

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK BİNALARDA UYGULANAN SOĞUTMA
SİSTEMLERİNDEKİ YENİLİKLER VE UYGULAMALARI

Makina Müh. Tülay KALK

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan HEPERKAN

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 2002

Prof. Dr. Hasan Heparcan

Doç. Dr. Düriye Bilge

Doç. Dr. Uğur Kespın

Hasan Heparcan
Düriye Bilge
Uğur Kespın

128287

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v-vi
KISALTIMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii-ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. SOĞUTMANIN GENEL OLARAK İNCELENMESİ	3
2.1 Soğutma Nedir?	3
2.2 Soğutma Makinaları.....	3
2.3 Isı Pompaları.....	4
2.4 Soğutma Çevrimleri	6
2.4.1 Ters Carnot Çevrimi.....	6
2.4.2 İdeal Buhar Sıkıştırılmalı Soğutma Çevrimi	7
2.4.3 Gerçek Buhar Sıkıştırılmalı Soğutma Çevrimi.....	8
3. SOĞUTMA ÇEVİRİMİNDE KULLANILAN AKIŞKANLAR.....	10
3.1 Soğutucu Olarak Kullanılan Maddeler.....	10
3.2 CFC'lerin Ozon Tabakasına Etkisi.....	15
3.3 Alternatif Soğutucu Maddeler	16
3.4 Soğutucu Akışkanlardan Beklenen Özellikler.....	17
4. KONFOR ŞARTLARI.....	18
4.1 İnsan Konforu	18
4.2 Isıl Konfor	18
4.3 Konfora Etki Eden Faktörler.....	18
5. İKLİMLENDİRME	20
5.1 Nemli Havanın Duyulur Isıtılması	20
5.2 Nemli Havanın Duyulur Soğutulması.....	21
5.3 İki Nemli Havanın Adyabatik Karışımı	22
6. İÇ HAVA KALİTESİ	23
7. KLİMA SİSTEMİ SEÇİMİ.....	25
7.1 Seçim Hedefleri	26

7.2	Sistem Seçim Kriterleri	26
8.	YÜKSEK YAPILARIN ÖZELLİKLERİ	29
9.	KLİMA SİSTEMLERİ	32
9.1	Klima Sistemlerinin Sınıflandırılması	32
9.1.1	Tam Havalı Tek Zonlu Merkezi Sistem	32
9.1.2	Tam Havalı Çok Zonlu Merkezi Sistem	32
9.1.2.1	Değişken Hava Debili Klima Sistemleri (VAV Sistem)	33
9.1.2.1.1	Tek Kanallı Basit VAV Sistem	33
9.1.2.1.2	Tekrar Isıtılmalı veya Çift Kanallı VAV Sistemi	34
9.1.2.1.3	Bağımsız Çevre Sistemli VAV Sistemi	35
9.1.2.1.4	Fan Destekli VAV Sistemi	35
9.1.2.1.5	Ekonomizör Çevrimli VAV Sistemleri	35
9.1.2.2	Avantajlar ve Dezavantajlar	36
9.1.3	Fan-Coil Sistemi	37
9.1.3.1	İki Borulu Sistem	38
9.1.3.2	Dört Borulu Sistem	40
9.1.4	Değişken Soğutucu Akışkanlı Merkezi Sistemler (VRV Sistemi)	41
9.1.4.1	VRV Klima Sistemi Kısımları	41
9.2	Klima Sistemlerinde Kullanılan Cihazlar	44
9.2.1	Klima Santralleri	44
9.2.1.1	Klima Santralleri Uygulamaları	51
9.2.1.2	Klima Santrali Serpantin Kapasitesi Hesap Örneği	53
9.2.2	Fan-Coil Cihazları	57
9.2.3	Soğutma Kuleleri	59
9.2.4	Soğutma Grupları	61
9.2.4.1	Soğutma Grubu Tipleri	62
9.2.4.2	Soğutma Gruplarında Kullanılan Kompresör Tipleri	62
9.2.5	Pompalar	64
9.2.5.1	Güç Tüketiminin Hesabı	64
9.2.5.2	Pompa Karakteristik Eğrisi	65
9.2.5.3	Sistem Karakteristiği	65
9.2.5.4	Çalışma Noktası	66
9.2.5.5	Frekans Konvertörü ile Pompanın Kontrolü	67
10.	OTOMATİK KONTROL TESİSATI	69
10.1	Bina Otomasyon Sistemlerinin Getirileri	69
10.2	Sabit Debili %100 Taze Havalı Primer Havalandırma Santrali Kontrol Sistemi	71
10.3	Sabit Debili Karışım Havalı Klima Santrali Kontrol Sistemi	72
10.4	Fan-Coil Üniteleri Otomatik Kontrolü	76
10.5	VRV Sistemlerinde Otomatik Kontrol	79
10.6	Soğutma Kuleleri Otomatik Kontrolü	80
10.7	Sensör Yerleşimi	81
11.	YANGIN DUMAN KONTROLÜ	82

11.1	Giriş.....	82
11.2	Bölgesel Duman Kontrolü	83
11.3	Merdiven Yuvası Basınçlandırması.....	84
11.4	Yangın Damperleri.....	85
11.5	Duman Damperleri.....	85
12.	KLİMA TESİSATI PROJE UYGULAMASI.....	86
12.1	Örnek Bina Hakkında Temel Bilgiler	86
12.2	Örnek Bina Otomasyon Senaryosu.....	88
12.3	Örnek Bina Yangın Senaryosu	113
12.4	Elektrik Enerjisinden Tasarrufun Analizi	121
12.5	İnsan Gücünden Tasarruf	124
12.6	Yakıt Maliyetinden Tasarrufun Analizi	124
12.6.1	Yakıt Maliyeti Hesabı ve Karşılaştırma	130
12.6.1.1	Yıllık Isı İhtiyacı.....	130
12.6.1.2	Yıllık Yakıt İhtiyacı.....	131
12.6.1.3	Yıllık Yakıt Maliyeti.....	132
12.7	Geri Dönüşüm Süresi Hesabı.....	136
13.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	142
	KAYNAKLAR.....	143
	EKLER.....	144
EK 1	Örnek Bina Mekanik Tesisat Proje Raporu.....	145
EK 2	Örnek Bina Otomasyon Tesisatı Ölçüm Değerleri.....	158
EK 3	Örnek Bina Cihaz Listeleri.....	176
EK 4	Örnek Bina Mekanik Tesisat Projeleri.....	181
	ÖZGEÇMİŞ.....	185

SİMGE LİSTESİ

Q_L	Soğutulan ortamdan çekilen ısı
Q_H	Daha sıcak ortama verilen ısı
T_L	Soğutulan ortamın sıcaklığı
T_H	Isı verilen ortamın sıcaklığı
$W_{net,g}$	Çevrimde dolaşan akışkan üzerinde yapılması gereken sıkıştırma işi
COP_{SM}	Soğutma pompası etkinlik katsayısı
COP_{IP}	Isıtma pompası etkinlik katsayısı
T	Sıcaklık
S	Entropi
q_{1-2}	Sisteme verilen ısı
w_1	1 şartındaki havanın özgül nemi
w_2	2 şartındaki havanın özgül nemi
w_3	3 şartındaki havanın özgül nemi
h_1	1 şartındaki havanın entalpisi
h_2	2 şartındaki havanın entalpisi
h_3	3 şartındaki havanın entalpisi
m_a	Sistemdeki kuru hava miktarı
m_s	Soğutma kulesinden çıkan suyun kütleli debisi
m_v	Kulede buharlaşan suyun kütleli debisi
m_h	Hava debisi
$T_{s,g}$	Suyun gidiş sıcaklığı
$T_{s,c}$	Suyun çıkış sıcaklığı
r	Suyun gizli buharlaşma ısısı
$h_ç$	Havanın çıkış entalpisi
h_g	Havanın giriş entalpisi
E	Kontrol faktörü
T_d	Dış sıcaklık
t_d	Dönüş suyu sıcaklığı
k	Isı İletim Katsayısı
A	Alan
Δt	Sıcaklık farkı
Q_{IS}	Isıtma kapasitesi
V	Hava debisi
T_d	Dış sıcaklığı
$T_{çıkış}$	Çıkış sıcaklığı
$T_{iç}$	İç sıcaklık
$T_{karışım}$	Karışım sıcaklığı
$V_{taze\ hava}$	Taze hava debisi
Q_N	Saatlik norm ısı kaybı
Q_{IK}	Isı kaybı
Q_a	Yıllık ısı kaybı
b_y	Yıllık ısı ihtiyacının tam yükte karşılanma süresi
G	Hesaplanan yer için derece gün değeridir.
Δt_{max}	İç sıcaklıkla, dış hesap sıcaklığı arasındaki fark
Q_a'	Yıllık brüt ısı ihtiyacı
η_K	Kazan anma ısı verimi
η_V	Dağıtım ısı kayıpları
η_B	Durma kayıpları

q	Durma sırasındaki ısı kaybı yüzdesi
b	Isıtma mevsimi boyunca kazanın çalıştırıldığı saat sayısı
bk	Kazanın yıl boyunca fiilen çalıştığı zaman
Ba	Yıllık Yakıt İhtiyacı
Hu	Yakıtın alt ısı değeri
K2	Yıllık yakıt maliyeti
P	Kilogram veya metreküp başına yakıt fiyatı
f	Bütün verimsizlikleri göz önüne alan bir faktördür
fo	Verim sabiti.
f1	Güneşten ve iç kaynaklardan olan ısı kazançları faktörü
f2	Enfiltrasyon eş zaman faktörü
f3	Isıtıcıların iyiliği ile ilgili faktör
f4	Kısmen ısıtılan odaların etkisi
f5	Oda sıcaklığının hesap değerine göre değiştirilmesi
f6	Isı izolasyonunun etkisi
f7	Otomatik kontrol sisteminin iyiliği
f8	Kazan duman yüzeylerinin kirlenme faktörü
f9	Kullanma zamanı
Q	Debi
ρ	Yoğunluk
p	Basınç
H	Basma yüksekliği
μ	Pompa toplam verimi
Pp	Pompa giriş gücü
Hgeo	Geometrik yükseklik
n	Devir sayısı

KISALTMA LİSTESİ

HVAC	Heating vantilation air-conditioning
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
VAV	Variable air volume
CAV	Constant air volume
VRV	Variable refrigerant volume
BYS	Bina yönetim sistemleri
BMS	Bina merkezi sistemleri
FCU	Fan-coil unit



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Soğutma makinası prensip şeması.....3
Şekil 2.2	Isı pompası prensip şeması.....5
Şekil 2.3	Ters carnot çevrimi.....6
Şekil 2.4	Ters carnot çevrimi T-S diyagramı6
Şekil 2.5	İdeal buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi.....8
Şekil 2.6	İdeal buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi T-S diyagramı.....8
Şekil 2.7	Gerçek buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi T-S diyagramı.....9
Şekil 5.1	Değişik iklimlendirme işlemleri.....20
Şekil 5.2	Nemli havanın duyulur ısıtmasını gösteren psikometrik diyagram.....20
Şekil 5.3	Nemli havanın duyulur soğutmasını gösteren psikometrik diyagram.....21
Şekil 5.4	İki nemli havanın adyabatik karışımını gösteren psikometrik diyagram.....22
Şekil 8.1	Tipik yüksek bina örneği.....31
Şekil 9.1	Tek kanallı basit VAV sistemi.....34
Şekil 9.2	Sabit havalı çift kanallı basit VAV sistemi.....34
Şekil 9.3	Denge (egzost) fanlı, dönüş fansız, geliştirilmiş VAV ekonomizör çevrimi.....36
Şekil 9.4	İki borulu sistem.....39
Şekil 9.5	Dört borulu sistem.....40
Şekil 9.6	Prefabrik boru grubu ve elektrik hattı.....43
Şekil 9.7	Dış ünite ve iç ünite bağlantıları.....44
Şekil 9.8	Klima santrali.....45
Şekil 9.9	Filtre tipleri.....47
Şekil 9.10	Plakalı ısı eşanjörü.....50
Şekil 9.11	Tamburlu ısı geri kazanım ünitesi.....51
Şekil 9.12	Çift serpantinli ısı geri kazanım ünitesi.....51
Şekil 9.13	Taze hava klima santrali uygulaması.....52
Şekil 9.14	Resirküle tip klima santrali uygulaması.....52
Şekil 9.15	Karışım havalı tip klima santrali uygulaması.....53
Şekil 9.16	Kasetli döşeme tip fan-coil.....59
Şekil 9.17	Kasetsiz tavan tip fan-coil.....59
Şekil 9.18	Doğal çekişli soğutma kulesi.....60
Şekil 9.19	Zorlanmış çekişli soğutma kulesi.....60
Şekil 9.20	Pompa karakteristik eğrisi.....65
Şekil 9.21	Sistem karakteristiği.....66
Şekil 9.22	Çalışma noktası.....66
Şekil 9.23	Devir hızının değişimi.....67
Şekil 9.24	Frekans konvertörü ile pompanın kontrolü.....68
Şekil 10.1	Primer taze hava santrali otomatik kontrol sistem şeması.....72
Şekil 10.2	Sabit debili klima santrali otomatik kontrol sistem şeması.....76
Şekil 10.3	İki yollu, iki konumlu, iki borulu FCU otomatik kontrolü sistemi.....78
Şekil 10.4	Üç yollu, iki konumlu, iki borulu FCU otomatik kontrolü sistemi.....78
Şekil 10.5	İki yollu, oransal, dört borulu FCU otomatik kontrolü sistemi.....79
Şekil 10.6	VRV sistemi otomatik kontrolü80

Şekil 10.7	Soğutma kuleleri otomatik kontrolü.....	80
Şekil 11.1	Yangın zonu ve yangın damperleri.....	84



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1.	Yaygın kullanılan soğutucuların kullanım alanları ve oranları.....	14
Çizelge 3.2	CFC içeren soğutucu gazlarla ilgili alternatifler.....	16
Çizelge 9.1	Türlerine ve verimlerine göre filtre uygulamaları.....	48
Çizelge 12.1	Masraf ve maliyet çizelgesi.....	137
Çizelge 12.2	Binanın yararlı ömrü boyunca elde edilen kazanç tablosu.....	138



ÖNSÖZ

‘Yüksek Binalarda Uygulanan Soğutma Sistemlerindeki Yenilikler ve Uygulamaları’ konulu araştırmam sırasında değerli bilgileri ile beni yönlendiren, tez danışmanım Sn Prof.Dr. Hasan Heperkan’a ve mühendislik eğitimi aldığım tüm öğretmenlerime, Otomasyon Tesisatı konusundaki en son gelişmeleri benimle paylaşan ALARKO A.Ş çalışanlarına, engin tecrübeleri ve anlayışları ile beni destekleyen, TOKAR A.Ş Genel Müdür Yardımcısı Makina Mühendisi Sn.Hüseyin Erdem’e, Proje Müdürüm Makina Mühendisi Sn Kirkor Boyacıoğlu’na, Şantiye Müdürüm Makina Mühendisi Sn. Haludun Dikicioğlu’na ve Sn Arzu Turhan başta olmak üzere diğer tüm mesai arkadaşlarıma, çalışmalarım sırasında sonsuz desteklerinden dolayı nişanlım Makina Y. Mühendisi Sn. Barış Atayılmaz ve yeni aileme, tüm eğitim hayatım boyunca maddi-manevi olarak her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.



ÖZET

Günümüzde teknoloji ilerledikçe, binalarda mimari değişim ve gelişimlere paralel olarak, insanların daha iyi konfor şartlarında yaşamaları amacı doğrultusunda, mekanik tesisat önem kazanmıştır.

Geçmişte sadece sıhhi tesisat ve ısıtma tesisatı ile sınırlı kalmış olan mekanik tesisat uygulamalarında, son yıllarda modern ve yüksek bina yapımının artması ile soğutma, yangın ve otomasyon tesisatı da zorunlu hale gelmiştir.

Bu çalışmada, soğutma tekniği ve soğutucu akışkanlar genel hatları ile incelenmiş,yüksek binalarda kullanılan soğutma sistemleri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Isıtma ve soğutma sistemlerinin gelişimi sonucunda, enerji tasarrufu ve bina güvenliği gereksiniminden dolayı, kullanım, neredeyse zorunlu hale gelmiş olan otomasyon ve yangın sistemleri de anlatılmıştır. Ayrıca son teknolojiye uygun olarak tüm mekanik tesisatı yapılmış olan örnek bir yüksek bina seçilmiş, bu binanın otomasyon ve yangın senaryoları yazılarak, otomasyon tesisatı sonucunda kış konumundaki elektrik ve yakıt tasarrufu incelenmiştir.

Anahtar kelimeler; Konfor, mekanik tesisat, otomasyon, soğutma, tasarruf.

ABSTRACT

Today, as technology develops, in paralel to the architectural changes and developments, mechanical construction also gains importance to create more comfortable life for people

In the past, mechanical applications in the buildings were only confined to cooling and plumbing. On the other hand, in the recent years, as the number of modern and high buildings increased, automation, cooling and fire systems have become compulsory.

In this study, the cooling technics and the refrigerants have been investigated in general. In addition, a detailed information on cooling systems in high building has been given. Automation and fire systems which have become compulsory due to the requirements of energy saving and building security, as a result of the development of cooling and heating systems have been discussed.

Moreover, in line with latest technology, a sample high building with all mechanical systems has been choosen and the energy savings related to electricity and fuel consumption in winter have been investigated considering all the possible automation and fire senarious.

Keywords; Comfort, mechanical application, otomation, cooling, saving

1. GİRİŞ

İnsanlar tarihin ilk çağlarından beri, işlevi ne olursa olsun, gerek doğa koşullarına karşı, gerek mahremiyet ve savunma amaçlı olarak içinde rahat yaşayabilecekleri, iklimsel ve kültürel koşullara en iyi uyumu sağlayacağını düşündüğü yapılar gerçekleştirme çabasında olmuştur. Eskiden amaçlar barınmak, korunmak ve mahremiyetin sağlanması ile sınırlı iken, bugün teknolojik gelişimin verdiği olanaklara paralel olarak artan fiziksel ve psikolojik kontrol taleplerine cevap verebilecek mekanların gerçekleştirilmesi önem kazanmıştır.

Değişim, mimarlık disiplini için yeni bir kavram değildir. Mimarının kültürel, teknolojik ve ekonomik değişimi yansıtan bir ayna olması nedeni ile toplum yapısının dinamizmi paralelinde, her alandaki değişimin yaşamlarımıza ve yaşam kabuklarımız olan mimari ürünlere yansması kaçınılmazdır. Sanayi devriminin her alandaki çok yönlü etkisinin binalarımıza yansması, seri üretime dayalı olan yeni üretim teknolojileri, yapım sistemleri, çelik ve cam gibi malzemeler yanı sıra ısıtma, havalandırma gibi konfora yönelik sistemlerin yaygınlaşması şeklinde özetlenebilir.

Dünyada gelişen teknolojiye paralel olarak, tesisat mühendisliği uzmanlık konusu haline gelmiş ve özellikle yüksek binalarda mimari kadar mekanik tesisat da önem kazanmıştır. Günümüzde iklimlendirme, HVAC sistemlerinde ısıtma ve havalandırma ile bir arada, dünyanın pek çok yerinde kullanılmaya başlanmıştır. Pek çok sistemin amacı, sağlık açısından hiç bir olumsuz etkisi olmayan, memnun edici ve taze olarak verilen iç ortam havası temin etmek ve hemen hemen tüm kullanıcılar tarafından rahat kabul edilen bir ısı ortam yaratmaktır. Bu amaca erişmek yolunda enerji verimliliğine ve enerji sürekliliğinin korunmasına da yeterli önem verilmelidir.

Konfor şartlarının sağlanmasının en önemli kuralı, dış hava sıcaklığına göre, ortam sıcaklığının her zaman dizayn sıcaklık değerinde tutulabilmesidir. Bu aşamada, binanın kullanımına göre doğru seçilmiş klima sistemi ile otomatik kontrol, ve bina otomasyon sistemlerinin uygulaması önem kazanmaktadır. Uygun tasarlanmış, bulunduğu iklim koşullarına uygun mekanik tesisat işletme senaryoları, iyi oluşturulmuş bir otomasyon sistemi yüksek enerji tasarrufu sağlayabilmektedir.

Teknolojilerin gelişmesi paralelinde değişimleri algılayan, ölçen değerlendiren ve değişime göre gereken tepkiyi, cevabı veren sistemler de hızla gelişmektedir. Bu sistemlerin desteği ile değişen koşulları algılama, cevaplama uyum sağlama ve denetim yeteneği kazandırılmış binalar “akıllı bina” olarak tanımlanır. Akıllı bina yetenekleri, kullanıcı konforunu, yaşam kalitesini yükseltirken kullanım, işletim, bakım – onarım ve yenilemeye ilişkin süreçler çerçevesinde, binanın gereksindiği enerji dahil tüm girdi ve kaynakların etkin kullanımını, yani bireysel ve toplumsal yarara yönelik olarak miktar ve maliyetinin minimize edilmesini sağlamaktadır. Akıllı binaları diğer binalardan ayıran en önemli özellik kullanıcı gereksinimleri, konforu ve güvenliği bağlamında, akıllı sistemlerden yararlanarak merkezi otomasyonunu gerçekleştirmesidir.

Binaya kurulmuş olan otomasyon sistemi, kullanıcıya lokal konfor koşullarını kontrol ve kumanda etme şansı vermekte, bireysel konfor gereksinimlerinin cevaplanmasına yönelik esneklik sağlamaktadır. Lokal konfor denetim yeteneklerini geliştiren ve ofis içi çalışma etkinliğini arttırmaya yönelik servislerin, bina otomasyon sistemi ile entegrasyonunu sağlar.

Yatırımcı, tasarımcı , uygulayıcı veya akademisyen, hangi konumda olursak olalım, ülkemizin enerji tercih ve tüketim profilini değiştirme potansiyelini önemli oranda elinde tutan bizlere büyük sorumluluk düşmektedir. İçeride kullanıcıya, minimum enerji ve maliyet karşılığında maksimum üretkenliği sağlayacak konfor koşullarını hazırlarken, dışarıda ekolojik sistem ile dost ve doğal çevreye saygılı çözümler ile, sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunacak bina sistem çözümleri oluşturmak tesisat mühendislerinin temel görevidir. Tek tek sistemler yanı sıra bina bütününde, sistemler arası etkileşime dayalı enerji analizlerinin yapılmasına yönelik çağdaş olanaklardan, işletim aşamasında enerji yönetimi ve denetimini kolaylaştıracak teknolojilerden yararlanarak bina bütününde sistem optimizasyonu ve enerji yükseltilmesi sağlanmalıdır.

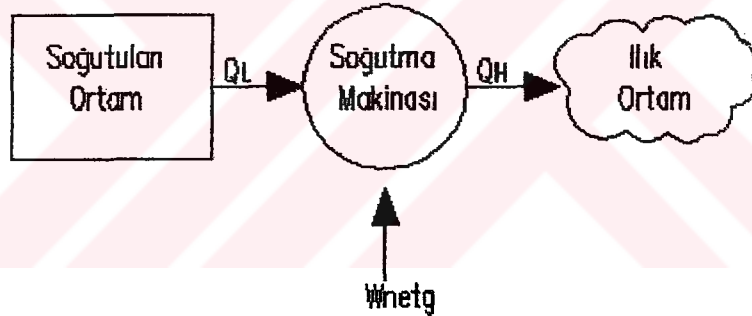
2. SOĞUTMANIN GENEL OLARAK İNCELENMESİ

2.1 Soğutma nedir?

Soğutma, düşük sıcaklıktaki bir ortamdan yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı geçiştir. Soğutma, soğutma makineleri veya ısı pompaları tarafından gerçekleştirilir. Bu makinelerin dayandıkları evrimlere de soğutma çevrimleri adı verilir.

2.2 Soğutma makineleri

Bir ortamdan, daha yükseklikteki bir ortama ısı geçişi kendiliğinden olamaz. Bu olayın bir soğutma makinesi aracılığıyla yapılması gerekir. Soğutma makineleri bir çevrime göre çalışır, soğutma çevrimlerinde dolaşan akışkanlara da soğutucu akışkan adı verilir.



Şekil 2.1 Soğutma makinesi prensip şeması (Çengel, 1996)

Q_L : Soğutulan ortamdan çekilen ısı

Q_H : Daha sıcak ortama verilen ısı

T_L : Soğutulan ortamın sıcaklığı

T_H : Isı verilen ortamın sıcaklığı

$W_{net,g}$: Çevrimde dolaşan akışkan üzerinde yapılması gereken sıkıştırma işidir

Bir soğutma çevrimi genel olarak dört elemanla gerçekleşir. Bunlar, yoğuşturucu, kompresör, kısılma vanası ve buharlaştırıcıdır. (Çengel, 1996)

Buharlaştırıcı (Evaporatör)

Oda ısısını emen elemandır.

Kompresör

Soğutucu akışkanın klima içinde dolaşımını sağlar ve ısının kolayca atılmasını sağlayan elemandır.

Yoğunlaştırıcı

Ortam tarafından emilen ısının dış ortama atıldığı elemandır.

Kılcal Boru

Klima sisteminin basınç dengesini sağlayan elemandır.

Soğutma çevriminde;

1. Soğutucu akışkan kompresöre buhar olarak girer ve burada yoğuşturucu basıncına sıkıştırılır.
2. Kompresöre çıkışında, kızgın buhar halini alan akışkan, yoğuşturucuda ortama ısı vererek soğur ve yoğuşur.
3. Akışkan yoğuşturucudan sonra kılcal borulara girer ve kısılmanın etkisiyle basıncı ve sıcaklığı düşer. Soğutucu akışkan daha sonra buharlaştırıcıda soğutulan ortamdaki ısı alarak buharlaşır. Çevrim, buharlaştırıcıdan çıkan akışkanın kompresöre girmesiyle tamamlanır.

2.3 Isı Pompaları

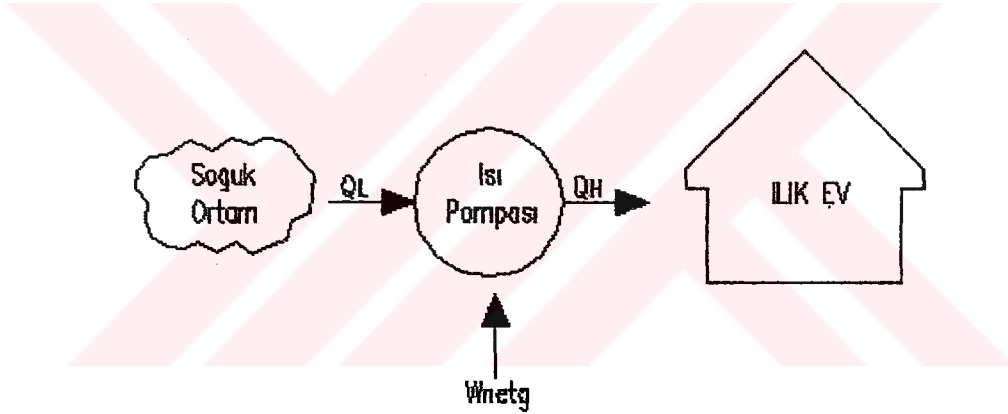
Soğutma pompaları gibi ısı pompaları da düşük sıcaklıktaki bir ortamdaki yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı enerjisi aktarılmasını sağlarlar ve aynı soğutma çevrimine göre çalışırlar. Soğutma makinaları ile ısı pompaları arasındaki fark kullanım amaçlarıdır.

Soğutma makinalarının amacı düşük sıcaklıktaki bir ortamı, ortamdaki ısıyı çekerek çevre sıcaklığının altında tutmaktır. Daha sonra çevreye veya yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı geçişi, çevrim tamamlamak için yapılması zorunlu bir işlemdir, fakat amaç değildir.

Isı pompasının amacı ise bir ortamı sıcak tutmaktır. Bu işlevi yerine getirmek için düşük sıcaklıktaki bir ısı enerji deposundan alınan ısı, ısıtılmak istenen ortama verilir. Düşük sıcaklıktaki ısı enerji deposu soğuk çevre havası, ısıtılmak istenen ortam ise bir evin içidir. Örneğin bir buzdolabının kışın kapısı açık olarak bir pencerenin önüne yerleştirilirse ısı pompası gibi davranarak dışarıdan aldığı ısı enerjiyi arkasındaki borular aracılığıyla eve verecektir.

Bir klima cihazı da temelde bir buzdolabı gibi çalışır. Buzdolabında yiyecekleri koyduğumuz bölmeleri, klima cihazıyla evi soğuturuz. Aynı klima cihazı kışın ters yönde yerleştirilerek, ısı pompası olarak kullanılır.

Günümüzde klima cihazları yaz aylarında soğutma makinası olarak, kış aylarında da ısı pompası olarak kullanılabilir şekilde dizayn edilmektedir. (Demirdöküm, 2001)



Şekil 2.2 Isı pompası prensip şeması (Çengel, 1996)

COP Tanımı;

Bir soğutma makinasının verimi; etkinlik katsayısı COP ile ifade edilir. Bir soğutma makinasının amacı soğutulan ortamdan ısı çekmektir. Bu ısının ortamdan çekilebilmesi için bir iş yapılması gereklidir. Bu durumda soğutma makinasının verimi; elde etmek istediğimiz değer, yani ortamdan çekmek istediğimiz ısı miktarının , bu ısıyı çekmek için harcanması gereken değer yani yapılması gereken iş oranıdır.

Bir soğutma makinası için etkinlik katsayısı;

$$\text{COP}_{\text{SM}} = \frac{\text{elde edilmek istenen}}{\text{Harcanan}} = \frac{\text{soğutma etkisi}}{\text{iş girişi}} = \frac{Q_L}{W_{\text{net.g}}} \quad (2.1)$$

$$\text{COP}_{\text{SM}} = \frac{\text{elde edilmek istenen}}{\text{Harcanan}} = \frac{\text{ısıtma etkisi}}{\text{iş girişi}} = \frac{Q_H}{W_{\text{net.g}}} \quad (2.2)$$

$$\text{COP}_{\text{IP}} = \text{COP}_{\text{SM}} + 1 \quad (2.3)$$

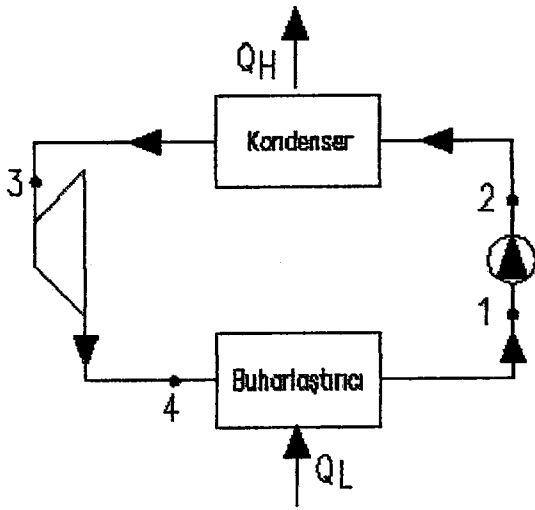
$\text{COP}_{\text{SM}} > 0$ ve $\text{COP}_{\text{IP}} > 1$ 'dir.

Bir soğutma sisteminin soğutma kapasitesi, soğutulan ortamdan birim zamanda çekilen ısıdır.

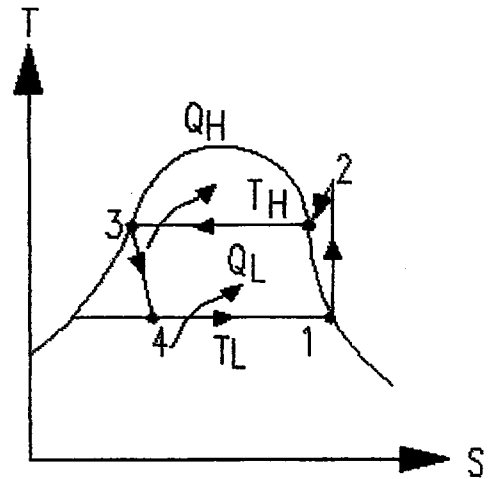
2.4 Soğutma Çevrimleri

2.4.1 Ters Carnot Çevrimi

Carnot çevriminde, çeşitli süreçlerde akışkan buharlaşır ve yoğuşur.



Şekil 2.3 Ters carnot çevrimi
(Çengel, 1996)



Şekil 2.4 Ters carnot çevrimi T-S
diyagramı (Çengel, 1996)

Kompresöre 1 noktasından giren doymuş ıslak buhar 2 noktasına kadar sıkıştırıldıktan sonra kondenserde soğutma havasına (ortama) Q_H ısısını vererek yoğuşmakta ve 3 noktasında doymuş sıvı elde edilmektedir. 3 noktasından itibaren bir makinada genişleyerek iş yapan akışkan 4 noktasından 1 noktasına kadar buharlaştırıcı içerisinde buharlaşarak çevreden Q_L ısısını alır.

$$Q_L = T_L (s_1 - s_4) = q_{41} \quad (2.4)$$

$$Q_H = T_H (s_2 - s_3) = T_H (s_1 - s_4) = q_{23} \quad (2.5)$$

$$W = Q_H - Q_L \quad (2.6)$$

$$COP_{SM} = \frac{Q_L}{W} = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} \quad (2.7)$$

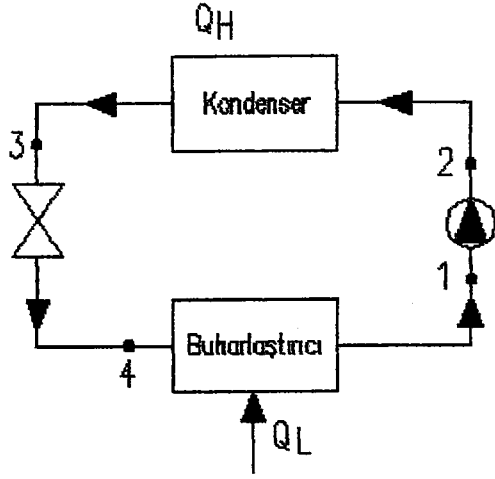
$$COP_{IP} = \frac{Q_H}{W} = \frac{T_H}{T_H - T_L} = \frac{1}{1 - \frac{T_L}{T_H}} \quad (2.8)$$

Sıkıştırma ve genişletme süreçlerinde akışkanın iki fazlı olması nedeniyle carnot çevrimini uygulamada gerçeklemek olanağı yoktur. Çünkü 1-2 hal değişimi bir sıvı buhar karışımının sıkıştırılmasını yani iki fazlı akışkanla çalışan bir kompresörü gerektirir. 3-4 hal değişimi ise sıvı oranı yüksek bir karışımın genişlemesidir. Akışkanı kompresörde iyi bir verimle sıkıştırabilmek için buharlaştırıcı içerisinde tamamen buharlaştırmak gerekir. Gerçekte çok az iş yapan ve verimli bir şekilde çalışması söz konusu olmadığı gibi arıza yapma olasılığı büyük olan türbin makinası da bir basınç düşürücü valf ile değiştirilirse carnot çevrimi ideal çevrime dönüşür. (Çengel, 1996)

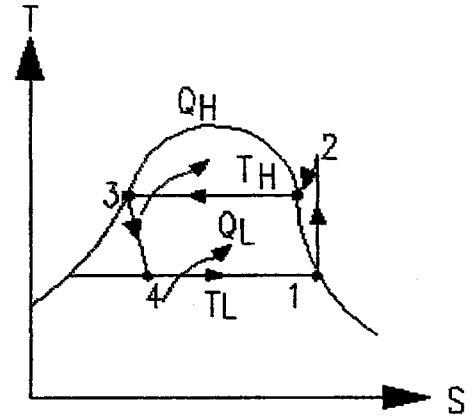
2.4.2 İdeal Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Çevrimi

Kısılma işlemi, sıvıyı bir kısılma vanasından veya kılcal borulardan geçirerek yapılır. Bu şekilde elde edilen çevrim, "ideal buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimi, olarak tanımlanır. Buhar

sıkıştırma çevrim, soğutma makinalarında, iklimlendirme sistemlerinde ve ısı pompalarında en çok kullanılan çevrimdir.



Şekil 2.5 İdeal buhar sıkıştırma soğutma çevrimi
(Çengel, 1996)



Şekil 2.6 İdeal buhar sıkıştırma soğutma çevrimi T-S diyagramı
(Çengel, 1996)

Soğutucu akışkan 1 halinde doymuş buhar olarak kompresöre gider ve sbt. Entropide sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi sırasında, soğutucu akışkanın sıcaklığı, çevre ortam sıcaklığının üzerine çıkar. Kızgın buhar haline gelen akışkan kondensere girer ve 3 halinde doymuş sıvı olarak yoğuşturucudan çıkar. Yoğuşma sırasında akışkandan çevreye ısı geçişi olur. Doymuş sıvı halindeki akışkan, bir basınç düşürücü vana veya kılcal borulardan geçirilerek buharlaştırıcı basıncına kısır. Bu hal değişimi sırasında akışkanın sıcaklığı, soğutulan ortamın sıcaklığının altına düşer soğutucu akışkan buharlaştırıcıya 4 halinde doymuş sıvı buhar halinde girer ve soğutulan ortamın ısı olarak tümüyle buharlaşır. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıdan doymuş buhar halinde çıkar ve kompresöre girerek çevrimi tamamlar. (Çengel, 1996)

$$COP_{SM} = \frac{Q_L}{W_{net.g}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.9)$$

$$COP_{IP} = \frac{Q_H}{W_{net.g}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad (2.10)$$

2.4.3 Gerçek Buhar Sıkıştırma Soğutma Çevrimi

Gerçek buhar sıkıştırma soğutma çevrimi, ideal çevrimden çeşitli yönlerden farklıdır. Bu farklar;

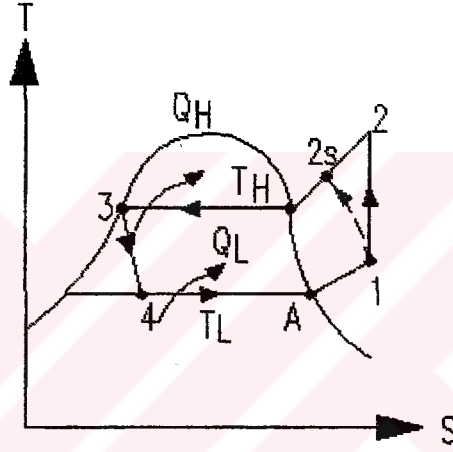
1- Buharlaştırıcı çıkışında akışkanın halini tam olarak saptama olanağı yoktur.Çoğunlukla kompresör girişinde akışkan kızgın buhar halindedir.

2- Kompresörde oluşan tersinmezlikler entropinin dolayısıyla kompresör çıkışındaki sıcaklığın artmasına yol açar. Bununla beraber kompresörden çevreye doğru geçen ısının miktarının büyük olması halinde kompresör çıkışındaki entropi, kompresör girişindeki entropiden küçük olabilir.

(1-2s)

3- Evaporatörde, kondensrede ve bağlantı borularında sürtünmeler nedeniyle basınç düşer.

4- Çevreden sisteme doğru ısı kazançları meydana gelir. (Çengel, 1996)



Şekil 2.7 Gerçek buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi T-S diyagramı (Çengel, 1996)

3. SOĞUTMA ÇEVİRİMİNDE KULLANILAN AKIŞKANLAR

19. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan soğutma sanayinde ilk zamanlar karbondioksit, hava, su, amonyak gibi doğal maddeler soğutucu olarak kullanılmıştır. Zamanla yapay olarak elde edilen kloroflorkarbon (CFC) ve hidrokloroflorokarbonlar (HFC) bu maddelerin bir kısmının yerini almış ve yoğun şekilde kullanılmıştır. Başlıca yapay soğutucular R11, R12, R22, R502'dir. Bu maddelerin zaman içerisinde çevreye atılması ve atmosfere karışması, çevre kirlenmesine, atmosferde sera etkisinin artmasına ve ozon tabakasının tahribatına sebep olmuştur. Özellikle canlıları zararlı güneş ışınlarından koruyan ozon tabakası soğutucu maddelerin yapısında bulunan klor ve brom atomlarının serbest kalıp zayıf ozon moleküllerini parçalamasıyla tahrip olmaktadır. (Beşer, 1997)

Ozon tabakasının tahrip olması, tüm dünyada önemle le alınmış ve ülkeler bu tahribatı önlemek için birlikte harekete geçmişlerdir.

Bu maddelerin yerine kullanılacak birçok zararsız alternatif madde de şimdi den bulunmuş ve hala yeni maddelerin araştırılmasına devam edilmektedir.alternatif maddelerin başlıcaları R134A, R404A, R407A, R410A,R22 ile doğal maddelerden hidrokarbonlar (propan, bütan) ve amonyaktır. (Ekal, 2001)

3.1 Soğutucu Olarak Kullanılan Maddeler

R11:

R11, (CCl_3F) düşük basınçlı (0°C 'de 0,4 bar) bir soğutucudur. Ağırlıklı olarak 350 kw-10.000 kw soğutma kapasitesi aralığında olan santrifüj su soğutucu ünitelerinde (chiller) kullanılmaktadır. Bütün dünyada 60.000 adet su soğutucu ünite R11 kullanıldığı tahmin edilmektedir. Ozon tahribatı nedeniyle üretimi durdurulmuştur. Yanmaz ve kokusuzdur.

R12:

R12 (CCl_2F_2) ağırlıklı olarak ev tipi soğutucularda ve araç klimalarında kullanılmaktadır. Dünyada bu güne kadar kullanılan tüm CFC ve HCFC içeren soğutucu maddelerin % 60'ı kadardır. Alternatif olarak yerine R13, R13B1, R134a da kullanılmaktadır. Yanmaz ve kokusuzdur.

R13:

R13 (CCIF₃), -70°C ile -45°C arasında kullanılan düşük sıcaklık soğutucusudur. Az sayıda endüstriyel soğutma tesisinde kullanılmaktadır.

R13B1:

R13B1 (CBrF₃), -70 / -45°C aralığında endüstriyel soğutucularda kullanılmaktadır. Yüksek ozon tüketme kapasitesi nedeniyle Montreal Protokolü kapsamında üretimi ve tüketimi tamamen durdurulmuştur.

R22:

R22 (CHCIF₂) dünyada bu güne kadar kullanılan tüm CFC ve HCFC toplamının %30'unu oluşturmaktadır. Hemen hemen tüm soğutma alanlarında kullanılmaktadır. Düşük ozon tüketme katsayısı nedeniyle 2030 yılına kadar kullanılabilir. CFC içeren soğutucu maddelere alternatif olarak da kullanılmaktadır.

R23:

R23 (CHF₃), Düşük sıcaklık soğutucusudur. R13 için alternatif olarak kabul edilmiştir. R23 oldukça yüksek sera etkisine sahiptir. Bu etki R12'ye göre 3 kat fazladır.

R114:

R114 (CCIF₂), yanmayan ve zehirli özelliği olmayan bir soğutucu maddedir. 80°-120°C arasında endüstriyel ısı pompalarında kullanılmaktadır.

R123:

R123 (CHCl₂ CF₃), santrifüj soğutucu ünitelerde kullanılan ve R11'e en uygun olan alternatif soğutucu maddedir. R11'e göre metalik olmayan malzemeleri etkileme gücü daha fazladır. Dolayısıyla R123'e geçişte tüm kauçuk esaslı malzeme değiştirilmelidir. R11'e göre daha düşük enerji verimine sahiptir.

Zehirleyici özelliği nedeniyle kullanıldığı ortamda ek tedbirler gerektirmektedir. 8 saat boyunca maruz kalınacak max. Doz 10ppm'dir.

R134A:

R134a (CF₂CH₂F), termodinamik ve fiziksel özellikleri ile R12'ye en yakın soğutucudur. Halen ozon tüketme katsayısı 0 olan ve diğer özellikleri açısından en uygun soğutucu maddedir. Araç

soğutucuları ve ev tipi soğutucular için en uygun alternatiftir. Ticari olarak ta temini olanaklıdır. Yüksek ve orta buharlaşma sıcaklıklarında ve /veya düşük basınç farklarında kompresör verimi ve sistemi (coefficient off performance) değeri R12 ile yaklaşık aynı olmaktadır. Düşük sıcaklık için çift kademeli sıkıştırma gerekmektedir.R134a, mineral yağlarla uyumlu olmadığından polioller veya poliolleralkolinglikol bazlı yağlarla kullanılmalıdır.

R143A :

R143a(CF₃CH₃), R502 ve R22 için uzun dönem alternatifi olarak kabul edilmiştir. Amonyak kullanımının uygun olmadığı düşük sıcaklık uygulamalarında kullanılmaktadır. Yanıcı özelliğe sahip olduğundan dönüşüm ve yeni kullanımlarda güvenlik önlemleri göz önünde tutulmalıdır. Sera etkisi R134a'ya göre 2 kat daha fazladır. R125 , R134 ile birlikte değişik oranlarda kullanılarak R502 alternatifi karışımlarla (R404a gibi) elde etmek için kullanılmaktadır.

R125 :

R125 (CF₃CHF₂),R502 ve R22 için uzun dönem alternatifi olarak kabul edilmiştir. R143 gibi amonyak kullanımının uygun olmadığı düşük sıcaklıklar için düşünülmüştür. Yanma özelliği yoktur.Ancak sera etkisi R134a'dan iki kat daha fazladır. R134 a, R143 veya R32 ile (örneğin 404A veya R407A gibi) değişik oranlarda kullanılarak R502 alternatifi karışımlar elde edilmektedir.

R152a:

Ozon tahribatında neden olmayan ve sera etkisi çok düşük olan (R12'nin %2'si kadar) R152a(C₂H₄F₂),ısı pompalarında R12 ve R500 için alternatif olarak kabul edilmiştir. R12 ve R134a'dan daha iyi COP'a sahip olan R152a mineral yağlarla da iyi uyum sağlamaktadır. Yanıcı ve kokusuz olan R152a zehirleyici özellik göstermez. Termodinamik ve fiziksel özellikleri R12 ve R134a'ya çok yakındır. Bu yüzden dönüşümlerde kompresörde herhangi bir modifikasyona gerek kalmaz. Hacimsel soğutma kapasitesi R12'den %5 daha düşüktür.

R401A:

R22 , R124 ve R152a'dan oluşan (ağırlıkça sırasıyla % 52 /33 /15 oranında) ve R502 için alternatif olarak kabul edilen zeotropik bir karışımdır. HCFC içerdiğinden nihai bir alternatif olmayıp 2030 yılında kullanılabilecektir.

R404A:

R125, R124 ve R134a'dan oluşan (ağırlıkça sırasıyla % 44 /4 /52 oranında) ve R502 için alternatif olarak kabul edilen zeotropik bir karışımdır. HCFC içerdiğinden nihai bir alternatif olmayıp 2030 yılına kadar kullanılabilir.

R407A / R407B / R407C:

R407A / R407B / R407C R32, R125 ve R134 a'dan oluşan (ağırlıkça sırasıyla % 20 /40 /40, %10/70/20 ve % 23/25/52 oranında), ve R502 için alternatif olarak kabul edilen zeotropik karışımlardır.

R410A:

R32 ve R125'ten oluşan (ağırlıkça sırasıyla % 50/50 oranında) ve R22 için alternatif olarak kabul edilen yakın azeotropik bir karışımdır. Teorik termodinamik özellikleri R22 kadar iyi değildir. Ancak ısı transfer özelliği oldukça iyidir. R22 –R410A dönüşümünde sistemin yeniden dizayn edilmesi gerekmektedir. Bu değişim yapıldığı takdirde sistem verimi R22'ye göre %5 daha iyi olmaktadır. Sera etkisinin yüksek olması en büyük dezavantajdır.

R 500 :

R500 , R12 ve R152a'dan oluşan bir azeotropik karışımdır. Karışım oranı ağırlıkça %73.9 R12, %26.2 R152 a'dır. ,düşük oranda R12'ye alternatif olarak kullanılmaktadır. R12'ye göre daha iyi COP değerine ve %10-15 daha yüksek hacimsel soğutma kapasitesine sahiptir.

R502:

R502, R22 ve R115'ten oluşan azotropik bir karışımdır. Karışım oranı ağırlıkça % 51,2 R115'tir. En çok kullanıldığı alan soğuk taşımacılık ve ticari soğutuculardır. CFC içerdiğinden üretimi durmuştur. Düşük sıcaklıklarda yüksek hacimsel soğutma kapasitesine sahiptir.

Amonyak (R-717):

Amonyak zehirleyici olmasına karşın endüstriyel ve ticari kesimlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Amonyak evlerde kullanılması daha çok meyve, sebze, et, balık gibi ürünlerin saklandığı soğutma depolarında ,süt peynir, bira ve şarap depolarında, düşük sıcaklıklarda soğutmanın gerektiği ilaç ve endüstriyel soğutma uygulamalarında kullanılır. (Beşer, 1997)

Çizelge 3.1 Yaygın kullanılan soğutucuların kullanım alanları ve oranları (Beşer, 1997)

Kullanım Yeri	Soğutucu	Kullanım Oranları	Notlar
Ev tipi soğutucular	R12 R500	100% -	R12'ye alternatif olarak kullanılmaktadır
Ticari soğutucular	R12 R502 R22	79% 19% 13%	-15 +15 °C aralığında
Soğuk muhafaza ve gıda işleme	R12 R502 R22 Amonyak	10% 5% 10% 60%	-37 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda
Endüstriyel soğutma	R12 R22 Amonyak	18% 40% 35%	Nadiren -70 °C, -45°C'ye kadar ki aralıkta kullanılır
Su veya salamura soğutucu ünite (chiller)	R11 R12 R22	80% 25% 30%	350-10.000 kw kapasiteleri arasında santrifuj soğutucu ünitelerde, 350-4500 kw soğutma kapasiteleri arasında soğutucu ünitelerde
Soğuk taşıma ve klima	R12 R502 R22	50% 50% 47%	>45 °C
Otomobil kliması	R12	100%	Maximum 82 °C'ye kadar olan uygulamalarda
Isı pompası	R12 R502 R22	46% 8% 41%	Maximum 56 °C'ye kadar olan uygulamalarda

3.2 CFC'lerin Ozon Tabakasına Etkisi

Klor ve brom içeren bileşikler atmosfere yayıldığında güneş ışınlarının etkisi ile ayrışmakta, klor (Cl) ve brom (Br) atomları serbest kalmaktadır. Oldukça zayıf bağlara sahip olan ozon molekülleri (O₃) serbest kalan klor ve brom atomları ile reaksiyona girerek brommonoksit (BrO) ve klormonoksit'e (ClO) dönüşmektedir. Açığa çıkan brom ve klor atomlarının stratosferden çıkana kadar binlerce ozon molekülünü etkilemektedir.

