

ISISAN ÇALIŞMALARI NO. 361

YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT

Klima Sistemleri Karşılaştırması • Çatı Isı Merkezleri • İç Hava Kalitesi • Deprem Koruması • Lejyoner Hastalığı



ISISAN





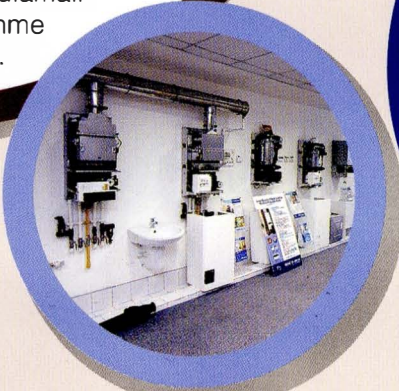
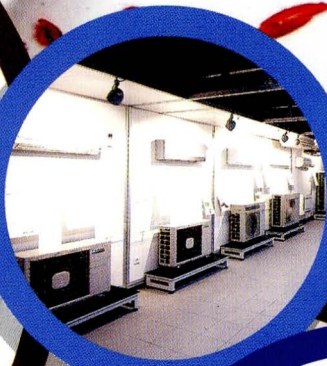
Bilgi paylaştıkça çoğalır!

33 Yıl
ve
370
Yayın

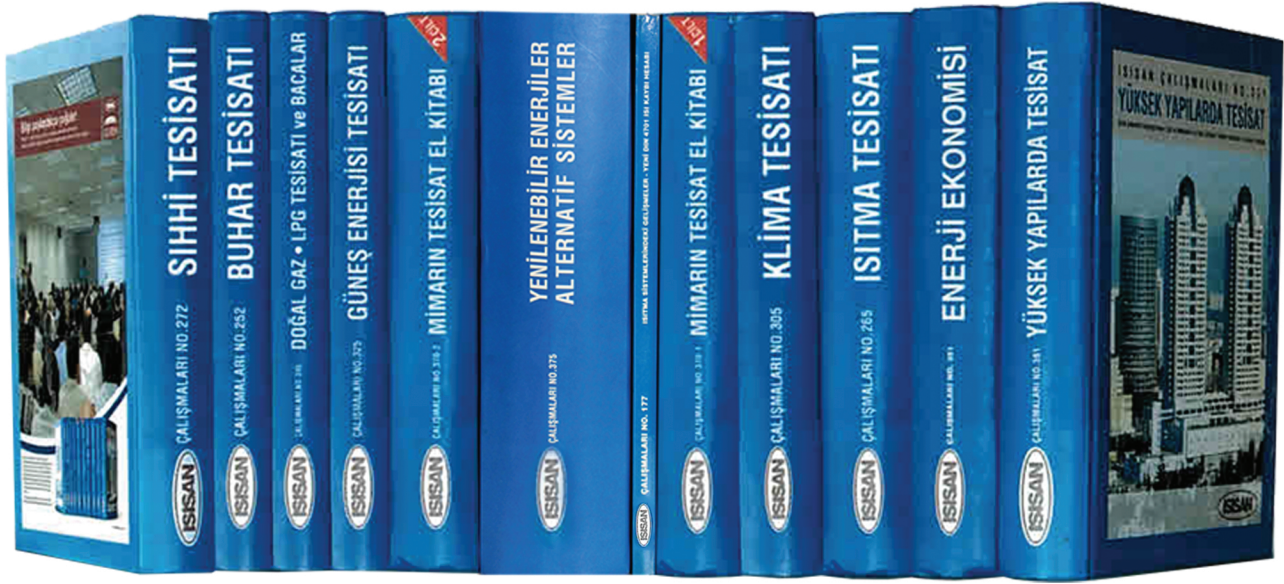
33 yıllık başarı dolu geçmişi, tesisat, proje ve uygulama alanındaki deneyimi ve bilgi birikimi ile sektörün önde gelen firması Isisan'ın 2007 yılı Eylül ayında kurduğu Isisan Akademi'de bugüne kadar düzenlediği 77 eğitime yaklaşık 2000 kişi katıldı. Uygulamalı eğitimlerde ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörü temsilcilerinin yetkinlikleri ve deneyimleri arttı.

Isisan Akademi, 2008 yılında 500'ü aşkın eğitim düzenlemeyi planlıyor. Isisan, böylelikle faaliyet gösterdiği ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesi açısından önemli bir boşluğu doldurmaya devam edecek. Isisan'ın eğitim faaliyetleri İstanbul ile sınırlı değil. Ankara, Adana, İzmir, Antalya ve Bursa bölge müdürlüklerinde düzenlenen eğitimlerle Isisan bayilerini, servislerini ve sektör temsilcilerini, pazara sunduğu ürünlerle ilgili bilgilendiriyor. Eğitimlere üniversitelerin makine mühendisliği, mimarlık bölümü öğrencileri, çeşitli üniversitelere bağlı meslek yüksek okullarındaki iklimlendirme-soğutma, makine, tesisat teknolojileri gibi alanlarda eğitim gören yüksek öğrenimli tekniker adayları ile teknik ve mesleki lise öğrencileri de katılabiliyor. Eğitimler öğrencilere ihtiyaç duydukları bilgileri Isisan'ın pratik eğitim salonlarında, cihazların üzerinde birebir uygulamalı örnekleri ile öğrenme fırsatı sunuyor.

Isisan Akademi eksiksiz bir eğitim merkezi görevi görüyor. Sergilenen tüm ürünlerin çalışır halde olması, uygulamalı eğitim için önemli bir olanak sunuyor. Isisan Akademi aynı zamanda, binanın kendisinin şartlandırılması için kullanılan tesisat teknolojileri, yangın tesisatları, projelendirme ve uygulama detayları, yenilenebilir enerjiler ve alternatif sistemler ile ilgili örnek çevre dostu uygulamalar, kontrol sistemleri ve ileri bilgi teknolojileri ile oluşturulmuş güçlü altyapısı ile eğitim faaliyetleri için benzersiz bir ortam sunuyor.



YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT



Portions of this publication translated by permission from the ASHRAE publication "HVAC Design Guide for Tall Commercial Buildings" © 200X American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Translated and distributed by Isısan Isıtma ve Klima Sanayi A. Ş. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 USA, www.ashrae.org

Bu yayının bazı bölümleri, izinli olarak ASHRAE'nin "Yüksek Ticari Binalar HVAC Tasarım Kılavuzu" adlı yayınından tercüme edilmiştir. © 200X American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Tercüme ve dağıtımı Isısan Isıtma ve Klima Sanayi A. Ş. tarafından yapılmaktadır. ASHRAE tercümenin kesinliği hakkında sorumluluk kabul etmez. Kılavuzun İngilizce versiyonunu almak için, ASHRAE ile irtibata geçiniz: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 USA, www.ashrae.org

Yüksek Yapılarda Tesisat Kitabı'nın ilave notlarla hazırladığımız 2.baskısını Isısan Yayınları içinde 29. kitap olarak sizlere takdim ediyoruz.

Yüksek yapılara ilğim, 1973 yılında Tokar AŞ'de Etap Otel'in tesisat proje müdürü olarak çalıştığım dönemde başladı. 1980 sonrasında her yıl ABD'deki ASHRAE toplantılarının yapıldığı farklı şehirlerde yüksek yapıları inceleme şansım oldu. Sürekli yaptığımız araştırmalar ile bilgilerimizi geliştirdik.

Sadece son bir yılda yüksek yapılar ile ilgili dört seminer yaptık. Bu seminerlerin hazırlık çalışmaları ve seminerlere katılan meslektaşlarımızın katkıları da bilgi olarak kitaba eklendi. Isısan'ın kurulduğu 1975 yılında tesisat taahhüdünü tamamlayıp, teslim ettiğimiz kullanıcılara sistemi nasıl kullanmaları gerektiğini anlatırken, "Oda sıcaklığını 1°C azaltırsanız yaklaşık olarak %10 daha az yakıt yakarsınız" mesajını vermeye başladık. Her yıl Ekim ayında havalar soğuduğunda veya kar yağdığında kullanıcıları arayıp bir şikayetleri olup olmadığını sordüğümüzda: "Evde sıcaklık 24°C, atlele dolaşıyorum, çok memnunum" diyen insanlara: "20°C sıcaklıkta otursanız yaklaşık %40 daha az yakıt yakarsınız. Oda sıcaklığı yüksek olunca hava kurur ve grip olma riskiniz de artar." cümleleri ile Enerji Ekonomisi'nin önemini anlatmaya çalıştık. Enerjinin doğru kullanımı ve enerji ekonomisi hep gündemimizde oldu.

3E [Energy, Economy, Environment (Çevre)] Isısan'ın sloganıdır. Geçen yıl da "Sıfır Enerji Binaları"nı hedef olarak koyduk. Bu yılki Frankfurt fuarının ana konuları: "Enerji tüketiminin azaltılması, alternatif enerjiler ve hijyen"di. Avrupa enerji tüketimlerini çok ciddi oranda azaltmaya odaklanmış durumda.

Her insanın kafasında iki kurt vardır. Bunlardan biri "kızgın, şiddetten yana intikamcı," diğeri "sevgi dolu, şefkatli ve olumlu." Bu iki kurt birbiriyle sürekli boğuşur. Sizce hangisi kazanır?

"Hangisini beslersek, o kazanır."

Isısan Ailesi olarak tesisat sektörünün daha başarılı olması için sürekli çaba harcıyoruz. Saygılı, terbiyeli, dürüst ilgili ve bilgili olmak Isısan kalitesinin temelidir. Bilgiyi de her zaman sizlerle paylaştık. "Isısan Akademi" artık kurumsallaştı.

Yüksek yapılar kavramı bir sistem optimizasyonu olup yüksek yapılarda hatalar tekrarlandığı için maliyeti de yüksek olmaktadır. Burada kazanılacak her deneyim diğeri yapılarda da kullanılmalıdır.

Klima sistemlerinin karşılaştırma tablosu kitabın önemli bölümlerinden biridir. Bu tabloda farklı kriterlerin önemini ve sistemlerin bu kriterlere göre performanslarını değerlendirmeye çalıştık. Karşılaştırma tablosu, bilgiyi paylaşmak ve geliştirmek için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır. Eleştirilerinizi özel olarak rica ediyorum. ASHARE HVAC Desing Guide for Tall Commercial Buildings kitabından bir kaç bölüm tercüme edildi ve deneyimlerimizle harmanlanarak kitaba eklendi.

Yüksek yapılarda klima tesisatı, ofis ve konut olarak iki ayrı bölümde incelenmiştir. Isıtma, sıhhi tesisat ayrı bölümler olarak kitapta yer aldı. Merkezi ve bireysel sistemleri karşılaştırırken; merkezi sistemlerde özellikle enerjiyi taşımanın maliyeti dikkate alınmalıdır. Her daireye ayrı kombi montajının yapıldığı bireysel sistemlerde, genellikle arkadaki duvarı delip, kombi hermetik bacası dışarıya bağlanmaktadır. Bu durumda üst katlara egzoz gazı girer ve iç hava kalitesi bozulur. Bu, az da olsa sürekli zehirlenme anlamındadır. Ayrıca bina cephesinde boya bozulması, çirkin görüntü, vb sakıncaları da vardır. Tüm Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, kombilerin bacası (açık ve hermetik tip) düşey olarak çatının üzerine çıkartılmaktadır.

Yangın tesisatı bölümünü Prof.Dr. *Abdurrahman Kılıç* hazırladı. Kendisine özel olarak teşekkür ederim.

Klima ile ilgili bölümlerin kontrollerinde Sayın *Erdoğan Boz* çok yardımcı oldu, ve çok zaman ayırdı. Ayrıca katkı da yaptı. Kendisine özel olarak teşekkür ediyorum. Sayın *Eren Kalafat*'a da deprem koruması bölümünü hazırladığı için teşekkür ediyorum.

Sayın *Emre Akay* kitabın hazırlanmasında koordinatör olarak görev aldı ve ayrıca çok ciddi katkı yaptı. Kendisiyle birlikte çalışmak çok keyifli oldu. Güler yüzlü değerli arkadaşşıma teşekkür ediyorum.

Isısan Klima departmanı Sayın *Turhan Karakaya* liderliğinde kitabın büyük bölümünü hazırladı. Kendilerine teşekkür ediyorum.

Isısan mühendis ve teknisyenlerinin üstün çabaları ile yine tam bir takım çalışması yapıldı. Sayın *Seda Dalmış, Özgür Denizalp, Aras Malcı, Selman Tarmur, Mert Kalafatoğlu, Güneş Küçükçalı, Nurettin Küçükçalı, Yiğit Tümer, Hakan Çelikel, Ali Aktaş, Bekir Aydınsoy, Serdar İzgi, Hasan Çeribaş* bu takımın değerli üyeleridir. Kendilerine teşekkür ediyorum.

Bu kitabın hazırlanmasında katkıları olan Prof. Dr. *Ahmet Arısoy*, sevgili ortağım Sayın *Gökhan Özbek, İsmail Can, Baycan Sunaç, Abdullah Bilgin, Celal Okutan, Oktar Atakar, Uğur Otaran, Tuncer Kınıklı, Zeynep Akdilli, Kani Korkmaz, Eser Çizer, Serdar Gürbüz, Dinçer Dudoğlu, Fatih Kahraman, Mehmet Aras*, Edebiyat Öğretmenleri *Nursel Hız* ve *Fatma Arısoy* kitabın iç tasarımını yapan *Tuncay Özkan*'a ve ayrıca bu kitabı okuyarak eleştirilerinizi bize iletme nezaketini gösterecek meslektaşlarımıza teşekkür ederim.

Eylül 2007

Rüknettin Küçükçalı
Makina Y.Mühendisi

GÜNCEL ISISAN YAYINLARI

Yüksek Yapılarda Tesisat (2. baskı)

Enerji Ekonomisi (2. baskı)

Isıtma Tesisatı (5. baskı)

Klima Tesisatı (3. baskı)

Doğal Gaz - LPG Tesisatı ve Bacalar (5. baskı)

Güneş Enerjisi Tesisatı

Sıhhi Tesisat (2. baskı)

Buhar Tesisatı (2. baskı)

Mimarın Tesisat El Kitabı

**Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler ve
Yeni DIN 4701 Isı Kaybı Hesabı**

Doğal Gaz El Kitabı (4. baskı)

Villa Tesisatı

İÇİNDEKİLER

SAYFA

SAYFA

I. BÖLÜM

GENEL TANIMLAR13

1.1.	YÜKSEK YAPILAR İÇİN GENEL TANIMLAR13
1.2.	GENEL TEKNİK NOTLAR13
1.3.	YÜKSEK YAPI NEDİR?15
1.4.	YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MÜHENDİSİ İÇİN ÖNEMLİ BİRKAÇ HEDEF15
1.4.1.	BİNANIN SOĞUTMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ15
1.4.2.	ISITMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ15
1.4.3.	HAVALANDIRMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ15
1.4.4.	ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN YÜKSELTİLMESİ15
1.4.5.	DİĞER HEDEFLER15

II. BÖLÜM

SIHHİ TESİSAT16

2.1.	GENEL KURALLAR16
2.1.1.	BASINÇLANDIRMA VE BASINÇ KADEMELERİ (ZONLAMA)17
2.2.	TEMİZ SU TESİSATI17
2.2.1.	YÜKSEK YAPI UYGULAMALARI22
2.2.1.1.	Örnek 122
2.2.1.2.	Örnek 2 (Water Tower Place)22
2.2.1.3.	Örnek 3 (John Hancock Building)22
2.2.2.	KULLANMA SICAK SUYU TESİSATI22
2.2.2.1.	Dikkat Edilmesi Gerekenler29
2.2.3.	KENDİ KENDİNE AYAR YAPAN ŞERİT ISITICI VE TEK BORULU SICAK SU DAĞITIM SİSTEMİ29
2.2.3.1.	Tek Borulu Sistemin İki Borulu Sistemle Karşılaştırılması30
2.2.3.2.	Avantajlar30
2.2.4.	MERKEZ İÇME SUYU TESİSATI ...32
2.3.	PİS SU TESİSATI32
2.3.1.	GENEL TANIMLAR32
2.3.1.1.	Terminal Hız32
2.3.1.2.	Kolon Yön Değiştirmeleri32
2.3.2.	PİS SU TESİSATININ HAVALANDIRILMASI38
2.3.3.	ISLAK KOLONLAR38
2.4.	YAĞMUR SUYU42

2.5.	BORULAR, VANALAR VE FİTTİNGSLER43
2.5.1.	BORU TESİSATI TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER .43
2.5.1.2.	Genleşme ve Büzüşme43
2.6.	YÜKSEK YAPI SIHHİ TESİSATINDA PRATİK NOTLAR43

III. BÖLÜM

SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMLERİ45

IV. BÖLÜM

ISITMA TESİSATI49

4.1.	GENEL TANIMLAR49
4.1.1.	YÜKSEK YAPILAR49
4.1.1.1.	Isı Kayıp ve Kazançları49
4.1.1.2.	Çevre ve Çekirdek Zonları49
4.1.1.3.	Yüksek Statik Basınç49
4.1.1.4.	Isı Geri Kazanma50
4.2.	YÜKSEK YAPILARDA ISITMA TESİSATI50
4.2.1.	YÜKSEK YAPILARLA İLGİLİ TESİSAT NOTLARI50
4.3.	YÜKSEK YAPILARIN BACALARINDA ALINACAK ÖNLEMLER53
4.4.	ÇATI ISI MERKEZLERİ55
4.4.1.	ÇATI ISI MERKEZLERİNİN AVANTAJLARI56
4.4.1.1.	Kazan Dairesi Açısından56
4.4.1.2.	Baca Açısından56
4.4.1.3.	Kazan Açısından56
4.4.1.4.	Boru Tesisatı Açısından57
4.4.2.	SİSTEMİN DEZAVANTAJLARI ...57
4.4.3.	ÇATI ISI MERKEZLERİ İÇİN TEKNİK ŞARTLAR57
4.4.3.1.	Kazan Dairesi Yapısıyla İlgili Şartlar .57
4.4.3.2.	Kazanlarla İlgili Şartlar75
4.4.3.3.	Gaz Tesisatıyla İlgili Şartlar75
4.4.3.4.	Sıcak Su Borularıyla İlgili Şartlar75
4.4.3.5.	Diğer Ekipmanlarla İlgili Şartlar75
4.4.3.6.	Bacayla İlgili Şartlar76
4.4.4.	ÇATI ISI MERKEZİNİN EKONOMİSİ76
4.4.4.1.	Örnek Yapı için Veriler ve Karşılaştırma Bilgileri76

4.4.4.2.	Maliyet	77
4.4.4.3.	Sonuç	77
4.5.	ISITMA SİSTEMİNDE	
	ENERJİ EKONOMİSİ İÇİN	
	ÖNLEMLER	77
4.5.1.	KAPASİTENİN DOĞRU SEÇİLMESİ	
	VE AŞIRI BÜYÜK	
	BOYUTLANDIRMADAN	
	(OVERSIZING) KAÇINMA	77
4.5.1.1.	Isı Kaybı Hesaplarında İklim Şartları ..	77
4.5.2.	KASKAD SİSTEM KULLANIMI ...	79
4.5.3.	KENDİNDEN YOĞUŞMALI	
	KAZANLARIN KULLANILMASI ..	82
4.5.4.	ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN	
	KULLANILMASI	83
4.5.5.	TÜRBÜLATÖRSÜZ KAZAN	
	KULLANILMASI	83
4.5.6.	İKİ KAZANLI SİSTEMLERDE	
	ALINABİLECEK ÖNLEMLER	84
4.5.7.	ODA SICAKLIĞI AYAR	
	NOKTASININ DOĞRU SEÇİMİ	84
4.5.8.	HASSAS ODA SICAKLIK	
	KONTROLÜ	89
4.5.9.	KAZANLARIN ÇALIŞMAYA	
	BAŞLAMA VE DURMA	
	SAATLERİNİN DIŞ HAVA	
	SICAKLIĞINA GÖRE OTOMATİK	
	BELİRLENMESİ (AÇMA - KAPAMA	
	OPTİMİZASYONU)	89
4.5.10.	DURMA KAYIPLARININ	
	AZALTILMASI	89
4.5.11.	TESİSATTAKİ DİĞER KAYIPLARIN	
	AZALTILMASI	90
4.6.	SICAK HAVA İLE ISITMA	90
4.6.1.	ÜFLEME HAVASI VE ODA İÇİ	
	HAVA DAĞILIMI	90
4.6.2.	KLİMADA HANGİ FAKTÖR	
	DAHA ÖNEMLİDİR?	92

V. BÖLÜM

İÇ HAVA KALİTESİ

5.1.	İÇ HAVA KALİTESİ	93
5.1.1.	İÇ HAVA KİRLETİCİLERİ	93
5.1.1.1.	Dolaylı Kirleticiler	93
5.1.1.1.1.	Malzeme Yapısının Emisyonlara	
	Etkisi	94
5.1.1.1.2.	Dolaylı Kirlilik Kaynaklarının	
	Kontrol Yöntemleri	94
5.1.1.2.	Doğrudan Kirleticiler	94
5.2.	HAVA FİLTRASYON	
	SİSTEMLERİ	96
5.2.1.	FİLTRE TİPLERİ	96
5.2.1.1.	Elyafli Malzemeden Filtreler	96
5.2.1.2.	Hareketli Tip Filtreler	96
5.2.1.3.	Elektrostatik Filtreler	96
5.2.1.4.	Karbon Esaslı Filtreler	98
5.2.1.5.	Metal Filtreler	98
5.2.2.	FİLTRE VERİM TESTLERİ	98
5.2.3.	FİLTRE SINIFLARI	
	VE VERİMLERİ	98
5.2.3.1.	Filtre Kullanım Alanları	99
5.3.	HAVALANDIRMA	
	SİSTEMLERİNDE İÇ HAVA	
	KALİTESİNİN ARTTIRILMASI ..	100
5.3.1.	HASTA BİNA SENDROMU (SBS) ..	100
5.3.1.1.	İç Hava Kalitesini Bozan Hasta Bina	
	Sendromunun (SBS) Nedenleri	100
5.3.1.1.1.	Dahili Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler ..	100
5.3.1.1.2.	Harici Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler ..	101
5.3.1.1.3.	Biyolojik Kirleticiler	101
5.3.1.1.4.	Radon ve Asbest	101
5.3.1.1.5.	Mikroaerosoller	101
5.3.1.1.6.	Karbondioksit	101
5.3.2.	İÇ HAVA KALİTESİNİN	
	GELİŞTİRİLMESİ İÇİN	
	ÖNLEMLER	101
5.3.2.1.	Kirletici Madde Kaynağının	
	Ortadan Kaldırılması veya Değişimi ..	101
5.3.2.2.	Havalandırma Oranını Arttırmak ...	102
5.3.2.3.	Hava Temizleme	102
5.3.2.4.	Rutubete ve Yoğuşmaya Bağlı Küf ve	
	Mantar Gelişiminin Engellenmesi ...	102
5.3.2.5.	Kişisel Havalandırma Yapmak	102
5.3.3.	İÇ HAVA KALİTESİNİN	
	ARTTIRILMASI İLE	
	ÇALIŞANLARIN	
	PERFORMANSI İLİŞKİSİ	103
5.3.4.	İÇ HAVA KALİTESİNİN	
	İYİLEŞTİRİLMESİ İLE	
	ENERJİ TASARRUFUNUN	
	ARTTIRILMASI ÇATIŞMASI	103

5.4.	İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN GEREKLİ HAVALANDIRMA MİKTARLARI VE DİĞER HUSUSLAR103
5.4.1.	GEREKLİ HAVALANDIRMA MİKTARLARI103
5.4.2.	HVAC SİSTEMİNİN KENDİ TEMİZLİĞİ106
5.4.3.	İÇ ORTAM SICAKLIĞI İLE İÇ HAVA KALİTESİ İLİŞKİSİ107
5.5.	HAVALANDIRMADA ENERJİ TASARRUFU107
5.5.1.	DOAS (Dedicated Outdoor Air Systems)107
5.5.2.	TALEP KONTROLLÜ HAVALANDIRMA YAPILMASI ...108
5.5.2.1.	Örnek108
5.5.3.	CEPHE HAVALANDIRMASI108
5.5.3.1.	Doğal Havalandırma ve Free Cooling .109
5.5.4.	NIGHT PURGE + COOL DOWN ...109
5.6.	TAZE HAVA MİKTARI VE BUNUN ASTIM VE ALERJİ ÜZERİNE ETKİLERİ110
5.7.	İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA, CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KONULARA İLİŞKİN GENEL NOTLAR110

