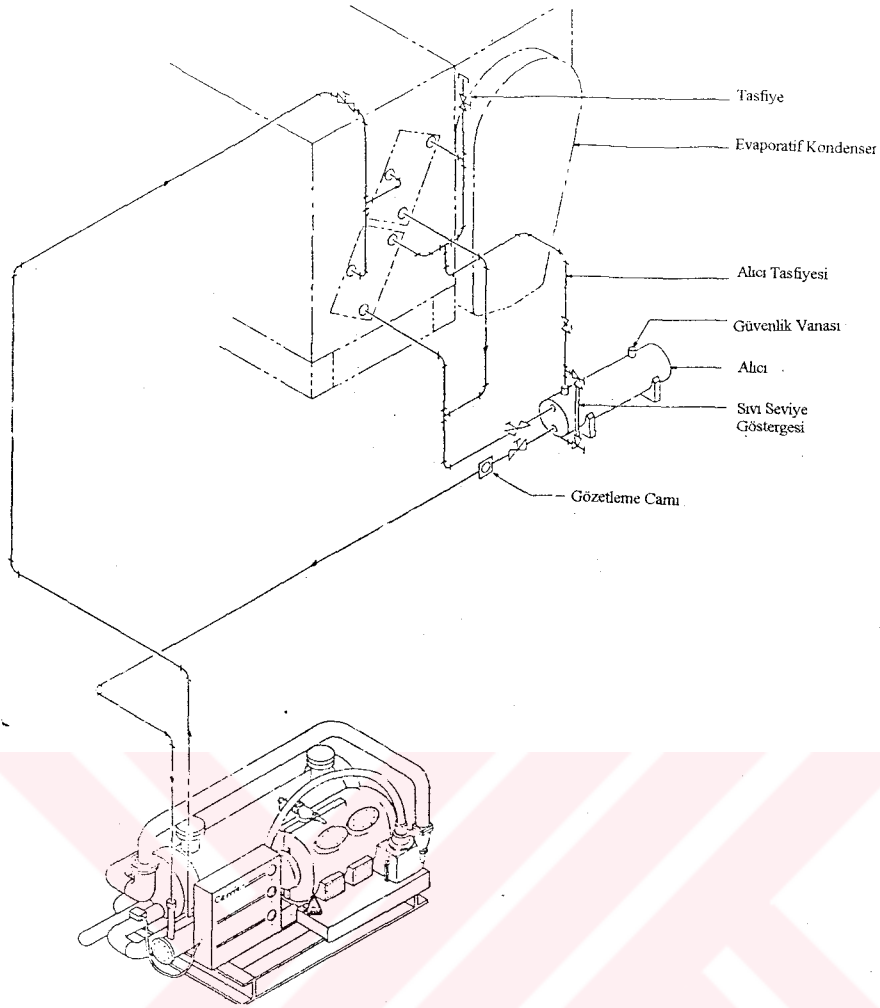
DX sistemleri küçük ve orta kapasitedeki klimatizasyon ve soğutma uygulamaları şeklinde sınırlandırılmıştır. Paketlenmiş santrifüj ve absorpsiyon makinasındaki sıvı soğutucular daha yüksek kapasitelerde kullanılmaktadır. Klimatizasyon ve sıvı soğutma için olan DX sistemleri açık alan için kullanılan boru takımlarıdır. Yoğuşturucu sistemleri ve uzak yoğuşturucu paketlerinde buna benzer sistemlerde faydalanılmaktadır. Alternatif hareket pompaları yoğuşturucular soğutma serpantini ve soğutucular boru takımları tarafından birbirine bağlanmaktadır. Boru sayısı ve kompresör buharlaştırıcı ve yoğuşturucu arasındaki mesafe arttıkça soğutucu boruları ekonomik olarak daha az çekici ve ideal hal alır. Soğutma kulelerinin ve/veya alternatif hareket sıvı soğutucularının kullanımları daha ekonomiktir.

### 12.1 Sistem Tanımlaması

Açık alanda üretilen soğutucu boru takımları direkt genişmeli serpantinleri ve uzak yoğuşturucu sıvı soğutucular için geçerlidir ve aranmaktadır. Aynı zamanda direkt genişmeli serpantinler kullanıldığında serpantinlerin alternatif hareket kompresörleri ve yoğuşturucular içinde geçerlidir. Sıvı soğutucular için gerekli olan minimum boru takımına kompresör ve yoğuşturucuya bağlayabilecek kadar ihtiyaç vardır.

#### 12.1.1 Direk genişmeli hava soğutması

Şekil 12.1 fan-coil ekipmanını besleyen ve direk genişmeli serpantinleri kullanan tipik ve basit bir soğutma sisteminin izometriğidir. Bir evaporatör kondenser ve fazla soğutma serpantini kullanan paralel durumdaki iki kompresör üç fan-coil ünitesindeki direk genişmeli serpantinlere soğutma sağlar. Fazla soğutma serpantininin sıvı hattındaki sıvı emme değiştiricisi soğutma çevriminin verimini artırır. Kompresörlerdeki kapasite kontrolü direk genişleme serpantinlerine sabit bir emme basıncı uygulanmasını sağlar. Her serpantin sıvı hattındaki selenoid valfleri sıvı soğutucunun fan coil'leri devre dışında kaldığında, sıvı soğutucunun akışını kesmek üzere enerjileri azaltmıştır.

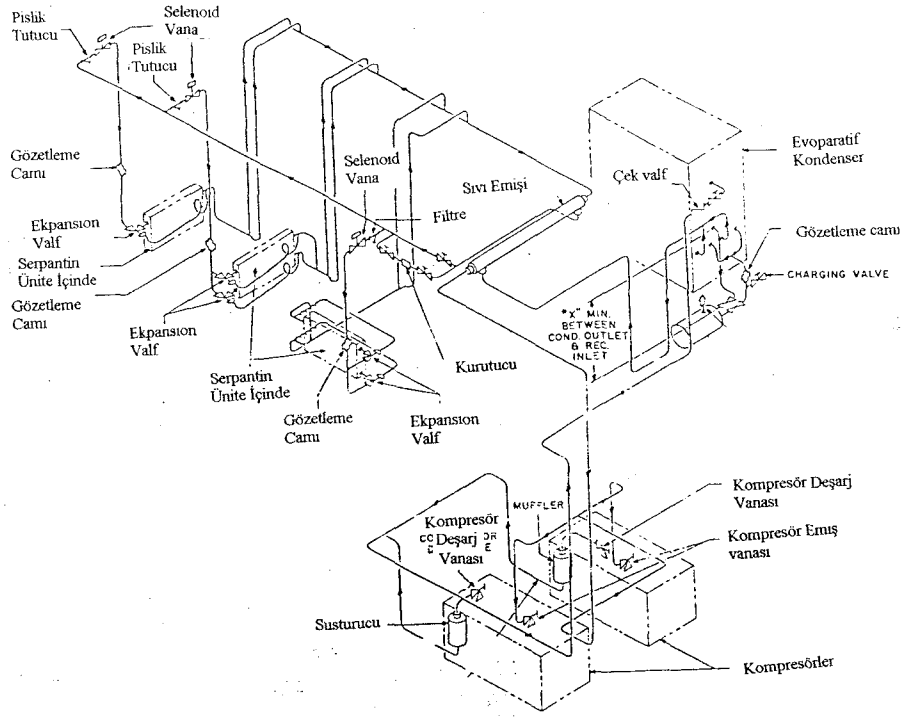


Şekil 12.1 Direk expansion serpantinlerine soğutucu çıkışı

### 12.1.2 Sıvı soğutma

Şekil 12.2 su soğutmasında kullanılan tipik bir DX sisteminin izometriğidir. Paketlenmiş bir su soğutucusu, yoğuşurma işlemi için bir buharlandırıcı kondenser kullanır. Resimde açıklanan su soğutucusu, çift akışlı bir kuru genişleme soğutucusudur, soğutma suyunun sıcaklığı, kompresör kapasitesi ve soğutucu devre kontrolü tarafından kontrol edilir. Kuru genişleme soğutucuları aşağıdaki sebeplerden dolayı tercih sebebidir.

1. Düşük ilk maliyet
2. Daha az yer gereksinimi
3. Minimum soğutucu gereksinimi
4. Minimum donma ihtimali
5. Minimum yağ dönüş problemleri



Şekil 12.2 Evaporatif kondenser

## 12.2 Sistem Özellikleri

DX sisteminin özellikleri aşağıdaki gibidir.

1. Esneklik: Fiziksel donanımı ve ekipmanın eşlenebilirliği daha snektir.
2. Düşük ilk maliyet: Pistonlu makineleri 100 tonun altındaki soğutma uygulamaları için en az sermaye harcaması gerektirir.
3. Uygunluk: Hava soğutmalı yoğuşturuculara olan eğilim sistemi birçok soğutma işlemi için uygun kılar. Buna ilaveten sistem direkt genişleme serpantinleri içeren bir klima santrali ile kullanılabilir.

### 13. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİ (VRV=DSADK)

Klima sistemleri öncelikle bir ortam havasının sıcaklık, nem ve içerdiği toz miktarı gibi belirli sınırlar içinde tutmaya yarayan sistemlerdir. Ancak gelişen konfor anlayışı bunlara ilaveten, klima sistemlerine ortam havasındaki düzeyinin belirli bir değeri aşmasına engel olma gibi görevlerde yüklenmiştir. Özellikle elektronik alanındaki hızlı gelişmeye paralel olarak bu yüzyılın son çeyreğindeki klima sistemleri de hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Bu konuda ulaşılan en ileri nokta ise Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemleridir. Esas itibarı ile evaporatörün mahal içinde, kondenserinde mahal dışında bulunduğu direkt genleşmeli bir soğutma sistemidir. Ancak diğer tip direkt genleşmeli sistemlerden farklı olarak bunlarda bir dış üniteye çok sayıda iç ünite bağlanabilir, ayrıca dış ünitelerde modüler yapıda olup, çok sayıda dış ünite birbirine bağlanabilir. Bütün bu ünitelerden hem ayrı hemde merkezi olarak kontrol edilebilir. Yine mikroprosesör teknolojisi sayesinde her bir iç ünite ayrı ayrı kullanım programına göre çalıştırılabilir. Bu özellikleri ile Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemleri modern binalarda yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Çünkü modern binalarda, bir alanda aynı anda değişik şartlar oluşmaktadır. Dolayısı ile gün veya yıl boyunca ısıtma veya soğutma işlemine ihtiyaç duyulabilmektedir. Örneğin toplantı salonundaki ısı yükü orada bulunan kişi sayısına ve günün saatine bağlı olarak da artmaktadır. Büyük ve geniş binalarda ısı yükünün yöne bağımlılığında artmaktadır. Özellikle mevsim değişimlerinin yaşandığı günlerde aynı binanın kuzeye bakan cephelerinde soğutma gerekmezken akşamları ısıtma gerekebilir, güneye bakan cephelerde soğutma gerekmezken, akşamları ısıtma gerekebilir, güneye bakan cephede soğutma ihtiyacı ortaya çıkabilir. Bu gibi problemlerin çözümü şimdiye dek Çiller+boiler+dört borulu fan-coil sistemi kullanılarak çözülmüştür. Bu sistemler hem çok karmaşık hem de çok pahalıdır.

Klima sistemlerinin sınıflandırılmasında Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemlerinin yeri çok net olarak belirtilmemiştir. Çünkü Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi (DSADKS), soğutkanın iç üniteye direkt genleşmesi ve her bir mahaldeki iç ünitenin diğerlerinden bağımsız olarak çalıştırılabilmesi bakımından; bağımsız soğutkanlı sistemler olarak değerlendirilebileceği gibi aynı dış üniteye çok sayıda iç ünite bağlantısına imkan vermesi bakımından merkezi sistem içinde bir alt grup olarak da düşünülebilir. Yada burada göreceğimiz gibi üçüncü bir sınıf olarakta gösterebiliriz.

## 13.1 Klima Sistemler

### 13.1.1 Merkezi sistemler

1. Tamamen Havalı sistemler
  - a)Çiller -Hava hazırlama ünitesi-Kanal Sistemi(CAV)
  - b)Çiller-Hava hazırlama-Kanal -VAV ünitesi
- 2.Hava +Su İle Çalışan Sistemler
  - a)Her katta hava hazırlama ünitesi-Kanal sistemi
  - b)Primer hava-İndüksiyon ünitesi
- 3.Tamamen Su ile Çalışan Sistemler
  - a)Çiller İki borulu fan-coil sistemi
  - b) Çiller Dört borulu fan-coil sistemi

### 13.1.2 Bağımsız sistemler (soğutkanlı sistemler)

- 1.Paket tipi klima sistemleri
- 2.Çoklu split klima sistemleri
- 3.Pencere tipi klima sistemleri

### 13.1.3 Değişken soğutucu akışkan debili klima sistemi

## 13.2 Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemlerinin Kısımları

Bir Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi şu kısımlardan oluşur.

1. Dış ünite
2. İç ünite
3. Soğutkan boruları ve fittingsleri
4. Kontrol sistemi

### 13.2.1 .Dış ünite



DSADKS siteminde dış ünite, içerisinde iki kompresör ve iki ısı değıştirici bulunduran bir cihazdır. Bu kompresörlerden biri normal, sabit devirli diğeri ise frekans kontrollü olarak, değiken devirli (inverter) türdendir. Küçük güçlü dış ünitelerde yalnız bir tane inverter kompresör bulunabilmektedir. Sistemden istenen soğutma yüküne bağı olarak önce inverter kompresör devreye girer. İnverter kompresörün kapasitesi sistemin ihtiyacını karşılayamayacak hale geldiğinde normal kompresör tam güçle devreye girer, ihtiyacın geri kalan kısmını inverter kompresör karşılar. Dış ünite içindeki ısı değıştirgeçleri yalnız soğutma yapan tiplerde kondenser görevi görürken, ısı geri kazanımlı sistemlerde ise bu dış üniteye bağı iç ünitelerin hangi modda çalıştırıldığına bağıdır. Isı eşanjörleri; soğutma modunda çalıştırılıyor ise dış ünite kondenser, ısıtma modunda çalıştırılıyor ise dış ünite evaporatör görevi yapar. İç ünitelerden bir kısmı soğutma, geri kalanlar ise ısıtma modunda çalışıyor ise bu durumda kontrol sistemi uygun olan en iyi kombinasyonu seçerek ısı eşanjörlerinin ne işlem yapacağını tesbit eder. İç ünitelerin hem ısıtma hemde soğutma modunda aynı anda çalıştırılabilmesi ancak ısı geri kazanma teknolojisine sahip sistemler için geçerlidir. Dış üniteler inverter teknolojisi sayesinde değışen ısıtma/soğutma yüküne göre minimum kompresör gücü gerektirecek şekilde kendilerini ayarlar.

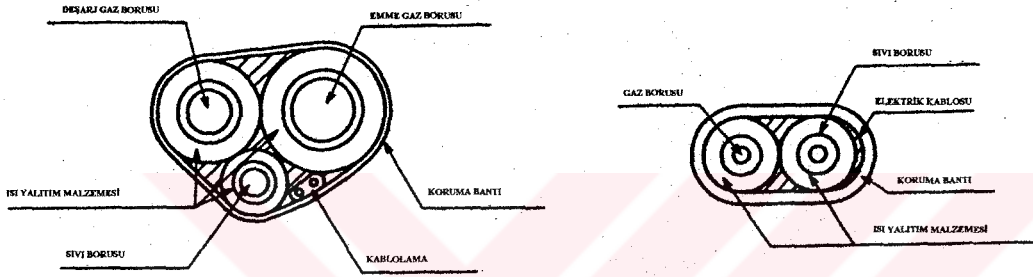
### 13.2.2.İç ünite

İç ünite, bünyesinde bir fan ve ısı eşanjörü bulundurmaktadır. Isı eşanjörleri, yalnız soğutma yapan tiplerde evaporatör işlevine sahip iken ısı geri kazanımlı sistemlerde, soğutma modunda çalışırken evaporatör, ısıtma modunda çalışırken kondenser olarak görev yaparlar. İç ünite bünyesinde bulunan fan ve motoru bir gürültü kaynağı olmakla birlikte iyi bir ses yalıtımı sayesinde ses seviyesi kabul edilebilir seviyelere düşürülmüştür. Ayrıca iç ünitelerden odaya çıkan hava filtreden geçmek zorundadır. Genellikle bu filtreler çok fazla çalışma özelliğine sahip filtrelerdir.

İç üniteler kullanıcı isteğine ve monte edilecek hacmin özelliğine göre çok çeşitli tip ve kapasitede üretilirler.İç üniteler mahal içinde yerleştirildikleri yere göre değışik tiplerde imal edilmektedirler. İki yönde hava üfleyen, kaset tipi, dört yönde hava üfleyen kaset tipi, kaset köşe tipi, asma tavan tipi, kanal tipi, tavana asılan tip, döşemeye oturtulan tip, döşemeye oturtulan gizli tip

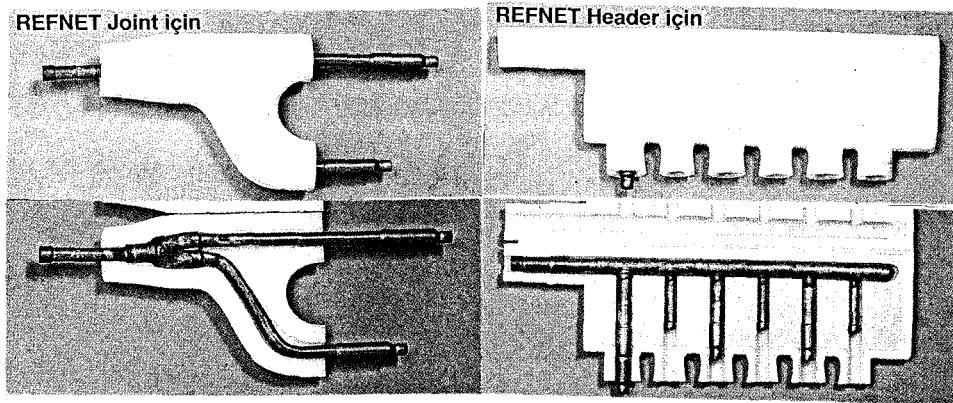
### 13.2.3. Soğutkan boruları ve fittingsleri

Bütün soğutkan devrelerinde deokside edilmiş fosforlu dikişsiz bakır borular kullanılmaktadır. Gaz boruları ise ısı kaybına karşı izole edilmelidir. Eğer hava şartlandırıcının -5 ila 10 °C arasında soğutma modunda çalıştırılacağı öngörülürse bu durumda sıvı hattında izole yapılması gereklidir. Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi üretici firmaları aynı zamanda kendi cihazlarının bağlantılarında kullanılmak üzere ürettikleri boru+kablo grupları da bulunmaktadır. Bu gruplar içinde sıvı borusu, gaz borusu ve elektrik kabloları tek bir koruyucu kılıf içinde bulunurlar. Aşağıdaki şekilde örnek olarak bir üretici firmanın 3 borulu ısı geri kazanımlı sisteminde kullanılan borulama sistemi görülmektedir. Şekil 13.1



Şekil 13.1 Borulama sistemi

Bu prefabrik grubun kullanılması ile montaj için gerekli süreden tasarruf edilmiş olunur. Burada izolasyon maddesi olarak en az 10 mm kalınlığında cam elyaf yada polietilen köpük kullanılır. Boru hattında oluşan basınç kaybı nedeni ile kapasite düşmesini en aza indirmek için firmaların tavsiye ettiği boru çapları ve fittingsleri kullanılmalıdır. Bu fittingsler L parçası (özel dirsek) ve borulama elemanlarıdır. Bir borunun ikiye ayrıldığı yada iki borunun birleştiği özel olarak üretilmiş parça ve bir borudan bir kaç kola ayrılmaya yarayan veya bir kaç koldan gelen akışkanın tek boruda toplanmasına imkan veren bir parça kullanılmaktadır. Şekil 13.2



Şekil 13.2 Borulama elemanları

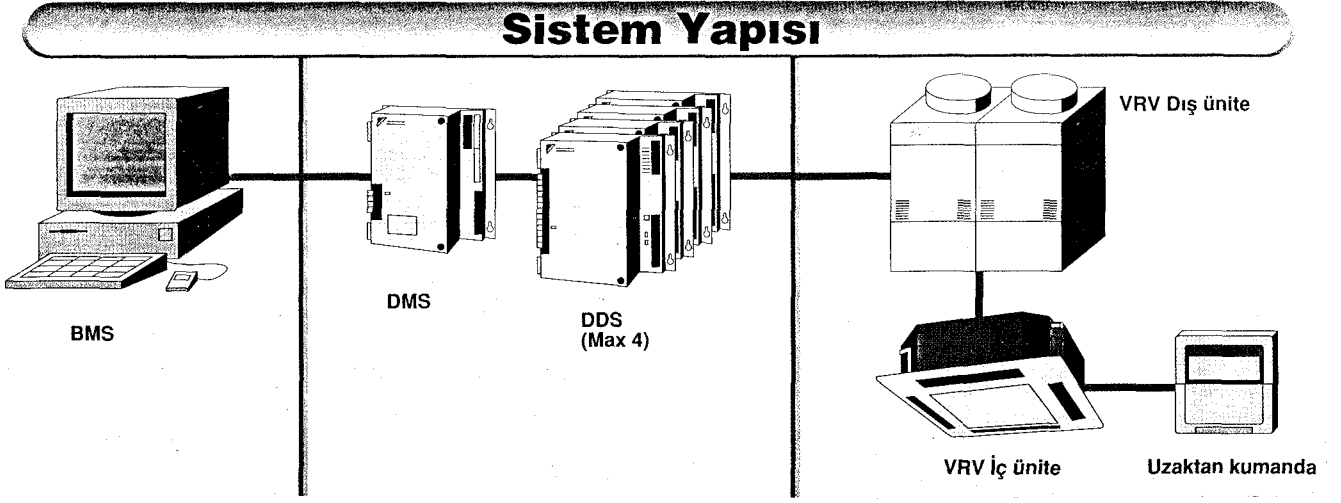
#### 13.2.4.Kontrol sistemi

Elektronik ve özellikle bilgisayar teknolojisinde gelişmeler klima sistemlerinin son derece karmaşık kontrol problemlerinin çözülebilmesini mümkün kılmıştır. Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemlerinde kontrolden anlaşılması gerekenleri iki ana başlık altında toplayabiliriz.