Ozon tabakası ve doğal çevre üzerinde etkisi olan soğutucu maddeleri aşağıdaki ana başlıklar altında sınıflandırmak mümkündür. (Beşer, 1997)

1. Bromoflorokarbonlar veya diğer adıyla Halonlar(BFC)
2. Kloroflorokarbonlar(CFC)
3. Hidrokloroflorokarbonlar(HCFC)
4. Hidroflorokarbonlar (HFC)

1. Bromoflorokarbonlar (Halonlar):

Karbon, flor, brom veya klordan oluşan bileşiklerdir. Bu grupta yer alan maddelere örnek olarak Halon 1301 (R13B1) verilebilir.

Halonlar ozon tahribatına katkıları en fazla olan maddelerdir.

2. Kloroflorokarbonlar(CFC):

Klor, flor ve karbondan oluşan bileşiklerdir. Ozon tahribatına katkıları Halonlardan sonra en fazla olan soğutucu maddelerdir. Örnek olarak R11 ve R12 verilebilir.

3. Hidrokloroflorokarbonlar(HCFC):

Klor, flor, hidrojen ve karbon içeren bileşiklerdir. Ozon tahribatı düşük olmakla birlikte oldukça yüksek sera etkisine sahiptirler. Bu grupta yer alan maddelere örnek olarak R22 verilebilir.

4. Hidroflorokarbonlar (HFC):

Hidrojen, flor ve karbon içeren bileşiklerdir. Ozon üzerinde tahrip edici etkileri yoktur.

3.3 Alternatif Soğutucu Maddeler

Çevre etkisi açısından ön sırada yer alan ve ozonu tahrip etmeleri nedeni ile kullanımları kısıtlanan veya tamamen durdurulan soğutucu maddeler ve bunların yerine kullanılacak olan alternatifleri Tablo 4' te verilmiştir. Ozon tahribatı en yüksek olan CFC içeren soğutucu maddelere alternatif olarak öngörülen ve uygulanan veya uygulanacak olan alternatifler arasında HCFC'ler, HFC'ler , amonyak ve hidrokarbonlar yer almaktadır. HCFC'ler ve HFC'ler tek başlarına kullanıldığı gibi farklı özellikte karışımlar elde edilerek kullanılmaktadır. (Beşer, 1997)

Çizelge 3.2 CFC içeren soğutucu gazlarla ilgili alternatifler (Beşer, 1997)

Sıcaklık Aralığı	Kullanımdaki Soğutucu Maddeler	Alternatif Soğutucu Maddeler
<-8°C	Hidro karbonlar (HC)	Hidro karbonlar (HC)
-80°C -45°C	R13 R503 R13B1 HC	R23 R32* R404A* R407B* R507* HC,R22**
>45°C	AMONYAK R22 R502 HC	AMONYAK R22 R404A R407A-B R410A/ R507 HC R134a**
>-30°C	AMONYAK R22 R12 R500 HC	AMONYAK R22 R134a R404A R407A/B R410A/ R507 HC
>0°C	AMONYAK R22 R12 R500 R11 HC	AMONYAK R22 R123 R134a HC

3.4 Soğutucu Akışkanlardan Beklenen Özellikler

- 1- Yüksek gizli ısı istenir
- 2- Uygun buharlaşma basıncı ve hacmi istenir
- 3- Düşük yoğuşma basıncı istenir
- 4- Akışkan yağlama yağı üzerinde az etkili olmalıdır
- 5- Akışkanda su bulunması tehlikelidir
- 6- Yüksek ısı geçirgenliği istenir
- 7- Düşük viskozite istenir
- 8- Elektriği geçirmemesi istenir
- 9- Yanıcı olmamalıdır
- 10- Zehirli olmamalıdır
- 11- Ucuz olmalıdır
- 12- Su ile karıştığında asit etkisi yapmamalıdır.

4. KONFOR ŞARTLARI

4.1 İnsan Konforu

İnsanın doğasından gelen özelliğinden dolayı çok soğuk, çok nemli veya çok kuru olmayan bir ortamda yaşamak ister. Fakat bu koşulları sağlamak kolay değildir. Çünkü insan vücudunun rahat edebileceği koşullarla, iklim koşulları genellikle birbiriyle uyumsuz. İnsan vücudunun rahat edebileceği koşulların, kısaca “konforun” sağlanması, sıcaklık ve nem gibi bazı değişkenleri sürekli denetim altında tutmayı gerektirir.

İnsanın vücut rahatlığı veya konforu temel olarak üç etkene bağlıdır. Bunlar, kuru termometre sıcaklığı (sıcaklık), bağıl nem ve hava dolaşımıdır. Ortam sıcaklığı konforun en önemli kistasıdır. İnsanların çoğu 22°C ile 27 °C sıcaklıkları arasında rahat hisseder. Bağıl nem de konforu önemli ölçüde etkiler, çünkü vücudun buharlaşma yoluyla ne kadar ısı atabileceği havanın bağıl nemiyle ilişkilidir. Bağıl nem havanın ne kadar nem alabileceğinin bir ölçüsüdür. Yüksek bağıl nem, terleme yoluyla ısı geçişini yavaşlatır, düşük bağıl nem ise hızlandırır. İnsanların çoğu %40 - %60 arasında bağıl nem tercih eder. Hava dolaşımı da vücut rahatlığında önemli bir rol oynar. Hava akımı ılık ve nemli havayı uzaklaştıracak kadar kuvvetli, fakat hissedilmeyecek kadar yumuşak olmalıdır. Hava akımı için uygun hız 15 m/dk 'dır. Vücut rahatlığını etkileyen diğer faktörler hava temizliği, koku, gürültü ve ışınım etkisidir. (Isısan, 2001)

4.2 Isıl Konfor

Eğer bir mekanın hava sıcaklığı, nemi ve hızı optimum değerlerde ise ve buradaki insanlar oda sıcaklığının daha sıcak veya soğuk olmasını veya nemin daha fazla veya az olmasını gereksinmiyorlarsa bu mekanda ısıl konfora ulaşılmış demektir.

4.3 Konfora Etki Eden faktörler

1- Aktivite

Bir insan tarafından yayılan toplam ısı kişinin aktivite seviyesine bağlıdır. Aktivite, statik zihinsel faaliyet (okuma, yazma), çok hafif bedensel faaliyet (ayakta durma), hafif fiziksel faaliyet, orta veya ağır fiziksel faaliyet olarak sınıflandırılır. Bu aktivitelere göre insanlardan yayılan ısı miktarları vardır.

2- Giyim

Vücuttan olan ısı transferi giyilen giysilerin cinsinden etkilenir.

3- Oda Operasyon Sıcaklığı

Bir hacimde bulunanların %90'ının kabul edilebilir bulunduğu sıcaklık konfor sıcaklığını belirler. Sakin aktivite düzeyinde ve tipik iç ortam giysileriyle tavsiye edilen operasyon sıcaklık aralıkları kışın 20-24 °C ve yazın 23-26 °C değerindedir.

4- Hava Sıcaklığının Tabakalaşması:

Hava sıcaklığındaki düşey doğrultudaki sıcaklık gradyanı 1m oda yüksekliği başına 2 °C değerini aşmamalıdır. Başka bir deyişle insan başı ile yağı arasındaki sıcaklık farkı 3 °C değerini aşmamalıdır. Döşeme düzeyinden itibaren 0,1 m yükseklikte hava sıcaklığı 21 °C' nin altında olmamalıdır.

5- Hava Hızı

Isıl konfor açısından özel öneme sahip olan bir faktör de yaşam bölgesindeki hava hızıdır. Hava hızını sınırlayan değerler hava sıcaklığının ve havanın türbülans düzeyinin bir fonksiyonudur.

6- Nem

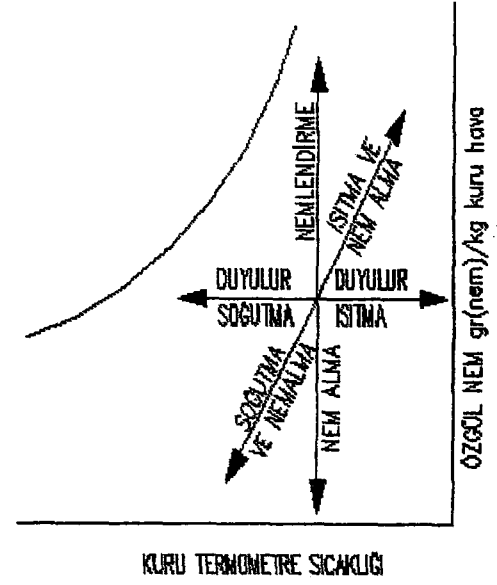
Konfor şartları için havadaki nem miktarının üst limiti $11,5 \text{ g}_{\text{nem}}/\text{kg}_{\text{kuru hava}}$ ve %65 bağıl nem şeklinde tarif edilebilir. Bağıl nem %30 değeri, alt limit olarak kabul edilir. (Isısan, 2001)

5. İKLİMLENDİRME

İklimlendirme, oturulan veya çalışılan bir ortamı istenen sıcaklık ve nemde tutabilmek için uygulanan işlemlerdir. (Çengel, 1996)

Tipik iklimlendirme işlemleri:

- 1- Duyulur ısıtma (sıcaklığın yükseltilmesi)
- 2- Duyulur soğutma (sıcaklığın düşürülmesi)
- 3- Nemlendirme (su buharının eklenmesi)
- 4- Nem alma (su buharının havadan ayrılması)



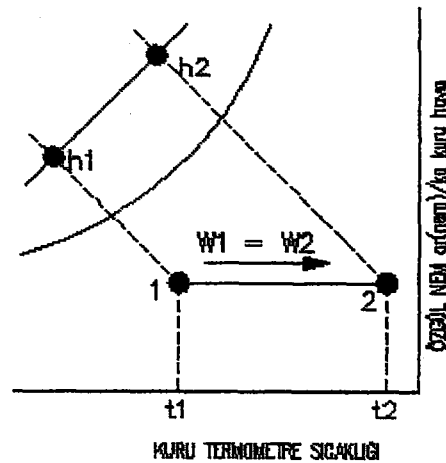
§

Şekil 5.1 Değişik iklimlendirme işlemleri
(Çengel, 1996)

5.1 Nemli Havanın Duyulur Isıtması

Özgül nemin sabit olması nedeniyle nemli havaya duyulur ısı ilave etme işlemi, psikometrik diyagramda, soldan sağa doğru giden yatay bir doğru ile belirlenir.

$$q_{1-2} = m_a (h_2 - h_1) \quad (5.1)$$



Şekil 5.2 Nemli havanın duyulur ısıtmasını gösteren psikometrik diyagram (Çengel, 1996)

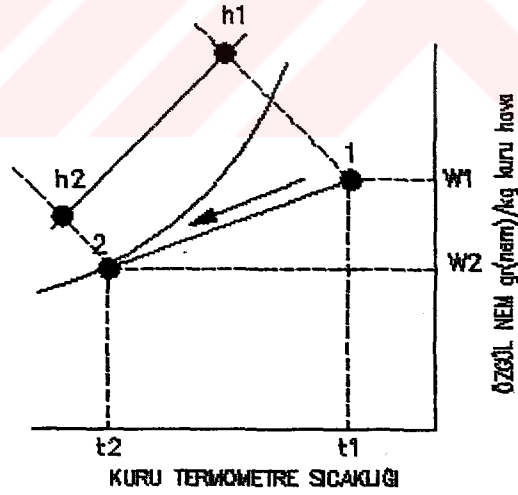
5.2 Nemli Havanın Duyulur Soğutulması

Nemli hava, başlangıçtaki çığ noktasının altındaki bir sıcaklığa soğutulduğunda, içindeki nem sıvı fazında bu havadan ayrılır.

$$m_w = m_a (w_1 - w_2) \quad (5.2)$$

$$q_{1-2} = m_a (h_2 - h_1) \quad (5.3)$$

- q_{1-2} : sisteme verilen ısı
 m_a : sistemdeki kuru hava miktarı
 h_1 : 1 şartındaki havanın entalpisi
 h_2 : 2 şartındaki havanın entalpisi
 w_1 : 1 şartındaki havanın özgül nemi
 w_2 : 2 şartındaki havanın özgül nemi



Şekil 5.3 Nemli havanın duyulur soğutmasını gösteren psikometrik diyagram (Çengel, 1996)

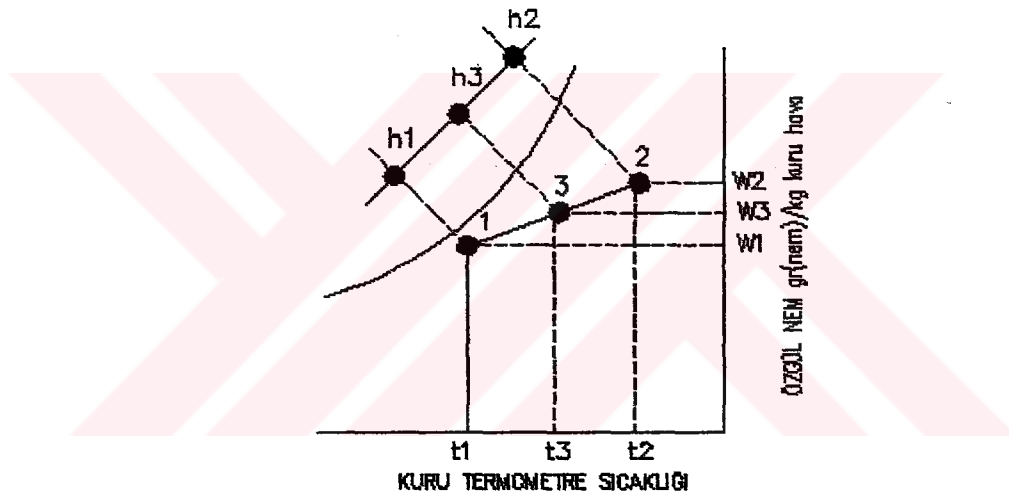
5.3 İki Nemli Havanın Adyabatik Karışımı

İklimlendirme sistemlerinde çok karşılaşılan bir olay, farklı iki özellikteki nemli havanın adyabatik karıştırılmasıdır.

$$m_{a1} \cdot h_1 + m_{a2} \cdot h_2 = m_{a3} \cdot h_3 \quad (5.4)$$

$$m_{a1} + m_{a2} = m_{a3} \quad (5.5)$$

$$m_{a1} \cdot w_1 + m_{a2} \cdot w_2 = m_{a3} \cdot w_3 \quad (5.6)$$



Şekil 5.4 İki nemli havanın adyabatik karışımını gösteren psikometrik diyagram (Çengel, 1996)

6. İÇ HAVA KALİTESİ

İç hava kalitesi yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Temiz hava, yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişiklik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmediğı hava olarak tarif edilebilir. Konutlar, işyerleri, okullar v.s. gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir.

İç Hava Kalitesinin Geliştirilmesi İçin Yöntemler;

- Kirlilik kaynaklarının kontrolü ve azaltılması gerekir. Sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı v.s malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasındadır.
- Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması prensibi, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan prensiplerdir.
- İç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi. Bu yöntem kirletici maddelerin çok fazla cinsten ve sayıda olması nedeniyle tam başarıyla kullanılmamaktadır. Ancak gelişen bir sektördür. Özellikle dış havanın da temiz olarak nitelenmesinin mümkün olmadığı pek çok bölgede tek etkin yöntem temizleme olmaktadır.
- İç hava kalitesinin sağlanmasında günümüzde hala en yaygın kullanılan ve en etkin yöntem havalandırmadır. Yeterli miktarda taze havanın iç mekanlara verilmesiyle içerideki hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilebilir.
- Kirletici Madde Kaynağının Ortadan Kaldırılması veya Değişimi
Bu yöntem kirlilik kaynağının bilindiğı ve kontrolünün mümkün olduğu durumlarda iç hava kalitesiyle ilgili sorunların çözümlenmesinde oldukça etkilidir. Filtrelerin periyodik olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Binanın çelik tavan kaplamasının değiştirilmesi, sigara odalarının izolasyonu, kirletici madde kaynağının dışarıdan hava alacak şekilde yerleştirilmesi, boyaların, yapıştırıcı, solvent ve böcek zehirlerinin iyi havalandırılan alanlarda depolanması ve bu zararlı maddelerin bina sakinlerinin binada olmadığı zaman dilimlerinde kullanılması konu ile ilgili sayılabilecek diğer önlemlerdir.

- Havalandırma Oranını Arttırmak

Bir binadaki kirlilik oranını düşürmek için havalandırma oranlarını ve hava dağıtımını arttırmak genellikle maliyeti çok yüksek bir işlemdir. Ancak gerektiğinde standartların üzerinde havalandırma yapılması uygun görülebilir. Binada yüksek kirletici madde kaynağı, çok kuvvetli olduğu hallerde, yerel egzoz sistemi kirli havanın atılması için çok önemlidir. (Isısan, 2001)



7. KLİMA SİSTEMİ SEÇİMİ

Enerji maliyetlerinde son otuz yıl içinde önemli artışlar olmuştur. 1960'lı yıllarda varili 2 \$ olan petrol günümüzde 25 \$ - 30 \$ aralığında seyretmektedir. Bu büyük değişim enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı kavramlarını getirirken, bir yandan da teknolojik gelişmeler insanların konfor beklentilerini arttırmıştır. Bir başka önemli problem ise çevrenin ve yaşadığımız mekanların kirlenmesidir. Dünyadaki su, hava, ormanlar gibi doğal kaynaklar hızla kirlenmekte ve tüketilmektedir. Gelecek kuşaklara tükenmiş bir dünya bırakmanın endişesi yaşanmaya başlamıştır ve bu doğrultuda sürdürülebilirlik kavramı gündemdedir. Son 15-20 yılda ortaya çıkan bir başka önemli kavram ise, iç hava kalitesi kavramıdır. HVAC tesisatında sistemlerin bir yandan daha ekonomik olması ve soğutma ve ısıtmanın daha ekonomik olarak yapılması istenirken, bir yandan da sistemlerin daha az arıza yapması, daha sessiz olması, çevreyi kirlenmemesi, daha az yakıt tüketmesi ve işletmesinin daha kolay ve ucuz olması istenmektedir.

Isıtmanın aşağıdan, soğuk yüzey önlerinden ve mümkün olduğunca ışıınım yolu ile yapılması ana konfor prensibidir. Buna karşılık soğutma yukarıdan yapılmalıdır. Duvar tipi soğutucularla aşağıdan yapılan soğutma işlemleri, yaz klimasında konforsuzluğa neden olmaktadır. Bu soğutuculardan çıkan soğuk hava fazla yükselemeyerek geri düşmekte ve insanlara çarparak üşütmekte ve hasta etmektedir. Isıtma ve soğutmanın birlikte tavandan yapılması halinde ise, kışın sıcak havayı aşağı indirebilmek için menfez çıkış hızları arttırılmak zorundadır. Bu durumda ses oluşur ve aynı menfezden yazın çıkacak soğutulmuş hava daha ağır olduğu için, aşağı hızlı inerek konforu bozar.

Sistem seçiminde mutlaka yeni kavramlar göz önüne alınmalı, ortaya çıkan yeni eğilimlere ve gelişmelere uyulmalıdır. Tecrübe birikimi sistem seçimine aktarılmalıdır. Bunun için genel kavramlar çerçevesinde klima sistem hedefi belirlenir ve buna uygun sistem alternatifleri ortaya konur. Bu alternatifler arasında seçim ise teknik ve ekonomik kriterlerin hangi ölçüde sağlandığına bağlıdır. (İsısan, 2001)

7.1 Seçim Hedefleri

Sistem seçimi yapılırken öncelikle hedef belirlenmelidir. Şüphesiz klima hedefleri başında insan konforu gelir. Klima ile sağlanmak istenen başlıca hedefler aşağıdaki gibi sayılabilir.

- 1- Konfor : İnsanlar ancak belirli çevre koşullarında kendilerini rahat hissederler. Pek çok faktöre bağlı olarak değişken olan konfor şartlarının sürekli olarak temini kolay değildir.
- 2- Proses : Endüstride klima genellikle proses gereksinimi nedeniyle yapılır. Bu tür hedefi, prosesi gereği gibi yapabilmek olan klima uygulamalarından en bilinenlerinden biri temiz oda tekniğidir. Burada klimanın amacı, havada asılı kalacak olan mikrop, toz gibi partiküllerin temizlenmesidir. Tekstil endüstrisinde hedef, belirli bağıl nem değerlerinin sabit tutulması veya bazı hallerde sıcaklıkların kontrol edilmesidir. Bu örneklere gıda ve kimya endüstrisi de katılabilir.
- 3- Koruma : Özellikle gıda saklanması, değerli koleksiyonların saklanması, askeri malzeme saklanması, tarihi yapıların korunmasında, ortam havasının belirli şartlarda tutulması, özellikle nemin kontrolü gerekir. Bu klima ile gerçekleşir. Burada uygulanan klimanın hedefi korumadır.
- 4- Üretkenlik : Çalışma ortamının konfor şartlarından uzak olması, çalışanların performansını düşürür. Bazı klima uygulamalarında hedef, çalışanların performansının ve üretkenliğinin artırılmasıdır.

Mülk geliri ve değerinin artırılması: Klima uygulamasının bir başka hedefi ise mülkün değeri ile ilgilidir. Mal sahibi mülkünün kıymetini arttırmak ve daha yüksek bir fiyatla satabilmek veya kiraya verebilmek üzere klima sistemi kurdurmak isteyebilir. (Isısan, 2001)

7.2 Sistem Seçim Kriterleri

Klima sistem seçiminde öncelik, hedeflerdedir. Belirli hedefe yönelik sistemler diğerlerinden ayrılır. Ancak yine de aynı hedefi gerçekleştirebilecek özelliklerde birden fazla klima sistem alternatifi vardır. Bunlar arasında seçim yaparken ikinci aşamada sistem seçim kriterleri göz önünde tutulur. Sistem seçim kriterleri seçimi etkileyen faktörlerin neler olduğu sistemden ne beklediği ve ihtiyacın ne olduğu soruları ile ilgilidir. Başlıca sistem seçim kriterleri aşağıda sıralanmıştır. (Küçükçalı,2000)

- 1- Bina yapısı ve mal sahibi: Binanın yapısı, oryantasyonu, konumu eski veya yeni yapılmakta oluşu ve mal sahibinin istekleri kriterlerin ilk sırasında yer alır.
 - 2- Kuruluş maliyeti: Sistemin satın alınması ve kurulmasının parasal bedelidir. Sistem ucuz olmalıdır.
 - 3- İşletme maliyeti: Sistemin çalışmasının bedeli, işletme maliyetini oluştur. Bunda en önemli pay yakıt ve enerji giderleridir. Sistem verimi ne kadar yüksekse ve enerji tasarrufu ve geri kazanması ile ilgili önlemler ne kadar fazla ise, enerji gideri o kadar azdır. İyi bir sistemde enerji maliyeti düşük olmalıdır.
 - 4- Kapasite: Sistemin kapasitesi seçimde ilk dikkate alınacak konudur. Sistemin hangi kapasite aralıklarında mevcut olduğu, belirli kapasitedeki sistemin değişen şartlara bağlı kapasitesinin hangi oranda değiştirilebildiği, bu değişimin kontrolünün mükemmelliği gibi kapasite ile ilgili kriterler de çoğu hallerde önemlidir.
 - 5- Performans: Verim, en önemli performans kriteridir. Özellikle sistemin yıllık kullanma verimi önemlidir. Bir başka önemli performans kriteri zonlama imkanıdır. Zonlar farklı kullanım amaçlarından, yaşayanların farklı tercihlerinden kaynaklanır.
 - 6- Konfor: Konforla ilgili kriterleri, gürültü- ses düzeyi, havalandırma yeteneği, ısıtma ve soğutma konforları, filtrasyon yeteneği, toz toplama yeteneği, nemlendirme veya nem kontrolü yeteneği olarak sayılabilir.
 - 7- Yer ihtiyacı: Farklı klima sistemlerinin gereksindiği yer, farklı boyutlarda olmaktadır. Bazı durumlarda, verilebilen yerlere sığacak, mimari zonlamalarla uygun sistem seçmek gereği olabilir.
 - 8- Güvenirlik: Bir sistemin arıza riskinin az olması, tehlike yaratmamasıyla ilgilidir. Servis imkanlarının kısıtlı olduğu yerlerde bu kriter çok önemlidir.
 - 9- Servis bakım kolaylığı: Bazı uygulamalarda sistemi çalıştıracak profesyonel personel bulunmaz. Dolayısıyla sistemin çalıştırılması ve bakımı kullanıcılar tarafından gerçekleştirilebilecek biçimde basit ve kolay olmalıdır. Cihazların kolaylıkla müdahale edilebilecek yerleşimde bulunması ve bu cihazların özellikle teknik alanlarda bulunması gereklidir. Aksi halde müdahale durumunda yaşayanlar rahatsız edilebilir.
- Sistem seçiminde öncelikle hedefleri sağlayan ve ekonomik olarak optimumu veren çözümler aranır. Ekonomik optimum işletme ve kuruluş maliyetleri toplamını minimize eden çözümdür. Çünkü genelde sistemin kuruluş maliyeti ile işletme maliyeti ters yönde çalışır. Biri artarken diğeri azalır. Daha sonra zorlayıcı kriterler kontrol edilir. Kapasite,

konfor, performans gibi zorlayıcı kriterlerin seçilen sistem tarafından sağlanması gerekir.

10- İç hava kalitesi

11- Isıl konfor

12- Gürültü kontrolü

13- Çevre faktörü: Günümüzde çevre faktörü, mühendislik kriterleri üzerinde ve tek başına belirleyici bir kriter olabilmektedir. Yakıt, akışkan, ekipman ve sistem seçiminde çevre önemli bir kriterdir. (Küçükçalı,2000)



8. YÜKSEK YAPILARIN ÖZELLİKLERİ

Amerikan literatürüne göre 75 feet (25 m) ve üzerindeki yapılar yüksek bina statüsüne girmektedir. Belli bir büyüklüğe sahip yaygın kompleks yapılar da yüksek yapı olarak kabul edilebilir. Yüksek yapı ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımı, rüzgar etkisi, baca etkisi, iç hava kalitesi, hava taşınması, yangın güvenliği, acil durum prosedürleri, deprem önlemleri, bina yönetim sistemi ve zonlama gereksinimleri dikkate alınmalıdır. Yüksek binalarda sistem seçiminde ekonomik kriterler ön plandadır.

- Yüksek yapılarda yangın ve infiltrasyon kayıpları nedeniyle pencerelerin açılması istenmez.
- Genelde ofis binası olarak kullanılan yapılarda, insan sayısı fazla olduğundan, insan, aydınlatma ve büro makinalarından oluşan iç yükler önemli boyutlara ulaşmaktadır.
- Yüksek bloklarda gölgeleme etkisi olmadığından güneşten olan ısı kazancı önemli mertebededirler. Gün boyuca da ısı kazancı değeri güneşin konumuna göre değişir.
- Yüksek bloklarda rüzgar etkisi çok önemli bir faktördür. Binanın rüzgar yönündeki cephesinde önemli bir pozitif basınç ve aksi yönde önemli bir negatif basınç oluşur.
- Baca etkisi, yüksek blokların bir başka önemli özelliğidir. Soğuk dış hava ve sıcak iç hava yüksek blok merdiven kovanında ve diğer shaftlarda yukarı doğru bir hava hareketi oluşturur.
- Yüksek bloklarda, iklimlendirme açısından birbirinden farklı özellikler gösteren çevre zonu ve iç zon olmak üzere iki bölge ortaya çıkar. Çevre zonu olarak bina dış cephesinden itibaren 4-5 m kabul edilebilir.
- Çevre zonda dış ortamlarla olan ilişkiye bağlı olarak hem soğutma, hem ısıtma gerekmektedir. Kışın ve ara mevsimlerde, çevre zonunun yönüne ve günün saatine göre, güneşin gelmesine bağlı olarak, bazı çevre zonlarını ısıtırken bazılarını ise aynı anda soğutmak gerekebilir. Çekirdek zonda ise yükler zamana bağlı olarak büyük farklılık göstermez ve sabittir. Bu sabit yük genellikle yapay aydınlatmaya bağlı olan yüksek iç kazançlar nedeniyle yaz-kış soğutma yönündedir.
- Bazı zonların ısıtılırken, bazılarının soğutulması ısı geri kazanma uygulamaları imkanını yaratır.
- Yüksek bloklarda sıcak/soğuk su ile ısıtma /soğutma yapıldığında büyük bir statik basınç ortaya çıkacaktır. Klima sistemi içinde basınca en duyarlı elemanlar kazanlar ve

radyatörlerdir. Normal radyatör ve kazanlar 4 bar, özel sipariş edildiğinde ise 6 bar basınca dayanıklı olarak üretilir. Bu sebeple bina yüksekliği 50 m'yi geçmemelidir

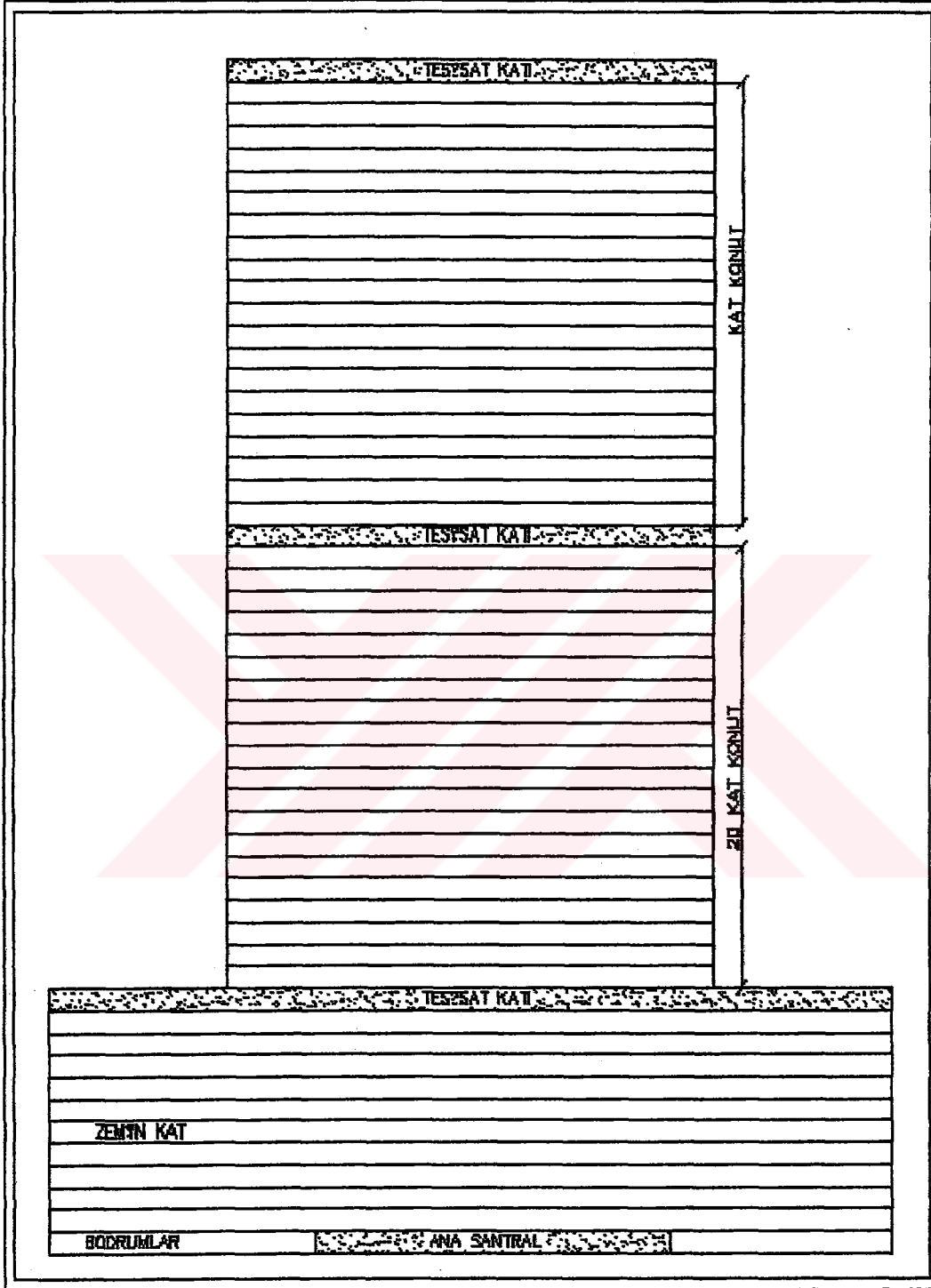
- 50 m'yi geçen binalarda düşey olarak zonlama yapılmaktadır. Pratik olarak her 20 katta bir galeri katı yapılır. Kazan ve soğutma grubu gibi primer cihazlar bodrum kata, hava soğutmalı gruplar ve soğutma kuleleri çatıya yerleştirilir. Ara tesisat katında ise bir ısı değiştirici kullanılır. Yüksek bloktaki kazan veya chiller ile ara tesisat katı arasındaki katlar kazan veya chillerden, ara bloktan sonraki katlar ise ısı değiştiriciden beslenir.

Yüksek binalarda klima tesisatının mimari yerleşim özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Ayrılan tesisat alanlarının toplam alana oranı %4-8 mertebesindedir.
- Ana makina dairesi yüksekliği 5-5,5 m olmalıdır
- Ara tesisat katı yüksekliği maximum 4-4,5 m net olmalıdır.
- Klima santrali seçimlerinde tek santralde, yer kaybı, kat yüksekliği, ses konfor, hava kanal dağıtımı, servis kolaylığı gibi nedenlerle 25.000 m³/h debinin üzerine çıkılmamalıdır.

Yüksek blokların klima tesisatında kullanılan, farklı ünitelerin yerleşiminde yer önerileri aşağıdaki şekilde olabilir;

- Soğutma kuleleri : Soğutma havasına ihtiyaç olduğundan en uygun yer çatıdır. Ancak kazan bacalarından etkilenmemesi için hakim rüzgar yönü göz önüne alınmalıdır.
- Soğutma makinaları : Cihaz yükünü taşıyacak bir yapının olması, ses ve titreşim geçişinde bir problem olmayacak şekilde tedbirler alınması kaydıyla soğutma cihazları çatıya yerleştirilebilir. Ancak yapı statığı ve enerji beslemesi nedeniyle su soğutmalı chillerin bodrum katlara konulması daha doğrudur.
- Havalandırma ve klima cihazları : Klima cihazları belli saft alanlarına uygun olarak katlara yayılmalıdır.



Şekil 8.1 Tipik yüksek bina örneği (Isısan, 2001)

9. KLİMA SİSTEMLERİ

9.1 Klima Sistemlerinin Sınıflandırılması

1. Merkezi Sistemler
 - 1.1 Tam havalı Merkezi Sistemler
 - 1.1.1 Tek Zonlu
 - 1.1.2 Çok Zonlu
 - 1.2 Tam Sulu Merkezi Sistemler
 - 1.2.1 İki Borulu
 - 1.2.2 Dört Borulu
 - 1.3 Havalı + Sulu Merkezi Sistemler (Fan coil + havalandırma)
 - 1.4 Değişken Soğutucu Akışkanlı Merkezi Sistemler (VRV)
- 2 Bireysel Sistemler
 - 2.1 Paket Tip Üniteler
 - 2.2 Split Cihazlar
 - 2.3 Kanallı Split Cihazlar

9.1.1 Tam Havalı Tek Zonlu Merkezi Sistem

Bu sistemlerde her zona besleme yapan bir tek klima santrali vardır. Oda dışındaki bu santralde şartlandırılan hava, kanallarla odaya taşınır ve besleme merkezlerinden odaya üflenir. Binadaki çok sayıda klima santraline, bir merkezden sıcak ve soğuk su beslenir. Tiyatro, konser salonu gibi tek ve büyük hacimlerde uygulanır. Bu sistemlerde aynı santralden birkaç zonu ayrı ayrı beslemek de mümkündür. Tek zonlu sistemlerin bir başka çözümünde ise paket tipi çatı üstü cihazlar kullanılabilir. Bu cihazlarda direkt soğutma yapılır.

9.1.2 Tam Havalı Çok Zonlu Merkezi Sistem

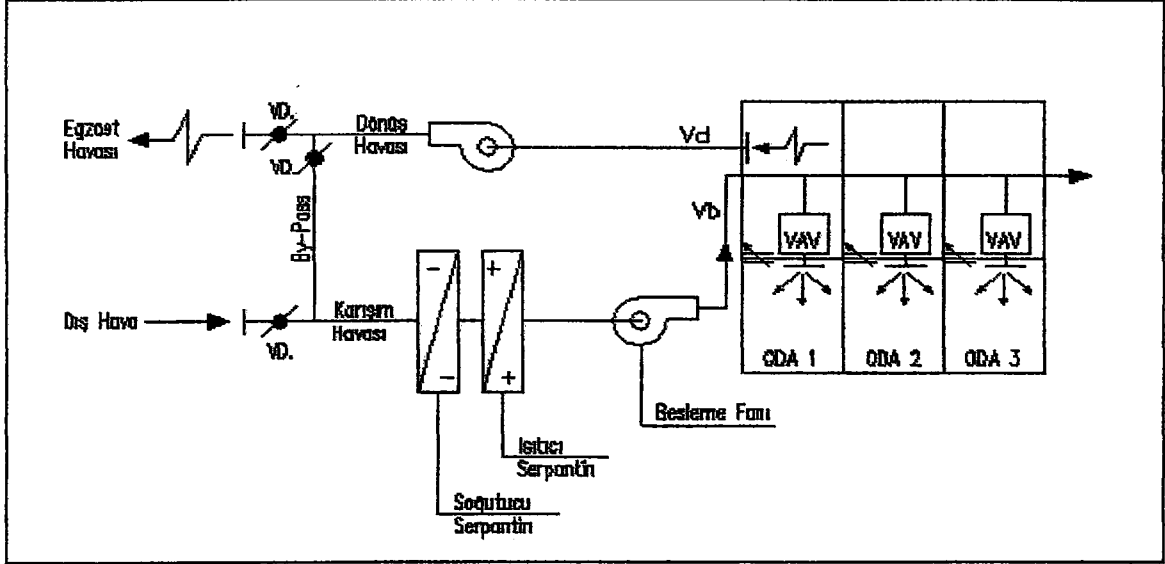
Bu sistemde, aynı klima santralinden çok sayıda zon beslenir. Bunun için her zonda bir VAV kutusu kullanılır.

9.1.2.1 Değişken Hava Debili Klima Sistemleri (VAV Sistemleri)

Değişebilir hava debili sistemler, tam havalı sistemlerdeki bir tasarım ve uygulama şekli olup, iklimlendirilecek mekanın kuru termometre sıcaklığını, besleme havası sıcaklığını değiştirmekten ziyade, besleme havasının debisini değiştirerek kontrol etmek esasına dayanmaktadır. Tam hava ile ısıtılıp, soğutulan binalardaki farklı mekanlarda, günün farklı saatlerinde çok fazla değişebilen ısı yükleri, en iyi şekilde bu değişime paralel olarak değişken hava debileri ile karşılanabilir.

9.1.2.1.1 Tek Kanallı Basit VAV Sistemi

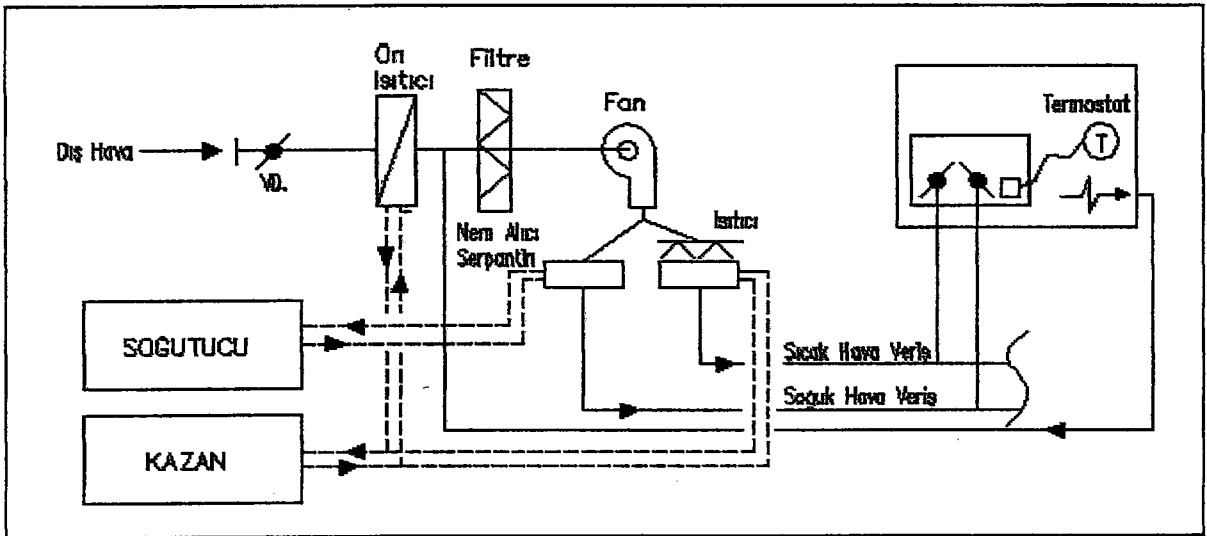
Çeşitli zonlarda aynı anda soğutma ve ısıtma işlevine sahip olmayan tipik soğutma uygulamasıdır. Binanın ısıtma gereksinimi, normal olarak çevre radyasyonu, radyant ısıtma ya da bir bağımsız sıcaklığı değişebilen sabit debili sistem ile karşılanır. Fan sistemi, tek tek her zondaki pik yüklerin toplamını değil, en büyük blok yükü karşılayacak şekilde dizayn edilir. Gün boyunca her bir zonun pik yüke ulaştığı saatler değişiktir. Bir zon pik yaparken, düşük yükteki zonlardan fazla havayı ödünç alabilmek gerekir. Yük değişimlerine göre zonlar arasındaki bu hava alış verişini sadece doğru dizayn edilmiş bir VAV sistemi ile olanaklıdır. Bu durum, sabit debili sistemlere göre fan ve ana hava kanallarının daha büyük boyutlarda seçilmesi ve dizayn edilmesi, dolayısı ile ilk yatırım maliyetinin düşürülmesi sonucunu doğurur. Sadece soğutma uygulamalarında, hava maksimum oda ısı kazançlarını karşılayacak şekilde belirli bir sıcaklıkta gönderilir. Yük azalırken oda termostatı besleme havasının debisini azaltır. Yük artarken de debiyi artırır. (Akkoyunlu, 1997)



Şekil 9.1 Tek kanallı basit VAV sistemi (Akkoyunlu, 1997)

9.1.2.1.2 Tekrar Isıtmalı veya Çift Kanallı VAV Sistemi

Zonun soğuk besleme havası kısıldıktan sonra, her zonda ardarda sıralanan tekrar ısıtma ve karıştırma ile, sabit debili sistemlere oranla çok daha verimli enerji kullanımı ile, esnek bir şekilde tam ısıtma ve soğutma başarılabilir. Bu hem iç hem de çevre mekanlara uygulanabilir. Sistem ve fan debisi, fan bypass veya dönüş havasının atılması ile sabit tutulabilir.



Şekil 9.2 Sabit havalı çift kanallı basit VAV sistemi (Akkoyunlu, 1997)

9.1.2.1.3 Bağımsız Çevre Sistemli VAV Sistemi

Bir sabit debili çevre sistemi ile bağlantılı olarak, iç mekanlara hizmet eden bir VAV sistemi sayesinde tam hava ile soğutma ve ısıtma gerçekleştirilebilir. Doğrudan güneş ısı kazançlarının olduğu kadar, bütün zon ısı iç kazançlarındaki değişikliklere karşı da duyarlı bir şekilde VAV sistemi yıl boyunca soğutma sağlar. Çevre sistemi, basitçe dış transmisyon ısı kazanç veya kayıplarını karşılayan sabit debili hava beslemesinde bir iç/dış sıcaklık tablosu kullanılır. VAV sistemi her zonanın yük değişikliklerine duyarlı ve bütün dış hava gereksinimlerini karşıladığı için, çevre sistemi özel zon kontrolü ve dış hava gerektirmez. Eğer bir sulu sistem çevre ısıtması varsa, çevre ısıtma sistemi yaz iletim ısı kazançlarını değil ama, kış iletim ısı kayıplarını karşılar, VAV sistemi yıl boyunca tüm zonalardaki soğutma gereksinimini tam hava ile karşılar.

9.1.2.1.4 Fan Destekli VAV Sistemi

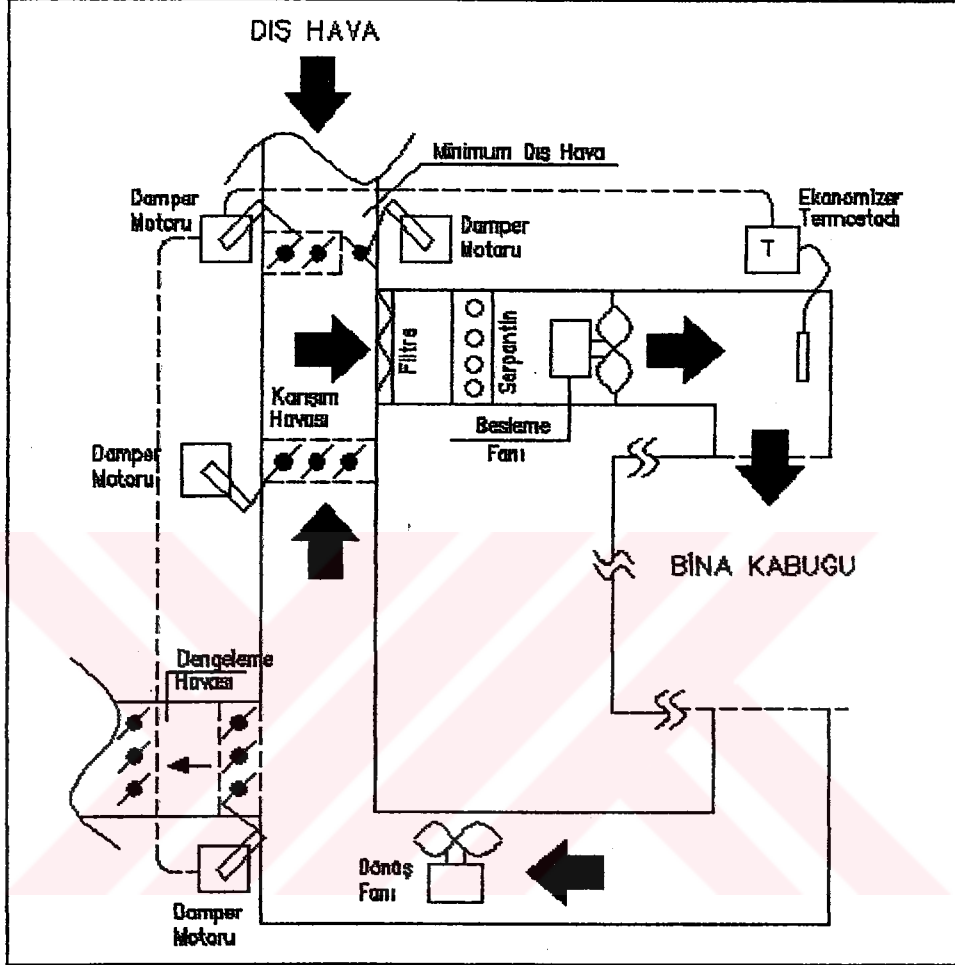
Zona beslenen sistem havası kısılrken, zona minimum veya sabit besleme havasını korumak için özel zon fanları kullanılabilir. Bu sistemlerdeki terminaller genellikle fan tahrikli terminallerdir. Yük, dönüş havası tekrar devredilerek karşılanır, böylelikle kısılan sistem havası ve tekrar devredilen dönüş havası tamamıyla sabit tutulur. Bu teknik, iç yüklerde büyük değişiklikler gösteren zonlar için kısmen kullanışlıdır. Örneğin konferans salonları vb. tekrar ısıtıcı terminal ile de techiz edilebilir. Soğutma yükünün azalması sürecinde, içinde bulunan mekandaki havanın iyi sirkülasyonundan emin olmak için fan tahrikli terminaller kullanılabilir.

9.1.2.1.5 Ekonomizör Çevrimli VAV Sistemleri

Dış havanın entalpisi, dönüş havasınınkinden daha düşük olduğu zaman, havalandırma için gerekli olandan daha fazla dış hava olarak soğutma grubu yükü azaltılabilir, dönüş havasının fazlası dışarı atılabilir.

Uygun şartlar altında dönüşün tümü atılır ve yerine dış hava alınır. Bu uygulama şekli “ekonomizör çevrimi” olarak adlandırılır. Bu çevrim, büyük dış hava girişleri ve dönüş havası atışları nedeniyle, belirli iklim koşullarında işletmenin ekonomisinin iyileşmesine katkı yapmaktadır. Sıcak güney bölgelerinde bu çevrim beklenen işletme ekonomisini sağlamaz. Zira

büyük dış hava girişleri ve dönüş havası atışları uygulamasına elverişli iklim koşullarına yeteri kadar rastlanmaz. Bununla sağlanacak ekonomi bunun için yapılan yatırım maliyetini karşılamaz.



Şekil 9.3 Denge (egzoz) fanlı, dönüş fansız, geliştirilmiş VAV ekonomizer çevrimi
(Akkoyunlu, 1997)

9.1.2.2 Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

- 1- Değişken debili ve yüksek kontrol hassasiyetine sahip olduğundan işletim giderleri ve enerji maliyeti diğer sistemlere göre daha azdır. Bu yüzden enerji tasarrufu sağlanır.
- 2- Çok zonlu sistemlerde başarı ile uygulanabilir.