VI. BÖLÜM KLİMA TESİSATI

6.1.	GENEL NOTLAR113
6.1.1.	MİMARİ YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ113
6.1.2.	YÜKSEK YAPILARDA HVAC SİSTEMİ PROJELENDİRMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KONULAR114
6.1.3.	YANGIN DAMPERLERİNİN KULLANIMI114
6.1.4.	YÜKSEK YAPILARDA OTOMATİK KONTROL VE BİNA OTOMASYON SİSTEMİ114
6.2.	OFİS OLARAK KULLANILAN YÜKSEK YAPILARDA KLİMA SİSTEMLERİ115
6.2.1.	TAM HAVALI VAV SİSTEMLERİ .117
6.2.1.1.	VAV + Statik Isıtma Sistemi117
6.2.1.2.	VAV + Statik Isıtma Sistemi Uygulama Örnekleri117
6.2.1.2.1.	Uygulama Örneği 1: Sabancı Center .117
6.2.1.2.2.	Uygulama Örneği 2121
6.2.1.2.3.	Uygulama Örneği 3124
6.2.1.2.4.	Uygulama Örneği 4126
6.2.1.2.5.	Uygulama Örneği 5126
6.2.1.3.	Fan Powered VAV Sistem126
6.2.1.4.	Fan Powered VAV Sistem Uygulama Örnekleri128
6.2.1.4.1.	Uygulama Örneği 1: Tekfen Tower ..128
6.2.1.4.2.	Uygulama Örneği 2134
6.2.1.5.	Endüksiyon Kutuları134
6.2.1.6.	Dış Zonlarda Statik Isıtma Yapılması .134
6.2.1.7.	İç Zonlarda Statik Isıtmaya veya VAV Kutusundan Isıtmaya İhtiyaç Var mı?135
6.2.1.8.	Düşük Sıcaklıklı Havali VAV Sistemleri135
6.2.2.	HAVA - SU SİSTEMLERİ136
6.2.2.1.	Uygulama Örnekleri136
6.2.2.1.1.	Uygulama Örneği 1: Türkiye İş Bankası Kuleleri136
6.2.2.1.2.	Uygulama Örneği 2: Yapı Kredi Plaza D-Blok140
6.2.2.1.3.	Uygulama Örneği 3146
6.2.3.	SULU (FAN COIL) SİSTEMLER ...149
6.2.3.1.	Uygulama Örnekleri149
6.2.3.1.1.	Uygulama Örneği 1: Akmerkez Ofisler (İki Borulu Fan Coil Sistem) ..149
6.2.3.1.2.	Uygulama Örneği 2: Kanyon152
6.2.3.1.3.	Uygulama Örneği 3154
6.2.4.	DÖŞEMEDEN HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ160

6.2.4.1.	Uygulama Örneği: Yapı Kredi Bankası Otomasyon Merkezi	161	6.2.6.5.10.	Diversite Faktörü	208
6.2.5.	KANAL TİP STATİK ISITMA (BİREYSEL SİSTEM)	162	6.2.6.5.11.	Defrost Faktörü	208
6.2.5.1.	Kanal Tipi Klima İç Ünite Seçimi ...	166	6.2.6.5.12.	Taze Hava İhtiyacı	208
6.2.5.2.	Uygulama Örneği: Yüceler Mağazası İstoç	170	6.2.6.5.13.	Uygulama Örneği: Koza Plaza	213
6.2.6.	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİ (VRV)	175	6.2.7.	ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARI ..	213
6.2.6.1.	Genel Özellikler	175	6.3.	KONUT OLARAK KULLANILAN YÜKSEK YAPILARDA KLİMA SİSTEMLERİ	221
6.2.6.1.1.	VRV Sistemin Ortaya Çıkarılması ve Geliştirilmesindeki Temel Nedenler ..	175	6.3.1.	GENEL	221
6.2.6.1.2.	VRV Sistemde Kullanılan İç Ünite Tipleri	176	6.3.1.1.	Bina Cephesinde Yer İhtiyacı ve Sistemin Bina Cephesine Olan Etkisi ..	221
6.2.6.1.3.	Branşman Kitleri (Refnet Joint) ve Kolektörler (Refnet Header)	176	6.3.1.2.	Çevre Zon ve Çekirdek Zon Faktörü ..	221
6.2.6.1.4.	Kontrol Sistemi ve Kumanda Seçenekleri	186	6.3.1.3.	Rüzgar Hızı ve Bina Cephesindeki Basınç Etkisi	221
6.2.6.2.	VRV Sistemlerin Çalışma Prensibi ..	187	6.3.1.4.	Baca Etkisi	221
6.2.6.3.	VRV Sistemlerin Uygulama Alanları ..	188	6.3.1.5.	Enerji Ekonomisi	222
6.2.6.3.1.	Merkezi Sistem Uygulamaları	188	6.3.2.	ISITMA SİSTEMİ	222
6.2.6.3.2.	Kat Bazında Merkezi Sistem Uygulamaları	189	6.3.3.	KLİMA (VE HAVALANDIRMA) SİSTEMİ	224
6.2.6.3.3.	Yüksek Bloklar	190	6.3.3.1.	Konutlarda Soğutma Kapasitesinin Değişkenliği ve Enerjinin Paylaşımı ..	224
6.2.6.4.	Hava Soğutmalı VRV Sistemleri	191	6.3.3.2.	Havalandırma İhtiyacı	226
6.2.6.4.1.	Oda Sıcaklık Kontrolü, Enerji Ekonomisi	191	6.3.3.3.	Konutlarda Tavsiye Edilen Taze Hava Miktarları	227
6.2.6.4.2.	Dış Cephe Üzerinde Yer İhtiyacı	191	6.3.3.3.1.	Avrupa Standartları	227
6.2.6.4.3.	Minimum Yer İhtiyacı	191	6.3.3.3.2.	Amerikan (ASHRAE) Standartları (Konutlarda Tavsiye Edilen Taze Hava Miktarları)	228
6.2.6.4.4.	Kat Bazında Çözüm İmkânı, Zonlama	192	6.3.3.3.3.	Sonuç	228
6.2.6.4.5.	Enerjinin Paylaşımı	192	6.3.3.4.	Konutlarda Klima Sisteminden Beklentiler	228
6.2.6.4.6.	Arıza Durumunda Sistem Davranışı ..	192	6.3.4.	YÜKSEK YAPILARDA KLİMA ALTERNATİFLERİ	229
6.2.6.4.7.	Diversite Faktörü	192	6.3.4.1.	Mini Split + Statik Isıtma	229
6.2.6.4.8.	Taze Hava İhtiyacı	193	6.3.4.1.1.	Enerji Ekonomisi	230
6.2.6.4.9.	Uygulama Örnekleri	193	6.3.4.1.2.	Yer İhtiyacı ve Montaj Yeri Tespiti ..	231
6.2.6.4.9.1.	Uygulama Örneği 1: Metrocity Ofisler ..	193	6.3.4.1.3.	Mini Split Sistem Yüksek Yapılı Konutlar Uygulama Örnekleri	231
6.2.6.4.9.2.	Örnek Sistem 2: Has Plaza	201	6.3.4.1.4.	Taze Hava İhtiyacı	234
6.2.6.5.	Su Soğutmalı (Water Cooled) VRV Sistemleri	204	6.3.4.2.	MULTİ veya SÜPER MULTİ SİSTEMLER	234
6.2.6.5.1.	Su Soğutmalı VRV Tipleri	204	6.3.4.2.1.	Enerji Ekonomisi	234
6.2.6.5.2.	Su Soğutmalı VRV Sisteminin Uygulama Alanları	204	6.3.4.2.2.	Yer İhtiyacı	234
6.2.6.5.3.	Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery) Sistemler	205	6.3.4.2.3.	Kapasite Dağılım Faktörü (Diversite Faktörü)	234
6.2.6.5.4.	Oda Sıcaklık Kontrolü, Enerji Ekonomisi	208	6.3.4.2.4.	Taze Hava İhtiyacı	234
6.2.6.5.5.	Dış Cephe Üzerinde Yer İhtiyacı	208	6.3.4.2.5.	Örnek Bir Konutta Sistem Karşılaştırmaları	241
6.2.6.5.6.	Enerjinin Taşınması	208	6.3.4.3.	HAVA KANALLI SİSTEMLER	242
6.2.6.5.7.	Kat Bazında Çözüm İmkânı, Zonlama	208	6.3.4.3.1.	Yer Tipi Kanallı Split Cihazlar	242
6.2.6.5.8.	Enerjinin Paylaşımı	208	6.3.4.3.1.1.	Uygulama Örneği: Trio Konutları	243
6.2.6.5.9.	Arıza Durumunda Sistem Davranışı ..	208	6.3.4.3.1.2.	Konutlarda Yer Tipi Kanallı İç Ünite Yerleşimi	244

6.3.4.3.1.3. Gizli Tavan Tipi Cihazlar	248
6.3.4.4. Otel Odası Kliması	250
6.3.4.5. FAN COIL SİSTEMLER	255
6.3.4.5.1. İki Borulu Fan Coil	256
6.3.4.5.2. İki Borulu Fan Coil ve Statik Isıtma	258
6.3.4.5.3. Dört Borulu Fan Coil	261
6.3.4.5.4. Isıtıcı Yüzeyle Fan Coil (Kombine Sistem)	273
6.3.4.6. Kat Klima Santrali Sistemi	275
6.3.4.6.1. Uygulama Örneği: Sarı Konaklar	277
6.3.4.7. Hava Soğutmalı VRV	277
6.3.4.7.1. Uygulama Örneği: Metrocity Residence	277
6.3.4.8. Su Soğutmalı VRV	277

VII. BÖLÜM

SOĞUTULMUŞ SU DEVRELERİ

7.1. SOĞUTULMUŞ SU DEVRELERİNDE BASINÇ	285
7.2. SOĞUTULMUŞ SU POMPALARI VE DEVRELERİ	285
7.2.1. PRİMER POMPALI SİSTEMLER	285
7.2.2. PRİMER VE SEKONDER POMPALI SİSTEMLER	287
7.3. SU SOĞUTMA GRUPLARININ YERİNİN ETKİSİ	287
7.4. SOĞUTULMUŞ SU SİSTEMLERİNDE BASINÇIN AZALTILMASI	287
7.5. BORU TESİSATI TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER	296
7.5.1. BORULARDAKİ GENLEŞME VE BÜZÜŞME	296
7.6. SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN EKONOMİSİ	296
7.6.1. ÖRNEK PROJE	296

VIII. BÖLÜM

KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

8.1. KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ	298
8.1.1. SİSTEM DÜZEYİNDE SEÇİM	298
8.2. SEÇİM HEDEFLERİ	298
8.3. SİSTEM SEÇİMİNDE ÖNCELİK	299
8.4. KLİMA SİSTEMLERİ KARŞILAŞTIRMA TABLOLARI	301
A Performans	304
A 1 Havalandırma Yeteneği	304
A 2 Soğutma Konforu	306
A 3 Isıtma Konforu	308
A 4 Mevsim Geçiş Kolaylığı	310
A 5 İç Hava Kalitesi	312
A 6 Filtrasyon Yeteneği ve Hijyen	314
A 7 Merdiven Basınçlandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)	316
A 8 Isıtmada Oda Sıcaklık Kontrolü	318
A 9 Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme	320
A 10 Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)	322
A 11 Kışın Aynı Zamanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılatabilme Yeteneği	324
A 12 Gürültü - Ses	326
A 13 Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk	326
A 14 Basınçlandırma	328
B İşletme Maliyeti	330
B 1 Enerji Maliyeti	330
B 2 Yıllık Verim (Yıllık Maliyet)	332
B 3 İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	332
B 4 Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isının Isıtma Sezonunda Faydalı Kullanımı, Aydınlatma Armatürlerinin Ömrü	334
B 5 Ön Soğutma (Cool Down) Aydınlatma Armatürlerinin Ömrü	336
B 6 Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?	338
B 7 Isı Geri Kazanımı	340
B 8 Yüksek Hızlarda (veya Yüksek Basıncı) Hava Transferinin Maliyeti	342
B 9 Hava Kanallarının ve Boruların (Isı Yalıtımları da Dahil) Boruların ve Soğutucu Akışkanın Toplam Maliyeti	344

B 10	Esneklik Çalışma Saatleri Dışında (Gece, Hafta Sonu, Tatil Günleri vb) .344
B 11	Binadaki Katların Ayrı Ayrı Kullanımı veya Her Katı Ayrı Kiralayabilme (İşletme Masraflarını Paylaşım Kolaylığı) .346
B 12	Seminer Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırabilme Olanağı .348
B 13	Kapasite Kontrol İmkânı .350
B 14	Isıtmada Kullandığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti .350
C	Sistem İlk Yatırım Maliyeti .352
C 1	Sistem İlk Yatırım Maliyeti .352
C 2	Kullanma Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin Ayrıca Kalorifer Kazanına İhtiyaç Var mı? .352
C 3	Ekonomik Ömür .354
C 4	Tesisat İçin Ayrılan Alan ve Hacimlerin Toplam Maliyeti .354
C 5	Ömür Boyu Toplam Maliyet .356
D	Servis - Bakım - Onarım ve İşletme .358
D 1	Filtre Adedi Temizleme Sıklığı ve Kolaylığı .358
D 2	Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerektiren Elemanlar Var mı? .360
D 3	Servis, Bakım Sıklığı .360
D 4	Asma Tavan İçinden Geçen Su Boruları (Su Kaçağı Riski ve Asma Tavan Etkisi) .362
D 5	Servis, Bakım, Onarım Maliyeti .364
D 6	İşletme Güvenirliği ve Arızanın Etkisi .364
D 7	Yedekleme Yeteneği .366
D 8	Genişleyebilme (Kapasite Arttırımı) .366
E	Mimari .368
E 1	Mal Sahibi Yatırımı Nasıl Değerlendirecek? .368
E 2	Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best" .368
E 3	Asma Tavan İçinde Gerekli Olan Net Yükseklik İhtiyacı .370
E 4	Estetik, Görünüş .370
E 5	Bina Cepesinde Yer İhtiyacı .372
E 6	Döşemede Yer İhtiyacı .374
E 7	Şaft Gereksinimi .374
E 8	İç Dekorasyon Esnekliği .376
E 9	Teraslarda veya Bina Dışında ve Bina Cepesinde Yer İhtiyacı .376
F	Planlama ve Montaj .378
F 1	Enerji Tüketiminin Ölçülebilmesi ve Paylaşımı .378

F 2	Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi) .380
F 3	Montaj Süresi ve Kolaylığı .382
F 4	Kontrol İmkânı .382
F 5	Kontrol Tipi .384
F 6	Bina Yönetim Sistemine Uygunluk .384
F 7	Sistemin Kullanılabileceği Kapasite Aralığı .386
F 8	Standartlara Uygunluk .386
G	Emniyet ve Riskler (Sağlık vb) .388
G 1	Sistemde Kullanılan Toplam Soğutucu Akışkan Hacminin Yaşam Mahalleri Hacmine Oranı .388
G 2	(Yangın Emniyeti İçin) Duman Tahliyesi Yeteneği (Duman Tahliyesi İçin İlave Hava Kanalı İhtiyacı) .390
G 3	Emniyet (Yangın, Patlama vs Riski) .392
G 4	Duman Kontrolü .392
H	KONUT Uygulamalarına Uygunluk (Yüksek ve Alçak Bloklar) .394
H 1	Konutlarda Uygulanan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması .394

IX. BÖLÜM

DIŞ BASINÇ ETKİSİ (YİĞİLMA VE TERS YİĞİLMA)

9.1.	YİĞİLMA ETKİSİNİN TEORİK İNCELENMESİ .397
9.2.	YİĞİLMA ETKİSİNİN PRATİK OLARAK İNCELENMESİ .397
9.3.	YİĞİLMA ETKİSİNİN AZALTILMASI .399

X. BÖLÜM

AYDINLATMA

OTOMASYON SİSTEMİ

10.1.	AYDINLATMA YÖNETİMİ .401
10.2.	AYDINLATMA KONTROL SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ .401
10.2.1.	LOKAL KONTROL .406
10.2.2.	ANAHTARLAR .406
10.2.3.	NETWORK ÜZERİNDEN BİLGİSAYAR KONTROLÜ .406
10.2.4.	GÜN IŞIĞI DEDEKTÖRLERİ .406
10.2.5.	HAREKET DEDEKTÖRLERİ .406

XI. BÖLÜM

DÜŞEY TAŞIMA

(ASANSÖRLER)407

11.1. SİSTEM ALTERNATİFLERİNİN TEMELİ407

11.2. ALTERNATİF ASANSÖR UYGULAMALARI408

11.2.1. SÜPER YÜKSEK BİNALAR İÇİN

ÖZEL ÇÖZÜMLER409

11.2.1.1. Ara Lobi Kavramı409

11.2.1.2. Çift - Kabin Kavramı409

11.3. SERVİS ASANSÖRÜ409

11.4. DÜŞEY TAŞIMA İLE MEKANİK TESİSAT İLGİSİ409

11.4.1. ASANSÖR MEKANİK ODASI

SOĞUTMASI409

11.4.2. ASANSÖR BACASI VE

MEKANİK ODASI

HAVALANDIRMASI411

11.5. ACİL DURUM ASANSÖRÜ (İTFAİYE ASANSÖRÜ)412

11.5.1. YANGINA MÜDAHALE

ASANSÖRÜ TESİSATLARI412

XII. BÖLÜM

TESİSATLARIN

SİSMİK KORUMASI413

12.1. GİRİŞ413

12.2. TEMEL DEPREM BİLGİSİ413

12.2.1. DEPREM NEDİR?413

12.2.2. DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ VE

ŞİDDETİ414

12.2.3. TÜRKİYE’NİN DEPREMSELLİĞİ .415

12.3. TESİSATLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ416

12.3.1. TESİSATLARDAN KAYNAKLANAN

DEPREM HASARLARI416

12.3.2. SİSMİK YÜKLERİN

HESAPLANMASI419

12.4. TESİSATLARDA SİSMİK KORUMA UYGULAMALARI420

12.4.1. DÖŞEMEYE OTURAN

EKİPMANLAR420

12.4.2. DUVARA BAĞLI EKİPMANLAR ..426

12.4.3. TAVANA ASILI EKİPMANLAR ...428

12.4.4. BORULAR430

12.4.5. HAVA KANALLARI435

12.4.6. ELEKTRİK TAVALARI VE DİĞER

HATLAR439

12.4.7. KOLON BORULARI440

12.4.8. KAİDELER VE ATALET

ŞASİLERİ440

12.5. SİSMİK KORUMAYLA İLGİLİ YÖNETMELİKLER448

12.5.1. ULUSLARARASI

YÖNETMELİKLER448

12.5.1.1. İşlevsellik Performans

Seviyesi448

12.5.1.2. Hemen Kullanım Performans

Seviyesi449

12.5.1.3. Can Güvenliği Performans

Seviyesi449

12.5.1.4. Riski Azaltılmış Performans

Seviyesi449

12.5.2. YEREL YÖNETMELİKLER450

12.5.3. ŞARTNAME HAZIRLAMA

ESASLARI450

XIII. BÖLÜM

KİMYASAL VE BİYOLOJİK

TERÖRE KARŞI

MEKANİK TESİSATTAKİ

ALINABİLECEK

ÖNLEMLER451

13.1. GİRİŞ451

13.2. BİYOLOJİK VE KİMYASAL SALDIRI SİLAHLARI451

13.2.1. BİYOLOJİK SİLAHLAR451

13.2.1.1. Biyolojik Savaşın Tarihçesi451

13.2.1.2. Şarbon (Antraks)451

13.2.1.3. Veba (Yersinia Pestis)452

13.2.1.4. Botulinum Toksini452

13.2.1.5. Çiçek (Variola)452

13.2.2. KİMYASAL SİLAHLAR452

13.2.2.1. Organizmaya Giriş Yolları452

13.2.2.2. Penetrasyon Güçleri

(Malzemelerin İçinden

Geçebilme Gücü)453

13.2.2.3. Dekontaminasyon

(Zararlı Maddeleri Temizlemek)453

13.3. HAVALANDIRMA SİSTEMİ453

13.3.1. HAVA ALIŞ AĞIZLARI454

13.3.2.	HAVA DAMPERLERİ VE ZEHİRLİ GAZ DEDEKTÖRLERİ ..	454
13.3.3.	SALDIRININ ALGILANMASI HALİ	454
13.3.4.	KLİMA SANTRALLERİNDE FİLTRE KULLANIMI	454
13.3.5.	HAVA KANALLARINDA SIZDIRMAZLIK	459
13.4.	SIHHİ TESİSAT	459
13.5.	KAZAN DAİRELERİ	459
13.6.	EĞİTİM VE PLANLAMA	459

XIV. BÖLÜM

LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER	461
---	-----

14.1 LEJYONER HASTALIĞI	461
14.1.1 GİRİŞ	461
14.1.2 BİREYLERİN ETKİLENMESİ	462
14.1.3 TESİSATTA LEGIONELLA BAKTERİSİ POTANSİYELİ OLAN YERLER	463
14.1.4 KULLANMA SUYU SİSTEMLERİ	464
14.1.5 LEGIONELLA BAKTERİSİ DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ	464
14.1.6 SIHHİ TESİSATTA KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON SICAKLIĞININ YÜKSEK SEÇİLMESİ HALİNDEKİ SAKINCALAR	466
14.1.7 SİSTEMLERDE LEGIONELLA BAKTERİSİ RİSKİ	466
14.1.7.1 Güneş Enerjisi ile Su Isıtma Sistemlerinde	466
14.1.7.2 Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde	466
14.1.7.3 Soğutma Kuleleri ve Buharlaştırıcı Kondenserlerde	466
14.1.8 SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM	468
14.1.8.1 Bakım	468
14.1.8.2 Acil Dezenfeksiyon Prosedürü	469
14.1.9 DİREKT BUHARLAŞMALI HAVA SOĞUTUCULAR (Evaporatif Soğutucular)	469
14.1.10 NEMLENDİRİCİLER	470
14.1.11 KLİMA SANTRALLERİ VE FAN COILLER	470

14.1.12 LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER	470
14.1.12.1 Kullanma Suyu Tesisatı	470
14.1.12.2 Soğutma Kuleleri ve Buharlaştırıcı Kondenserler	475
14.1.12.3 Nemlendiriciler	476
14.1.12.4 Klima Santralleri ve Fan Coiller	476
14.1.12.5 Direkt Buharlaştırıcı Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)	477

XV. BÖLÜM

YÜKSEK YAPILARDA YANGIN TESİSATI BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİK TASLAĞINDAN YÜKSEK YAPILARLA İLGİLİ KISIMLAR	480
--	-----

4.KISIM: Bina Bölümlerine ve Tesislerine İlişkin Hususlar	480
6.KISIM: Duman Kontrol Sistemleri	483
7.KISIM: Yangın Söndürme Sistemleri	485

Bina Tehlike Sınıflandırması	490
EK-1a. Düşük Tehlike Kullanım Alanları ..	490
EK-1b. Orta Tehlike Kullanım Alanları	490
EK-1c. Yüksek Tehlike Kullanım Alanları ..	490

KAYNAKLAR	491
BİRİM VE BÜYÜKLÜKLER	492
SEMBOLLER	493
DENGE KABI BOYUTLARI	494
EMNİYET VENTİLİ VE GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ	495
ÜRÜN KATALOGLARI	496

I. BÖLÜM

GENEL TANIMLAR

1.1. YÜKSEK YAPILAR İÇİN GENEL TANIMLAR

Yüksek yapılarda yüksek statik basınç nedeniyle dikey zonlama gereksinimi oluşur. Önemli kriterlerden olan basınç, yapının kullanımına uygun zonlama ile kontrol altına alınabilir.

Yüksek yapılarda statik basıncın yanında, rüzgar etkisi, baca etkisi, iç hava kalitesi, hava taşınması, yangın güvenliği, acil durum prosedürleri, deprem önlemleri, bina yönetim sistemi ve zonlama gereksinimleri gibi konular da dikkate alınmalıdır. Yapının mimari tasarımında tesisatla ilgili rezervasyonlar üzerinde önemle durulmalıdır.

Yüksek yapılarda her şeyin başarısı mekanik tesisata bağlıdır.

Yüksek yapılarda her metre oldukça pahalı olduğundan en küçük bir yer kaybı bile olmamalıdır. Tesisat şaftlarının mimari projedeki yeri, yerleşimi, boyutları ve kullanımı çok özel bir dikkati gerektirir.

Yüksek yapılarda pencere açılmadığı için mekanik havalandırma hayati önem taşır.

Yüksek yapılarda yangın güvenliği en büyük problemdir. Yangın güvenliği konusunda hiçbir risk alınmaz. Her ilave edilen kat aynı oranda yangın riskini artırır. Optimizasyon ve riski azaltma çabaları her türlü yapıda gerekli olmakla birlikte, yüksek yapılarda sonuçları çok çarpıcıdır. Optimizasyon tesisatın her aşamasında birinci önceliklidir. Optimizasyonun sağlanmasındaki her küçük hata, yüksek yapılarda katlarda tekrarlanarak süreceğinden oluşabilecek, yer kaybı, yatırım maliyeti, enerji kayıpları çok büyük boyutlara ulaşır. Ham petrol fiyatlarındaki hızlı ve aşırı yükselmenin de etkisi ile enerji tüketiminin sistem seçim kriterleri içinde çok önemli bir kriter haline geldiği unutulmamalıdır.