1-Dış ve iç ünitelerde fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi ve kontrolü

2-Son kullanıcının sistemi istediği şekilde çalıştırabilmesine imkan verecek kontrol donanımı ve merkezi kontrol için gerekli donanım dış ünite içerisinde yüksek ve alçak basınç sensörleri iç ünitelerde emiş havası termistörü sıvı hattı termistörü ve gaz hattı termistörü bulunmaktadır. Elektronik genişleme valfi ısı yüküne bağlı olarak yeteri kadar soğutkanın kısılarak iç üniteye geçişine izin verir. Uygulanan PID kontrol sayesinde oda sıcaklığı  $\pm 0.5$  °C hassasiyetle kontrol altında tutulabilir.Son kullanıcı oda içinde bulunan bir uzaktan kumanda ile cihazın hangi moda çalışacağını oda sıcaklığını fan hızını hava üfleme yönünü tayin edebilir ve ayrıca cihazın çalışma saatlerini programlayabilir. Mahalde bulunan kumanda cihazlarında ayrıca servis işlerini kolaylaştıracak hata kodlarını okuma özellikleride bulunmaktadır.

DSADKS sistemlerinde ölçülen fiziksel büyüklüklerin değerlendirilmesi ve uygun kontrol işlemi bilgisayar kartı ile sağlanmaktadır. Bu kart üzerinde bulunan anahtar ile de sistemin başlangıç ayarları yapılabilir. DSADKS sistemleri hem küçük hem de büyük ölçekli binalarda kullanımı mümkün olan sistemlerdir. Tek bir dış ünite ve ona bağlı birkaç iç ünitelerden oluşan sistem olabileceği gibi çok sayıda dış ünite ve ona bağlı iç ünitelerden oluşan bir sistem kurmakta mümkündür.Her iki durumda da bütün sistem aynı merkezden beraberce kontrol edilebilir. Ayrıca DSADKS sistemleri önerilen arabirimler kullanılarak akıllı bina olarak adlandırılan Şekil 13.3 Building Management System bilgisayar paket programları ile yönetilen binalarda kullanılan bilgisayarlara doğrudan bağlanabilme özelliklerine sahiptir. Çizelge 13.1



Şekil 13.3 Sistem yapısı

Çizelge 13.1 DSADKS ile BMS sistemi

BMS Adı	Üreticisi
System 6000	LANDIS&GYR
Butics-EX/II	NEC
MS2000	STAEFA Control
savic-net	Yamatake Honeywell
METASYS	Yokogawa Johnson Controls

### 13.3 DSADK Sisteminin Özellikleri

1. Geniş Kapasite kontrol olanağı
2. Uzun soğutucu akışkan borulaması
3. Projelendirmede kolaylık ve hız
4. Sistem kontrolü
5. Enerji Tasarrufu

#### 13.3.1. Geniş kapasite kontrol olanağı

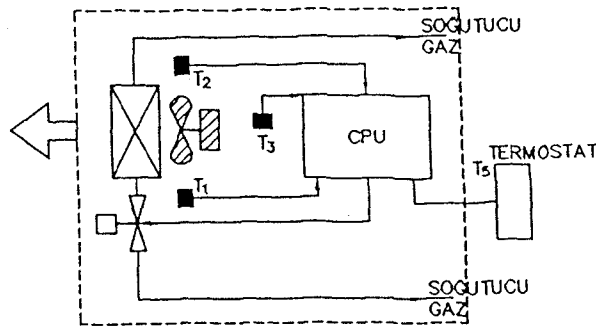
Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sisteminde PI (Proportional Integral /Oransal Integral) kontrol sistemi kullanılır. Bu sistemde DSADKS dış ünitelerinde 1 adet inverter veya 0 ile 5 arasında değişen sabit hızlı on-off kompresörler bulunmaktadır. Bildiğimiz gibi merkezi klima sistemlerinde su soğutma grubu kazan fan coil ve klima santrali gibi cihazlar bulunur.

Klima sisteminde sabit sıcaklıktaki soğuk veya sıcak su pompalarla fan-coil ve klima santrali bataryalarına gönderilir. Suyun gidiş sıcaklığı soğutma grubu ve kazan tarafından sabit tutulur. DSADKS sisteminin çalışma prensibinde aynıdır. DSADK sistem dış ünitesi sabit evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklığında iç ünitelere akışkan gönderir. Sulu sistemden farklı olarak DSADK sisteminin iç üniteleri olan fan-coiller bağımsız çalışma olanağına ve yüksek kapasite kontrol olanağına ve yüksek kapasite kontrol hassasiyetine sahiptir. DSADK sisteminin iç ünitesinin ve dış ünitesinin yapısına ve çalışma sırasındaki kapasite kontrol aşamalarını inceleyerek; Şekil 13.4

**DSADK İç Üniteleri:** Bir fan, bir serpantin üç adet termistör, oransal vana ve bir mikro işlemciden oluşmaktadır.

**DSADKS Dış Üniteleri:** Fan, serpantin, termistörler, mikroişlemci, kapasiteyi kontrol edebilen ve değişken yüklerle göre harekete geçebilen inverter kompresör ve oransal vana ile donatılmıştır. İç üniteye bulunan üç adet termistörden T1 ve T2 termistörleri akışkan sıcaklığını ölçer. T1 termistörü akışkan giriş sıcaklığını, T2 termistörü akışkan sıcaklığını sürekli ölçer, T3 termistörü ise dönüş havası sıcaklığını ölçerek mikro işlemciye gönderir.

Mikro işlemci bu bilgileri irdeler, olması gereken hava sıcaklığı ile karşılaştırır ve aradaki sıcaklık farkına göre oda sıcaklığının arttığına veya azaldığına karar verir. Mikro işlemci T1 ve T2 termistörleri arasındaki sıcaklık farkını hesaplayarak dönüş havası sıcaklık farkı oranında tespit edilen akışkan debisini hesaplar. Buna göre oransal vanayı ihtiyaca göre açarak optimum akışkan debisini temin eder. Dış ünite bu şartlara göre kendi çalışmasını düzenler.

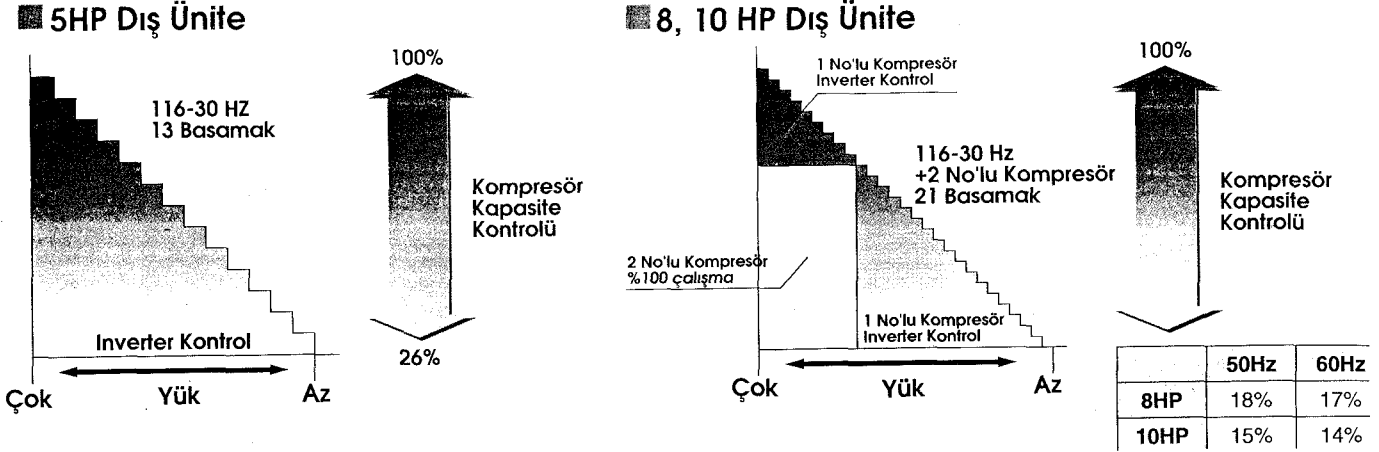


Şekil 13.4 DSADK Sistem yapısı

Klasik serilerde bulunan cihazların çalışmalarını inceleyerek 5HP lik dış üniteye tek bir inverter kompresör bulunmaktadır. Bu dış ünite 30Hz ile 116Hz oranında 13 ayrı kademede ve minimum %26 kompresör kapasitesinde çalışabilir. 8 ve 10 HP lik dış üniteler de ise bir tanesi



on-off ve bir tanesi inverter olmak üzere iki adet kompresör bulunmaktadır. Bu iki kompresörün birlikte çalışması ile 20 kademe ve 8 HP lik ünite min. %18 10HP'lik ünite min. %15 lik kompresör kapasitesinde çalışabilir. Şekil 13.5



Şekil 13.5 Kapasite kontrolü

Yeni seriden 30HP'lik bir dış ünitenin çalışmasını incelersek 30HP lik dış ünite bir tanesi inverter ve beş tanesi on-off olmak üzere altı adet kompresör bulunmaktadır. Üçlü grup dış ünite bir fonksiyon ünitesi ile birbirine bağlanmıştır. İlk ünitenin bir kompresörü inverter diğer kompresörü on-off diğer ünitelerin her iki kompresörü de sabit hızlı on-off şeklinde çalışabilen kompresördür. Bu altı kompresörün birlikte çalışması ile 58 kademe ve min %5 lik kompresör kapasitesinde çalışabilir.

Dış ünite ısı değiştirgeçleri için kapasite kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi ile min. 0.8HP (2.2kw) max 10HP (28Kw) gücündeki iç ünitelerin bağımsız kontrolünü yapabilmektedir. Küçük kapasiteli bir iç ünitenin çalıştırılması durumunda by-pass valfi kontrol edilerek, 5HP'lik bir dış ünite için min %16 da ve 8-10HP'lik dış üniteler için %8 kapasite kontrolü yapılabilir. Sistemin bu kadar mükemmel işleyişi ve anında kontrolü sayesinde klimatizasyon enerji sarfiyatında büyük tasarruf olacaktır.

### 13.3.2-Uzun soğutucu akışkan borulaması

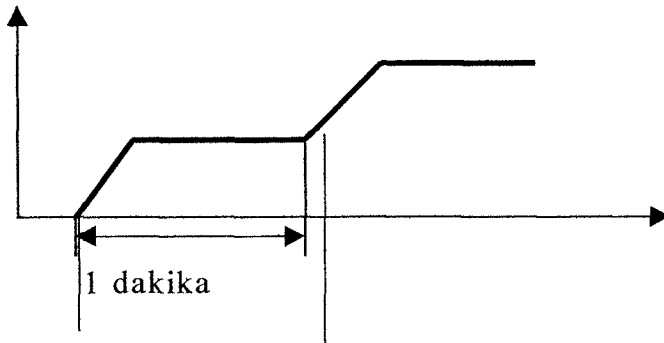
DSADK sisteminde yüksek teknoloji ve gelişmiş kontrol sistemi sayesinde kritik devrede 100'lik akışkan borulaması yapılabilir. Geleneksel DX klima sistemlerindeki borulama mesafeleri 30-50m'lik mesafelerle sınırlıdır. Borulama mesafeleri açısından DSADK sistemi geleneksel DX klima sistemleri ile karşılaştırıldığında kritik devrede 2 katı uzunlukta borulama yapılmasına olanak verir.

DSADK sistemi için borulama sınırlarını incelersek iç ve dış üniteler 50m'lik bir yükseklik farkında max. 100m'lik borulama uzunluğuna sahiptir. (Dış ünite yukarıda değil de aşağıda olması durumunda yükseklik farkı 40m'dir.) Bir sistemdeki iç üniteler arasındaki yükseklik farkı max.15m dir.İlk branşmandan itibaren son iç üniteye kadar borulama uzunluğu 40m'dir.

Geleneksel DX klima sistemlerinde borulama uzunlukları çeşitli problemlerden dolayı bu kadar uzun yapılamamaktadır. Uzun borulamalarda sıvı akışkan geri dönüşünde ve yağlamada problemler yaşanmaktadır. DSDADK sisteminde soğutucu yağını kullanmak için yağ kontrol sistemi ve soğutucu akışkan stabilasyon mekanizmasını içeren otomatik kapasite dengeleme devreli PID (oransal )kontrol sistemi ile donatılmıştır. Bu sistemler soğutucu yağının hacmini yöneterek yükselmesini ya da borularda birikmesini ve aynı sistemdeki iç üniteler arası seviye farkının neden olduğu hacimsel soğutucu azalmasını ve sıvı dönüşünü önler. Bu yeni sistemler her soğutucu boru devresinde maksimum uzunluklara ve seviye farkına olanak tanır.

Uzun borulamalı sistemlerde önemli problemlerden bir tanesi sistem durduktan sonra boru içerisinde bulunan sıvı akışkanın kompresöre aşırı dönüşü ile kompresörde zararların oluşmasıdır.İlk çalıştırmada kompresörün tam yükte çalışması sıvı dönüşünde ana nedendir. DSADK sisteminde bunu önlemek için yüksüz çalışma işlemi kullanılmaktadır.Çizelge 13.2 DSADK sisteminde her çalışmanın ilk bir dakikasında inverter kompresör 30Hz'lik min. frekansta ve dış ünite oransal vanası %50 açık konuma getirilir. Bu akışkan sirkülasyonunu minimize eder.İhtiyaca göre kompresör kademe kademe yükünü arttırır.

Çizelge 13.2 Yüksüz Çalışma



Uzun borulamalı sistemlerde doğabilecek yağ sürüklenmesi ve yağ yetersizliği problemlerinde yüksek verimli yağ ayırıcılar ve yağ geri dönüş operasyonu ile aşılmıştır. Sistemde her kompresör bir adet yüksek verimli yağ ayırıcısına sahiptir. Bu yağ ayırıcılarında verim %70'tir. Kompresörü terk eden yağın %70'i kompresör çıkışındaki yağ ayırıcıları sayesinde soğutucu akışkandan ayrıştırılır ve kompresöre geri döner. Yağ ayırıcıların verimleri belli hız değerleri

için verilmiştir. Özellikle düşük hız sözkonusu olduğunda gaz akışının yavaşladığı zamanlarda yağ ayırıcının verimi de düşmektedir. DSADK sisteminde sık sık düşük kapasitelerde çalışma söz konusudur. Kompresör çıkışında yağ ayırıcılarda tutulamayan yağlar soğutucu gazla birlikte sisteme sürüklenir. Sisteme sürüklenen yağ gaz borusu içinde ve serpantinlerde çeperlere yapışır ve buralarda asılı kalır. Akışkanın yüksek hızlarda olması durumunda bu yağlar sürüklenme ile kompresöre taşınabilmektedir. Fakat akışkanın hızı yavaşladıkça bu yağlar boru içindeki yüzeylerde asılı kalmaktadır ve kompresöre geri dönememektedir. Yağ geri dönüş operasyonu olarak adlandırılan bu işlem sistemin çalışmasından 60 dakika sonra devreye girmekte ve her 500 dakikada bir tekrarlanarak devam etmektedir. Yağ geri dönüş operasyonu yaklaşık 250 saniye sürmektedir.

Soğutma ve ısıtma işlemi sırasında dış ve iç ünitelerin fan ve oransal vana çalışmalarının kontrolü ile akışkan sıvı olarak gaz borusunun içine gönderilir. Böylece gaz borusunun içinde biriken yağlar sürüklenerek kompresöre geri gönderilir. Dış üniteye dizayn şartları doğrultusunda yeterli kapasiteye sahip bir akümülatör vardır. Akümülatöre bağlı kompresör emiş hattı borusu sıcaklığı sürekli olarak kontrol edilmektedir. Yağ geri kazanım işlemi başladıktan sonra eğer sıcaklıkta 10°C'den daha fazla bir sıcaklık düşüşü tespit edilir ise yağ geri kazanım işlemi otomatikman durdurulur. İşte bu üstün gelişmiş kontrol mekanizmaları sayesinde uzun borulamalara (100m) olanak tanıyan endüstrideki en gelişmiş direkt genleşmeli soğutma sisteminin geliştirilebilmesi ve sorunsuz olarak kullanılabilmesi sağlanmıştır.

### 13.3.3 Projelendirmede kolaylık ve hız

Geleneksel direkt genleşmeli soğutma sistemlerinde borulama hesabının yapılması kolay değildir. Bu hesaplar konu üzerinde uzun çalışmalar sonucu elde edilebilecek bilgi ve deneyim ister. Hatalı boru seçimi yağ yetersizliğine ve düşük kapasiteli çalışmaya neden olur. DSADK sisteminde projelendirme zamanını azaltmakta projecilere kolaylık sağlamak ve projecileri karmaşık hesaplamalardan kurtarmak amacı ile soğutucu borulama sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde boru ve bransman seçimi çok kolay yapılmakta hata yapılmasını önlemektedir. Klasik sistemlerde dış ünitelerin boru hesabı aşağıdaki gibidir.

A-Dış üniteden ilk ayırım parçasına kadar olan boru hattının çapı dış ünite boru çapına eşittir.

B-İç üniteden ayırım parçasına kadar olan boru hattının çapı iç ünitenin boru çapına eşittir.



C-Branşmanlar arası boru çapı 3 ayrı büyüklükte olabilmektedir. Branşmandan sonraki boru çapına karar vermek için hat üzerindeki iç ünitelerin nominal kapasiteleri kullanılmaktadır.

Bu kapasite indeksi iç ünitenin kcal/h cinsinden nominal kapasitenin 100'e bölünmüş halidir.

D-Eğer branşmandan sonraki hatta bağlanan iç ünitelerin indeksi 100'den küçük ise boru çapları  $\phi 15.9/\phi 9.5$  mm olacaktır.

E-Kapasite indeksi 100-160 arası ise boru çapı  $\phi 19.1/\phi 9.5$ mm olacaktır

F-Kapasite indeksi 160 dan büyük olur ise  $\phi 25.4/\phi 12.7$ mm boru çapı seçilecektir.

G-Kollektör ile dış ünite arasında dış ünite boru çapı seçilir.

H-Kollektörler ile iç ünite arasında ise iç ünite boru çapları kullanılır.Kollektör seçimi bağlanabilecek iç ünite toplam kapasitesine göre yapılır.İki tip kollektör kullanmak zorunludur.

### 13.3.4 Kablolama ve kontrol tesisat

DSADK Sistemlerinin önemli avantajlarından biride kablolama sistemidir.Özel kablolama sistemi sayesinde kablolama ve v.b hatalar ortadan kalkmaktadır.Şekil 13.6 Her iç üniteye aksesuar olarak temin edilen kablolu uzaktan kontrol paneli veya sinyal alıcı ilavesi ile kablosuz olarak uzaktan bağımsız kontrol etme imkanı vardır. İsteğe bağlı olarak 10 adet dış üniteyi tek bir merkezi kontrol paneli ile kontrol etme imkanı vardır.Çizelge 13.3

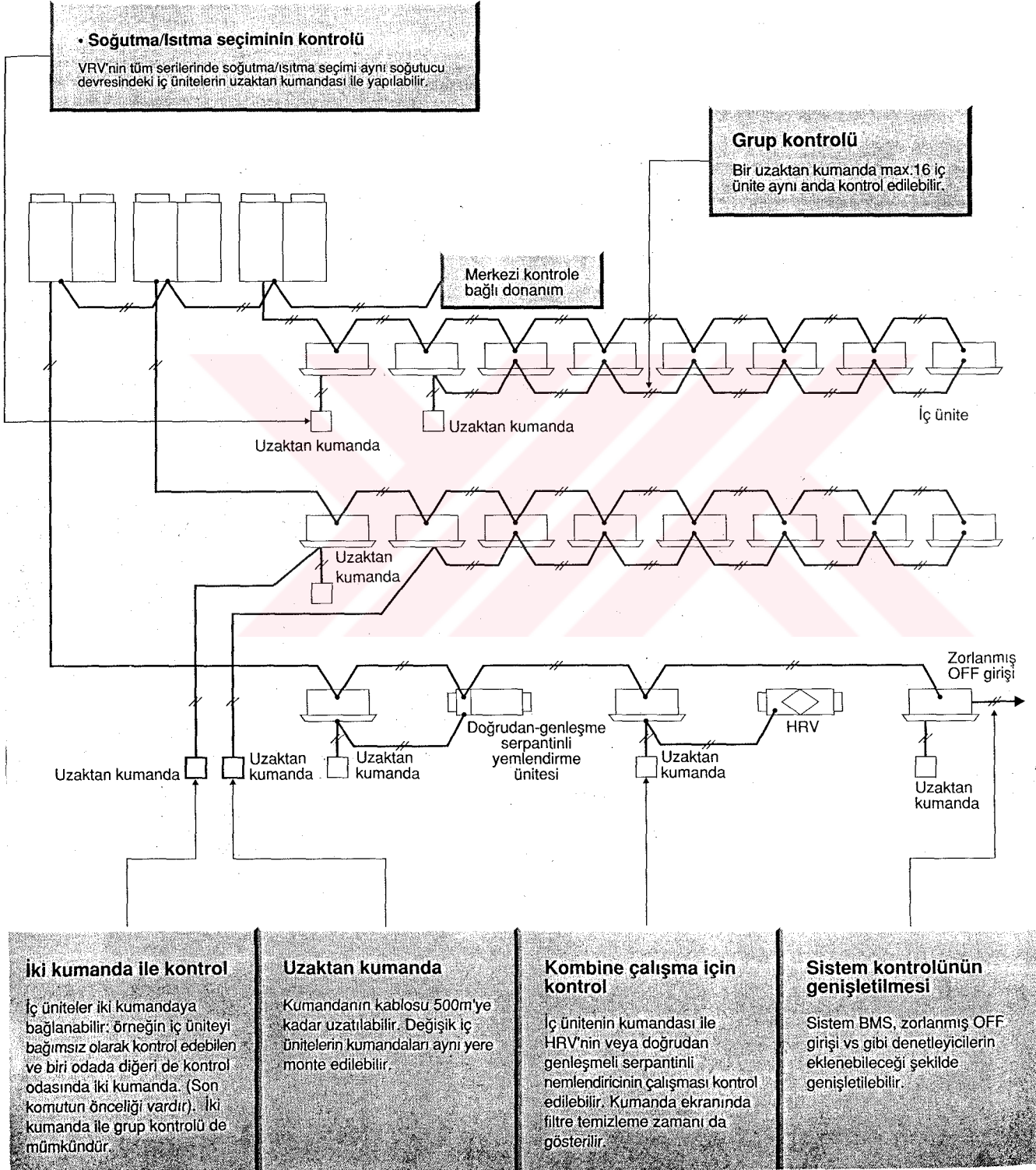
Çizelge 13.3 Özel kablolama sisteminde sağlanan donanımlar

	Merkezi kumanda	İç ünite	Dış ünite	PCB adaptör takılınca
Ünite sayısı	Max. 12 Ünite	Max. 128 Ünite	Max. 10 Ünite	Max. 10 Ünite
Ayrıntılar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkezi kumanda(Max.2ünite)</li> <li>• Birleştirilmiş on/off kumanda(Max. 8 Ünite)</li> <li>• Zaman programlayıcı (Max. 1 Ünite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VRV için iç ünite</li> <li>• Sky air iç ünite</li> <li>• HRV</li> <li>• BS ünitesi</li> <li>• Diğer klimalar için kablolma adaptörü</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VRV için dış ünite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektriksel bağlantılar için kablolama adaptörü</li> <li>• Dış ünite için kablolama adaptörü</li> </ul>

### 13.3.5 Enerji tasarrufu

DSADK sistemi ileri derecede enerji tasarrufunun sağlanması amacı ile geliştirilmiştir. Geliştirme anlayışı sadece enerji tasarrufu sağlamakla sınırlı kalmamış, arzu edilen iç ortam koşullarını en ideal şekilde sağlamak kadar kolay montaj bakım ve servis olanaklarını yaratarak hacimsel tasarrufu sağlamakla olmuştur.