- 3- Santral, kazan dairesine yerleştirildiğinden, VAV cihazları da asma tavan içinde olduğundan hacim tasarrufu sağlanır. Mahal içinde kullanılabilir döşeme alanı artar.
- 4- Tek bir sistemle yazın soğutma, kışın ısıtma gerçekleştirilir.
- 5- Aşırı soğutma ve ısıtmanın önüne geçilmiştir. Bu da hem ısı konforu artırır hem de enerji tasarrufu sağlar.
- 6- Mahal içerisinde estetik bir görüntü sağlar. Esnek uygulanabilme ve yerleştirilebilme kabiliyeti vardır.
- 7- Sistem hava dengelemesini kendi kendine yapmaktadır.
- 8- Mahal içerisinde değişken yüklerle etkin bir şekilde cevap verebilmektedir.
- 9- Bina otomasyon sistemine bağlanabilmektedir.
- 10- VAV cihazları gürültü yapmaz, çok sessiz çalışır.
- 11- Kontrolü kolay, yüksek enerji verimliliğine sahip, oldukça iyi oda kontrolüne olanak sağlayan, ekonomizer çevrimlerine kolaylıkla uygulanabilen sistemlerdir.
- 12- VAV sistemleri özellikle ofisler, dersaneler ve birçok benzeri amaçlı yapılar için uygun olur ve en çok da, sık değişen gizli ısı yükleri altında nem kontrolünün güçlüğüle yapılabildiği durumlara rağmen, ticari ve kamu amaçlı yapılarda isabetli sistem seçimi olabilmektedir.

Dezavantajları:

- 1- İlk yatırım masrafları fazladır.
- 2- Belli yükseklikte bir asma tavan ihtiyacı vardır.
- 3- Değişken yüke bağlı olarak dış hava oranı değiştirilemediğinden düşük yüklerde yeterli taze hava beslemesi problem olmaktadır. Özellikle düşük yük zonları altında, kötü havalandırma olasılığı içerir.
- 4- Aynı anda soğutma ve ısıtma işlevine sahip değildir. Yani bir zonda soğutma yaparken aynı anda diğer bir zonda ısıtma yapılamaz.

9.1.3 Fan-Coil Sistemi

Fan coil sistemi esas olarak tamamen sulu bir sistemdir. Bir merkezde hazırlanan sıcak su ve soğutulmuş su, bina içine dağıtılmış fan coil cihazlarına dağıtılır. Sıcak su bir sıcak su kazanında, soğuk su ise soğutma grubunda üretilir. Fan coil cihazları bir fan ve ısı geçiş yüzeyi olarak serpantin içeren elemanlardır. Fan yardımı ile odadan alınıp, serpantinler üzerinden

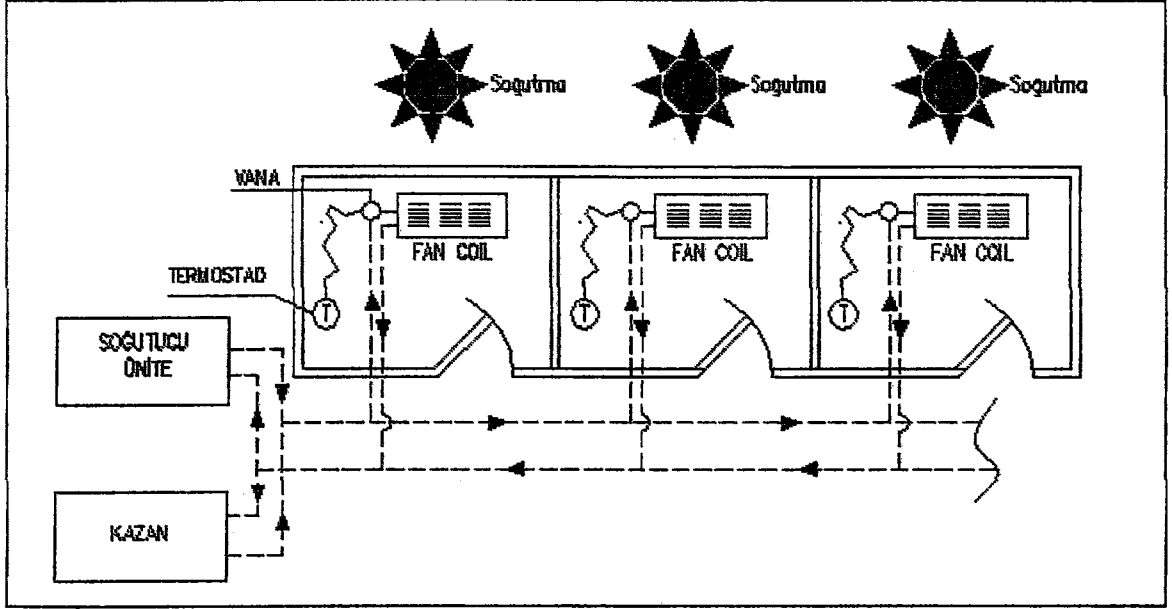
geçirilerek ısıtılan veya soğutulan hava tekrar odaya üflenir. Serpantin içinden soğuk su geçiyorsa soğutma, sıcak su geçiyorsa ısıtma yapılır. Dönüş borularıyla merkeze dönen su burada tekrar ısıtılıp/soğutulularak sirküle ettirilir. Bu amaçla dolaşım pompaları kullanılır. Bu sistem özellikle, otel, hastane, ofis ve yüksek katlı konutlarda kullanılmaktadır. Fan coil üniteleri cam önlerine, asma tavan içlerine ya da tavan altına ve döşeme içlerine konabilir. Buna göre farklı fan coil tipleri geliştirilmiştir.

Fan coil sistemi ile her oda bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir. Zonlama yapmak oldukça kolaydır. Açık ofis gibi büyük hacimlerde iç zonda homojen dağılımı sağlamak için tavan tipi fan coiller kullanılabilir. Bu fan coil cihazları sadece soğutma yapmak üzere tasarlanabilir. Böylece bina çevresi boyunca fan coiller hem ısıtma hem soğutma yaparken, iç tarafta kalan üniteler sadece soğutma yapmış olurlar. Böylece hem konfor açısından oldukça uygun hem de daha ekonomik bir sistem elde edilebilir. (Isısan, 2001)

9.1.3.1 İki Borulu Sistem

İki borulu sistemlerde borularda ya sıcak ya da soğuk su bulunduğu için sistem ya ısıtma ya da soğutma yapmaktadır. Fan coil cihazları tek serpantinlidir.

İki borulu fan coil sistemi ilk yatırım maliyeti en ucuz merkezi sistemdir. Ancak geçiş dönemlerinde istenen konforun tam sağlanması mümkün değildir.



Şekil 9.4 İki borulu sistem (Isısan, 2001)

Avantajları:

- 1- Maksimum duyulur ve gizli ısı kazancı ayrı ayrı karşılanabilmelidir.
- 2- Maksimum ısıtma yükü karşılanmalıdır.
- 3- İlave kanalların getireceği, hava azalması, kapasite düşüklüğü dikkate alınmalıdır. Pek çok imalatçı, fan-coil üzerindeki filtrenin yarattığı kaybı, dış basınç veya iç basınç kaybı olarak açıkça belirtmemektedirler.

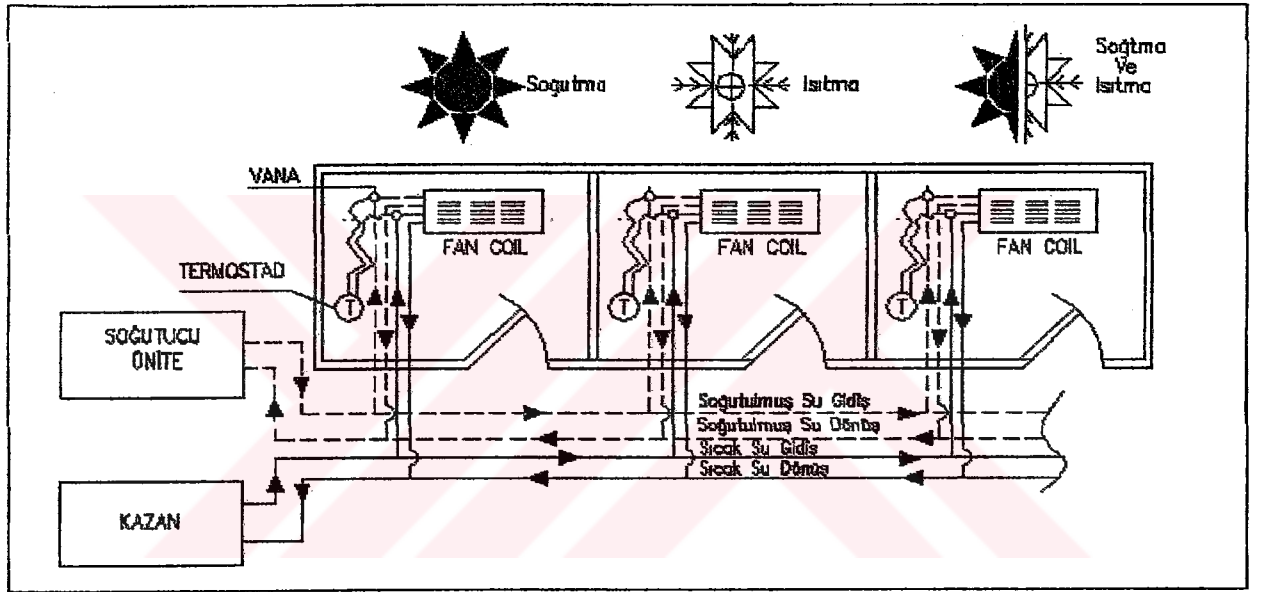
Dezavantajları :

- 1- Bütün sulu sistemler, diğer havalı sistemlere nazaran daha çok bakım gerektirirler. Üstelik bu bakım işlemi, kullanım alanı içinde yapılmaktadır.
- 2- Kondens tavalarının ve borularının zaman zaman yıkanması gerekir.
- 3- Hava filtreleri sıkça temizlik ister.
- 4- Ventilasyonun, çoğunlukla, dış duvar üzerindeki, delikten, pencere çatlaklarından olması halinde, rüzgar durumuna göre enfiltrasyon miktarı değişir.
- 5- Ara mevsimlerde istenen konforu (sabah ısıtma, öğleden sonra soğutma gerektiğinden) sağlayamazlar.
- 6- Ses problemi, yıllar içerisinde artarak sorun olabilir.

9.1.3.2 Dört Borulu Sistem

Sıcak ve soğuk su farklı borularda dolaşır. İki ayrı serpantin vardır. Vanalar vasıtasıyla fan coilde ya soğuk ya da sıcak suyun dolaşmasına izin verilerek ısıtma ve soğutma yapılır. Sistemde farklı odalarda aynı anda hem ısıtma hem soğutma yapmak mümkündür.

Özellikle geçiş dönemlerinde mükemmel konfor sağlanır. Yaz-kış geçişi oldukça kolaydır. Değişikliklere oldukça hızlı cevap verir. İlk yatırım maliyetinin daha yüksek olmasına karşın işletme verimliliği yüksek, işletme giderleri düşüktür.



Şekil 9.5 Dört borulu sistem (Isısan, 2001)

İki borulu sistem ile karşılaştırsak;

- 1- İki borulu sisteme nazaran çok fleksibül ve yük değişikliklerine ani cevap veren bir sistemdir.
- 2- İşletmesi çok basittir.
- 3- Yaz-kış change-over yapılmasına gerek yoktur.
- 4- Verimliliği fazla, işletme masrafları az, fakat ilk tesis fiyatı çok fazladır.

9.1.4 Değişken Soğutucu Akışkanlı Merkezi Sistemler (VRV Sistemi)

VRV sistemi, gelişmiş, akıllı binaların klima ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla geliştirilmiş, yüksek kaliteli, bağımsız ve esnek bir klima sistemidir. VRV sisteminin ana özelliği tek tek kontrole imkan tanımasıdır. Yalnızca klima ihtiyacı olan mahallerin çalıştırılması ve dış ünitelerin yalnızca kullanılan enerji tüketecek inverter kontrol yapısına sahip olması VRV sistemin en büyük avantajlarından birisidir. VRV sistem gelişkin mikroişlemci kumanda sistemleri sayesinde 24 saat boyunca binadaki çeşitli mekanlarda değişen ihtiyaçlara göre etkin ve zamanında kontrolü sağlar. (Eyrıboyun, 1997)

9.1.4.1 VRV Klima Sisteminin Kısımları

Bir VRV klima sistemi şu birimlerden oluşur:

- 1- Dış Ünite
- 2- İç Ünite
- 3- Soğutkan boruları ve fittingsler
- 4- Kontrol sistemi

1- Dış Ünite : VRV sisteminde dış ünite, içerisinde iki kompresör ve iki ısı değiştirici bulunduran bir cihazdır. Bu kompresörlerden biri normal, sabit devirli diğeri ise frekans kontrollü olarak, değişken devirli (invertör) türdendir. Küçük güçte dış ünitelerde yalnız bir tane inverter kompresör bulunabilmektedir. Sistemden istenen soğutma yüküne bağlı olarak önce inverter kompresör devreye girer. Inverter kompresörün kapasitesi sistemin ihtiyacını karşılayamayacak hale geldiğinde, normal kompresör tam güçle devreye girer, ihtiyacın geri kalan kısmını invertör kompresör karşılar. Dış ünite içindeki ısı değiştirgeçleri, yalnız soğutma yapan tiplerde kondenser görevi görürken, ısı geri kazanımlı sistemlerde ise, bu dış üniteye bağlı iç ünitelerin hangi modda çalıştırıldığına bağlıdır. Isı değiştirgeçleri, bütün iç üniteler soğutma modunda çalıştırılıyorsa kondenser, ısıtma modunda çalıştırılıyorsa evaporatör görevi yaparlar.

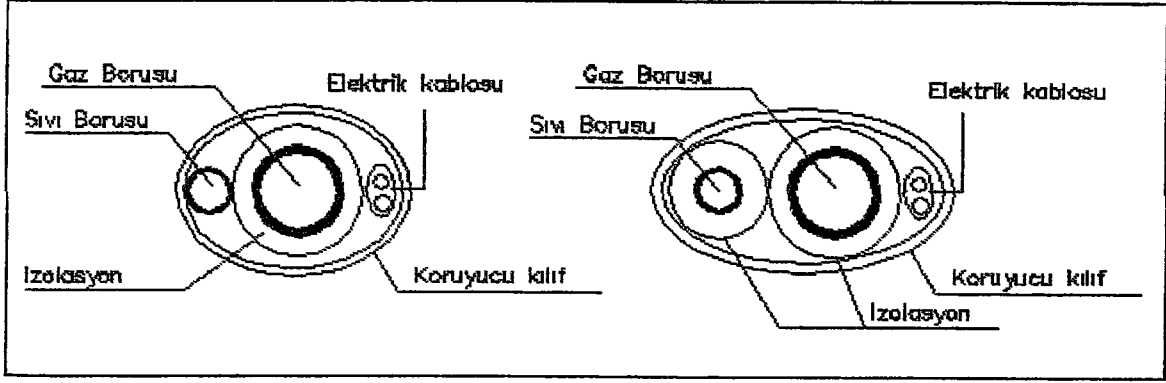
2- İç Ünite : İç ünite bünyesinde bir fan ve bir ısı değiştirgeci bulundurmaktadır. Isı değiştirgeci, yalnız soğutma yapan tiplerde evaporatör işlevine sahipken; ısı geri kazanımlı sistemlerde, soğutma modunda çalışırken evaporatör, ısıtma modunda

çalışıyorken 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.

İ üniteler kullanıcı isteğine ve monte edilecek hacimin özelliğine göre çok çeşitli tip ve kapasitede üretilirler. Kapasiteleri 2000, 2500, 3200, 4000, 5000, 6300, 8000, 10000, 12500, 20000 ve 25000 kcal/h şeklindedir. Bu sayede hesaplanan ısı yüküne en yakın değerde iç ünite seçmek mümkün olmaktadır. İ üniteler, mahal içinde yerleştirildikleri yere göre değişik tiplerde imal edilmektedirler. Bu tipler şunlardır:

- Tavana takılan iki yönde hava üfleyen, kaset tipi,
- Tavana takılan dört yönde hava üfleyen, kaset tipi,
- Tavana takılan kaset köşe tipi,
- Tavana takılan built-in tip,
- Tavana takılan kanal tipi,
- Tavana asılan tip,
- Duvara asılan tip,
- Döşemeye oturtulan tip,
- Döşemeye oturtulan gizli tip.

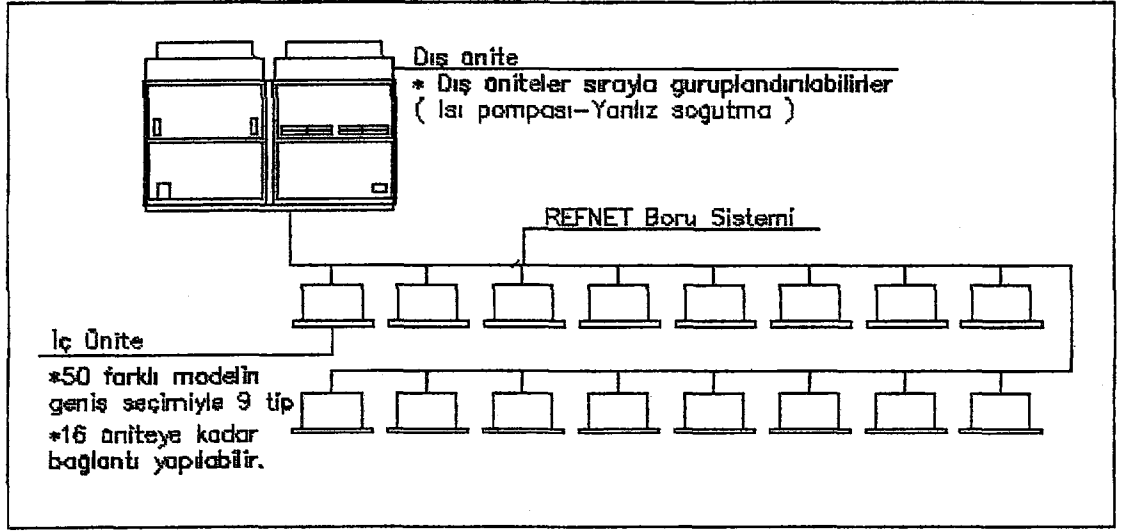
- 3- Soğutkan Boruları ve Fittingsler : Bütün soğutkan devrelerinde deokside edilmiş fosforlu dikişsiz bakır borular kullanılır. Gaz boruları ısı kaybına karşı izole edilmelidir. VRV üretici firmalar, kendi cihazlarının bağlantılarında kullanılmak üzere ürettikleri boru+kablo grupları da bulundurmaktadır. Bu gruplar içinde sıvı borusu, gaz borusu ve elektrik kabloları tek bir koruyucu kılıf içinde bulunurlar.



Şekil 9.6 Prefabrik boru grubu ve elektrik hattı (Eyriboyun, 1997)

Avantajları;

- 1- Bağlanabilecek Maksimum İç Ünite Sayısı
- 2- Her soğutucu devresi için bağımsız kontrol edilebilecek iç ünite sayısı 16 üniteye arttırılarak, mevcut binaların yenilenmesi ve ek yapılması durumunda ortaya çıkan montaj kısıtlamalarını ortadan kaldıracak kombinasyonlar sağlanmıştır.
- 3- Isıtımda -15°C 'ye varan dış sıcaklıklarda düzenli çalışır. Soğutmada ise -5°C dış sıcaklıkta güvenle kullanım sağlanır.
- 4- Kolay Montaj
- 5- VRV sisteminin montajı çok kolaydır. Dış ünitelerde hava soğutmalı kondenser üniteleri, binanın çatısına kolaylıkla yerleştirilebilir. Yüksek katlı binalarda ise her kata rahatlıkla monte edilebilir.
- 6- Tasarımda esneklik
- 7- VRV iç ünitelerindeki çeşitlilik kullanıcıların özel ihtiyaçlarını karşılamakta ve binanın değişik yerlerine sistemin monte edilmesinde oldukça kolaylık sağlamaktadır. Çok çeşitli model ve tipte üretim yapılmaktadır. Bu çeşitlilik Chiller Water sistemlerinde yoktur.
- 8- Bina işletim sistemine bağlanarak çok yönlü bir sistem tasarımı elde edilebilir.
- 9- Uzun soğutucu akışkan borulaması.
- 10- VRV sistemde yüksek teknoloji ve gelişmiş kontrol sistemi sayesinde kritik devrede 100 m'lik akışkan borulaması yapılabilmektedir.
- 11- Projelendirmede kolaylık ve hız.



Şekil 9.7 Dış ünite ve iç ünite bağlantıları (Eyriboyun, 1997)

Dezavantajları:

- 1- İlk yatırım masrafları fazladır.
- 2- VRV soğutucu akışkan hacmi özellikle insanların yoğun olduğu mahallerde ASHRAE Emniyet Kodu tarafından tanımlanan maksimum limit miktarlarını aşabilir ve tehlike sınırlarına girebilir.
- 3- Havalandırma sistemi ayrıca uygulanmalıdır. Bu yüzden VRV sistemi havalandırma bakımından VAV sisteme göre zayıftır.
- 4- Yüksek teknolojiye sahip komplike bir kontrol ve işletim sistemi bulunduğu için bakım için bu konuda yetiştirilmiş uzman personel gerekir.
- 5- Sistem ömrü VAV sistemler kadar uzun olmayabilir. (Eyriboyun, 1997)

9.2 Klima Sistemlerinde Kullanılan Cihazlar

9.2.1 Klima Santralleri

HVAC uygulamalarında kullanılan klima sistemlerinde, havalandırma ve havayı şartlandırmak için klima santralleri kullanılır. Klima santralleri fonksiyonlarına göre şu şekilde sınıflandırılır.

- Tave hava klima santralleri
- Karışım havalı klima santralleri
- Resirküle tip klima santralleri

- Isı geri kazanımlı klima santralleri
- Egzoz fanları

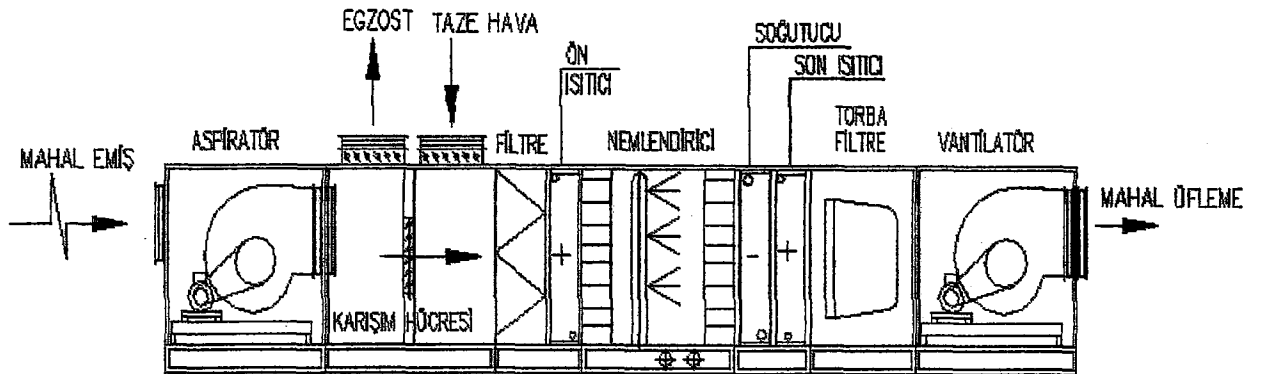
Klima santralleri hücre dizilişine göre ise dört bölümde sınıflandırılır.

- Yatay, boylamasına klima santralleri
- Çift katlı klima santralleri
- Yanyana klima santralleri
- Dik tip klima santralleri

Klima santralleri ihtiyaca göre aşağıdaki kısımlardan gerekli olanlar biraraya getirilerek yapılır.

Bu kısımlar;

- Aspiratör hücresi
- Karışım hücresi
- Filtre
- Ön ısıtıcı
- Nemlendirme hücresi
- Soğutucu hücresi
- Son ısıtıcı hücresi
- Vantilatör
- Susturucu hücresi
- Isı Geri Kazanım Hücresi



Şekil 9.8 Klima santrali (Fita Teknik, 2000)

Aspiratör ve Vantilatör Hücresi:

Aspiratör, klima santrali taze hava emiş ağzına, vantilatör ise üfleme tarafına yerleştirilir. Fanlar, toplam basınç kayıplarını yenebilecek şekilde seçilirler. Doğru bir fan seçiminin yapılabilmesi için fanın verimi, ses seviyesi, fan ağzı çıkış hızı, motor gücü v.b. kriterlerin gözönünde bulundurulması gerekir. (Teba, 2000)

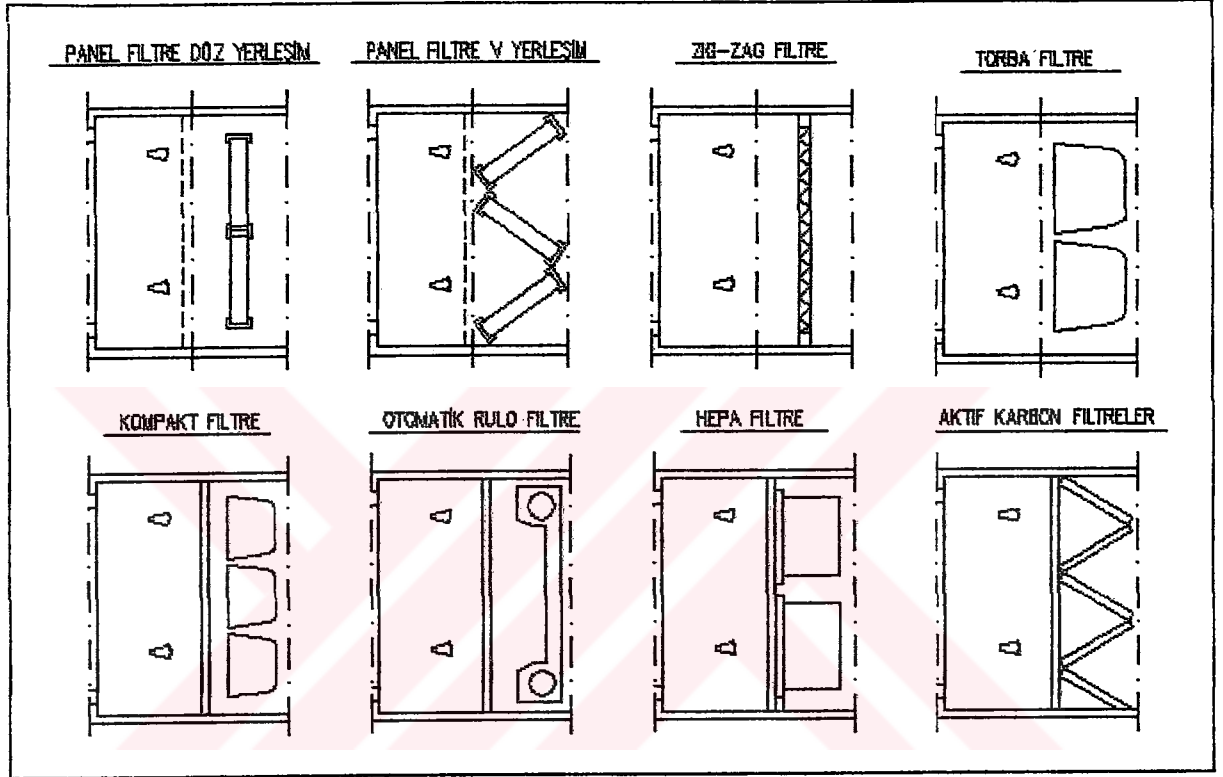
Karışım Hücresi:

Hava karışımı, mahalden dönen hava ile taze havanın karışımı anlamına gelmektedir. Karışım hücresi iki bölmeli olup, egzoz, taze hava ve karışım damperi bulunmaktadır. Damper kanatları, aerodinamik şekilli, alüminyumdan imal edilirler. El veya motor kumandası ile çalışan damperler tek tek veya birlikte açılıp kapanabilirler. (Teba, 2000)

Filtre Hücresi:

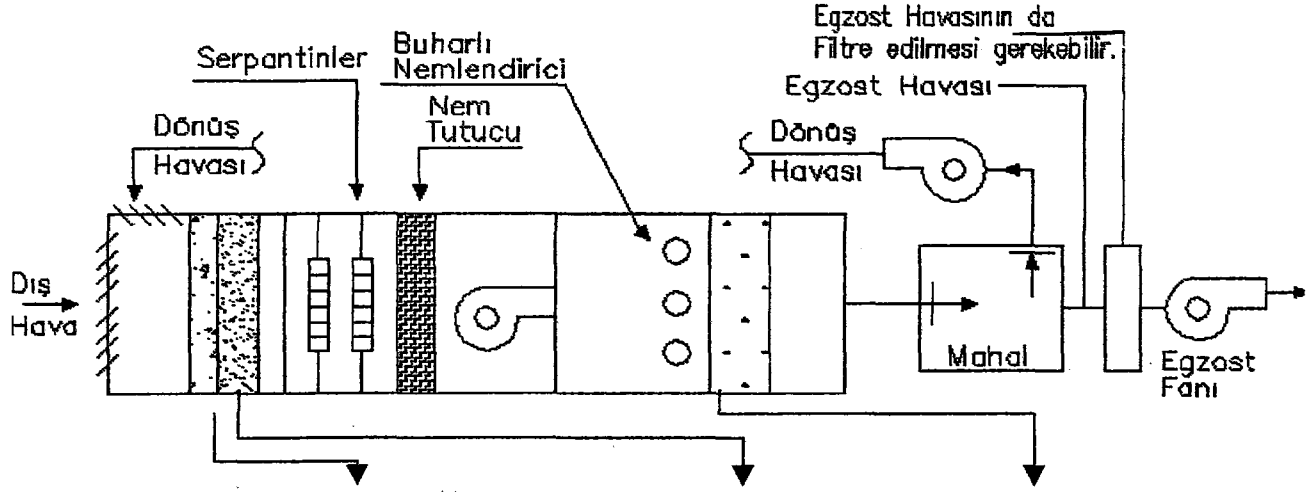
- 1- Panel Filtreler : Ön filtre olarak kullanılırlar. Panel filtreler, düz veya V şeklinde yerleştirilebilirler.
- 2- Zig-Zag Filtreler : Ön filtre olarak kullanılırlar. Elyafi zig-zag olarak yerleştirilmiş panel filtrelerdir.
- 3- Torba Filtreler : Yüksek verimli bir hava filtrasyonu için ekonomik bir seçenektirler. Toz tutma kapasiteleri yüksektir. Ömürlerini arttırmak için bir ön filtre ile birlikte kullanılmalıdır.
- 4- Kompakt Filtreler : Yüksek verimli filtrelerdir. Bir ön filtre ile birlikte kullanılmalıdır. Derinlikleri az olduğu için santral içinde az yer kaplarlar. Kaset malzemesi galvanizli sac veya polystyrenedir.
- 5- Otomatik Rulo Filtreler : Filtrenin uzun bir çalışma ömrüne sahip olması istendiğinde kullanılırlar, az bakım gerektirirler. Filtre elyafi rulo üzerine sarıdır. Basınç düşümü, fark basıncı şalteri üzerindeki önceden ayarlanan değere gelince, rulo otomatik olarak döner ve hava yeni açılmış olan temiz filtre elyafından geçmeye başlar.
- 6- Hepa Filtreler : Hijyenik ortamlar için kullanılırlar. Ameliyathaneler, elektronik ve kimya endüstrisi en yaygın kullanım alanlarıdır. Bu filtreler vantilatörden sonra monte edilmelidir ve mutlaka bir ön filtre ile birlikte kullanılmalıdır.

- 7- Altif Karbon Filtreler : Havadaki kötü kokulu gaz veya buhar moleküllerini yenmek için kullanılırlar. Ömürlerini arttırmak için bir ön filtre ile birlikte kullanılmalıdırlar. Teneffüs edilen havanın hazırlanmasında, mutfaktaki kirli havanın arındırılmasında veya pahalı cihazları içerisinde bulunduran laboratuvarlara verilen havanın şartlandırılmasında kullanılırlar. (Teba, 2000)



Şekil 9.9 Filtre tipleri (Teba, 2000)

Çizelge 9.1 Türlerine ve verimlerine göre filtre uygulamaları (MMOB, 2001)



Uygulama	Ön Filtre	Ön Filtre/Filtre	Son Filtre	Uygulama Notları		
Kıyma makineleri, alüminyum işleme alanları, mekanik elektrik cihaz odaları, serpantin kurutma	Yok	Panel veya Otomatik makaralı	Yakalama %25ile40	Yok	Büyük taneçiklerin Mahaldeki yüzeylere çökmesi önlenir. Serpantinler korunur.	
	Yok	Kıvrımlı panel veya geniş yüzeyli	Toz lekesi %25ile30	Yok		
Yazın üretim alanları, elektrik tesisleri, boyama atölyeleri, genel ofis binaları-laboratuvarlar	Yok	Geniş yüzeyli, Kartuş, torbah elektrostatik	Yakalama %75ile90 Toz lekesi %35ile60	Yok	Ortama temizlik düzeyi sağlanır. havadaki lifçikler tutulur. tüm polenler %60 verimle tutulur.	
Mühendislik çizim ofisi, elektrik atölyeleri, metalik lab. konferans salonu üretici ofisleri	Geniş Yüzeyli, Kartuş veya torbah	Yakalama %75ile85 Toz lekesi %25ile40	Torbah, kartuş veya elektrostatik (yarı otomatik temizlemeli)	Yakalama >%98 Toz lekesi %80ile85	Yok	Ortalama temizliğin üzerinde. mahaldeki yüzeylere çökülen toz taneçikleri yok. Kartuş ve torba filtreler, yüzeylerde leke oluşturan taneçiklere karşı çok etkili, ama sigara dumanına kısmen etkili.
	Yok	Torbah, veya kartuşlu kısım da olan elektrostatik	Yakalama >%98 Toz lekesi %80ile85	Yok		
Araştırma ve ilaç geliştirme ve üretiminde septik olmayan alanlar	Geniş Yüzeyli, Kartuş veya torbah	Yakalama %75ile85 Toz lekesi %25ile40	Torbah, kartuş veya Elektrostatik (yarı otomatik temizlemeli)	Yakalama >%98 Toz lekesi %80ile85	Atılabilir Hücresel	Mükemmel temizlik. Leke oluşturan taneçiklere, duman, ise ve bakterilere karşı çok etkili
	Yok	Torbah, veya kartuşlu kısım da olan elektrostatik	Yakalama >%98 Toz lekesi %80ile85	Yok		
Araştırma ve ilaç geliştirme ve üretiminde septik alanlar, film ve elektronik endüstrisinde emiz odalar, radyoaktif alanlar v.b.	Geniş Yüzeyli, Kartuş veya torbah	Yakalama %75ile85 Toz lekesi %25ile40	Torbah, kartuş Elektrostatik (yarı otomatik temizlemeli)	Yakalama >%98 Toz lekesi %80ile85	Atılabilir Hücresel	Bakterilere, radyoaktif tozlara, zehirli tozlara, duman ve ise karşı tam koruma

Isıtıcı Hücresi

Isıtıcılar, santral içindeki havanın ısıtılmasını sağlayan elemanlardır. Isıtıcı akışkan olarak, sıcak su, kızgın su veya buhar kullanılır. Kullanma şartlarına göre santrallerde ön ısıtıcı veya son ısıtıcı olmak üzere iki adet ısıtıcı hücresi kullanıldığı gibi, bir tek ısıtıcı hücresi de olabilir. Standart olarak, bakır boru-alüminyum kanatlı serpantin gruplarıdır. (Teba, 2000)

Soğutucu Hücresi

Santral içindeki havanın soğutulmasını sağlayan elemanlardır. Soğutucular, su soğutmalı veya doğrudan genleşmeli olabilirler. Soğutma serpantininin altına yerleştirilen çift eğimli yoğuşma tavaasında biriken su, drenaj borusu vasıtasıyla dışarı atılır. Serpantinler, bakır boru-alüminyum kanatlı imal edilirler. (Teba, 2000)

Nemlendirme Hücresi

Havadaki nem oranının yetersiz kaldığı mahaller için, klima santraline nemlendirme hücresi yerleştirilir. Nemlendirme hücresinde aşağıdaki elemanlar bulunur.

Deflektör : Havanın nemlendirme hücresinde eşit olarak dağılımını temin etmek üzere plastik veya galvaniz sactan yapılıdır.

Su Püskürtme Sistemi : Su havuzu, pompa, galvanizli boru donanımı ve fiskiyelerden oluşur. Havuzda besleme, boşaltma, taşma bağlantıları mevcuttur. Fiskiyeler vasıtasıyla pülverize edilen basınçlı su havanın rutubetlenmesini temin eder.

Seperatör : Nemlendirme hücresinin sonunda bulunan, plastik veya galvaniz sactan mamul kanatlar, nemlendirme esnasında hava ile birlikte sürüklenen damlacıkları tutarak kanala geçmesini önler.

Gözetleme Kapısı : Nemlendirme hücresindeki fiskiyelerin durumunu tespit ve bakım için sızdırmaz contalı ve iç su siperlikli kapı konmaktadır. (Teba, 2000)

Susturucu

İklimlendirme ekipmanlarında istenmeyen unsurlardan bir tanesi gürültüdür. Bu yüzden gürültü seviyesi düşük olan fan seçmek gereklidir. Buna rağmen gürültü seviyesi istenilen seviyeye

getirilemiyorsa fanın besleme ve/veya geri dönüş kısmına ses yutucuları yerleştirilerek istenilen ses seviyesi elde edilir. (Teba, 2000)

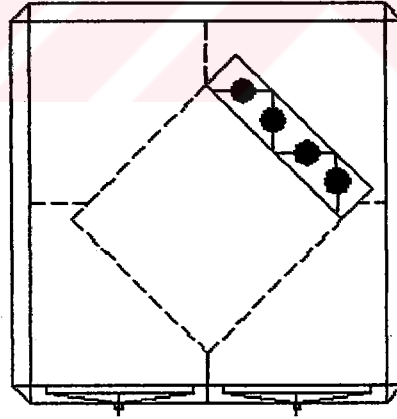
Isı Geri Kazanım

Isı geri kazanım cihazları soğuk ve sıcak hava akışları arasındaki sıcaklık farkından yararlanarak mahalden atılan sıcak ya da soğuk hava içerisindeki enerjinin bir kısmının geriye kazanılmasını sağlar. (Doğan, 1999)

Üç Tip ısı geri kazanım vardır;

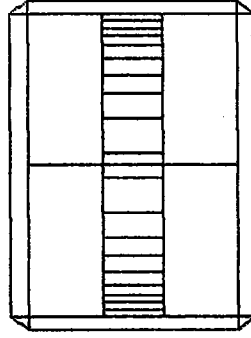
- Plakalı
- Tamburlu
- Serpantinli

1- Plakalı Isı Geri Kazanım : Çapraz akışlı ısı eşanjörleri, hareketli parçalara sahip olmaksızın sıcak ve soğuk hava arasındaki ısı transferini sağlarlar. Plakalar alüminyumdan imal edilir.



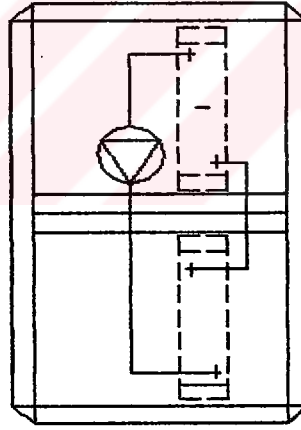
Şekil 9.10 Plakalı ısı eşanjörü (Teba, 2000)

1- Tamburlu Isı Geri Kazanım : Bu tip cihazlarda ısı transferi, tambur içine yerleştirilen kanatlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Hava içerisindeki rutubetin yoğuşmasıyla duyulur ısı yanında gizli ısıdan da faydalanarak yüksek verim gösterirler. Tambur tahriki, elektrik motoru ve V kayış vasıtasıyla sağlanmaktadır.



Şekil 9.11 Tamburlu ısı gerikazanım ünitesi (Teba, 2000)

Çift Serpantinli Isı Geri Kazanım : Çift serpantinli ısı geri kazanım metodu; tek bir cihazda kullanılabildiği gibi besleme ve egzoz havasının tek bir cihazda birleştirilemediği durumlarda da kullanılabilir. Isı transferi, besleme ve egzoz santrallerindeki serpantinlerde kapalı devre halinde dolaşan akışkan vasıtasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Egzoz kısmında, oluşabilecek yoğuşmaya karşı bir yoğuşma tavası monte edilmiştir.



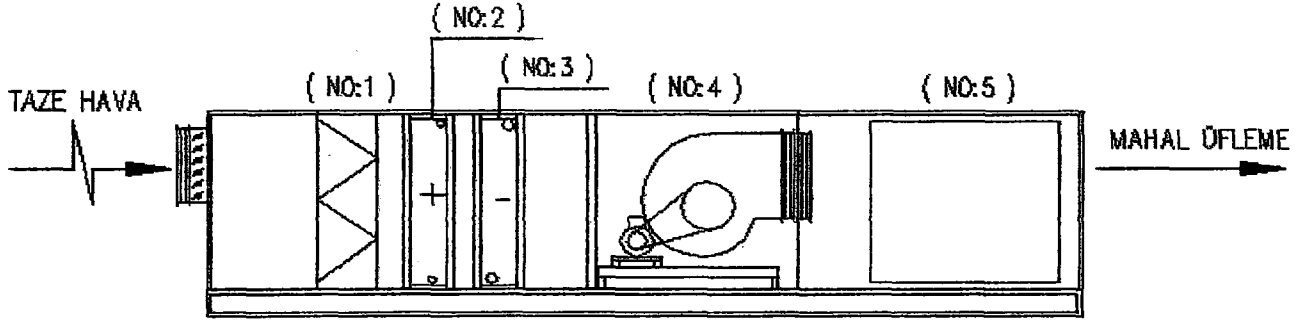
Şekil 9.12 Çift serpantinli ısı geri kazanım ünitesi (Teba, 2000)

9.2.1.1 Klima Santralleri Uygulamaları

1- Taze Hava Klima Santrali Uygulaması

Şekil 9.13' de gösterilen uygulamada sistem %100 taze hava ile çalışmaktadır. Dışarıdan alınan taze hava filtreden geçer (No:1).bulunan mevsime ve santralin hitap ettiği kullanım alanına bağlı olarak ısıtma (No:2) veya soğutma serpantininde (No:3) şartlandırılan ve filtre edilmiş

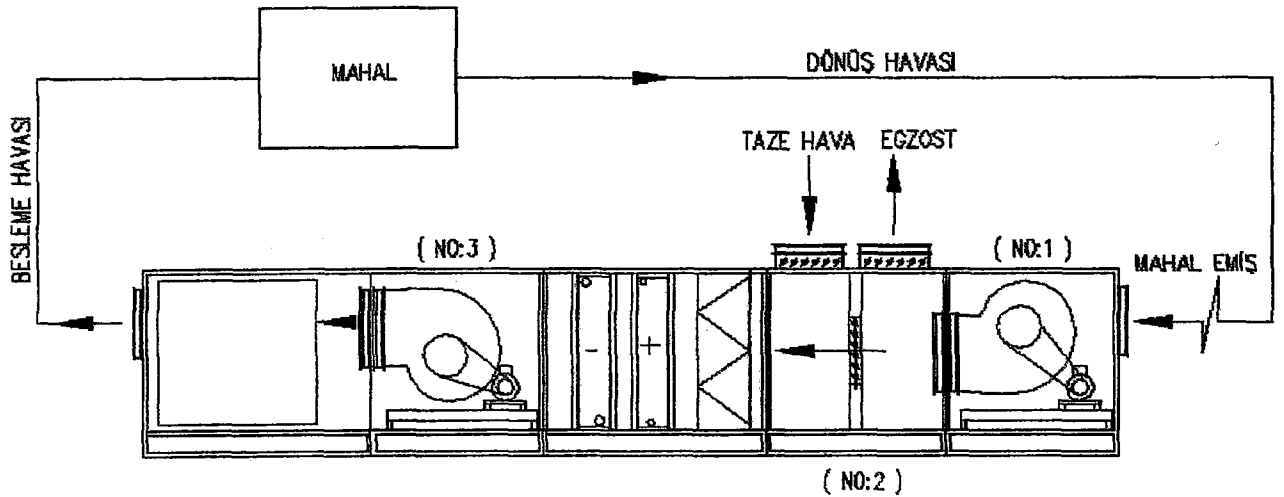
hava fan (No:4) vasıtasıyla susturucu hücreesine (No:5) basılır. Burada ses sönümlenmesi gerçekleştirildikten sonra hava, kanallar vasıtasıyla şartlandırılması gereken ortama verilir. Mahale atılan taze havanın egzozu, egzoz fanı yardımıyla yapılır. (Isısan, 2001)



Şekil 9.13 Taze hava klima santrali uygulaması (Isısan, 2001)

2- Resirküle Tip Klima Santrali Uygulaması

Şekil 9.14'de resirküle tip klima santraline ilişkin uygulama gösterilmiştir. Dönüş havası fanı (No:1) vasıtasıyla mahalden emilen havanın bir kısmı karışım hücreesinde (No:2) egzoz edilerek yerine taze hava alınır. Gerekli şartlandırma işleminden geçirilen hava besleme fanı (No:3) vasıtasıyla ortama verilir. Bu sistemin avantajı ek bir egzoz fanı yerine santralde dönüş havası fanı kullanılmasıdır. (Isısan, 2001)



Şekil 9.14 Resirküle tip klima santrali uygulaması (Isısan, 2001)

Kış şartları:Dış hava sıcaklığı : $T_d = -3^{\circ}\text{C}$ Üfleme sıcaklığı : $T_{\text{çıkış}} = 34^{\circ}\text{C}$ **Yaz şartları:**Dış hava sıcaklığı : $T_d = 33^{\circ}\text{C} / \%50 \text{ RH}$ Üfleme sıcaklığı : $T_{\text{çıkış}} = 15^{\circ}\text{C} / \%90 \text{ RH}$ Dış havası entalpisi : $h_d = 16,7$ (Psikometrik diyagramdan bulunmuştur.)Üfleme havası entalpisi : $h_{\text{çıkış}} = 9,4$ (Psikometrik diyagramdan bulunmuştur.)**Isıtma Serpantin kapasite hesabı:**

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times (T_{\text{çıkış}} - T_d) \text{ (kcal/h)} \quad (9.1)$$

$$Q_{1s} = 0,3 \times 4.950 \times (34 - (-3)) \text{ (kcal/h)} \quad (9.2)$$

$$Q_{1s} = 54.945 \text{ kcal/h} \quad (9.3)$$

Soğutma Serpantin kapasite hesabı:

$$Q_s = 1,2 \times V \times (h_d - h_{\text{çıkış}}) \text{ (kcal/h)} \quad (9.4)$$

$$Q_s = 1,2 \times 4.950 \times (16,7 - 9,4) \text{ (kcal/h)} \quad (9.5)$$

$$Q_s = 43.362 \text{ kcal/h} \quad (9.6)$$

Karışım Havalı Klima Santrali

Örnek binada kullanılmış olan KS-5 kod numaralı karışım havalı Fuaye klima santrali için ısıtma ve soğutma serpantin hesaplaması aşağıda gösterilmiştir.

Veriş havası debisi : $V = 15.000 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak projelendirme aşamasında hesaplanmıştır.

Dönüş havası debisi: $V = 13.500 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak veriş havasının %90'u olacak şekilde hesaplanmıştır.

Taze hava debisi: $V = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak içeride bulunabilecek insan sayısına göre hesaplanmıştır.

Karışım havası debisi: $V = 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak aşağıdaki hesaba göre bulunmuştur.

Egzoz havası debisi: $V = 9.500 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak aşağıdaki hesaba göre bulunmuştur.

$$V_{\text{karışım havası}} = V_{\text{veriş havası}} - V_{\text{taze hava}} \quad (9.7)$$

$$V_{\text{egzoz havası}} = V_{\text{dönüş havası}} - V_{\text{karışım hava}} \quad (9.8)$$

Kış şartları:

Dış hava sıcaklığı : $T_d = -3^\circ\text{C}$

İç hava sıcaklığı : $T_{iç} = 22^\circ\text{C}$

Üfleme sıcaklığı : $T_{çıkış} = 34^\circ\text{C}$

Karışım sıcaklığı : $T_{\text{karışım}} = 5^\circ\text{C}$

Yaz şartları:

Dış hava sıcaklığı: $T_d = 33^\circ\text{C} / \%50 \text{ RH}$

İç hava sıcaklığı : $T_{iç} = 25^\circ\text{C}$

Üfleme sıcaklığı: $T_{çıkış} = 15^\circ\text{C} / \%90 \text{ RH}$

Karışım sıcaklığı : $T_{\text{karışım}} = 29,7^\circ\text{C}$

Karışım havası entalpisi : $h_{\text{karışım}} = 15,4$ (Psikometrik diyagramdan bulunmuştur.)

Üfleme havası entalpisi : $h_{\text{çıkış}} = 9,4$ (Psikometrik diyagramdan bulunmuştur.)

Isıtma Serpantin kapasite hesabı:

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times (T_{çıkış} - T_{\text{karışım}}) \text{ (kcal/h)} \quad (9.9)$$

Eğer karışım havalı bir klima santrali kullanılıyorsa ısıtma serpantininin girişindeki sıcaklık dış hava sıcaklığı değil karışım sıcaklığı olacaktır. (T_d yerine, formülde $T_{\text{karışım}}$ yazılmıştır.)

Soğutma Serpantin kapasite hesabı:

$$Q_s = 1,2 \times V \times (h_{\text{karışım}} - h_{\text{çıkış}}) \quad (\text{kcal/h}) \quad (9.10)$$

Eğer karışım havalı bir klima santrali kullanılıyorsa soğutma serpantininin girişindeki havanın entalpisi, dış hava sıcaklığının değil karışım sıcaklığının entalpisi olacaktır. (hd yerine, formülde hkarışım yazılmıştır.)