Yüksek yapılar genelde ticari binalar olarak yapılmaktadır. Gerek dekorasyon, gerekse de diğer sistemler için önemli bedeller ödeyen firmalar, doğal olarak hacimlerde konforun en üst düzeyde olmasını talep etmektedir.

Firmaların genelde çok dinamik bir yapıya sahip olması, organizasyon şemalarının ve yerleşimlerin sık sık değişmesine neden olmaktadır. Çalışanların sayısı ve buna paralel olarak aydınlatma ve makina gücü değişebilmektedir.

Bütün bu nedenlerden dolayı, yüksek yapılarda kullanılabilecek ısıtma ve klima sistemleri çok esnek olmalıdır.

Yüksek işyeri ve konut yapılarında benzerlikleri yanında, farklı ihtiyaçları dikkate alınmalıdır.

1.2. GENEL TEKNİK NOTLAR

Yüksek yapılarda mekanik tesisat (ısıtma, soğutma, havalandırma, yangın ve sıhhi tesisat) ve elektrik tesisatının maliyeti, arsa hariç toplam inşaat maliyetinin yaklaşık %35'i kadardır ve her zaman %25'inden fazladır.

Binanın kullanım amacına hitap eden mekanik ve elektrik ekipmanlarının kapladığı alanlar ve tesisat şaftları için de brüt bina alanının yaklaşık %7 - 10'u arasında yere ihtiyaç vardır.

Ayrıca binanın dış görünüşü ve bina çekirdeği de binadaki sistemin seçiminden etkilenir.

Bu yüzden sistem seçiminde tüm takım (mal sahibi, mimar, proje ve taahhüt firma yetkilileri) birlikte görev almalıdır.

Yüksek yapılarda klima sistemi kurmak deyince akla, sistem seçimi, monte edilen cihazların detayları, seçilen sistemin çalışabilmesi için cihazların monte edileceği yerlerin belirlenmesi gibi konular gelir.

Gerekli olan HVAC sisteminin ve ilave ekipmanların seçiminde minimumda aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

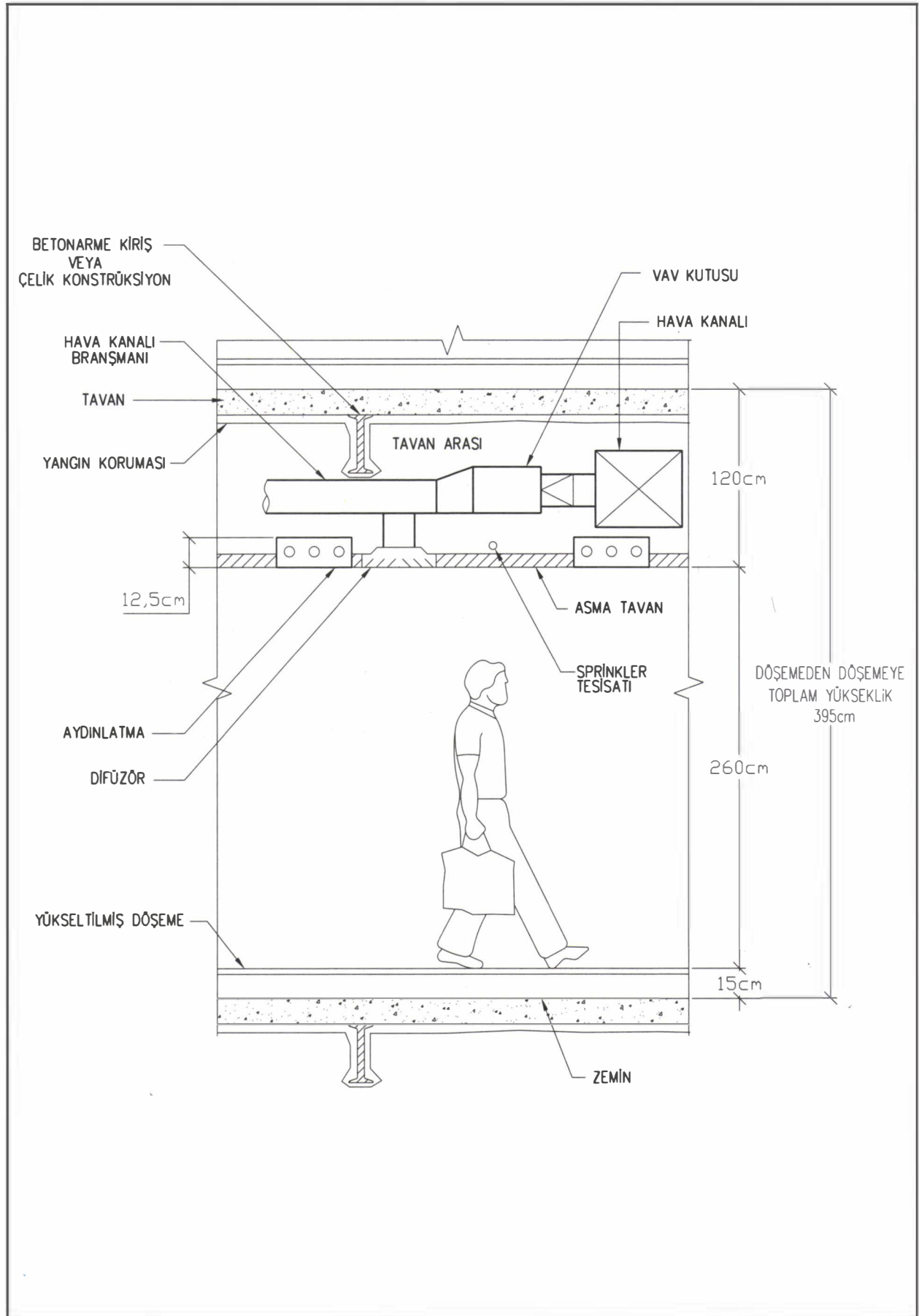
- İmar durumu
- Mimari ve konstruktif sınırlamalar ve hedefler
- O dönemdeki ve gelecekteki potansiyel kullanıcıların ihtiyaçları
- Kullanıcıların beklentileri ve harici beklentiler
- Binanın çevre ile ilişkisi
- Yaşam mahallerindeki akustik ortam
- Kullanılacak enerjinin cinsi
- Enerji tüketimi
- Yıllık işletme ve bakım masrafları
- Duman tahliye ve yangından korunma ve söndürme sistemleri
- Sismik ihtiyaçlar (uygulanabiliyorsa)
- Yatırım için gerekli olan sermayenin maliyeti (finans maliyeti)

Ham petrol fiyatlarındaki hızlı ve aşırı yükselmenin de etkisi ile enerji tüketimi sistem seçim kriterleri içinde çok daha önemli bir kriter haline gelmiştir.

Dikkat edilecek hususlar listesi alçak bir bina için hazırlandığında da bundan farklı olmamaktadır. Alternatif sistemler yaratmak her zaman mümkün olmakla birlikte, yüksek binalarda alternatif sistemler, alçak binalara göre daha limitlidir.

Seçilen her sistem ile binalar ısıtılır ve soğutulabilir. Ancak önemli olan hangi sistemin binanın işletme senaryosuna en uygun olacağının belirlenmesidir.

Merkezi ve bireysel sistemlerden hangisinin daha avantajlı olacağı mal sahibi ve mimar ile görüşülmelidir.



Şekil 1.1 TİPİK BİR OFİS KATI KESİTİ

1.3. YÜKSEK YAPI NEDİR ?

- Sıhhi tesisat (kullanma soğuk ve sıcak suyu tesisi) açısından her 35 m yükseklik bir basınç zonu olarak alınır.
- 15 katın üzerindeki yapılar (~ 50 m ve daha fazla yükseklikte yapılar) yüksek yapı kapsamı içine girer.
- Teorik olarak 75 m yükseklik aşıldığında, tasarım kavramları ve tesisat sistemlerinin modifikasyonu gerekmektedir.
- Amerika'da 20 kat ve daha çok katlı yapılar yüksek yapılardır.
Ofis yapılarında kat yüksekliğinin (döşemeden döşemeye olan mesafenin) yaklaşık 3,75 m civarında olduğunu kabul edersek, 20 katlı binanın yüksekliğinin de 75 m olduğu söylenebilir. Ofis binaları için kat yükseklikleri 3,70 - 4,10 m (döşemeden döşemeye) öngörülmalıdır.
- ASHRAE TL 9.12 (Technical Committae for Tall Buildings) ise 91 m (300 feet) ve daha fazla yükseklikteki binaları yüksek yapılar olarak kabul etmektedir.
- Batı ülkelerinde yenilenen bazı standartlarda ise 25 m'yi geçen her bina yüksek yapı olarak görülmektedir.
Bu tanım binaların yangın güvenlik talepleri bazında düşünülmüş olup, temelde mantıklıdır.
- Yüksek yapılarda tipik bir ofis kesiti *Şekil 1.1'*de verilmiştir.

1.4. YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MÜHENDİSİ İÇİN ÖNEMLİ BİRKÇ HEDEF

1.4.1. BİNANIN SOĞUTMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ

- Bina içinde ısı yayan sistem ve cihazların (Aydınlatma, bilgisayar, faks, kesintisiz güç kaynakları, buzdolapları, su soğutucular vb) seçiminde enerji tüketimleri ve ısı yayma kapasiteleri olabildiği kadar en düşük olanların tercih edilmesi,
- Bina'nın yönünün seçimi,
- Güneş kesiciler ve yansıtıcı cam yüzeylerin kullanılması,
- Enerjinin taşıma mesafesinin kısaltılması,
- Enerjiyi taşıma sırasındaki kayıpların (hava kanalı ve borulardaki basınç kayıpları dahil) en aza indirilmesi,
- Soğuk enerjiyi üretmek ve taşımak için kullanılan pompa, fan, vb cihazlar olabildiği kadar yüksek verimli seçilmelidir.

Sirkülatörler ve fanlar sürekli çalıştıkları için küçük motor gücünde olsalar dahi yıllık enerji tüketimleri çok yüksek olabilir.

1.4.2. ISITMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ

- Isı yalıtımlarının ideal yapılması,
- Isıtma sezonu daha uzun olan yörelerde yön tayini- nin ısıtmaya göre yapılması,
- Sıcak enerjinin üretilmesinde ve taşınmasında yüksek verimli cihazların kullanılması,
- Gaz yakıt kullanılacaksa; mutlaka yoğunlaşmalı kazanlar ve oransal brülörler (frekans kontrollü) kullanılması birkaç örnek olabilir.

1.4.3. HAVALANDIRMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ

- Havayı kirleten kimyasal ve organik maddelerin bina içindeki yayılımının en aza indirilmesi hedeflenmelidir.
- Halı, boya badana, ahşap vb eşyaların seçiminde en az kimyasal gaz çıkartan modeller tercih edilmelidir.
- Bina içindeki küf oluşumuna kesinlikle izin verilmemelidir.
- Yüksek yapılarda yaşayanların en çok havasızlıktan şikayetçi oldukları unutulmamalıdır. Dolayısıyla havalandırma ihtiyacının en aza indirilmesi "Taze hava miktarını azaltmak" olarak alınmamalıdır.
- Yüksek yapılarda en çok karşılaşılan sorun havalandırma sisteminin yetersiz kalmasıdır. Taze hava ihtiyaçları belirlenirken, insan sayısı dışında, özellikle bilgisayar sayısı gibi iç hava kalitesini etkileyen faktörler de dikkate alınmalıdır.
- Ortama üflenen taze havanın veya karışım havasının ortam sıcaklığından her zaman düşük olması (statik ısıtma varsa) havalandırma ihtiyacını olumlu yönde destekleyecektir.
- Yüksek yapılarda taze hava miktarları belirlenirken alt limitleri kullanmak yerine, daha yüksek miktarın seçilmesi önerilir.

1.4.4. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN YÜKSELTİLMESİ

Enerji verimliliği en üst düzeyde hedeflenmelidir (Sıhhi tesisat, ısıtma, klima, elektrik tesisatları dahil tüm sistemlerde).

1.4.5. DİĞER HEDEFLER

- İç hava kalitesi
- Su tasarrufu
- Hidrolik ve havalandırma sistemlerinin doğru boyutlandırılması
- Bina otomasyonu ve kontrol sistemleri
Ömür boyu (ya da uzun süreli) maliyet analizi tesisat mühendisleri için yüksek yapıların projelendirilmesi sırasında göz önüne alınmaları gereken diğer önemli başlıklardır.

II. BÖLÜM

SIHHİ TESİSAT

2.1. GENEL KURALLAR

Özel ihtiyaçlar dışındaki konfor yapılarında aşağıdaki kurallar uygulanabilir:

- Musluktaki akma basıncı: 8 - 10 mSS olmalıdır. Klozet arkası rezervuar ve gömme rezervuar kullanılan binalarda 8 mSS akma basıncı idealdir. Bas rezervuar veya özel armatür için (masaj, duş vb) akma basıncı 15 - 20 mSS değerine ulaşabilir, ancak her zaman armatür imalatçısının verdiği değer kontrol edilmelidir.
- Tesisattaki kritik ekipmanların yedekli olması gerekir ve bu kritik ekipmanlar mümkünse, acil elektrik sistemine bağlanmalıdır. Sistem basıncının istenen düzeyde tutulabilmesi için kullanılacak yöntemin iyi seçilmiş ve değerlendirilmiş olması gerekir (Yangın sistemi, hidrofor sistemi vb).
- Tesisatta statik basınçlar ve muslukların akma basınçları alt ve üstten sınırlıdır. Normal musluklarda akma basıncı 1 bar (10 mSS) ve statik basınçlar alt sınır 1 bar ve üst sınır 4 bar mertebelerinde olmalıdır. Bas rezervuarlar ve şofbenlerde gerekli akma basınçları daha yüksektir. Yüksek binalarda hidrofor çıkışına mutlaka basınç sabitleyici monte edilmelidir. Hidrofor alt ve üst basınç aralığında çalışırken, oluşacak basınç değişiminin olumsuz etkilerini (olumsuz konfor ve gereksiz su tüketimini) önlemek için, bu önlem yararlı olacaktır.
- Soğuk ve sıcak kullanma suyu sistemleri arasında basınç dengelenmelidir. Aksi halde bataryalarda önemli basınç farklılıkları oluşur ve her iki sistem arasında çapraz akışa veya sıcak su ile soğuk suyun birbirine karışmasına neden olabilir.
- Yüksek yapılarda montaj malzemeleri önem taşır. Destek ve tespit sistemleri her türlü genleşme, titreşim vs gibi dinamik ve büyük yükseklik nedeniyle oluşan statik yükleri karşılayacak kapasitede olmalıdır. Örneğin 100 m uzunlukta su dolu 6" çapında bir boru, yaklaşık 3,5 ton ağırlıktadır. Dübeller, kelepçeler vs buna göre seçilmelidir.
- Yüksek yapılarda yaşayacak insan sayısını tahmin etmek ve cinsiyetlerine göre ayırıp, planlama yapmak gerekir. Bu durum özellikle toplantı yapılan salonlarda daha büyük sorunlar oluşturur. Örneğin bir kadın hakları toplantısında katılımcıların %90'ı kadın iken, bir mühendisler toplantısında katılımcıların %80'i erkektir. Bu durumda, örneğin tuvalet dizaynında esnek sistem oluşturulmalıdır. Mesela bazı kilitlenebilir kapıları açıp, kapayarak kadın ve erkek tuvaletleri geçici olarak birbirine dönüştürülebilmelidir.

- Borulardaki hızlar 2 m/s'nin altında olmalıdır. Borulardaki hızlar 3 m/s değerini geçerse aşırı ses oluşur.
- Her 10 kat (~ 35 m yükseklik) bir basınç kademesi olarak projelendirilmelidir. Zon yüksekliğini arttırmak ve zon sayısını düşürmek için ana su deposundan aşağı doğru besleme yapan bir sistem seçilmelidir. Üst depodan aşağıya doğru doğal akış ile beslenen sistemlerde alt katlara doğru boru uzunluğu arttıkça boru basınç kaybı toplamı da artmakta, ancak su deposundan itibaren statik basınç da arttığından uzak noktalarda kayıplarından dolayı olumsuz bir etki oluşmamaktadır. Sonuç olarak yukarıdan aşağıya dağıtım yapılması halinde, 10 kat yükseklikteki zonda aşağıdan yukarı dağıtıma göre bir kat daha fazla yükseklikte basınç zonlaması yapılabilir.
- Basıncın fazla olması borulardaki hızın artmasına neden olur. Sonuçta ses, işletme problemleri, bakım ve tamir giderleri artar. Aşırı basınç ve hızın doğurduğu sorunlar:
 - Ses,
 - Aşırı su sarfiyatı,
 - Vana yataklarında arıza,
 - Aşırı basınçlı suyun çarpma etkisi ile kullanımda yarattığı rahatsızlık,
 - Sistem ve ekipmanlarda ömür azalması,
 - Borularda aşırı aşınma,
 - Su darbesi riski, bunun yarattığı tahribat,
 - Yüksek basınca dayanıklı ekipmanın yüksek maliyeti.
- Proje hesaplarında kullanılacak akma basıncı değeri armatür imalatçısından alınmalıdır. Bu durumda tüm tesisatı yüksek akma basıncı değeri ile projelendirmek yerine, yüksek basıncı gerektiren armatürleri ayrı bir zon yapmak daha uygun olabilir. Bas rezervuar kullanıldığı anda, soğuk su kolonunda basınç düştüğü için, aynı kolondan beslenen komşu banyoda duş veya lavabodan akan soğuk suyun debisi azalıp aniden sıcak su akabilir. Özellikle duşu kullanan kişiler bu andaki su sıcaklığının değişiminden rahatsız olabilirler.
- Soğuk su dağıtımını yukardan aşağıya veya aşağıdan yukarıya doğru yapmak mümkündür. Ancak özel nedenler dışında (mimari olanaklar vs) soğuk su dağıtımını yukarıdan aşağıya doğru yapmak daha iyidir. Bu durumda alt katlara doğru artan boru basınç kayıpları, artan statik basınç ile fazlasıyla karşılanır. Üst ve alt katlar arasındaki basınç kaybı, (dolayısıyla basınç farkı) alttan dağıtım sistemine göre daha az olur.

2.1.1. BASINÇLANDIRMA VE BASINÇ KADEMELERİ (ZONLAMA)

- Düşey basınçlandırmada iki yöntem vardır. Yüksek basınçlı transfer pompaları ve az sayıda ara kat su depoları (toplamda bir veya iki adet) kullanıp, ara zonlar basınç ayarlama vanaları ile oluşturulur.
- Yaklaşık her 10 kat için bir pompalama sistemi ve bir su deposu ile çok sayıda zon pompaları ve ara kat su depoları ile basınçlandırma sistemi oluşturulur. Basınçlandırma sistemlerinde iki yol izlenebilir:
 - Transfer pompalarına, yukarıdaki su deposuna monte edilen seviye şalterinden kumanda etmek.
 - Hidrofor sistemi kullanıp depo dolumlarında flütör kullanmak.

Her bina için zon sayısının belirlenmesi çok önemli bir karardır. Akma basıncını 10 mSS olarak kabul edersek, kat yüksekliği 3 mSS olan binalarda 10 kat bir basınç zonu olarak planlandığında statik basınç (30 mSS) + akma basıncı (10 mSS) = 40 mSS değerine ulaşmakta ve ideal zonlama yapılmış olmaktadır. Her 13 kat bir basınç zonu olarak planlandığındaysa, 10 mSS + (13 kat x 3 m) = 49 mSS izin verilen en yüksek basınç olan 50 mSS değerine ulaşmaktadır. Yani kat yüksekliği 3 m olan binalarda ideal olarak her 10 kat bir basınç zonu olarak projelendirilmelidir. Şartlar zorlandığında bile en fazla 13 kat bir basınç zonu olarak düşünülebilir.

2.2. TEMİZ SU TESİSATI

Yüksek yapılarda temiz su tesisatı tek zonlu veya tek kademeli yapılırsa, alt katlardaki boru, donanım, armatürler ve cihazlar üzerinde çok yüksek bir statik basınç etkisi olacaktır. Bu basınç hem tesisatı daha pahalı hale getirecek, hem de işletme problemleri yaratacaktır. Bazı hallerdeyse, tesisatın bu basınca dayanması zaten mümkün olmayacaktır. Bu nedenle yüksek yapı düşey doğrultuda zonlara bölünür. Bu bölünme aynı zamanda ısıtma, havalandırma ve klima tesisatı için de gereklidir. Dolayısıyla tesisat açısından her bir düşey zonu besleyen cihazların yerleştirileceği mahallere ihtiyaç vardır. Her bir düşey zonu beslemek üzere, yüksek yapıda tesisat katları oluşturulur.

Örnek yüksek yapı *Şekil 2.1*'de görülmektedir.

Ana tesisat daireisi genellikle en alt bodrum katta bulunur. Buradan ana yayvan yapı beslenir. Kule katlarıysa, biri başlangıçta olmak üzere yeteri sayıda oluşturulan tesisat katlarından beslenir. Tesisat katlarının yaklaşık her 20 katta bir (veya 60 m'de bir) oluşturulması tavsiye edilir. Her tesisat katından aşağı ve yukarı doğrultuda 10'ar kat yükseklikte düşey zonlar beslenebilir. Buna göre düşey klima zonu 20 kat, düşey sıhhi tesisat zonu 10 kat yüksekliktedir. Her 20 katta bir galeri katı oluşturulmalıdır.

Sıhhi tesisat buralardan veya her 10 katta bir oluşturulacak sıhhi tesisat merkezlerinden beslenir. Temiz su tesisatı düzenlenirken soğuk su yukarıdan aşağı doğru besleniyorsa, sıcak su da yukarıdan aşağı beslenmelidir. Soğuk su aşağıdan yukarı besleniyorsa, paralel olarak sıcak su da aşağıdan yukarı doğru beslenir. Bu sayede sıcak ve soğuk su arasında basınç farkı engellenir. Aksi takdirde basınç farkı nedeni ile sıcak ve soğuk su musluklarda birbirine karışacaktır.

Yüksek yapılarda temiz su tesisatında ana problem, şehir şebekesinden alınan suyun katlara dağıtımıdır. Burada birinci problem basınçlandırma gereğidir. Şehir şebeke basıncı 40 mSS civarında olup, ancak 6 - 7 kata kadar olan yapıların beslenmesinde doğrudan kullanılabilir. Yüksek yapıdaysa mutlaka hidrofor sistemi kullanmak gerekir. İkinci büyük problemse, su akıtma yerlerindeki akma basınçları arasındaki büyük farklardır. Aralarında 20 kat fark olan iki musluk akma basınçları arasında, yaklaşık 6 bar fark vardır. Bu durumda en alt kattaki musluklarda su sarfiyatı arttığı gibi, su koçu olayları da artar. Ayrıca conta ve sızdırmazlık elemanı problemleri oluşur; bu nedenle basınç farkının makul ölçülerde kaldığı düşey zonlar yaratılmalıdır. Bu uygulamada su depolanması mutlaka gereklidir. Depolanması gerekli su miktarı büyük olduğu için betonarme depolar tercih edilir. Burada bir başka önlem de, suyun hijyenik olarak saklanmasıdır. Bu amaçla kullanma suyunun depolanmadan önce kum filtresinden geçirilmesi tavsiye edilir. Bir diğer önlem ise, depo alt kotundan suyu emerek üstten fiskiye şeklinde suyu püskürten bir resirkülasyon devresi oluşmaktadır. Bu devrenin kendi tek bağımsız pompası olacaktır. Böylece depoda suyun durgun kalmadan hareket etmesi ve havalanması sağlanır. Su depolarının iç yüzeyinin beyaz renkli seramik (havuz seramiği) ile kaplanması hijyenik ve temiz bir ortam sağlayacaktır. Örnek yüksek yapı için alternatif su depolama, hidrofor ve zonlama sistemleri sıra ile üç şekilde incelenmiştir. Alternatifler burada verilen 3 şekille sınırlı değildir. *Şekil 2.2*'de esas olarak alttan dağıtım prensibi uygulanmıştır. 5. bodrumdaki ana su deposundan su, hidroforla üstündeki 10 kata ve 1. tesisat katındaki depoya basılmaktadır. Yüksek basınçlı diğer bir hidroforla ise su 2. tesisat katındaki depoya basılmaktadır.