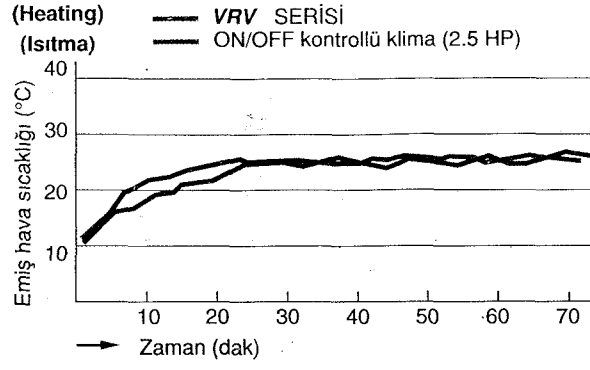
## Super kablolama sistemi örneği



Şekil 13.6 Özel kablolama sistemi

DSADK Sisteminin Yüksek Enerji Tasarrufu sağlamanın başlıca 3 nedeni vardır.

1. DSADK sistemi ısı transferi için kullanılan enerji miktarını azaltmıştır. Geleneksel chiller sisteminde ısı taşıyıcı eleman olarak su kullanırken DSADK sisteminde direkt soğutucu akışkan kullanılır. 1kg su yaklaşık olarak 5kcal ısı enerjisi taşır, 1kg soğutucu akışkan 49 kcal ısı enerjisi taşır. Buradan görülmektedir ki 1 kg başına soğutkanın taşıdığı ısı enerjisi suya göre 10 kat daha fazladır. Chiller sisteminin ısı enerjisinin taşınması için sirkülasyon pompasına, fan-coil ünitesine veya klima santraline ihtiyaç duyulur. DSADK sistemi enerjiyi taşımak için çok daha az enerji kullanmaktadır.
2. DSADK sisteminde aşırı ısıtma ve soğutma sisteminin önüne geçilmiştir. DSADK sistemi daha öncede belirtildiği gibi bir inverter kompresör, oransal vana ve oldukça hassas kapasite kontrolü sağlayan bir mikroişlemci içermektedir. Dış ünite, kapasiteyi kontrol eden edebilen ve değişken yüklerle göre hemen harekete geçebilen bir inverter kompresör ve bir oransal vana ile donatılmıştır. İç ünite dönüş havası sıcaklığını kontrol eden bir termistör, akışkanın giriş ve çıkış sıcaklığını kontrol eden iki adet termistör ile donatılmıştır. Geleneksel fan-coil cihazlarında sadece on-off çalışma pozisyonu bulunurken DSADK sistemi termistörlerden gönderilen bilgiyi kullanan bir mikroişlemci kullanır ve oda sıcaklığının arttığına veya azaldığına karar verir. Şekil 13.7 Daha sonra oransal vanayı ihtiyaca göre açarak optimum akışkan debisini temin eder. Hassas kapasite kontrolü aşırı ısınma ve soğumayı önleyerek enerji tasarrufu sağlar.
3. Kısmi yüklerde yüksek verimlidir. DSADK sisteminde kısmi yüklerde yüksek verimin nasıl sağandığını incelersek öncelikle burada kullanılacak verimlilik ifadesinin bütün bir sistem için kullanılmayacağını belirtmesi gerekir. Bunun nedeni ise chiller'in kendi verimidir. Böyle bir uygulama yanlış olmamakla birlikte kesin değildir. Kısmi yük şartlarında durumu daha iyi anlayabilmek için bir binanın iklimlendirilen bir tek odasını örnek olarak alabiliriz. Söz konusu odanın iklimlendirilebilmesi için bir chiller sisteminin tüm elemanları chiller soğuk su ve kondanser su pompaları ve fan-coil ünitesi çalışmak zorundadır. DSADK Sisteminde çalışan elemanlar ise sadece iklimlendirilecek odadaki iç ünite ve bağlı olduğu dış ünedir.



Şekil 13.7 Oda sıcaklığının kontrolü

Çizelge 13.4 Klima sisteminin değişik kriterlere göre karşılaştırılması

Klima sınıfı Ana Grup	Klima sınıfı Alt Grubu	Maliyet		Bağımsız işletme	Havalandırma Performansı	Alan Gereksi nimi
		Kuruluş	İşletme			
Tamamen havalı	CAV-Tek kanal	orta	yüksek	olanaksız	Yüksek	Orta
	VAV tek kanal	Yüksek	Düşük	Olanaklı	Yüksek	Orta
Hava+Su	Her katta hava hazır lama kanalı	Yüksek	Orta	Olanaksız	Orta/Yüksek	Büyük
	İndüksiyon Sis.	Yüksek	Orta	Olanaklı	Yüksek	Orta/Bü yük
Tamamen Su	2 borulu fan-coil	Düşük	Orta	Olanaklı	Düşük	Küçük
	4 borulu fan-coil	Orta	Orta/ Yük.	Olanaklı	Düşük	Orta/K üçük
Soğutkanlı Sistem	Paket Tipi	Düşük	Düşük	Olanaklı	Düşük	Büyük
	Çoklu Split	Orta	Düşük	Olanaklı	Düşük	Küçük
DSADKS		Yüksek	Düşük	Olanaklı	Yüksek	Küçük

Çizelge 13.5 İş Akışkanına Göre Gerekli Elektriksel Güç İhtiyacına Bakımından Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması

Madde	Güç Gereksinimi (kW)	%	Harcama Yeri	Tesisat Boyutları
Soğutkan	2.5	100	İç ünite fanı	Sıvı Gaz φ25.4mm φ65mm
Su	4.7	188	Pompa+iç ünite fanı	φ 89mmx2
Hava	7.4	296	Vantilatör	φ900 mm

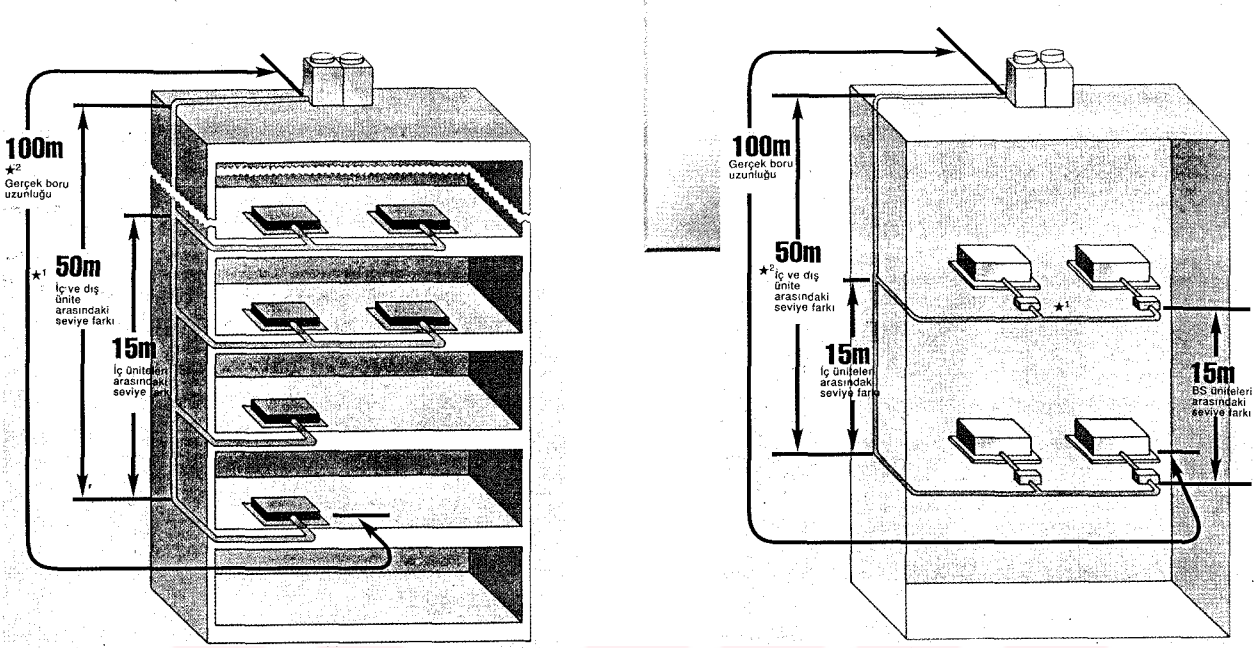
### 13.4 Isı Geri Kazanım Sistemi (IGK)

Bu bağımsız klima sistemi binaların çeşitli ihtiyaçlarını cevaplayabilecek yüksek kaliteye sahip tavsiye edilen sistemlerdir. Şekil 13.8 Yapılan akıllı binalar ve düzeltilen binalarda akıllı binaların çalışmasında artış görülmektedir. Yeni bir ofisin yapılmasında bir mahal ilave edilebilir, böyle bir durumda havalandırma sisteminin kapasitesini yükseltmek gerekir. Bundan başka bireysel klimatizasyonun yüksek kalitede olması gerekir ve klimatizasyon performansı çalışma verimliliği artar bu çok önemli bir noktadır. DSADK sisteminin sofistike olması, değişken olması, esnek olması avantajdır.

- Arttırılmış boru mesafesi

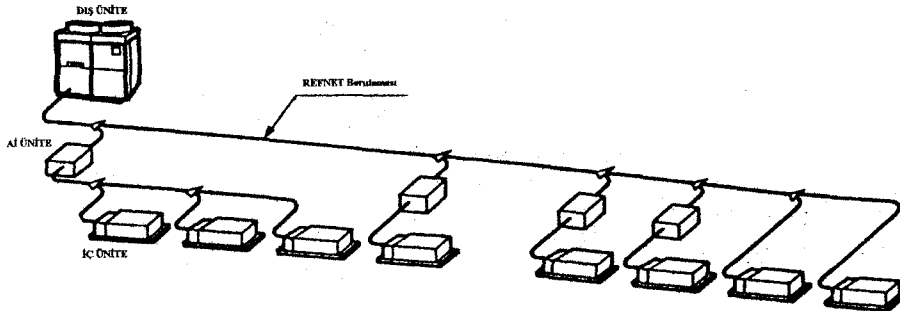
Borulama mesafesi tek bir sistemde 100m'ye kadar çıkarılması sadece iç ve dış üniteler arası seviye farkını 50m'ye çıkarması ile kalmamış aynı iç üniteler arasındaki seviye farkının 15m'ye çıkarılmasını sağlamıştır. Bina 15 katlı olsa dahi tüm dış üniteler çatıya yerleştirilebilir. Farklı 16 kapasitedeki iç üniteyi bağımsız kontrol sistemi ile bağlamak mümkündür.





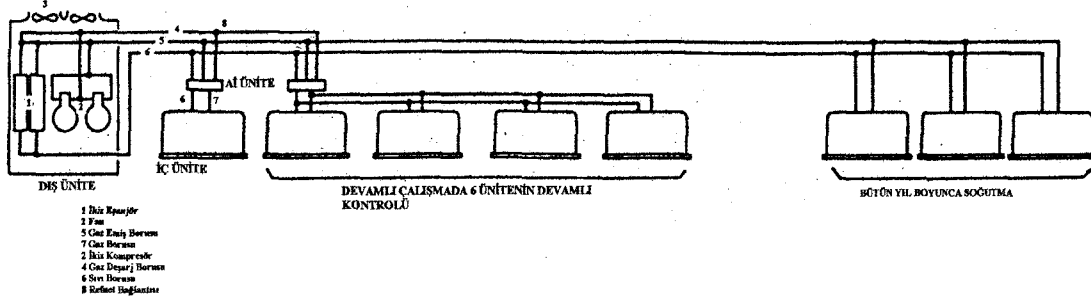
Şekil 13.8 Arttırılmış boru mesafesi

Her soğutucu devresi için bağımsız kontrol edilebilecek iç ünite sayıları artırılarak mevcut binaların yenilenmesi ve ek yapılması durumunda ortaya çıkan montaj kısıtlamalarını ortadan kaldırmıştır. Bu sistemle yüksek enerji verimliliği heat recovery sisteminin tamamı ile otomatik olarak binanın o anki yüküne göre ısıtma veya soğutmaya seçer bu şekilde enerji verimliliği sağlar. Şekil 13.9 Aynı anda ısıtma veya soğutma sistemini tek bir sistem ile gerçekleştire bilmektedir. Isı geri kazanımlı sistemler ile mevcuttur. Modüler klimatizasyon ısıtma yada soğutma yük dağılımını seçebilmesi yüksek enerji verimliliğini büsbütün ortaya çıkarmıştır.



Şekil 13.9 Sistem örneği

Bir sistemle aynı anda soğutma ve ısıtmayı gerçekleştirmesi. Bu soğutucu borulamasına ilave olarak ısı geri kazanımlı sistemlerde gaz deşarj borusu konmuştur. Dış sıcaklık ayarlarına uygun ısıtma ve soğutmayı aynı anda yapabilecek gaz deşarjı veya gaz emiş borusu kombinasyonu vardır. Sistemin ekonomik karakteristiklerinde göze çarpan bunu ısı geri kazanımlı klima sistemi ile başarılabilmesidir. Bir bölümün kış mevsiminde ısıtma yaparken diğeri soğutma yapan sistem kullanıldığında konvensiyonel sistemlere göre toplam kapasite enerji maliyeti %10-20 azalmaktadır. Sistem Şeması Şekil 13.10



Şekil 13.10 Sistem şeması

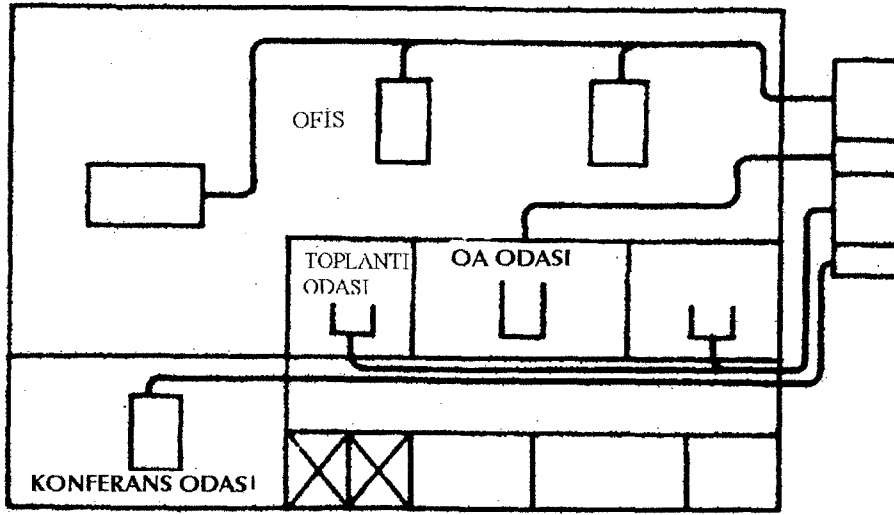
Isı geri kazanım modu		Toplam yük			Dış ünitenin giriş gücü için standart oran		
		Soğutma Yüğü (Donanım HP)	Isıtma Yüğü (Donanım HP)	Ünite Yüğü (Donanım HP)	Dış Hava Isı Radyasyonu (Donanım HP)	Dış Hava Isı Enilimi (Donanım HP)	Kompresör Güç Oranı (Donanım HP oranı)
(A)	Isı yayma çalışması (tümünün soğutmada çalışması) Isı radyasyonu	10	—	10	10	—	100
(B)	Isı yaymaya meyilli ısı geri kazanımlı çalışma (çoğunluk soğutmada) Isı radyasyonu	7.5	2.5	10	5	—	48
(C)	Isı geri kazanımlı çalışma (soğutma ve ısıtma) 	5	5	10	—	—	46
(D)	Isı almaya meyilli ısı geri kazanımlı çalışma (çoğunluk ısıtmada) Isı soğurulması	2.5	7.5	10	—	5	66
(E)	Isı soğurmalı çalışma (tümünün ısıtmada çalışması) 	—	10	10	—	10	76

Şekil 13.11 Isı geri kazanımı ile enerji tasarrufu

Ayrı ısıtma ve soğutma sistemlerinde farklı olarak DSADK sistemi ısı geri kazanım serisinde toplam soğutma ve ısıtma yük dengesini mikro işlemciler kontrol eder ve ısı geri kazanımı gerçekleştirir. Şekil 13.11 sürekli olarak minimum kompresör gücünde çalıştığından mevcut kompresör güçlerine göre kompresör gücü %40-45 azalır.