Karışım sıcaklığının hesabı:

Kış şartlarında:

$$T_{\text{karışım}} = \frac{(V_{\text{tazehava}} \times T_d) + (V_{\text{karışım}} \times T_{iç})}{V_{\text{toplamveriş}}} \quad (9.11)$$

$$T_{\text{karışım}} = \frac{(10.000 \times (-3)) + (5.000 \times 22)}{15.000} = 5,3^{\circ}\text{C} \quad (9.12)$$

Yaz şartlarında:

$$T_{\text{karışım}} = \frac{(V_{\text{tazehava}} \times T_d) + (V_{\text{karışım}} \times T_{iç})}{V_{\text{toplamveriş}}} \quad (9.13)$$

$$T_{\text{karışım}} = \frac{(10.000 \times (33)) + (5.000 \times 25)}{15.000} = 30,3^{\circ}\text{C} \quad (9.14)$$

Eğer karışım havalı bir klima santrali kullanılıyorsa ısıtma ve soğutma serpantininin girişindeki sıcaklık dış hava sıcaklığı değil karışım sıcaklığı olacaktır. (Td yerine, formülde Tkarışım yazılmıştır.)

$$Q_{is} = 0,3 \times 15.000 \times (34 - 5,3) \quad (9.15)$$

$$Q_{is} = 130.500 \text{ kcal/h olarak hesaplanır.} \quad (9.16)$$

$$Q_s = 1,2 \times 15.000 \times (15,4 - 9,4) \quad (9.17)$$

$$Q_s = 108.600 \text{ kcal/h olarak hesaplanır.} \quad (9.18)$$

9.2.2 Fan Coil Cihazları

Fan coil sistemi, fan-coil cihazı primer hava sistemi ve kanallaması, hava filtresi, egzoz sistemi ve kanallaması, üfleme ve emiş menfezleri, otomasyon sistemi, soğutma ve ısıtma suyu dağıtım sistemlerinden oluşur.

Fan coil sistemi, içerisinde ısıtıcı ve soğutucu akışkanın geçtiği serpantin ile mahali havası arasındaki ısı transferi sonucu mahalin ısıtma ve soğutma yüklerinin alınarak istenilen mahal sıcaklığının sağlanması olarak açıklanabilir.

Fan coil cihazı, diğer adıyla üfleme konvektör veya salon tipi sıcak hava cihazı, kanatlı borulardan serpantini üstte, altta ise hava hareketini sağlayan radyal fan ve filtresi bulunan bir ısıtma, soğutma elemanıdır. Fan tarafından filtreden geçerek emilen hava serpantin yüzeyini yalayarak ortama üflenir.

Fan coil lerde serpantin yüzeyini yalayan hava kondenzasyona uğrayacak ve de cihazın altında bulunan yoğuşma tavasında yoğuşma suyu toplanacaktır. Yoğuşma suları drenaj boruları ile toplanıp deşarj edilir. Fan coil üniteleri kasetli veya kasetli olmayan tip olarak imal edilmekte olup, pencere önüne asma tavan içine veya pencere önünde bir kaja içine yerleştirilebilmektedirler.

Primer havalı fan coil sistemleri uygulamalarında insanların ihtiyacı olan taze hava bir primer hava santralinde hazırlanır. %100 dış hava veya bazı uygulamalarda karışım havası, primer hava fan-coilin emiş ağzına veya mahale direkt menfezler vasıtasıyla üflenir.

Fan-coil tipleri:

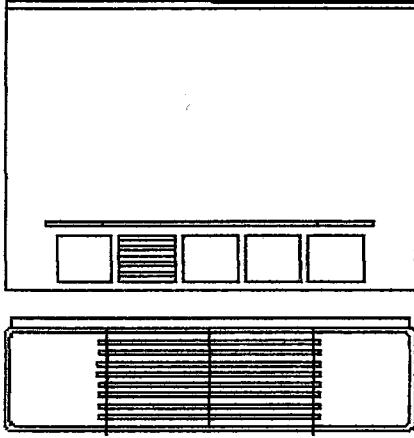
Fan-coil tipleri aşağıdaki şekilde gruplanabilir.

1- Fan-coil tipine göre

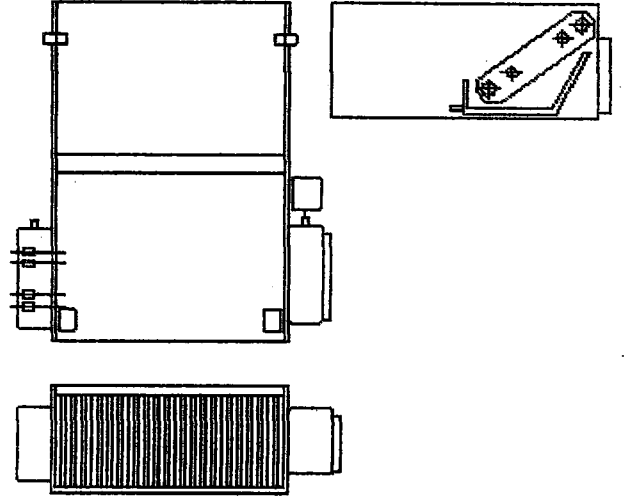
- Tavan / döşeme tipi

- Hidronik kaset tip
 - Basınçlı tip
- 2- Kaset yapısına göre
- Kasetli tip
 - Kasetsiz tip (Gizli)
- 3- Batarya yapısına göre
- 2 Borulu
 - 4 Borulu
- 4- Otomasyon şekline göre
- Fan kontrollü
 - Otomasyon vanalı (on / off)
 - Otomasyon vanalı (oransal)
- 5- Fan devir hızına göre
- Çok devirli
 - Değişken devirli
- 6- Hava akımına göre
- %100 iç havalı
 - Karışım havalı
- 7- Akışkan tipine göre (ısıtma)
- Sıcak su
 - Kızgın su
 - Buhar
 - Elektrikli ısıtıcı
- 8- Akışkan tipine göre (soğutma)
- Soğutulmuş su
 - Direkt genleşme (DX)

Farklı kullanım amacı, mimari durum, projelendirme, maliyet ve konfor ihtiyaçları için çeşitli tipte fan-coil cihazları mevcuttur. Bu tipler ve bu cihazlara ait uygulamalar Şekil 9.16 ve Şekil 9.17'de gösterilmiştir. (TMMOB, 1999)



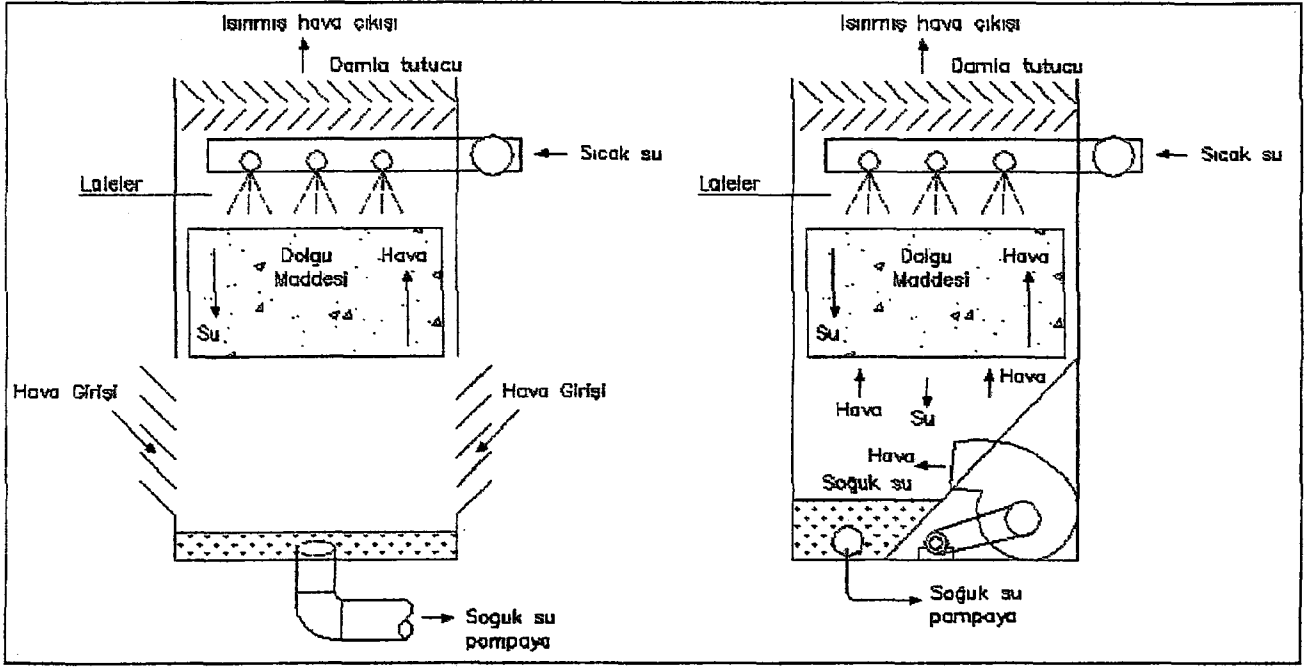
Şekil 9.16 Kasetli Döşeme Tipi Fan-coil
(Alarko-Carrier, 2001)



Şekil 9.17 Kasetsiz Tavan Tipi Fan-coil
(Alarko-Carrier, 2001)

9.2.3 Soğutma Kuleleri

Hava dolaşımına göre, soğutma kuleleri doğal ve zorlanmış çekişli olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. (Şekil 9.18 – Şekil 9.19). Kule içinde hava hareketi, doğal çekişte kendiliğinden olurken, zorlanmış çekişte bir fan yardımıyla sağlanır. Soğutulmak istenen su, genel olarak kulenin üst kısmından ince zerrecikler halinde püskürtülür. Çoğu lüle tasarımında suyun basınç düşümü 0,5-0,7 bar arasındadır. Kule içinde suyun hava ile temas yüzeyini arttırmak için ahşap veya plastikten yapılmış dolgu maddeleri kullanılır. Su sürüklenmesini en az değere indirmek için hava çıkışında damla tutucular koyulur. (TMMOB, 2001)



Şekil 9.18 Doğal çekişli soğutma kulesi

(TTMOB, 2001)

Şekil 9.19 Zorlanmış çekişli soğutma

(TTMOB, 2001)

Uygun bir soğutma kulesinin seçimi için;

- Soğutulmak istenen suyun giriş ve çıkış sıcaklıkları
- Ortamın tasarım yaş termometre sıcaklığı
- Soğutulmak istenen suyun debisi

değerlerinin bilinmesi gereklidir. Soğutma kulesinin çalışma ilkesi, ısı ve kütle geçişine dayanmaktadır. Bunlardaki ısı geçişi dengesi için;

$$m_s c_p (T_{s,g} - T_{s,\varphi}) = m_b r + m_h (h_\varphi - h_g) \quad (9.19)$$

eşitliği yazılabilir. Burada ;

m_s = kuleden çıkan suyun kütleli debisi, kg/s

m_b = kulede buharlaşan suyun kütleli debisi, kg/s

m_h = hava debisi, kg/s

$T_{s,g}$ = Suyun giriş sıcaklığı, °C

$T_{s,\varphi}$ = Suyun çıkış sıcaklığı, °C

r = suyun gizli buharlaşma ısı, J/kg
 h_c = havanın çıkış entalpisi, J/kg
 h_g = havanın giriş entalpisi, J/kg
anlamlarındadır.

9.2.4 Soğutma Grupları

Soğutma grupları, binalarda klima santrali ve fan-coil cihazlarında kullanılacak olan soğuk suyun üretildiği cihazlardır.

Aşağıdaki tipleri vardır;

1- Kondenser tipine göre

- Hava soğutmalı tip
- Su soğutmalı tip
- Kondensersiz tip

2- Soğutucu akışkan tipine göre

- R22 soğutucu akışkanlı
- R134a soğutucu akışkanlı
- R407c soğutucu akışkanlı
- R404 A/B/C, R507 soğutucu akışkanlı
- R290, R1270, R124, R227, R23 soğutucu akışkanlı (özel uygulamalarda)
- NH₃ soğutucu akışkanlı

3- Kompresör tipine göre

- Scroll kompresörlü tip
- Vidalı kompresörlü tip (Tek vidalı-Çift vidalı)
- Santrijüj kompresörlü tip
- Pistonlu kompresörlü tip

4- Eşanjör tipine göre

- Plakalı tip eşanjörlü
- Gövde-boru tip eşanjörlü

5- Montaj yerine göre

- Dahili tip (Su soğutmalı soğutma grupları)
- Harici Tip (Hava soğutmalı & kondensersiz tip soğutma grupları)

9.2.4.1 Soğutma Grubu Tipleri

1. Hava Soğutmalı Soğutma Grubu

Hava soğutmalı soğutma grupları paket tip cihazlar olup, harici kullanım içindir. Cihazın montajının yapılacağı yer, cihaz katalogunda belirtilen boşluklara haiz olmalıdır. Cihazın ses seviyesi proje değerlerini aşmayan ve çevredeki insanları rahatsız etmeyecek bir düzeyde ise hava soğutmalı grup kullanılabilir.

2. Su Soğutmalı Soğutma Grupları

su soğutmalı soğutma grupları, yüksek kapasiteli soğutma gruplarıdır. Bu cihazlar binanın makina dairesine veya başka bir dahili mekana yerleştirilebilirler. Ses seviyesinin önemli bir kriter olduğu durumlarda da su soğutmalı soğutma grupları daha avantajlıdır. Yüksek soğutma kapasiteleri istendiği durumlarda hava soğutmalı soğutma grupları çok büyük bir alan gerektirdiğinden dolayı, boyutları daha küçük olan su soğutmalı soğutma grupları kullanılabilir.

3. Kondensersiz Tip

Hem su soğutmalı hem de hava soğutmalı grupların kullanılmasının uygun olmadığı hallerde remote kondenser adı verilen kondenseri soğutma grubundan bağımsız chiller kullanılır. Agresif gazların veya çok yüksek çevre sıcaklığının bulunduğu ortamlarda remote kondenser soğutma grubu kullanılır. Ayrıca ses seviyesinin önemli bir kriter olduğu ve cihaz yerleşim alanlarının sınırlı olduğu hallerde de kullanılması oldukça yaygındır. (Isısan, 2001)

9.2.4.2 Soğutma Gruplarında Kullanılan Kompresör Tipleri

1. Scroll Kompresör

Birbiri içine geçmiş iki adet sarmal elemandan oluşan scroll kompresörler kompakt ve basit konstrüksiyonu, düşük kapasitelerde yüksek volumetrik verimi, sessiz, titreşimsiz yapısı ve daha düşük yağ sirkülasyonu özellikleriyle yüksek basınç uygulamaları için çok uygundur. Scroll kompresör yaklaşık 65 kW soğutma kapasitesine kadar olan soğutma gruplarında kullanılmaktadır. Sarmal elemanlar arasında kalan boşluğa emme vasıtasıyla giren soğutucu

akışkan, kompresör dönüşüyle birlikte sıkıştırılır, ve tahliye ağzından atılır. Sarmallardan biri üzerindeki bypass kanalının açılıp kapanması ile kapasite kontrolü sağlanır.

2. Vidalı Kompresörler

a) Tek Vidalı Kompresör

R134a ve R407C soğutucu akışkanları için optimize edilmiş bu kompresörler kompakt dizaynlarıyla yıllar boyunca güvenilir ve verimli bir işlem sağlamaktadır. Tek vidalı kompresörler düşük işletim ve bakım maliyetleri ile dikkat çekmektedirler. Büyük kapasiteli soğutma gruplarında da kullanılan bu tip kompresörler, kompozit rotor malzemesi, contaları yağlayan, ses oluşumunu önleyen, yağ dolaşım sistemini basitleştiren likid enjeksiyon sistemi, sadece üç dönel parçası, simetrik sıkıştırma sistemi ve güvenilir yatak tasarımıyla bakım maliyetini minimuma indirmektedir.

Bu kompresörlerde kullanılan emiş gazı soğutmalı motor, homojen gaz dağılımı, daha iyi soğutma, sabit sıcaklık ve dolayısıyla daha uzun motor ömrü sağlar. Yağ pompasının olmadığı bu kompresörde minimum düzeyde titreşim oluşmaktadır.

b) Çift Vidalı Kompresör

Bu tip kompresörler iki adet helisel vidalı dişli mekanizmadan oluşmaktadır. Emme hattından alınan gaz, vida dişlileri arasında sıkıştırılarak basıncı artırılır.

3. Santrifüj kompresörlü Soğutma Grupları

En yüksek kapasiteye çıkabilen bu tip kompresörler, pozitif güçle sıkıştırma olmadan, dönme etkisiyle soğutucu akışkanın yüksek sıcaklığa ve basınca gelmesi prensibi ile çalışır. Tek veya çok kapasiteli olan bu tip kompresörlerin kapasite kontrolü yönlendirici kanatlarla yapılır.

4. Pistonlu Kompresörlü Soğutma Grupları

Pistonlu kompresörlerde pozitif etkili bir silindir piston mekanizması sayesinde soğutucu akışkan sıkıştırılır. Sıkıştırılan bu akışkan kondenserde yoğunlaştırularak soğutma prosesinin

gerçekleştirilmesi sağlanır. Bu tip kompresörler HVAC uygulamalarında kullanılan en eski tiptir. (Isısan, 2001)

9.2.5 Santrifuj Pompalar

Pompa akışkanı, bir noktadan diğer bir noktaya taşımak için kullanılan makinadır. Pompalar, kullanım alanlarına ve akışkanlara bağlı olarak, kendi içinde değişik sınıflara ayrılır. Isıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan pompa, santrifuj pompa olarak tanımlanır. Temel olarak, bir santrifuj pompa çark ile şafttan oluşmaktadır. Çark belirli bir hızda sabit bir göde içinde döner ve gövdenin bağlı olduğu sistemin sürtünmesini ve statik basıncını yenmek için gerekli santrifuj kuvvetli, akışkanı dışarı doğru fırlatır.

Bir pompa dizaynında, debi ve basma yüksekliği bilinmesi gerekli en önemli iki kriterdir.

Pompa debisi, Q ile gösterilir ve birim zamanda pompadan geçen hacimdir. Pompa basma yüksekliği, H ile gösterilir ve pompa tarafından ortam sıvısına verilen faydalı mekanik enerjidir, metre cinsinden ifade edilir. Basma yüksekliği ortam sıvısının yoğunluğundan bağımsızdır, yani bir santrifuj pompa bütün akışkanlar için yoğunluklarına bakmaksızın aynı basma yüksekliği meydana getirir. Yoğunluk (ρ) pompa içersindeki basıncı belirler. (KSB, 2001)

$$P = \rho \times g \times H \quad (9.20)$$

P : basınç (bar)

ρ : yoğunluk (kg/m^3)

H : basma yüksekliği (mss)

Pompaların tahriki için monofaze veya trifaze elektrik motoru kullanılmaktadır. Farklı hız ayarlamaları için, frekans konvertörü, redüktör veya kayış kasnak sistemleri kullanılabilir.

9.2.5.1 Güç Tüketiminin Hesaplanması:

Santrifuj pompanın gücü (P_P), pompa milinin veya pompa kaplininin tahrik kısmından absorbe ettiği mekanik enerjidir.

$$P_p = (\rho \times g \times Q \times H) / (1.000 \eta) \quad (9.21)$$

ρ (kg/dm³)

g (m/s²)

Q (lt/s)

H (m)

η (0-1 arası)

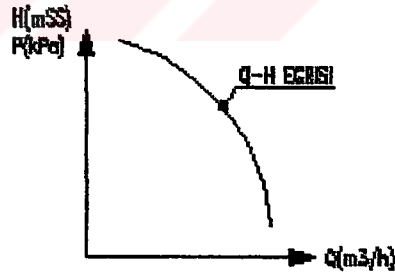
Bu denklemi daha basite indirgersek

$$P_p = (\rho \times g \times H) / (367 \eta) \quad (9.22)$$

Q (m³/h) olacaktır.

9.2.5.2 Pompa Karakteristik Eğrisi

Pompa referans eğrisi, Q (debi)'nin X eksenini, H (basma yüksekliği)'nin veya p (basınç)'nin Y eksenini olduğu diyagramda gösterilmiştir.



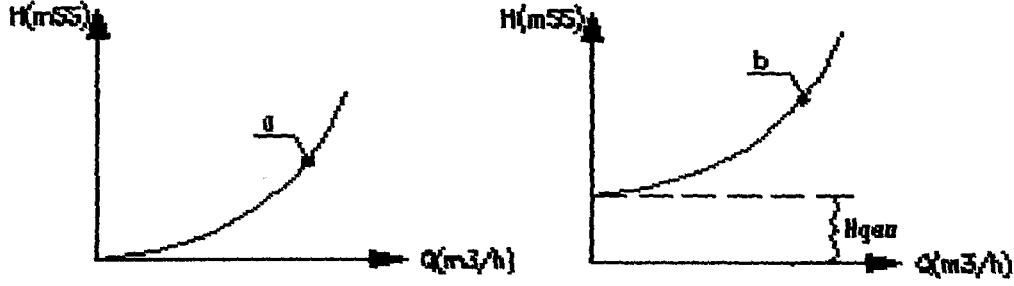
Şekil 9.20 Pompa karakteristik eğrisi (KSB, 2001)

9.2.5.3 Sistem Karakteristiği

Sistem karakteristikleri sistemdeki basınç kaybını akışın fonksiyonu olarak gösterir. Karakteristiğin başlangıç noktası sistem tipine bağlıdır.

- Kapalı sistemde daima 0.0'da başlar
- Açık sistemde başlangıç noktası H_{geo} 'ya bağlıdır

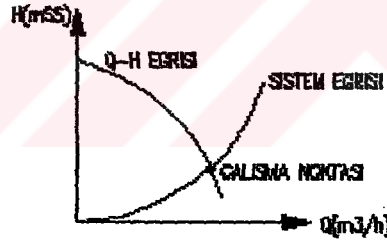
H_{geo} : geometrik yükseklik



Şekil 9.21 Sistem Karakteristiği (KSB, 2001)

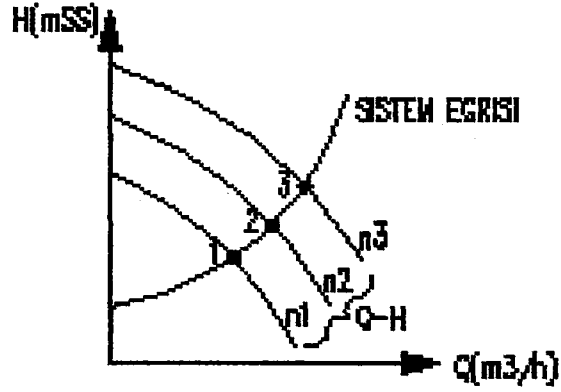
9.2.5.4 Çalışma Noktası

Her pompanın bir optimum çalışma noktası vardır. Bu nokta, sistem eğrisi ile Q-H eğrisinin kesişme noktasıdır. Pompa hızının veya istem karakteristiğinin değiştirilmesiyle çalışma noktası değiştirilebilir. (KSB, 2001)



Şekil 9.22 Çalışma noktası (KSB, 2001)

Bir santrifuj pompanın farklı devirlerde farklı karakteristik eğrileri vardır. n_1 devrindeki Q_1 , H_1 , P_{P1} değerleri biliniyorsa n_2 devrindeki Q_2 , H_2 , P_{P2} değerleri şöyle bulunur.



Şekil 9.23 Devir hızının değişimi (KSB, 2001)

$$Q_2 = (n_2/n_1) \times Q_1 \quad (9.23)$$

$$H_2 = (n_2/n_1)^2 \times H_1 \quad (9.24)$$

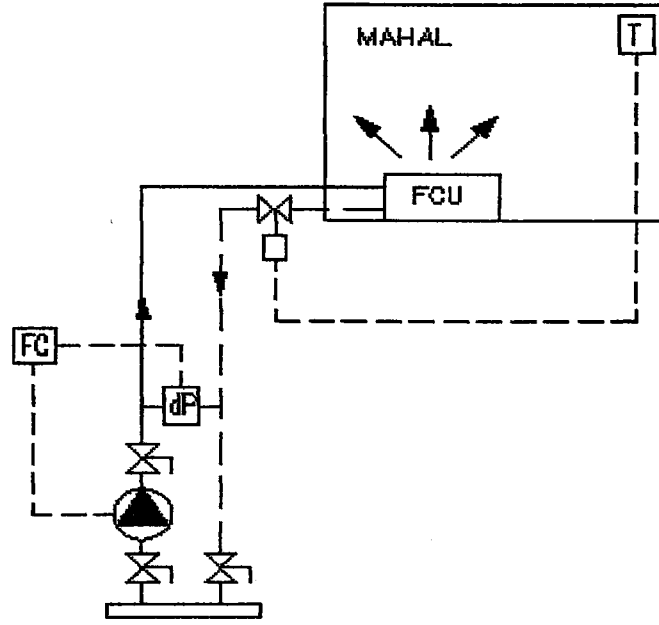
$$Pp_2 = (n_2/n_1)^3 \times P_1 \quad (9.25)$$

9.2.5.5 Frekans Konvertörü ile Pompanın Kontrolü

Tek ve çok pompalı sistemlerin bünyesine frekans konvertör ünitesi konularak, önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Frekans konvertör ile, pompanın devir hızını değiştirerek, tesisata aktarılan hidrolik güç (Q ve H) kontrol edilmektedir.

Soğutma tesisatında mahal içinde bulunan termostat, set edilen oda sıcaklığı değerini yakalamak için FCU dönüş hattında bulunan iki yollu vananın kısılmasını veya açılmasını sağlar.

Bu durumda, pompanın önü ve arkasındaki basınçta değişim oluşur. Bu değişimi algılayan Δp basınç sensörü, frekans konvertörüne bilgi göndererek, konvertör ile pompanın devrinin ayarlanmasını sağlar. Böylece, mahal soğutması için gerekli olan debiyi, pompanın, sirküle etmesi yeterli olur.



Şekil 9.24 Frekans konvertörü ile pompanın kontrolü (KSB, 2001)

10. OTOMATİK KONTROL TESİSATI

Günümüz binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma (HVAC) sistemlerini, otomatik yönetim ve kontrol (bina otomasyon sistemleri) olmadan işletmek çok zordur. Yangın alarm, güvenlik, erişim ve aydınlatma kontrol sistemlerinin entegrasyonu ile akıllı binalar yaratmak mümkündür. Teknolojide ve günümüz insan ihtiyaçlarındaki gelişmelerin sonucu olan Bina Yönetim Sistemlerinin (BYS) amacı, binaların ya da bina gruplarının mekanik ve elektrik sistemlerinin izleme, çalıştırma ve yönetim fonksiyonlarının merkezileştirilmesi, bir merkezden yönetilebilir hale getirilmesidir. Bu, bina kullanıcılarının daha konforlu, daha rahat, daha güvenli bir çalışma, yaşama ortamına daha düşük maliyet, daha az iş gücü ve daha verimli bina işletmelerinin sağlanması amacıyla yapılır. Bu amaçlara ulaşmak için, basit otomatik kontrol sistemlerinden, bütünlük bilgisayarlı kontrol sistemlerine kadar geniş bir yelpaze içinde çeşitli yoğunluk ve karmaşıklıkta BYS sistemleri geliştirilmiştir.

10.1 Bina Otomasyon Sistemlerinin Getirileri

Günümüz binalarının ayrılmaz bir parçası olan BYS sistemlerinin sağladıkları, aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Rutin ve tekrara dayanan işlemlerin, otomatik olarak yaptırılması. Yapılması gereken, kontrol cihazı tarafından, istenen zamanda yapılabiliniyor.
- İşletme personelinin, merkezdeki grafik çizimler ve kullanma talimatlarıyla, daha kısa sürede bina mekanik ve elektrik sistemlerine daha kısa sürede hakim olabilmeleri ve daha efektif kullanmaları.
- Konfor şartlarının değişen ortam şartlarında daha hızla cevap verebilmesi ve daha kontrollü konfor şartlarının sağlanması. Bir konferans salonunda 100 dinleyici varken gereken taze hava miktarı ile , 1000 dinleyici varken gereken farklıdır ve bu miktar kontrol cihazı tarafından otomatik olarak hesap edilip, uygulanır.
- Sistemde meydana gelen arızaların çok daha hızlı görülüp, müşteriler tarafından hissedilmeden giderilmesi. Asıl pompa arızalandığında, yedeğinin otomatik olarak devreye girmesi ve pompa arızasının merkeze bildirilmesi. Pompa bakım zamanlarının merkezden raporlanması.
- Düşen enerji faturaları,

- Sistemin daha iyi yönetilmesi; otomatik raporlama, bakım programları, alarm raporlama gibi..
- Çözüm esnekliği,
- Yangın alarm izleme, güvenlik ve erişim sistemleri ile entegre çözümler ile, bina işletiminin kolaylaştırılması

Günümüzde, HVAC sistemlerini otomatik kontrolsüz olarak düşünmek imkansızdır. Artık otomatik kontrol, sistemin dizayn aşamasında düşünülmesi gereken bir parçadır. BYS sistemleri ile %30'lara varan enerji tasarrufları yapmak mümkündür. BYS sistemlerinin işletmeciye getirdiği kolaylıklar, enerji ve işgücü tasarrufları, sistemin 3-4 yılda kendini amorti ettiği düşünülürse, ilk yatırım maliyeti yüksek gibi görünse de bina otomasyon sistemlerine yatırımın önemini gösterir.

HVAC Otomasyon Sistemleri 3 ana bileşenden meydana gelmektedir. Saha elemanları; sahadaki cihazlardaki bilgileri algılayan sensörler (analog girişler), presostatlar, anahtarlar (dijital girişler) ve kontrolörden gelen bilgileri uygulayan vanalar, damperler, çıkışlardır (analog ve digital çıkışlar).

Kontroller, saha elemanlarından gelen bilgileri algılayan ve yazılan programlara veya merkezden gelen emirler doğrultusunda bu bilgileri yorumlayıp, analog ve digital çıkışlarının hesapladığı değerleri almasını sağlayan, kontrolün yapıldığı ve izlenen değerleri merkeze ileten cihazlardır.

Ana merkez veya merkezler, bina mekanik ve elektrik sistemlerinin bir bütün olarak izlendiği, kontrol edilebildiği, işletildiği, aylık, haftalık raporlamanın yapıldığı günümüzde bir PC veya server'ın kullanıldığı cihazlardır.

Ofis binaları ve otellerde HVAC otomasyon sistemlerine ilaveten, odalarda veya FCU, VAV bazında istenilen konfor şartlarının sağlanması ve odaların cihazların durumlarının izlenmesi için kurulan sistemlerdir. (Isısan, 2001)

10.2 Sabit debili %100 Taze Havalı Primer Havalandırma Santrali Kontrol Sistemi

Sistem, ısıtıcı serpantin, taze hava ve egzoz hava damperleri ile aspiratör ve vantilatörden oluşmaktadır. Sistem %100 taze havalı ısıtıcı ünitesi bulunan havalandırma santralidir. Sistemi oluşturan ekipmanlar; on/off damper servomotoru, filtre kirlendi alarmı için fark basınç anahtarı, ısıtıcı serpantin iki yönlü vana ve oransal servomotoru, donma termostatı, vantilasyon ünitesi, aspirasyon ünitesi, kayış koptu ve arıza bilgileri için fark basınç anahtarı, üfleme ve emiş havası sıcaklık hissedicilerinden oluşmaktadır.

Sistem bina yönetim sistemi tarafından desteklendiği için tek bir dış hava kuru termometre sıcaklık hissedicisi kullanılmaktadır. Sistem start komutu aktif değilken vantilatör ve aspiratör OFF komutunda; taze hava ve egzoz havası damperleri tam kapalı (%0), ısıtıcı vanası tam kapalı (%0) pozisyonundadır.

Yaz çalışması (Normal Çalışma) Modu: ($T_d > 24^{\circ}\text{C}$)

Operatör, Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden start komutu verdiğinde veya zaman programına bağlı olarak sistem start komutu verildiğinde;

1. Motor Kontrol (MCC) panosu üzerindeki anahtar AUTO pozisyonunda ise aspiratör ve vantilatör çalışmaya başlar.
2. Start komutu verilmesiyle birlikte taze hava ve egzoz damper motorları tam açar yaz sezonu boyunca sadece havalandırma yapılır.

Geçiş Mevsimleri Çalışma Modu: ($16^{\circ}\text{C} < T_d < 24^{\circ}\text{C}$)

Sistem tarafından izlenen emiş havası sıcaklığı ayar değerine bağlı olarak gerektiğinde ısıtıcı serpantin vana motorunun açma yönünde hareketlenmesi sağlanarak mahal sıcaklığı ayar değerinde sabit tutulur.

Kış Çalışma Modu: ($-3^{\circ}\text{C} < T_d < 15^{\circ}\text{C}$)

Isıtma yapılan kış mevsimi boyunca üfleme sıcaklığı kış ayar değerinin yakalanması için ısıtıcı serpantin motorlu vanası açılarak üfleme sıcaklığı kış ayar değerinde sabit tutulur. Isıtıcı serpantinine ardına monte edilmiş olan donma termostatından alarm bilgisi geldiğinde taze hava

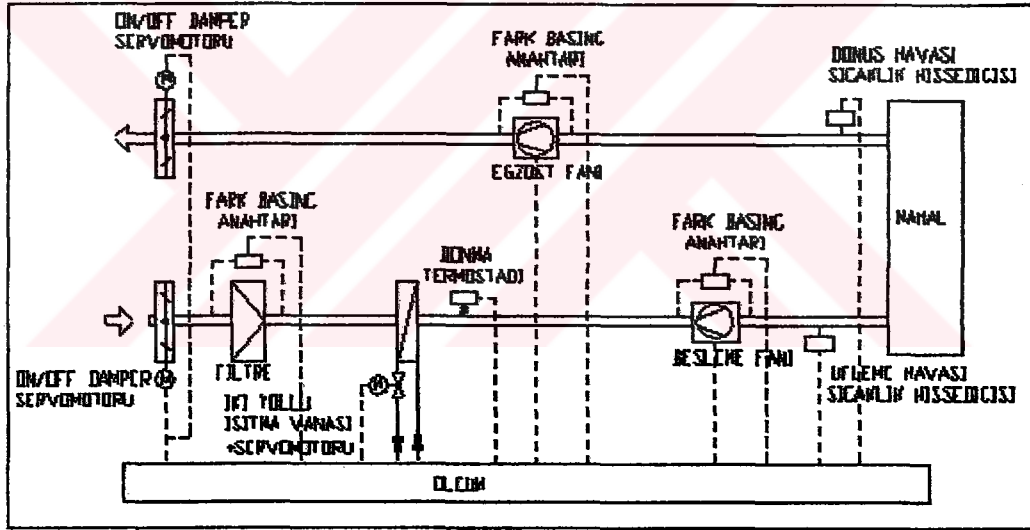
ve egzoz havası damperleri tam kapatılarak ısıtıcı serpantin vana motoru açılır. Böylelikle serpantinın donması engellenir.

Gece Besleme Optimizasyon Modu:

Soğutma yapılan yaz aylarında gece dış hava sıcaklığının düşük olmasından faydalanılarak tüm çalışma günü boyunca binada biriken kirli hava ve bina zarfında depolanan ısı yükü dışarı atılır. Serin ve temiz dış hava ile bina içi süpürülür.

Dış hava sıcaklığı dönüş hava sıcaklık değerinden düşük ise iş başlama saatinden iki saat önce klima santrali devreye girer. Hacmi temizler ve serinletir.

Primer taze hava santrali otomatik kontrol sistemi şeması Şekil 10.1'de verilmiştir.



Şekil 10.1 Primer taze hava santrali otomatik kontrol sistemi şeması (Isısan, 2001)

10.3 Sabit debili Karışım Havalı Klima Santrali Kontrol Sistemi

Sistem, ısıtıcı ve soğutucu serpantin, taze hava, egzoz ve karışım hava damperleri, nemlendirici ünite ile aspiratör ve vantilatörden oluşmaktadır. Sistem karışım havalı ısıtıcı ve soğutucu ünitesi bulunan klima santralidir. Santral merkezi olarak hizmet ettiği mahalleri havalandırmak ve sıcaklık ile nemini konfor şartına ulaştırmak için hizmet verecektir.

Kontrol sistemini oluşturacak ekipmanlar; oransal damper servomotoru, filtre kirlendi alarmı için fark basınç anahtarı, ısıtıcı serpantin iki yönlü vana ve oransal servomotoru, soğutucu serpantin iki yönlü vana ve oransal servomotoru, donma termostatı, beslemeli fanı, buharlı nemlendirici ünite, kayış koptu ve mekanik arıza bilgileri için fark basınç anahtarı, üfleme ve emiş havası nem ve sıcaklık hissedicilerinden oluşmaktadır. Sistem bina yönetim sistemi tarafından desteklendiği için tek bir dış hava kuru termometre sıcaklık+nem hissedicisi kullanılmaktadır. Sistem start komutu aktif değilken vantilatör ve aspiratör OFF komutunda; taze hava ve egzoz havası damperleri tam kapalı (%0), karışım havası damperi tam açık (%100), ısıtıcı ve soğutucu vanası tam kapalı (%0) pozisyonundadır.

Yaz çalışması (Normal Çalışma) Modu: ($T_d > 24^{\circ}\text{C}$)

Operatör, Merkezi Veri Sistemi (PC) üzerinden start komutu verdiğinde veya zaman programına bağlı olarak sistem start komutu verildiğinde;

1. Motor Kontrol (MCC) panosu üzerindeki anahtar AUTO pozisyonunda ise aspiratör ve vantilatör çalışmaya başlar. Çalıştı bilgisi vantilatör ve aspiratör üzerindeki fark basınç anahtarı vasıtasıyla Merkezi Veri sistemi (PC) üzerinden gözlenir.
2. Sistem tarafından izlenen dönüş havası sıcaklığı ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak damper motorlarına kumanda edilir. Taze hava damperi; PC üzerinden girilebilen taze hava damperi minimum konumu ile limitlenir.
3. Vantilatör fanı çalıştığı andan itibaren nem ve sıcaklık kontrolü aktif hale gelir. Nemlendirici ünitenin arıza durumuna bakılarak emiş kanalı üzerindeki nem ve sıcaklık sensöründen alınan nem bilgisi ile nem ayar değeri karşılaştırılmak suretiyle nem ünitesi kontrol sinyali üretilir. Üfleme kanalı üzerindeki nem ve sıcaklık sensörü ile üfleme nem değeri limitlenir.
4. Soğutma yapılan yaz çalışması boyunca üfleme kanalı sıcaklık ve nem sensörü vasıtasıyla ölçülen sıcaklık bilgisi sıcaklık yaz ayar değeri ile karşılaştırılarak; taze hava, karışım, egzoz damper motorları ve soğutucu serpantin vana motoru için kontrol sinyali üretilmesi suretiyle mahal sıcaklıkları ayar değerinde sabitlenir.

Geçiş Mevsimleri Çalışma Modu: ($16^{\circ}\text{C} < T_d < 24^{\circ}\text{C}$)

Sistem tarafından izlenen dönüş havası sıcaklığı ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak damper motorlarına kumanda edilir. Taze hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklığından büyük olduğunda,

ısıtma ihtiyacını karşılamak için dış hava kullanım yoluna gidilerek taze hava ve egzoz damperleri açma (%100), karışım damperi kapama (%0) yönünde hareket eder. Aksi durumda; (taze hava sıcaklığı dönüş havası sıcaklığından küçük olduğunda) soğutma ihtiyacını karşılamak için sistem benzer bir davranış biçimi sergiler. Nemli bölgelerde kuru termometre sıcaklıkları karşılaştırması yerine, entalpi karşılaştırması yapılarak bedelsiz soğutma yapılması daha verimli olacaktır.

Sıcaklık bilgilerine ve ayar değerine bağlı olarak gerektiğinde ısıtıcı serpantin vana motorunun veya soğutucu serpantin vana motorunun açma yönünde hareketlenmesi sağlanır. Sistem dönüş havası nem değerine ve ayar değerine bağlı olarak nemlendirici ünite oransal olarak nemlendirici ünite oransal olarak devreye sokulur.

Kış Çalışma Modu: ($-3^{\circ}\text{C} < T_d < 15^{\circ}\text{C}$)

Isıtma yapılan kış mevsimi boyunca taze ve egzoz havası damperleri minimum konumuna kadar kısma yönünde, karışım havası damperi ise açma yönünde hareket eder. Üfleme sıcaklığı kış ayar değerinin yakalanması için ısıtıcı serpantin motorlu vanası açılarak üfleme sıcaklığı kış ayar değerinde sabit tutulur.

Kış sezonu boyunca serpantinden geçen karışım havası sıcaklığı 5°C altına düşerse, ısıtma serpantininin donmadan korunması için ısıtıcı serpantin yüzey sıcaklığını hisseden donma termostadı, taze hava ve egzoz havası damperlerini %100 kapalı, iç hava damperini %100 açık konuma getirir. Besleme ve egzoz fanları kapanır ve ısıtıcı serpantin iki yollu otomatik kontrol vanası %100 açık konuma geçer. Böylece serpantin içinde sıcak su sirkülasyonu sağlanır. Sonuçta sistem donma riskinden korunmuş olur. Karışım havalı kilma santrallerinde donma riski %100 taze havalı primer klima santrallerine göre daha düşüktür.

Kontrol sistemi yukarıda anlatılan yaz çalışması, geçiş mevsimi çalışması , kış çalışması modlarında mahal ısıtma – soğutma ihtiyacına bağlı olarak mahal konfor şartlarının temin edilmesini, sistemin ihtiyacına göre soğutma ve ısıtma enerjisinin kullanımının optimum koşullarda gerçekleşmesini sağlayarak büyük ölçüde enerji tasarrufu temin edilir.

Gece Kullanım Optimizasyon Modu:

Isıtma sezonu boyunca gerçek çalışma saatleri dışında, gece sıcaklık düşümü programı ile mahal sıcaklıklarının ortalaması normal çalışma sıcaklığının 4-6 °C altında olacak şekilde ısıtma kontrolü yapılarak kısa peryotlar halinde klima santrali çalıştırılır. Sistemin daha düşük sıcaklıklarda tutulması enerji tüketimini azaltır.

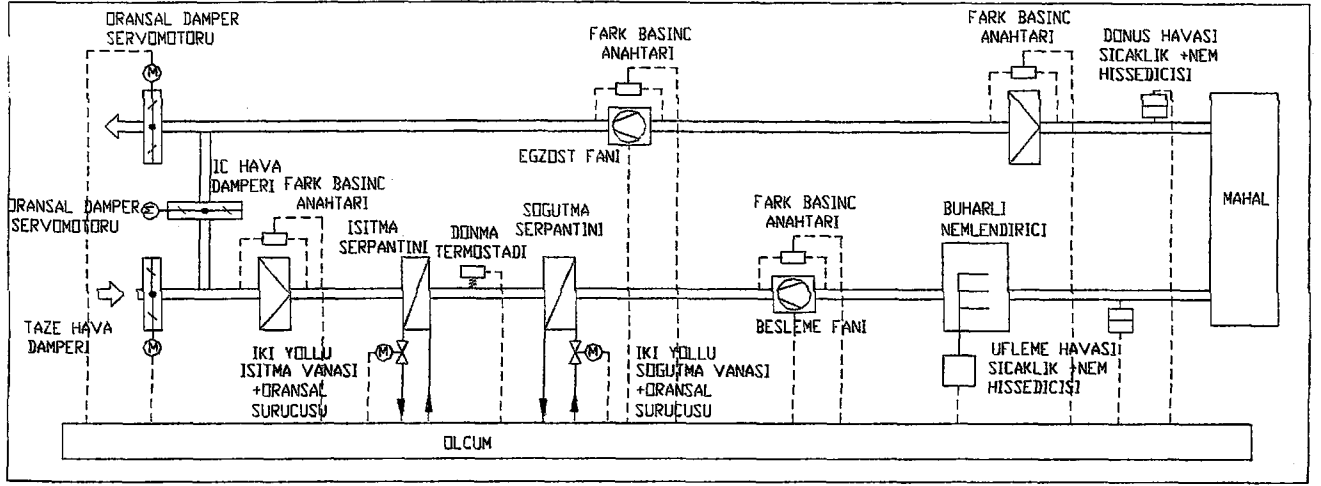
Isıtma yapılan kış sezonunda sistem, normal çalışmaya başlamadan önce ortamı kısa sürede ısıtılmak ve set değerine ulaşmak için hızlı ısıtma moduna geçer. Taze hava ve egzoz damperleri %100kapalı, iç hava damperleri %100 açık konuma geçer, ısıtma vanası %100 açılır. Üfleme fanı çalıştırılarak dönüş havası sıcaklık hissedicisinden sıcaklık ayar noktası izelnir. Bu sıcaklık değeri yakalanıncaya kadar bu mod devam eder.

Gece Besleme Optimizasyon Modu (Night Purge):

Soğutma yapılan yaz aylarında gece dış hava sıcaklığının düşük olmasından faydalanılarak tüm çalışma günü boyunca binada biriken kirli hava ve bina zarfında depolanan ısı yükü dışarı atılır. Serin ve temiz dış hava ile bina içi süpürülür.

Dış hava sıcaklığı dönüş hava sıcaklık değerinden düşük ise iş başlama saatinden iki saat önce klima santrali devreye girer. Hacmi temizler ve serinletir. Bu yolla iç hava kalitesi iyileştirilmiş ve gündüz çalışmasında bina için gereken soğutma yükü azaltılmış olur. Bu durumda dış (taze hava) ve egzoz damperleri %100 kapalıdır. Bu mod, yapısı gereği 24 saat çalışan binalarda (hastaneler v.b..) kullanılmaz.

Sabit debili karışım havalı klima santrali otomatik kontrol sistemi şeması Şekil 10.2'de verilmiştir.



Şekil 10.2 Sabit debili klima santrali otomatik kontrol sistem şeması (Isısan, 2001)

10.4 Fan-Coil Üniteleri Otomatik Kontrolü

Otomatik kontrol açısından fan-coil üniteler, iki borulu ısıtma, iki borulu soğutma, iki borulu ısıtma/soğutma ve dört borulu ısıtma/soğutma olarak genellenebilir; iki konumlu(on-off) veya oransal olarak kontrol edilir. İki konumlu fan-coil termostatları, ister elektro-mekanik ister elektronik olsun genelde ısıl geri besleme fonksiyonuna ve gece sıcaklık düşümü yapabilme (termostat üzerindeki veya dışındaki harici elektro-mekanik veya digital zaman programlayıcı vasıtası ile), ölçülen mahal sıcaklığının digital veya analog olarak gösterebilme yeteneğine sahiptirler. Kontrol edilen oda sıcaklığındaki sıcaklık değişimlerini olabildiğince aza indirmek için ısıl geri besleme fonksiyonu kullanılır. Isıtma kontrolü modunda iken termostat içinde hissedici eleman, yakın monte edilmiş olan ve sabit ısı üreten bir ısıtıcı eleman vasıtasıyla; termostatın anahtarlama aralığından yüksek sıcaklıkta ısı üretilir. Oda sıcaklığı sabit durumda iken bile termostat aç-kapa yapmaya devam eder. Oda sıcaklığı termostat ayar noktasına eşit olduğunda anahtarlama darbeleri açma ve kapama için aynı zaman boyutuna gelir. Oda sıcaklığı biraz arttığında açma darbesi zamanı kısılır, kapama darbesi zamanı uzar.

1-Fan kontrolü (iki konumlu)

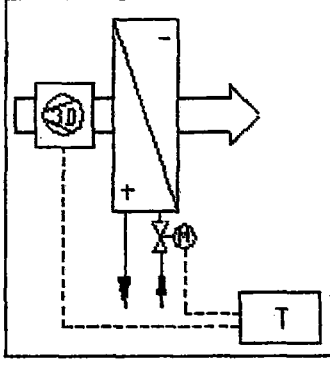
Ülkemizde ucuz yatırım ve kolay işletme açısından tercih edilen edilen bu fan-coil kontrol yöntemi, enerji savurganlığı ve konfor açısından sakıncalıdır. Bu sistemde iki borulu ısıtma veya

soğutma serpantininden ısıtıcı –soğutucu akışkan mevsimlere göre sabit debide dolaşır. Oda veya dönüş havası sıcaklığına bağlı olarak oda termostatı fanın çalışıp durdurulmasını iki konumlu olarak temin eder. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına ve hangi mevsimde (yaz-kış) olduğuna karar verir ve gerekli ayarları termostat üzerinden manuel olarak gerçekleştirir.

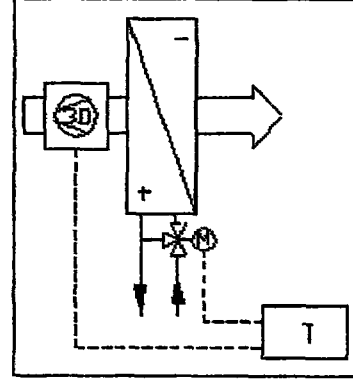
Bu uygulamanın en büyük dez avantajları, fan oda sıcaklığına bağlı olarak durdurulduğunda, ısıtma veya soğutma periyodunda fan-coil ünitenin bir konvertör veya radyatör gibi davranıp gereksiz yere mahale ısı enerjisi vermeye devam etmesi ve yük enerji talebi olmadığı durumlarda bile ısıtıcı-soğutucu akışkanın kaynak ile yük arasında tam debi olarak sirküle ediyor olmasıdır. Diğer çok önemli bir dez avantaj ise, fanın dur-kalk sesinin son derece rahatsız edici olmasıdır.