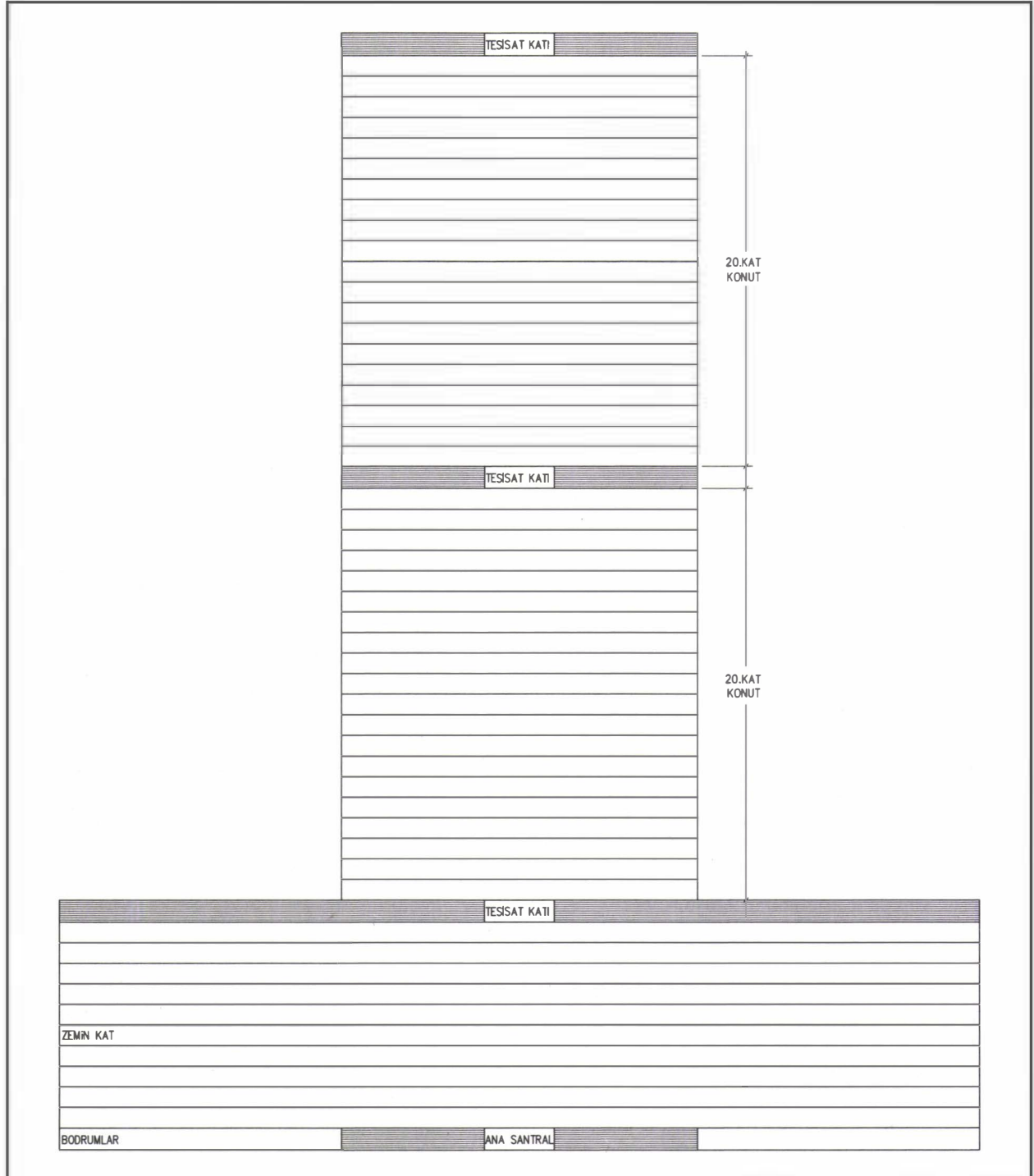
1. tesisat katında bir depo ve iki hidrofor vardır. Yüksek basınçlı birinci hidrofor üstteki ikinci 10 kata, buna karşılık alçak basınçlı ikinci hidrofor üstteki ilk 10 kata su basmaktadır. İkinci tesisat katında da bir depo ve iki hidrofor vardır. Bu hidroforlardan birincisinden yine üstteki ikinci 10 kata su basılır. Arada kalan 10 kat ise ikinci hidrofordan beslenir. Böylece bütün katlar istenen basınçta su ile beslenir. Buna göre iki musluk akma basınçları arasındaki fark 10 katla (~3 bar) sınırlandırılmıştır. Ayrıca hiçbir muslukta ve kullanma

yerinde yetersiz basınç söz konusu değildir. Basıncın yetersiz olduğu yerlerde bas rezervuarları ve gazlı şofbenleri çalıştırmak mümkün olamaz. Şekil 2.3'te yine 5. bodrumda bir ana depo bulunmaktadır.

Bu ana depodan tek hidroforla su yukarı basılmaktadır. Bu hidrofor en alttaki 10 katı ve 1. tesisat katındaki depoyu beslemektedir. 1. tesisat katındaki depoya iki hidrofor bağlıdır.

Alçak basınçlı hidrofor ilk 10 katı, yüksek basınçlı ikinci hidrofor ise, ikinci 10 katı ve 2. tesisat katındaki

depoyu besler. 2. tesisat katından itibaren çözüm bir öncekinin aynıdır. Şekil 2.4'te ise dağıtım karışık yapılmaktadır. 1. tesisat katında depo yoktur. Ana depodan birinci hidroforla ilk 10 kat beslenmektedir. İkinci hidrofor ise üçüncü 10 kata ve 2. tesisat katındaki depoya su beslemektedir. Alttan itibaren ikinci 10 kat yukarıdan gravite ile beslenmektedir. 2. tesisat katındaki depodan su hidroforla üstündeki ikinci 10 kata ve çatıdaki depoya su basar. Aradaki 10 kat yine çatıdan yer çekimi ile (doğal akış ile) beslenir.



Şekil 2.1. TİPİK TESİSAT KATLARI PLANLAMASI

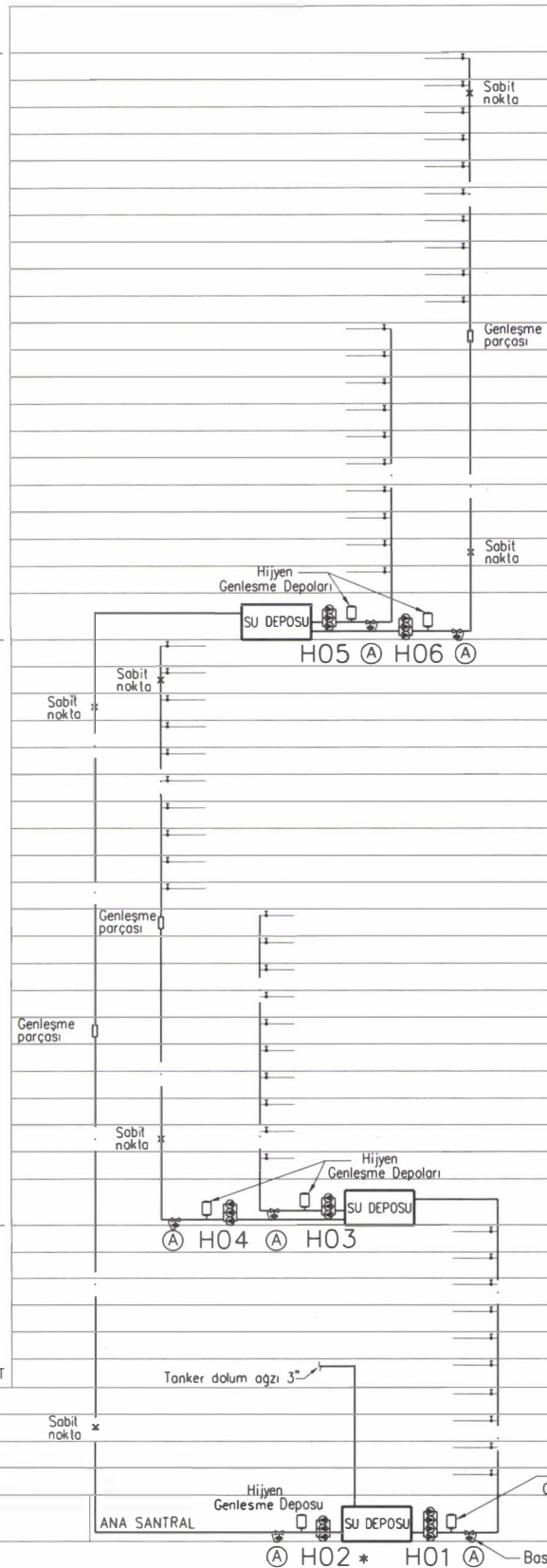
TESİSAT K.
(50.KAT)

TESİSAT K.
(30.KAT)

TESİSAT K.
(10.KAT)

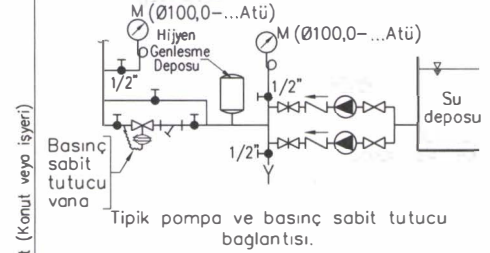
ZEMİN KAT

BODRUMLAR



NOTLAR :

- 1-) Her 10 kat (~35 m) bir basınç zonu olarak alınmıştır.
- 2-) Hidrofor çıkışlarında basınç sabit tutucu vana kullanılması yararlıdır. Basınç sabit tutucu vana, hidrofor alt ve üst basıncı arasındaki basınç dalgalanmalarının tesisata yansımalarını engeller. Basınç dalgalanmasında su tüketimi artacaktır. Basınç sabit tutucu vana su sarfiyatını düşürür, tesisatın sessiz ve konforlu çalışmasını sağlar.
- 3-) By-pass vanası çapı, basınç sabit tutucu vana çapı ile aynı olmalıdır. Diğer vana ve pislik tutucular boru çapında seçilmelidir.
- 4-) Her zonda son kat veya son iki kat hariç, ya da bütün katlara basınç düşürücü vana konulması, servis sıklığı nedeniyle artık tercih edilmiyor.
- 5-) Yüksek blokta galvaniz boru kullanıldığı düşünülmüştür. Genleşme parçaları katlardaki bransmanların uzunlukları (mafsal) dikkate alınarak (esneklik) seçilmelidir.
- 6-) Toplam debi ihtiyacına göre hidroforun pompa sayısı 2-5 adet arasında seçilebilir. (1 adet yedek pompa olacaktır.) Pompa sayısı arttıkça yedek pompa kapasitesi azalacak ve pompalar sıra ile devreye gireceği için enerji daha verimli kullanılacaktır.
- 7-)



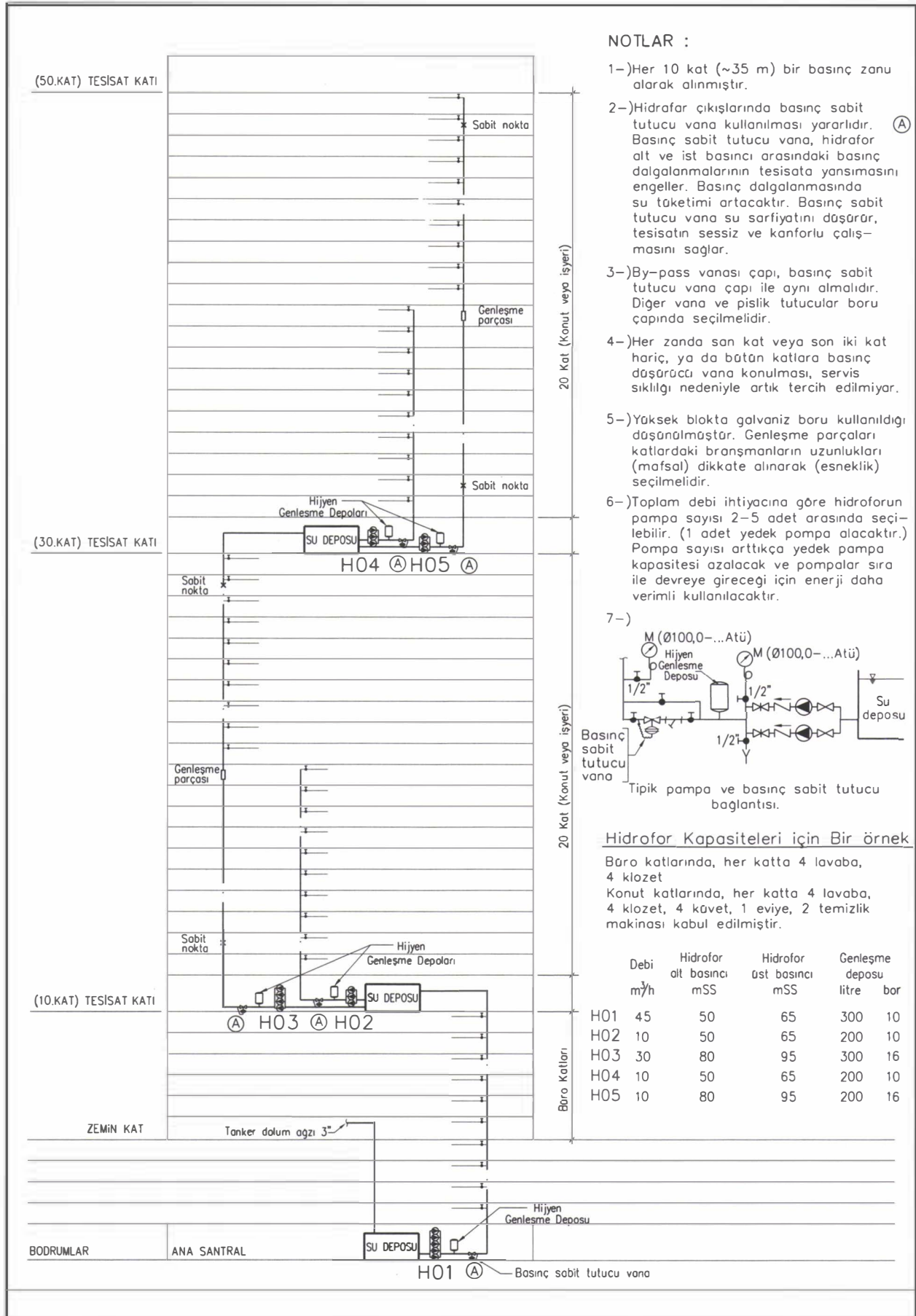
Hidrofor Kapasiteleri için Bir örnek

Büro katlarında, her katta 4 lavabo, 4 klozet
Konut katlarında, her katta 4 lavabo, 4 klozet, 4 küvet, 1 eviye, 2 temizlik makinası kabul edilmiştir.

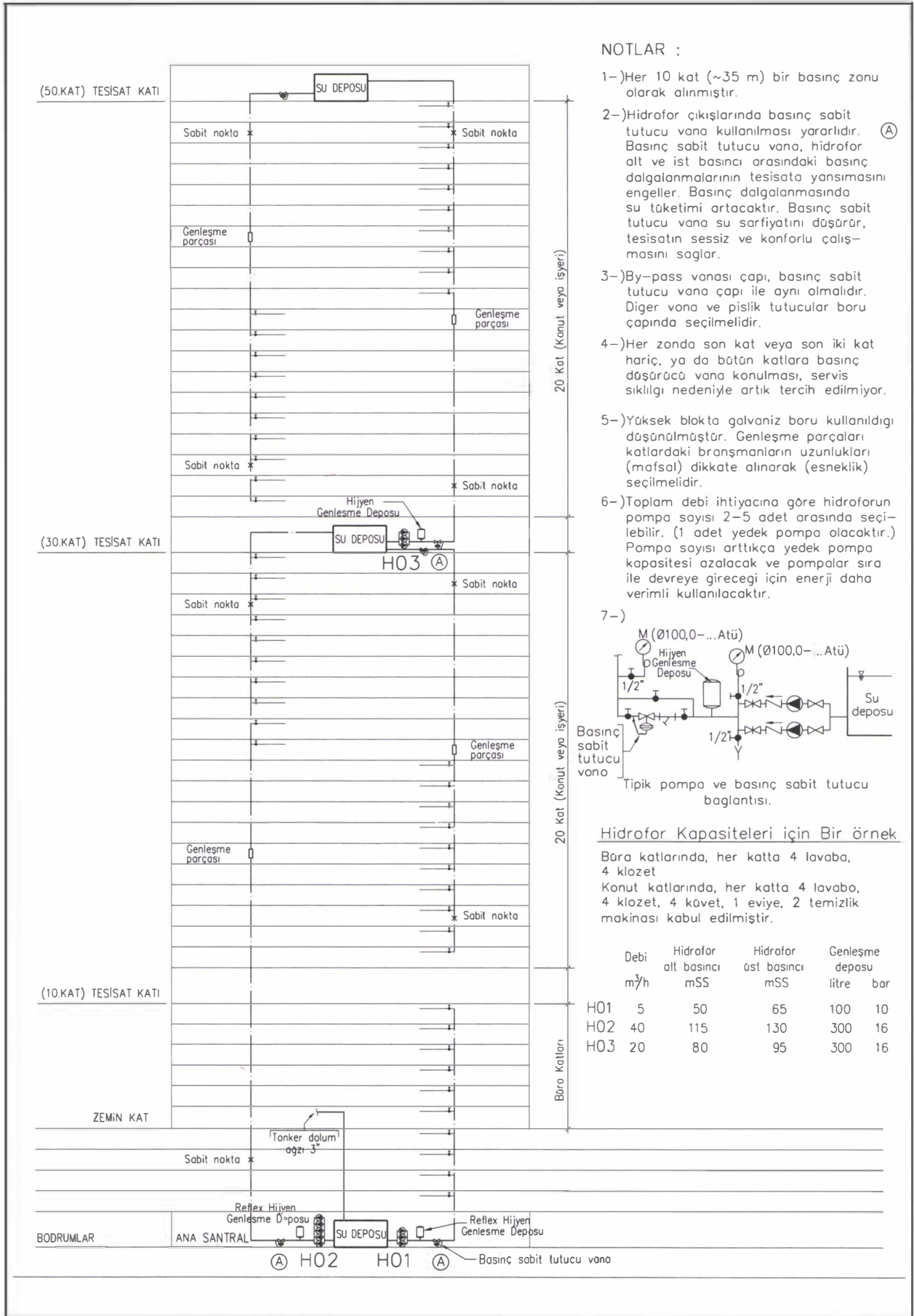
	Debi m ³ /h	Hidrofor alt basıncı mSS	Hidrofor üst basıncı mSS	Genleşme deposu litre	bar
H01	25	50	65	300	10
H02	20	115	130	300	16
H03	10	50	65	200	10
H04	10	80	95	200	16
H05	10	50	65	200	10
H06	10	80	95	200	16

* Hidrofor yerine pompa da kullanılabilir. Ancak bu durumda üst su deposunda seviye kontrol sistemi gerekir.

Şekil 2.2. TİPİK TEMİZ SU ZONLAMASI-1



Şekil 2.3. TİPİK TEMİZ SU ZONLAMASI-2



Şekil 2.4. TİPİK TEMİZ SU ZONLAMASI-3

2.2.1. YÜKSEK YAPI UYGULAMALARI

2.2.1.1. Örnek 1

Şekil 2.5'te örnek bir soğuk su dağıtım sisteminin şematik olarak akış diyagramı görülmektedir. Bu örnekte 81 normal kat ve 5 bodrum kattan oluşan 86 katlı binada kullanma suyu için yukarıdan aşağıya dağıtım sistemi uygulanmıştır ve ara kat depoları en az sayıda kullanılmıştır.

- 40 m³ kapasiteli bir su deposu binanın çatısına yerleştirilmiştir. Çatıdaki su deposu 80. kat ile 35. kat arasındaki katlara su vermektedir.
- 60 m³ kapasiteli bir başka depo ise 40. kata yerleştirilmiştir.
Bu depo 34. kattan en alt kata kadar su besleme görevini yapmaktadır, aynı zamanda 40. katta bulunan ve çatıdaki su deposuna su basan 2 pompa için emiş tankı vazifesini görmektedir.
- Bodrumdaki iki pompanın kapasitesi tüm binanın ihtiyacını karşılayacak şekilde seçilmiştir.
- 40. kattaki pompanın kapasitesi ise, sadece binanın üst zonunun ihtiyacını karşılayacak şekilde seçilmiştir.
- Her pompa yükün 2/3'ünü karşılayacak şekilde seçilmiştir; böylece çift çalışan pompalardan bir tanesi bozulsa bile diğer pompa sistemi çalıştırmaya devam edecektir. Pompalar ikiden fazla da seçilebilir (2 veya 3 asıl, 1 yedek pompa gibi).
- Binanın ortasına ve çatısına ara kat su depoları yerleştirilerek oldukça yüksek olan bina, her biri yaklaşık 165 m olan 2 parçaya bölünmüştür. Binanın tek yarısını incelemek yeterli olacaktır; çünkü diğer yarısı tamamen aynı tarzdaır.
- Ana aşağı doğru besleyici kolon, su deposundan en alt zonun en üst noktasına kadar iner.
- Deponun altındaki 2. zon için basınç yaklaşık 48 mSS'dir. Bunun ve bunun altındaki tüm zonların en düşük basıncı yaklaşık 17 mSS'na (bas rezervuar kullanıldığı için) ve her kolonun tabanında ise 48 mSS aşmayacak şekilde projelendirilmiştir. Basınç ayar vanaları bu amaçla kullanılmıştır.
- Basınç düşürme istasyonundan sonra bir bransman alınmış ve zonun su ısıtıcısı için kullanılmıştır.
- Isıtıcılarda sistem basıncı her zaman 20 mSS'nin altındadır ve bu sıcak su sirkülasyon pompaları için de geçerlidir.
- Bu sistemin güzelliği özel bir malzeme veya ağır bir yapıya ihtiyaç göstermemesidir. Bu uygulamada 48 mSS'den fazla basınca maruz kalan borular sadece pompa atış hatları ve tanklardan çıkan ana kolondur.

2.2.1.2. Örnek 2 (Water Tower Place)

Water Tower Place binasının (Şekil 2.6) oturulan yerleri bağımsız 4 bölüme ayrılmıştır. Binanın sahibi her bölüme belli temel servisler verme sorumluluğundadır. Apartman daireleri kat mülkiyeti şeklindedir ve

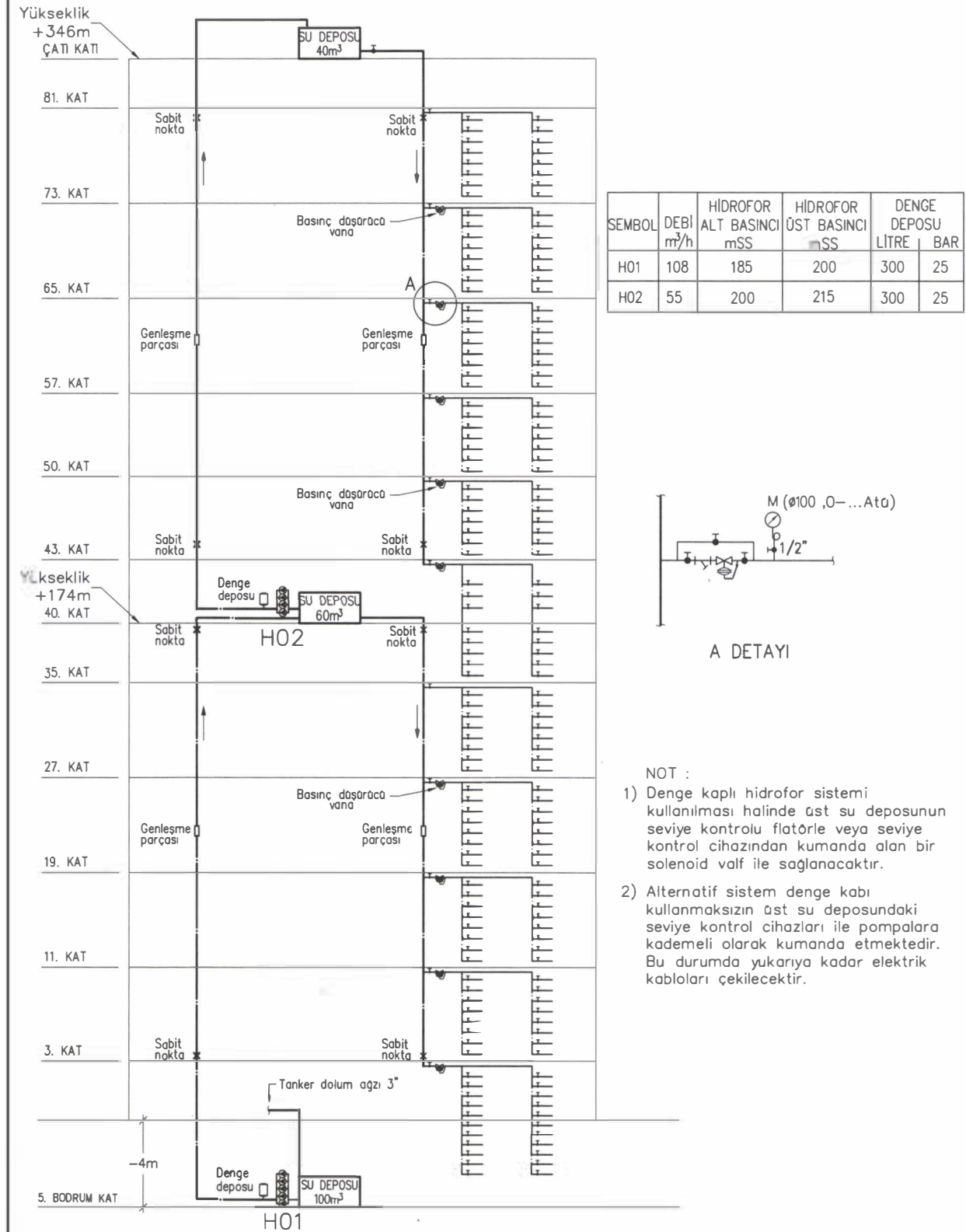
burada yapılan her hizmet (borular, pompalar, ısıtıcılar ve diğer ekipmanlar, işletme ve bakım) kat mülkiyeti sahiplerinin sorumluluğu altındadır. Bu yüzden, su dağıtım sistemi binadaki tüm diğer sistemlerden tamamen ayrı olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bina sahibi bodrumdaki tank doldurma pompalarından, ara depolar ve borularından, 32. kattaki makine dairesindeki tanktan ve tanktan sayaç çıkışına kadar olan borudan sorumludur. Sayaçtan sonra kat mülkiyeti nedeniyle, apartman katları binanın geriye kalan kısmından ayrılmıştır ve bu bölümün tüm işletme ve bakım masrafları kolaylıkla ayrılabilir olmalıdır. Otel kompleksi ve büyük mağaza kiracıları için de kat mülkiyeti olan apartmanlardaki usul geçerlidir. Su akış diyagramı incelendiğinde her birinin nasıl ayrıldığı görülmektedir. Ofis kompleksi, diğer dükkan ve kiracılar bina sahibinin sorumluluğu altındadırlar ve temel bina olarak adlandırılır. Böylece tüm bina; ana bina, 2 ayrı büyük mağaza, otel ve bağımsız kat mülkiyetleri olarak ayrılmış olur. Bu binada gravite tankı ve hidrofor sistemleri kullanılmıştır. Binada farklı kompleksleri ayırmak ve limitler dahilinde maksimum basınçlar elde etmek için zonlama yapılmıştır. Hem yukarı besleme, hem de aşağı besleme sistemleri kullanılmıştır.