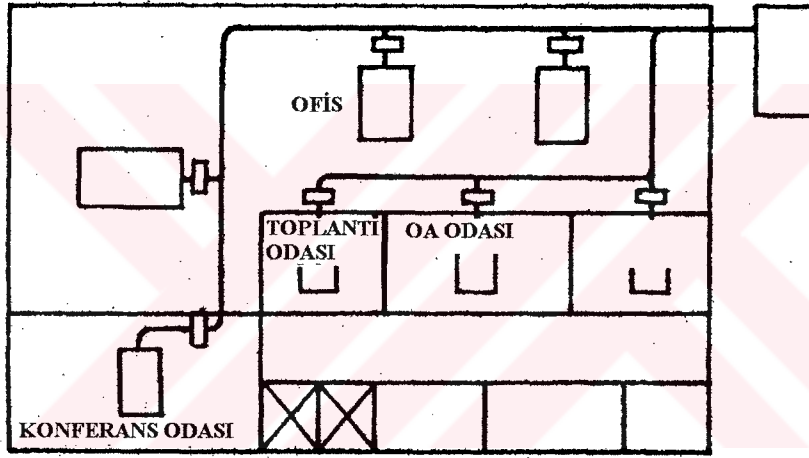
- Mevcut Klima Sistemi ile,





Şekil 13.12 Mevcut klima sistemi

- Bu sistem ile,



Şekil 13.13 DSADK sistemleri

- Az dış ünite ve küçük montaj alanı basit borulama sistemi ve küçük boru shaftı alanı
- Daha basit sistem ve daha basit montaj
- Montaj fiyatı daha küçük ve zamandan tasarruf etme
- Yeni soğutucu kontrol teknolojisi ile gerçek boru mesafesi uzunluğu
- Daha kolay kablolama ve montajı
- 3 Dış ünite tek bir güç kaynağına bağlanabilmesi
- Min dış sıcaklık -5C olduğunda soğutma -10C olduğunda ısıtmayı gerçekleştirir.
- PID kontrolü sayesinde oda sıcaklığını +/-0.5C hassasiyetle kontrol etmesi

Çizelge 13.6 İç Ünite ve Uzaktan Kontrolleri

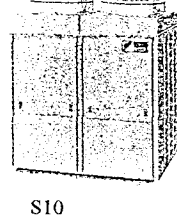
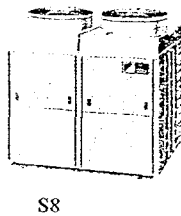
Dış ünite Kombinasyonu						
Kapasite İşlemci Ünite		İnverter Tip		Sabit hız		Tipi
		8HP	10HP	8HP	10HP	10HP
Isı Geri Kazanımı	16HP	2 Dış Ünite	X		X	
	18HP			X	X	
	20HP			X		X
	24HP	3 Dış Ünite	X		Xx2	
	26HP			X	Xx2	
	28HP			X	X	X
	30HP			X		Xx2

## Dış ünite Şekilleri ve Fonksiyon Ünitesi

IGK Sistemde



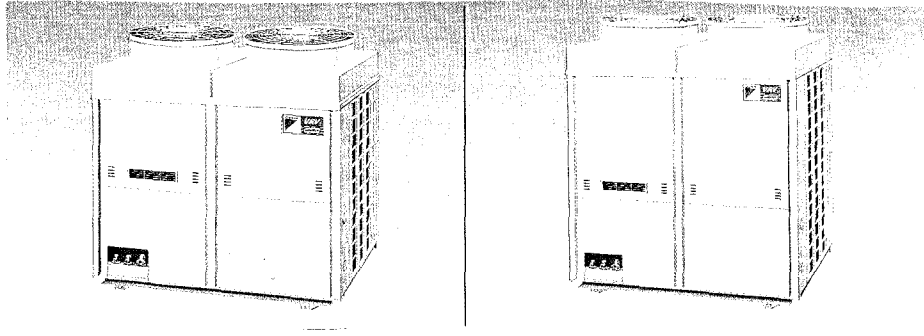
Sabit Hızlı Dış Ünite



Şekil 13.14 Dış ünite ve fonksiyon ünitesi

## 13.5 Dış Ünite Kombinasyonu

Dış ünitenin kombinasyonu



Şekil 13.15 Dış ünitenin kombinasyonu

Çizelge 13.7 Isı Geri kazanım sistem aralığı

	Model İsmi	İç ünitelerin Birleşmelerine göre Toplam Kapasite Limiti	İç ünite bağlanabilirliği
	Aİ100	100'den az	3 Ünite yada az
Ara İşlemci	Aİ160	100'den fazla 160'dan az	6 Ünite yada az
	Aİ250	160'dan fazla 250'den az	8 Ünite yada az

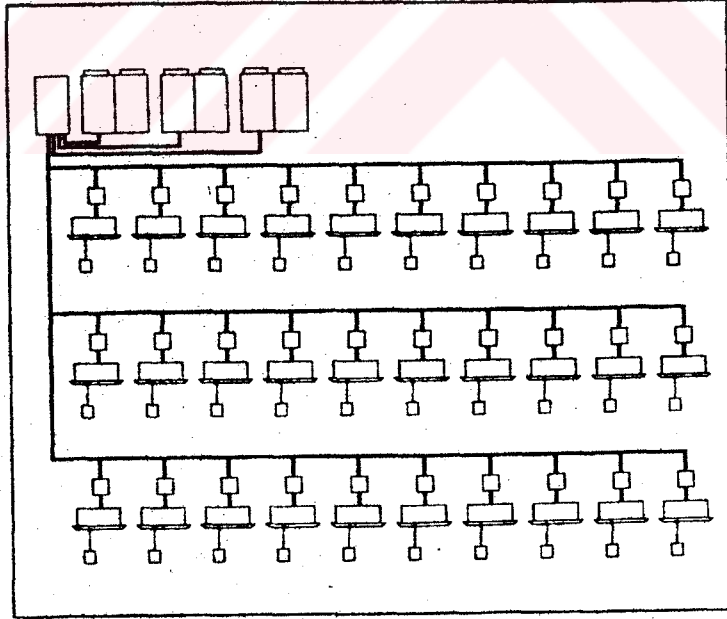
Çizelge 13.8 Dış ünite konfigürasyonu

Kapasite Aralığı	24HP	26HP	28HP	30HP
Dış Ünite Modeli	24IGK	26IGK	28IGK	30IGK
İşlemci Ünite	3İÜ	3İÜ	3İÜ	3İÜ
İnverter Dış Ünite	İ8	İ10	İ10	İ10
Sabit Hızlı Dış ünite	S8	S8	S10	S10
Sabit Hızlı Dış Ünite	S8	S8	S8	S10
İç Ünite Toplam Bağlantısı	30 Max.			
Kapasite Aralığı	300-780	325-845	350-910	375-975
İç Ünite	Model ismi			
Asma Tavan Tipi	A20,25,32,40,50,68,80,100,125			

### 13.6 Özellikler

#### 13.6.1 DSADK sistemi ısı geri kazanım sistemi

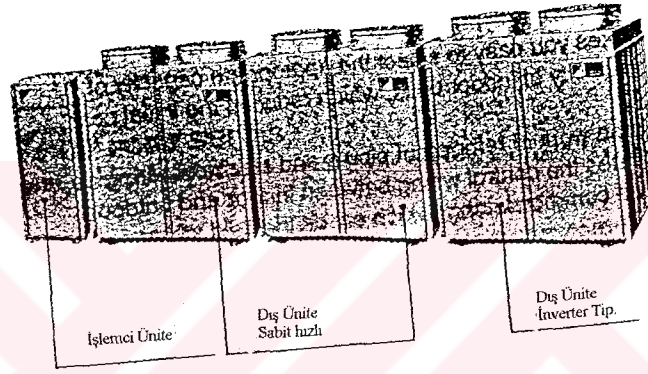
IGK klima sistemin daha geniş kapasitesi fonksiyon ünitesinin sayesinde olmakta ve bu aynı dış üniteler heat pump sistem olarak kullanılabilir. Şekil 13.16



Şekil 13.16 Sistem diyagramı

Bu yeni çoklu dış ünite sistem montaj işlemini daha da azaltmaktadır. Bununla ilgili 2 sistem kurulmuş Heat pump Sistem ve IGK serisi soğutucu borulamasını çoklu dış ünite sistemine göre geliştirilmiştir. Bu yeni sistem fonksiyon ünitesinden oluşur. Bu fonksiyon ünitesi 1 inverter tip dış ünite ve 1 veya 2 sabit hızlı dış üniteyi kontrol eder. Bu yeni sistemle ilk yatırım maliyetini daha da azaltmakta ve kolay uygun dış ünite seçimi yapmamızı sağlar. DSADK sistemi borulaması, montaj işlemi ile uğraşmayı azaltmakta ve elektrik kablolarını daha iyi yapmakta bunu bu sistem sayesinde daha kolay yapabilmek sağlanmıştır. Bu yeni IGK sistemle aynı anda soğutma ve ısıtmayı geliştirmiştir ve bu şekilde düşük enerji maliyeti ortaya çıkmıştır.

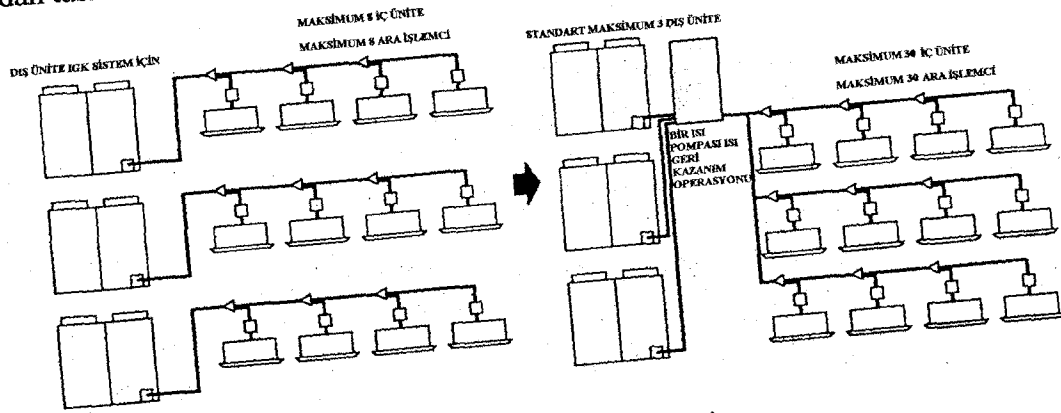
### 13.6.2 IGK ve işlemci ünite Şekil 13.17



Şekil 13.17 IGK ve işlemci ünite

### 13.6.3 Özel borulama sistemi

Bu özel borulama sistemi sayesinde çoklu dış ünite sistemi gerçekleştirilmiştir. Boru montaj işlemleri azaltılmış ve boru şaftı alanının daha az olmasını sağlamıştır. Daha basit ve zamandan tasarruf sağlayan montaj sağlar. Şekil 13.18



Şekil 13.18 Ünite sistemi

### 13.6.4 Yeni borulama sistemini nasıl montaj ederiz

IGK sisteminde; Dış üniteler arasında max. 4m seviye farkı, Dış üniteler ile R ünit arasında 4m seviye farkı, İç ünite ile dış ünite arasında 50m seviye farkı (Eğer dış ünite iç ünitenin altında montaj edilirse 40m seviye farkı), İç üniteler arası mesafe max. 15 seviye farkı

Dış ünite Kapasitesi	Sıvı	Gaz	Denkleştirme
22.4kW	12.7mm	25.4mm	19.1mm
28.0kW	12.7mm	28.6mm	19.1mm

Dış ünite ile İşlemci ünite arasındaki boru boyutu

Uygulanan Model	Boru Boyutu( boru dış çapı x min duvar kalınlığı)	Sıvı Borusu	Gaz borusu	Deşarj gaz borusu
24IGK	φ19.1x1.0	φ41.3x1.7	φ28.6x1.2	

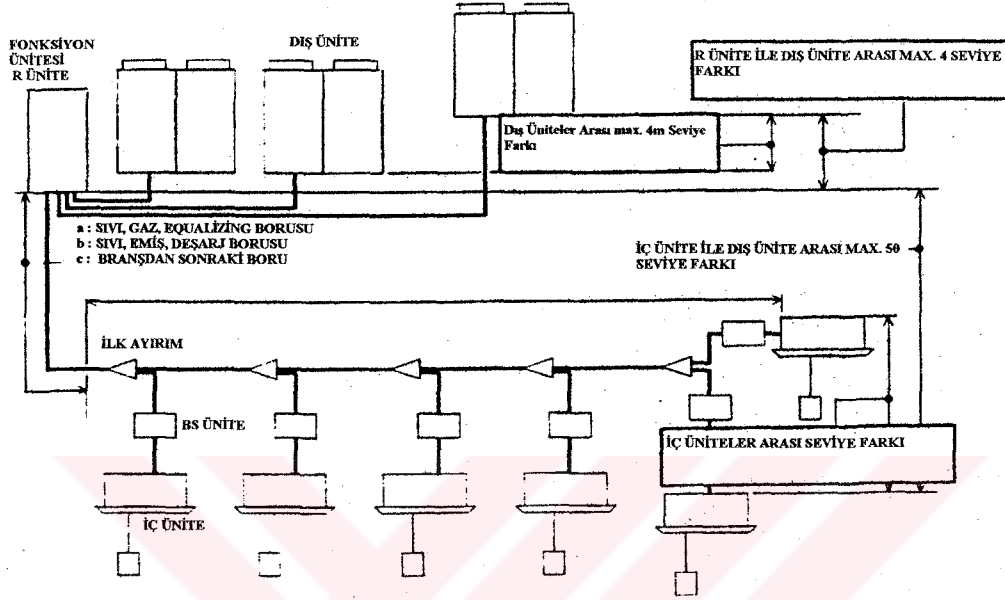
İşlemci ünite ile ilk branş arasındaki boru boyutu

İç ünite branşından sonraki kapasite	Boru Boyutu( boru dış çapı x min duvar kalınlığı)	Sıvı Borusu	Gaz borusu	Deşarj gaz borusu
50nin altı		φ6.4x0.8	φ12.7x0.8	φ9.5x0.8
50-100		φ9.5x0.8	φ15.9x1.0	φ12.7x0.8
100-160		φ9.5x0.8	φ19.1x1.0	φ15.9x1.0
160-330		φ12.7x0.8	φ25.4x1.2	φ19.1x1.0
330-480		φ15.9x1.0	φ34.9x1.3	φ25.4x1.2
480-640		φ19.1x1.0	φ34.9x1.3	φ25.4x1.2
640-700		φ19.1x1.0	φ41.3x1.7	φ25.4x1.2
700 ve üstü		φ19.1x1.0	φ41.3x1.7	φ34.9x1.3

Branşlar ile Ara işlemci ünite arasındaki boru boyutu

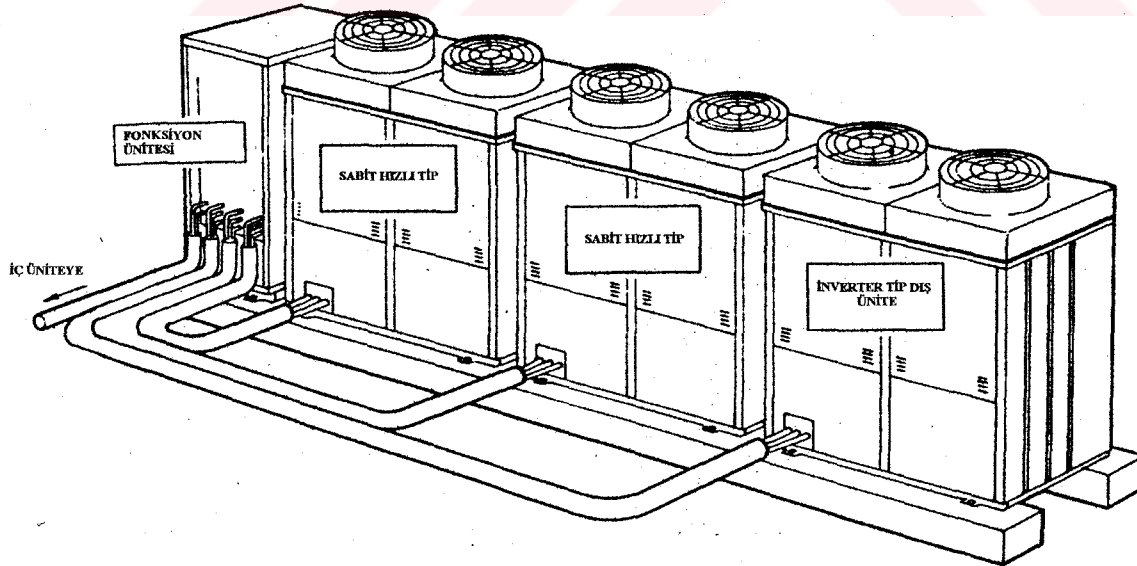
İç ünite kapasitesi	Boru Boyutu( boru Boru çapı x min duvar	
	Boyutu( dış çapıx min.et kalınlığı)	
İç ünite kapasitesi	Sıvı Borusu	Gaz borusu
20-25-32-40	φ6.4x0.8	φ12.7x0.8

İç ünite ile Ara İşlemci ünite arasındaki boru boyutu



Şekil 13.19 Ünite bağlantısı

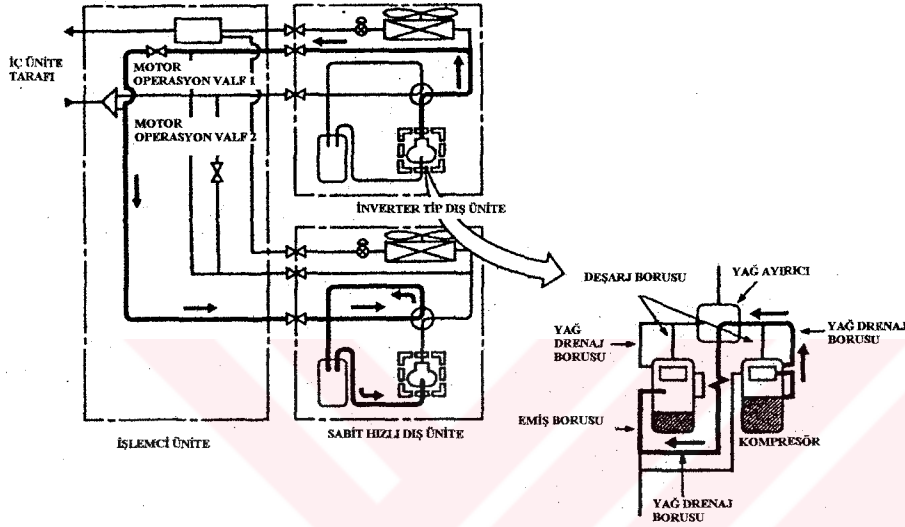
### 13.6.5 İşlemci ünitenin tanıtımı



Şekil 13.20 Borulama sistemi

### 13.6.6 Yeni yağ seviye kontrolü teknolojisi sayesinde

Çoklu dış üniteler soğutucu ve yağlama miktarını uygun olarak daima sürdürebilmektedir. Yağ seviye operasyon çevrimi fonksiyon ünitesi ile dış ünite arasındadır. Yeni yağ seviye kontrol teknolojisi sayesinde dış üniteye kompresör sayesinde yağ işletme esnasında kendi kendini dengelemekte her bir kompresördeki yağ ve soğutucu miktarı kendi kendini otomatik olarak ayarlayabilmektedir. Şekil 13.21



Şekil 13.21 Yeni yağ seviye kontrolü

a) Soğutucu yağın dış ünite ile arasındaki seviyesinin düşmesi

İnverter tipteki dış üniteye fazla miktarda bulunan soğutucu yağın sabit hızlı dış üniteye selenoid valf 1'den geçirerek miktarı ayarlar. Eğer sabit hızlı dış üniteye soğutucu yağ fazla olsaydı İnverter kompresörle selenoid valf arasından yapılırdı.

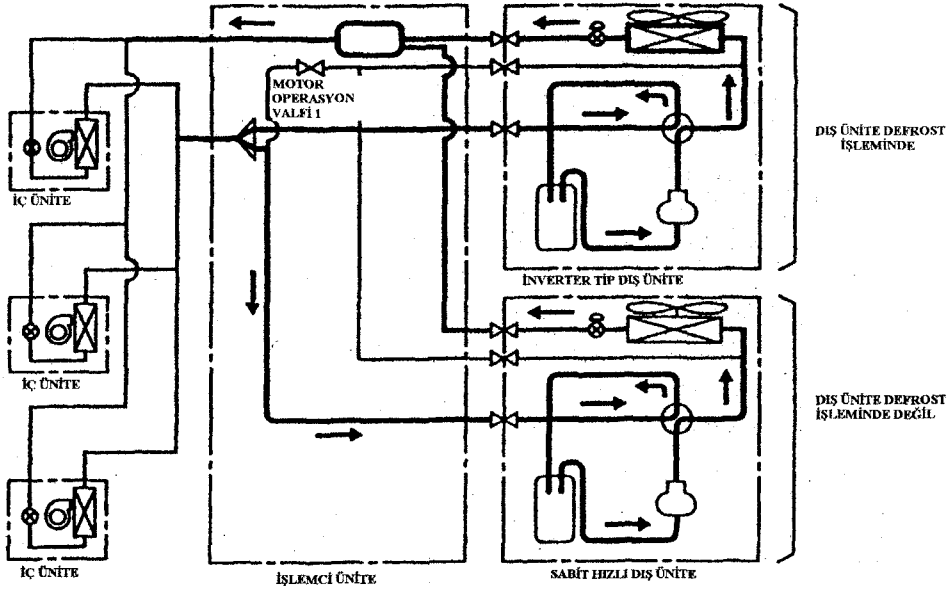
b) Yağ seviyesini dış üniteye kompresör içerisinde düşürmek

Eğer yağ seviyesi belirli seviyeyi aşarsa bu fazla miktar yağ yağ ayırıcı üniteye toplayarak yağ drenaj borusu ile kompresörün emiş tarafına gönderilir.

### 13.6.7 Heat Pump sistemi için kısa defrost süresi

Kısa defrost işletmesi fonksiyonu ile ısıtma performansını dış üniteler arasında çevrim sağlayacak bir çalıştırma sağlar. Şekil 13.22





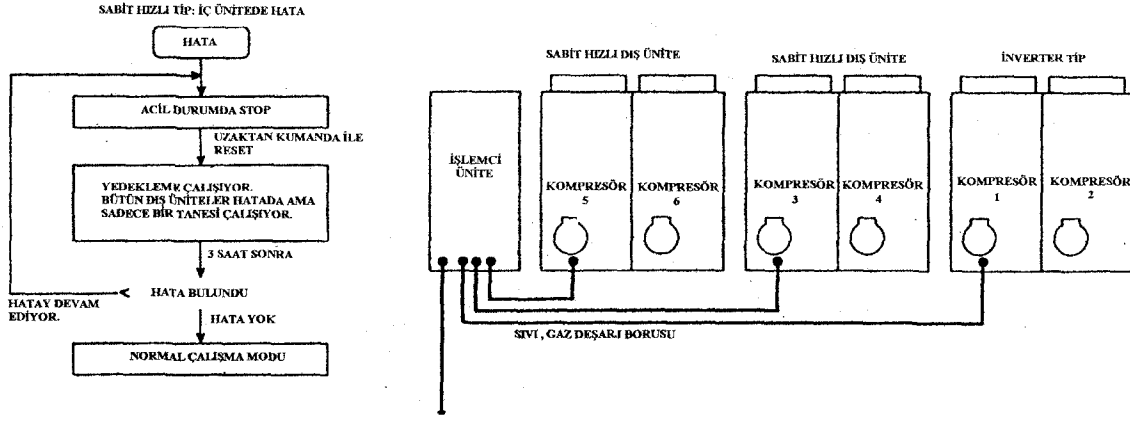
Şekil 13.22 Kısa defrost süresi

### 13.6.8 Dış ünite arızalandığında yedekleme fonksiyonu

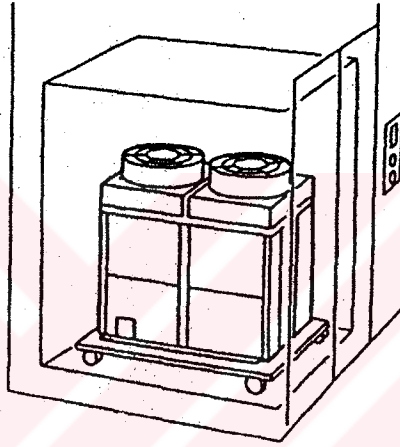
Bu sistem yedekleme fonksiyonu sayesinde dış ünite arızaya geçse bile dursada uzaktan resetleme sayesinde diğer dış üniteler çalışır. Sistem arızaya geçtiğinde iç üniteyi, sistemi korumak için böyle bir kapatmaya gerek yoktur. Şekil 13.23

### 13.6.9 Yeni kompakt dış ünite ile daha kolay taşınabilmesi

Dış üniteyi her bir kata da montaj edebilmemizde mümkündür. 13 Kişi taşıyabilen bir asansör ile de taşınabilir. Yeni sistem 2 yada 3 üniteden oluşmaktadır. Her bir ünitenin boyutu ve ağırlığı asansörün taşıyabileceği kapasitedir. Bu özellik ile montajda yer değiştirmeyi de kolaylaştırmıştır.