2-iki borulu ısıtma veya soğutma kontrol vanalı (iki konumlu)

Oda-mahal sıcaklığına bağlı olarak fan-coil termostatı, akışkan devresi üzerindeki iki yollu veya üç yollu elektrik senkron motorlu, termal, selenoid veya pnömomatik tahrik üniteli vanaya kumanda eder (şekil 10.3 ve 10.4). Bu sayede mahal veya odanın yük değişimlerine uygun olarak ısıtma/soğutma enerjisi kullanılır. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına ve hangi mevsimde (yaz-kış) olduğuna karar verir ve gerekli ayarları termostat üzerinden manuel olarak gerçekleştirir. Bazı uygulamalarda yaz-kış kontrol modu çevrimi; termostat üzerindeki manuel seçici anahtar yerine fan-coil giriş borusu üzerine takılan kelepçeli tip yaz-kış çevrim termostatı (kontrol noktası fabrikasyon 25-35⁰C arasında olan) sayesinde otomatik olarak sağlanmaktadır.



Şekil 10.3 İki konumlu, iki borulu
iki borulu FCU otomatik kontrolü (İsisan, 2001)



Şekil 10.4 Üç yollu iki konumlu,
FCU otomatik kontrolü
(İsisan, 2001)

3-Dört borulu ısıtma ve soğutma kontrol vanalı (iki konumlu)

Oda sıcaklığını ölçen oda termostatu, termostat üzerinden manuel olarak veya kelepçeli yaz-kış termostatu vasıtasıyla otomatik olarak seçilmiş kontrol moduna (ısıtma veya soğutma) bağlantılı olarak oda sıcaklığını istenilen ayar değerinde tutabilmek için iki yollu veya üç yollu elektrikli senkron motorlu, termal, selenoid veya pnömatik tahrik ünitesi vanaya kumanda eder.

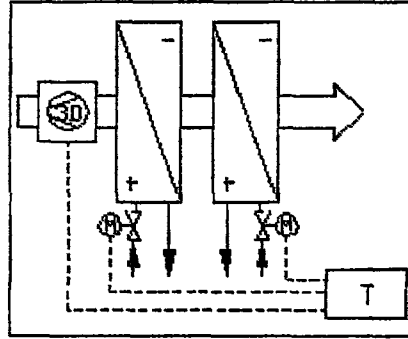
Bazı tip iki konumlu fan-coil termostatları, oda sıcaklığındaki yük değişimlerinin büyüklüğüne bağlı olarak kendileri manuel veya kelepçeli tip yaz-kış termostatına ihtiyaç duymadan çıktı sinyallerinin konumunu değiştirirler. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına karar verir ve termostat üzerinden gerekli ayarları manuel olarak gerçekleştirir.

4-Dört borulu ısıtma ve soğutma kontrol vanalı(oransal)

Oda sıcaklığına (yüke) bağlı olarak ısıtıcı-soğutucu akışkanın taşıdığı enerjinin en optimum ve sağlıklı olarak kontrol edilebilmesini sağlayan bu tür termostatlar genelde mikroişlemci teknolojisi ile üretilmektedirler. Bazı türleri, bina otomasyon sistemine bağlanabilmek için arayüzlere sahiptir. Oda-mahal sıcaklığını ölçen ve/veya fan-coil dönüş havası sıcaklığını ölçen sıcaklık hissedicisinden gelen bilgilere göre mahal sıcaklık ayar değeri mukayese edilir ve ısıtma ihtiyacı söz konusu ise oransal iki veya üç yollu ısıtma vanasına, soğutma söz konusu ise

soğutma vanasına kumanda edilir. Mahalin ısı ihtiyacına göre ısıtma veya soğutma vanası olması gereken konuma (%0 ile %100 arasında) gelir.

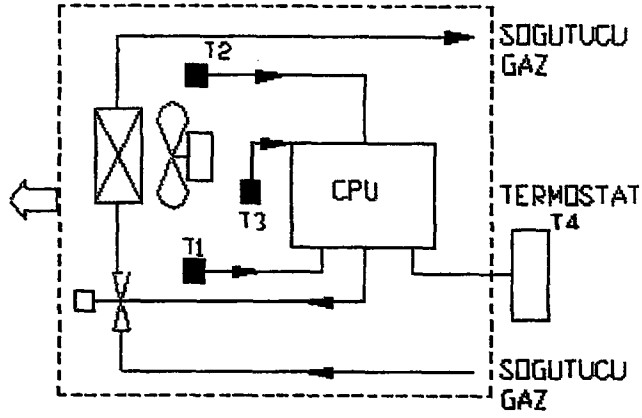
Konfor ve kullanım zamanına göre bağlı fan devirleri ile ilgili manuel bir kumanda söz konusu değil ise, ısıtma veya soğutma vanalarına eşlenik olarak kontrol edilir. Oda kontrol ünitesi veya termostatı üzerindeki zaman programlayıcı vasıtasıyla sistemin otomatik çalışması (durma-çalışma veya gece sıcaklık düşümü fonksiyonları) temin edilebilir (Şekil 10.5).



Şekil 10.5 İki yönlü, oransal, dört borulu FCU otomatik kontrolü (Isısan, 2001)

10.5 VRV Sistemlerinde Otomatik Kontrol

Şekil 10.6'da şematik olarak görülen VRV iç ünitesi fana, serpantin grubuna, 3 adet termistöre (T1, T2, T3), oransal vanaya ve mikroişlemciye sahiptir. Akışkan sıcaklığı, T1 termistörü tarafından girişte, T2 termistörü tarafından çıkışta gözlenir. T3 termistörü hava dönüş sıcaklığını ölçer ve bilgiler mikro işlemciye gönderilir. Mikro işlemci bu verileri değerlendirerek bir sonraki dönüş hava sıcaklığını belirler ve ayarlanmış termostat değeri (T4) ile T3 dönüş havası sıcaklıkları arasındaki farkı hesaplar. Bu hesaplamamın sonucu ideal superheat derecesini belirler. Daha sonra mikro işlemci gerçek superheat T1, T2 derceleri arasındaki farkı hesaplar ve oransal vananın ne kadar açılması gerektiğini belirler. VRV sistemdeki bu kontrol sayesinde iç ünite odanın yük değişimlerini izler ve buna uygun olarak soğutucu akışkan debisini kontrol eder. İşte oda sıcaklığı bu kontrol hassasiyetinden dolayı 0,5 °C'lik farkla kontrol edilir. Bu hassasiyet hem konforu artırır, hem de enerji tasarrufu sağlar.

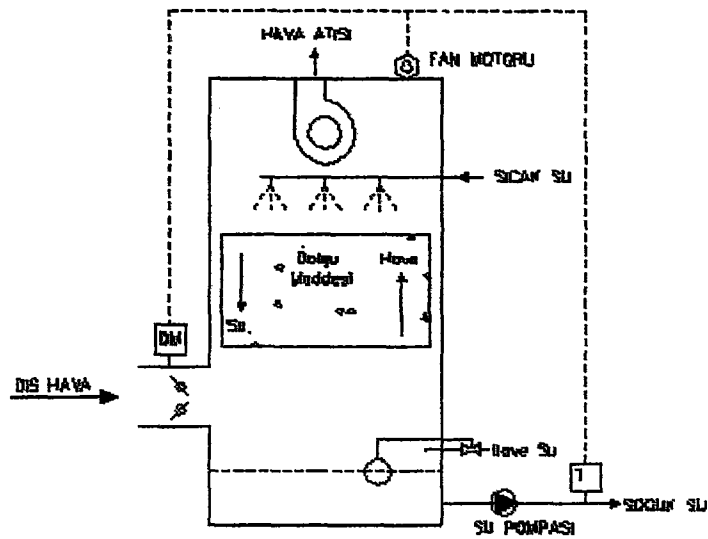


Şekil 10.6 VRV sistemi otomatik kontrolü (Isısan, 2001)

10.6 Soğutma Kuleleri Otomatik Kontrolü

Sadece soğutma mevsiminde işletilecek olan soğutma kuleleri kontrolü, genelde fan kontrolü ile sağlanır (Şekil 10.7). Kondenser besleme suyu termostatu, sıcaklığın artıp azalmasına göre fanı açacak ya da kapatacaktır. Daha büyük kulelerde iki veya üç aşamalı termostat kontrollü iki hızlı fanlar kullanılabilir.

Tüm sene boyunca kullanılan kuleler, by pass vanalarını ve donmayı önlemek için ısınmayı da içeren daha kapsamlı kontrol sistemlerine gereksinim duyar. Herhangi bir şekilde dondurucu soğuk bir havada kulenin içerisinden düşük hızı su akışı, kulenin içinin buz ile donmasına sebebiyet verir ki bu da kuleye zarar vermeye sonuçlanır.



Şekil 10.7 Soğutma kuleleri otomatik kontrolü (Isısan, 2001)

10.7 Sensör Yerleşimi

Uygun sensör yerleşimi neyin kontrol edileceğinin özel olarak sorulmasıyla en iyi saptanabilir. Eğer oda sıcaklığı ise o zaman yerleşim besleme havasına maksimum uzaklıkta, cihazlardan veya pencerelerden dolayı meydana gelen draft veya radiant etkilerden minimum etkilenecek şekilde ve sensörün ortalama hava sıcaklığını okuyabileceği şekilde olmalıdır. Sensörün, dönüş havası açıklığı kenarına veya dönüş havası kanalına konulması önerilir.

Geniş bir çalışma hacminde özel bir çalışma istasyonunda en iyi kontrolün olmasını isteyebilirsiniz. O zaman sensörü buraya yerleştiriniz. Kaçınılması gereken ana problem sensörün şartları doğru görmesini önleyen harici/kenar etkileridir. Bunlar sıcaklık sensörleri için radyasyon (sıcak veya soğuk),draft,yeterli hava sirkülasyonu kilitlenmesi veya yerleştirmeden dolayı ısı transferi (dış duvardaki gibi) olabilir.

Tek bir gölgede birden çok odalı sistemlerde sensör yerleşimi için “ortalama” oda seçilmesi esastır. Konferans odaları veya büyük değişken yüklü odalar farklı bölgelerde olmalıdır. Fakat bu mümkün değilse, bu odaların zon için hissetme noktası olmasına izin vermeyiniz. Büyük ve küçük odalar arasında seçme şansınız varsa büyük olanı tercih ediniz. Tek zondaki bütün odalar ortak tek yöne yönlendirmelidir (güney,kuzey,doğu veya batı, fakat bunların karışımı değil.

(Isısan, 2001)

11. YANGIN DUMAN KONTROLÜ

11.1 Giriş

Yangınlarda ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu, katlar arasına ve merdiven boşluğuna dolan duman nedeniyle olmaktadır. İstatistiki çalışmalarda; ölümlerin %90'ından fazlasına zehirli dumanın neden olduğu görülmektedir. Yangın sırasında oluşan duman deride ve solunum sisteminde ağır hasar meydana getirmekte ve yoğun dumanda insanlar yollarını kaybetmekte, paniğe kapılmaktadır. Çevredeki eşyaların yanması, karbonmonoksit ve diğer zehirli gaz konsantrasyonunu artırmakta ve buna bağlı zehirlenmeler görülmektedir. Duman görülen her yerde mutlaka yangın olmayabilir. Örneğin bir ahşap dolap veya bir yatak büyük miktarda duman çıkarabilir ve duman, klima kanalları veya ara boşluklardan bütün odalara dağılır. Her taraf duman olduğundan yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangının kaynağı bile saatlerce uğraştan sonra bulunabilir. Duman yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; hem can güvenliği bakımından, hem diğer bölümlere dumanın verdiği maddi zararın azaltılması ve hem de yangına kolay müdahale edilebilmesi bakımından yangın güvenliğinin en başta gelen önlemlerindendir.

Dumanın bir hacim içinde yayılmasının önlenmesi için duman tahliye bacaları, bir hacimden diğer hacimlere geçişinin önlenmesi için duman damperleri veya perdeleri ve bir hacme dumanın girmemesi için basınçlandırma sistemleri yapılır. Duman çekiş bacaları veya havalandırma bacalarının görevi, dumanı bina veya bir hacim içine yayılmadan dışarı atmaktır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için tavandan sarkan duman bölmeleri de gereklidir. Modern mimaride, galeri ve kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sisteminden kontrol edilen otomatik duman tahliye kapakları yapılır. Bir bina içindeki her yangın bölmesinde ve özellikle yangın kaçış yolları ve merdivenlerinde, duman bacaları yapılması gerekir. Duman bacalarında doğal çekiş veya yangından etkilenmeyen bir güç kaynağı ile yaratılan zorlanmış çekiş uygulanmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın anında elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilir.

Bina içindeki yangın merdivenlerinin yuvalarına, yangın merdivenlerine ve kaçış yollarına duman girişinin önlenmesi de oldukça önemlidir. Daima açık kalacak havalandırma bacaları

tesis edilerek kaçak dumandan korunma sağlanmalıdır. Çok yüksek yapılarda mekanik havalandırma yapılmalı, bağımsız ve yangından korunmuş bir güç kaynağı kullanılmalıdır.

Duman hareketlerinin kontrolü;

- Bölgelere ayırma,
- Duman tahliye kanalları, kapakları, bacaları yapılması,
- Yangın veya duman damperleri kullanılması,
- Basınçlandırma yapılması,

mekanizmaların tek tek ya da bir kaçını birlikte kullanılmasıyla gerçekleştirir. (Isısan, 2001)

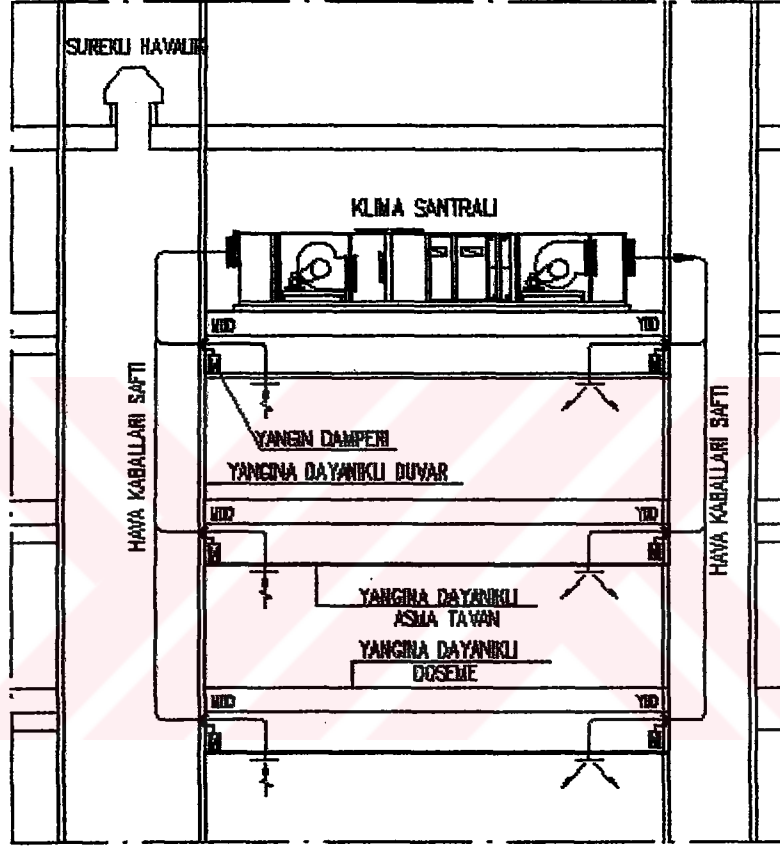
11.2 Bölgesel Duman Kontrolü

Mekanik havalandırma sistemi yardımı ile yangın olan bölgeden duman emilerek egzoz edilirken, diğer zonlara taze hava basılır. Bu sistemde istenilen sonucun alınabilmesi için ayrıca zonların hava sızmaları ve geçişi açısından çok iyi izole edilmiş olması gerekir. Bu sistemde yangın bölgesinden dumanın egzoz edilmesi, daha önce görülen ısıl genleşme nedeniyle yangın bölgesindeki aşırı basınç artışlarını da önler.

Dumanın egzoz edilmesi dış duvarlardaki açıklıklarla, duman şaftları ile veya mekanik havalandırma sistemi ile gerçekleştirilebilir. Beslenme havası da mekanik havalandırma sistemi ile sağlanır. Yapının havalandırma sistemi, yangın anında kumanda merkezinden kumanda edilmek suretiyle, yukarıda ön görülen biçimde çalışacak şekilde dizayn edilmiş ve yapılmış olmalıdır. Genellikle bu sistemlerin tasarımında ve kontrolünde bilgisayar programlarından yararlanır.

Şekil 11.1'de görüldüğü gibi bir çok zona hizmet eden bir merkezi klima sisteminde zon duman kontrolü varsa, yangın algılandıktan sonra duman kontrol sistemi aşağıdaki şekilde çalışır. Duman kontrolü, duman olan zondaki besleme kanalı duman damperini ve diğer katlarda ise dönüş kanalındaki duman damperini kapatarak gerçekleştirir. Santraldeki dönüş damperi de kapatılır.

- 1- Yangın ve duman olan bölgedeki besleme kanalındaki duman damperleri kapanır.
- 2- Dumandan korunması gereken bölgelerdeki dönüş kanallarında bulunan duman damperleri kapanır.
- 3- Dönüş ile besleme santrallerini bağlayan resirkülasyon hattı üzerindeki duman damperi kapanır. Böylece besleme santrali % 100 dış hava ile çalışma konumuna geçer.



Şekil 11.1 Yangın Zonu ve Yangın Damperleri

11.3 Merdiven Yuvası Basınçlandırması

Yangın merdivenlerine dumanın girişinin engellenerek insanların tahliyesinin dumansız bir ortamda sağlanması ve itfaiyecilere yangına müdahale için uygun ulaşım yolu sağlanması için basınçlandırma yapılır. Merdiven yuvası yangına dayanıklı olan ve duman sızdırmaz kapılarla bina bölümlerinden ayrıldığından, merdiven yuvasına verilen hava ile pozitif basınç oluşturulur ve merdiven yuvasının dışından içine duman girişi engellenir. Basınçlandırma sistemi

tasarlanırken merdiven girişinde lobi olup olmadığı, iç mekanlarda duman tahliyesi yapılp yapılmadığının belirlenmesi ve dış kapı konumunun çok iyi değerlendirilmesi gerekir.

Ülkemizde yeni çıkarılan yangından korunma yönetmeliklerinde, yapı yüksekliği 21,50 m'yi geçen bütün binalarda kapalı merdivenler basınçlandırılmalıdır. Konutlarda yükseklik 51,50 m'yi geçmesi durumunda basınçlandırma sistemi yapılmalıdır. Ayrıca bodrum kat sayısı 4'ten fazla olan binalardaki yangın merdivenleri ve acil durum asansörü kuyuları basınçlandırılmalıdır.

11.4 Yangın Damperleri

Bu damperler hava dağıtım sistemine normalde açık olacak biçimde tesis edilirler. Belirli bir ısınma hissettiklerinde hava akımını ve alev yayılmasını önlemek üzere otomatik olarak kapanırlar. Otomatik olarak kapanma genellikle eriyebilir bir bağlantı yardımı ile olur. Bu bağlantı damperi yay kuvvetine karşı kurulu olarak tutmaktadır. Sıcaklık etkisi ile eriyince yay boşanır ve damper kapanır.

11.5 Duman Damperleri

Duman damperleri duman geçişini önlemek üzere yapılmışlardır. Çalışmaları genellikle otomatik kumanda ile olur. Bu nedenle motorludurlar. Motorlu duman damperlerinin kumandası,

- Duman dedektörleri ile,
- Kumanda merkezinden elle,
- Verilen bina otomasyon programına göre kumanda merkezinden bilgisayarla gerçekleştirilir.

12. KLİMA TESİSATI PROJE UYGULAMASI

12.1 Örnek Bina Hakkında Temel Bilgiler

<u>Bina Adı</u>	: AKBANK MASLAK TESİSLERİ B BLOK
<u>Binanın Bulunduğu Yer</u>	: Maslak / İstanbul
<u>Toplam İnşaat Alanı</u>	: 15.000 m ²
<u>Normal Kat Alanı</u>	: 900 m ²
<u>Kat Sayısı</u>	: 14 Kat (5 normal kat, teras ve galeri katı, zemin kat, 6 bodrum katı)
<u>Kullanım Amacı</u>	: Akbank Call Center
<u>Kurulu Soğutma Yüğü</u>	: 1.231.147 kCal/h
<u>Kurulu Isıtma Yüğü</u>	: 729.850 kCal/h
<u>Kullanılan Soğutma Sistemleri</u>	: Ofislerde, 4 Borulu Döşeme Tipi Fan Coil ve Primer Havalandırma, Genel hacimlerde, tam havalı klima sistemi
<u>Soğutma Grubu Kapasitesi :</u>	: 1x500.000 kcal/h ve 1x1.000.000 kcal/h hava soğutmalı su soğutma grubu
<u>Primer Soğuk Su İhtiyacı</u>	: 7 / 12 ⁰ C
<u>Kazan Kapasitesi</u>	: 2 x 500.000 kcal/h dökme dilimli doğalgaz kazanı
<u>Primer Sıcak Su İhtiyacı</u>	: 90 / 70 ⁰ C
<u>Klima Santrali Sayısı</u>	: 7 Adet
<u>Toplam Besleme Hava Debisi</u>	: 85.710 m ³ /h
<u>Toplam Taze Hava Debisi</u>	: 80.710 m ³ /h
<u>Toplam Egzoz Havası Debisi</u>	: 60.185 m ³ /h
<u>Toplam Kanal Miktarı</u>	: 7.000 m ²
<u>Kullanma Suyu Deposu</u>	: 10 ton - 2 Adet
<u>Yangın Suyu Deposu</u>	: 10 ton - 2 Adet

- Binanın, 1-5 kat arası Akbank Call Center olarak kullanılacak olup 24 saat çalışan açık ofis katları şeklindedir.
- 6.katın (teras katı) bir bölümü, içinde mutfağı olan kafeterya olarak dizayn edilmiş, diğer kısmı ise 7. kat (galeri katı) dahil olmak üzere mekanik oda olarak kullanılmıştır.

- Zemin kat genel olarak konferans salonu ve giriş fuaye mahallerinden oluşmuştur. Mekanizasyon sistem odaları da zemin katta bulunmaktadır.
- 1. bodrum Kat, çek üretim merkezi, güvenlik ve otomasyon odalarının bulunduğu kattır.
- 2. bodrum Kat garaj, aknet odası ve mekanik oda katıdır.
- 3 – 6. Bodrum Katları Garaj katları olup, 6. Bodrum katta yangın ve su depoları ile hidrofor dairesi bulunmaktadır.
- Dizayn Şartları :

Kış İçin Dış Dizayn Şartları: $T_d = -3 \text{ }^\circ\text{C}$ Rüzgarlı (II. İklim bölgesi)

Yaz İçin Dış Dizayn Şartları: $T_d = 33 \text{ }^\circ\text{C}$ KT / $24 \text{ }^\circ\text{C}$ YT

Günlük dış sıcaklık farkı : $10,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Denizden yüksekliği : 40m

Kış İçin İç Dizayn Şartları: Ofisler.....: $22 \text{ }^\circ\text{C}$

Çay Ocağı.....: $18 \text{ }^\circ\text{C}$

WC.....: $15 \text{ }^\circ\text{C}$

Arşiv.....: $15 \text{ }^\circ\text{C}$

Garajlar.....: $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Fuaye.....: $22 \text{ }^\circ\text{C}$

Konferans Salonu.....: $22 \text{ }^\circ\text{C}$

Yaz İçin İç Dizayn Şartları: Ofisler.....: $24 \text{ }^\circ\text{C}$ %50 RH

Çay Ocağı.....: Kontrol Edilmiyor

WC.....: Kontrol Edilmiyor

Arşiv.....: Kontrol Edilmiyor

Garajlar.....: Kontrol Edilmiyor

Fuaye.....: $24 \text{ }^\circ\text{C}$ %50 RH

Konferans Salonu.....: $24 \text{ }^\circ\text{C}$ %50 RH

- Binada Kullanılacak Sistemler:

Sihhi Tesisat (soğuk su ile pis su tesisat)

Mutfak Tesisatı

Yangın Söndürme Tesisatı

Klima ve Havalandırma Tesisatı

Otomatik Kontrol Tesisatı

12.2 Örnek Bina Otomasyon Senaryosu

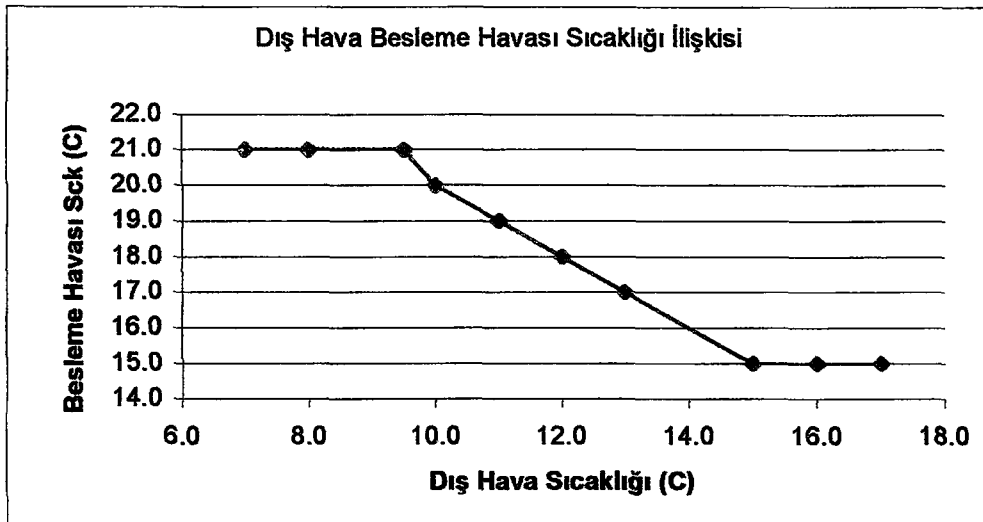
12.2.1 Isı Geri Kazanımlı Değişken Debili Klima Santralleri

B-Blok: KS-1, KS-2

Binada ofis katlarında uygulanan fan-coil + taze hava tesisinin taze havası; ikişer adet % 100 dış havalı, ısı geri kazanımlı değişken debili klima santralleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Klima santralleri, kış mevsiminde de soğutma yapabilecek şekilde (16°C – 18°C hava üfleyecek) dizayn edilmiştir.

Klima sistemi devreye alınmadan evvel test amacıyla D1 (Taze Hava Damperi), D2 (Egzoz Havası Damperi) damperleri %100 açılarak limit switch'lerden "Damper Açıldı" bilgisi alınır. Bu bilgi alındıktan sonra sistem devreye sokulur. Eğer herhangi bir damperden veya her ikisinden de bu bilgi alınmazsa BMS (otomasyon) ikaz verecek ve klima santrali limit switch alarmına girecektir.

Damper kontrolü yapıldıktan sonra supply fanı zamana bağımlı veya manuel olarak devreye alınır. Kış mevsiminde mahal besleme havası 16°C – 20°C arası bir değer seçilebilir. Besleme havası işletmeci tarafından farklı bir değere ayarlanmamışsa, zamana ve dış havaya bağlı olarak program tarafından ayarlanmaktadır. Sabah saat 08:10'dan gece saat 24:00' a kadarki zaman dilimi için olan değişim aşağıdaki tabloda verilmiştir,



Gece saat 24:00' dan, sabah saat 08:10' a kadarki zaman dilimi içinse besleme sıcaklığı, işletmeci tarafından farklı bir değere ayarlanmamışsa, program tarafından, 10.0 C dış hava sıcaklığı için 24.5⁰ C, 14.0⁰C için 24.0⁰C, 17.0⁰ C için 23.0⁰C olarak ayarlanmaktadır.

İstanbul için -3⁰ C olan minimum dizayn sıcaklığındaki dış hava, reküperatörden geçerek 22⁰C iç havanın sıcaklığından yararlanarak, 12⁰C'a kadar ısınmaktadır. (Reküperatör verimi % 60 kabul edilmiştir.) Reküperatör devresi, dış havadan faydalanarak soğutma modunda by-pass devresi üzerinden çalışması durumunda, otomasyon sistemi dış hava sıcaklığını izlemekte ve 9⁰ C' nin altında by-pass çalışmaya izin vermemektedir. Diğer durumlarda, mahalın ısıtma ya da soğutma ihtiyacına göre, dış havanın reküperatörden geçirilmesi ya da by-pass devreden dolaştırılması otomasyon sistemi tarafından ayarlanmaktadır.

Kış mevsiminde konfor şartlarından bir diğeri de ortam nemini kontrol ederek istenen değerde tutmaktır. Bunun için beher santral buharlı nemlendiricilerle teçhiz edilmiştir. Üfleme ve dönüş kanalı üzerinde bulunan nem hissedicileri vasıtasıyla nem kontrol edilerek, nemlendiriciden gerektiği hallerde buhar verilir. Buharlı nemlendirici çalışır durumdayken klima santrali kapatılmak istenirse, otomasyon sistemi şu yolu izlemektedir: Önce buharlı nemlendiriciye gönderilen çıktı kesilmektedir. Klima santrali ve kanallarında buharın yoğuşma riskini önleyip, kanalların kurumaması sağlamak için, otomasyon programı klima santralini ortalama 3 dakika daha çalıştırmaktadır. Santral, bu süre sonunda program tarafından durudurulmaktadır.

Bu klima santrallerinin fanları, binadaki ofis katlarının bazılarının bağımsız olarak kullanılabilmesi için frekans konverterli seçilmiştir. Katlardaki tüm üfleme ve dönüş bransmanlarında motorlu yangın damperleri bulunmaktadır. Kullanılmayan katın motorlu yangın damperleri kapatıldığında kanal sisteminde yükselecek basınç, basınç hissedicileri vasıtasıyla hissedilerek fanların devri düşürülür ve basınç set değeri yakalanır. Böylece fanların gereksiz yere fazla enerji tüketimi önlenmiş olur.

Yangın alarmı alındığında, alarm alınan katın üfleme damperleri kapatılır, dönüş damperi açık kalır, yangın olmayan katlarda ise üfleme damperleri açık kalır, dönüş damperi kapatılarak, yangın çıkan kat (-) negatif, diğer katlar (+) pozitif basınçta tutularak yangının yayılması önlenir. Yangın alarmı alındığında santrallerin frekans konverterleri devre dışı kalarak fanlar maximum hızda çalışırlar.

ARIZA VE ALARM MODLARI

1) Damper kanadı veya motoru mekanik arızaları;

Damper motoru tam açık iken limit switch'den "açık" bilgisi alınmıyorsa verilecek alarm.

2) Vana servomotoru EL (manuel) durumu;

BMS alarm verir ancak sistem çalışmaya devam eder.

3) Normal çalışma modunda frekans konvertörü arızaları;

Supply (ve/veya dönüş) fanının frekans konvertörü manuel yıldız/üçgen bağlantı üzerinde çalıştığında motorlu yangın damperleri % 100 açık pozisyona getirilecektir.

4) Kayış bilgisi alarmı;

Vantilatör (ya da aspiratör)den kayış bilgisi alınmazsa ve aynı zamanda üfleme (ya da dönüş) kanalı üzerinde bulunan fark basınç duyar elemanı set değerini tutturamadığı için alarm verirse, klima santrali vantilatör (ya da aspiratör) kayış bilgisi alarmına girer. Klima santralinin yeniden çalışması için ilgili arızanın giderilmesi ve sistemin işletmeci tarafından resetlenmesi gerekmektedir.

5) Donma alarmı;

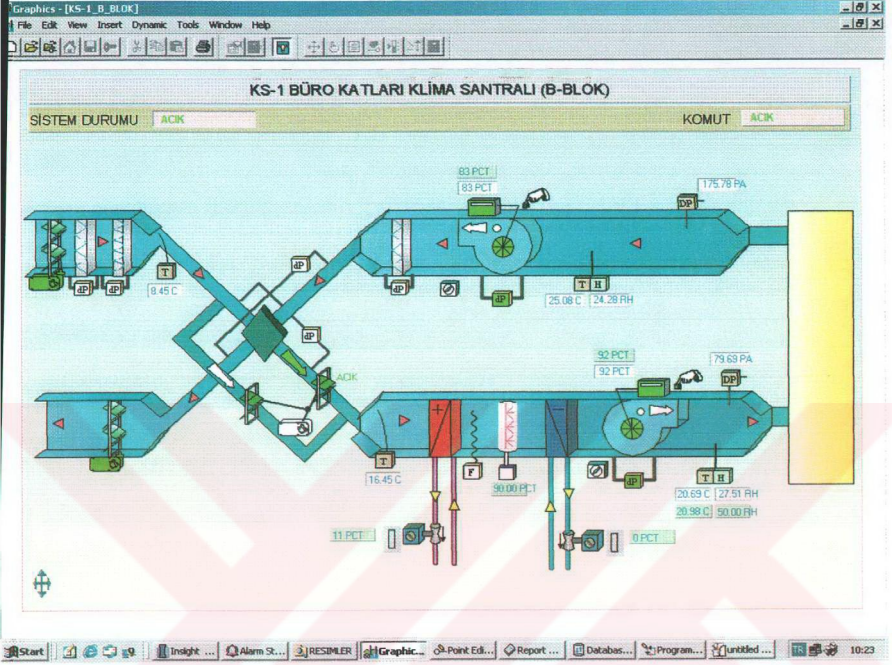
Don termostatı 5°C değerine düşünce klima santrali devre dışı kalacak, ısıtma vanası % 100 açılacak, KS sirkülasyon pompası devreye girecektir.

6) Yangın alarmı;

Yangın senaryosuna uygun olarak BMS gereken işlemleri yapacaktır.

MORNING WARM-UP MODU (HIZLI ISITMA MODU)

Kış sezonunda yani ısıtma yapılan sezonda mesai saati başlamadan evvel ortamı ısıtmak için klima santrali ile ilgili bir işlem yapılmaz. Warm-up için, fan coiller hızlı fan devrinde çalıştırılarak, sirkülasyon pompaları devreye alınır. 15 dakika sonra fan coiller normal çalışma modlarına döner.



12.2.2 Değişken Debili Karışım Havalı Klima Santralleri

12.2.2.1 Kafeterya Santrali (KS-3)

Bu santralin hitap ettiği alan üç bölümden oluşmaktadır.

1. Kafeterya
2. İnternet Kafe
3. Mutfak

Kafeterya ve internet kafe radyatörle ısıtılmaktadır, internet kafe VAV box'la, mutfak ise CAV ile beslenmektedir.

Mutfak havası CAV ünitesi nedeni ile sabit debiyi verecektir. İnternet kafe ise ısı yüküne göre hava debisini ayarlayarak mahal set değerini yakalayacaktır.

Kafeterya bölümü sıcaklık kontrolü, dönüş havası set değerine göre yapılmaktadır. Vantilatör frekans konverteri üfleme havası basınç set değerini tutturacak şekilde kontrol edilmektedir.

ARIZA VE ALARM MODLARI

1) Damper kanadı veya motoru mekanik arızaları;

Klima santrali çalışmaya başlamadan önce taze ve egzoz havası damperlerine %100 açma, karışım havası damperine %100 kapama komutu gönderilir ve damperlerden limit switch bilgisi gelmesi beklenir. Damper açma süresi sonunda, ilgili damperden limit switch alınamazsa, klima limit switch arızasına girer. İlgili arızanın giderilmesinden sonra, klima santrali resetlenerek yeniden devreye sokulur. Arıza durumunun sürmesi durumunda, işletmeci önceliği kendi aralık klimayı devreye sokabilir.

2) Vana servomotoru EL (manuel) durumu;

BMS alarm verir ancak sistem çalışmaya devam eder.

3) Kayış bilgisi alarmı;

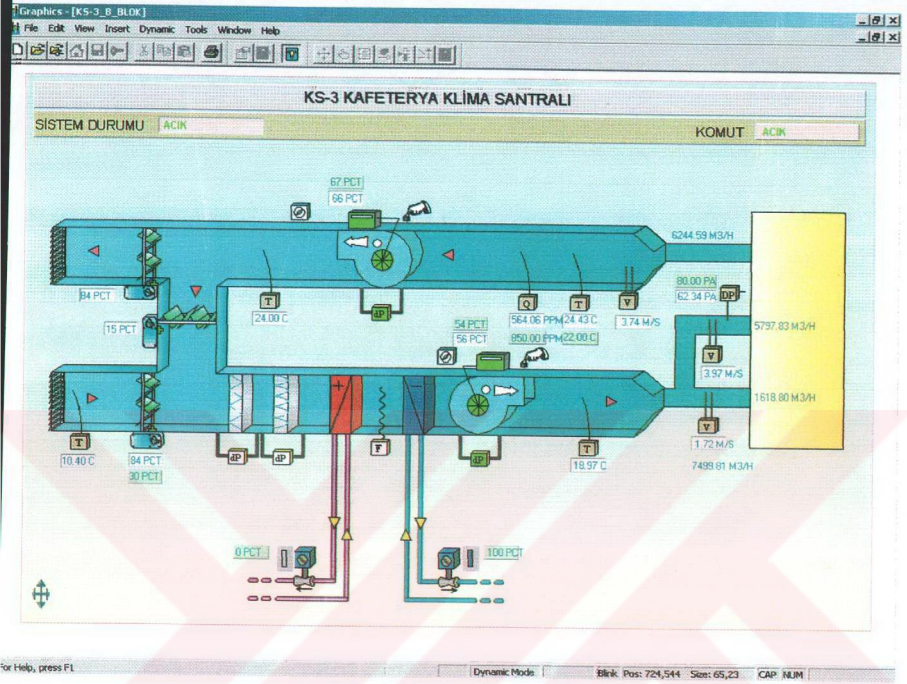
Vantilatörden kayış bilgisi alınamazsa ve aynı zamanda üfleme kanalı üzerinde bulunan fark basınç duyar elemanı set değerini tutturamadığı için alarm verirse, klima santrali vantilatör kayış bilgisi alarmına girer. Klima santralinin yeniden çalışması için ilgili arızanın giderilmesi ve sistemin işletmeci tarafından resetlenmesi gerekmektedir.

4) Donma alarmı;

Don termostatu 5°C değerine düşünce klima santrali devre dışı kalacak, ısıtma vanası % 100 açılacak, KS sirkülasyon pompası devreye girecektir.

5) Yangın alarmı;

Yangın senaryosuna uygun olarak BMS gereken işlemleri yapacaktır.



12.2.3 Sabit Debili Karışım Havalı Klima Santralleri

12.2.3.1 Konferans Salonu Klima Santrali (KS - 6)

Konferans Salonu Klima santrali ortamın ısıl konforu ve taze hava ihtiyacını karşılamak için düşünülmüştür. Dönüş kanalına monte edilecek sıcaklık sensörü vasıtasıyla kış ve yaz konfor set değerlerini yakalamak için BMS öncelikli olarak damper motorlarına kumanda eder. Mahalde soğutma ihtiyacı varsa ve dış hava, dönüş havasından daha soğuksa, taze hava damperi oransal olarak açar. İstenen ısıl konfor şartları damper kontrolü ile sağlanamadığı durumlarda ısıtma veya soğutma motorlu vanalarına kumanda edilerek istenen şartlar BMS tarafından sağlanır. Ayrıca üfleme sıcaklığını sınırlamak için, üfleme kanalına da sıcaklık hissedici monte edilmiştir.

Dönüş kanalına monte edilen CO₂ sensörü (Hava kalitesi sensörü), mahal hava kalitesini ölçerek, taze hava damperine kumanda eder. Mahal havası kirlenmeye başladığı zaman (mahalde fazla sayıda insan bulunması hali) taze hava damperi oransal olarak açarak, mahale daha fazla temiz hava girmesini sağlar. Hava kalitesi duyar elemanından gelecek sinyal, taze hava damperinin konumlandırılmasında, önceliğe sahiptir. Şöyle ki, dış hava mahal ısı konforunu ayarlamak için uygun olmasa bile, hava kalitesi duyar elemanı, mahal havasının kirlendiğini algılayarsa, taze hava damperi oransal olarak açarak, ortama daha fazla temiz hava girmesini sağlar.

ARIZA VE ALARM MODLARI

1) Damper kanadı veya motoru mekanik arızaları;

Klima santrali çalışmaya başlamadan önce taze ve egzoz havası damperlerine %100 açma, karışım havası damperine %100 kapama komutu gönderilir ve damperlerden limit switch bilgisi gelmesi beklenir. Damper açma süresi sonunda, ilgili damperden limit switch alnamazsa, klima limit switch arızasına girer. İlgili arızanın giderilmesinden sonra, klima santrali resetlenerek yeniden devreye sokulur. Arıza durumunun sürmesi durumunda, işletmeci önceliği kendi alarak klimayı devreye sokabilir.

2) Vana servomotoru EL (manuel) durumu;

BMS alarm verir ancak sistem çalışmaya devam eder.

3) Geri besleme alarmı;

Vantilatör ya da aspiratörün uçgen kontaktörünün yardımcı kontağından bilgi gelmemesi durumunda (genelde termiğinin atması sonucu), klima geri besleme alarmına girer. Termik resetlendikten sonra klima normal çalışma moduna döner.

4) Kayış bilgisi alarmı;

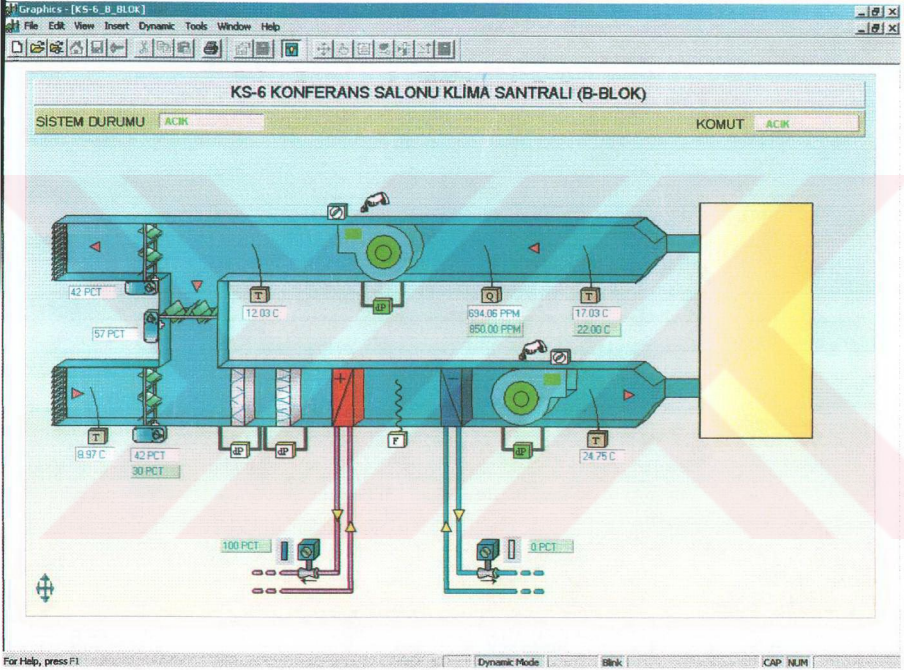
Vantilatör ya da aspiratör fark basınç anahtarından fark basınç bilgisi gelmemesi durumunda, klima kayış bilgisi alarmına girer. Klima santralinin yeniden devreye girmesi için ilgili arızanın giderilmesi ve sistemin işletmeci tarafından resetlenmesi gerekir.

5) Donma alarmı;

Don termostati 5°C değerine düşünce klima santrali devre dışı kalacak, ısıtma vanası % 100 açılacak, KS sirkülasyon pompası devreye girecektir.

6) Yangın alarmı;

Yangın senaryosuna uygun olarak BMS gereken işlemleri yapacaktır.



12.2.3.2 Fuaye Klima Santrali KS – 5

Klima sistemi devreye alınmadan evvel test amacıyla taze hava ve egzoz havası damperleri % 100 açılarak, karışım havası damperi %100 kapanarak limit switch'lerden bilgi beklenir. Bu bilgi alındıktan sonra sistem devreye alınır. Eğer herhangi bir damperden veya her üçünden de

bu bilgi alınmazsa BMS (otomasyon) ikaz verecektir. İşletmeci, bu ikaza rağmen önceliği kendi üstüne alarak sistemi devreye alabilir.

Fuaye sıcaklığı, dönüş havası kanalına yerleştirilen, sıcaklık sensörü vasıtasıyla kontrol edilecektir.

Mahal set değeri taze hava, egzoz havası ve karışım havası damperleri kontrol edilerek sağlanmaya çalışılacak; bu işlem kifayet etmediği hallerde ısıtma veya soğutma vanası regüle edilerek konfor şartı yakalanacaktır.

ARIZA VE ALARM MODLARI

1) Damper kanadı veya motoru mekanik arızaları;

Damperler limit switch testini geçemezse alarm.

3) Geri besleme alarmı;

Vantilatör ya da aspiratörün üçgen kontaktörünün yardımcı kontağından bilgi gelmemesi durumunda (genelde termiğinin atması sonucu), klima geri besleme alarmına girer. Termik resetlendikten sonra klima normal çalışma moduna döner.

4) Kayış bilgisi alarmı;

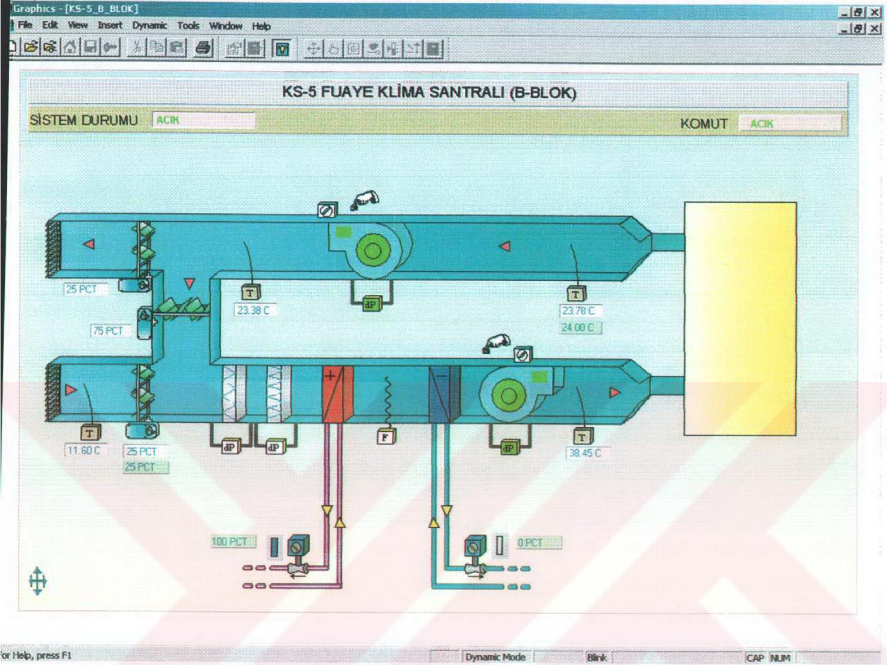
Vantilatör ya da aspiratör fark basınç anahtarından fark basınç bilgisi gelmemesi durumunda, klima kayış bilgisi alarmına girer. Klima santralinin yeniden devreye girmesi için ilgili arızanın giderilmesi ve sistemin işletmeci tarafından resetlenmesi gerekir.

5) Donma alarmı;

Don termostatı 5°C değerine düşünce klima santrali devre dışı kalacak, ısıtma vanası % 100 açılacak, KS sirkülasyon pompası devreye girecektir.

6) Yangın alarmı;

Yangın senaryosuna uygun olarak BMS gereken işlemleri yapacaktır.



12.2.4 Sabit Debili % 100 Dış Havalı Klima Santralleri

12.2.4.1 Arşiv Klima Santrali KS – 9

Arşiv Klima santrali ortamın ısı konforu ve taze hava ihtiyacını karşılamak için düşünülmüştür. Dönüş kanalına monte edilecek sıcaklık sensörü vasıtasıyla kış sezonu konfor set değerlerini yakalamak için BMS ısıtma serpantini motorlu vanasına kumanda eder. Ayrıca üfleme sıcaklığını limitlemek için, üfleme kanalına da sıcaklık hissedicisi monte edilecektir. Yaz mevsiminde soğutma işlemi yapılmadan dış hava filtre edilerek mahale verilecektir.

Klima sistemi devreye alınmadan evvel test amacıyla taze hava ve egzoz damperleri % 100 açılarak limit switch'lerden "Damper açıldı" bilgisi alınır. Bu bilgi alındıktan sonra sistem

devreye alınır. Eğer herhangi bir damperden veya her ikisinden de bu bilgi alınmazsa BMS (otomasyon) ikaz verecektir.

ARIZA VE ALARM MODLARI

1) Damper kanadı veya motoru mekanik arızaları;

Damper motoru tam açık iken limit switch'den "açık" bilgisi alınmıyorsa verilecek alarm.

2) Vana servomotoru EL (manuel) durumu;

BMS alarm verir ancak sistem çalışmaya devam eder.

3) Geri besleme alarmı;

Vantilatör ya da aspiratörün üçgen kontaktörünün yardımcı kontağından bilgi gelmemesi durumunda (genelde termiğinin atması sonucu), klima geri besleme alarmına girer. Termik resetlendikten sonra klima normal çalışma moduna döner.

4) Kayış bilgisi alarmı;

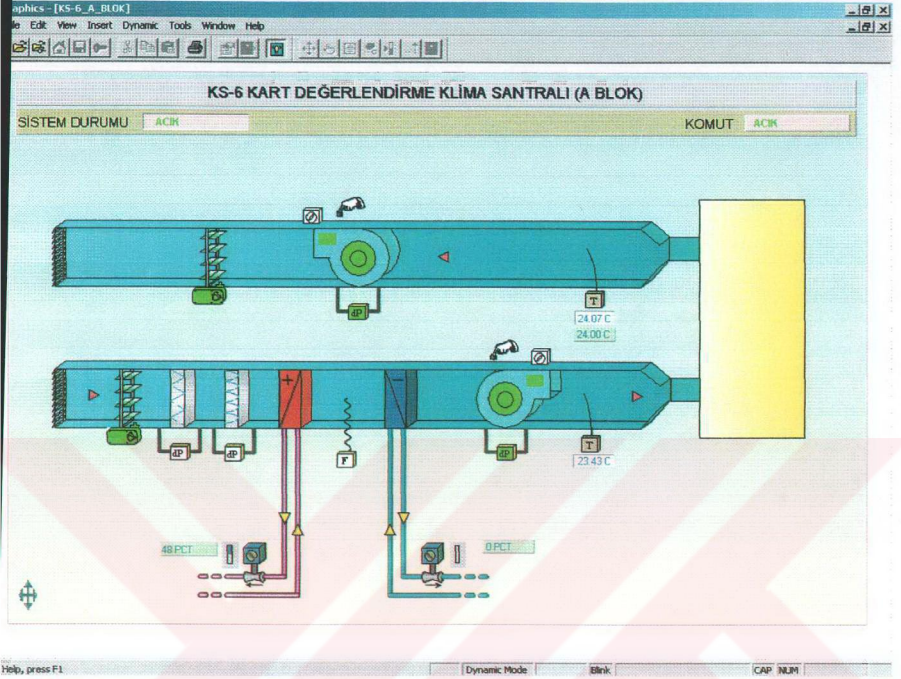
Vantilatör ya da aspiratör fark basınç anahtarından fark basınç bilgisi gelmemesi durumunda, klima kayış bilgisi alarmına girer. Klima santralinin yeniden devreye girmesi için ilgili arızanın giderilmesi ve sistemin işletmeci tarafından resetlenmesi gerekir.