2.2.1.3. Örnek 3 (John Hancock Building)

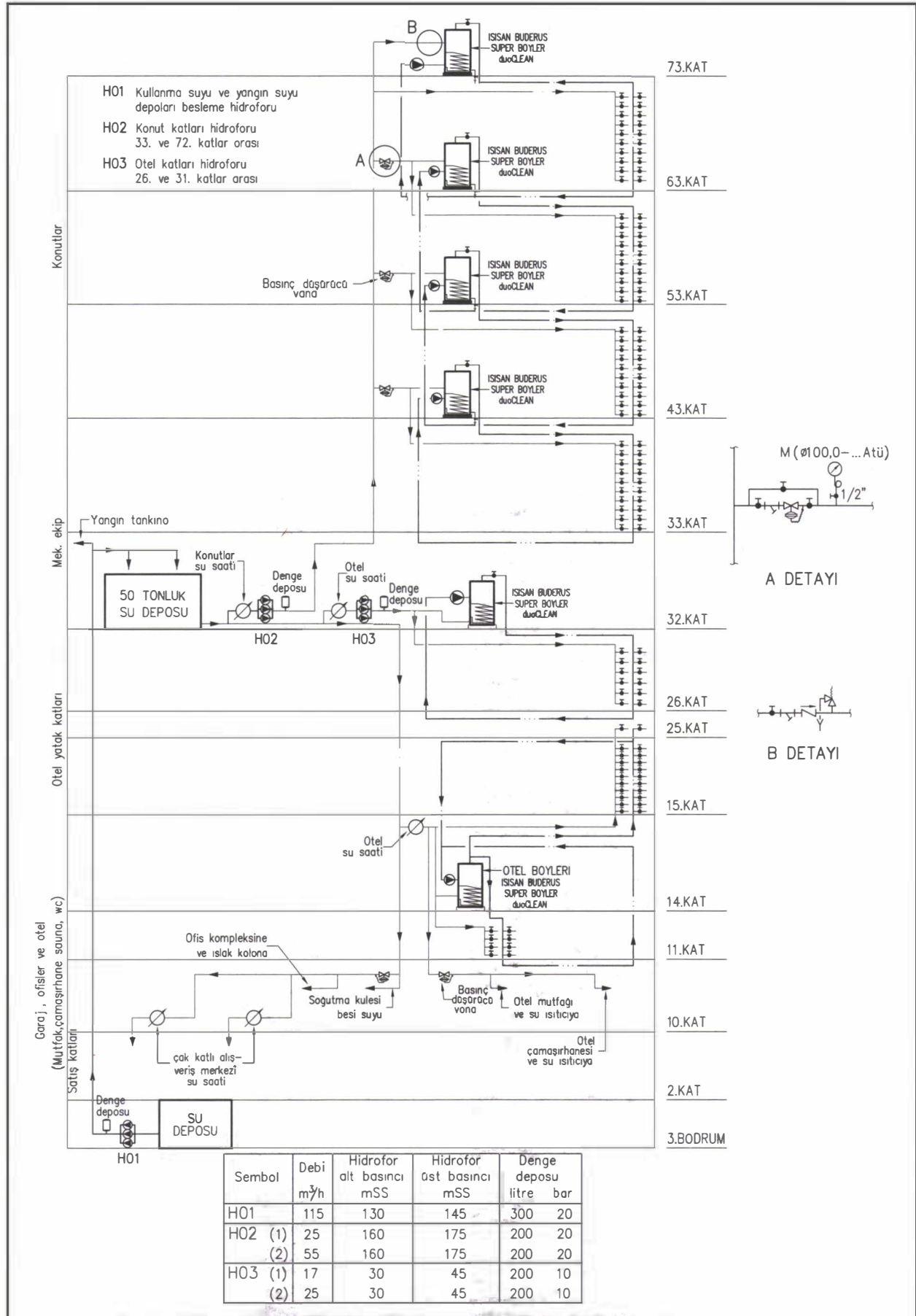
Şekil 2.7'de başka bir yüksek bina su dağıtım sistemi yorum yapılmadan gösterilmiştir. Şematik çizimler, farklı yaklaşımları ve farklı projelerde mühendislerin çözümlerini göstermek amacıyla verilmiştir.

2.2.2. KULLANMA SICAK SUYU TESİSATI

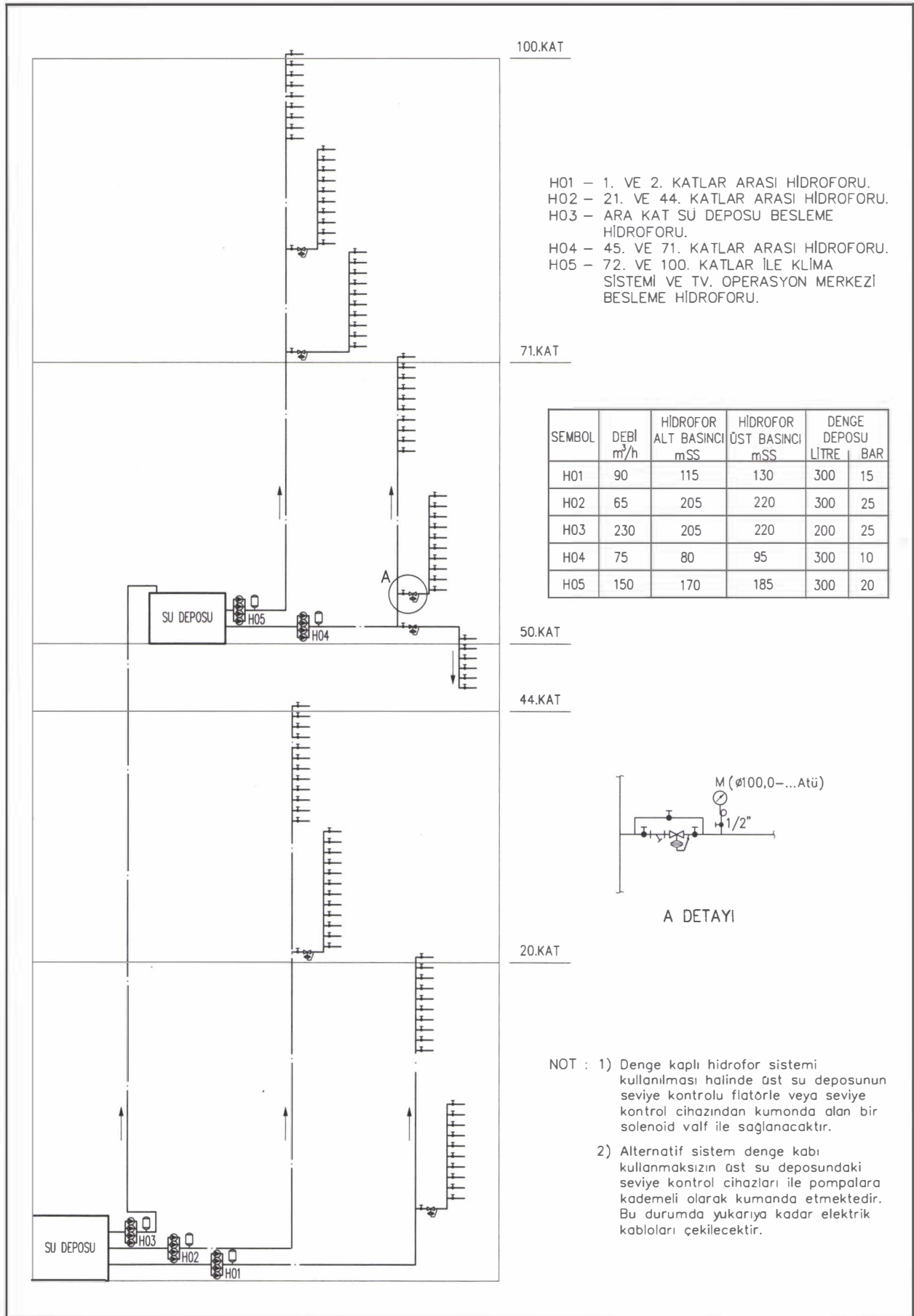
Yüksek yapı kullanım biçimine göre kullanma sıcak suyu tesisi de değişir. Konut, otel vs gibi kullanma sıcak suyu tüketiminin yoğun olduğu uygulamalarda, merkezi boyler kullanımı tavsiye edilir. Bu durumda temiz soğuk su tesisatına paralel olarak merkezi kullanma sıcak suyu tesisi çekilir. Sistem yine soğuk su tesisatına paralel olarak düşey zonlara bölünür ve bu zonlar tesisat katlarında bulunan boylerlerden beslenir. Yüksek yapılarda kolon borularının sıcaklık etkisiyle uzaması önemli mertebelerdedir. Uzamayı almak üzere kolonlarda kompensatör kullanılmalıdır. Boru içinde tesisattaki suyun genleşmesini karşılamak üzere ise kapalı genleşme depoları kullanılmalıdır. Genleşen suyun emniyet vanalarından dışarı akması uygun değildir. Eğer yüksek yapı ofis vb amaçlı yapılıyor ise, bu durumda kullanma sıcak suyu ihtiyacı sınırlıdır. Bu tip uygulamalarda lavabolarda sıcak su kullanılıp, kullanılmayacağına karar verilmelidir. Çay ocağı ve mutfakların da ihtiyacı dikkate alınıp merkezi sıcak su (boyler) tesisi planlanmalıdır. Kullanma sıcak suyu ihtiyacı çok sınırlı olan yerlerde merkezi boyler yerine lokal sıcak su ısıtıcıları tercih edilebilir. Genellikle elektrikli şofbenler bu amaç için idealdir.



Şekil 2.5. TEMİZ SU DAĞITIM SİSTEMİ PRENSİP ŞEMASI



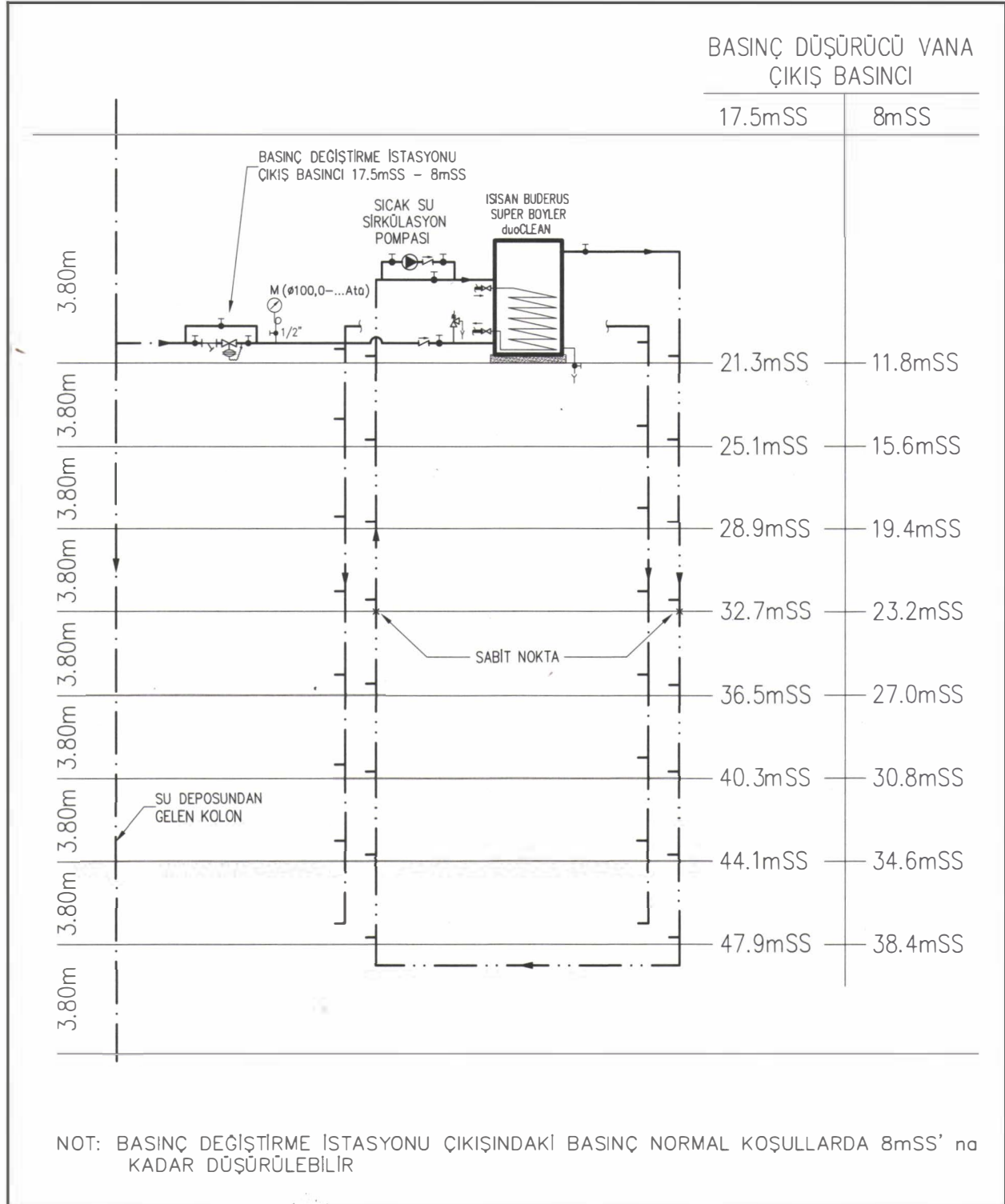
Şekil 2.6. WATER TOWER PLACE



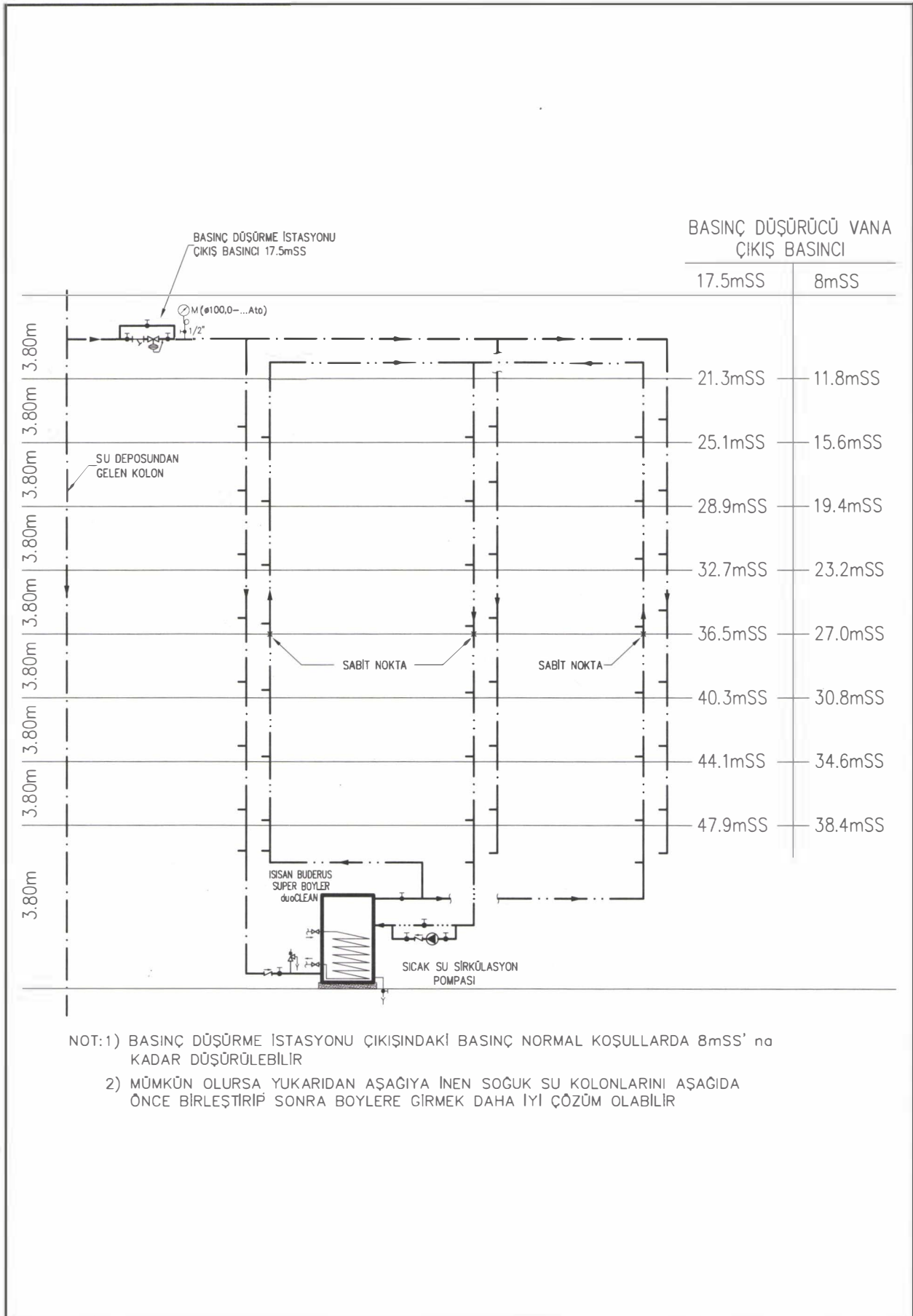
Şekil 2.7. JOHN HANCOCK BUILDING

Sıcak su dağıtım sistemi ekonominin özüdür. Şekil 2.8’de görülen tipik zon prensip şemasında, ısıtıcıdan çıkan kolon aşağı doğru düşey olarak iner ve banyo ve tuvaletleri besler, en alt katta dönüş yapar ve yukarı doğru çıkarak ters taraftaki tuvaletleri besler ve bir kapalı devre çizer. İlave bir sirkülasyon kolonuna ihtiyaç yoktur ve sistemin dengelenme problemi yoktur. Bu ideal uygulama birçok ofis binasında uygulanabilir.

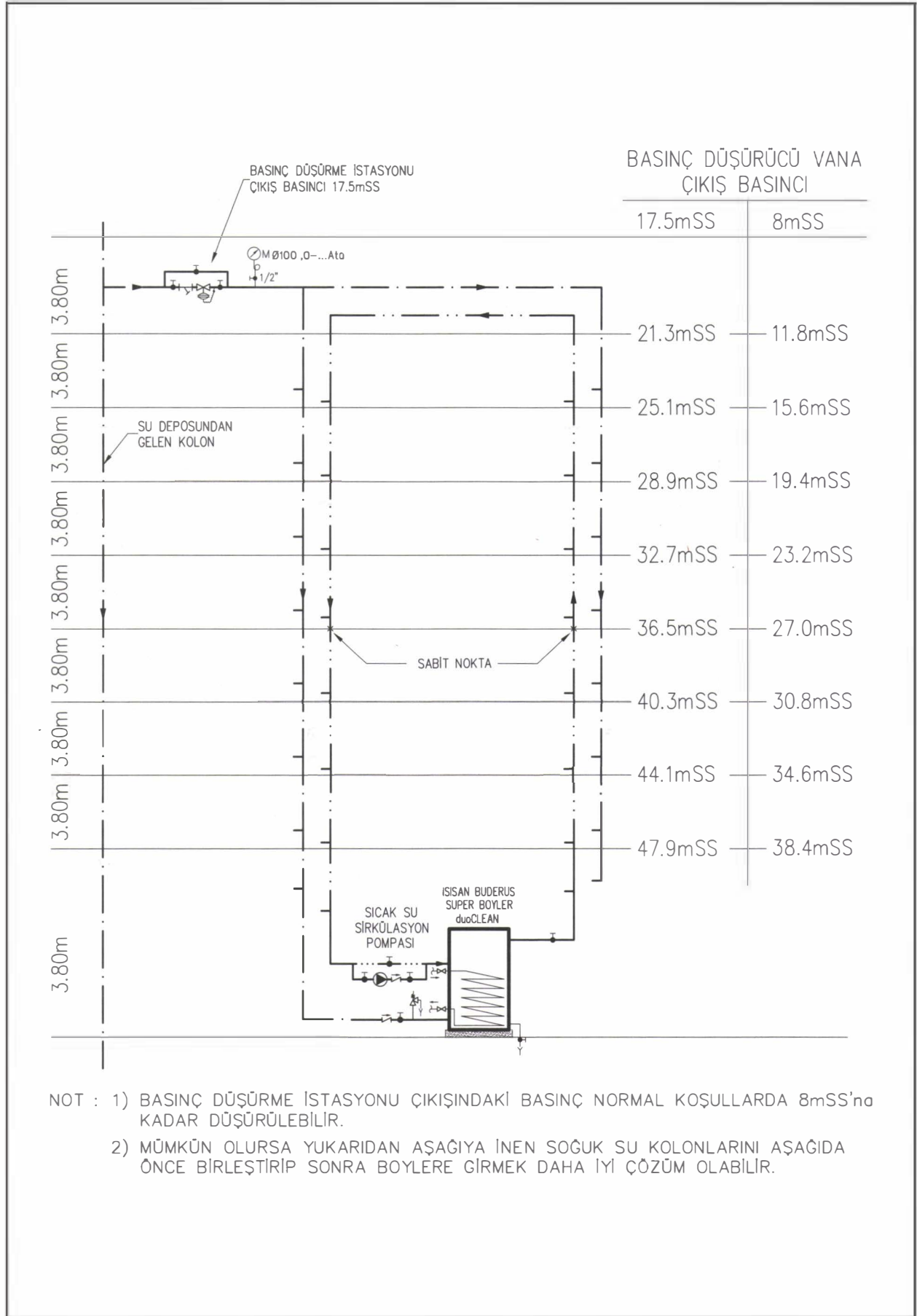
Klasik her kolona sirkülasyon dönüş borusu yapılmasına göre; 4 boru iki boruya indirilmiş olup, boru ısı izolasyonu ve fittings maliyetleri toplamda ~%40 azaltılmış olur. Tesisat şaft boyutları da küçülmüş ve tesisat için kaybedilen yer en aza indirilmiştir. Ayrıca, daha dengeli bir sirkülasyon tesisi yapılmıştır Şekil 2.9 ve 10’da ise alt katta bulunan boylerden olabilecek alternatif dağıtımlar gösterilmiştir.