Şekil 13.23 Yedekleme

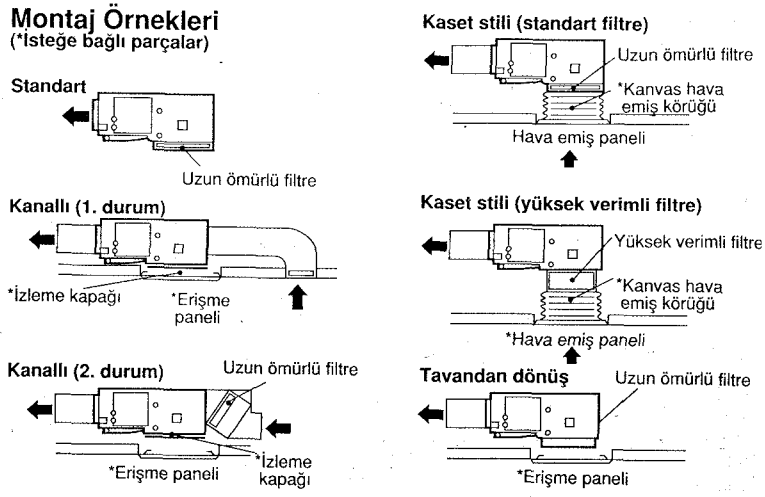


Şekil 13.24 Kolay taşınabilme

### Asma tavan Tipi

- Çok çeşitli ihtiyaçlara yanıt verebilen isteğe bağlı akasesuarlarla geniş ve esnek montaj alanı  
Kanal çıkışında ve emişinde ve kanal dizaynında esneklik ve özgürlük sağlar.
- Model sunmakta kapasite 20den başlar. 125'e kadar gider. Bütün üniteler 350mm yüksekliğindedir. Kanal dışı statik basınç 2-100mmH<sub>2</sub>O basınç sağlar. (2kademeli 4mmH<sub>2</sub>O 80 modeli için) bu ise yüksek verimli filtre kullanabilme kolaylığı sağlar.
- Uzun ömürlü filtre içermektedir.
- Sessiz çalışması sayesinde bulunduğu yeri rahatsız etmez.

Kapasite	20	25	32	40	50	63	80	100	125
Ses dBA	37/32	37/32	37/32	38/32	39/34	41/35	41/35	41/35	44/38



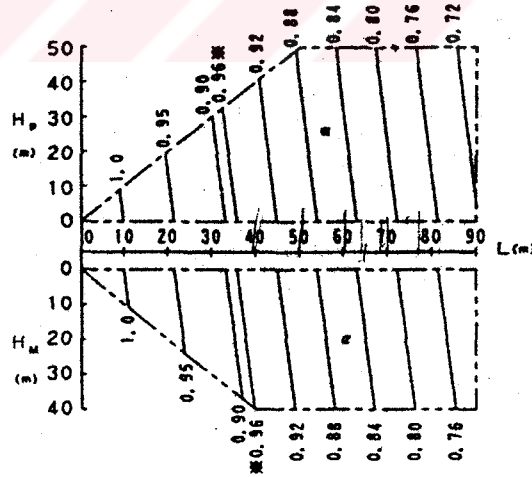
Şekil 13.25 Montaj örnekleri

Kanvas hava emiş körüğü, erişme paneli, izleme kapağı, hava emiş flanşı, %65 ve 90 lik iki çeşit yüksek verimli filtre kullanma olanağı

### 13.7 Model Seçiminde Önemli Noktalar

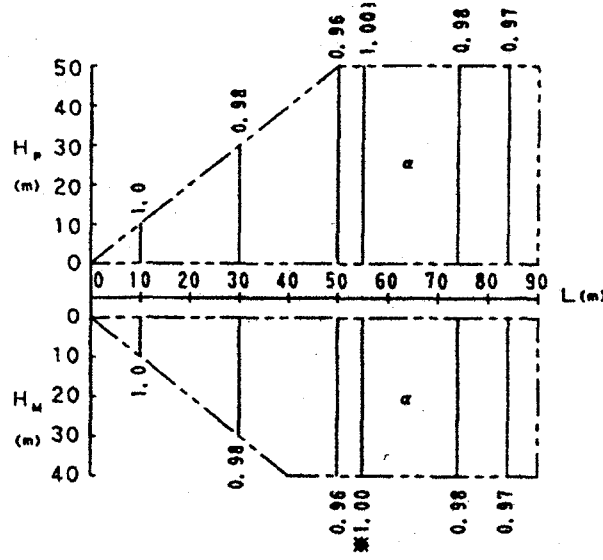
Soğutucu borunun uzunluğuna uygun kapasite değişimi

a) Soğutma kapasitesinin değişim oranı



Şekil 13.26 Eşdeğer boru uzunluğuna göre soğutma performans eğrileri

b) ısıtma kapasitesinin değişim oranı



Şekil 13.27 Eşdeğer boru uzunluğuna göre ısıtma performans eğrileri

Sembollerin izahatı

$H_p$  :İç ünitenin aşağıda olması halinde iç ile dış ünite arasındaki seviye farkı(m)

$H_M$  :İç ünitenin yukarıda olması halinde iç ile dış ünite arasındaki seviye farkı(m)

$L$  :Eşdeğer boru uzunluğu(m)

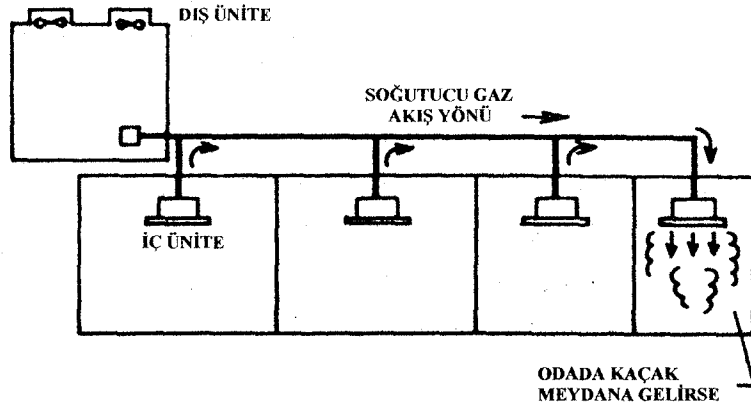
$\alpha$  :Kapasite düzeltme faktörü

### 13.8 Gaz Kaçağından Sakınma

DSADK sistemin de diğer havalandırma sistemleri gibi R22 soğutucu gaz kullanılmaktadır.R22 gaz zehirli ve yanıcı özeliğe sahip olan bir gazdır fakat bununla beraber oda içerisindeki tesisatın gaz kaçağı olması halinde umulmaz olayların olmaması için dikkat etmek gerekir. KHKsoğutucu gaz operasyonu ile ilgili kendi standartını oluşturmuş ve bu standart genel standarta dahil edilmiştir.

Tehlikeli Konsantrasyon,

Tehlikeli konsantrasyonun manası kaçağın olması halinde mahalde bulunan kişilere zarar vermemesi gerekir. Tehlikeli konsantrasyonun ölçümü  $kg/m^3$  olara yapılır. Şekil 13.28 R22'nin tehlikeli konsantrasyonu: $0.3 kg/m^3$



Şekil 13.28 Gaz kaçağı oluşursa

### 13.8.1 Tehlike konsantrasyonun kontrol prosedürü

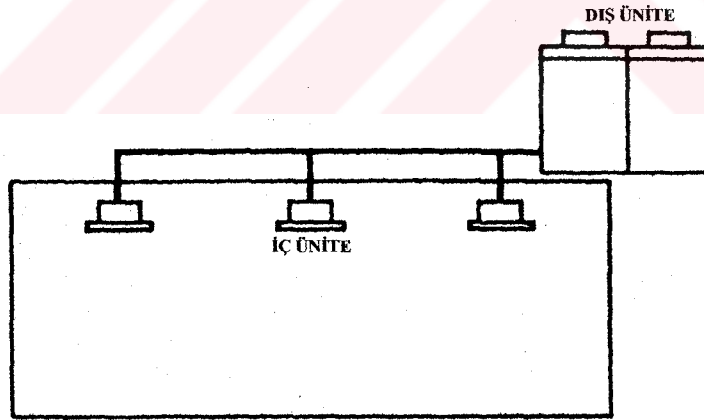
Tehlikeli olabilecek konsantrasyonu kontrol edin 1,2,3,4 nolu maddeler arasında size uygun olanını belirleyin

1. Herbir ayrılmış sistemde soğutucu miktarının hesabı

2. En ufak odanın hacmini hesaplayın

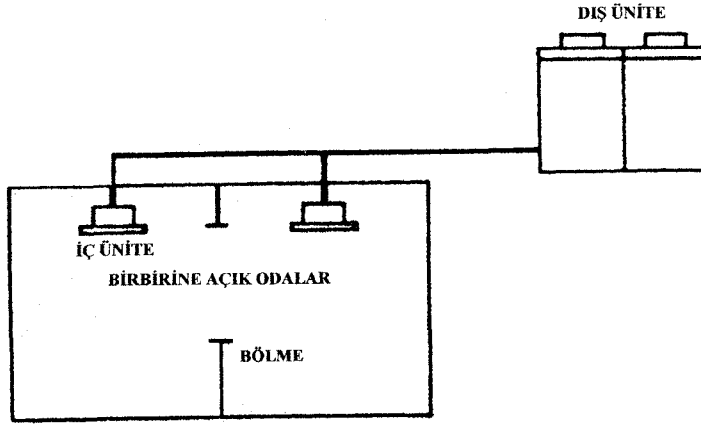
a ve b deki gibi tek oda ve en ufak odanın hesabı aşağıdaki gibi hesaplanır.

a)Ufak oda bölmesinin olmaması halinde



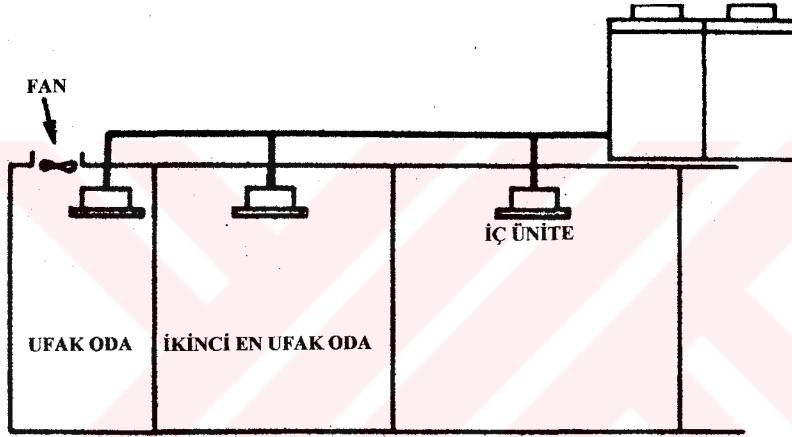
Şekil 13.29 Ara bölmesiz

b)Odanın kısmı bölmesi odanın içerisindeki havanın akışını serbest olarak öne arkaya devam etmektedir



Şekil 13.30 Ara bölme olduğunda

c)En ufak oda için gaz alarm cihazı fana bağlanır.

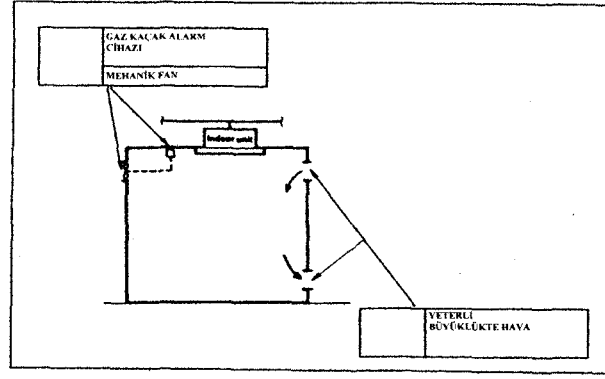


Şekil 13.31 Fan ve sensör bağlantılı çalışma

Sonuç tehlike konsantrasyonun seviyesini aşarsa ikinci ve üçüncü odalar için hesaplanır taki konsantrasyon seviyesinin altına düşene kadar

4.Sonuç tehlike konsantrasyonu seviyesini aşarsa bu durumda

- Hava akışını oda içinde serbest olarak yapabilmesi için açıklık bırakılması
- Gaz kaçağı alarm cihazı vantilatör ile bağlantılı olması



### 13.9 Projelendirmede ve Bağlantılarda Dikkat Edilecek Hususlar

Bir klima sistemi projelendirilirken sistemin yalnız soğutma mı yoksa ısıtma+soğutma mı yapacağına karar verilmelidir. Bir binada DSADK sistemi kurulması isteniyor ise diğer herhangi bir klima sisteminde olduğu gibi, klima edilecek mahali zonlara ayırmak ve her bir zon için saat saat ısı yüklerini hesaplamak gerekir.

#### 13.9.1 İç ve dış ünitelerin seçimi yerleştirilmesi ile ilgili notlar

İç Üniteler herhangi bir zon için günün saatlerine göre hesaplanan ısı yüklerinin en yüksek olanına en yakın değerde olacak şekilde seçilirler. Firmalar dış ve iç dizayn sıcaklıklarına göre abaklar hazırlanmıştır. İç ve dış dizayn sıcaklıkları ve oda ısı yüküne bağlı olarak iç ünitenin modeli ve toplam kapasitesi okunabilir. Ancak bu şekilde iç ünite seçimi tamamlanmış olmaz. Seçilen iç ünitelerin kapasite indekslerine bağlı olarak dış ünitenin modeli ve kapasite oranı çizelgelerden okunur. Sonra bu kapasite oranı ve dizayn sıcaklıkları için dış ünitenin toplam kapasitesi ilgili abaklardan okunur. Daha sonra da dış ünite toplam kapasitesi, daha önce seçilmiş olan iç ünitelerle paylaşılır. Eğer herhangi bir iç üniteye düşen pay, oda ısı yükünden büyükse seçilen iç ünite doğrudur.

Bu sağlanmazsa ilgili mahal için bir üst kapasiteye sahip ünite seçilerek yukarıdaki işlemler tekrarlanır. İç ünitelerin kapasiteleri sistemdeki eşdeğer boru boyuna bağlı olarak da bir miktar düşerler. Eşdeğer boru boyuna ait olan bilgileri bundan sonraki başlık altında açıklayacağım. İç ünitelerin mahal içine yerleştirilmelerinde, mahal içinde uygun bir sıcaklık ve hava hızı dağılımı elde edilmesi hususlarına dikkat edilmelidir. Bu da tabii ki hangi tip iç ünite kullanıldığı ile doğrudan orantılıdır.



Dış üniteler %50-%130 arasında değişen kapasitelerde çalışabilirler. Seçilecek dış ünitenin toplam kapasitesi ve kapasite oranı, yukarıda iç ünitelerin seçimi konusu anlatılırken değildiği gibi seçilmiş olan iç ünitelerin kapasite indeksleri toplamına bağlıdır.

Seçilen dış üniteler her kata bir veya birkaç tane olmak üzere yerleştirilebileceği gibi bütün binaya ait dış ünitelerin hepsi binanın çatısına da yerleştirilebilirler. Toplam ısı yüküne bağlı olarak dış ünitelerin seçiminde bir firmanın önerdiği kombinasyonlar aşağıdaki çizelge'de verilmiştir. Dış ünitelerin boyutları ve ağırlığı bunların normal asansörlerle çatıya çıkarılmalarına imkan verecek değerlerdedir. Diğer klima sistemlerine göre hafif olmaları bunların çatıya yerleştirilmeleri ve dolayısı ile binaların giriş veya bodrum katlarında kullanım alanı açılmasını mümkün kılar. Dış ünitelerin seçiminde zonlamada önemli bir yer tutar.

Toplam (HP)	Toplam İç Ünite Sayısı Sistem	Konfigürasyonu
5	1	5K
8		8K
10		10K
13	2	5K+5K
		5K+8K
		5K+10K
15	3	5K+5K+5K
16	2	8K+8K
18	2	8K+10K
	3	5K+5K+10K
20	2	10K+10K
	3	5K+5K+10K
5K+8K+8K		
5K+8K+10K		
8K+8K+8K		
5K+10K+10K		
21	3	8K+8K+10K
23		8K+8K+8K
24		5K+10K+10K
25		8K+8K+10K
26		8K+10K+10K
28	3	10K+10K+10K
30		10K+10K+10K

### 13.10 Soğutkan Devresi İle İlgili Bilgiler

Dış Ünitelerin kapasiteleri sistemdeki eşdeğer boru boyuna bağlı olarak bir miktar düşer. Bu nedenle iç ünitelerin yerleştirilmelerinde eşdeğer boru boyunu en kısa tutacak kombinasyona dikkat edilmelidir. Eşdeğer boru aşağıdaki formül sayesinde hesaplanır.  $L_e = L_g + a \times L_L + b \times L_{RJ} + L_{RH}$

DSADK sistemi kurulurken ana borudan ayrılmalar ve özel borulama teknikleri vardır. Eşdeğer Boru Boyları

Model Nominal Boru Çapı (mm)	L parçası $L_L$ (m)	REFNET Joint $L_{RJ}$ (m)	Refnet Header $L_{RH}$ (m)
6.4	0.16	0.5	1.0
9.5	0.18		
12.7	0.2		
15.9	0.25		
19.1	0.35		
22.2	0.40		
25.4	0.45		
28.6	0.50		
31.3	0.55		
38.1	0.65		
44.5	0.80		
50.8	0.90		

$L_e$  =Eşdeğer boru boyunu

$L_g$  =Gerçek boru boyunu

a =Hat üzerindeki  $L_L$  parçası sayısını

$L_L$  =L parçası Eşdeğer boru boyunu

b =Hat üzerindeki Borulama ek sayısını

$L_{RJ}$  =Borulama ekinin eşdeğer boru boyunu

$L_{RH}$  =Dağıtıma ait eşdeğer boru boyunu

## 14. KLİMA SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ VE MALİYET ANALİZİNİN AYNI BİNA İÇİN KARŞILAŞTIRILMASI, OPTİMUM ÇALIŞMA ŞARTLARININ BELİRLENMESİ

### 14.1 Klima Sistemlerinin Karşılaştırılmasında Uygulanan Kriterler

Sistem alternatiflerinin seçimindeki en önemli kriter, sisteme en uygun konfor şartlarını sağlıyor olmasıdır. Seçimin yapılması için bazı kriterlerin gözönüne alınması gerekmektedir.

- Yatırım Maliyeti
- İşletme Maliyeti
- Sistem Giderlerinin Kolayca Öğrenilebilmesi
- Mimari Faktörler
- Bakımının Kolay Olması
- Arıza Halinde Yedekleme Olması
- Fleksibilite
- Güvenirlilik
- Sistem Ömrü
- Sistem Performansı
  - Nem
  - Ses Seviyesi
  - İç Hava Kalitesi
  - Enerji Tüketimi

#### 14.1.1 İlk Yatırım maliyet analizi için yapılan ön kabuller

- WC gibi bölümlerin havalandırma fan ve kanalları
- Elektrik Panoları
- Cihazların Elektrik Bağlantılarının Yapılması

Maliyetlere her iki sistem için ortak olan yukarıdaki kalemlerin masrafları dahil edilmemiştir. Sistemlerin ilk yatırım maliyetleri çeşitli temsilci firmaların malzeme fiyatlarına göre yapılmıştır.

### 14.1.2 D.S.A.D. klima sistemlerinin avantajları

- Dış üniteler hava soğutmalı kondenser üniteleri, binanın çatısına kolaylıkla monte edilebilir az yer kaplar.
- D.S.A.D.Klimalarının iç ünite çeşitliliği sistemin monte edilmesinde oldukça kolaylık sağlamaktadır.
- D.S.A.D.K. Sisteminin montaj aşamasında min. işçilik ve elektrik işlerine gereksinim duyulur.
- D.S.A.D.K. Sisteminde son kullanıcılar ON/OFF düğmeleri ve basit kumanda dalar kullanarak sistemi rahatlıkla kullanabilir.
- D.S.A.D.K. Sistemi merkezi kontrol imkanı sağlar.

### 14.1.3 D.S.A.D.K. sisteminin dezavantajları

- Oda içerisinde Soğutucu akışkan dolaşır.Bu insan sağlığı açısından kaçak anında tehlike yaratır.
- Kaçak anında ilave emniyet tedbirleri gerekir.(Cebri havalandırma bir fanla sağlanır.)
- Cihazlara özel bir havalandırma özelliğine sahip ilave bir cihaz kullanılmadığında mevcut mahallerin havalandırması sağlanamamaktadır.
- Asma tavan içinde bulanacak olan iç ünitelerin ortamdan çektikleri ve evaporatöründen geçirdiği havanın içinde bulunan nem yoğuşur. Bunun ortamdan uzaklaştırılması için özel tahliye kanallarının çekilmesi gerekir.
- Ortamda bir ses kaynağı devamlı olarak üç ünitenin çalışmasından dolayı az olarak belirtilen ses seviyelerinde dahi rahatsız verecek boyutlara ulaşır.Filtre Temizliğinin her bir cihaz için yapılması gerekir. Bakımlar için mutlaka bir teknisyen gerekir.
- İç ünitelere çekilen soğutucu borulamasının çok fazla olması durumunda yalıtım masrafi çok fazla artacaktır.