5) Donma alarmı;

Don termostatu 5°C değerine düşünce klima santrali devre dışı kalacak, ısıtma vanası % 100 açılacak, KS sirkülasyon pompası devreye girecektir.

6) Yangın alarmı;

Yangın senaryosuna uygun olarak BMS gereken işlemleri yapacaktır.



12.2.5 Exhaust Fanları

Egzoz fanları (TEF-1, TEF-2, TEF-3, ÇOEF-1, HEA-4)

Tüm exhaust fanları işletmeci tarafından tesbit edilecek zaman programına uygun olarak BMS tarafından çalıştırılacak ve izlenecektir.

12.2.6 Döşeme Tipi Klima Cihazları (Hıross)

Bu cihazın otomatik kontrolü tamamen kendi bünyesinde halledilecektir. BMS tarafından bu cihazlar sadece izlenirler.

12.2.7 Fan-Coil Cihazları

Fan-coil cihazları, iki yönlü vanalar ile kontrol edilmiştir. Çeşitli mahallere hitabeden fan-coiller her katta olan kat panolarının içine yerleştirilecek olan fan-coil kontrol cihazı ile çalıştırılacaktır.

Fan-coil cihazları üç devirli olup, ilk çalışma anında cihaz üçüncü devirde başlamaktadır. Sonraki aşamada devir kontrolü vana açıklığına göre yapılmakta, artan vana açıklığı ile birlikte fan devri de artmakta, azalan vana açıklığıyla ise fan devri düşmektedir. Cihazların, kış aylarında, soğutma ve geçiş aylarında ısıtma yapması durumunda oluşan devir yükselmelerini önlemek için şu önlemler alınmıştır: Dış hava sıcaklığı 21°C 'nin altında olduğu zaman, soğutma durumunda fan hızı birinci devirle sınırlanmıştır; dış hava sıcaklığı, 21°C 'nin üstüne çıktıktan sonra, 19°C 'nin altına düşene kadar soğutma modunda fanların üçüncü devirde kalmasına izin verilmektedir. Isıtma modunda ise, ısıtma kollektörü gidiş suyu sıcaklığına bakılmaktadır. Sıcaklık 45°C 'nin altında olduğu durumlarda, fan devirleri birinci kademe ile sınırlandırılmaktadır.

Mahal hissedicileri set değerleri, merkezi bilgisayar üzerinden, işletmeciler tarafından belirlenen değerlerde limitlenebilir. Şöyle ki, kullanıcının verdiği set değeri üst limitin üstünde ise üst limit düzeyine, alt limitin altında ise alt limit düzeyine çekilmektedir. Alt ve üst limitler arasında kalan bölgede kullanıcılar istedikleri set değerini verebilirler.

İhtiyaç anında fan-coil değerleri, merkezi bilgisayar operatörü tarafından, limitler dışında da değiştirilebilir.

Fan-coillerin bina otomasyon sistemi ile haberleşmesini, katlara yerleştirilen kontrol üniteleri ile gerçekleştirmektedir.

Aşağıdaki tablolarda fan-coil değerlerini gösteren tablolardan ve her iki bina kat sıcaklıklarından örnekler görülmektedir.

Graphics - [KAT-4FCU.G.8.BLOK] File Edit View Insert Dynamic Tools Window Help

KAT - 4 FCU B - BLOK (GRUP 1) ➔

DURUM	ACIK	MAX.SCK	26,95 DEG C	ORT.SCK	25,59 DEG C	MIN.SCK	23,59 DEG C	KOMUT	ACIK
FAN CİDL.	ORA SICAKLIĞI	SICAKLIK SE Tİ	KULLANICI SE Tİ	ISITMA SOĞUT MODU	ISITICI VARSA	SOĞUTUCU VARSA	FAN HIZI	GECE.GÜNDÜZ	
FCU.1.2	24.71 DEG C	25.13 DEG C	25.13 DEG C	COOL	0.00 PCT	54.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.3.4	25.27 DEG C	25.27 DEG C	25.27 DEG C	COOL	0.00 PCT	52.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.5.8	24.99 DEG C	26.53 DEG C	26.53 DEG C	HEAT	100.00 PCT	0.00 PCT	3.00	DAY	
FCU.7.8	24.71 DEG C	24.71 DEG C	24.71 DEG C	HEAT	2.40 PCT	0.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.8.10.11	25.13 DEG C	25.27 DEG C	25.27 DEG C	HEAT	28.00 PCT	0.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.12.13	25.13 DEG C	25.69 DEG C	25.69 DEG C	COOL	0.00 PCT	14.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.14.15	25.27 DEG C	26.53 DEG C	26.53 DEG C	HEAT	100.00 PCT	100.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.16.17	25.95 DEG C	25.93 DEG C	25.93 DEG C	HEAT	61.50 PCT	0.00 PCT	2.00	DAY	
FCU.18.19.20	26.53 DEG C	26.53 DEG C	26.53 DEG C	COOL	0.00 PCT	41.20 PCT	1.00	DAY	
FCU.21.22	26.67 DEG C	26.39 DEG C	26.39 DEG C	HEAT	32.40 PCT	0.00 PCT	2.00	DAY	
FCU.23.24	26.95 DEG C	26.53 DEG C	26.53 DEG C	COOL	0.00 PCT	100.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.25.26	26.53 DEG C	26.53 DEG C	27.51 DEG C	COOL	0.00 PCT	39.20 PCT	1.00	DAY	
FCU.27.28.29	26.25 DEG C	26.53 DEG C	26.53 DEG C	HEAT	100.00 PCT	0.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.30.31	26.53 DEG C	25.83 DEG C	25.83 DEG C	COOL	0.00 PCT	100.00 PCT	1.00	DAY	
FCU.32	23.59 DEG C	26.53 DEG C	27.09 DEG C	HEAT	100.00 PCT	0.00 PCT	1.00	DAY	

For Help, press F1 Dynamic Mode Blk: CAP NUM

Graphics - [KLİMALAR.8.BLOK] File Edit View Insert Dynamic Tools Window Help

B BLOK KLİMALAR ➔

KLİMA SANTRALI	OPERATÖR KOMİTLARI	TAZE HAVA DAMPER SE Tİ	ÜFLEME SICAKLIĞI	BÖNÜŞ SICAKLIĞI	ÜFLEME NEMİ	BÖNÜŞ NEMİ	ÜFLEME BASINCI	BÖNÜŞ BASINCI
KS-1 BÜRO KATLARI	ACIK		19.23 C	25.11 C	32.70 RH	24.04 RH	79.69 PA	175.70 PA
KS-2 BÜRO KATLARI	ACIK		18.65 C	25.59 C	43.39 RH	22.42 RH	89.77 PA	161.25 PA
KS-3 KAFETERYA	ACIK	67 PCT	15.15 C	23.28 C			79.92 PA	535.63 PPM
KS-5 FUAJE	ACIK	30 PCT	26.20 C	24.82 C				
KS-6 KONFERANS SALONU	ACIK	30 PCT	26.53 C	21.82 C				764.06 PPM
KS-8 ÇEK ÜRE TİM MERKEZİ	ACIK	30 PCT	25.75 C	24.38 C				
KS-9 ARŞİVLER	ACIK		30.53 C	21.95 C				
FCU-13A FCU-13B AKNET	KAPALI		16.30 C	16.97 C				
FCU-12 OTOMASYON & GÜVEN.	ACIK		21.53 C	22.57 C				
	ISITMA SİSTEMİ	SOĞUTMA SİSTEMİ	GARAJI EGZ. JENARATOR	HİROSLAR	MİTTAK ÇAY OCAĞI	WC EGZOST	MERDİVEN BASINÇLAN.	ÜFLEME HORTALARI

For Help, press F1 Dynamic Mode Blk: Pos: 104,161 Size: 100,23 CAP NUM

Graphics - [KAT.SICAKLIK.BLOK] File Edit View Insert Dynamic Tools Window Help

11:10 C 03.06.79 KAT SICAKLIKLARI B - BLOK

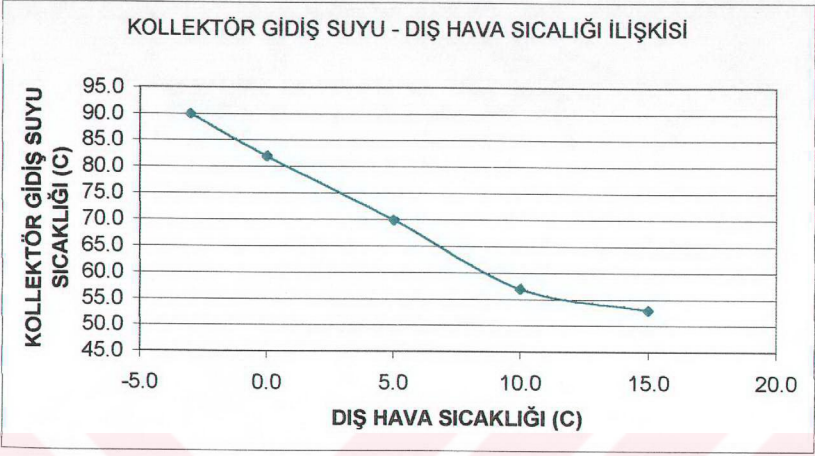
KAT-5	MAX.SCK	26.87 DEG C	ORT.SCK	25.46 DEG C	MIN.SCK	23.67 DEG C
KAT-4	MAX.SCK	26.95 DEG C	ORT.SCK	25.85 DEG C	MIN.SCK	23.45 DEG C
KAT-3	MAX.SCK	26.95 DEG C	ORT.SCK	25.16 DEG C	MIN.SCK	23.73 DEG C
KAT-2	MAX.SCK	26.03 DEG C	ORT.SCK	26.07 DEG C	MIN.SCK	25.13 DEG C
KAT-1	MAX.SCK	27.31 DEG C	ORT.SCK	25.39 DEG C	MIN.SCK	23.03 DEG C
KAT-BODRUM	MAX.SCK	26.67 DEG C	ORT.SCK	25.04 DEG C	MIN.SCK	23.31 DEG C

For Help, press F1 Dynamic Mode Bihl. Pos: 716,166 Size: 100,23 CAP. NUM

12.2.8 Isıtma Sistemi

Isıtma suyu üretimi için B Blokta iki adet kazan bulunmaktadır. Kazanların anahtarlaması otomasyon sistemi tarafından yapılmaktadır.

Kazan gidiş suyu sıcaklığı dış havaya bağlı olarak aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi ayarlanmaktadır.



Sekonder dağıtım için radyaöt devresi hariç, değişken devirli pompalar. Her sekonder devrenin kendi pompası mevcuttur.

Fan-coil, ve klima santrali ısıtıcı devresindeki kontrol vanaları iki yollu olduğundan vanalar kısıldıkça gidiş, dönüş boruları arasındaki basınç kaybı yükselecek ve pompanın devri düşürülerek debi ve basınç azaltılacaktır.

12.2.8.1 Değişken Debili Isıtma Sistemi Sirkülasyon Pompaları

Sekonder zon pompaları, bir asıl bir yedek olarak çalışmaktadır. Otomasyon sistemi asıl pompa arızalandığında yedek pompayı devreye almaktadır. Pompaların eşit yaşlanması yine otomasyon sistemi tarafından sağlanmaktadır. Haftada bir pompaların çalışma saatleri karşılaştırılarak, daha az çalışmış olan pompa asıl pompa olarak atanmaktadır.

Pompalar, Pompa Kontrol Panosuna kumanda edilerek çalıştırılır. Sistemden herhangi bir alarm gelmiyorsa, seçilen zaman programına uygun olarak sisteme çalış komutu verilir. Ayrıca operatör gerek duyduğu takdirde, sistemi ekran üzerinden mouse yardımıyla manuel olarak çalıştırabilir veya durdurabilir.

NORMAL ÇALIŞMA:

Normal çalışma durumunda ilgili zon gidiş ve dönüş devreleri arasında bulunan fark basınç hissedici vasıtası ile zon fark basıncı ölçülür. Bu değer ile ölçülen değer devamlı olarak karşılaştırılır. Herhangi bir sapma durumunda pompa, basınç farkını set değerinde tutacak şekilde çalışır. Bu proses otomasyon sistemi tarafından frekans konverterine gönderilen konumlandırma sinyali sayesinde gerçekleştirilir.

SİSTEM ALARMLARI:

Aşağıda belirtilen noktalar, sistem tarafından alarm olarak istenilen alarm bildirme ekipmanlarına (monitör, printer vs. gibi) iletilerek işletmeci uyarılır. Alarmın önemi ve cinsine göre gerekli önlemler (durdurma, kilitleme vs gibi) kontrol ünitesi tarafından yüklenen programa uygun olarak alınır.

- Pompa arıza: Frekans konverterli pompalarda, otomasyon sistemi tarafından gönderilen konumlandırma sinyali ile frekans konverterinden alınan geri besleme sinyali karşılaştırılır. İki sinyal arasında belli bir süre boyunca farklılık olması, otomasyon sistemi tarafından arıza olarak algılanır. Arızalanan pompa alarm durumuna geçer. Yedek pompa varsa, otomasyon sistemi tarafından devreye alınır. Pompa ile ilgili alarmın giderilmesinden sonra, sistem işletmeci tarafından resetlenirse, yedek pompa devreden çıkar ve asıl pompa yeniden çalışmaya başlar.
- Pompaların çalışma saatlerine göre bakımı: Pompaların toplam çalışma zamanları otomasyon sistemi tarafından kaydedilmektedir. Bakım zamanı gelen pompaya gerekli işlem yapıldıktan sonra, işletmeci tarafından pompa toplam çalışma zamanı sıfırlanır.

12.2.8.2 Radyatör Devresi Pompaları

Radyatör Pompaları, Pompa Kontrol Panosuna kumanda edilerek çalıştırılır. Sistemden herhangi bir alarm gelmiyorsa, seçilen zaman programına uygun olarak sisteme çalış komutu verilir. Ayrıca operatör gerek duyduğu takdirde, sistemi ekran üzerinden mouse yardımıyla manuel olarak çalıştırabilir veya durdurabilir.

NORMAL ÇALIŞMA:

BMS panel radyatör devresi gidişi üzerinde bulunan daldırma tipi sıcaklık hissedicisi vasıtası ile sıcak su gidiş sıcaklığını ölçer. Bu değeri dış hava sıcaklığı ile karşılaştırarak olması gereken



gidiş sıcaklığını tesbit eder. Program tarafından kullanılan eğri aşağıda verilmiştir.

Sistem bu hesaplanan set değeri ile gidiş suyu sıcaklığını devamlı olarak karşılaştırır ve herhangi bir sapma durumunda üç yollu moturlu vanaya kumanda eder ve gidiş suyu sıcaklığını set noktasına getirir.

DURUM BİLGİLERİ VE ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Aşağıdaki durum bilgileri ve ölçüm değerleri sistemden sürekli olarak izlenir.

- Radyatör Pompaları çalışma durumu
- Radyatör Pompaları çalışma saatleri
- Kontrol Vanası Konumu (%)
- Radyatör Devresi gidiş sıcaklığı
- Radyatör Devresi dönüş sıcaklığı

12.2.8.3 Kazan Primer Devre Pompaları

Kazan Pompaları, Pompa Kontrol Panosuna kumanda edilerek çalıştırılır. Sistemden herhangi bir alarm gelmiyorsa, seçilen zaman programına uygun olarak sisteme çalış komutu verilir. Ayrıca operatör gerek duyduğu taktirde, sistemi ekran üzerinden mouse yardımıyla manuel olarak çalıştırabilir veya durdurabilir.

NORMAL ÇALIŞMA:

Kazan primer pomaları aşağıdaki şartlardan herhangi biri gerçekleştiğinde devreye girer;

- Isıtma sistemine aç komutu gönderildiğinde,
- Kazan gidiş suyu sıcaklığı 45°C 'nin üzerine çıktığında,
- Kazandan limit termostat, presostat ya da düşük su seviyesi alarmı geldiğinde

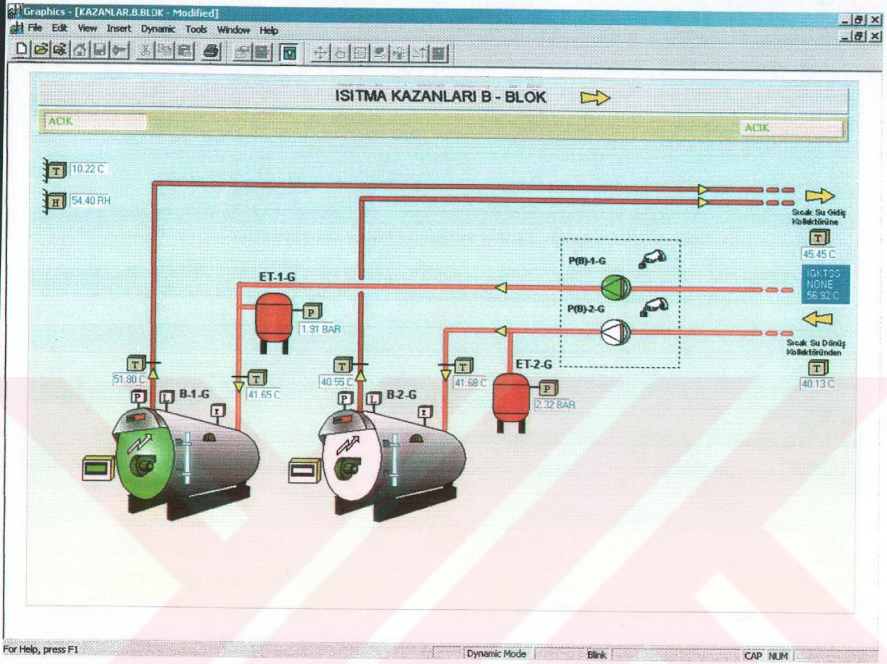
Kazan primer pompalarının devreden çıkması için aşağıdaki şartların tümünün sağlanması gerekir;

- Isıtma sistemine kapat komutu gönderilmesi,
- Kazan gidiş suyu sıcaklığının 42°C 'nin altına düşmesi,
- Kazandan limit termostat, presostat ya da düşük su seviyesi alarmı gelmemesi,

DURUM BİLGİLERİ VE ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Aşağıdaki durum bilgileri ve ölçüm değerleri sistemden sürekli olarak izlenir.

- Kazan Pompaları çalışma durumu
- Kazan Pompaları çalışma saatleri
- Kazan gidiş sıcaklığı
- Kazan dönüş sıcaklığı

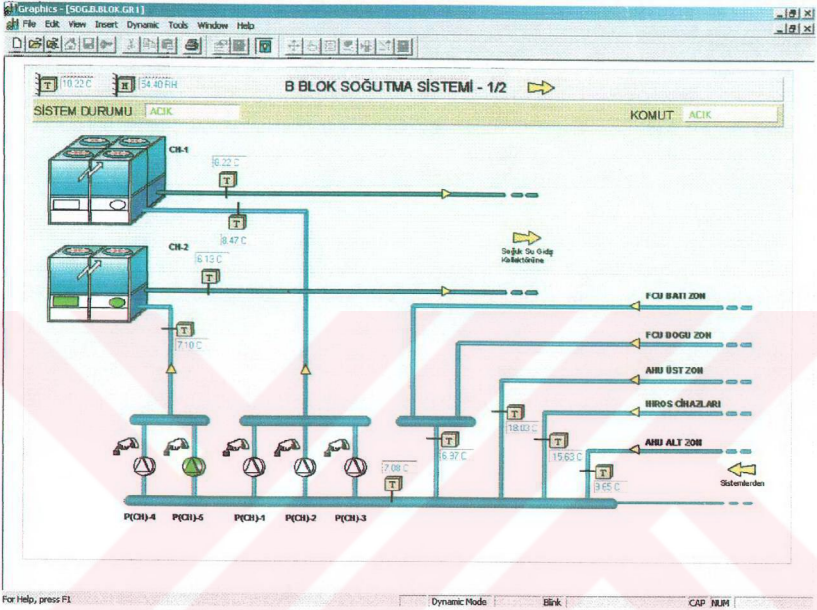


12.2.9 Chiller Devresi

Binanın soğutulması için gerekli soğuk su (chilled water) üretimi zemin katta bina dışında bulunan iki adet (1.160 kW ve 580 kW) kapasitesinde hava soğutmalı (580kW'lığı yedek) chiller'ler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Chillerden su çıkış sıcaklığı 7° C sisteminde dönen su ise 12° C olarak dizayn edilmiştir.

Soğutma suyu devresi primer ve sekonder olmak üzere iki devre halinde dizayn edilmiştir. Ancak Chiller'den geçecek su debisi sabit olması gerektiği için primer pompalar sabit debili sekonder devre pompaları ise; devre üzerinde bulunan kontrol vanaları iki yollu olduğundan değişken debili olarak seçilmiştir.

Sistem tam yükte çalıştığında $T_d=12^{\circ}\text{C}$ (dönüş suyu sıcaklığı) olacaktır. Sistemdeki yük azaldıkça T_d düşecektir. $T_d=9,5^{\circ}\text{C}$ olduğunda büyük chiller devreden çıkacak, küçük chiller devreye girecektir.



12.2.9.1 Değişken Debili Soğutma Sistemi Sirkülasyon Pompaları

Pompalar, Pompa Kontrol Panosuna kumanda edilerek çalıştırılır. Sistemden herhangi bir alarm gelmiyorsa, seçilen zaman programına uygun olarak sisteme çalış komutu verilir. Ayrıca operatör gerek duyduğu takdirde, sistemi ekran üzerinden mouse yardımıyla manuel olarak çalıştırabilir veya durdurabilir.

göre gerekli önlemler (durdurma, kilitleme vs gibi) kontrol ünitesi tarafından yüklenen programa uygun olarak alınır.

- Pompa arıza: Frekans konverterli pompalarda, otomasyon sistemi tarafından gönderilen konumlandırma sinyali ile frekans konverterinden alınan geri besleme sinyali karşılaştırılır. İki sinyal arasında belli bir süre boyunca farklılık olması, otomasyon sistemi tarafından arıza olarak algılanır. Arızalanan pompa alarm durumuna geçer. Yedek pompa varsa, otomasyon sistemi tarafından devreye alınır. Pompa ile ilgili alarmın giderilmesinden sonra, sistem işletmeci tarafından resetlenirse, yedek pompa devreden çıkar ve asıl pompa yeniden çalışmaya başlar.
- Pompalar çalışma saatlerine göre bakımı. Pompaların toplam çalışma zamanları otomasyon sistemi tarafından kaydedilmektedir. Bakım zamanı gelen pompaya gerekli işlem yapıldıktan sonra, işletmeci tarafından pompa toplam çalışma zamanı sıfırlanır.

DURUM BİLGİLERİ VE ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Aşağıda durum bilgileri ve ölçüm değerleri sistemden sürekli olarak izlenir.

- Pompa çalışma durumu
- Pompa çalışma saatleri

12.2.9.2 Sabit Debili Soğutma Sistemi Sirkülasyon Pompaları

Sirkülasyon Pompaları, Pompa Kontrol Panosuna kumanda edilerek çalıştırılır. Sistemden herhangi bir alarm gelmiyorsa, seçilen zaman programına uygun olarak sisteme çalış komutu verilir. Ayrıca operatör gerek duyduğu takdirde, sistemi ekran üzerinden mouse yardımıyla manuel olarak çalıştırabilir veya durdurabilir.

SİSTEM ALARMLARI:

Aşağıdaki belirtilen noktalar, sistem tarafından alarm olarak istenilen alarm bildirme ekipmanlarına (monitör, printer vs. gibi) iletilerek işletmeci uyarılır. Alarmın önemi ve cinsine göre gerekli önlemler (durdurma, kilitleme vs. gibi) kontrol ünitesi tarafından yüklenen programa uygun olarak alınır.

- Pompa arıza. Sabit devirli pompalarda, pompa üçgen kontaktörünün yardımcı kontağından geri besleme sinyali gelmemesi durumu otomasyon tarafından arıza olarak algılanır. Yedek pompa otomatik olarak devreye alınır. Asıl pompanın arızasının giderilmesinden sonra, yedek pompa devreden çıkarak, asil pompa yeniden çalışmaya başlar.
- Pompalar çalışma saatlerine göre bakımı. Pompaların toplam çalışma zamanları otomasyon sistemi tarafından kaydedilmektedir. Bakım zamanı gelen pompaya gerekli işlem yapıldıktan sonra, işletmeci tarafından pompa toplam çalışma zamanı sıfırlanır.

DURUM BİLGİLERİ VE ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Aşağıdaki durum bilgileri ve ölçüm değerleri sistemden sürekli olarak izlenir.

- Pompa Panosu çalışma durumu
- Pompalar çalışma saatleri

12.2.10 Kullanma Suyu Hidroforu

NORMAL ÇALIŞMA

Soğuk Kullanma Suyu Sistemi ile ilgili olarak Bina Otomasyon Sistemine alarmlar, durum ve ölçme bilgileri iletilmekte olup bu bilgiler ekran, printer vs. vasıtası ile operatöre sunulmaktadır.

SİSTEM ALARMLARI:

Aşağıda belirtilen noktalar, sistem tarafından alarm olarak istenilen alarm bildirme ekipmanlarına (monitör, printer vs. gibi) iletilerek işletmeci uyarılır. Alarmin önemi ve cinsine göre gerekli önlemler (durdurma, kilitleme vs. gibi) kontrol ünitesi tarafından yüklenen programa uygun olarak alınır.

- Su Depoları minimum/maximum seviye alarmları
- Hidrofor Arıza
- Su Gidiş düşük/yüksek basınç alarmları

DURUM BİLGİLERİ VE ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Aşağıdaki durum bilgileri ve ölçüm değerleri sistemden sürekli olarak izlenir.

- Su Depoları seviye bilgisi
- Hidrofor Çalışma Durumu
- Su Gidiş Kolektörü Basıncı

12.2.11 Yangın Hidroforu**NORMAL ÇALIŞMA:**

Yangın Sistemi ile ilgili olarak Bina Otomasyon Sistemine alarmlar iletilmekte olup bu bilgiler ekran, printer vs vasıtası ile operatöre sunulmaktadır.

SİSTEM ALARMLARI:

Aşağıda belirtilen noktalar, sistem tarafından alarm olarak istenilen alarm bildirme ekipmanlarına (monitör, printer vs. gibi) iletilerek işletmeci uyarılır. Alarmin önemi ve cinsine göre gerekli önlemler (durdurma, kilitleme vs. gibi) kontrol ünitesi tarafından yüklenen programa uygun olarak alınır.

- Hidrofor Arıza
- Yangın sistemi gidiş düşük basınç alarmı

DURUM BİLGİLERİ VE ÖLÇÜM DEĞERLERİ:

Aşağıdaki durum bilgileri ve ölçüm değerleri sistemden sürekli olarak izlenir.

- Yangın sistemi hattı basınç bilgisi

12.3 Örnek Bina Blok Yangın Senaryosu

1) 7. Ve 6. Kat Mekanik Daireden Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)
- 6. Kat (Kafeterya Katına) hitap eden;

7KB-MCC/1 -1-	KS-3 'ün vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-3 'ün taze hava damperi %100 açık konuma geçer (BMS)
	KS-3 'aspiratörü stop eder. (MCC)
	KS-3 'ün egzoz hava damperi %100 kapalı konuma geçer (MCC)
	KS-3 'ün karışım hava damperi %100 kapalı konuma geçer (MCC)
	HEA-4 mutfak egzoz fanı stop eder. (MCC)
	TEF-3 tuvalet egzoz fanı stop eder. (MCC)
	Bu katta bulunan Internet Cafe VAV kutusu termostat kontrolünden çıkarve%100 açık pozisyona geçer (BMS)

2) 6. Kattan (Kafeterya Katı) Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	5.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	5.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

- 6. Kat (Kafeterya Katına) hitap eden;

7KB-MCC/1 -3-	KS-3 'ün vantilatörü stop eder. (MCC)
	KS-3 'ün taze hava damperi %100 kapalı konuma geçer (MCC)
	KS-3 'aspiratörü %100'de yani full debide çalışır. (MCC)
	KS-3 'ün egzoz hava damperi %100 açık konuma geçer (BMS)
	KS-3 'ün karışım hava damperi %100 kapalı konuma geçer (MCC)
	HEA-4 mutfak egzoz fanı çalışmaya devam eder. (MCC)
	TEF-3 tuvalet egzoz fanı çalışmaya devam eder. (MCC)

3) 5. Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.

- MBF-1-R/B (BMS)

- MBF-1-Z/B (BMS)

- MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	5.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) kapanır. (BMS)
	5.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) açık kalır. (BMS)
	4.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	4.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 2 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

- 6. Kat (Kafeterya Katına) hitap eden;

7KB-MCC/1 -1-	KS-3 'ün vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-3 'ün taze hava damperi %100 açık konuma geçer (BMC)
	KS-3 ' aspiratörü aspiratörü stop eder. (MCC)
	KS-3 'ün egzoz hava damperi %100 kapalı konuma geçer (BMS)
	KS-3 'ün karışım hava damperi %100 kapalı konuma geçer (MCC)
	HEA-4 mutfak egzoz fanı stop eder. (MCC)
	TEF-3 tuvalet egzoz fanı stop eder. (MCC)
	Bu katta bulunan Internet Café VAV kutusu termostat kontrolünden çıkar % 100 açık pozisyona geçer. (BMC)

4) 4. Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	5.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	5.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	4.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) kapanır. (BMS)
	4.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 2 adet) açık kalır. (BMS)
	3.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	3.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

5) 3. Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.

- MBF-1-R/B (BMS)
- MBF-1-Z/B (BMS)
- MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	4.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	4.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	3.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) kapanır. (BMS)
	3.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 2 adet) açık kalır. (BMS)
	2.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	2.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

6) 2. Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.

- MBF-1-R/B (BMS)
- MBF-1-Z/B (BMS)
- MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	3.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	3.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	2.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) kapanır. (BMS)
	2.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 2 adet) açık kalır. (BMS)
	1.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	1.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

7) 1. Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	2.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	2.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	1.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) kapanır. (BMS)
	1.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 2 adet) açık kalır. (BMS)
	Zemin Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 1 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

- Zemin Kata hitap eden;

2BB-MCC/1 -4-	KS-5 'in Fuaye Santralinin Vantilatörü çalışır. (MCC)
	KS-5 Fuaye Santralinin Aspiratörü stop eder. (MCC)
	KS-5'in Egzoz havası damperi %100 kapalı konuma geçer. (MCC)
	KS-5'in karışım havası damperi %100 kapalı konuma geçer. (MCC)
	KS-5'in taze hava damperi %100 açık konuma geçer. (BMS)

ZKB-MCC/1 -4-	KS-6 Konferans Salonu Santrali'nin vantilatörü çalışır. (MCC)
	KS-6 Konferans Salonu Santrali'nin aspiratörü stop eder. (MCC)
	KS-6 egzoz havası damperi %100 kapalı konuma geçer.(MCC)
	KS-6 karışım havası damperi %100 kapalı konuma geçer.(MCC)
	KS-6 taze hava damperi %100 açık konuma geçer. (BMS)

8) Zemin Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)

7KB-MCC/1 -2-	1.Kat YDD (Üfleme Hattı Yangın Damperleri – 19 adet) açık kalır. (BMS)
	1.Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri –2 adet) kapanır. (BMS)
	Zemin Kat MDD (Emiş Hattı Yangın Damperleri – 1 adet) kapanır. (BMS)
	KS-1 ve KS-2'nin vantilatörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)
	KS-1 ve KS-2'nin aspiratörü %100'de yani full debide çalışır.(MCC)

- Zemin Kata hitap eden;

2BB-MCC/1 -5-	KS-5 'in Fuaye Santralinin Vantilatörü çalışır. (MCC)
	KS-5 Fuaye Santralinin Aspiratörü çalışır. (MCC)
	KS-5'in Egzoz havası damperi %100 açık konuma geçer. (MCC)
	KS-5'in karışım havası damperi %100 kapalı konuma geçer. (MCC)
	KS-5'in taze hava damperi %100 kapalı konuma geçer. (BMS)

ZKB-MCC/1 -5-	KS-6 Konferans Salonu Santrali'nin vantilatörü stop eder. (MCC)
	KS-6 Konferans Salonu Santrali'nin aspiratörü çalışır. (MCC)
	KS-6 egzoz havası damperi %100 açık konuma geçer.(MCC)
	KS-6 karışım havası damperi %100 kapalı konuma geçer.(MCC)
	KS-6 taze hava damperi %100 kapalı konuma geçer. (BMS)

- 1. Bodrum Kata hitap eden;

7BB-MCC/1 -6-	KS-8 Santralinin Vantilatörü çalışmaya devam eder. (MCC)
	HEA-8 Egzoz Fanı Stop eder. (MCC)
	FCU-12 fan-coil çalışmaya devam eder.(BMS)
	EF-3-1B egzoz fanı stop eder.(MCC)

9) 1.Bodrum Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)

- 1.Bodrum Kata Hitap eden;

2BB-MCC/1 -7-	KS-8 Santralinin Vantilatörü stop eder. (MCC)
	HEA-8 Egzoz Fanı çalışır (MCC)
	FCU-12 fan-coili stop eder.(BMS)
	EF-3-1B Egzoz Fanı çalışır.(MCC)

- Zemin Kata hitap eden;

2BB-MCC/1 -4-	KS-5 'in Fuaye Santralinin Vantilatörü çalışır. (MCC)
	KS-5 Fuaye Santralinin Aspiratörü stop eder. (MCC)
	KS-5'in Egzoz havası damperi %100 kapalı konuma geçer. (MCC)
	KS-5'in karışım havası damperi %100 kapalı konuma geçer. (MCC)
	KS-5'in taze hava damperi %100 açık konuma geçer. (BMS)

ZKB-MCC/1 -4-	KS-6 Konferans Salonu Santrali'nin vantilatörü çalışır. (MCC)
	KS-6 Konferans Salonu Santrali'nin aspiratörü stop. (MCC)
	KS-6 egzoz havası damperi %100 kapalı konuma geçer.(MCC)
	KS-6 karışım havası damperi %100 kapalı konuma geçer.(MCC)
	KS-6 taze hava damperi %100 açık konuma geçer. (BMS)

- 2.-3.-4.-5. Bodrum Kata hitap eden;

2BB-MCC/1 -8-	GEF-1-B Garaj Egzoz fanı çalışmaya devam eder. (MCC)
	GEF-1-2B Egzoz Fanı çalışmaya devam eder. (MCC)
	FCU-13 fan-coil stop eder.(BMS)
	EF-4-2B stop eder.(MCC)

10) 2.3.4.5. ve 6.Bodrum Kattan Yangın Alarm Alındığında;

- Binada bulunan Merdiven Basınçlandırma fanları devreye girer.
 - MBF-1-R/B (BMS)
 - MBF-1-Z/B (BMS)
 - MBF-1-2B/B (BMS)
- 1.Bodrum Kata Hitap eden;

2BB-MCC/1 -6-	KS-8 Santralinin Vantilatörü stop eder. (MCC)
	HEA-8 Egzoz Fanı çalışır (MCC)
	FCU-12 fan-coili stop eder.(BMS)
	EF-3-1B Egzoz Fanı çalışır.(MCC)

- 2.-3.-4.-5. Ve 6. Bodrum Kata hitap eden;

2BB-MCC/1 -8-	GEF-1-B Garaj Egzoz fanı çalışmaya devam eder. (MCC)
	GEF-1-2B Egzoz Fanı çalışmaya devam eder. (MCC)
	FCU-13 fan-coil stop eder. (BMS)
	EF-4-2B stop eder. (MCC)

2BB-MCC/1 -9-	KS-9 Arşivler Klima Santrali Vantilatörü stop eder. (MCC)
	HEA-9 Arşivler Klima Santrali Aspiratörü çalışır. (MCC)
	KS-9 Arşivler Klima Santrali taze hava damperi kapanır.(BMS)
	HEA-9 Arşivler Klima Santrali Egzoz Havası Damperi açar. (MCC)

12.4 Elektrik Enerjisinden Tasarrufun Analizi

Otomasyon tesisatının içeriğinde bulunan frekans konvertör cihazı kullanımı elektrik enerji tasarrufunda en önemli rolü oynar. Pompaların ve santrallerin fanlarının kontrolünde kullanılan frekans konvertörü ile sağlanacak avantajlar aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

- İşletmede çok önemli boyutlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.
- Tesisatta kullanılan pompa, vana, cihaz ve diğer aksamın kullanım ömrü uzamakta ve işletme bakım-servis giderleri azalmaktadır.
- Tesisatın bütününde ve özellikle termostatik vana ve motorlu vanalardaki rahatsız edici ses ve vibrasyon oluşumu önlemektedir.
- Pompaların durma-kalkma veya ani vana kapanmaları gibi durumlarda ortaya çıkabilen basınç şokları oluşmamakta, tesisatın genel güvenilirliği yükselmektedir.
- Pompaları yanlış seçilmiş olması ve işletmeye alma sırasında ortaya çıkan debi ve basma yüksekliği uyumsuzlukları ve bunun neticesinde oluşan termik atması, motor yanması aşırı ısınma, gürültülü çalışma, sık sık arıza yapma gibi problemler önlenmektedir.
- %50'ye varan elektrik tasarrufu ile , kömür ve petrol bazlı yakıt kullanan elektrik üretim santrallerinin çevreyi ve atmosferi kirletmesi azaltılabilmektedir.
- Frekans konvertörlü pompa sistemlerinin ilk yatırım maliyeti, sabit debili pompa sistemlerine nazaran yaklaşık iki katı veya biraz daha yüksektir. Ancak işletmede

gerçekleşen elektrik tasarrufu ile sistem kendisini 2 veya en geç 3 yıl içinde tamamen amorti edebilmektedir.

Akbank Maslak Tesisleri B Blok Binasında kullanılan pompaların ve klima santrallerinin frekans konvertörlü olması durumunda elektrik tasarrufunun incelenmesi:

Frekans konvertörü kullanılmadığı durum :

Binada bulunan mekanik tesisat cihazlarının toplam elektrik güçleri tablolarda verilmişti.

Bu duruma göre kış çalışmasında;

7. Katta bulunan panonun toplam elektrik gücü : 134,5 kW (Ek 2'de 7.kat MCC panosu çizelgesinden)

Zemin Katta bulunan panonun toplam elektrik gücü : 61,51 kW (Ek 2'de zemin kat MCC panosu çizelgesinden)

2. Bodum Katta bulunan panonun toplam elektrik gücü : 79,244 kW (Ek 2'de 2.bodrum kat MCC panosu çizelgesinden)

Isıtma Kazanı-1 elektrik Gücü : 1,5 kW (Katalogdan)

Isıtma Kazanı-2 elektrik Gücü : 1,5 kW (Katalogdan)

Fan-Coil cihazları toplam elektrik gücü : 23,3 kW (Katalogdan)

Kış konumunda mekanik cihazları harcadığı saatteki toplam elektrik gücü : 302 kW

Sistemin 12 saat çalıştığı var sayılır ise; diversite faktörü de %80 alınarak:

$$302 \text{ kW} \times 12 \text{ saat} \times 0.8 = 2899 \text{ kW/ gün bulunur.} \quad (12.1)$$

Mekanik Tesisat için;

1kW elektrik bedeli : 0,1 \$/kW

1 günlük binanın toplam kullandığı elektrik bedeli :

$$0,1 \text{ $/kW} \times 2.899 \text{ kW/gün} = 289,9 \text{ $/gün} \quad (12.2)$$

1 aylık binanın toplam kullandığı elektrik bedeli :

$$289,9 \text{ $/gün} \times 30 \text{ gün} = 8.697 \text{ $ olarak hesaplanabilir.} \quad (12.3)$$

1 yıllık binanın toplam kullandığı elektrik bedeli = 104.364 \$ olarak bulunur.

Yukarıda hesaplanan durum, sistemde frekans konvertörlü cihaz kullanılmadığı varsayılan durumdur.

Frekans konvertörü kullanıldığı durum :

Binada bulunan mekanik tesisat cihazlarının toplam elektrik güçleri Ek3'teki çizelgelerde verilmiştir.

Bu duruma göre kış çalışmasında;

7. Katta bulunan panonun toplam elektrik gücü : 101 kW (Ek 2'de otomasyon sonucu bulunan 7. kat MCC panosu çizelgesinden)

Zemin Katta bulunan panonun toplam elektrik gücü : 61,51 kW

2. Bodum Katta bulunan panonun toplam elektrik gücü : 79,244 kW

Isıtma Kazanı-1 elektrik Gücü : 1,5 kW

Isıtma Kazanı-2 elektrik Gücü : 1,5 kW

Fan-Coil cihazları toplam elektrik gücü : 23,3 kW

Kış konumunda mekanik cihazları harcadığı toplam elektrik gücü : 268,054 kW

Sistemin 12 saat çalıştığı var sayılır ise; diversite faktörü de %80 alınarak:

$$268 \text{ kW} \times 12 \text{ saat} \times 0.8 = 2572 \text{ kW/ gün bulunur.} \quad (12.4)$$

Mekanik Tesisat için;

1kW elektrik bedeli : 0,1 \$/kW

1 günlük binanın toplam kullandığı elektrik bedeli :

$$0,1 \text{ $/kW} \times 2572 \text{ kW/gün} = 257,2 \text{ $/gün} \quad (12.5)$$

1 aylık binanın toplam kullandığı elektrik bedeli :

$$257,2 \text{ $/gün} \times 30 \text{ gün} = 7.716 \text{ $ olarak hesaplanabilir.} \quad (12.6)$$

1 yıllık binanın toplam kullandığı elektrik bedeli = 92.592 \$ olarak bulunur.

İki durum arasında oluşan fark :

1 ay için ; 981 \$

6 ay için (kış çalışması) ; 5.886 \$

Sonuç olarak, sadece kullanılacak olan frekans konvertörü sayesinde %11,3lik elektrik tasarrufu sağlandığı görülmüştür.

12.5 İnsan Gücünden Tasarruf

Akıllı bina kavramının en büyük özelliği, binada kurulu olan sistemin her noktasının bilgisayarlar ile izlenebilmesidir. Otomasyon sistemini uygulamış olan firmalar tarafından paket programlar hazırlanır ve otomasyon odalarında görevli olan bir kişi tarafından noktalar sürekli izlenir. Cihazlar bu program sayesinde sadece bir tuş ile kapanıp açılır, set değerleri ayarlanır ve arıza bilgileri bilgisayar ekranından takip edilebilir. Arızanın nerede olduğunun anında görülebilmesi ile hem zamandan hem insan gücünden kazanç sağlar. Kurulmuş olan sistemin hangi noktalarının izleneceği ve hangi ölçümlerin yapılacağı yatırımcının isteği doğrultusunda, otomasyoncu firma tarafından belirlenir.

Binanın büyüklüğü ve yapısı işletmede görevli olacak kişilerin sayısını belirler. Sistemin çalışması sonucunda çıkabilecek arızalar ve sürekli işletim için yüksek binalarda genelde iki kişi yeterli sayılabilir. Bu sayı otomasyonlu veya otomasyonsuz bina için fazla değişiklik göstermez. Ancak birbirinden ayrı ve uzak birkaç binadan oluşmuş olan tesislerde bilgisayarla izlenim son derece gereklidir. Otomasyon olmadığı durumda her bina ile ilgilenen farklı işletmeciler gerekecektir. Her hangi bir arıza anında, başka binalardan sorumlu kişilerin uzun mesafeler katedip, arızayı bulmak ve gidermek için harcayacağı zaman içinde diğer binanın denetimsiz kalması önemli sorunlar yaşanmasına sebebiyet verecektir. Otomasyon sistemi ile izleme sayesinde ise, arıza hemen farkedilip anında müdahale yapılabildiği için tüm binalar için ortak işletmeciler kullanılabilir. Bu tip tesislerde böylece insan gücünden tasarruf sağlanır.

12.6 Yakıt Maliyetinden Tasarrufun Analizi

Mekanik tesisat projesi yapılırken, İstanbul için dış hava sıcaklık değeri -3°C olarak kabul edilir ve ısı kaybı ile klima santralleri ısıtma serpantin kapasite hesapları, kış konumunda sıcaklığın her zaman -3°C olacağı varsayılarak yapılır. Ancak sistem zamanının büyük bir kısmında daha düşük seviyelerde çalışmak durumundadır. Düşük seviyelerde ısıtma sisteminin gücünü de

otomatik olarak kendiliğinden düşürmek ve sistemin kendi kendine çalışmasını sağlamak otomatik kontrol cihaz ve sistemlerinin görevidir.

Isıtma sisteminde otomatik kontrol; ısıtıcı kontrolü, kazan kontrolü ve sistem kontrolü olarak üç ana başlık altında toplanabilir.

1- Isıtıcı Kontrolü

- Termostatik radyatör vanaları ile,
- Yardımcı güç kullanan ısıtıcı kapasite kontrol elemanı ile,
- Üfleme konvektörlerin su girişine konulan iki veya üç yollu vana ile,

odanın sıcaklığı, ısıtıcıların yaydığı ısı kontrol edilerek, ayarlanan bir değerde sabit tutulur.

2- Kazan Kontrolü

Kazan kontrol sistemi sayesinde

- Su sıcaklığı sınır değerini üzerine çıkmaz.
- Değişen ısıtma yüküne göre kazan su sıcaklığı düzenlenir. Sıvı ve gaz yakıt yakan kazanlarda, kazan su çıkış sıcaklığı kontrolü iki şekilde yapılabilir.

a) Kazan termostadı;

Kazan termostadı, kazan su sıcaklığını ayarlanan sabit bir değerde tutar.

b) Oda termostadı ile kazan kontrolü:

Duyar ucun yerleştirildiği odada sıcaklık sabit kalacak şekilde kazan çalışması ON-OFF olarak kontrol edilir. Bu tip kontrol artık çağdışı olup, ataleti, ayar olanağındaki sınırlılığı, büyük sıcaklık dalgalanması yaratması, tek zonlu olması, yakıt tüketiminin fazla olması ve yeterli konforu sağlayamaması gibi dezavantajları vardır. Ayrıca su sıcaklığı yüksek olduğundan sistemin yıllık ısı verimi düşüktür.

3- Dış Hava Kompanzasyonlu Kazan Su Sıcaklığı Kontrolü:

Bu sistemde, dış hava sıcaklığından, kazan su çıkış sıcaklığından, uyarı alınır. Bu bilgiler merkezi bir kontrol sisteminde daha önceden belirlenen bir programla karşılaştırılır ve buna göre brülöre kumanda edilerek kazan su sıcaklığı ayarlanır. Dış hava sıcaklığı 17°C'nin altına düşünce sistem kendiliğinden çalışmaya hazır duruma geçer.

Bu kontrol sistemleri uygulandığı takdirde kazan ısıtma kapasitesinde azalma, dolayısıyla yakıt maliyetinde düşme görülecektir. (Isısan, 2000)

Mart ayında ölçülen dış hava sıcaklığına göre ve dizayn sıcaklığına göre oluşacak enerji kazancı aşağıda hesaplanmıştır.

-3°C Dış Hava Sıcaklığına Göre Isı Yüğü Kapasite Hesabı:

Radyatör Devresi Toplam Isı Yüğü	: 13.772 kcal/h
Klima Santralleri Devresi Toplam Isı Yüğü	: 595.722 kcal/h
Fan-Coil Devresi Toplam Isı Yüğü	: 120.356 kcal/h
Toplam Isı Yüğü	: 729,850 kcal/h

olarak binanın toplam ısı ihtiyacı mekanik tesisat projesi aşamasında hesaplanmıştır.