Şekil 2.8. KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON DAĞITIM SİSTEMİ - BOYLER ÜSTTE



Şekil 2.9. KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON DAĞITIM SİSTEMİ - BOYLER ALTTA (Alternatif 1)



Şekil 2.10. KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON DAĞITIM SİSTEMİ - BOYLER ALTTA (Alternatif 2)

2.2.2.1. Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Sistem basınç kayıpları en az olacak şekilde projelendirilmelidir.
- Her zon, diğer zonlar ile bağlantısı olmayan komple sistem olarak düşünülmelidir.
- Her zonun kendine ait ısıtıcısı (boyler), sıcak su dağıtım boruları, sıcak su sirkülasyon boruları ve sirkülasyon pompaları olmalıdır.
- Bağlayıcı ekonomik bir gerekçe, inşaat bir sorun (statik yük problemi gibi) veya yer problemi gibi sorunlar olmadıkça, boylerin sistemin en üstünde olması tercih edilmelidir. Çatıdaki ısıtıcıya ve sirkülasyon pompalarına gelen basınç, bu ekipmanların bodrum katta olmaları duruma göre çok daha azdır. Bir çok uygulamada bodrum kata konulan boyler ve pompalar; basınca dayanabilmek için özel konstrüksiyona sahip olmak zorundadır ve bu yüzden yatırım maliyeti artmaktadır.
- Yüksek noktalardan hava tahliyesinin yapılabilmesi için önlem alınmalıdır (Su ısınınca içerisindeki eriyik haldeki hava ayrışır ve üst noktalarda toplanır.).
- Kullanma sıcak suyu kolonu ile son tüketim yeri arasındaki yatay uzunluk 12 m'den fazlaysa; sirkülasyon borusu son noktaya monte edilmelidir. Aynı not küçük binalarda, boyler ve son tüketim noktası arasındaki mesafe için de geçerlidir.

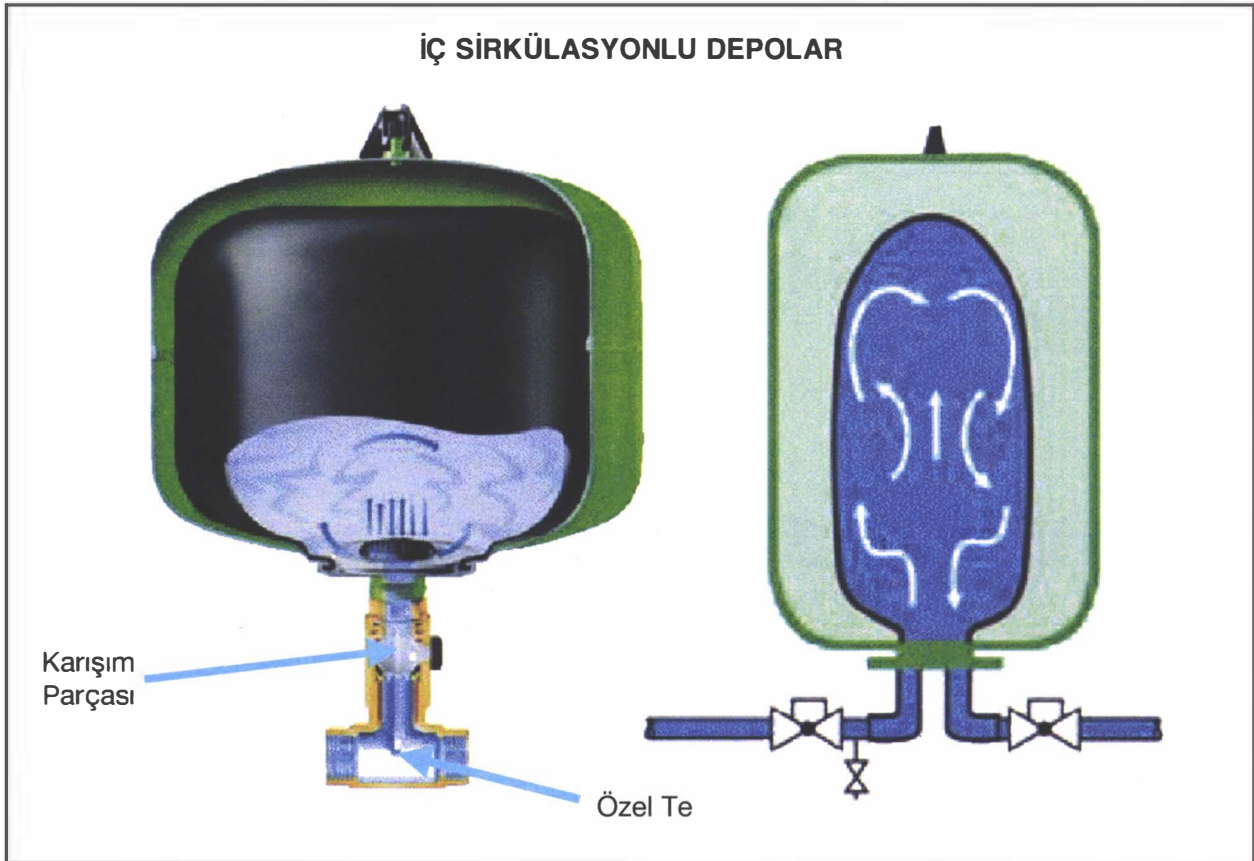
- Kullanma sıcak suyu dağıtım sistemi:
 - Kullanma soğuk suyu üstten dağıtılırsa; sıcak su da üstten dağıtılmalıdır. Aynı şekilde kullanma soğuk suyu alttan dağıtıldığından, sıcak su da alttan dağıtılmalıdır (Kullanma yerindeki karışmada soğuk ve sıcak su basınçlarının eşit olmasını sağlamak için.).
 - Boyler soğuk su girişi devresine özel hijyenik kapalı genleşme kabı konulmalıdır. Böylece emniyet ventilinden su atılması önlenmiş olur. Hijyenik kapalı genleşme kabının, içindeki suyu sürekli olarak hareketli kılan özel bir bağlantısı bulunmaktadır (Şekil 2.11).

2.2.3. KENDİ KENDİNE AYAR YAPAN ŞERİT ISITICI VE TEK BORULU SICAK SU DAĞITIM SİSTEMİ

Bu uygulamayla her zon için ayrı bir su ısıtıcısı şartı elimine edilebilmekte ve tüm proje için tek borulu sıcak su dağıtım sistemi ve merkezi su ısıtıcısı kullanılabilmektedir.

Bu sistem sirkülasyon sistemine ihtiyaç duymamaktadır. Bu amaçla lokal sıcaklık şartlarına göre, kapasitesini kendiliğinden ayarlayan elektrikli şerit ısıtıcıları geliştirmiştir.

Isıtıcının kalbi yarı iletken polimerdir. Bu şerit ısıtıcının çekirdeğidir ve ısıtıcı, bu çekirdekten ve şerit boyunca



Şekil 2.11. HİJYENİK KAPALI GENLEŞME TANKI İÇ YAPISI

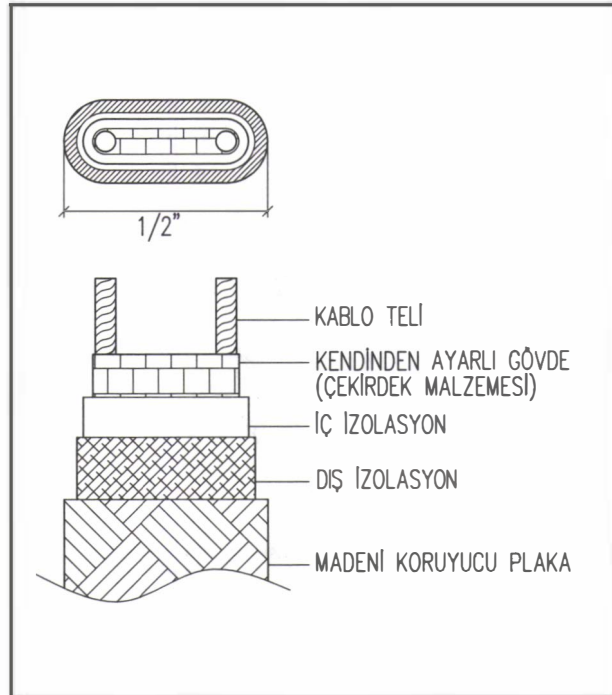
paralel olarak ilerleyen iki bakır telden oluşur. Bakır teller ısıtıcı eleman değildir, tellerin tek görevi ısıtıcı boyunca polimer çekirdekte voltaj potansiyeli sağlamaktır. Çekirdek içerisinde bir telden diğerine geçen elektrik akımı sayesinde ısı elde edilir.

Şerit ısıtıcı uzunluğu boyunca borular ile temas edecek şekilde monte edilmelidir. Polimer çekirdek, boru tarafından ısıtıldığında genişler ve iletken yollar mikroskobik olarak küçülür.

Çekirdeğin termal genişlemesi artan boru sıcaklığıyla birlikte arttığı için, daha fazla elektriksel yol ayrılır ve direnç artar; böylece sistem termal olarak stabil hale gelene kadar ısı kapasitesi azalır. Boru sıcaklığı düştüğü zaman bu proses tam tersine döner; çekirdek yeni yollar yaratır. İletken yolların sayısı arttığı için, elektrik akımına karşı direnç azalır ve şerit ısıtıcı ısı üretmeye başlar.

Bu çekirdeğin moleküler hafızasının kendiliğinden ayar karakteristiğidir, boru boyunca her noktada çekirdek bağımsız olarak termal değişikliklere karşılık verir. Çalışma esnasında kendiliğinden ayar yapan ısıtıcı boru, üzerinde meydana gelen ısı kaybını karşılar ve böylece suyun sıcaklığını kaynaktan sıcak su hattının sonuna kadar korur (ısı kaynağı konvansiyonel ısıtıcı).

Besleme hattı üzerinde su sıcaklığı korunduğu için konvansiyonel sirkülasyon sistemine gerek yoktur. Kendiliğinden ayar yapan ısıtıcılar ticari yapı endüstrisi için oldukça yeni olmalarına rağmen, endüstriyel uygulamalarda boru içinde akışkanların sıcaklıklarını korumada oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Isıtıcının yapısı Şekil 2.12'de gösterilmiştir.



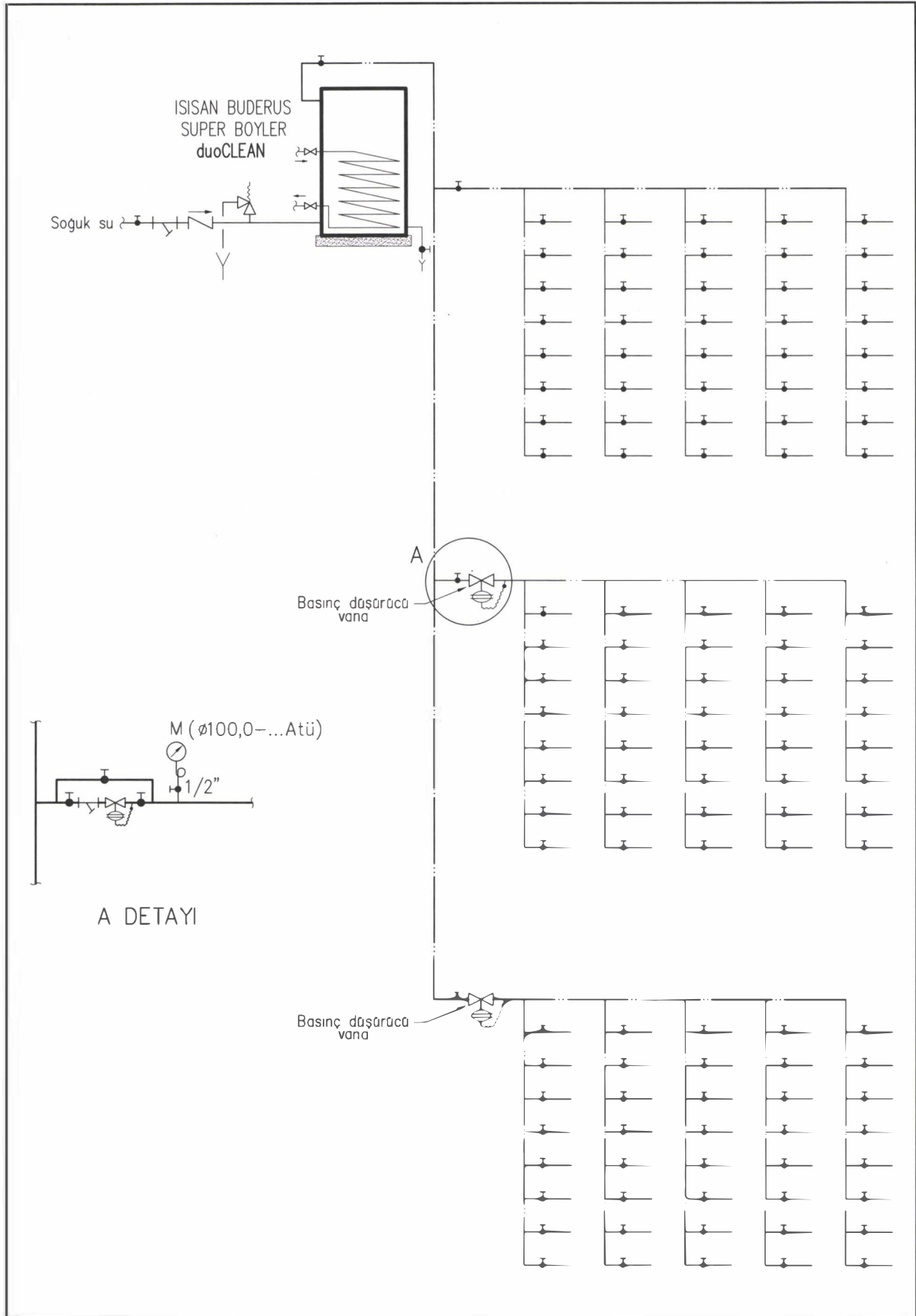
Şekil 2.12. KENDİNDEN AYARLI ISITICI DETAYI

2.2.3.1. Tek Borulu Sistemin İki Borulu Sistemle Karşılaştırılması

Konvansiyonel sıcak su sistemleri; su ısıtıcısı (gerekli olduğunda sıcak su depolama tankı ile beraber), besleme boruları, sirkülasyon boruları ve sirkülasyon pompasından oluşan iki borulu sistemlerdir. Kendiliğinden ayar yapan ısıtıcıya sahip olan sistemlerse; su ısıtıcısı (gerekli olduğunda sıcak su depolama tankı ile beraber), besleme boruları ve ısıtıcıdan oluşan tek borulu sistemlerdir. Tek borulu sistemde su ısıtıcısının (ve depolama tankının) görevi iki borulu sistemdekine aynısıdır. Amaç, soğuk su beslemesini istenen sistem sıcaklığına ulaştırmaktır. Her iki sistemde de ısıtıcıların kontrolü aynıdır. Soğuk su sistem sıcaklığına çıkarıldığında kendiliğinden ayar yapan ısıtıcı su sıcaklığını besleme borusu boyunca korur. Besleme borusu boyunca ısı kaybının olduğu noktalarda, kendiliğinden ayar yapan ısıtıcı ısı kaybını karşılar. Su sıcaklığı sürekli korunduğu için sirkülasyon borularına, ayar vanalarına, sirkülasyon pompasına ve kontrol ekipmanlarına gerek yoktur.

2.2.3.2. Avantajlar

- Düşük montaj maliyeti; Tüm sirkülasyon borularının ve izolasyonlarının, sirkülasyon kolon kontrol vanalarının ve ayar vanalarının, sirkülasyon pompalarının ve aksesuarlarının kalkması sayesinde montaj maliyetlerinin düşmesi tek borulu sistemlerin en açık avantajlarından biridir.
- Düşük enerji tüketimi; Tek borulu sistemler iki borulu sistemlere göre daha az enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Sirkülasyon sisteminde, sirkülasyon borularındaki su sürekli olarak ısı kaybeder, bu da ısıtıcı tarafından karşılanır. Sirkülasyon pompasının kullanılmaması da önemli bir enerji tasarrufu etkenidir.
- Sistem tasarımı kolaylığı; Tek borulu sistem konvansiyonel çift borulu sisteme göre daha kolay tasarlanır. Seçilecek ve çizilecek boru sayısı daha azdır Kendiliğinden ayar yapan ısıtıcı şeritler yüksek yapıların sıcak su tasarımlarında kullanıldıklarında çok büyük fayda sağlar. Örneğin yüksek binalardan kurtulmak için 3 dikey zondan oluşan yüksek bir yapı olduğunu düşünelim. Konvansiyonel bir tasarımda her zon için ayrı bir su ısıtıcısı monte edilmeli ve her zon sistem içinde birbirinden ayrı olmalıdır. Konvansiyonel sıcak su sisteminde, her zondan merkezi ısıtıcıya gelen basınçlar birbirinden farklı olduğu için, merkezi sistem tasarlamak mümkün değildir. Tek borulu sistemde sirkülasyon sistemi olmadığı için, Şekil 2.13'te görüldüğü gibi merkezi su ısıtıcısına sahip merkezi sistem tasarımı yapmak mümkündür. Su ısıtıcısı binanın tepesinde bulunmalıdır. Su ısıtıcı eğer binanın zemin katında bulunursa aşırı yüksek basınçlara maruz kalır.



Şekil 2.13. TEK BORULU MERKEZİ SİSTEM

2.2.4. MERKEZ İÇME SUYU TESİSATI

Ofis amaçlı yüksek yapılarda çay ocağında ve içme suyu pınarlarında içilebilir temiz su gereklidir.

Bu amaçla bağımsız merkezi bir sistem yapılması gerekir. Burada içilebilir temiz su kaynağı iki türlü oluşturulabilir.

- Dışardan Tankerlerle Besleme: Tanker bağlantı ağzından su, paslanmaz çelik depoya alınır. Depodan pompa veya hidroforla sisteme basılan su, ince filtreden ve ultraviyole cihazından geçirilir.
- Şehir Şebekesinden Besleme: Şehir şebekesinden gelen su önce arıtılır. Bu amaçla su sıra ile kum filtresi, aktif karbon filtre, ince filtre ve ters osmoz cihazından geçirilir. Paslanmaz çelik depoda toplanır. Sisteme basılan su burada da ultraviyole cihazından geçer.

Her iki sistemde de temiz içme suyu ayrı bir paslanmaz çelik depoda depolanır. Bu depodan alınan su hidroforla kullanım yerlerine ayrı bir boru şebekesi ile ulaştırılır.

Borulamada bakır boru kullanımı ve pompalamada özel paslanmaz çelik veya eşdeğeri hijyenik pompaların kullanımı tercih edilmelidir. Bu sistemde düşey doğrultuda zonlama gerekir. Ara depoların da paslanmaz çelik olması şarttır. Temiz içme suyu tesisi mümkün olduğu kadar basit olmalı ve az armatür kullanılmalıdır.

2.3. PİS SU TESİSATI

Yüksek yapıların düşey pis su kolonlarında çok yüksek hızların oluşacağı düşünülür. Tesisat mühendisine her zaman kolonun en altındaki bu yüksek hızlardan nasıl korunacağı sorulur.

En alttaki fittingsleri patlamaya veya kırılmaya karşı nasıl koruyacağı sorulur. Halbuki yüksek hızlara karşı taban fittingslerini koruyacak özel önlemlere gerek yoktur. Çünkü aşırı yüksek hızlar zaten oluşmamaktadır.

2.3.1. GENEL TANIMLAR

2.3.1.1. Terminal Hız

Pis su tesisatında; yatay branşmandan kolona olan su akış hızına, kolon fittings tipine, kolon çapına ve üst katlardan kolona olan akışa bağlı olarak, branşmandan kolona boşalan su bağlantı noktasında kolon kesitini tamamen doldurabilir veya doldurmayabilir.

Su kolona girer girmez $9,81 \text{ m/s}^2$ değerinde yer çekimine bağlı bir ivme ile hızlanmaya başlar ve çok kısa bir mesafe içerisinde borunun iç çeperinde bir tabaka oluşturur. Bu olayı içi boş bir su silindirin benzetebiliriz. Bu, çekirdeği hava olan, su tabakası boru çeperindeki sürtünme kuvveti yerçekimi kuvvetine eşit olana kadar hızlanmaya devam eder.

Sürtünme kuvveti hızın karesi ile orantılıdır. Böylece akışa karşı direnç hızla artar.

Sürtünme kuvvetinin yer çekimi kuvvetine eşit olduğu noktada su filmi pratik olarak değişmeyen bir hızla düşmeye devam edecektir. Bu ulaşılan düşey hız “terminal hız” olarak adlandırılır ve terminal hızla ulaşım mesafesi “terminal mesafe” olarak adlandırılır. Terminal hız ve mesafe aşağıdaki bağlantılarla bulunabilir:

$$\text{Terminal hız} \quad V_t = 1,96 \times (q / d)^{0,4}$$

$$\text{Terminal mesafe} \quad L_t = 0,17 \times V_t^2$$

q = Akışkan debisi (l / dakika) d = Kolon çapı (mm)

Bu terminal hızın yaklaşık olarak $3,0 - 4,5 \text{ m/s}$ olduğu ve giriş noktasından $3,0 - 4,5 \text{ m}$ uzakta ortaya çıktığı görülebilir.

100 katlı bir binanın kolonunun en alt noktasındaki suyun hızı, 3 katlı bir binanın kolonunun en alt noktasındaki hızdan sadece ihmal edilebilecek kadar büyüktür.

Kolonların çapı ve yüksekliğini sınırlamak için bilimsel bir sebep yoktur ve kolon düz olarak, $\approx 300 \text{ m}$ veya daha uzun aşağıya doğru inebilir. “Hız freni” olarak adlandırılan önlemler tamamen gereksizdir ve hatta tam tersine kolonda büyük pnömatik basınç dalgalanmalarına sebep olur.

2.3.1.2. Kolon Yön Değiştirmeleri

Bir kolonda 45°C 'den daha büyük bir açı ile yön değiştirme olursa problem yaşanır. Düşeyden yataya dönülen dirsekte, yatay boru girişinde suyun akış hızı, bir yatay boruda üniform akış şartlarında boru kesitinin tam veya yarım dolduran suyun akış hızına göre, çok daha fazladır.

Su dirsekteki dönüş noktasına ulaştığında, orijinal düşey akış yönüne dik bir doğrultuya döndürülür ve yatay boruda birkaç çap uzunluğunda göreceli olarak yüksek hızlı akış devam eder.

Yatay borunun eğimi, suyun dirseğe ulaştığı andaki düşey koldaki akış hızını devam ettirmeye yeterli olmadığından, yatay borudaki su akış hızı giderek azalır. Bu hız azalmasıyla orantılı olarak da, boru içindeki suyun yüksekliği (kalınlığı) artar.

Bu hızdaki yavaş azalma ve buna karşı gelen yatay borudaki su yüksekliğindeki artış kritik bir noktaya ulaşana kadar devam eder.

Söz konusu kritik noktaya ulaşıldığında suyun yüksekliği aniden artar. Yükseklikteki bu ani artışa “Hidrolik sıçrama” adı verilir (Şekil 2.14).

Hidrolik sıçramanın oluşabileceği mesafe değişkendir. Bu mesafe, giriş hızına, yatay boruda mevcut bulunan su derinliğine, boru pürüzlülüğüne, boru çapına ve eğime bağlıdır.

Hidrolik sıçrama hemen dirsek yakınında olabileceği gibi, dirsekten 10 kolon çapı kadar aşağıda da olabilir. Yatay akışın çapı kolondan daha büyük ise daha az sıçrama olur.

Yatay akışın eğimini arttırmak da sıçramayı minimize eder. Hidrolik sıçrama gerçekleşip akış boru kesitini doldurduğu zaman, boru tamamen dolu olarak ve boru üstüne doğru su ile birlikte sürüklenen büyük hava kabarcıkları ile beraber, akma eğilimi gösterir. Borunun sürtünme direnci, hızı (düzenli akış şartlarındaki hıza) yavaşlatana kadar akış kabarak devam eder.

Kolondaki 45°'den büyük her dönüş binanın her katında hidrolik sıçrama meydana getirebilir. Hidrolik sıçrama meydana gelip de uygun bir havalandırma sağlanamamışsa, sıçramanın arkasında çok yüksek pnömatik basınçlar meydana gelir.

Bazı olaylarda bu 25 mmSS mertebelerindeki yüksek basıncın kolon boyunca 12 m'ye kadar etkili olduğu görülmüştür. Üzerinde önemle durulması gereken konu, bu yüksek basınçların sadece yeterli havalandırma sağlanmadığı durumlarda ortaya çıkmasıdır.

Hiçbir şekilde, bir dirseğin üzerindeki katta bulunan kullanma yerlerinin pis su giderleri, dirsek üst tarafında kalan kolona direkt olarak bağlanmamalıdır. Bu kullanma yerleri yatay boruya dirsekten en az 10 çap kadar sonra bağlanmalı (Şekil 2.15) veya daha da iyisi,

Şekil 2.16'da görüldüğü gibi, tekrar düşeye dönüldüğünde düşey kolona dirsekten en az 600mm mesafede bağlanmalıdır.