## 14.1.4 Çeşitli uygulamalarda sistem tercihleri

UYGULAMA	1	2	3	4	5	6	7	8
Ofis Binaları 2000m <sup>2</sup> 'ye kadar		x	x	x	x			x
Ofis Binaları 2000m <sup>2</sup> üstü		x	x	x	x		x	x
Konutlar Küçük	x	x	x					x
Villalar,büyük konutlar		x	x					x
Lokantalar		x	x			x		x
Tiyatro,Sinema		x	x			x	x	
Balo Salonları		x	x			x		
Konferans Salonu		x	x			x	x	x
Konferans Salonu büyük						x		x
Süper Marketler		x				x		x
Alışveriş Merkezleri					x		x	x
Laboratuvarlar						x	x	
Oteller,yurtlar				x	x			x
Moteller	x	x	x		x			x
Hastahaneler				x	x		x	
Okullar		x	x		x			
Müzeler						x	x	
Kütüphaneler			x	x	x	x		
Camiler ve ibadethaneler						x		
TV stüdyoları			x			x		
Spor Salonları		x	x			x		
Güzellik Salonları	x		x				x	x

1.Split Duvar veya Tavan Tipi 2.Roof top unit 3.Kanallı tip 4.Dört Borulu Fan-coil +taze hava  
5.İki borulu Fan-coil+taze hava 6.Sabit debili klima santrali 7.Değişken debili klima santrali  
8.VRV

## 14.2 Proje Uygulaması

### 14.2.1 D.S.A.D.K.S. projelendirmesi

Kanallı tip klima sistemi ile D.S.A.D.K. Sisteminin projesinin örnek bir otel için yapılıp; seçilecek olan cihazlar İstanbul, İzmir, Antalya gibi illere göre maliyetleri incelenecektir. Otel odaları m<sup>2</sup> 'leri birbirine eşittir. Hesaplanan soğutma kapasitesi illere göre aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

	KT °C	YT °C	Soğutma Kapasitesi kw
İstanbul	33	24	2.7
İzmir	37	25	3.024
Antalya	39	28	3.2

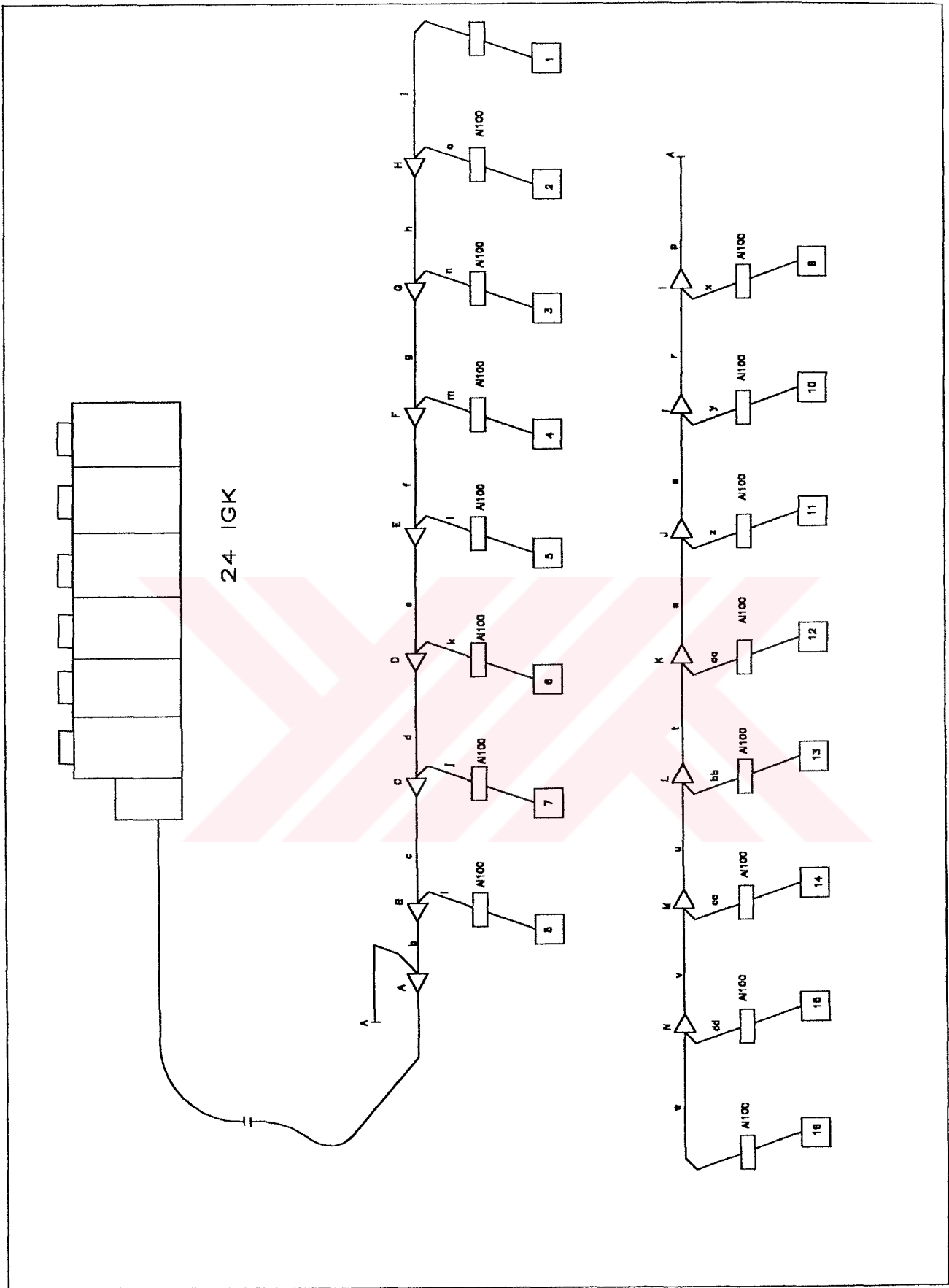
Bu örnekte alınan kat planı otelin giriş katı için alınmış bu şekilde kot farkının yaratmış olduğu kapasite düşümünü göstermek istenmiştir. Odalara göre soğutma kapasitesi ihtiyacı aşağıdaki Çizelge 14.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 14.1 Odalara göre kapasite ihtiyacı

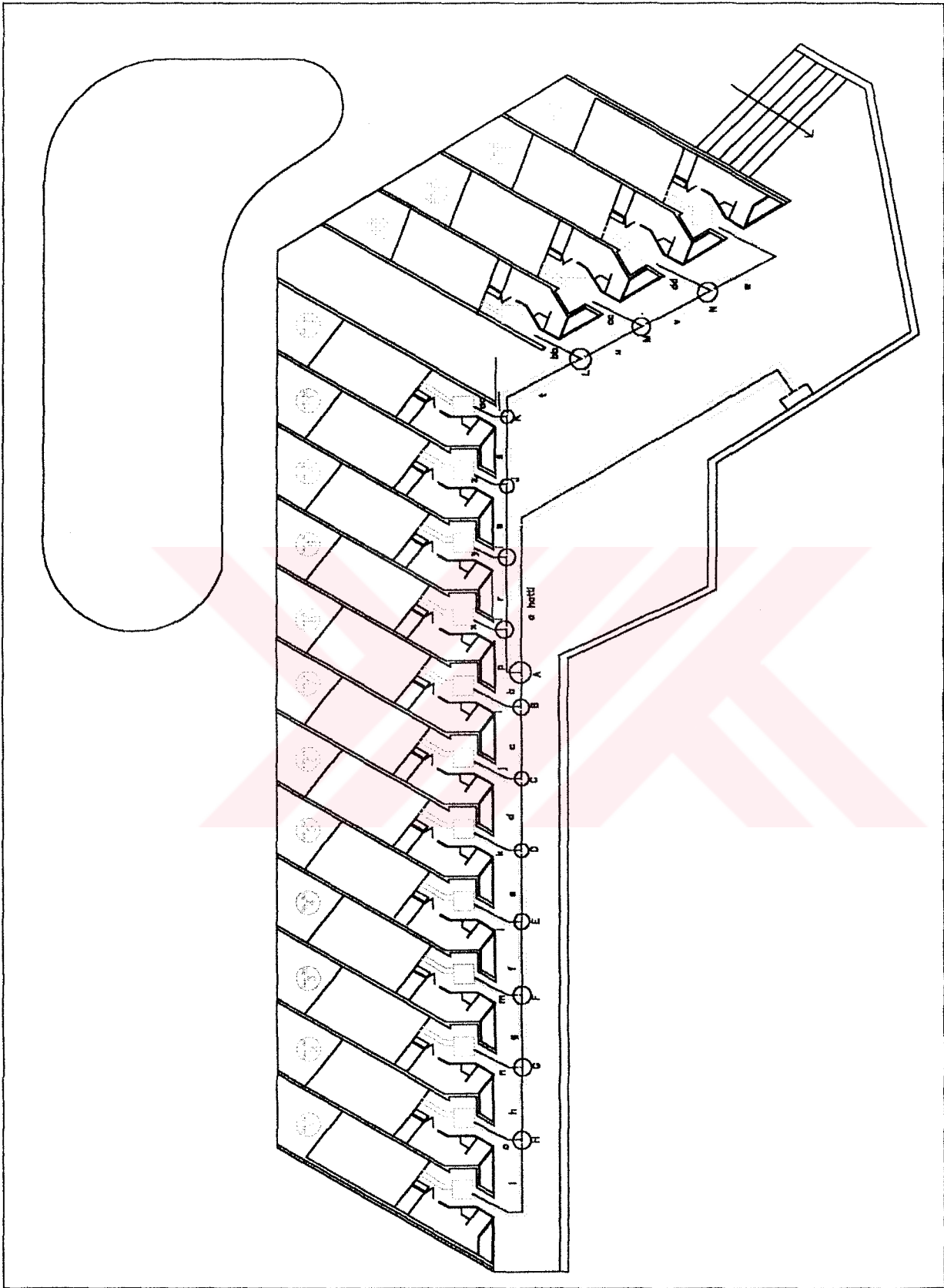
Oda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
İstanbul	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
İzmir	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
Antalya	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2

İç ünite ile dış ünite arasındaki kot farkı 10m Otel odalarının bulunduğu kat planından alınan ölçüler aşağıda harflendirme yöntemi ile gösterilmiştir.

a	37m	i	2.8m	p	2.4m	x	2m
b	3m	j	2.8m	r	4.6m	y	2m
c	4m	k	2.8m	s	4.6m	z	2m
d	4m	l	2.8m	ş	4.6m	aa	2m
e	4m	m	2.8m	t	5.6m	bb	2m
f	4m	n	2.8m	u	4.6m	cc	2m
g	4m	o	2.8m	v	4.6m	dd	2m
h	4m			w	6m		
ı	6m						
	70m		19.6m		37m		14m







Burada iç ünite ve dış ünite arasındaki verilen mesafe farklarının içinde kalıp kalmadığına bakmak gerekir.

$$a+b+c+d+e+f+g+h+i=70m<100m$$

$$a+p+r+s+ş+t+u+v+w=68.4<100m$$

Dış ünitemize en uzak iç ünite arasındaki mesafe 100m'den daha az olduğu için belirtilen şartımıza uygundur.

#### 14.2.1.1 İç ünitenin seçilmesi

İlgili üretici firma kataloglarından iç ünite seçimi yapılır.

Çizelge 14.2 Kapasite çizelgesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
İst	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
İzm	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
Ant	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Üç ile göre seçilen Ünite kapasitesi kw olarak düzenlenmiştir.																
İst	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
İzm	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Ant	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

İç ünitenin seçimi cihazın montajının yapıldığı dış hava sıcaklığı ile kabul edilen iç hava sıcaklığının değerine göre üretici firma kataloglarından yapılır. Ancak seçim işlemimiz burada bitmemektedir. Bu iç ünitelere bağlı olarak dış ünitenin toplam gücünden bu iç ünitelere düşecek olan payları bulmak gerekir. Önce dış ünitenin seçiminin yapılması gerekir.

#### 14.2.1.2 Dış ünite seçimi

Burada iç ünite kapasite indekslerinden hareket etmek gerekir

Çizelge 14.3 İç Ünite Kapasite Endeksleri

Ünite Ölçüsü	M20	M25	M32	M40	M50	M63	M80	M100	M125	M200	M250
Kapasite indeksi	20	25	32	40	50	63	80	100	125	200	250

Çizelge 14.2’de Seçilen ünitelerin anma ölçüsü verilmiştir. Bunların üç il için kapasite indeksleri toplamı;

$32 \times 16 = 512$  ‘dir.

İlgili üretici firma kataloglarından dış ünite seçimi yapılır. Buna göre 600 değeri için 24IGK(Isı Geri Kazanımlı) %100 kapasiteye denk gelmektedir.Bu aşamada 24IGK modelinin %100 kapasitede İstanbul için  $20^{\circ}\text{C}$  iç dizayn YT, ve  $33^{\circ}\text{C}$  KT sıcaklığında toplam soğutma gücü sağlayan 24IGK modelinin 50Hz çalışması için seçilir.

Bu değerler ilgili Çizelgelerden İstanbulda 71.4kw toplam kapasite olarak okunur. Diğer illerde dahil olmak üzere aşağıda Bu modeller için dış ünitelerden alacağı paylar kw olarak aşağıda verilmiştir.

İstanbul	A32 Modeli için	: $71.4 \times 32 / 600 = 3.808$ Kw
İzmir	A32 Modeli için	: $69.1 \times 32 / 600 = 3.685$ Kw
Antalya	A32 Modeli için	: $67.9 \times 32 / 600 = 3.621$ Kw

Bu değerle seçilen iç ünitelerin kapasite değerini 3.808 olarak buluruz.Bu değerle cihazımız istenen kapasitede çalışacaktır.Fakat burada cihazların mesafeye göre kapasite düşümünü hesaplamak gerekir.Bunun içinde en uzakta olan dış ünitelere göre eşdeğer boru boyu uzunluğunu Çizelge 14.4 ‘de gösterelim.

Çizelge 14.4 Soğutma kapasitesinin eşdeğer boru uzunluğuna göre iç ünite kapasite değişimi

Oda No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Le m	45.8	46.3	50.8	59.3	63.8	68.3	72.3	76.5	44.3	49.4	54.5	57.6	62.7	66.8	71.4	75.4
İç Ünite	L <sub>e</sub>		Kap kw İst.	Kap Kw İzm.	Kap kw Ant.	Çarpan Faktörü		Sonuç İst.		Sonuç İzmir		Sonuç Ant.				
8	76.5		3.8	3.68	3.62	0.78		2.964		2.886		2.808				
7	72.3		3.8	3.68	3.62	0.79		3.002		2.923		2.844				
6	68.3		3.8	3.68	3.62	0.81		3.078		2.997		2.916				
5	63.8		3.8	3.68	3.62	0.83		3.154		3.071		2.988				
4	59.3		3.8	3.68	3.62	0.85		3.23		3.145		3.060				
3	50.8		3.8	3.68	3.62	0.90		3.42		3.330		3.240				
2	46.3		3.8	3.68	3.62	0.94		3.57		3.478		3.380				
1	45.8		3.8	3.68	3.62	0.95		3.61		3.515		3.420				
16	75.4		3.8	3.68	3.62	0.785		2.983		2.904		2.826				
15	71.4		3.8	3.68	3.62	0.79		3.002		2.923		2.844				
14	66.8		3.8	3.68	3.62	0.819		3.112		3.030		2.948				
13	63.7		3.8	3.68	3.62	0.83		3.154		3.071		2.988				
12	57.6		3.8	3.68	3.62	0.86		3.268		3.182		3.096				
11	54.5		3.8	3.68	3.62	0.89		3.382		3.293		3.204				
10	49.4		3.8	3.68	3.62	0.90		3.42		3.330		3.240				
9	44.3		3.8	3.68	3.62	0.956		3.63		3.537		3.441				

Yukarıdaki üç ilin neticesine bakıldığında karşılaştırma sonucunda Antalya ve İzmir için cihaz seçimlerinde italik olarak gösterilen odalar için düzeltme yapmak gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 14.5 Otel odalarında illere göre seçilen cihaz tipi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
İstanbul	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
İzmir	32	32	32	32	32	40	40	40	32	32	32	32	32	32	40	40
Antalya	32	32	32	40	40	40	40	40	32	32	32	40	40	40	40	40

Çizelge 14.6 Soğutucu borularının çap tayini ve bağlantı tiplerinin belirlenmesi

Soğutucu Bağlantı No	İstanbul Ünite Kapasite Toplamı	İzmir Ünite Kapasite Toplamı	Antalya Ünite Kapasite Toplamı	Kriter	Seçilen Bağlantı Tipi
A	512	552	592	330<x<640	40T25+40T26
B	256	280	296		
C	224	240	256		
D	192	200	216	330<x<160	37T25
E	160	168	176		
F	128	136	136		
G	96	96	96	x<160	18T25
H	64	64	64		
I	256	272	296		
İ	224	240	264	160<x<330	37T25
J	192	208	232		
K	160	176	200		
L	128	144	160	x<160	18T25
M	96	112	120		
N	64	80	80		

24IGK dış ünitemiz bir tanesi inverter(I8K) iki tanesi de sabit hızlı(S8K) dış ünitelerden oluşmaktadır. İşlemci ünitemiz (İ3D) dir. 24IGK ile İşlemci ünitemiz arasındaki boru boyutu sıvı borusu  $\phi 12.7 \times 0.8$  Gaz borusu  $\phi 25.4 \times 1.2$  Deşarj borusu  $\phi 19.1 \times 1.0$  olarak bulunur.

İşlemci ünite ile iç ünite arasındaki ilk ayrıma kadar olan boru çapları 13.7.4 deki çizelgeden okunur. Sıvı  $\phi 19.1 \times 1.0$  Gaz borusu  $\phi 41.3 \times 1.7$  Deşarj borusu  $\phi 28.6 \times 1.2$

Aİ ünite ile ayrımlar arasındaki boru boyutu 13.7.4 deki ilgili çizelgelerden seçilir. İç ünitelerdeki kapasitenin 50'nin altında olmasından dolayı Sıvı  $\phi 6.4 \times 0.8$  Gaz  $\phi 12.7 \times 0.8$  Deşarj  $\phi 9.5 \times 0.8$  dir. Bu yukarıda bahsettiğimiz ölçüleri daha düzenli bir şekilde aşağıdaki Çizelge 14.7'de gösterelim.

Çizelge 14.7 İstanbul için boru çapları

Boru	Kapasite	Kriter	Sıvı	Gaz	Deşarj
a,b	256	160<x<330	φ12.7xt0.8	φ25.4xt1.2	φ19.1xt1.0
c,r	224				
d,s	192				
e,ş	160				
f,t	128	100<x<160	φ9.5xt0.8	φ19.1xt1.0	φ15.9xt1.0
g,u	96	50<x<160	φ9.5xt0.8	φ15.9xt1.0	φ12.7xt0.8
h,v	64				
ı,w	32	x<50	φ6.4xt0.8	φ12.7xt0.8	φ9.5xt0.8

İç ünite ile Aİ arasındaki boru boyutu sıvı φ6.4xt0.8 gaz φ12.7xt0.8 dir.

Sisteme ilave edilecek gaz miktarı

$$m_a \text{ (kg)} = X_{22.2\text{mm}} \times 0.36 + X_{19.1\text{mm}} \times 0.27 + X_{15.9\text{mm}} \times 0.17 + X_{12.7\text{mm}} \times 0.1 + X_{9.5\text{mm}} \times 0.05 + X_{6.4\text{mm}} \times 0.025 + 8$$

Sıvı Hattı	Metraj X(m)	Çarpan	kg
φ22.2	-	0.36	-
φ19.1	37	0.27	9.99
φ15.9	-	0.17	-
φ12.7	43.2	0.1	4.32
φ9.5	26.8	0.05	1.34
φ6.4	48.4	0.025	1.21
			+8
			= 24.83kg

Çizelge 14.8 İzmir için boru çapları

Boru	Kapasite	Kriter	Sıvı	Gaz	Deşarj
a,r	272,256	160<x<330	φ12.7xt0.8	φ25.4xt1.2	φ19.1xt1.0
b,s	280,232				
c,ş	240,200				
d,t,e	200,160				
f,u	128,120	100<x<160	φ9.5xt0.8	φ19.1xt1.0	φ15.9xt1.0
g,v	96,80	50<x<160	φ9.5xt0.8	φ15.9xt1.0	φ12.7xt0.8
h	64				
ı,w	32,40	x<50	φ6.4xt0.8	φ12.7xt0.8	φ9.5xt0.8

İç ünite ile Aİ arasındaki boru boyutu sıvı φ6.4xt0.8 gaz φ12.7xt0.8 dir.

Sisteme ilave edilecek gaz miktarı

$$m_a \text{ (kg)} = X_{22.2\text{mm}} \times 0.36 + X_{19.1\text{mm}} \times 0.27 + X_{15.9\text{mm}} \times 0.17 + X_{12.7\text{mm}} \times 0.1 + X_{9.5\text{mm}} \times 0.05 + X_{6.4\text{mm}} \times 0.025 + 8$$

Sıvı Hattı	Metraj X(m)	Çarpan	kg
φ22.2	-	0.36	-
φ19.1	37	0.27	9.99
φ15.9	-	0.17	-
φ12.7	71.4	0.1	7.14
φ9.5	21.2	0.05	1.06
φ6.4	48.4	0.025	1.21
			<u>+8</u>
			= 27.4kg



Çizelge 14.9 Antalya için boru çapları

Boru	Kapasite	Kriter	Sıvı	Gaz	Deşarj
a,r	296,240	160<x<330	φ12.7xt0.8	φ25.4xt1.2	φ19.1xt1.0
b,s	296,208				
c,ş	256,176				
d,e	216,176				
u,f ,t	112,136,1 44	100<x<160	φ9.5xt0.8	φ19.1xt1.0	φ15.9xt1.0
v,g	80,96	50<x<160	φ9.5xt0.8	φ15.9xt1.0	φ12.7xt0.8
h	64				
ı,w	32,40	x<50	φ6.4xt0.8	φ12.7xt0.8	φ9.5xt0.8

İç ünite ile Aİ arasındaki boru boyutu sıvı φ6.4xt0.8 gaz φ12.7xt0.8 dir.Sisteme ilave edilecek gaz miktarı

$$m_a \text{ (kg)} = X_{22.2\text{mm}} \times 0.36 + X_{19.1\text{mm}} \times 0.27 + X_{15.9\text{mm}} \times 0.17 + X_{12.7\text{mm}} \times 0.1 + X_{9.5\text{mm}} \times 0.05 + X_{6.4\text{mm}} \times 0.025 + 8$$

Sıvı Hattı	Metraj X(m)	Çarpan	kg
φ22.2	-	0.36	-
φ19.1	37	0.27	9.99
φ15.9	-	0.17	-
φ12.7	71.4	0.1	7.14
φ9.5	26.8	0.05	1.34
φ6.4	48.4	0.025	1.21
			<u>+8</u>
			= 27.68kg

#### 14.2.2 Aynı otel odası için kanallı bir klima cihazının projelendirmesi

Tezimin ikinci hesaplama kısmını oluşturan kanallı tip split klima sisteminin projelendirilmesini yapacağım. Burada yapılacak olan hesaplamalar Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemindeki hesap yönteminden çok büyük farklılık mevcuttur.