Mart Ayında Ortalama 8,9 °C Dış Hava Sıcaklığına Göre Radyatör + Fan-coil Cihazları Isı Yüğü Hesabı:

Toplam bina ısı kaybı -3°C dış hava sıcaklığına göre 134.128 kcal/h hesaplanmıştır.

$$Q_{IK} = k.A.\Delta t \text{ ise,} \quad (12.7)$$

$$134.128 = k.A.(22-(-3)) \quad (12.8)$$

$$k.A = 5.365 \text{ kcal/h} \quad \text{yaklaşık olarak hesaplanabilir.} \quad (12.9)$$

Dış hava sıcaklığı 8,9°C olduğunda ; (Ek 2 Dış hava sıcaklığındaki değişim çizelgesinden)

$$Q_{IK} = 5.365 \times (22-8,9) \quad (12.10)$$

$$Q_{IK} = 70.282 \text{ kcal/h} \quad \text{yaklaşık olarak hesaplanabilir.} \quad (12.11)$$

Radyatör + Fan-Coil Devresi Toplam Isı Yüğü : 70.282 kcal/h

Klima Santralleri Isıtma Serpantinleri Kapasitesi Hesabı:

- KS-1 Ofis Katları Klima Santrali

$$Q_{1S} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.12)$$

$$V = 38.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{1s} = 0,3 \times 38.500 \times (22-8,9) \quad (12.13)$$

$$Q_{1s} = 151.305 \text{ kcal/h} \quad (12.14)$$

- **KS-2 Ofis Katları Klima Santrali**

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.15)$$

$$V = 38.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{1s} = 0,3 \times 38.500 \times (22-8,9) \quad (12.16)$$

$$Q_{1s} = 151.305 \text{ kcal/h} \quad (12.17)$$

- **KS-3 Kafeterya Santrali :**

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.18)$$

$$V = 12.660 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{1s} = 0,3 \times 12.660 \times (22-8,9) \quad (12.19)$$

$$Q_{1s} = 49.754 \text{ kcal/h} \quad (12.20)$$

- KS-5 Fuaye Santrali :

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.21)$$

$$V = 15.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V \text{ taze hava} = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{i\check{c}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{karışım}} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{1s} = 0,3 \times 15.000 \times (34-8,9) \quad (12.22)$$

$$Q_{1s} = 94.500 \text{ kcal/h} \quad (12.23)$$

- KS-6 Konferans Santrali :

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.24)$$

$$V = 7.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{1s} = 0,3 \times 7.500 \times (34-8,9) \quad (12.25)$$

$$Q_{1s} = 56.475 \text{ kcal/h} \quad (12.26)$$

- KS-8 Çek Üretim Merkezi Klima Santrali :

$$Q_{1s} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.27)$$

$$V = 2.350 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{is} = 0,3 \times 2.350 \times (22-8,9) \quad (12.28)$$

$$Q_{is} = 9.236 \text{ kcal/h} \quad (12.29)$$

- Otomasyon+Güvenlik Odaları FCU12 :

$$Q_{is} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.30)$$

$$V = 1.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_d = 8,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{is} = 0,3 \times 1.400 \times (25-8,9) \quad (12.31)$$

$$Q_{is} = 6.762 \text{ kcal/h} \quad (12.32)$$

- Aknet Odası FCU13 :

$$Q_{is} = 0,3 \times V \times \Delta t \quad (12.33)$$

$$V = 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V \text{ taze hava} = 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_{\text{giriş}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{çıkış}} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{iç} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{karışım}} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{is} = 0,3 \times 4.000 \times (34-21) \quad (12.34)$$

$$Q_{is} = 15.600 \text{ kcal/h} \quad (12.35)$$

Klima Santralleri Devresi Toplam Isı Yüğü : 534.937 kcal/h

Toplam Isı Yüğü : 605.219 kcal/h

yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Eğer uygulaması yapılan binada KS-1 ve KS-2 klima santralleri ısı geri kazanımlı olarak seçilmemiş olsaydı aradaki fark daha da artacaktı.

12.6.1 Yakıt Maliyeti Hesabı Ve Karşılaştırma

Yakıt maliyetinin hesabı aşağıdaki adımlardan oluşur.

12.6.1.1 Yıllık Isı İhtiyacı

Göz önüne alınan binanın saatlik norm ısı kaybı Q_N ile gösterilirse, yıllık ısı kaybı Q_a ile gösterilirse yıllık ısı kaybı,

$$Q_a = b_v \cdot Q_N \text{ (kwh/yıl) veya (kcal/yıl)} \quad (12.36)$$

şeklinde bulunabilir. Burada b_v tam yükte çalışma halinde yıllık ısı ihtiyacının kaç saatte karşılanacağını gösterir.

$$b_v = f \cdot 24G / \Delta t_{\max} \text{ (saat/yıl)} \quad (12.37)$$

olarak tarif edilir. Burada,

G =Hesaplanan yer için derece gün değeridir.

Δt_{\max} =İç sıcaklıkla, dış hesap sıcaklığı arasındaki fark.

f =Bütün verimsizlikleri göz önüne alan bir faktördür.

$$f = f_0 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8 \cdot f_9 \cdot f_{10} \text{ olarak tarif edilir.} \quad (12.38)$$

f_0 =Değeri 1,07 alınabilir.

f_1 =Güneşten ve iç kaynaklardan olan ısı kazançları faktörüdür.

Değeri 0,78 alınabilir.

f_2 =Enfiltrasyon eş zaman faktörüdür. Değeri, $f_2=1$ alınabilir.

f_3 =Isıtıcıların iyiliği ile ilgili faktör

$f_3=0,85-1.00$

f_4 =Kısmen ısıtılan odaların etkisi,

$f_4=0,70-0,95$

f_5 =Oda sıcaklığının hesap değerine göre değiştirilmesi,

$f_5=0,80$ (3°C indirme)

$f_5=1,20$ (3°C artırma)

f_5 =Isı izolasyonunun etkisi, $f_6=0,90-1,0$

f_7 =Otomatik kontrol sisteminin iyiliği,

Orta kalite kontrol $f_7=1,05-1,15$

İyi bir sistem kontrolü, $f_7=0,80-0,85$

f_8 =Kazan duman yüzeylerinin kirlenme faktörü,

Kömür için $f_8= 1,40$

Sıvı yakıt için $f_8= 1,20$

Doğal gaz için $f_8= 1,00$

f_9 =Kullanma zamanı

f_{10} =Kireçlenme faktörü, özel önlem alınmış kazanlarda, $f_{10}=1,00$ normal kazanlarda, $f_{10}=1,10$

12.6.1.2 Yıllık Yakıt İhtiyacı

Yıllık yakıt ihtiyacı kazan ve sistem verimleri dolayısı ile yıllık ısı ihtiyacından büyüktür. Yıllık brüt ısı ihtiyacı,

$$Q_a' = \frac{Q_a}{\eta_k \times \eta_B \times \eta_V} \quad (\text{kg/yıl}) \text{ veya } (\text{m}^3/\text{yıl}) \quad (12.39)$$

olarak bulunabilir. Bu ifadelerdeki verim değerleri sıra ile aşağıda tanımlanmıştır.

η_k = Kazan anma ısıl verimi olup, imalatçı kataloglarından alınabilir.

η_V = Dağıtım ısı kayıplarıdır. Bunların izolasyon durumuna göre değeri , 0,94-0,98 arasında alınabilir.

η_B = Durma kayıplarını göz önüne alır. Kazanın durması sırasında, sirkülasyon nedeni ile soğuk hava kazanda ısıtılarak bacadan dışarı atılır. Bu kayıp,

$$\eta_B = \frac{1}{\left(\frac{b}{bk} - 1\right)q + 1} \quad (12.40)$$

şeklinde tanımlanır. Burada,

q = Durma sırasındaki ısı kaybı yüzdesi,

Büyük modern kazanlarda %1-2

Modern küçük kazanlarda %2-3

Boyerli kazanlarda %3-4

Kötü durumdaki eski kazanlarda %6-8

b = Isıtma mevsimi boyunca kazanın çalıştırıldığı saat sayısıdır.

Isıtma mevsimi 250 gün ise ve kazan 24 saat çalıştırılıyorsa,

$b = 250 \times 24 = 6000$ saat

$$bk = \frac{b \times Q_N}{\eta_v \times Q_K} \quad (\text{saat}) \quad (12.41)$$

bk = kazanın yıl boyunca fiilen çalıştığı zamandır.

olarak bulunabilir. Burada Q_K kazanın anma gücü, Q_N sistemin anma ısı kaybıdır.

Pratik olması açısından, bazı kazan tipleri için fikir vermek üzere, $\eta_a = \eta_K$. η_B değeri Tablo olarak hazırlanmıştır.

Yıllık Yakıt İhtiyacı ise,

$$Ba = Q_a' / H_u \quad (12.42)$$

Olarak bulunabilir. Burada H_u yakıtın alt ısıl değeridir.

12.6.1.3 Yıllık Yakıt Maliyeti

Yıllık yakıt maliyeti ,

$$K_2 = Ba \cdot P \quad [\text{TL/yıl}] \quad (12.43)$$

olarak bulunur. Burada P kilogram veya metreküp başına yakıt fiyatıdır.

-3°C Dış Hava Sıcaklığına Göre Yıllık Yakıt Maliyeti Hesabı:

- Yıllık Isı İhtiyacı:

$$Q_a = b_v \cdot Q_N \quad (12.44)$$

$$b_v = f \cdot 24G / \Delta t_{\max} \quad (\text{saat/yıl}) \quad (12.45)$$

$$f = f_0 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8 \cdot f_9 \cdot f_{10} \text{ ' idi.} \quad (12.46)$$

$$f_0 = 1,07$$

$$f_1 = 0,78$$

$$f_2 = 1$$

$$f_3 = 1,07$$

$$f_4 = 0,95$$

$$f_5 = 1$$

$$f_6 = 1$$

$$f_7 = 0,8$$

$$f_8 = 1$$

$$f_9 = 0,87$$

$$f_{10} = 1$$

$$f = 1,07 \times 0,78 \times 1 \times 1,07 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 0,8 \times 1 \times 0,87 \times 1 \approx 0,55 \quad (12.47)$$

$G = 2.168$ alınabilir.

İç ortam 22°C ve dış ortam -3°C ise, $\Delta t_{\max} = 25^\circ\text{C}$

$$b_v = 0,55 \times 24 \times 2.168 / 25 = 1.144 \text{ saat/yıl} \quad (12.48)$$

$Q_N = 729.850 \text{ kcal/saat}$ hesaplanmıştı.

$$Q_a = 1.144 \text{ saat/yıl} \times 729.850 \text{ kcal/saat} \quad (12.49)$$

$$Q_a = 834.948.400 \text{ kcal/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.50)$$

- Yıllık Brüt İhtiyacı

$$Q_a' = Q_a / (\eta_K \cdot \eta_B \cdot \eta_V) = Q_a / (\eta_a \cdot \eta_a) \quad (12.51)$$

$$\eta_a = 0,88$$

$$\eta_v = 0,95 \text{ ise,}$$

$$Q_a' = 834.948.400 / (0,88 \times 0,95) = 998.742.105 \text{ kcal/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.52)$$

- Yıllık Yakıt İhtiyacı

$$B_a = Q_a' / H_u \quad (12.53)$$

$$B_a = 998.742.105 / 8.400 = 118.897 \text{ kg/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.54)$$

- Yıllık yakıt maliyeti ,

$$K_2 = B_a \cdot P \text{ [TL/yıl]} \quad (12.55)$$

$$\text{Yakıt Fiyatı} = 0,2127 \text{ \$/kg}$$

$$K_2 = 118.897 \text{ kg/yıl} \times 0,2197 \text{ \$/kg} = 26.122 \text{ \$/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.56)$$

Mart Ayında Ortamala 8,9 °C Dış Hava Sıcaklığına Göre Radyatör + Fan-coil Cihazları Isı Yükü Hesabı:

- Yıllık Isı İhtiyacı:

$$Q_a = b_v \cdot Q_N \quad (12.57)$$

$$b_v = f \cdot 24G / \Delta t_{\max} \text{ (saat/yıl)} \quad (12.58)$$

$$f = f_0 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8 \cdot f_9 \cdot f_{10} \text{ ' idi.} \quad (12.59)$$

$$f_0 = 1,07$$

$$f_1 = 0,78$$

$$f_2 = 1$$

$$f_3 = 1,07$$

$$f_4 = 0,95$$

$$f_5 = 1$$

$$f_6 = 1$$

$$f_7 = 0,8$$

$$f_8 = 1$$

$$f_9 = 0,87$$

$$f_{10} = 1$$

$$f = 1,07 \times 0,78 \times 1 \times 1,07 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 0,8 \times 1 \times 0,87 \times 1 \approx 0,55 \quad (12.60)$$

$G = 2.168$ alınabilir.

İç ortam 22°C ve dış ortam -3°C ise, $\Delta t_{\max} = 25^{\circ}\text{C}$

$$bv = 0,55 \times 24 \times 2.168 / 25 = 1.144 \text{ saat/yıl} \quad (12.61)$$

$Q_N = 605.219 \text{ kcal/saat}$ hesaplanmıştır.

$$Q_a = 1.144 \text{ saat/yıl} \times 605.219 \text{ kcal/saat} \quad (12.62)$$

$$Q_a = 692.370.536 \text{ kcal/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.63)$$

- **Yıllık Brüt İhtiyacı**

$$Q_a' = Q_a / (\eta_K \cdot \eta_B \cdot \eta_V) = Q_a / (\eta_a \cdot \eta_a) \quad (12.64)$$

$$\eta_a = 0,88$$

$$\eta_V = 0,95 \text{ ise,}$$

$$Q_a' = 692.370.536 / (0,88 \times 0,95) = 828.194.421 \text{ kcal/yıl} \quad \text{olarak hesaplanır.} \quad (12.65)$$

- Yıllık Yakıt İhtiyacı

$$Ba = Qa' / Hu \quad (12.66)$$

$$Ba = 828.194.421 / 8.400 = 98.595 \text{ kg/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.67)$$

- Yıllık Yakıt Maliyeti ,

$$K2 = Ba \cdot P \text{ [TL/yıl]} \quad (12.68)$$

$$\text{Yakıt Fiyatı} = 0,2127 \text{ \$/kg}$$

$$K2 = 98.595 \text{ kg/yıl} \times 0,2197 \text{ \$/kg} = 21.661 \text{ \$/yıl olarak hesaplanır.} \quad (12.69)$$

İki farklı dış hava sıcaklığına göre yapılan hesaplamada oluşan fark: 4.461 \\$/yıl

Yüzde olarak yaklaşık kazanç : %18

Eğer uygulaması yapılan binada KS-1 ve KS-2 klima santralleri ısı geri kazanımlı olarak seçilmemiş olsaydı aradaki fark daha da artacaktı.

12.7 Geri Dönüşüm Süresi Hesabı

Yatırımın geri ödeme süresi, yatırımdan elde edilen nakit akımlarının ne kadar süre sonra ilgili yatırım tutarına eşit olacağını gösteren bir ölçüdür. Bu sayede fazladan yapılan yatırımın, ne kadar süre içinde geri alınacağı değerlendirilmektedir. Anlatılanlar doğrultusunda en basit anlamda geri ödeme süresi, net nakit girişlerinin toplamını, yatırılan sermayeye eşitleyen yıl sayısıdır denilebilir. (Tolga, Kahraman, 1994)

Bu yöntemde projenin gelecekte sağlayacağı nakit akımları bugünkü değere indirgenir ve daha sonra projenin kendisini kaç yılda amorti edeceği hesaplanır. Yapılan hesaplamalar sonucunda binaya otomatik tesisat kurulduğunda, yatırım maliyeti eskisine göre belirli oranda artarken tesisat maliyeti ve işletme maliyeti azalmaktadır. Otomatik tesisat maliyeti, yatırım maliyetini

oluşturmaktadır. Bina için harcanan bu yatırım, işletme maliyetinde oluşacak fark ile amorti edilecek ve daha sonra kara geçilecektir.

Örnek binanın, otomasyonlu ve otomasyonsuz durumdaki işletme maliyetleri hesaplanmıştır.

$$\text{İşletme maliyeti} = \text{Yıllık Yakıt Masrafı} + \text{Yıllık Elektrik Masrafı} \quad (12.70)$$

Çizelge 12.1 Masraf ve maliyet çizelgesi

	Yıllık yakıt masrafı (\$)	Yıllık elektrik masrafı (\$)	İşletme maliyeti (\$/yıl)
Otomasyonlu durum	21.661	92.592	114.253
Otomasyonsuz durum	26.122	104.364	130.486

Yatırım maliyeti (otomasyon tesisatı keşfi), malzeme bedeli ile İşçilik bedelinin toplamı olarak hazırlanmıştır.

Bu anlatılanlar doğrultusunda yararlı ömrü 15 yıl olan yatırımın, fazladan yapılan tesisat maliyetinin 129.926 \$, işletme maliyetlerinden dolayı oluşacak kazancın her yıl 16.233 \$ ve dolar bazındaki yıllık faiz oranının %2,5 olması halinde, dinamik geri ödeme süresi aşağıdaki şekilde oluşturulmaktadır. Bu tablodan görüleceği gibi yatırımın geri ödeme süresi bugünkü değerler ile hesaplandığında, 9 yıl 11 ay sonra kendisini geriye ödemektedir. Ayrıca 15 yararlı ömür sonunda 71.061 \$ kazanç sağlandığı görülmektedir.

Çizelge 12.2 Binanın yararlı ömrü boyunca elde edilecek kazanç tablosu

Yıllar	Net Kazanç (\$)	Kazancın Faize Göre Bedeli (\$)	İndirgeme Faktörü (%2,5)	Net Kazancın Bugünkü Değeri (\$)	Yatırım Tutarı (\$)	Yatırımın Bugünkü Değeri (\$)	Bakiye Yatırım (\$)
0	-	-	1,000	-	-129.926	-129.926	-129.926
1	16.233	16.639	0,976	15.837	-	-	-114.089
2	16.233	17.055	0,952	15.451	-	-	-98.638
3	16.233	17.481	0,929	15.074	-	-	-83.564
4	16.233	17.918	0,906	14.706	-	-	-68.858
5	16.233	18.366	0,884	14.348	-	-	-54.510
6	16.233	18.825	0,862	13.998	-	-	-40.513
7	16.233	19.296	0,841	13.656	-	-	-26.856
8	16.233	19.778	0,821	13.323	-	-	-13.533
9	16.233	20.273	0,801	12.998	-	-	-535
10	16.233	20.780	0,781	12.681	-	-	12.146
11	16.233	21.299	0,762	12.372	-	-	24.518
12	16.233	21.832	0,744	12.070	-	-	36.588
13	16.233	22.377	0,725	11.776	-	-	48.364
14	16.233	22.937	0,708	11.489	-	-	59.853
15	16.233	23.510	0,690	11.208	-	-	71.061

AKBANK MASLAK TESİSLERİ
B BLOK
OTOMASYON TESİSATI YATIRIM BEDELİ

SIRA NO	MALZEME CİNSİ	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYATI	MALZEME TOPLAM FİYATI	İŞÇİLİK BİRİM FİYATI	İŞÇİLİK TOPLAM FİYATI	TOPLAM FİYAT
SAHA MALZEMELERİ								
1	QAE22A Immersion temp sensor 100mm	Ad	27	28.070.175	757.894.737	14.906.141	402.465.814	1.160.360.551
2	QAA24 Room temperature sensor	Ad	1	21.832.359	21.832.359	14.906.141	14.906.141	36.738.500
3	QAM22 Duct temp sensor, 0.4M element	Ad	24	26.510.721	636.257.310	14.906.141	357.747.390	994.004.700
4	QFM65 Duct humidity & temp sensor	Ad	4	92.007.797	368.031.189	19.874.855	79.499.420	447.530.609
5	QFA65 Room humidity & temp sensor	Ad	3	88.888.889	266.666.667	19.874.855	59.624.565	326.291.232
6	QVM62.1 Air velocity sensor	Ad	3	106.822.612	320.467.836	19.874.855	59.624.565	380.092.401
7	QBM62.203 Air diff.press.sensor 0.3000Pa	Ad	8	62.378.168	499.025.341	9.937.428	79.499.420	578.524.761
8	ARG62 Waterproof Housing for Qbm62	Ad	8	16.374.269	130.994.152	4.968.714	39.749.710	170.743.862
9	QBE61.2-DP2 Diff.press. sensor for liquids	Ad	8	307.212.476	2.457.699.805	9.937.428	79.499.420	2.537.199.225
10	428616520 Water trap pipe	Ad	16	56.140.351	898.245.614	2.484.357	39.749.710	937.995.324
11	QBB620-P16 Pressure sensor liquid, gas	Ad	2	127.875.244	255.750.487	14.906.141	29.812.283	285.562.770
12	AQB22.1 Fixing bracket for QBE...	Ad	2	4.678.363	9.356.725	4.968.714	9.937.428	19.294.153
13	QBE620-PS Pressure sensor liquid, gas	Ad	3	127.875.244	383.625.731	14.906.141	44.718.424	428.344.155
14	AQB22.1 Fixing bracket for QBE...	Ad	3	4.678.363	14.035.088	4.968.714	14.906.141	28.941.229
15	QPA63.1 Sensor CO2	Ad	2	203.508.772	407.017.544	14.906.141	29.812.283	436.829.826
16	ARG64 Duct mounting set for QPA...	Ad	2	71.734.893	143.469.786	4.968.714	9.937.428	153.407.213
17	QBM81-3 Diff. pressure switch	Ad	16	27.290.448	436.647.173	14.906.141	238.498.260	675.145.433
18	QBM81-5 Diff. pressure switch	Ad	37	27.290.448	1.009.746.589	14.906.141	551.527.226	1.561.273.815
19	QAF81.6 Thermostat, 6m capillary	Ad	7	46.783.626	327.485.380	14.906.141	104.342.989	431.828.369
20	QFA66 Room humidity & temp sensor	Ad	1	174.658.869	174.658.869	14.906.141	14.906.141	189.565.011
21	ACF21.1 Ext. wall mounting set with RA	Ad	1	113.060.429	113.060.429	4.968.714	4.968.714	118.029.143
22	GCA121.1E Damper actuator, spring return	Ad	15	77.192.982	1.157.894.737	19.874.855	298.122.825	1.456.017.562
23	GCA161.1E Damper actuator, spring return	Ad	9	88.888.889	800.000.000	19.874.855	178.873.695	978.873.695
24	FZA61.11 Remote setting unit + scales	Ad	3	43.664.717	130.994.152	14.906.141	44.718.424	175.712.576
VANA ve VANA MOTORLARI :								
25	SQS65 Continuous valve actuator	Ad	9	88.109.162	792.982.456	19.874.855	178.873.695	971.856.151
26	VVG44.15-1 2-Port valve 1/2, PN16	Ad	2	35.867.446	71.734.893	14.906.141	29.812.283	101.547.175
27	ALG15 Screwed fittings DN15	Ad	4	1.949.318	7.797.271	1.242.178	4.968.714	12.765.985
28	VVG44.15-1.6 2-Port valve 1/2, PN16	Ad	1	35.867.446	35.867.446	14.906.141	14.906.141	50.773.588
29	ALG15 Screwed fittings DN15	Ad	2	1.949.318	3.898.635	1.242.178	2.484.357	6.382.992
30	VVG44.15-2.5 2-Port valve 1/2, PN16	Ad	1	38.206.628	38.206.628	14.906.141	14.906.141	53.112.769
31	ALG15 Screwed fittings DN15	Ad	2	1.949.318	3.898.635	1.242.178	2.484.357	6.382.992
32	VVG44.15-4 2-Port valve 1/2, PN16	Ad	2	38.206.628	76.413.255	14.906.141	29.812.283	106.225.538
33	ALG15 Screwed fittings DN15	Ad	4	1.949.318	7.797.271	1.242.178	4.968.714	12.765.985
34	VVG44.20-6.3 2-Port valve 3/4, PN16	Ad	1	39.766.082	39.766.082	14.906.141	14.906.141	54.672.223
35	ALG20 Screwed fittings DN20	Ad	2	1.949.318	3.898.635	1.242.178	2.484.357	6.382.992
36	VVG44.25-10 2-Port valve 1, PN16	Ad	1	41.325.536	41.325.536	14.906.141	14.906.141	56.231.677
37	ALG25 Screwed fittings DN25	Ad	2	2.339.181	4.678.363	1.242.178	2.484.357	7.162.719

AKBANK MASLAK TESİSLERİ
B BLOK
OTOMASYON TESİSATI YATIRIM BEDELİ

SIRA NO	MALZEME CİNSİ	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYATI	MALZEME TOPLAM FİYATI	İŞÇİLİK BİRİM FİYATI	İŞÇİLİK TOPLAM FİYATI	TOPLAM FİYAT
38	VXG44.15-1.6	Ad	1	37.426.901	37.426.901	14.906.141	14.906.141	52.333.042
	1/2", 3-port seat valve, PN16							
39	ALG15	Ad	3	1.949.318	5.847.953	1.242.178	3.726.535	9.574.489
	Screwed fittings DN15							
40	SQX62	Ad	14	155.165.692	2.172.319.688	19.874.855	278.247.970	2.450.567.658
	Continuous valve actuator							
41	VVF31.39	Ad	5	109.161.793	545.808.967	19.874.855	99.374.275	645.183.242
	2-Port valve 40mm, PN10							
42	VVF31.40	Ad	4	109.161.793	436.647.173	19.874.855	79.499.420	516.146.593
	2-Port valve 40mm, PN10							
43	VVF31.50	Ad	1	138.011.696	138.011.696	19.874.855	19.874.855	157.886.551
	2-Port valve 50mm, PN10							
44	VVF31.65	Ad	2	193.372.320	386.744.639	24.843.569	49.687.138	436.431.777
	2-Port valve 65mm, PN10							
45	VVF31.80	Ad	2	251.851.852	503.703.704	24.843.569	49.687.138	553.390.841
	2-Port valve 80mm, PN10							
	DDC CİHAZLARI							
46	PTM6.4D20	Ad	148	111.500.975	16.502.144.250	29.812.283	4.412.217.810	20.914.362.060
	4 DI, DRY CONTACT							
47	PTM6.2Q250	Ad	129	193.372.320	24.945.029.240	29.812.283	3.845.784.443	28.790.813.682
	2 DO, CONTACT							
48	PTM6.2RIK	Ad	27	113.840.156	3.073.684.211	29.812.283	804.931.628	3.878.615.838
	2 AI, 1 K-OHM NICKEL RTD							
49	PTM6.2UI0	Ad	39	118.518.519	4.622.222.222	29.812.283	1.162.679.018	5.784.901.240
	2 AI, 0-10 VDC							
50	PTM6.2Y10S	Ad	26	130.214.425	3.385.575.049	29.812.283	775.119.345	4.160.694.394
	2 AO, 0-10 VDC							
51	545719	Ad	5	1.813.645.224	9.068.226.121	74.530.706	372.653.531	9.440.879.652
	APOGEE OPEN PROC, P2, 4MB							
52	PTM6.EMK	Ad	3	336.062.378	1.008.187.135	29.812.283	89.436.848	1.097.623.982
	Expansions module kit							
53	545077	Ad	1	311.890.838	311.890.838	74.530.706	74.530.706	386.421.544
	Backplane repl.assy, MBC-24							
54	545078	Ad	13	387.524.366	5.037.816.764	74.530.706	968.899.181	6.006.715.945
	Backplane repl.assy, MBC-40							
55	545714	Ad	14	391.423.002	5.479.922.027	29.812.283	417.371.955	5.897.293.982
	M-bus power module							
56	545825	Ad	11	10.136.452	111.500.975	4.968.714	54.655.851	166.156.826
	Address keys 01-16							
57	545826	Ad	10	10.136.452	101.364.522	4.968.714	49.687.138	151.051.660
	Address keys 17-32							
58	545827	Ad	4	10.136.452	40.545.809	4.968.714	19.874.855	60.420.664
	Address keys 33-48							
59	545828	Ad	4	10.136.452	40.545.809	4.968.714	19.874.855	60.420.664
	Address keys 49-64							
60	545829	Ad	4	10.136.452	40.545.809	4.968.714	19.874.855	60.420.664
	Address keys 65-80							
	MERKEZİ KONTROL ODASI							
61	571010	Ad	1	3.891.617.934	3.891.617.934	74.530.706	74.530.706	3.966.148.640
	Insight 3.3 Adv Serv. Package							
62	571419	Ad	1	398.440.546	398.440.546	29.812.283	29.812.283	428.252.828
	4-port control rocketport.pci							
63	538675	Ad	1	179.337.232	179.337.232	14.906.141	14.906.141	194.243.373
	Trunk interface ii w/230V 50Hz							
64	538664	Ad	2	6.237.817	12.475.634	1.242.178	2.484.357	14.959.990
	PMD trunk terminator							
	FCU KONTROLU							
	3-POSITION VANA+3-HIZ FAN KONTROLLU							
65	540110.-2358	Ad	122	176.218.324	21.498.635.478	19.874.855	2.424.732.310	23.923.367.788
	UNIT COND CTRLR ELEC OUT							
	3-speed fan control							
	3-position Cool/Heat valve control							
66	540664B	Ad	100	24.951.267	2.495.126.706	14.906.141	1.490.614.125	3.985.740.831
	TEC m snsr-w/stpt, white							
	Temperature sensor & set point							
67	540128	Ad	22	19.493.177	428.849.903	14.906.141	327.935.108	756.785.010
	10k ohm duct temp sensor							
	Return air temperature sensor							
68	536811	Ad	22	19.493.177	428.849.903	14.906.141	327.935.108	756.785.010
	100k ohm duct temp sensor							
	Limit temperature sensor							

AKBANK MASLAK TESİSLERİ
B BLOK
OTOMASYON TESİSATI YATIRIM BEDELİ

SIRA NO	MALZEME CİNSİ	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYATI	MALZEME TOPLAM FİYATI	İŞÇİLİK BİRİM FİYATI	İŞÇİLİK TOPLAM FİYATI	TOPLAM FİYAT
69	SSB81 Valve actuator 24VAC, 3-position valve actuator Stroke: 5.5 mm	Ad	438	27.290.448	11.953.216.374	14.906.141	6.528.889.868	18.482.106.242
70	VVP45.10-0.25 2-Port valve G1/2", PN16	Ad	7	11.695.906	81.871.345	14.906.141	104.342.989	186.214.334
71	VVP45.10-0.4 2-Port valve G1/2", PN16	Ad	5	11.695.906	58.479.532	14.906.141	74.530.706	133.010.238
72	VVP45.10-0.63 2-Port valve G1/2", PN16	Ad	216	11.695.906	2.526.315.789	14.906.141	3.219.726.510	5.746.042.299
73	VVP45.10-1 2-Port valve G1/2", PN16	Ad	181	17.933.723	3.246.003.899	14.906.141	2.698.011.566	5.944.015.465
74	VVP45.10-1.6 2-Port valve G1/2", PN16	Ad	9	17.933.723	161.403.509	14.906.141	134.155.271	295.558.780
75	VVP45.15-2.5 2-Port valve G3/4", PN16	Ad	20	17.933.723	358.674.464	14.906.141	298.122.825	656.797.289
VAV KONTROLU								
76	540100 TERM BOX ELEC OUT	Ad	1	169.200.780	169.200.780	19.874.855	19.874.855	189.075.635
77	540664B TEC m snsr-w/stpt, white Temperature sensor & set point	Ad	1	24.951.267	24.951.267	14.906.141	14.906.141	39.857.408
DIĞER BYS CİHAZLARI								
78	BİLGİSAYAR PIII 733 MHz 256 MB RAM, 10 GB HARDDISK 17" MONITOR WINDOWS NT 52X CD-ROM EXT. U.S.ROBOTICS MODEM	Ad	1	1.974.269.006	1.974.269.006			1.974.269.006
79	YAZICI, 80 KOLON, 9 PIN	Ad	1	560.623.782	560.623.782			560.623.782
80	RAK112.0021	Ad	4	63.157.895	252.631.579	14.906.141	59.624.565	312.256.144
81	RÖLE-3	Ad	122	31.968.811	3.900.194.932	14.906.141	1.818.549.233	5.718.744.164
OTOMASYON TESİSATI TOPLAMI					145.446.003.899		36.451.726.248	181.897.730.147

1 USD =1.400.000 TL. Alınmıştır.
181.897.730.147 TL = 129.926 USD

13. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, mekanik tesisat kapsamında olan ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin yüksek bir binada, insanların konfor şartlarını en iyi şekilde sağladığı, ancak bu sistemlerinin kullanım esnasında yüksek miktarda enerji ve yakıt harcadığı saptanmıştır.

Teknolojik gelişmeler sürecinde, insanların konfor beklentilerinin artması sonucuyla, gelecek kuşaklara tükenmiş bir dünya bırakmanın endişesi de doğmaktadır. Bu sebeple, uygulanan sistemler, hem istenilen konforu sağlamalı, hem de ekonomik olmalı, daha az arıza yapmalı, işletmesi kolay olmalı ve minimum düzeyde yakıt ve enerji harcamalıdır.

Doğru sistem seçimi için, binanın kullanım amacının iyi belirlenmesi, mal sahibinin isteklerinin iyi anlaşılması ve ilk yatırım maliyetinin düşük olması gerekmektedir. Bu koşullar yerine getirilerek kurulmuş bir sistem, düzgündür ama mükemmel değildir. Sistem, bir bina otomasyonu kurulduğu takdirde mükemmel hale gelebilir. Çünkü uygun tasarlanmış ve bulunduğu iklim koşullarına uygun mekanik tesisat işletme senaryoları iyi oluşturulmuş bir otomasyon sistemi, ancak enerji tasarrufunu sağlayabilir. Tabii ki otomatik kontrol ve bina otomasyon sistemi, ilk yatırım maliyetini arttıracaktır ve geri dönüşüm süresi uzun vadeli olacaktır. Ancak otomasyon tesisatı ile işletilen bir binanın getirileri maddi kazançtan ziyade, konfor, işletme kolaylığı, ve güvenlidir.

Örnek bir binada yapılan inceleme sonucunda, sadece pompalara konulan frekans konvertör cihazı sayesinde, kış konumunda %11,3'lük elektrik tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Mahal içlerine yerleştirilen ısıtıcıların ve kazanın otomatik kontrolüyle de yakıttan %18 tasarruf sağlanmıştır. Sonuç olarak, otomatik kontrol sayesinde yaklaşık %30 daha az enerji harcanacak ve dolayısıyla binanın işletme masrafları da düşecektir.

Daha temiz ve doğal kaynaklar bakımından daha zengin bir ülke istiyorsak, mekanik tesisat kapsamında otomasyon tesisatının uygulanması zorunlu hal getirmeli, teknik ve ekonomik kriterleri bir bütün halinde düşünmeliyiz.

KAYNAKLAR

Akkoyunlu, R., (1997), "Değişebilir Hava Debili Sistemler", III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1997, İzmir.

ASHRAE TC. 1.3., (1997), Heat Transfer and Fluid Flow, Tesisat Mühendisleri Derneği T.Y 2, İstanbul.

ASHRAE TC. 4.1., (1998), Load Calculation Data and Procedures, Tesisat Mühendisleri Derneği T.Y 2, İstanbul.

Beşer, E., (1997), " Soğutucu Maddelerle İlgili Dünyada ve Türkiye'deki Gelişmeler", III.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1997, İzmir.

Büyüktür, A.R., (1991), Termodinamik Cilt 2 Uygulama Esasları, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.

Çengel, Y.A. ve Boles, M.A., (1996), Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Demirdöküm, (2001), "Soğutma Makinaları ve Isı Pompaları", TİMDER, 35:74-75.

Doğan, V., (1999), " Isı Geri Kazanım ve Sudan Suya Isı Pompası Uygulaması", IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1999, İzmir.

Ekal, Z., (2000), "York Hava Soğutmalı Vidalı Chiller", Tesisat Dergisi, 55:76-77.

Eyriboyun, M., (1997), " Değişken Soğutkan Debili Klima Sistemlerinin (VRV) Projelendirme Esasları ve Örnek Uygulama", III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1997, İzmir.

Giray, S., (2001), "Klimada Sistem Seçimi ve Projelendirmesi", Türk Tesisat Mühendisliği Dergisi, 63:35-52.

Isısan, (2001), Klima Tesisatı, Isısan Yayını, İstanbul.

Isısan, (2000), Isıtma Tesisatı, Isısan Yayını, İstanbul.

Küçükçalı, R., (2000), " Klima Sistem Seçimi, Yeni Gelişmeler ve Pratik Notlar", IV. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknoloji Sempozyumu, 17-19 Nisan 2000, İstanbul.

KSB, (2001), Santrifüj Pompa Teknik El Kitabı, KSB Yayını, 2001, İstanbul.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası, (1999), İklimlendirme Sistemlerinin Tanıtımı ve Teknolojik Gelişmeler Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayını, İstanbul.

TMMOB, (2001), Klima Tesisatı, MMOYayını, 2001, İstanbul.

Tolga, E., Kahraman, C., (1994), Mühendislik Ekonomisi, İTÜ Yayını, Gümüşsuyu

Utkutuğ, G.S., (2001), “Yeni Yüzyıla Girerken Bina Tasarımı Ekoloji / Enerji Etkin / Akıllı Bina”, Türk Tesisat Mühendisliği Dergisi, 14:31-38.



EKLER

- EK 1 Örnek Bina Mekanik Tesisat Proje Raporu**
- EK 2 Örnek Bina Otomasyon Tesisatı Ölçüm Değerleri**
- EK 3 Örnek Bina Cihaz Listeleri**
- EK 4 Örnek Bina Mekanik Tesisat Projeleri**



EK 1 ÖRNEK BİNA MEKANİK TESİSAT PROJE RAPORU

1. GİRİŞ

Uygulaması yapılmış bina olan Akbank Maslak Tesisleri B Blok binasının, sistem tanıtım amacı ile, mekanik tesisat proje raporu ekte sunulmuştur.

2. SİHHİ TESİSAT

2.1 Kullanma Soğuk Suyu Tesisatı

Soğuk kullanma suyu şehir şebekesinden temin edilecek olup, su kesilmelerine ve yetersiz su basıncına karşı suyun depolanması ve basınçlandırılarak sisteme verilmesi planlanmıştır. Bina kullanım suyu depoları, 6. Bodrum katta olup iki adet betonarme su deposu şeklinde düzenlenmiştir. Suyu basınçlandırmak amacı ile kullanma suyu hidroforu seçilmiş olup hidrofor 6. bodrum katta hidrofor odasına yerleştirilmiştir.

Hidrofor basma hattında tandem tip su yumuşatma cihazları ile kum filtresi kullanılmıştır. Kullanma soğuk suyu kum filtresinden geçirilerek sisteme verilmekte olup, yumuşak su sadece sistem beslemesinde, hiros cihazlarında ve santral nemlendirme ünitelerinde ve mutfak tesisatında kullanılmıştır.

Kullanma suyu sisteminde galvanizli çelik borular ve kesici vana olarak küresel tip vanalar kullanılacaktır.

2 Adet mevcut betonarme su deposu kullanılmıştır.

Seçilen Kullanma suyu Hidroforu :

Q : 6 m³/h

H : 80 mSS

Miktar : 1 Adet

Basınç Tankı :

V: 200 lt – 10 bar

Miktar : 1 Adet

2.2 Kullanma Sıcak Suyu Tesisatı

Bina, iş merkezi amaçlı bir bina olduğu için işveren tarafından,merkezi olarak sıcak su üreticileri ve sıcak su tesisatı istenmemiştir. Sadece 6. Kat mutfakta kullanılacak üzere elektrikli termosifon düşünülmüş ve iki adet eviyede sıcak su elde edilmesi sağlanmıştır.

2.3 Yağmur Suyu Tesisatı

Teras kattaki süzgeçler yağmur suyunu toplayarak cephedeki kolonlar vasıtasıyla dikey olarak +0.00 kotuna indirilmekte, doğal olarak bina dışı kanalizasyon şebekesine bağlanmaktadır.

2.4 Pissu Tesisatı

Binanın pissuyu dikey kolonlar ile 1. Bodrum kat tavanına kadar indirilip, doğal akış ile merkezi şehir kanalizasyon şebekesine bağlanmaktadır. 1. Bodrum Kat WC'ler gideri 2.Bodrum kata indirilerek bu kata konulmuş olan pissu transfer pompası ile, 6.Bodrum kat sığınak mahali WC gideri ise aynı kata konulmuş olan pissu pompası 1. Bodrum Kat tavanına basılarak ana hatta üstten bindirme ile bağlanmıştır.

2.5 Mutfak Tesisatı

Bina 6. Katında bulunan mutfakta uygulanacak tesisat, ilgili mutfak firmasının cihaz seçimi ve yerleşimine göre belirlenmiştir. Cihazların ihtiyaçlarına göre soğuk-sıcak-yumuşak su ve pissu bağlantıları yapılmıştır.

Mutfak pissu toplaması 6. kata kadar çıkan dikey kolon ile toplanmış 1. bodrum kat ana hatta bağlanmıştır.

Sıcak su ihtiyacı elektrikli termosifon ile sağlanacak olup 2 adet eviye için bu dağıtım yapılmıştır.

Yumuşak su, ilgili firmanın tercihine göre buz makinası, bulaşık makinası ve kahve makinasına verilmiştir.

2.6 Yangın Söndürme Tesisatı

- Tüm bina genelinde, her katta 2 Adet olmak üzere yangın dolabı yerleştirilmiştir. Binada itfaiye bağlantı ağızı kullanılmamıştır.
- Binada sadece bodrum garaj katlarında sprinkler tesisatı yapılmış, mevcut olan sprinkler tesisatı kullanılmıştır. Ancak yeni mimariye uygun olacak şekilde gerekli revizyonlar yapılmıştır.
- Binanın gereken yangın suyu depolanması 6. Bodrum kattaki betonarme iki adet su deposu vasıtası ile sağlanmıştır. Yangın hidroforu aynı katta depoların ön tarafındaki hidrofor odasına yerleştirilmiştir.

Seçilen Yangın Hidroforu :

Q : 60 m³/h

H : 85 mSS

Jokey Pompa:

Q : 4 m³/h

H : 90 mSS

Basınç Tankı :

V: 100 lt – 10 bar

3. KLİMA-HAVALANDIRMA TESİSATI

3.1 GENEL KONULAR

- Bina, 24 saat hizmet veren ve açık ofis şeklinde çalışma alanı dizayn edilmiş olan bir bina olduğu için insan ve aydınlatma yüklerinin fazlalığı yapının ofis katlarının yazın ve gerekirse kışın da soğutulmasını gerektirmektedir.
- Binada mevcut doğalgaz ile çalışan kazanlar kullanılmıştır.
- Soğutma binanın arkasındaki alana konulan 2 adet hava soğutmalı chiller ile sağlanmıştır.
- Yapıda soğutma ve ısıtmaya ek olarak havalandırma ihtiyacı da kanalla havalandırma yöntemiyle sağlanmıştır. Havalandırmada kullanılan menfez , anemostat, slot ve swirl difüzörler, buldukları mahallerin koşullarına uygun tip ve ölçülerde seçilmiş hava hızları insanları rahatsız etmeyecek şekilde hesaplanmıştır. Kanallar flanşlı yapılacak, böylece sızdırmazlık sağlanacaktır.
- Yangın sırasında mahallerin havalandırmasını önlemek üzere, kanallar üzerine yangın damperleri yerleştirilmiş, damperlerin yerleri planlarda verilmiştir.
- Kanallardaki gürültüyü önlemek amacıyla, gerekli yerlerde kanallar içten sese karşı izole edilmiştir.
- Soğutma ve ısıtma Fan-Coil cihazları ile sağlanmış gerekli yerlerde kanalla ısıtma ve soğutma da yapılmıştır.
- 7.Kat mekanik oda kazan ve ısıtma pompalarının bulunduğu mekanik odadır. Bu pompalar Fan-Coil ve klima santraller ısıtma serpantinlerini beslemektedir. FCU doğu ve batı zon soğutma pompaları da 6. Katta bulunmaktadır.
- 2.Bodrum kat mekanik oda ise soğutma pompalarının bulunduğu mekanik odadır. Chiller primer devresi, Hiros cihazları, Klima santralleri soğutma serpantinleri ile FCU doğu ve batı zon pompaları (aktarma pompası ile), bu pompalardan beslenmektedir.
- Fan-Coil cihazları doğu ve batı zon olarak , klima santralleri alt ve üst zon olarak gruplandırılmış ısıtma ve soğutma pompaları bu sınıflandırmaya göre ayrılmıştır.

3.2 SİSTEM TANIMI

3.2.1 Ofis Katları Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Ofis katları, 1-5. Katlar arası olup, gerek çalışan kişi sayısı gerekse ofis makinaları yoğunluğu nedeniyle soğutma yükü fazla olan bölümlerdir. İç mahaller yılın büyük bir bölümünde soğutma ihtiyacı gösterecektir. Bu nedenle ofis katlarının ısıtma, soğutma ve havalandırması 4 borulu primer taze havalı fan-coil sistemiyle sağlanmıştır. Dış cephelere yerleştirilen döşeme tip fan-coil cihazlarının tesir mesafesinin 4,5-5 metre olması nedeniyle iç bölümlere hizmet eden asma tavan tipi taze havalı fan-coiller yerleştirilmiştir. Taze hava kanalları ve fan-coil ısıtma soğutma boruları binanın dış cephesinde bulunan şaftlardan inerek dağıtım yapılmıştır.

Ofis katları havalandırması için KS-1 ve KS-2 kod numarası olan 2 adet değişken debili, ısı geri kazanımlı ve nemlendiricili klima santrali kullanılmış bu santraller 6. Kat mekanik odaya yerleştirilmiştir.

3.2.2 Kafeterya Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Kafeterya katı 6. kat olup çalışanların, kafeteryada bulunan mutfak sayesinde aperatif yemek ihtiyaçlarını karşılayacakları, sigara içilebilen bir bölümdür. Bu katın ısıtma soğutma ve havalandırılması ofis katlarından bağımsız olarak düşünülmüştür.

Katın, ısıtma soğutma ve havalandırması kanal ile yapılmış, cam önlerine ilave olarak panel radyatör yerleştirilmiştir.

Kafeterya katı ısıtma soğutma ve havalandırması için KS-3 kod numarası olan 1 adet değişken hava debili klima santrali kullanılmış bu santral 6. Kat mekanik odaya yerleştirilmiştir. Değişken havalı klima santrali sayesinde taze hava miktarı insan yoğunluğuna göre ayarlanarak enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Kafeterya mahaline, şartlandırılmış üfleme havası swirl difüzörler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise alından toplayıcı menfezler ile yapılmıştır.

Kafeterya klima santralinden beslenen hava ile internet kafe klimatizasyonu sağlanmış ancak ek olarak bu mahale VAV ünitesi konulmuştur. Panel radyatörler ile ısı kaybı karşılanmaktadır.

Aynı katta bulunan ve kafeteryaya hizmet veren mutfak mahali klimatizasyonu da kafeterya santralinden sağlanmıştır. Ancak dönüş havası bağımsız olarak HEA-4 kod numaralı hücreli egzoz aspiratörü ile yapılmış, davlumbaz emişi de mutfak emişine bağlanmıştır.

3.2.3 Fuaye Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Fuaye mahali zemin katta olup binaya girilen ve ziyaretçilerin bekleyebildiği bir bölümdür. Bu mahalin ısıtma soğutma ve havalandırılması bağımsız olarak düşünülmüştür.

Fuaye, ısıtma soğutma ve havalandırması kafeterya mahaline benzer olarak kanal ile yapılmış ve bu amaçla KS-5 kod numarası olan 1 adet karışım havalı klima santrali kullanılmış bu santral 2. Bodrum Kat mekanik odaya yerleştirilmiştir.

Fuaye mahaline, şartlandırılmış üfleme havası slot difüzörler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise plenumdan slot difüzörler ve toplayıcı menfezler ile sağlanmıştır.

Telefon Santral odası ve soyunma odaları da aynı santralden elde edilen hava ile şartlandırılmıştır.

3.2.4 Konferans Salonu Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Konferans salonu, zemin katta olup ısıtma soğutma ve havalandırılması bağımsız olarak kanal ile yapılmış ve bu amaçla KS-6 kod numarası olan 1 adet CO₂ sensörlü klima santrali kullanılmış, bu santral zemin katta binanın arka cephesinde bulunan sundurma üzerine yerleştirilmiştir.

Konferans salonuna, şartlandırılmış üfleme havası swirl difüzörler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise yine swirl difüzörler ile asma tavan plenumundan sağlanmıştır.

Konferans salonunda gürültü seviyesi çok önemli olduğu ve klima santrali de susturuculu olarak imal edilmiş, ayrıca kanallar içten ses izolasyonlu olacaktır.

3.2.5 Çek Üretim Merkezi Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Çek üretim merkezi, 1.bodrum katta olup ısıtma ve soğutması 4 borulu döşeme tip fan-coil cihazları ve salon tipi split klima (sadece baskı odası) ile, havalandırılması KS-8 kod numarası olan 1 adet %100 taze havalı klima santrali ile, egzozu ise HEA-8 kod numarası olan 1 adet hücreli egzoz aspiratörü ile sağlanmıştır. Klima santrali ve hücreli egzoz aspiratörü 2. Bodrum kat mekanik odaya yerleştirilmiştir.

Çek üretim merkezi ve baskı odasında imalat dolayısıyla toz oranının fazla olduğu gerekçesi ile bu mahaller %10 negatif basınçta tutulacak şekilde taze hava miktarı hesaplanmıştır.

Çek üretim merkezine, şartlandırılmış üfleme havası alından dağıtıcı menfezler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise alından toplayıcı menfezler ile sağlanmıştır.

3.2.6 Arşiv - Sığınak Isıtma Ve Havalandırması

Arşiv ve sığınak mahalleri ısıtma ve havalandırılması KS-9 kod numarası olan 1 adet %100 taze havalı sadece ısıtıcı serpantini olan klima santrali ile, egzozu ise HEA-9 kod numarası olan 1 adet hücreli egzoz aspiratörü ile sağlanmıştır. Klima santrali ve hücreli egzoz aspiratörü 6. Bodrum kat garaj mahaline yerleştirilmiştir.

Arşiv mahalinin 5. Bodrum katta olacağı düşünülerek ancak yeri henüz netleşmediği için sadece kat girişine hava verilip egzoz yapılmıştır. Sığınak ise 6. Bodrum katta bulunmakta olup ısıtma ve havalandırması aynı santralden yapılmaktadır.

Arşiv ve sığınak mahallerine, şartlandırılmış üfleme havası alından dağıtıcı menfezler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise alından toplayıcı menfezler ile sağlanmıştır.

3.2.7 Otomasyon – Güvenlik Odaları Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Otomasyon ve güvenlik odaları 1. Bodrum katta olup, ısıtma ve soğutması 4 borulu döşeme tip fan-coil cihazları ile, havalandırılması FCU-12 kod numarası olan 1 adet primer taze havalı yüksek basınçlı tavan tipi fan-coil cihazı ile, egzozu ise 1 adet kanal tipi egzoz aspiratörü ile sağlanmıştır. Fan-coil cihazı ve kanal tipi fan 1. Bodrum kat mekanik odaya yerleştirilmiştir. Fan-coil ısıtma ve soğutma serpantin beslemesi alt zon klima santral pompalarından yapılmıştır. Otomasyon ve güvenlik odalarına, şartlandırılmış üfleme havası alından dağıtıcı menfezler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise alından toplayıcı menfezler ile sağlanmıştır.

3.2.8 Aknet Odası Isıtma, Soğutma Ve Havalandırması

Aknet odası 2. Bodrum katta olup, ısıtma soğutma ve havalandırması FCU-13 kod numarası olan 2 adet primer taze havalı yüksek basınçlı tavan tipi fan-coil cihazları ile, egzozu ise 1 adet kanal tipi egzoz aspiratörü ile sağlanmıştır. Fan-coil cihazları ve kanal tipi fan 2. Bodrum kat

mekanik odaya yerleştirilmiştir. Fan-coil ısıtma ve soğutma serpantin beslemesi alt zon klima santral pompalarından yapılmıştır.