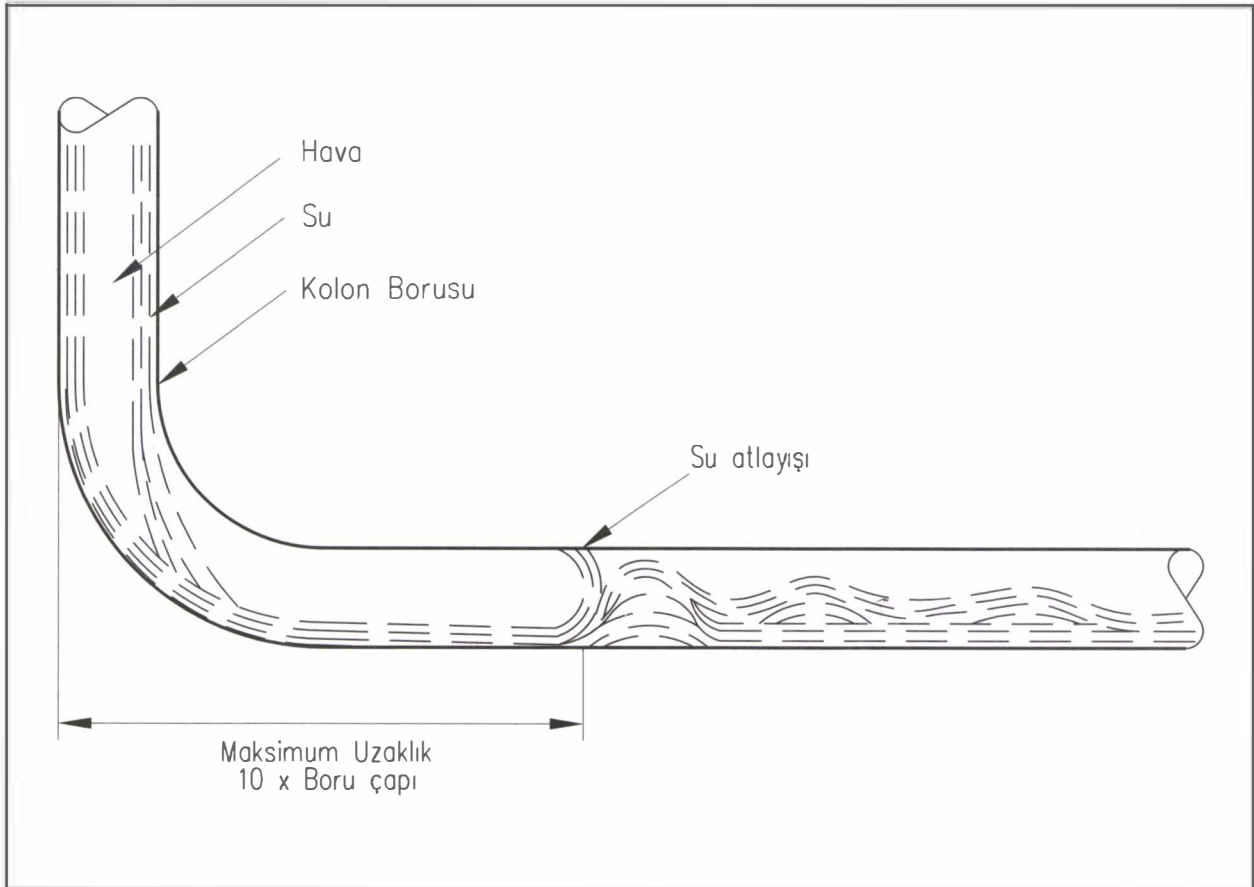
Şekil 2.17'de kolon kayması halinde kolon boyutlandırması görülmektedir.

Yüksek yapılarda pis su tesisatında bina içinde ve özellikle kolonlarda pik döküm mufsuz boru kullanmak, ses ve ömür açısından tavsiye edilir. Pik boru dayanıklıdır. Yüksek yapılarıdaki büyük düşüş nedeniyle dayanıklılık ön plandadır.

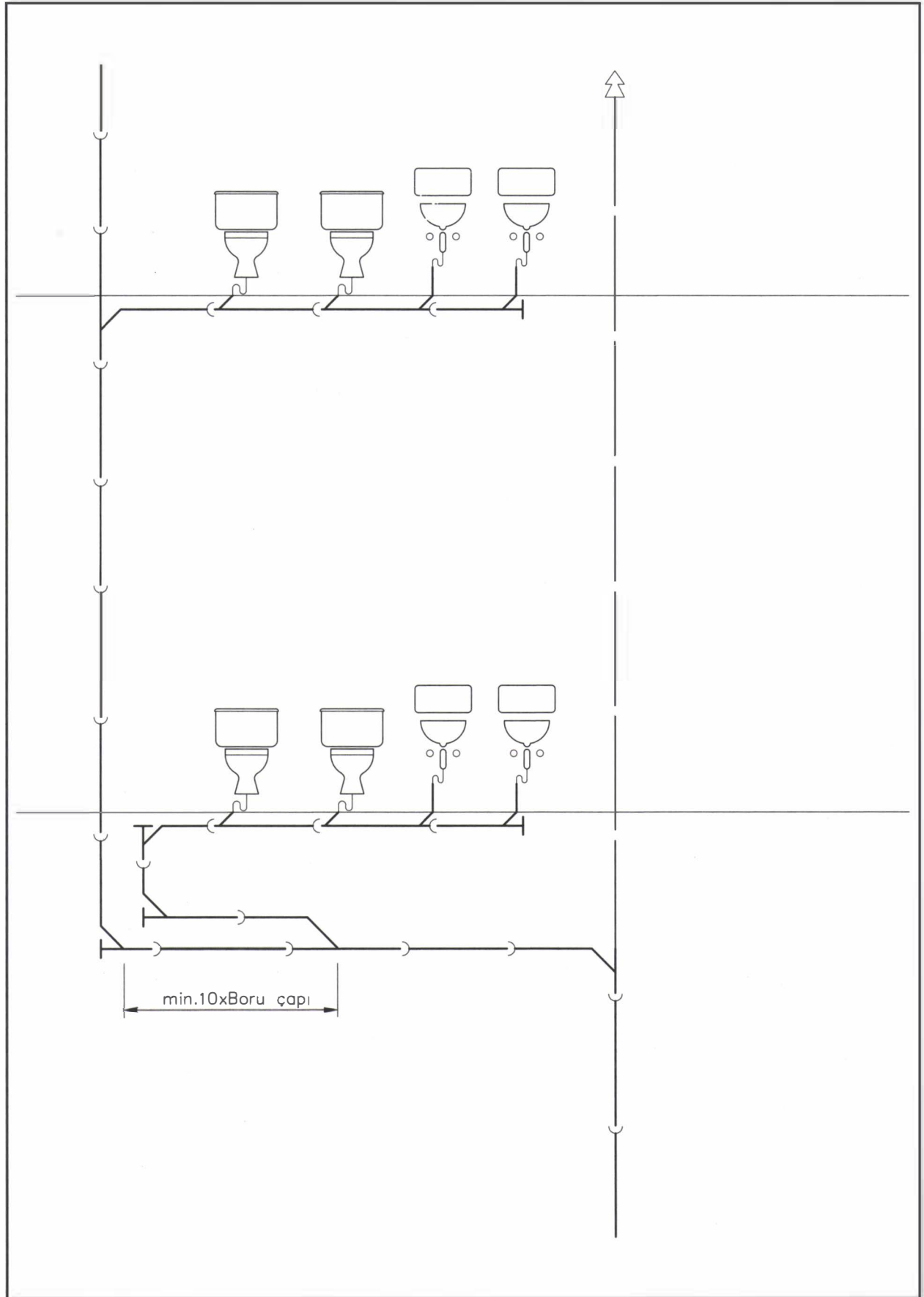
Bu bakımdan pik boru tercih edilir. Mufsuz borular ise hızlı montaj ve bakım onarım kolaylığı avantajı yüzünden tercih edilir. Şekil 2.18'de şematik olarak örnek bir yüksek yapı pis su tesisatı verilmiştir. Kanalizasyon seviyesi altındaki bodrum kat pis suları bir pis su çukurunda toplanıp, pompa ile kanalizasyona basılmaktadır.

Bu pis su çukuru havalandırılmaktadır. Kule bölümünde yardımcı havalık kolonları mevcut olup en üstte bunlar birleşmektedir. Kesikli çizgiler havalık borularını göstermektedir. Ayrıca katlardaki sıra tuvaletler bir yardımcı havalık borusu ile ana kolona bağlanmaktadır.

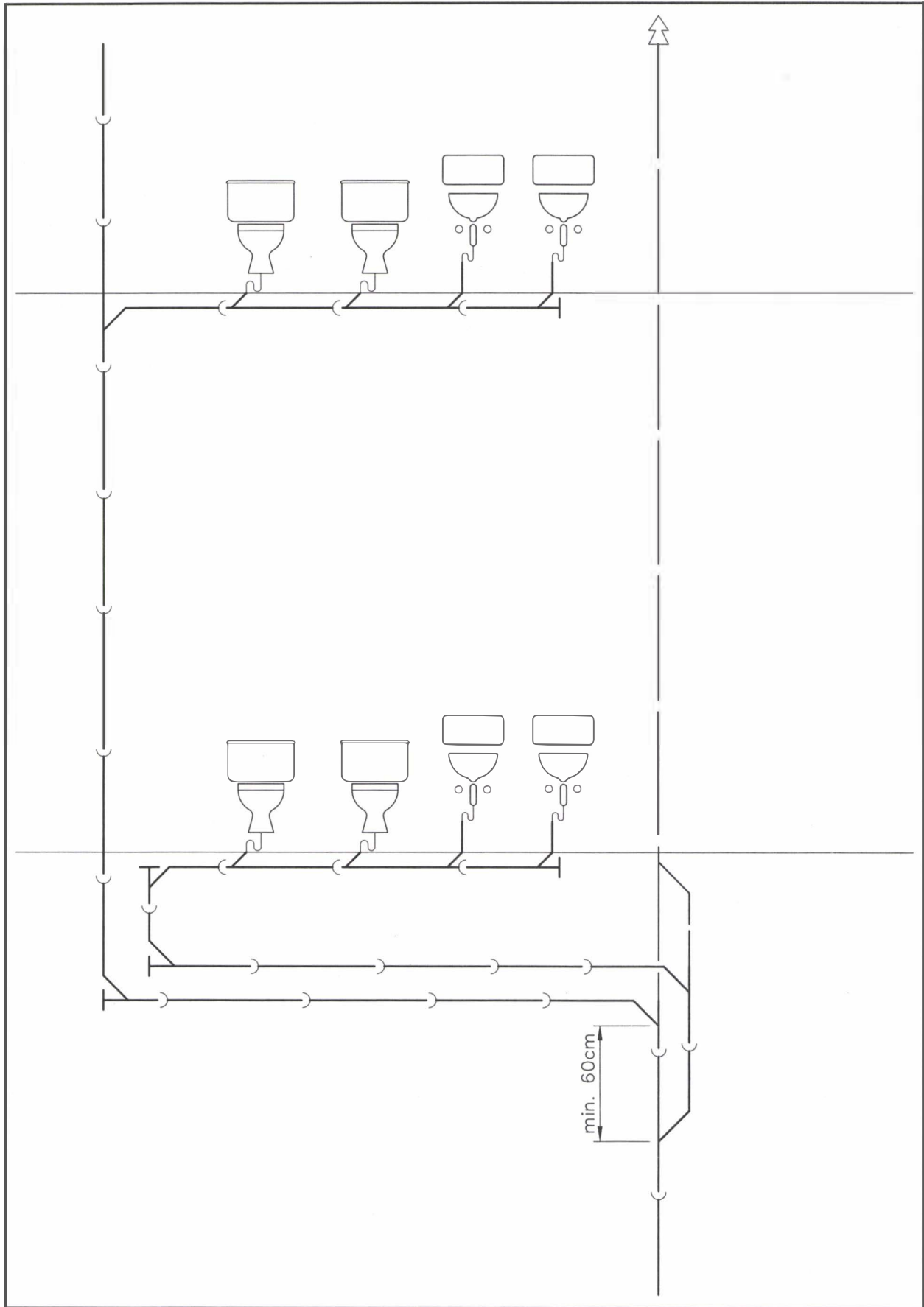
Yatay pis su borularında her dirsekten ve yatay ya da düşey branşman bağlantısından sonra temizleme kapakları monte edilmelidir.



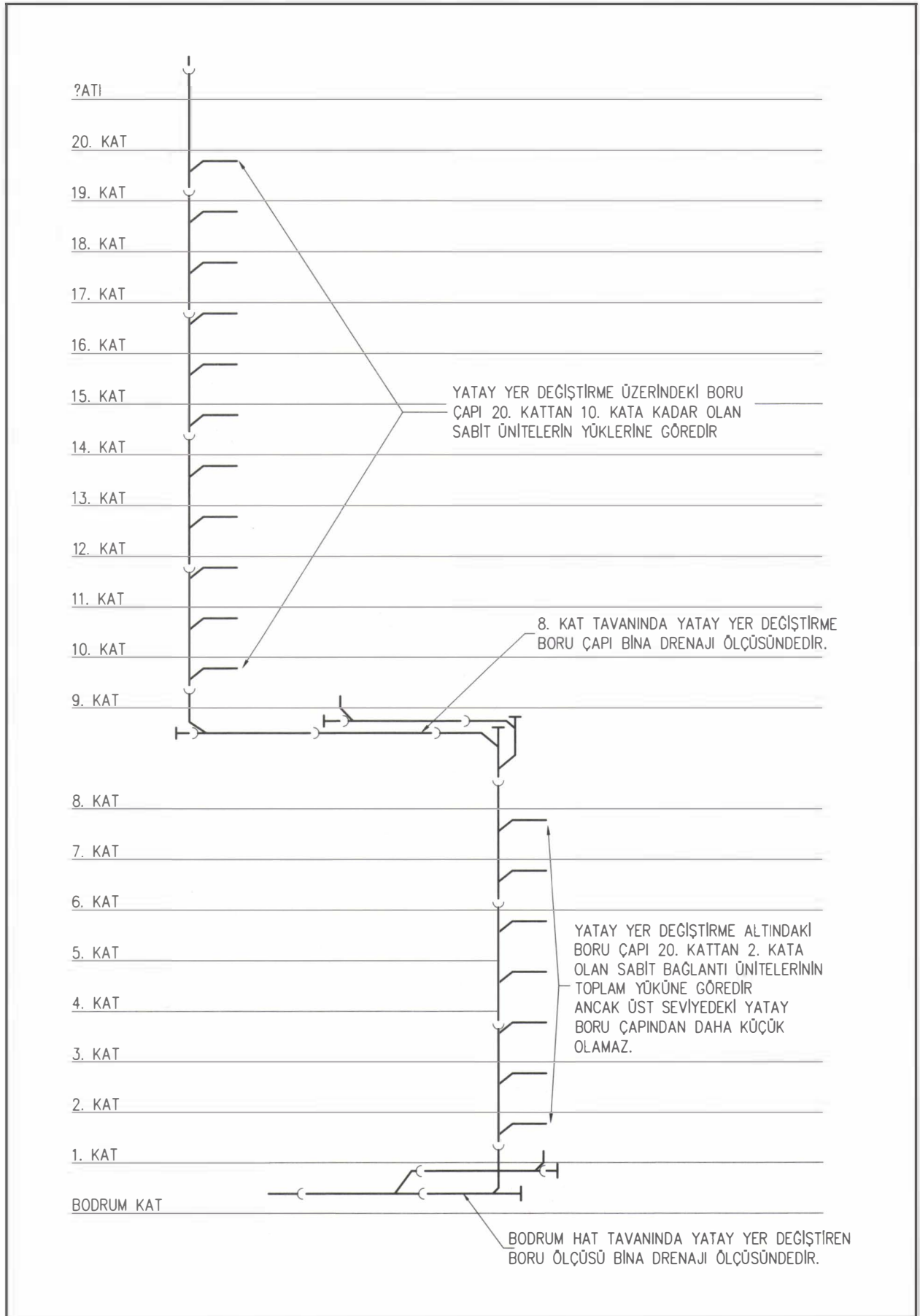
Şekil 2.14. YATAYA YÖN DEĞİŞTİRMEDE HİDROLİK SIÇRAMA



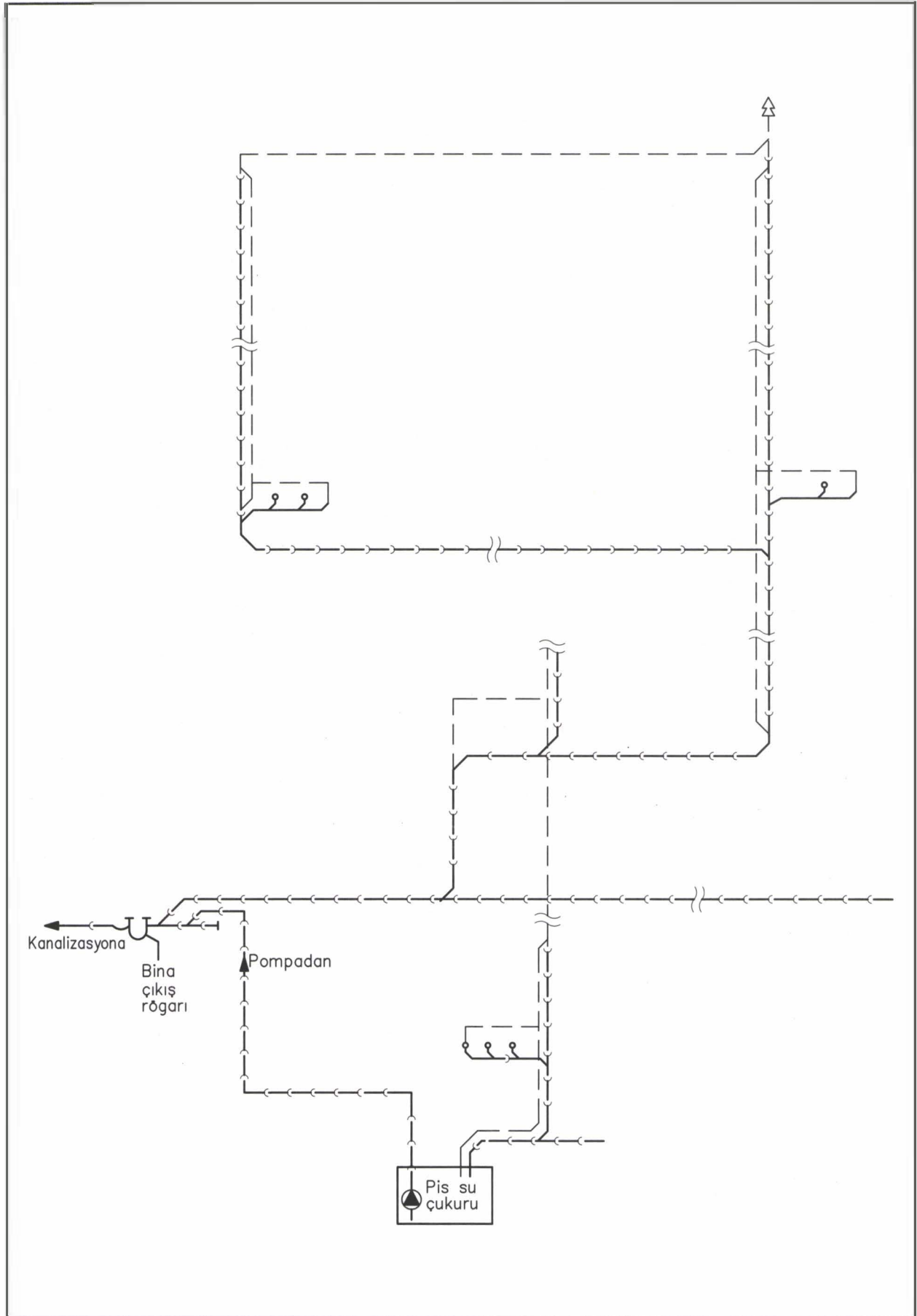
Şekil 2.15. KAYMA HALİNDE YATAY HAT ÜZERİNDEKİ
DİREKT BAĞLANTILAR İÇİN BORULAMA (Alternatif 1)



Şekil 2.16. KAYMA HALİNDE YATAY HAT ÜZERİNDEKİ
DİREKT BAĞLANTILAR İÇİN BORULAMA (Alternatif 2)



Şekil 2.17. YATAY YER DEĞİŞTİREN KOLON BOYUTLANDIRMASI



Şekil 2.18. ÖRNEK YÜKSEK YAPI PİS SU TESİSATI ŞEMASI

2.3.2. PİS SU TESİSATININ HAVALANDIRILMASI

Yüksek yapılarda pis su tesisatında en önemli konu havalandırmadır. Bu amaçla pis su kolonuna paralel yardımcı havalık kolonu kullanılmalıdır. Çok katlı bir bina için pis su havalandırma borusu dizaynında biraz daha önleyici tedbirlerin alınması gerekir. Bu havalandırma borusunun ana amacı katı atıkların boru içinde oluşturduğu fazla basınç dalgalanmalarını gidermektir. Suyun akışının bütün hidrolik kurallarına uyulması gibi, hava akışı da bütün gaz kurallarına uyar. Borunun uzunluk ve çapı, sıhhi tesisatta oluşabilecek basınç dalgalanmalarını sifon bağlantılarının sayesinde maksimum ± 25 mm su sütunu oynama ile giderebilecek şekilde dizayn edilmelidir. Su çok katlı bir binanın sıhhi tesisat sistemi içinde akarken, drenaj sistemi içinde ve havalandırma bacası içinde sürekli basınç dalgalanmaları meydana getirir. Ana drenaj sisteminin alt tarafında bulunan havalandırma kolonundan yapılan dallanmalar her zaman bu dalgalanmaları gidermez. Kesin olarak belirlenmemiş sebeplerden dolayı, on veya daha fazla kat bağlantısını içeren pis su kolonlarında fazla basınç dalgalanmaları meydana gelmektedir. Pis su kolonu içinden geçen basıncı çeşitli aralıklarla yerleştirilmiş olan çıkış havalıkları ile dengelemek bunun için çok büyük önem taşır. Binalardaki 10 veya daha fazla kata hizmet veren kolonlar için en üstten başlayarak aşağıya doğru her 10 branşmanda bir çıkış havalık bağlantısı yerleştirilmelidir. Havalığın alt ucu, kolonu branşman bağlantısının altından alınmalı ve üst uç kısmı, kolona döşemeden en azından 1 m üstünde bağlanmalıdır. *Şekil 2.19*'da havalıkların kolon bağlantısı ve *Şekil 2.20*'de 10 veya daha fazla dallanma içeren kolonların havalıkları gösterilmiştir.

a. Genleşme ve Büzüşme: Göz önünde tutulması gereken bir başka sorun ise kolonların genleşmesi ve büzüşmesidir. Bugüne kadar sıcaklık değişiklikleri sebebiyle kolonların genleşme veya büzüşmesinden meydana gelen herhangi bir kırılma kayıtlara geçmemiştir. Suyun akışının boru içinde sürekli olmayışı, sıcaklık değişikliklerinden borunun olumsuz yönde etkilenmesini engellemektedir. Bir yüksek yapıda daha da önemli ve tehlikeli olan ve daha çok üzerine gidilen sorun, binanın alt kısımlarının kısılmasıdır. Üst yapının büyük ağırlığı nedeniyle alt katlardaki kısılmanın 60 katlı binada 50 mm kadar olabildiği gözlenmiştir. Kalafatlara ara levhası veya conta konulması yoluyla bu tür problemler çözülmüştür. Meydana gelebilecek kısılma ve uzamalara karşı önlem alabilmek için statik mühendisine danışılmalıdır.

b. Sabun Köpüğü Basıncı: Köpürme yeteneği olan deterjanların bulaşık makinesi, mutfak lavabosu gibi yerlerde kullanılması, yüksek yapılarda önemli problemler yaratmıştır. Bina içinde üst katlardan gelen atık su akışı içinde deterjan olduğu zaman, köpük üreten maddeler yoğun şekilde kolon içinde su ve hava ile

karışır. Bu karışımı oluşturan köpükler kolon içinden aşağıya doğru akar, drenaj sisteminin alt kısmında toplanır ve 45° 'nin üzerinde yön değiştirme olan bölgelere yapışır. Köpükten daha ağır olan sıvı atıklar köpüğün arasından bunları taşımadan akar gider. Atıklarla beraber taşınan hava, köpükleri sıkıştırır ve onları uygun bir çıkış yoluna taşınmaya zorlar.

Çıkış yolu, binanın ana drenaj hattı veya buna bağlı herhangi bir hat, havalandırma ana kanalı veya bu kanalın dalları olabilir. Bu çıkış yolu konumuna ve boyutlarına bağlı olarak her zaman akışa elverişli olmayabilir veya hidrolik sıçrama ile tıkanabilir.

Bu durumda köpük yüksek basınç yaratarak gereçlerin sifonlarındaki su yüksekliğini yener ve gereçlerden köpük yükselir. Meydana gelen bu yüksek köpük basıncı aynı zamanda tesisatın bağlantı ve ek yerlerinde sızıntılara yol açabilir. Yüksek köpük basıncı bölgeleri yatay ve düşey olarak yüzey normali ile 45° 'den büyük açı yapan her hatta gerçekleşebilir.