Bu farklılık ise her bir odanın soğutma yükü değerine göre toplam cihaz kapasitesini belirlemek olacaktır. Hesaplamalarımızı üç ilin sıcaklık değerine göre cihaz seçimi yapacağımızdan her bir oda için soğutma yükü değerine göre dört oda için gereken olan cihaz kapasitesi belirleyip diğer mevcut tüm (16 oda) odalarımız içinde cihaz kapasitesini ve toplam cihaz sayısını belirlemiş olacağım.. Aşağıda bununla ilgili açıklayıcı Çizelge 14.10 gösterilmiştir.

Çizelge 14.10 İllere göre seçilen kanallı cihaz kapasitesi indeksi

	Her bir oda için gereken soğutma yükü Btu/h	4 oda için gereken toplam kapasite Btu/h	Toplam kapasiteye göre seçilen cihaz kapasitesi Btu/h
İstanbul	2.70kw=9288Btu/h	37152Btu/h	36.000Btu/h
İzmir	3.02kw=10388.8Btu/h	41552Btu/h	48.000Btu/h
Antalya	3.19kw=10973.6Btu/h	43894.4Btu/h	48.000Btu/h

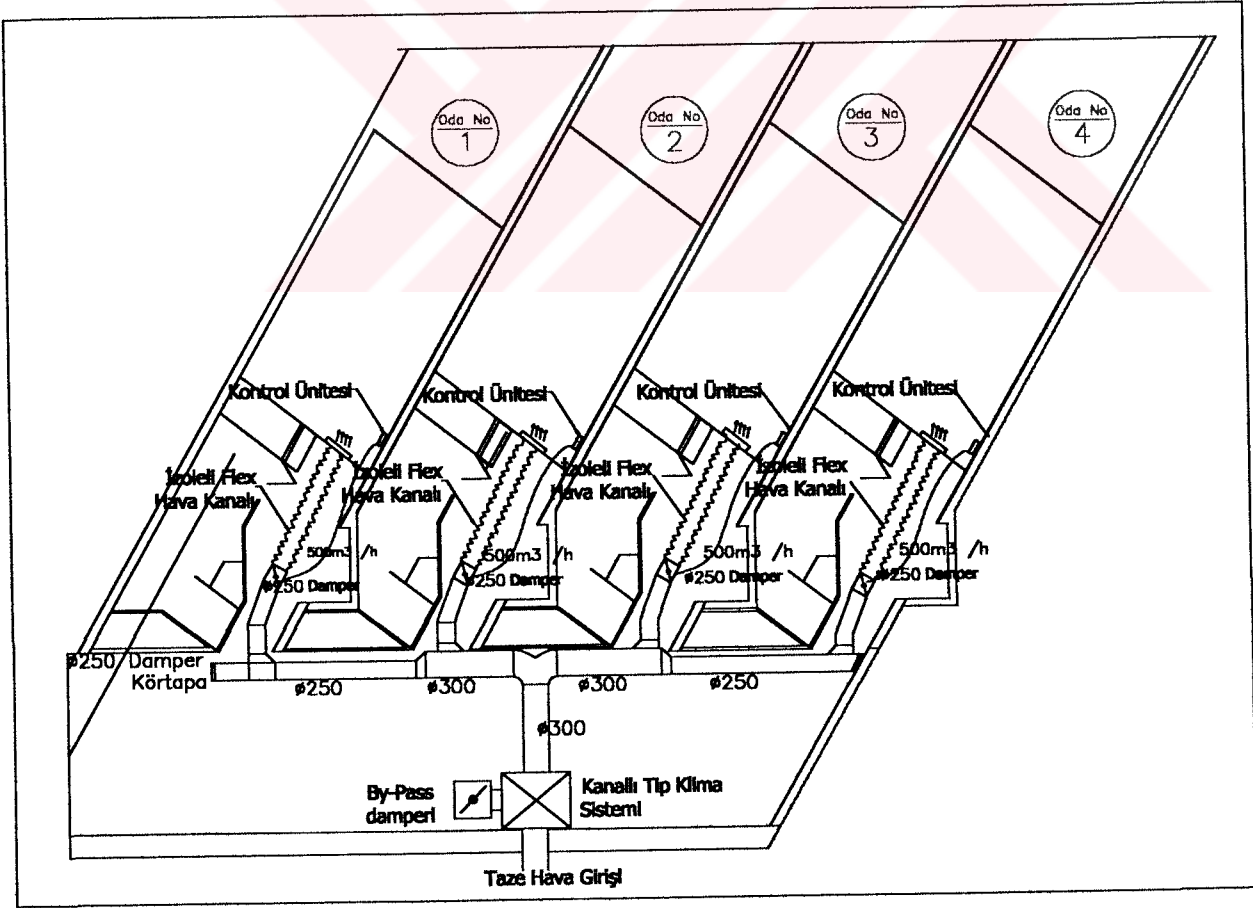
İstanbul için bir odanın soğutma kapasitesi ihtiyacı 2.7kW dır. Buda soğutma kapasitesi ihtiyacı Btu/h olarak 9288 değerine eşittir. Buna göre cihaz seçimini ilgili üretici kataloglarından yapıp her dört oda için bir klima cihazı kullanacağız. Oda no 1 ve 2'ye bir kanal hatı 3 ve 4 nolu oda için ayrı bir kanal hatı çekilecektir. Bununla ilgili şematik resim bir sonraki sayfada mevcuttur.

D.S.A.D.K.Sistemindeki gibi oda sıcaklığının kontrolünü sağlayabilmek için her odaya bir termostat ve oda içerisindeki mevcut kanal üzerine bir damper ve servomotor ilave edilecektir. Her bir damperin kapaması esnasında oluşacak fazla debiyi üzerine monte edilecek by-pass hattı üzerindeki damper ve servomotor ile sağlanacaktır.

Kanalların dağılımı her bir odanın kapısı üzerinden açılacak olan açıklıktan geçirilecek oda içinde asma tavan içinde ilerletilecek.İlerletilen flex kanal ucuna servomotor ve damper konulacak bu bağlantıdan sonra çift sıra kanatlı damperli menfez odaya alından üfleme yapacak şekilde monte edilecektir. Menfezin üfleme hızı 2m/s hız değerini aşmaması konfor için gereklidir. Oda içerisine üflenen havanın %20'si taze havadan oluşmaktadır. %80'i cihaza kapı altında bulunan menfezden klima cihazımıza tekrar ulaşmaktadır. Bu şekilde holde

soğutulmakta bu şekilde odaya girildiğinde direkt olarak oda sıcaklığı insanın bünyesi rahatsız etmemiş olacaktır. Buda kanallı tip klima sisteminin bir avantajıdır.

Kanallı cihazlar ile her odaya termostat ve damper montajı ile onaltı odasında sıcaklığının kontrolünü ayrı ayrı yapmak mümkün olacaktır.Ama bu sıcaklık kontrolü ile bir odanın soğutulması yapılırken diğer odanın ısıtılmasını bu sistemde yapmak mümkün olmamaktadır.Buda bu sistemin diğerine göre dezavantajıdır.



## 14.3 Kanallı Tip Klima Sistemleri İle D.S.A.D.K.Sistemlerinin Karşılaştırılması

Kanallı Klima Sistemi	D.S.A.D.K. Sistemi
Cihazlar odadan uzakta olduğundan Isıtma ve soğutma kanallı sistemle yapıldığından ses problemi ile karşılaşılmaz.	D.S.A.D.K.Sistemlerinin çok kaliteli ve üstün teknoloji olsa dahi yatak odalarında ses seviyesi rahatsızlık verici olacaktır
Kanallı bir sistemde ısıtma ve soğutma yapıldığında; teknik servis ihtiyacında teknik bir elemanın yaşam mahaline girmesine gerek kalmaz.	D.S.A.D.K.Sisteminin içinde bulunan filtrenin temizliğinin ve drenaj pompasının bakımının yapılması gerekir.Ayrıca içinde çalışan fanın arıza ve ses yapma riskide vardır.
Böyle bir problem kanallı cihazda filtre bakımı tek bir noktadan yapıldığından yaşam mahali içinde rahatsızlık vermez.	Bu filtrelerinin bakımının yapılmadığı durumlarda eşanjör kirlenecek ve cihazın kapasitesi düşecek cihazdan yeterli verim alınamayacaktır.
Taze hava bağlantısı cihaza tek noktadan yapılır.	Cihaza taze hava her bir oda için dış duvara açılacak olan açıklıktan cihazada konacak özel bir aparat ile cihaza verilmesi gerekir.
Buna gerek yoktur.	Ortamın havalandırma ihtiyacı ekstra bir kanalla sağlanabilir.
Soğutma borusunun kullanım metrajı daha azdır.	Kullanılan boru metrajı fazla olduğundan daha fazla ızalasyon gerektirir.
İşletmesi kolaydır teknik bir elemana ihtiyaç duymaz.	İşletmesi kanallı sisteme göre biraz daha karmaşık olduğundan oteller için servis elemanına sürekli ihtiyaç duyulur.
Buna oda içerisinde gerek yoktur.	Evaporatörde yoğuşacak nemin uzaklaştırılması için her bir cihaz için yoğuşum tahliye hattı çekmek gerekir.
Tek bir cihaza bağlanan odalarda biri soğutma yaparken diğerinin ısıtma yapması mümkün değildir.	Her bir oda için ayrı ayrı ısıtma ve soğutma gerçekleştirilir.
Soğutucu akışkan yaşam mahallinden geçmediğinden tehlike arz etmez.	Oda içerisinde iç üniteye kadar gelen bir soğutucu akışkan bağlantısı söz konusudur.

## 14.4 Yatırım Maliyetleri Hesabı

## 14.4.1 İSTANBUL için D.S.A.D klima sisteminin ilk yatırım maliyeti

## İÇERİK :İSTANBUL İÇİN KLİMA EKİPMANLARI

No	Yapılacak İşin Cinsi	Miktar	Birim	Malzeme Fiyatı	Döviz	Malzeme Birim Fiyatı	Malzeme Tutarı
<b>İÇ ÜNİTE</b>							
1	A32 TAVANA MONTE EDİLEN TİP	16 Ad.		594 \$		594 \$	9.504 \$
<b>DIŞ ÜNİTELER</b>							
2	I8K INVERTER MODELİ	1 Ad.		5285 \$		5.285 \$	5.285 \$
3	S8K SABİT HIZLI DIŞ ÜNİTE	2 Ad.		2675 \$		2.675 \$	5.350 \$
<b>KONTROL SİSTEM ELEMANLARI</b>							
4	51- 2A OTEL İÇİN BİRLEŞTİRİLMİŞ KUMANDA	16 Ad.		72 \$		72 \$	1.152 \$
<b>UZAKTAN KUMANDA SENSÖR</b>							
5	01-S0 UZAK SENSÖR	16 Ad.		28 \$		28 \$	448 \$
<b>ARA İŞLEMCI ÜNİTESİ</b>							
6	Aİ 100K	16 Ad.		449 \$		449 \$	7.184 \$
<b>İŞLEMCI ÜNİTE</b>							
7	BR3	1 Ad.		3326 \$		3.326 \$	3.326 \$
<b>BAĞLANTI ELEMANLARI</b>							
8	40T25+40T26	3 Ad.		110 \$		110 \$	330 \$
9	37T+25	18 Ad.		70 \$		70 \$	1.260 \$
10	18T+25	24 Ad.		56 \$		56 \$	1.344 \$
<b>BORULAMA</b>							
11	Φ6,4xt0,8	40 mt		11 \$/mt		11\$/mt	440 \$
12	Φ9,5xt 0,8	62,8 mt		11 \$/mt		11\$/mt	691 \$
13	Φ12,7xt 1,0	98 mt		11 \$/mt		11\$/mt	1.078 \$
14	Φ15,9xt 1,0	17,2 mt		11 \$/mt		11\$/mt	189 \$
15	Φ19,1xt 1,2	78 mt		13 \$/mt		13\$/mt	1.014 \$
16	Φ25,4xt 1,2	69 mt		15 \$/mt		15\$/mt	1.035 \$
17	Φ28,6xt 1,2	37 mt		18 \$/mt		18\$/mt	666 \$
18	Φ41,3xt 1,2	37 mt		20 \$/mt		20\$/mt	740 \$
<b>KANALLAMA</b>							
19	Menfes(16 Ad)+Üfleme Kutusu(16Ad)	16 Ad		70 \$		70 \$	1.120 \$
							<b>42.156 \$</b>

## 14.4.2 İZMİR için D.S.A.D klima sisteminin ilk yatırım maliyeti

## İÇERİK :İZMİR İÇİN KLİMA EKİPMANLARI

No	Yapılacak İşin Cinsi	Miktar	Birim	Malzeme Fiyatı	Döviz	Malzeme Birim Fiyatı	Malzeme Tutarı
<b>İÇ ÜNİTE</b>							
1	A32 TAVANA MONTE EDİLEN TİP	11 Ad.		594 \$		594 \$	6.534 \$
	A40 TAVANA MONTE EDİLEN TİP	5 Ad.		744 \$		744 \$	3.720 \$
<b>DIŞ ÜNİTELER</b>							
2	18K INVERTER MODELİ	1 Ad.		5285 \$		5.285 \$	5.285 \$
3	S8K SABİT HIZLI DIŞ ÜNİTE	2 Ad.		2675 \$		2.675 \$	5.350 \$
<b>KONTROL SİSTEM ELEMANLARI</b>							
4	51- 2A OTEL İÇİN BİRLEŞTİRİLMİŞ KUMANDA	16 Ad.		72 \$		72 \$	1.152 \$
<b>UZAKTAN KUMANDA SENSÖR</b>							
5	01-S0 UZAK SENSÖR	16 Ad.		28 \$		28 \$	448 \$
<b>ARA İŞLEMÇİ ÜNİTESİ</b>							
6	Aİ 100K	16 Ad.		449 \$		449 \$	7.184 \$
<b>İŞLEMÇİ ÜNİTE</b>							
7	BR3	1 Ad.		3326 \$		3.326 \$	3.326 \$
<b>BAĞLANTI ELEMANLARI</b>							
8	40T25+40T26	3 Ad.		110 \$		110 \$	330 \$
9	37T+25	18 Ad.		70 \$		70 \$	1.260 \$
10	18T+25	24 Ad.		56 \$		56 \$	1.344 \$
<b>BORULAMA</b>							
11	Φ6,4xt0,8	48 mt		11 \$/mt		11\$/mt	528 \$
12	Φ9,5xt 0,8	64 mt		11 \$/mt		11\$/mt	704 \$
13	Φ12,7xt 1,0	72 mt		11 \$/mt		11\$/mt	792 \$
14	Φ15,9xt 1,0	17,2 mt		11 \$/mt		11\$/mt	189 \$
15	Φ19,1xt 1,2	78 mt		13 \$/mt		13\$/mt	1.014 \$
16	Φ25,4xt 1,2	40 mt		15 \$/mt		15\$/mt	600 \$
17	Φ28,6xt 1,2	37 mt		18 \$/mt		18\$/mt	666 \$
18	Φ41,3xt 1,2	37 mt		20 \$/mt		20\$/mt	740 \$
<b>KANALLAMA</b>							
19	Menfez(16 Ad)+Üfleme Kutusu(16Ad)	16 Ad		70 \$		70 \$	1.120 \$
20	Izmirre Nakliye			250 \$		250 \$	250 \$
							<b>42.536 \$</b>



## 14.4.3 ANTALYA için D.S.A.D klima sisteminin ilk yatırım maliyeti

## İÇERİK :ANTALYA İÇİN KLİMA EKİPMANLARI

No	Yapılacak İşin Cinsi	Miktar	Birim	Malzeme Fiyatı	Döviz	Malzeme Birim Fiyatı	Malzeme Tutarı
<b>İÇ ÜNİTE</b>							
1	A32 TAVANA MONTE EDİLEN TİP	6 Ad.		594 \$		594 \$	3.564 \$
	A40 TAVANA MONTE EDİLEN TİP	10 Ad.		744 \$		744 \$	7.440 \$
<b>DIŞ ÜNİTELER</b>							
2	I8K INVERTER MODELİ	1 Ad.		5285 \$		5.285 \$	5.285 \$
3	S8K SABİT HIZLI DIŞ ÜNİTE	2 Ad.		2675 \$		2.675 \$	5.350 \$
<b>KONTROL SİSTEM ELEMANLARI</b>							
4	51- 2A OTEL İÇİN BİRLEŞTİRİLMİŞ KUMANDA	16 Ad.		72 \$		72 \$	1.152 \$
<b>UZAKTAN KUMANDA SENSÖR</b>							
5	01-S0 UZAK SENSÖR	16 Ad.		28 \$		28 \$	448 \$
<b>ARA İŞLEMÇİ ÜNİTESİ</b>							
6	A1 100K	16 Ad.		449 \$		449 \$	7.184 \$
<b>İŞLEMÇİ ÜNİTE</b>							
7	BR3	1 Ad.		3326 \$		3.326 \$	3.326 \$
<b>BAĞLANTI ELEMANLARI</b>							
8	40T25+40T26	3 Ad.		110 \$		110 \$	330 \$
9	37T+25	18 Ad.		70 \$		70 \$	1.260 \$
10	18T+25	24 Ad.		56 \$		56 \$	1.344 \$
<b>BORULAMA</b>							
11	Φ6,4xt0,8	48 mt		11 \$/mt		11\$/mt	528 \$
12	Φ9,5xt 0,8	64 mt		11 \$/mt		11\$/mt	704 \$
13	Φ12,7xt 1,0	80 mt		11 \$/mt		11\$/mt	880 \$
14	Φ15,9xt 1,0	17,2 mt		11 \$/mt		11\$/mt	189 \$
15	Φ19,1xt 1,2	78 mt		13 \$/mt		13\$/mt	1.014 \$
16	Φ25,4xt 1,2	40 mt		15 \$/mt		15\$/mt	600 \$
17	Φ28,6xt 1,2	37 mt		18 \$/mt		18\$/mt	666 \$
18	Φ41,3xt 1,2	37 mt		20 \$/mt		20\$/mt	740 \$
<b>KANALLAMA</b>							
19	Menfez(16 Ad)+Üfleme Kutusu(16Ad)	16 Ad		70 \$		70 \$	1.120 \$
20	Izmire Nakliye			250 \$		250 \$	250 \$
							<b>43.374 \$</b>



## 14.4.4 İSTANBUL için kanal tipi split klima sisteminin ilk yatırım maliyeti

## İÇERİK :İSTANBUL KLİMA EKİPMANLARI

No	Yapılacak İşin Cinsi	Miktar	Birim	Malzeme Fiyatı	Döviz	Malzeme Birim Fiyatı	Malzeme Tutarı
<b>İÇ ÜNİTE +DIŞ ÜNİTE</b>							
1	KANAL TİPİ SPLIT KLİMA 37800 BTU/h	4 Ad.		2080 \$		2.080 \$	8.320 \$
<b>KONTROL ÜNİTESİ</b>							
2	Φ250Dampier +Servomotor	16 Ad.		185 \$		185 \$	2.960 \$
3	Φ300Dampier +Servomotor+Basiñ Sensörü	4 Ad		220 \$		220 \$	880 \$
4	Kontrol Panosu	1 Ad.		2000 \$		2.000 \$	2.000 \$
5	Termostat(Odalara konulacak Servomoto ro kumanda edecek.)	16 Ad		88 \$		88 \$	1.408 \$
<b>KANAL İŞLEMİ</b>							
6	Φ250 İzoleli flex hava kanalı	90 mt		10 \$		10 \$	900 \$
7	Φ250 Yuvarlak hava kanalı	30 mt		12 \$		12 \$	360 \$
8	Φ300 Yuvarlak hava kanalı	30 mt		13 \$		13 \$	390 \$
9	35x15 Çift sıra kanatlı damperli menfez	16 Ad.		20 \$		20 \$	320 \$
10	30x20 Dönüş Menfezi	16 Ad.		13 \$		13 \$	208 \$
11	Φ300/250 Redüksiyon	8 Ad.		15 \$		15 \$	120 \$
12	Φ300/250 TE	8 Ad.		28 \$		28 \$	224 \$
13	Φ250 Manşon	6 Ad.		11 \$		11 \$	66 \$
14	Φ250 Körtapa	8 Ad.		9 \$		9 \$	72 \$
15	6mm Kanal ısı ızalasyonu	100 m2		6 \$		6 \$	600 \$
16	Kanal tipi iç ve dış ünite konsolu	4 Ad.		53 \$		53 \$	212 \$
17	Ana üfleme kutusu	4 Ad.		59 \$		59 \$	236 \$
<b>BORULAMA</b>							
18	1 nolu klima cihazı için borulama	27 mt		18 \$/mt		18\$/mt	486 \$
19	2 nolu klima cihazı için borulama	37 mt		18 \$/mt		18\$/mt	666 \$
20	3 nolu klima cihazı için borulama	30 mt		18 \$/mt		18\$/mt	540 \$
21	4 nolu klima cihazı için borulama	30 mt		18 \$/mt		18\$/mt	540 \$