Aknet mahalinde taze hava dönüş havası ile karıştırılarak mahale verilmiştir.

Aknet odasına, şartlandırılmış üfleme havası alından dağıtıcı menfezler vasıtasıyla verilmiş, emiş ise alından toplayıcı menfezler ile sağlanmıştır.

3.2.9 Wc Ve Çay Ofisleri Havalandırması

Bina da bulunan tüm bay ve bayan wc'ler ve çay ofisleri 10 değişim/h prensibine göre bağımsız olarak egzoz aspiratörler ile yapılmıştır.

3.2.10 Kapalı Garaj Katları Havalandırması

2.Bodrum katın bir bölümü, 3.bodrum,4.bodrum,5.bodrum ve 6. Bodrumun bir bölümü garaj katlarıdır. Bu katlarda mevcut olarak havalandırma yapılmış olup hava debileri kontrolü yapılmış, toplamda hava debisinin yeterli olduğu ve 2 Adet garaj aspiratörünün kullanılabilceği saptanmıştır. Ancak mimari değişiklikten dolayı, tüm garaj katları havalandırma kanalları, hava dağılım dengesinin sağlanabilmesi için tekrar projelendirilmiştir.

3.2.11 Yangın Merdiveni Ve Ana Merdiven Basınçlandırılması

Binada 2 Adet yangın merdiveni, 1 Adet ana merdiven bulunmaktadır. 1.Bodrum Kat – 6. Bodrum Kat yangın merdiveni için kullanılan aksiyel fan zemin kat sundurma üzerine, 6.Kat-1. Bodrum Kat yangın merdiveni için kullanılan aksiyel fan 7.kata, 7. Kat – 6. Bodrum Kat ana merdiven için kullanılan aksiyel fan çatıya yerleştirilmiştir.

3.2.12 Jeneratör Ve Ups Odası Havalandırması

Bu mahallerde sadece egzoz amaçlı olmak üzere, jeneratör odasında çatı tipi, ups odasında kanal tipi fan kullanılmıştır.

4. ISI YÜKLERİ

Radyatör Devresi Toplam Isı Yüğü	: 13.772 kCal/h
Alt Zon Klima Santralleri Toplam Isı Yüğü	: 326.542 kCal/h
Üst Zon Klima Santralleri Toplam Isı Yüğü	: 269.180 kCal/h
Doğu Zon Fan-coil Cihazları Toplam Isı Yüğü	: 58.195 kCal/h
Batı Zon Fan-coil Cihazları Toplam Isı Yüğü	: 62.161 kCal/h
Toplam Isı Yüğü	: 729.850 kCal/h

1. SİRKÜLASYON POMPALARI

- Kazan Primer Devresi Isıtma Pompası :

Q: 25 m³/h

H : 5 mSS

Miktar : 1 Adet ikiz

- Radyatör Devresi Isıtma Pompası :

Q : 0,7 m³/h

H : 6 mSS

Miktar : 1 Adet ikiz

- KS Alt Zon Isıtma Pompası :

Q : 17 m³/h

H : 11 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

- KS Üst Zon Isıtma Pompası :

Q : 17 m³/h

H : 11 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

- FCU Devresi Doğu Zon Isıtma Pompası :

Q : 3,5 m³/h

H : 11 mSS

Miktar : 1 Adet tekli

- FCU Devresi Batı Zon Isıtma Pompası :

Q : 3,5 m³/h

H : 11 mSS

Miktar : 1 Adet tekli

- FCU Devresi Yedek Isıtma Pompası :

Q : 3,5 m³/h

H : 11 mSS

Miktar : 1 Adet tekli

2. SOĞUTMA YÜKLERİ

Hiros Devresi Toplam Soğutma Yüğü	: 98.814 kCal/h
Alt Zon Klima Santralleri Toplam Soğutma Yüğü	: 226.180 kCal/h
Üst Zon Klima Santralleri Toplam Soğutma Yüğü	: 422.260 kCal/h
Doğu Zon Fan-coil Cihazları Toplam Soğutma Yüğü	: 244.424 kCal/h
Batı Zon Fan-coil Cihazları Toplam Soğutma Yüğü	: 239.469 kCal/h
Toplam Isı Yüğü	: 1.231.147 kCal/h

3. SİRKÜLASYON POMPALARI

- Chiller 1 Primer Devresi Isıtma Pompası :

Q : 100 m³/h

H : 11,5 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

- Chiller 2 Primer Devresi Isıtma Pompası :

Q : 100 m³/h

H : 11,5 mSS

Miktar : 3 Adet (2 asıl – 1 yedek)

- KS Alt Zon Soğutma Pompası :

Q : 46 m³/h

H : 14 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

- KS Üst Zon Soğutma Pompası :

Q : 85 m³/h

H : 14 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

- FCU Devresi Doğu Zon Soğutma Pompası :

Q : 50 m³/h

H : 16 mSS

Miktar : 1 Adet tekli

- FCU Devresi Batı Zon Soğutma Pompası :

Q : 50 m³/h

H : 16 mSS

Miktar : 1 Adet tekli

- FCU Devresi Yedek Soğutma Pompası :

Q : 50 m³/h

H : 16 mSS

Miktar : 1 Adet tekli

- Hiros Devresi Yedek Soğutma Pompası :

Q : 20 m³/h

H : 14 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

- FCU Devresi Soğutma Transfer Pompası :

Q : 110 m³/h

H : 14 mSS

Miktar : 1 Adet yedekli

4. OTOMATİK KONTROL TESİSATI

Klima Santralleri hava damperleri ve ısıtıcı-soğutucu serpantinleri motorlu vanalar ile kontrol edilmiş olup kontrol sistemleri bina otomasyonuna bağlanmıştır.

Üfleme ve emiş kanalları üzerinde kat girişlerinde motorlu damperler kullanılmıştır. Ancak WC ve çay ofisi emiş kanallarında eriyen tip yangın damperi tercih edilmiştir.

Binanın dış cephesinden ofis katlarına (1-5 katlar) inen üfleme kanalları üzerinde kat girişlerinde kullanılan motorlu yangın damperleri (YDP) ve emiş kanalları üzerinde kullanılan motorlu duman damperleri (MDD), yangın durumu dışında da katta çalışma yoksa kapanacak böylece ekonomiklik sağlanacaktır.

Soğutma ve ısıtma pompaları, mahallerde uygulanan klimatizasyon sistemine uygun olacak şekilde sabit debili veya frekans konvertörlü olarak seçilmiştir.

6.Kat internet odasında bulunan VAV cihazı, oda termostadından kumanda alarak çalışmaktadır.

Binada bulunan döşeme tip fan-coil cihazları termostat kontrollü olup, termostatlar, insanların rahatlıkla müdahale edebilecekleri yerlere konulmuştur. Oda sıcaklığı, termostatlar vasıtasıyla ± 3 °C değişebilir.

Asma tavan arasına yerleştirilen fan-coillerin (FCU-5) kontrolü, üfleme ve emiş kanalları üzerinde bulunan hissediciler ile, asansör holü asma tavanına yerleştirilen fan- coil kontrolü (FCU-6) ise kablo tipi hissediciler ile kumanda edilmektedir.

EK 2 ÖRNEK BİNA OTOMASYON TESİSATI ÖLÇÜM DEĞERLERİ

7.Katta Bulunan MCC Panosu Toplam Elektrik Gücü Çizelgesi
MCC PANOSU 1 : 7KB-MCC/1

ADI	GÜCÜ	ÇEKTİĞİ AKIM	VOLT	ADET
KS1 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	15 kw	28,5 A	380	1 ADET
KS1 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ ASPIRATÖRÜ	7,5 kw	15,3 A	380	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	15 kw	28,5 A	380	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ ASPIRATÖRÜ	7,5 kw	15,3 A	380	1 ADET
KS3 KAFETERYA KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	7,5 kw	15,3 A	380	1 ADET
KS3 KAFETERYA KLİMA SANTRALİ ASPIRATÖRÜ	2,2 kw	4,9 A	380	1 ADET
HE44 MUTEFAK HÜCRELİ ASPIRATÖRÜ	2,2 kw	4,9 A	380	1 ADET
BAY WC. EGZOST ASPIRATÖRÜ-1 TEF-1-G/B	1,1 kw	2,65 A	380	1 ADET
BAYAN WC. EGZOST ASPIRATÖRÜ TEF-2-R/B	0,75 W	1,86 A	220	1 ADET
CAY OCAĞI EGZOST ASPIRATÖRÜ ÇOEF-2-R/B	319 W	1,39 A	220	1 ADET
BAY WC. EGZOST ASPIRATÖRÜ-2 TEF-3-R/B	215 W	0,94 A	220	1 ADET
ISITMA KAZANI-1	1,5 kw		380	1 ADET
ISITMA KAZANI-2	1,5 kw		380	1 ADET
KAZAN GİDİŞ POMPASI-1	450-720 W	0,82/1,3 A	380	1 ADET
KAZAN GİDİŞ POMPASI-2	450-720 W	0,82/1,3 A	380	1 ADET
SANTRAL ISITMA DEVRESİ SİRK POMPASI(ALT ZON)	0,75 Kw	1,88 A	380	2 ADET
SANTRAL ISITMA DEVRESİ SİRK POMPASI(ÜST ZON)	0,75 Kw	1,88 A	380	2 ADET
FCU ISITMA DEVRESİ SİRK POMPASI	0,55 Kw	1,44 A	380	3 ADET
RAD. ISITMA DEVRESİ SİRK POMPASI	140-245 W	0,63/1,04 A	220	2 ADET
MERDİVEN BASINÇLANDIRMA FANI-1 MBF-1/R/B	2,2 kw		380	1 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	3 kw		380	3 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	1 kw		220	3 ADET
FCU SOĞUTMA DEVRESİ SİRK POMPASI	3 kw	6,25 A	380	3 ADET
KS1 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ NEMLENDİRİCİSİ	34 kw	56 A	380	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ NEMLENDİRİCİSİ	34 kw	56 A	380	1 ADET

PANO ADI	YERİ	YAZ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw	KIŞ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw
7KB-MCC/1	7.KAT	66	134,5

Otomasyon Sonucunda 7.Katın Bulunan MCC Panosu Toplam Elektrik Gücü Çizelgesi

MCC PANOSU 1 : 7KB-MCC/1

ADI	GÜCÜ	ÇEKTİĞİ AKIM	VOLT	ADET
KSI BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	9 kW	28,5 A	380	1 ADET
KSI BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ ASPIRATORÜ	3,7 kW	15,3 A	380	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	7 kW	28,5 A	380	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ ASPIRATORÜ	3,7 kW	15,3 A	380	1 ADET
KS3 KAFETERYA KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	1,8 kW	15,3 A	380	1 ADET
KS3 KAFETERYA KLİMA SANTRALİ ASPIRATORÜ	0,4 kW	4,9 A	380	1 ADET
HEA4 MUTFAK HÜCRELİ ASPIRATORÜ	2,2 kW	4,9 A	380	1 ADET
BAY WC. EGZOST ASPIRATORÜ-1 TEF-1-G/B	1,1 kW	2,65 A	380	1 ADET
BAYAN WC. EGZOST ASPIRATORÜ TEF-2-R/B	0,75 W	1,86 A	220	1 ADET
ÇAY OCAĞI EGZOST ASPIRATORÜ ÇOEF-2-R/B	319 W	1,39 A	220	1 ADET
BAY WC. EGZOST ASPIRATORÜ-2 TEF-3-R/B	215 W	0,94 A	220	1 ADET
ISITMA KAZANI-1	1,5 kW		380	1 ADET
ISITMA KAZANI-2	1,5 kW		380	1 ADET
KAZAN GİDİŞ POMPASI-1	450-720 W	0,82/1,3 A	380	1 ADET
KAZAN GİDİŞ POMPASI-2	450-720 W	0,82/1,3 A	380	1 ADET
SANTRAL ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI(ALT ZON)	0,2 Kw	1,88 A	380	2 ADET
SANTRAL ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI(ÜST ZON)	0,15 Kw	1,88 A	380	2 ADET
FCU ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI	0,15 Kw	1,44 A	380	3 ADET
RAD. ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI	140-245 W	0,63/1,04 A	220	2 ADET
MERDİVEN BASINÇLANDIRMA FANI-1 MBF-1/R/B	2,2 kW		380	1 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	3 kW		380	3 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	1 kW		220	3 ADET
FCU SOĞUTMA DEVRESİ SİRK.POMPASI	3 kW	6,25 A	380	3 ADET
KSI BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ NEMLENDİRİCİSİ	34 kW	56 A	380	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ NEMLENDİRİCİSİ	34 kW	56 A	380	1 ADET

PANO ADI	YERİ	YAZ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw	KIŞ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw
7KB-MCC/1	7.KAT	66	101

Zemin Katta Bulunan MCC Panosu Toplam Elektrik Gücü

MCC PANOSU 2 : ZKB-MCC/1

ADI	GÜCÜ	ÇEKTİĞİ AKIM	VOLT	ADET
KS6 KONFERANS SALONU KLİMA SANTRALİ VAN.	4 kW	8,3 A	380	1 ADET
KS6 KONFERANS SALONU KLİMA SANTRALİ ASP.	2,2 kW	4,9 A	380	1 ADET
SİSTEM ODALARI GAZ TAHLİYE ASP. EF-1-Z/B	319 W	1,39 A	220	1 ADET
SİSTEM ODALARI TAZE HAVA FANI SF-1-Z/B	370 W	1,6 A	220	1 ADET
SİSTEM ODALARI EGZOST FANI EF-2-Z/B	1213 W	5,33 A	220	1 ADET
HIROSS TIP HIMOD	22,23 kW	49 A	380	1 ADET
SPLIT MÜŞTERİ HİZMETLERİ-1	3 kW		380	1 ADET
SPLIT MÜŞTERİ HİZMETLERİ-2	4,85 kW		380	1 ADET
SİSTEM ODASI SPLIT	3 kW		380	1 ADET
MERDİVEN BASINÇLANDIRMA FANI-2	0,75 kW		380	1 ADET
MEKANİK SİSTEM HIMOD	22,23 kW	49 A	380	1 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	3 kW		380	1 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	1 kW		220	3 ADET

YANGIN ANINDA
YANGIN ANINDA
YANGIN ANINDA

PANO ADI	YERİ	YAZ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw	KIŞ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw
ZKB-MCC/1	ZEMİN KAT	51,85	61,51

NOT:	YAZ ÇALIŞMA KİŞ ÇALIŞMA
HIROSS TIP HIMOD	17,4 kW 22,23 kW

2.Bodrum Katta Bulunan MCC Panosu Toplam Elektrik Gücü Çizelgesi

MCC PANOSU 2 : 2BB-MCC/1

ADI	GÜCÜ	ÇEKTİĞİ AKIM	VOLT	ADET
KS9 ARŞİVLER KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	5,5 kW	11,3 A	380	1 ADET
HEA9 ARŞİVLER KLİMA SANTRALİ ASPIRATÖRÜ	4 kW	8,3 A	380	1 ADET
KS8 ÇEK ÜRETİM KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	1,5 kW	3,6 A	380	1 ADET
HEA8 ÇEK ÜRETİM KLİMA SANTRALİ ASPIRATÖRÜ	1,1 kW	2,65 A	380	1 ADET
KS5 FUAYE KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	7,5 kW	15,3 A	380	1 ADET
KS5 FUAYE KLİMA SANTRALİ ASPIRATÖRÜ	4 kW	8,3 A	380	1 ADET
CHILLER PRİMER DEVRE SİRKÜLASYON POMPASI	5,5 kW	12,4 A	380	5 ADET
AHU ALT ZON SOĞUTMA POMPASI	3 kW	6,25 A	380	2 ADET
1.BODRUM GARAJ EGZOST ASP. (MEVCUT) GEF-1B/B	7,5 kW		380	1 ADET
2. BODRUM GARAJ EGZOST ASP. (MEVCUT) GEF-2B/B	5,5 kW		380	1 ADET
2.BODRUM PİSSU POMPASI ABS PİRANHAMAT 3702DPE	3,4 kW	6,6 A	380	1 ADET
HIROSS DEVRESİ POMPASI	1,5 kW	3,4 A	380	2 ADET
FCU SOĞUTMA TRANSFER POMPASI	7,5 kW	15,5 A	380	2 ADET
AHU ÜST ZON SOĞUTMA POMPASI	5,5 kW	11 A	380	2 ADET
JENERATÖR HAVALANDIRMA FANI DVN 630 D4	4 Kw	9,2 A	380	1 ADET
1.BODRUM ÇAY OFİSİ EGZOST FANI ÇOEF-1B/B	76 W	0,34 A	220	1 ADET
1.BODRUM OTOMASYON ODASI EGZOST FANI EF3-1B/B	319 W	1,39 A	220	1 ADET
2.BODRUM AKNET ODASI EGZOST FANI EF4-2B/B	179 W	0,83 A	220	1 ADET
HIROS HİMOD	22,23 kW	49 A	380	1 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	3 kW		380	1 ADET
YEDEK ÇIKIŞ	1 kW		220	3 ADET
KULLANMA SUYU HİDROFORU	2x2,07 kW		380	1 ADET
6.BODRUM PİSSU POMPASI 2 POMPALI	6,8 kW	11,2 A	380	1 ADET

PANO ADI	YERİ	YAZ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw	KIŞ ÇALIŞMA TOPLAM GÜCÜ Kw
2BB-MCC/1	2.BODRUM KAT	95,914	79,244

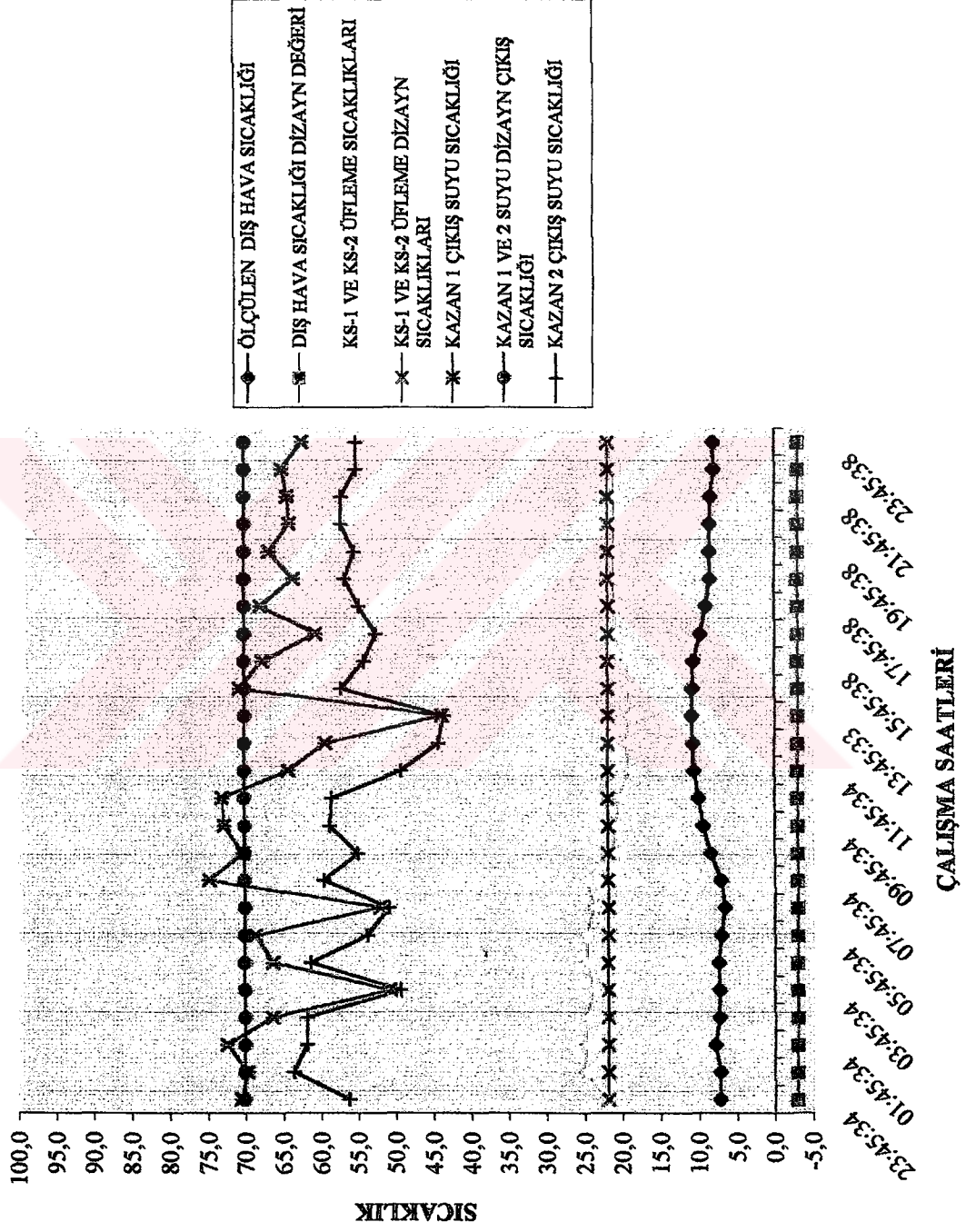
CİHAZ İSMİ: DIŞ HAVA SICAKLIĞI
TREND ZAMANI 60 DAKIKA

GÜN	TÜM SAATLER	OTOMASYONLU HAL SICAKLIK (°C)	OTOMASYONSUZ HAL SICAKLIK (°C)
03/18/2002	23:45:34	7,2	-3
03/19/2002	00:45:34	7,2	-3
03/19/2002	01:45:34	7,8	-3
03/19/2002	02:45:34	7,4	-3
03/19/2002	03:45:34	7,3	-3
03/19/2002	04:45:34	7,4	-3
03/19/2002	05:45:34	7,1	-3
03/19/2002	06:45:34	6,6	-3
03/19/2002	07:45:34	7,0	-3
03/19/2002	08:45:34	8,5	-3
03/19/2002	09:45:34	9,4	-3
03/19/2002	10:45:34	10,0	-3
03/19/2002	11:45:34	10,6	-3
03/19/2002	12:45:33	10,8	-3
03/19/2002	13:45:33	10,9	-3
03/19/2002	14:45:33	10,9	-3
03/19/2002	15:45:38	10,7	-3
03/19/2002	16:45:38	9,7	-3
03/19/2002	17:45:38	9,1	-3
03/19/2002	18:45:38	8,5	-3
03/19/2002	19:45:38	8,5	-3
03/19/2002	20:45:38	8,6	-3
03/19/2002	21:45:38	8,3	-3
03/19/2002	22:45:38	8,0	-3
03/19/2002	23:45:38	8,1	-3

ORTALAMA

8.9

SICAKLIK DEĞERLERİ KARŞILAŞTIRMASI



5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100

CİHAZ İSMİ: KS1 VE KS2 ÜFLEME SICAKLIĞI
TREND ZAMANI 60 DAKIKA

GÜN	TÜM SAATLER	OTOMASYONLU HAL SICAKLIK (°C)	OTOMASYONSUZ HAL SICAKLIK (°C)
03/18/2002	00:02:29	21,8	22
03/19/2002	01:02:29	24,8	22
03/19/2002	02:02:29	24,7	22
03/19/2002	03:02:29	24,6	22
03/19/2002	04:02:29	23,7	22
03/19/2002	05:02:29	24,4	22
03/19/2002	06:02:29	24,6	22
03/19/2002	07:02:29	23,6	22
03/19/2002	08:02:29	24,6	22
03/19/2002	09:02:29	21,1	22
03/19/2002	10:02:29	20,7	22
03/19/2002	11:02:29	20,3	22
03/19/2002	12:02:29	18,9	22
03/19/2002	13:02:28	19,5	22
03/19/2002	14:02:28	18,9	22
03/19/2002	15:02:33	19,2	22
03/19/2002	16:02:33	19,2	22
03/19/2002	17:02:33	20,9	22
03/19/2002	18:02:33	20,9	22
03/19/2002	19:02:33	21	22
03/19/2002	20:02:33	20,9	22
03/19/2002	21:02:33	21	22
03/19/2002	22:02:33	20,9	22
03/19/2002	23:02:33	21	22
03/19/2002	00:02:33	21,9	22

CİHAZ İSMİ: KAZAN2 ÇIKIŞ SUYU SICAKLIĞI
TREND ZAMANI 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	OTOMASYONLU HAL SICAKLIK (°C)	OTOMASYONSUZ HAL SICAKLIK (°C)
03/18/2002	23:57:15	56,3	70
03/19/2002	00:57:15	63,6	70
03/19/2002	01:57:15	61,9	70
03/19/2002	02:57:15	61,9	70
03/19/2002	03:57:15	49,4	70
03/19/2002	04:57:15	61,4	70
03/19/2002	05:57:15	53,8	70
03/19/2002	06:57:15	50,9	70
03/19/2002	07:57:15	59,6	70
03/19/2002	08:57:15	55,0	70
03/19/2002	09:57:15	58,8	70
03/19/2002	10:57:15	58,5	70
03/19/2002	11:57:15	49,2	70
03/19/2002	12:57:15	44,3	70
03/19/2002	13:57:14	43,6	70
03/19/2002	14:57:14	57,3	70
03/19/2002	15:57:14	54,2	70
03/19/2002	16:57:14	52,6	70
03/19/2002	17:57:15	54,9	70
03/19/2002	18:57:14	56,7	70
03/19/2002	19:57:14	55,5	70
03/19/2002	20:57:14	57,3	70
03/19/2002	21:57:14	57,2	70
03/19/2002	22:57:14	55,3	70
03/19/2002	23:57:15	55,3	70

CIHAZ ISMI: KS1 ASPIRATÖRÜ Fİ KONUMU
TREND ZAMANI: 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:53:47	83,5	3,7	7,5
03/19/2002	00:53:47	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	01:53:47	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	02:53:47	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	03:53:47	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	04:53:47	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	05:53:47	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	06:53:47	83,5	3,7	7,5
03/19/2002	07:53:47	84,4	3,7	7,5
03/19/2002	08:53:47	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	09:53:47	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	10:53:47	83,4	3,7	7,5
03/19/2002	11:53:47	83,4	3,7	7,5
03/19/2002	12:53:46	82,8	3,7	7,5
03/19/2002	13:53:46	83,2	3,7	7,5
03/19/2002	14:53:51	83,7	3,7	7,5
03/19/2002	15:53:51	83,7	3,7	7,5
03/19/2002	16:53:51	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	17:53:51	83,7	3,7	7,5
03/19/2002	18:53:51	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	19:53:51	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	20:53:51	83,8	3,7	7,5
03/19/2002	21:53:51	84,2	3,7	7,5
03/19/2002	22:53:51	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	23:53:51	84,2	3,7	7,5

CİHAZ İSMİ: KS2 ASPIRATÖRÜ Fİ KONUMU
TRENZ ZAMANI: 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	00:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	01:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	02:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	03:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	04:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	05:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	06:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	07:53:48	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	08:53:48	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	09:53:48	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	10:53:48	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	11:53:48	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	12:53:48	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	13:53:47	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	14:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	15:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	16:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	17:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	18:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	19:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	20:53:52	83,9	3,7	7,5
03/19/2002	21:53:52	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	22:53:52	84,0	3,7	7,5
03/19/2002	23:53:52	84,0	3,7	7,5

CIHAZ ISMI: KS3 ASPIRATÖRÜ Fİ KONUMU
TREND ZAMANI 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:53:49	0	0	0
03/19/2002	00:53:49	0	0	0
03/19/2002	01:53:49	0	0	0
03/19/2002	02:53:49	0	0	0
03/19/2002	03:53:49	0	0	0
03/19/2002	04:53:49	0	0	0
03/19/2002	05:53:49	0	0	0
03/19/2002	06:53:49	50,5	0,4	2,2
03/19/2002	07:53:49	50,5	0,4	2,2
03/19/2002	08:53:49	50,5	0,3	2,2
03/19/2002	09:53:49	50,5	0,3	2,2
03/19/2002	10:53:49	64,6	0,4	2,2
03/19/2002	11:53:49	59,8	0,4	2,2
03/19/2002	12:53:48	50,5	0,4	2,2
03/19/2002	13:53:48	50,5	0,4	2,2
03/19/2002	14:53:53	55,1	0,4	2,2
03/19/2002	15:53:53	55,1	0,4	2,2
03/19/2002	16:53:53	58,8	0,4	2,2
03/19/2002	17:53:53	29,1	0,4	2,2
03/19/2002	18:53:53	0	0	0
03/19/2002	19:53:53	0	0	0
03/19/2002	20:53:53	0	0	0
03/19/2002	21:53:53	0	0	0
03/19/2002	22:53:53	0	0	0
03/19/2002	23:53:53	0	0	0

CIHAZ ISMI: KS1 VANTILATÖRÜ Fİ KONUMU
TREND ZAMANI 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:53:50	92,5	9	15
03/19/2002	00:53:50	92,5	9	15
03/19/2002	01:53:50	92,3	9	15
03/19/2002	02:53:50	92,3	9	15
03/19/2002	03:53:50	92,5	9	15
03/19/2002	04:53:50	92,5	9	15
03/19/2002	05:53:50	92,6	9	15
03/19/2002	06:53:50	92,5	9	15
03/19/2002	07:53:50	92,3	9	15
03/19/2002	08:53:50	92	9	15
03/19/2002	09:53:50	92,6	9	15
03/19/2002	10:53:50	93,25	9	15
03/19/2002	11:53:50	93,25	9	15
03/19/2002	12:53:49	93,6	9	15
03/19/2002	13:53:49	93,3	9	15
03/19/2002	14:53:55	93,8	9	15
03/19/2002	15:53:54	93,9	9	15
03/19/2002	16:53:54	93,5	9	15
03/19/2002	17:53:54	92,7	9	15
03/19/2002	18:53:54	92	9	15
03/19/2002	19:53:54	91,8	9	15
03/19/2002	20:53:54	92	9	15
03/19/2002	21:53:54	91,9	9	15
03/19/2002	22:53:54	92	9	15
03/19/2002	23:53:54	92	9	15

CIHAZ ISMI: KS2 VANTİLATÖRÜ Fİ KONUMU
TREND ZAMANI: 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:53:51	87,6	7	15
03/19/2002	00:53:51	88,2	8	15
03/19/2002	01:53:51	87,8	7	15
03/19/2002	02:53:51	88,8	8	15
03/19/2002	03:53:51	89	9	15
03/19/2002	04:53:51	88,3	8	15
03/19/2002	05:53:51	88,8	8	15
03/19/2002	06:53:51	88,5	8	15
03/19/2002	07:53:51	87,9	7	15
03/19/2002	08:53:51	87,2	7	15
03/19/2002	09:53:51	87,6	7	15
03/19/2002	10:53:51	87,8	7	15
03/19/2002	11:53:51	87,8	7	15
03/19/2002	12:53:50	86,3	7	15
03/19/2002	13:53:50	86,6	7	15
03/19/2002	14:53:55	87,2	7	15
03/19/2002	15:53:55	87,5	7	15
03/19/2002	16:53:55	88,4	8	15
03/19/2002	17:53:55	87,5	7	15
03/19/2002	18:53:55	87,2	7	15
03/19/2002	19:53:55	86,9	7	15
03/19/2002	20:53:55	87,2	7	15
03/19/2002	21:53:55	86,9	7	15
03/19/2002	22:53:55	86,8	7	15
03/19/2002	23:53:55	86,4	7	15

CİHAZ İSMİ: KŞ3 VANTİLATÖRÜ Fİ KONUMU
TREND ZAMANI: 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	00:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	01:53:52	67,70	1,8	7,5
03/19/2002	02:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	03:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	04:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	05:53:52	67,50	1,8	7,5
03/19/2002	06:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	07:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	08:53:52	67,70	1,8	7,5
03/19/2002	09:53:52	67,60	1,8	7,5
03/19/2002	10:53:52	63,50	1,8	7,5
03/19/2002	11:53:52	67,80	1,8	7,5
03/19/2002	12:53:51	68,40	1,8	7,5
03/19/2002	13:53:51	69,00	1,8	7,5
03/19/2002	14:53:56	66,50	1,8	7,5
03/19/2002	15:53:56	66,80	1,8	7,5
03/19/2002	16:53:56	66,90	1,8	7,5
03/19/2002	17:53:56	66,50	1,8	7,5
03/19/2002	18:53:56	0,00	0	0
03/19/2002	19:53:56	0,00	0	0
03/19/2002	20:53:56	0,00	0	0
03/19/2002	21:53:56	0,00	0	0
03/19/2002	22:53:56	0,00	0	0
03/19/2002	23:53:56	0,00	0	0

CİHAZ İSMİ: AHU ALT ZON ISITMA POMPASI Fİ KONUMU
TREND ZAMANI: 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:57:32	73,8	0,2	0,75
03/19/2002	00:57:32	66,6	0,15	0,75
03/19/2002	01:57:32	73,8	0,2	0,75
03/19/2002	02:57:32	73,8	0,2	0,75
03/19/2002	03:57:32	66,3	0,15	0,75
03/19/2002	04:57:32	73,5	0,2	0,75
03/19/2002	05:57:32	73,8	0,2	0,75
03/19/2002	06:57:32	63,3	0,15	0,75
03/19/2002	07:57:32	82,6	0,3	0,75
03/19/2002	08:57:32	84,0	0,3	0,75
03/19/2002	09:57:32	70,8	0,15	0,75
03/19/2002	10:57:32	75,9	0,2	0,75
03/19/2002	11:57:32	95,0	0,4	0,75
03/19/2002	12:57:31	88,9	0,4	0,75
03/19/2002	13:57:31	74,0	0,15	0,75
03/19/2002	14:57:31	63,5	0,1	0,75
03/19/2002	15:57:31	81,3	0,3	0,75
03/19/2002	16:57:31	82,0	0,3	0,75
03/19/2002	17:57:31	70,5	0,15	0,75
03/19/2002	18:57:32	73,8	0,15	0,75
03/19/2002	19:57:31	73,8	0,15	0,75
03/19/2002	20:57:31	73,8	0,15	0,75
03/19/2002	21:57:31	74,0	0,15	0,75
03/19/2002	22:57:31	73,9	0,15	0,75
03/19/2002	23:57:31	73,9	0,15	0,75

CİHAZ İSMİ: FCU DOĞU ZON ISITMA POMPASI Fİ KONUMU
TREND ZAMANI 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUSU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:58:00	71,7	0,18	0,55
03/19/2002	00:58:00	69,7	0,14	0,55
03/19/2002	01:58:00	68,6	0,14	0,55
03/19/2002	02:58:00	67,7	0,14	0,55
03/19/2002	03:58:00	67,6	0,14	0,55
03/19/2002	04:58:00	67,3	0,14	0,55
03/19/2002	05:58:00	68,2	0,14	0,55
03/19/2002	06:58:00	67,3	0,14	0,55
03/19/2002	07:58:00	67,3	0,14	0,55
03/19/2002	08:58:00	68,8	0,14	0,55
03/19/2002	09:58:00	66,4	0,14	0,55
03/19/2002	10:58:00	66,0	0,14	0,55
03/19/2002	11:58:00	68,2	0,14	0,55
03/19/2002	12:58:00	69,4	0,14	0,55
03/19/2002	13:57:59	70,6	0,15	0,55
03/19/2002	14:57:59	71,5	0,15	0,55
03/19/2002	15:57:59	69,8	0,14	0,55
03/19/2002	16:57:59	67,9	0,14	0,55
03/19/2002	17:57:59	66,8	0,14	0,55
03/19/2002	18:57:59	65,8	0,14	0,55
03/19/2002	19:57:59	67,0	0,14	0,55
03/19/2002	20:57:59	67,4	0,14	0,55
03/19/2002	21:57:59	67,9	0,14	0,55
03/19/2002	22:57:59	68,3	0,14	0,55
03/19/2002	23:57:59	68,6	0,14	0,55

CİHAZ İSMİ: FCU BATI ZON ISITMA POMPASI Fİ KONJUMU
TREND ZAMANI 60 DAKİKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONJUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:58:00	72,9	0,18	0,55
03/19/2002	00:58:00	68,9	0,14	0,55
03/19/2002	01:58:00	67,6	0,14	0,55
03/19/2002	02:58:00	67,8	0,14	0,55
03/19/2002	03:58:00	66,5	0,14	0,55
03/19/2002	04:58:00	66,5	0,14	0,55
03/19/2002	05:58:00	67,7	0,14	0,55
03/19/2002	06:58:00	66,8	0,14	0,55
03/19/2002	07:58:00	65,9	0,14	0,55
03/19/2002	08:58:00	68,9	0,14	0,55
03/19/2002	09:58:00	69,2	0,14	0,55
03/19/2002	10:58:00	72,5	0,18	0,55
03/19/2002	11:58:00	72,5	0,18	0,55
03/19/2002	12:58:00	72,3	0,18	0,55
03/19/2002	13:57:59	72,0	0,18	0,55
03/19/2002	14:57:59	71,3	0,18	0,55
03/19/2002	15:57:59	70,7	0,18	0,55
03/19/2002	16:57:59	70,2	0,18	0,55
03/19/2002	17:57:59	70,7	0,18	0,55
03/19/2002	18:57:59	69,5	0,14	0,55
03/19/2002	19:57:59	69,5	0,14	0,55
03/19/2002	20:57:59	70,5	0,15	0,55
03/19/2002	21:57:59	72,3	0,15	0,55
03/19/2002	22:57:59	73,2	0,15	0,55
03/19/2002	23:57:59	72,9	0,15	0,55

CIHAZ ISMI: AHU ÜST ZON ISITMA POMPASI FI KONUMU
TRENZ ZAMANI 60 DAKIKA

GÜN	TÜM SAATLER	FREKANS INVERTÖR KONUMU	OTOMASYONLU HAL GÜÇ (Kw)	OTOMASYONSUZ HAL GÜÇ (Kw)
03/18/2002	23:57:48	65,0	0,15	0,75
03/19/2002	00:57:48	68,4	0,15	0,75
03/19/2002	01:57:48	67,8	0,15	0,75
03/19/2002	02:57:48	67,6	0,15	0,75
03/19/2002	03:57:48	73,9	0,2	0,75
03/19/2002	04:57:48	68,0	0,15	0,75
03/19/2002	05:57:48	74,4	0,2	0,75
03/19/2002	06:57:48	73,5	0,2	0,75
03/19/2002	07:57:48	68,4	0,15	0,75
03/19/2002	08:57:48	64,5	0,1	0,75
03/19/2002	09:57:48	64,0	0,1	0,75
03/19/2002	10:57:48	62,0	0,1	0,75
03/19/2002	11:57:48	62,5	0,1	0,75
03/19/2002	12:57:47	63,2	0,1	0,75
03/19/2002	13:57:47	62,0	0,1	0,75
03/19/2002	14:57:47	61,3	0,1	0,75
03/19/2002	15:57:47	62,5	0,1	0,75
03/19/2002	16:57:47	63,8	0,1	0,75
03/19/2002	17:57:47	63,9	0,1	0,75
03/19/2002	18:57:47	64,3	0,1	0,75
03/19/2002	19:57:47	64,4	0,1	0,75
03/19/2002	20:57:47	64,2	0,1	0,75
03/19/2002	21:57:48	64,5	0,1	0,75
03/19/2002	22:57:47	64,4	0,1	0,75
03/19/2002	23:57:47	64,5	0,1	0,75

EK 3 ÖRNEK BİNA CİHAZ LİSTELERİ

Klima Santralleri Teknik Özellikleri Genel Çizelgesi

CİHAZ	İSİM	SOGUTUCU AKIŞKAN	ISITICI AKIŞKAN	CHAZ TİPİ	TAZE HAVA DEBİSİ (m³/h)	VANTİLATÖR DEBİSİ (m³/h)	ASPIRATÖR DEBİSİ (m³/h)	SOGUTMA KAPASİTESİ	ISITMA KAPASİTESİ	VANTİLATÖR BASINÇ KAYBI (Pa)	ASPIRATÖR BASINÇ KAYBI (Pa)
KS-1	OFİS KATLARI SANTRALI	7/12 °C	85/65 °C	İleri geri kazanımlı	19.250	19.250	14.885	179	97	650	500
KS-2	OFİS KATLARI SANTRALI	7/12 °C	85/65 °C	İleri geri kazanımlı	19.250	19.250	16.000	174	97	650	600
KS-3	KAFETERYA SANTRALI	7/12 °C	85/65 °C	VAV santral	max:12.660 min:4.140	12.660	max:9.050 min:530	134	119	420	370
KS-5	FUAYE SANTRALI	7/12 °C	85/65 °C	Karışım havalı	10.000	15.000	13.500	121	148	450	400
KS-6	KONFERANS SANTRALI	7/12 °C	85/65 °C	CO ₂ sensörlü	max:7.500	7.500	6.750	66	93	400	350
KS-8	ÇEK ÜRETİM SANTRALI	7/12 °C	85/65 °C	%100 taze havalı	2.350	2.350	-	25	16	300	-
KS-9	ARŞİV SANTRALI	-	85/65 °C	%100 taze havalı	9.700	9.700	-	-	91	460	-

Hücreli Aspiratörler Genel Çizelgesi

CİHAZ	İSİM	CİHAZ TİPİ	ASPIRATÖR DEBİSİ (m³/h)	ASPIRATÖR BASINÇ KAYBI (Pa)
HEA-4	MUTFAK ASPIRATÖRÜ	Hücreli	4.250	400
HEA-8	ÇEK ÜRETİM MERKEZİ ASPIRATÖRÜ	Hücreli	2.350	250
HEA-9	ARŞİV ASPIRATÖRÜ	Hücreli	8.730	450
TEF-1-R/B	BÜRO KATLARI WC FANI	Hücreli	2.700	250
TEF-2-R/B	BÜRO KATLARI WC FANI	Hücreli	1.600	250
EF-1-Z/B	SİSTEM ODASI GAZ TAHLİYE FANI	Kanal Tip	1.000	250
SF-1-Z/B	SİSTEM ODASI TAZE HAVA FANI	Kanal Tip	1.300	270
EF-2-Z/B	SİSTEM ODASI EGZOST FANI	Kanal Tip	2.100	250
ÇOEF-1-R/B	1.BODRUM KAT ÇAY OFİSİ FANI	Kanal Tip	200	100
EF-3-1.B/B	1.BODRUM KAT OTOMASYON ODALARI FANI	Kanal Tip	1.260	150
EF-4-2.B/B	2.BODRUM KAT AKNET ODASI FANI	Kanal Tip	600	200
TEF-3-R/B	6.KAT WC EGZOST FANI	Kanal Tip	800	200
ÇOEF-2-R/B	BÜRO KATLARI ÇAY OFİSİ FANI	Kanal Tip	1.000	200
MBF1-E/B	1.B.KAT - 6. B.KAT YANGIN MERDİVENİ FANI	Aksiyel Tip	10.000	120
MBF1-R/B	1.B.KAT - 6.KAT YANGIN MERDİVENİ FANI	Aksiyel Tip	25.000	120
MBF2-R/B	6.B.KAT - 7.KAT ANA MERDİVEN FANI	Çatı Tipi	25.000	300
UPSF1-1./B	UPS ODASI FANI	Kanal Tip	10.000	150
JEF-1-1.B/B	JENERATÖR EGZOST FANI	Çatı Tipi	12.000	150

Fan-Coil Cihazları Genel Çizelgesi

F/C KODU	F/C TÜRÜ	Hava Debisi		Toplam Soğutma Kapasitesi		Isıtma Kapasitesi		Elektrik Gücü	
		m ³ /h	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw		
FCU1	KASETSİZ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	450	1,87	1,84	63			
FCU2	KASETSİZ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	450	2,46	2,02	69			
FCU3	KASETSİZ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	665	2,94	2,85	101			
FCU4	KASETSİZ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	620	3,76	4,06	106			
FCU5	KASETSİZ TAVAN TİPİ	4 BORULU	1.000	7,71	6,03	280			
FCU6	KASETSİZ TAVAN TİPİ	4 BORULU	305	1,39	1,40	63			
FCU7	KASETLİ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	270	1,35	1,99	68			
FCU8	KASETLİ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	400	2,34	3,23	111			
FCU9	KASETLİ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	490	3,16	4,45	132			
FCU10	KASETSİZ TAVAN TİPİ	4 BORULU	535	2,75	2,06	155			
FCU11	KASETLİ DÖŞEME TİPİ	4 BORULU	545	3,80	3,46	134			
FCU12	KASETSİZ TAVAN TİPİ	4 BORULU	1.375	17,10	24,20	155			
FCU13	KASETSİZ TAVAN TİPİ	4 BORULU	1.945	12,00	23,60	155			

**AC. YATIRIMCIYI DUYULU
KONUTLARIYI İZLENİMLİ**

Cihazların Çalışma Şekillerini Gösterir Çizelgesi

ADI	ÇALIŞMA ŞEKLİ	ADET
KS1 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	Frekans Konvertörlü	1 ADET
KS1 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ ASPİRATÖRÜ	Frekans Konvertörlü	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	Frekans Konvertörlü	1 ADET
KS2 BÜRO KATLARI KLİMA SANTRALİ ASPİRATÖRÜ	Frekans Konvertörlü	1 ADET
KS3 KAFETERYA KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	Frekans Konvertörlü	1 ADET
KS3 KAFETERYA KLİMA SANTRALİ ASPİRATÖRÜ	Frekans Konvertörlü	1 ADET
HEA4 MUTFAK HÜCRELİ ASPİRATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
KS6 KONFERANS SALONU KLİMA SANTRALİ VAN.	Sabit Debili	1 ADET
KS6 KONFERANS SALONU KLİMA SANTRALİ ASP.	Sabit Debili	1 ADET
KS9 ARŞİVLER KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
HEA9 ARŞİVLER KLİMA SANTRALİ ASPİRATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
KS8 ÇEK ÜRETİM KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
HEA8 ÇEK ÜRETİM KLİMA SANTRALİ ASPİRATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
KS5 FUAYE KLİMA SANTRALİ VANTİLATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
KS5 FUAYE KLİMA SANTRALİ ASPİRATÖRÜ	Sabit Debili	1 ADET
MERDİVEN BASINÇLANDIRMA FANI-1 MBF-1/R/B	Frekans Konvertörlü	1 ADET
SİSTEM ODALARI GAZ TAHLİYE ASP. EF-1-Z/B	Sabit Debili	1 ADET
SİSTEM ODALARI TAZE HAVA FANI SF-1-Z/B	Sabit Debili	1 ADET
SİSTEM ODALARI EGZOST FANI EF-2-Z/B	Sabit Debili	1 ADET
BAY WC. EGZOST ASPİRATÖRÜ-1 TEF-1-G/B	Sabit Debili	1 ADET
BAYAN WC. EGZOST ASPİRATÖRÜ TEF-2-R/B	Sabit Debili	1 ADET
ÇAY OCAĞI EGZOST ASPİRATÖRÜ ÇOEF-2-R/B	Sabit Debili	1 ADET
BAY WC. EGZOST ASPİRATÖRÜ-2 TEF-3-R/B	Sabit Debili	1 ADET
JENERATÖR HAVALANDIRMA FANI DVN 630 D4	Sabit Debili	1 ADET
1.BODRUM ÇAY OFİSİ EGZOST FANI ÇOEF-1B/B	Sabit Debili	1 ADET
1.BODRUM OTOMASYON ODASI EGZOST FANI EF3-1B/B	Sabit Debili	1 ADET
2.BODRUM AKNET ODASI EGZOST FANI EF4-2B/B	Sabit Debili	1 ADET
KAZAN GİDİŞ POMPASI-1	Sabit Debili	1 ADET
KAZAN GİDİŞ POMPASI-2	Sabit Debili	1 ADET
SANTRAL ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI(ALT ZON)	Frekans Konvertörlü	2 ADET
SANTRAL ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI(ÜST ZON)	Frekans Konvertörlü	2 ADET
FCU ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI	Frekans Konvertörlü	3 ADET
RAD. ISITMA DEVRESİ SİRK.POMPASI	Sabit Debili	2 ADET
FCU SOĞUTMA DEVRESİ SİRK.POMPASI	Frekans Konvertörlü	3 ADET
MERDİVEN BASINÇLANDIRMA FANI-2	Frekans Konvertörlü	1 ADET
CHİLLER PRİMER DEVRE SİRKÜLASYON POMPASI	Sabit Debili	5 ADET
AHU ALT ZON SOĞUTMA POMPASI	Frekans Konvertörlü	2 ADET
HİROSS DEVRESİ POMPASI	Sabit Debili	2 ADET
FCU SOĞUTMA TRANSFER POMPASI	Sabit Debili	2 ADET
AHU ÜST ZON SOĞUTMA POMPASI	Frekans Konvertörlü	2 ADET

Motorlu Vanalar Genel Çizelgesi

SANTRAL ADI	VANA TİPİ
KS-1 BÜRO KATLARI	2 YOLLU ORANSAL VANA
KS-2 BÜRO KATLARI	2 YOLLU ORANSAL VANA
KS-3 KAFETERYA SANTRALI	2 YOLLU ORANSAL VANA
KS-5 FUAYE SANTRALI	2 YOLLU ORANSAL VANA
KS-6 KONFERANS SANTRALI	2 YOLLU ORANSAL VANA
KS-8 ÇEK ÜRETİM SANTRALI	2 YOLLU ORANSAL VANA
KS-9 ARŞİV SANTRALI	2 YOLLU ORANSAL VANA
FCU 12 (OTOMASYON ODALARI)	2 YOLLU ORANSAL VANA
FCU 13 A (AKNET)	2 YOLLU ORANSAL VANA
FCU 13 B (AKNET)	2 YOLLU ORANSAL VANA
RADYATÖR DEVRESİ	3 YOLLU ORANSAL VANA
HIROS 1	3 YOLLU ORANSAL VANA
HIROS 2	3 YOLLU ORANSAL VANA
HIROS 3	3 YOLLU ORANSAL VANA

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	30.10.1976	
Doğum yeri	İzmit	
Lise	1987-1994	Kocaeli Anadolu Lisesi
Lisans	1994-1998	Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1998-	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı
Çalıştığı kurumlar	1998-Devam Ediyor. TOKAR Yapı ve Endüstri Tesisleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.	