21.508 \$

## 14.4.5 İZMİR ve ANTALYA için kanal tipi split klima sisteminin ilk yatırım maliyeti

## İÇERİK :İZMİR VE ANTALYA KLİMA EKİPMANLARI

No	Yapılacak İşin Cinsi	Miktar Birim	Malzeme Fiyatı	Döviz	Malzeme Birim Fiyatı	Malzeme Tutarı
<b>İÇ ÜNİTE +DIŞ ÜNİTE</b>						
1	KANAL TİPİ SPLIT KLİMA 48000 BTU/h	4 Ad.	2380 \$		2.380 \$	9.520 \$
<b>KONTROL ÜNİTESİ</b>						
2	Φ250Dampner +Servomotor	16 Ad.	185 \$		185 \$	2.960 \$
3	Φ300Dampner +Servomotor+Basinç Sensörü	4 Ad	220 \$		220 \$	880 \$
4	Kontrol Panosu	1 Ad.	2000 \$		2.000 \$	2.000 \$
5	Termostat(Odalara konulacak Servomotooru kumanda edecek.)	16 Ad	88 \$		88 \$	1.408 \$
<b>KANAL İŞLEMİ</b>						
6	Φ250 İzoleli flex hava kanalı	90 mt	10 \$		10 \$	900 \$
7	Φ250 Yuvarlak hava kanalı	30 mt	12 \$		12 \$	360 \$
8	Φ300 Yuvarlak hava kanalı	30 mt	13 \$		13 \$	390 \$
9	35x15 Çift sıra kanatlı dampertli menfez	16 Ad.	20 \$		20 \$	320 \$
10	30x20 Dönüş Menfezi	16 Ad.	13 \$		13 \$	208 \$
11	Φ300/250 Redüksiyon	8 Ad.	15 \$		15 \$	120 \$
12	Φ300/250 TE	8 Ad.	28 \$		28 \$	224 \$
13	Φ250 Manşon	6 Ad.	11 \$		11 \$	66 \$
14	Φ250 Körtapa	8 Ad.	9 \$		9 \$	72 \$
15	6mm Kanal ısı izolasyonu	100 m2	6 \$		6 \$	600 \$
16	Kanal tipi iç ve dış ünite konsolu	4 Ad.	53 \$		53 \$	212 \$
17	Ana üfleme kutusu	4 Ad.	59 \$		59 \$	236 \$
<b>BORULAMA</b>						
18	1 nolu klima cihazı için borulama	27 mt	18 \$/mt		18\$/mt	486 \$
19	2 nolu klima cihazı için borulama	37 mt	18 \$/mt		18\$/mt	666 \$
20	3 nolu klima cihazı için borulama	30 mt	18 \$/mt		18\$/mt	540 \$
21	4 nolu klima cihazı için borulama	30 mt	18 \$/mt		18\$/mt	540 \$
22	İzmir Nakliye	-	250 \$		250\$	250\$
						<b>22.708 \$</b>

## 14.5 İşletme Maliyetinin Üç İl için Ayrı Ayrı Bulunarak Optimum Olan Sistemin Belirlenmesi

### 14.5.1 Mühendislikte karar verme

Mühendislik denilince akla ilk gelen çeşitli makinaların mühendislik hesapları ve dizaynları akla gelmektedir. Günümüzde Mühendislerin “karar verici” pozisyona sahip olan kişilerden daha fazla rol oynaması ortaya çıkmıştır. Karar verme aşamasındaki kişilerin kriteri kullanılacak sadece makinaların özellikleri değil günümüzde daha da ön plana çıkan ekonomiklik gelmektedir.

Karar verme prosesinde olası seçeneklerin sonuçlarının belirli ölçütlere göre hazırlanmasına gerek duyulur. Şartlara bağlı olarak ekonomik ölçüt aşağıdakilerden birisi olacaktır. Aynı anda gerçekleşmesi olası seçeneklerin karşılaştırmanın en kolay yollarından biri bunların sonuçlarının şimdiki zamanda karşılaştırılmasıdır.

	Durum	Ölçüt
Sabit girdi	Toplam para miktarı veya diğer girdi kaynakları sabittir.	Gelirlerin veya diğer çıktıların şimdiki değerlerinin maksimizasyonu
Sabit çıktı	Gelirler veya diğer çıktılar sabit olarak oluşmaktadır.	Maliyet veya girdilerin şimdiki değerlerinin minimizasyonu
Ne sabit girdi Ne sabit çıktı	Ne toplam para miktarı veya diğer girdiler nede toplam gelirler veya diğer çıktılar sabittir.	Gelirlerin bugünkü değerleri ile maliyetlerin bugünkü değerlerinin farkı veya net bugünkü değerlerin maksimizasyonu

Şimdiki değer analizinde önemli noktalardan biri analiz döneminin verilmesidir. Ekonomik analiz problemlerinde farklı üç analiz dönemi ile karşılaşırız.

- Her cihazın yararlı ömrünün analiz dönemine eşit olması
- Cihazların yararlı ömürlerinin analiz döneminden farklı olması
- Analiz döneminin sonsuz olması

Hesaplamalarımızı daha düzgün verilerle desteklemek açısından iki sistem içi işletme esnasında arıza yapabilecek hayati önem taşıyan ve maliyeti en yüksek olan parçalarının neler olabileceği hakkında liste yapılmıştır.

Kanallı ve D.S.A.D.K. Sistemi için

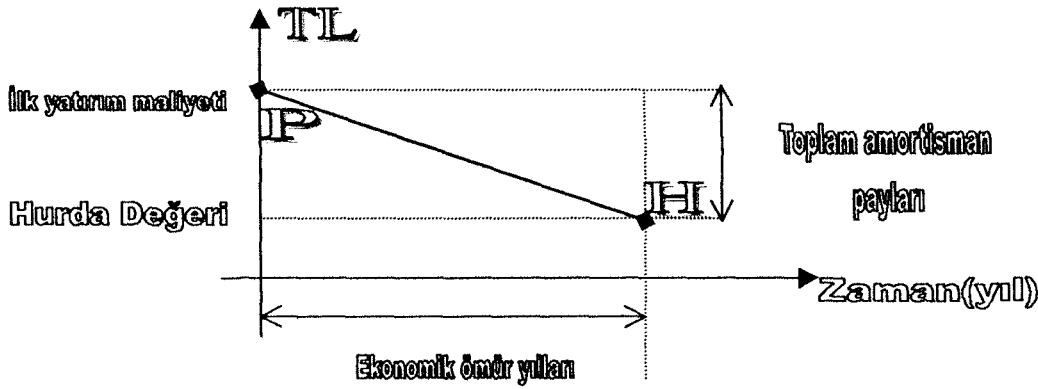
- Kompresör
- Kompresör fanı+motor
- İç ünit fanı+motor

#### 14.5.2 İşletme maliyetini belirleyen unsurlar

Ele aldığımız ekipmanların seçiminde önemli olacak kriterlerden biride yatırım maliyetlerinden daha önemli olan işletme maliyetleridir. Bunların içinde servis, yedek parça, tamir ve bakım maliyetleri, ekonomik ömür faktörleridir. Sistem seçimini yaparken hesaplamalarımızı aşağıdaki maliyet hesaplarını yaparak sonucu ekonomik olanı belirleyerek yapacağız.

##### 14.5.2.1 Amortisman maliyeti

Basit olarak Amortisman ilk yatırım maliyetinden hurda değerinin düşülerek ekonomik ömür üzerinden bir diyagram ile gösterilir.



P noktasından H noktasına ulaşmak için maliyet eksi birikimli amortisman eğrisini çizmek gerekir.

Amortisman Maliyeti =A , İlk yatırım Maliyeti =M

$$A = \frac{M}{i} \left( 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

Yıllık faiz oranı=i Cihaz Ömrü=n

Çizelge 14.11 Yıllık Amortisman Maliyeti Hesabı Cetveli

	(i) faiz oranı	Ömür, n	M İlk Yatırım Maliyeti	A Yıllık Amortisman
İstanbul				
D.S.A.D.K.Sistemi	%7	15	42.156\$	4628.47\$
Kanallı Klima Sistemi	%7	15	21.508\$	2361.45\$
İzmir				
D.S.A.D.K.Sistemi	%7	15	42.536\$	4670.20\$
Kanallı Klima Sistemi	%7	15	22.708\$	2493.20\$
Antalya				
D.S.A.D.K.Sistemi	%7	15	43.374\$	4762.20\$
Kanallı Klima Sistemi	%7	15	22.708\$	2493.20\$

#### 14.5.2.2 Tüketim(Elektrik) maliyeti

	D.S.A.D.K.S	Kanallı	% değişim
İstanbul			
Dış Ünite Komp.+Fan Motor	19.31kw	15.52kw	
İç Ünite Fan Motoru	0.8kw	1.26kw	
	20.11kw	16.78kw	%11.9
İzmir			
Dış Ünite Komp.+Fan Motor	19.31kw	20.6kw	
İç Ünite Fan Motoru	0.875kw	1.7kw	
	20.185kw	22.3kw	-%9.05
Antalya			
Dış Ünite Komp.+Fan Motor	19.31kw	20.6kw	
İç Ünite Fan Motoru	0.95kw	1.7kw	
	20.26kw	22.3kw	-%10

Yukarıda verilen değerlerde cihazların yüzde yüz çalışma kapasitesi için verilmiştir. Burada sadece mevsime göre D.S.A.D.K.sistemi için kapasitelerde bir değişim söz konusu olacaktır.

	Komp. Güç Oranı	İstanbul		İzmir		Antalya	
%100 Soğutma	%100	3/12	4.827kw	4/12	6.436kw	6/12	9.655kw
%75 Soğutma	%48	1/12	0.772kw	1/12	0.772kw	1/12	0.772kw
%25 Isıtma							
%50 Soğutma	%46	1/12	0.740kw	1/12	0.740kw	1/12	0.740kw
%50 Isıtma							
%25 Soğutma	%66	1/12	1.062kw	1/12	1.062kw	1/12	1.062kw
%75 Isıtma							
%100 Isıtma	%76	6/12	7.337kw	5/12	6.114kw	3/12	3.668kw
			13.676kw		15.124kw		15.917kw

Mevsimlere göre hesaplanan değerlerden sonra % değişim toplu olarak aşağıda gösterilmiştir. Burada gösterilen değerlerin bize sağladığı avantaj şudur ki ısıtma ve soğutmanın aynı anda gerçekleştiği aylardan ziyade ısıtma mevsiminin ay bazında yüksek olduğu illerde kullanıldığında elektriksel olarak kazanç %28 lere kadar ulaşıldığı görülmüştür.

Çizelge 14.12 Elektrik tüketim değerinin yıllık olarak saptanması

	Normal değer	Esas değer	-Yüzde değişim
İstanbul	20.110kw	14.476kw	-%28.01
İzmir	20.185kw	15.999kw	-%20.73
Antalya	20.260kw	16.867kw	-%20.11

Bir yıl içinde D.S.A.D.K.Sisteminin çeşitli güç oranları için çektiği toplam güç değeri esas değer olarak bulunmuştur. Aşağıda ise bununla ilgili tüketim maliyet hesabımızı yapalım.

Burada cihazımızın günde 18 saat çalışacağı yılda 300 gün çalışacağı kabul edilirse, Elektrik dolar olarak değeri 0.0591/kwh

Çizelge 14.13 İllere göre cihazların elektrik maliyeti

	Cihaz Tipi	Saatlik	Bir gün için	Bir yıl için	Maliyet	%Değişim
İstanbul	D.S.A.D.K.S	14.476kw	260.568kw	78170.4kw	4619.87\$	-%15.91
	Kanallı	16.78kw	302.04kw	90612 kw	5355.16\$	
İzmir	D.S.A.D.K.S	15.999kw	287.982kw	86394.6kw	5105.93\$	-%39.38
	Kanallı	22.30kw	401.40kw	120420kw	7116.82\$	
Antalya	D.S.A.D.K.S	16.867kw	303.606kw	91081.8kw	5382.93\$	-%32.22
	Kanallı	22.30kw	401.40kw	120420kw	7116.82\$	

### 14.5.2.3 Arıza ve bakım maliyetleri

Değerlendirmeye esas olacak işletme maliyetlerinin diğer faktörleride Bakım, işçilik, malzeme, arıza ve diğer beklenmeyen masraflardan oluşur. Masrafların hesaplanması için aşağıdaki mali değerlerin bilinmesi gerekir.

	D.S.A.D.K.Sistemi	Kanallı
Klimanın ömrü	15 yıl(üretici firma)	15 yıl(üretici firma)
Cihazın hurda değeri	İlk yatırımın %20si	İlk yatırımın %20 si
Bakım	60\$/cihaz	85\$/cihaz
Arıza	20\$/cihaz	30\$/cihaz
Kompresör değişimi	80\$/cihaz	120\$/cihaz
Kompresör	630\$/cihaz	1200\$/cihaz
Montaj	150\$/cihaz	170\$/cihaz
Start-up	50\$	50\$
İç ünite fanı +motor	131\$	180\$
Dış ünite fanı	136\$	275\$
Dört yollu vana	166\$	-

Cihazlarımızın arıza ve bakım gerektirecek olan önemli parçaları çalışan mekanik aksamlarıdır. Kullanılan ekipmanların ne kadar kaliteli ve ne kadarda üstün teknoloji ile üretildiği gözönüne alınsa, mutlaka arıza ve bakım ihtiyacı olacaktır. Hesaplamalarımızı daha belirli şekilde ortaya çıkarabilmek için bazı kabullerimiz olacaktır.

Kompresör 4defa/15yıl

İç ünite fanı+motor 2defa/15yıl

Dış ünite fanı+motor 2defa/15yıl

Değişim Çarpanı 0.15-0.25 arasında alınmıştır.

Çizelge 14.14 Parçaların yıllara göre değişim sayısı

	Parça	Miktar (Ad.)	Değişim sayısı /15yıl	Değişim Çarpanı	Değişim Sayısı/15yıl	Net değişim sayısı
D.S.A.D.K.S	İç ünite fanı+motor	16	2	0.15	4.8	5
	Kompresör	6	4	0.25	6	6
	Dış ünite fanı+motor	4	2	0.25	3	3
Kanallı	İç ünite fanı+motor	4	2	0.15	1.2	2
	Kompresör	4	4	0.25	2	2
	Dış ünite fanı+motor	4	2	0.25	4	4

Aşağıdaki Çizelge 14.15’de 15 seneye göre gösterilecek maliyet toplamı yıllık olarak da gösterilecektir.

Çizelge 14.15 Cihazların yıllık bakım maliyetleri

	Kanallı	D.S.A.D.K.S
İç Ünite fanı+motor	262\$	900\$
Dış ünite Fanı+Motor	272\$	825\$
Kompresör Değişimi	2520\$	7200\$
Kompresör Değişimi (bakım)	320\$	320\$
Periyodik bakım	5760\$	3420\$
Arıza	2400\$	6840\$
	11.534\$/15yıl	19.505\$/15yıl
	768.9\$/yıl	1300\$/yıl



### 14.6 Cihazların Toplam İşletme Maliyetinin İllere Göre Pahalılık % Değişiminin Gösterimi

Çizelge 14.16 İllere göre % pahalılık

	AYıllık Amortisman	Elektrik tüketimi	Arıza ve Bakım Giderleri	Yıllık Toplam Gider	15 yıl için Toplam Gider	% Değişim
İstanbul						
D.S.A.D.K.S	4628.47\$	4619.87\$	1300\$/yıl	10548.34\$	158225.10\$	%24
Kanallı	2361.45\$	5355.16\$	768.9\$/yıl	8485.51\$	127282.65\$	
İzmir						
D.S.A.D.K.S	4670.20\$	5105.93\$	1300\$/yıl	11076.13\$	166141.95\$	%6
Kanallı	2493.20\$	7116.82\$	768.9\$/yıl	10378.92\$	155683.80\$	
Antalya						
D.S.A.D.K.S	4762.20\$	5382.93\$	1300\$/yıl	11445.13\$	171676.95\$	%10
Kanallı	2493.20\$	7116.82\$	768.9\$/yıl	10378.92\$	155683.80\$	

### 14.7 Şimdiki Değer Yöntemine Göre Cihazların Yatırım Dahil Bugünkü Değerinin Hesabı ve Avantajlı Olan Sistemin Seçimi

Cihazlarımızda her yıl yapılacak olan sabit toplam giderlerin şimdiki değere indirgeyerek, üç il için yapacağımız bir yatırımda hangisinin avantajlı olduğunu görürüz.

Şimdiki değer analizinde aşağıdaki formülü kullanacağız.

$$P = \frac{A(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i}$$

Paranın bugünkü değeri=P

Yıllık sabit gider ve gelir=A

Faiz oranı =I

İşlem zamanı=n

Yukarıdaki Çizelge 14.16 'yı tekrar aşağıda oluşturalım.

Çizelge 14.17 Cihazların illere göre ve işletme dahil yatırımın bugünkü değeri

	İlk yatırım maliyeti	A Yıllık Toplam Gider	Yıllık toplam giderin bugünkü değeri	Cihazın hurda Değeri	Cihazların Yatırım Dahil Bugünkü Değeri	% Pahalılık
<b>İstanbul</b>						
D.S.A.D.K.S	42156\$	10548.34\$	96073.34\$	-8431.2\$	129798.14\$	<b>%37</b>
Kanallı	21508\$	8485.51\$	77285.26\$	-4301.6\$	94491.66\$	
<b>İzmir</b>						
D.S.A.D.K.S	42536\$	11076.13\$	100880.4\$	-8507.2\$	134909.20\$	<b>%20</b>
Kanallı	22708\$	10378.92\$	94530.27\$	-4541.6\$	112696.67\$	
<b>Antalya</b>						
D.S.A.D.K.S	43374\$	11445.13\$	104241.22\$	-8674.8\$	138940.42\$	<b>%23</b>
Kanallı	22708\$	10378.92\$	94530.27\$	-4541.6\$	112696.67\$	

Çizelge 14.17’de görüldüğü gibi ilk yatırım maliyeti dahil her bir cihaz için oluşturulan yıllık toplam giderler ve bu giderlerin bugünkü değeri ve cihazların hurda değeri hesaplanarak oluşturulan bu sonuç çizelgesinde bir yatırımcının yatırım yaparken en son bakacağı çizelge oluşturulmuştur.

## 15. SONUÇLAR

Kanallı tip split klima sistemleri ile D.S.A.D.K. sistemleri ile yapılan işletme ve yatırım maliyetinin hesaplamaları sonucunda,

Son yıllar içinde yaygınlaşan D.S.A.D.K. sistemi ve kanallı sistemler günümüz şartları içerisinde eskiden lüks bir konfor aracı iken bir gereksinim haline gelmiştir. Teknolojisi ileri olan sistemler ilk çıktıklarında ve üretildiklerinde her zaman pahalı ve satın alınması her zaman güç olmuştur. Ucuz olan sistemler buna alternatif olarak kullanılmıştır.

İstanbul, İzmir ve Antalya için yapılan yatırım ve işletme maliyeti analizinde varılan sonuç; İzmir ve Antalya illeri için D.S.A.D.K. sistemi kanallı sisteme göre %20-25 arası pahalıdır. Ama bu pahalılık yeni bir sistem ve teknoloji için fazla önemli değildir. İleriki yıllarda bu sistemin yeni ürünleri çıktıkça bu maliyet analizinde kullanılan cihazlarda bir ucuzlama ister istemez ortaya çıkacaktır.

D.S.A.D.K. sisteminin Ege ve Akdeniz sahil şeridinde kullanılması kompresör güç oranlarındaki azalma sayesinde elektrik masraflarında %28'e varan bir kazanç sağlamaktadır. Bu sistemin yani Isı Geri Kazanımlı Değişken Soğutucu Akışkan Debili Klima Sistemi bu sahil şeridinde yatırımcı için bir kazanç sağlamaktadır. Buna karşın bu sistemin tek dezavantajı ilk yatırım maliyetinin kanallı sisteme göre pahalı olmasından kaynaklanmaktadır. İstanbul ele alındığında yatırımcı D.S.A.D.K. sisteminin kanallı sistemden %37'lere varan bir pahalılık olduğunu görecektir.

Kanallı cihazlarda her odaya termostat ve damper montajı ile bütün odaların sıcaklığının kontrolünü ayrı ayrı yapmak mümkündür. Ama bu sıcaklık kontrolü ile bir odanın soğutulması yapılırken diğer odanın ısıtılmasını bu sistemde yapmak mümkün olmamaktadır. Bu da sistemin diğerine göre dezavantajıdır.

İleriki yıllarda D.S.A.D.K. sisteminin yatırım maliyetinin düşmesi, arıza anındaki yedek parça ve bakım masraflarının azalması ve ilke yatırım maliyetinin eşitlenmesi ile oluşan sabit giderlerin azalması, tüketicinin aynı anda hem ısıtma hemde soğutma ihtiyacını karşılayabilmesi önümüzdeki yıllarda bu tip cihazların seçilmesi avantajlı hale gelecektir.

**KAYNAKLAR**

ASHRAE Handbook Fundamentals,(1997)

Engineering Data (1997), VRV plus series Daikin Industries, Ltd. Vol 2-2

Engineering Data, (1996), VRV System Daikin Industries, Ltd. Vol 2-1B

Handbook of Air Conditioning System Design Carrier Air Conditioning Company

Klima Havalandırma Tesisatı, ISISAN Çalışmaları No:158

New Products, (1996) Daikin Industries, Ltd.

III. Ulusal Tesisat Tesisat Mühendisleri Kongresi ve Sergisi Cilt II

Tolga,E. ve Kahraman,T. (1994), Mühendislik Ekonomisi, İTÜ Yayını İstanbul

VRV System Option Handbook Daikin Industries, Ltd. Vol Si-07

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum Tarihi 16.09.1972

Doğum Yeri İstanbul

Lise 1986-1991 Kabataş Erkek Lisesi

Lisans 1992-1996 Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak.  
Makina Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1996-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı Kurum 1996-1998 ISISAN A.Ş