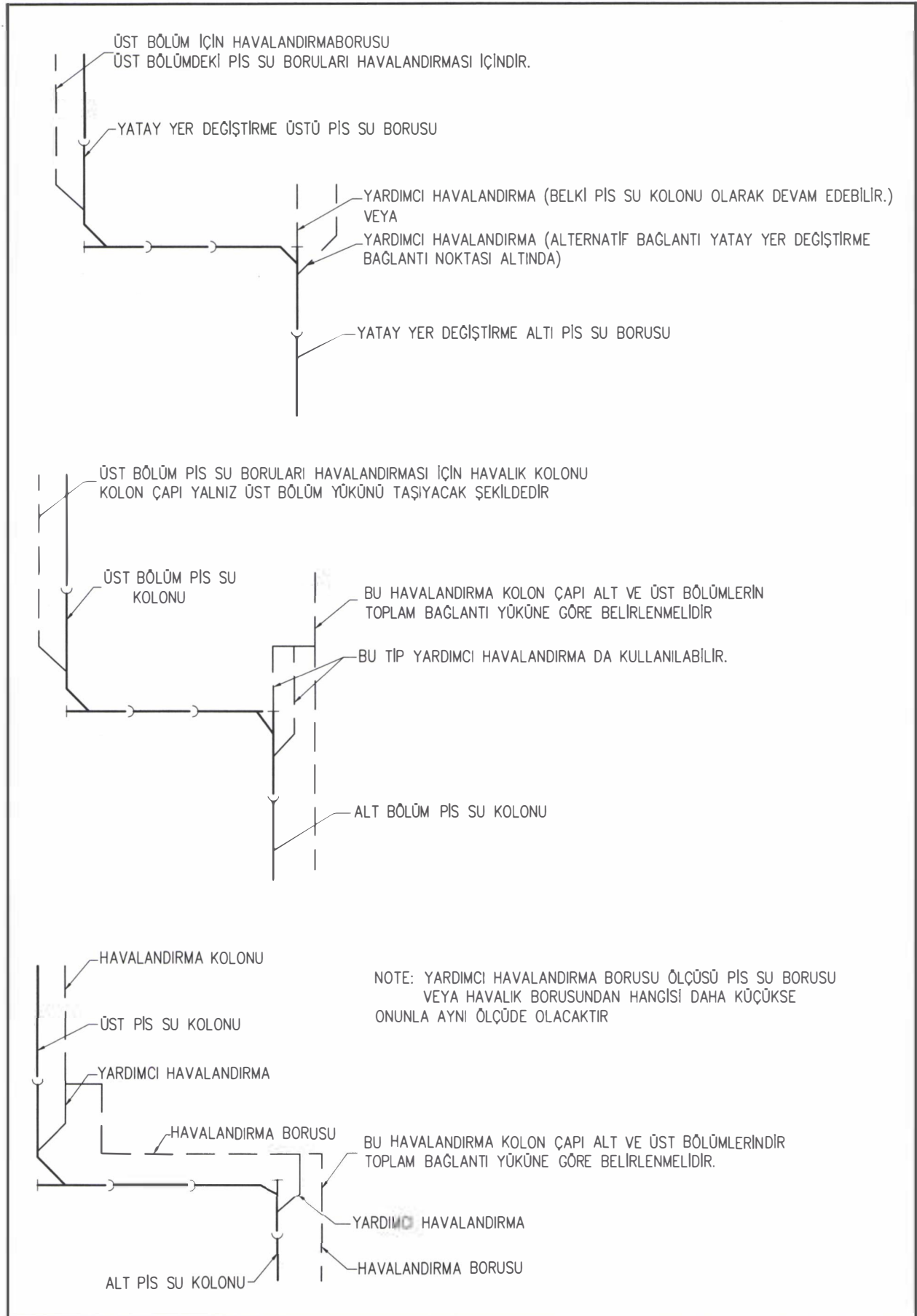
Havalandırma kolonlarının ana hatları veya havalandırma kolonu dalları yüksek basınçlı köpükler için çıkış yolu teşkil edebilir. Bunlar genellikle boyut olarak köpüklerin akışına karşı yetersiz boyutlardadır. Havalandırma boru hattı, boyutlandırma tabloları, hava akış kapasitesi baz alınarak hesaplanmıştır ve bu tablolar daha geniş olması istenilen köpük akışını sağlamak için gerekli olan değerleri göstermez.

Bu tablolara göre imal edilen havalandırma boru hatları köpük akışı için elverişsiz olmakta ve sistem için gerekli basınç çıkış yolunun temini için yetersiz kalmaktadır. Eşit akım oranları ve basınç kayıpları için köpüklü su kullanılan yerlerdeki havalandırma borusu çapı normal hava tahliye çapına göre %20 ile %80 arası daha fazla seçilmelidir.

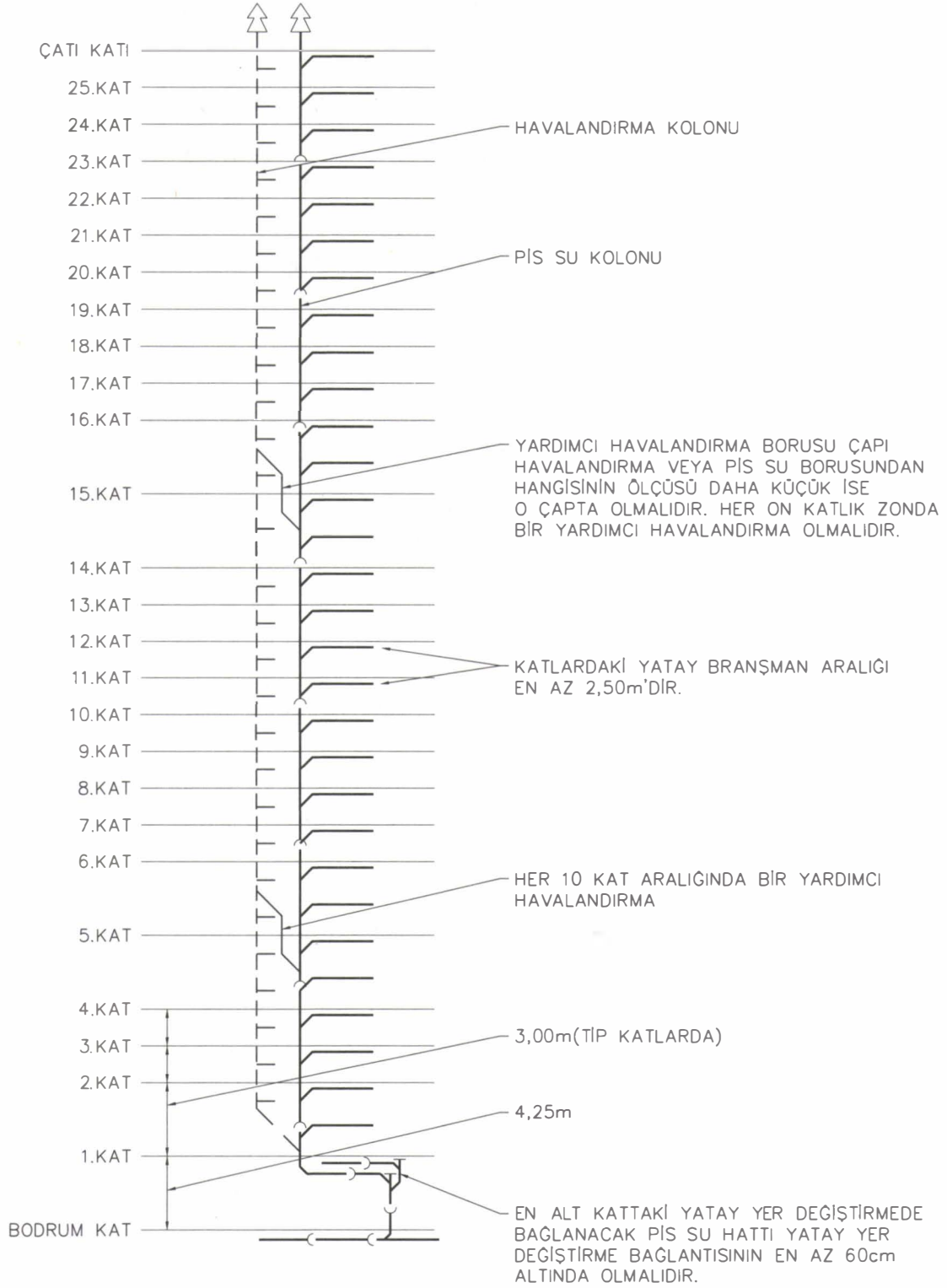
Bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, mutfak lavabosu veya köpük üreten deterjanların bağlantı noktalarından kolona ulaşması halinde, köpüklerin, köpük basıncının mevcut olduğu bölgeden, drenaj ve havalandırma borusu alt bağlantıları veya bağlantı üst saptırmasını kullanarak tesisatın başka bölgelerine geçmesi engellenmelidir.

2.3.3. ISLAK KOLONLAR

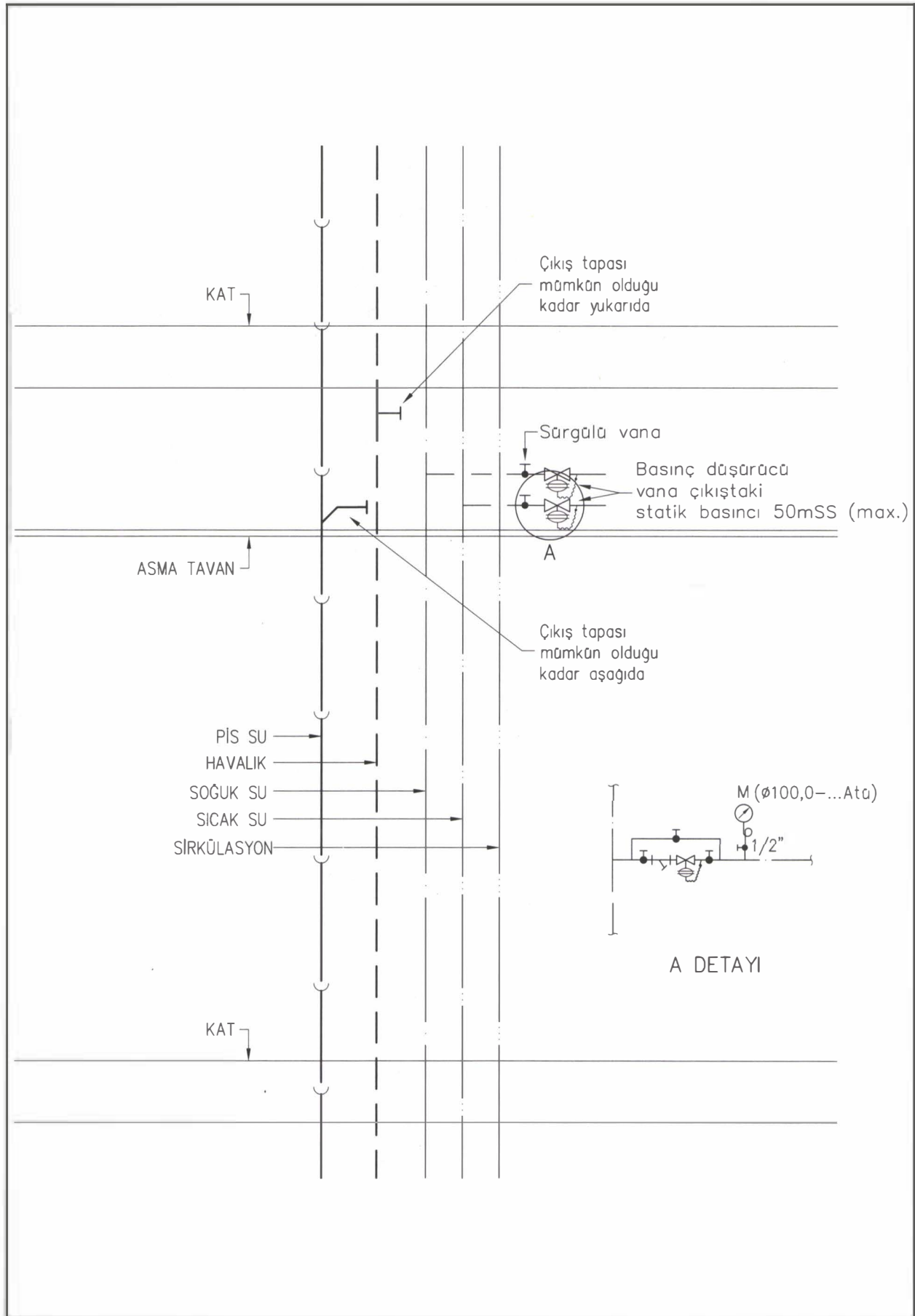
Çok nadiren gerçekleşen bir olay olmasına karşın eğer çok katlı bir ofis binasının bütün katları binanın proje ve dizayn aşamasında kiralanmış ise ayarlamalar ona göre yapılır. Ancak genellikle kiracıların özellikleri ve tesisat ihtiyaçları binanın tasarım aşamasında genelde bilinmez. Eğer başlangıçta gerekli öngörüler yapılmamış ve rezervler bırakılmamışsa bu gelecekte oluşacak ihtiyaçları karşılamak için gereken hizmetin verilmesini aksatabilir. Bu problem "ıslak kolonlar" olarak adlandırılan sistemin tesisata bağlanması ile çözülmüştür. Gelecekteki kiracılar ve ilave gereçler için sağlanan ıslak kolonlar, bir pis su ve havalık kolonu ile bunların her katta kör tapa takılmış bağlantı uçlarını içerir.



Şekil 2.19. YATAY YER DEĞİŞTİREN KOLONLARDA HAVALANDIRMA



Şekil 2.20. ON KATTAN YÜKSEK KOLONLAR İÇİN HAVALANDIRMA



Şekil 2.21. TİPİK ISLAK KOLONLAR

Ayrıca her katta ucunda vana olan çıkışları içeren sıcak, soğuk temiz su ve sirkülasyon suyu kolonları temin edilmelidir (Şekil 2.21). Aşağıda belirtilen öneriler kolonların ve çıkışların tatmin edici şekilde yerleştirilmesini ve boyutlandırılmasını sağlamaktadır:

- Islak kolonlar yaklaşık olarak sıhhi tesisatın 4 - 5 m açığında veya gelecekte kullanılması olasılığı olan en uzak gereçten en fazla 22 - 25 m yatay boru mesafesinde bulunmalıdır.
- Bir ıslak kolon da restorani beslemek üzere boyutlandırılmalıdır.
- Sıcak su vanalı çıkışlar, bransman uzunluğu kolondan veya ana hattan 15 m mesafeyi geçmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Eğer bu olanaksızsa, bransman hattına sirkülasyon imkanı sağlanmalıdır.
- Basınç düşürücü vanalar sıcak ve soğuk su vana çıkışına statik basıncın 48 mSS'ni geçtiği durumlarla bağlanmalıdır.

2.4. YAĞMUR SUYU

Yüksek binalar için uygulanacak olan yağmur suyu sistemi tasarımı için üzerinde önemle durulması gereken bazı noktalar vardır. Bir çok binada yükseklik arttıkça daralan bir mimari vardır. En üst çatıdaki drenaj gibi alt çatılarda da çatı drenajı yapılmalıdır. Yüksek çatıdan aşağıya doğru gerçekleşen kolondaki su akışı daha aşağı bir çatıdaki akışı etkileyebilir. Bu olay ihtiyatsız bir tasarımcı için problem yaratabilir. Yatay dönüş hattında bulunan hava hidrolik sıçramadan dolayı sıkışır ve aşağı çatı drenajından bu yüksek basınç alanına olan her bağlantıda geriye doğru fıskiye şeklinde bir su püskürtmesi oluşur. Aynı oluşum yağmur suyu bina drenajlarının yüksek basınç bölgelerine bağlantılarında da meydana gelebilir. Düşük seviyedeki bir drenajın yüksek basınç alanını boşaltma olarak desteklemesi problemini ortadan kaldırmak için, her düşük çatı veya alan drenajı, yatay dönüş hattının en az 0,6 m altından olacak şekilde bağlanmalıdır.

Birçok uygulamada, klima sistemlerinin soğutma kuleleri veya su tankları çatının tam üstüne veya yukarısına yerleştirilir. Çatı drenajları bu aletlerden dışarı atılan drenajları toplamak için de kullanılır. Bu şartlar altında çatı drenajı ve yağmur kolonları bu akış oranlarını karşılayacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

Çatı drenajına bağlantıda mutlaka bir genişleme elemanı veya yatay kayma hattı (offset) kullanılmalıdır. Burada amaç olası bir boru uzatması sonucu çatı drenajının yükselerek çatı su izolasyonunu bozmasını engellemektir.

Yağmur suyu tesisatı, boru tesisatları arasında en çok genişleme daralma hareketine maruz kalan tesisatlardan biridir, ancak en çok genişleyen değildir. Boru tesisatının hareketi, iç ortama göre sık sık değişiklik gösteren dış ortam sıcaklığına bağlıdır. Kışın, düşük sıcaklıktaki erimiş buz ve kar suyu 21°C veya daha sıcak iç ortamda bulunan

drenaj hattına akar. Yağmur suyu boru tesisatı içinde düşük sıcaklıklı sıvı akışı binanın boru tesisatının dış tarafında yoğunlaşmaya sebep olur. Bütün yağmur suyu borularının, yatay kayma hatlarında lekeli, kusurlu tavanların oluşumunu önlemek için; izole edilmesi tavsiye edilir. Yağmur suyu sistemi yüksek yapılar için genelde bir standart tarafından kapsanmalıdır. Ancak birçok standart konuyu kapsamaz ve yapılan bu ihmal kontrollü bir çatı akış drenajı tesisatının yapılmasını çoğu zaman engeller. Eğer çatı drenajı standart kapsamına alınmamışsa yetkililerle kontrollü akışlı çatı drenajını tartışmak oldukça önemlidir.

Geleneksel çatı drenajına göre, bir çok uygulama için kontrollü akışlı çatı drenajı, bu sistemi tavsiye etmeyi gerektirecek avantajlar içerir. Bina ne kadar yüksekse bu yöntemlerin uygulamada sağlayacağı ekonomik fayda o kadar artar. Ekonomi, inşaatçı firma için en önemli sırada yer alır. Fakat ekonomikliğinden de önemlisi, kontrollü çatı drenaj akış sistemi, su kirliliği ve şiddetli yağışlar sonucu meydana gelebilecek su baskınları ile mücadele etmenin en etkili yöntemidir. şiddetli yağmurlar esnasında katı atıkların atılması görevini üstlenen sistemler ortaya çıkan artış miktarı ile baş edemezler ve dolayısıyla çok büyük miktarlarda hiç bir işlem görmemiş ham katı atıklar, su yollarıyla ülkenin göllerine ve denizlerine akıtılır. Sıhhi tesisat ve lağım sistemlerinin mevcut olduğu yerlerde kontrollü akış sistemlerinin kullanılması su baskınlarını önlemek açısından da önemlidir. Yağmur suyu sistemleri kullanılarak, şiddetli yağışlar esnasında lağım kanalları içine giren akış miktarı azaltılarak lağım atıklarının sistem dışı bölgelere taşınması önenebilir.

Yağmur suyu tesisatında dikkat edilmesi gereken notlar aşağıda sıralanmıştır.

- Yağmur tesisatı ayrı yapılmalıdır.
- Bina içersinden geçen yağmur suyu boruları üzerine testten sonra ısı izolasyonu yapılmalıdır.
- Kışın soğuk olan yağmur suyunun, boru üzerinde oluşturabileceği yoğunlaşmayı önlemek ve sesi azaltmak için yağmur suyu borularının üzerine izolasyon yapılması önerilir.
- Teras, çatı ve balkon süzgeçlerinden toplanan su önce bir çamur tutucudan geçirilerek, yağmur toplama depolarına bağlanabilir.
- Yağmur suyu buradan yağmur suyu kanalizasyonuna drenajla veya pompa ile verilebilir. Ayrıca bu su, bahçe sulama vs amaçları ile de kullanılabilir.
- Öte yandan garaj, kazan dairesi vb mahallerin yer süzgeçleri ayrı bir tesisatla toplanıp, önce hidrokarbon (benzin) ayırıcıdan geçirilir ve sonra yağmur suyu drenajına bağlanır.
- Ayrı bir yağmur suyu şebekesinin olmadığı yerlerde yağmur suyu tesisatı en son noktada pis su hattına bağlanmadan önce sifonla (derin ve temizlenebilir bir sifonla) bağlanmalıdır. Yazın koku ters yönde ilerleyip sızıntı yapabilmektedir.

2.5. BORULAR, VANALAR VE FİTTİNGSLER

Doğru malzeme seçimi yapılabilmesi açısından, borular, vanalar ve fittingslerin işletme basınçları belirlenmelidir. ABD’de çelik borularda, 250 mm çapa kadar borulardaki et kalınlıklarını gösteren standart Schedule 40 boru’dur. 300 mm çaptan daha büyük borular için kullanılan standart boruların et kalınlığı 9,5 mm’dir. Farklı boru çapları için izin verilen basınç değerleri ASME yayınlarından ve boru üreticilerinin yayınlarından bulunabilir.

Kullanılan vanaların proje gereklerini yerine getirip getiremeyeceği vana üreticilerinin teknik bilgilerinden kontrol edilmelidir.

Buhar sistemlerindeki kondens suyu borulaması veya kondenser su borulaması gibi korozyonun göz önünde bulundurulması gereken yerlerde daha yüksek et kalınlığı olan borular, basınç konusuyla ilgisi olmaksızın kullanılabilir.

Çelik harici malzemelerde kullanılmaktadır. 100 mm çapın altındaki borularda veya açık kondenser su borulamasında, korozyon problemi yaşanabilecek yerlerde genellikle bakır tercih edilir. Bakır boru kullanımı nadir olmakla beraber bakır boru demeti sıkça kullanılır. Bakır boru demeti kullanımını sınırlandıran ise, yüksek işletme basınçlarında dayanamayan ek yerleridir.

2.5.1. BORU TESİSATI TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Boru tesisatının tasarımı esnasında, binanın çelik konstrüksiyonu üzerinde etki eden, borulardaki genleşme, büzüşme ve borulara etki eden statik ve dinamik yükler göz önüne alınmalıdır.

Bina inşa edildikten sonra yapılacak periyodik denetlemelere dayanarak binanın konstrüksiyonunda düzenlemeler yapılabilir ve boru tesisatı üzerine kompensatörler, sabitleyiciler ve sismik emniyet elemanları yerleştirilebilir.

Hava sıcaklığındaki değişimlere veya pompalanan sıvının sıcaklığına bağlı olarak boruların uzayıp kışalmasına ek olarak betonarme binalarda karşımıza başka bir problem çıkabilir.

Bu problem zamanla betonun büzülmesi ve bina iskeletinin daralmasıdır. Betonarme binalar zaman içinde kat başına 3 mm kadar büzülebilirler. Oldukça küçük gözükse de bu kışalma 70 katlı bir binada 225 mm’ye ulaşmaktadır.

Bu boru hattı tesisatının tasarımı yapılırken, tasarımcının boruların altına ve üstüne, sabit noktalar arasına, boruların binanın iskeletine göre yeterli esnekliği sağlaması gerektiğini göstermektedir. Boru hattı tasarlanırken, inşaat mühendisinden betonun büzüşmesi sonucu borunun maruz kalabileceği daralma bilgisi alınarak tesisat ona göre yapılmalıdır.

2.5.1.2. Genleşme ve Büzüşme

Boru tesisatının farklı işletme dönemlerindeki hareketleri HVAC tasarım mühendisi tarafından önceden tahmin edilmelidir. Bu analizde boruların inşaat esnasındaki hareketi de dikkate alınmalıdır.

Boruların hareketinin getirdiği yük önemli olduğundan, boruların hareketinin binanın inşaat projesi yapılırken dikkate alınması çok önemlidir.

İnşaat esnasında bina ne ısıtılıp ne de soğutulacağından, borular çok fazla değişen dış hava sıcaklıklarına maruz kalacaklar ve bu yüzden inşaat esnasında borular üzerinde sık ve uzun süreli yüksek yükler olacaktır. HVAC tasarım mühendisi, inşaat mühendisinin, boruların binanın çelik yapısından destek aslığı noktalarda boru sisteminin oluşturduğu yükleri karşılayacak bir iskelet sistemi kurabilmesi için, akışkan dolu borularında ağırlığını dikkate alarak, borularda beklenen statik ve dinamik yükleri vermelidir.

2.6. YÜKSEK YAPI SİHHİ TESİSATINDA PRATİK NOTLAR

- Kullanma suyunun musluktan akma basıncı için 8 mSS uygun bir değerdir. Akma basıncı için 0,5 mSS ekonomik değer olarak alınabilir. Ancak hiçbir zaman 0,5 mSS’in altında olmamalıdır. 10 mSS (1 bar) değeri ise en üst kattaki akıma basıncı için alınabilecek üst değerdir.
- Boş rezervuar veya özel armatürler (masaj, duş vb) için akım basıncı 15 - 20 mSS olabilir. Bu tip armatürler veya özel cihazlar (bulaşık makinası, su soğutucu vb) kullanılacaksa kataloglarında öngörülen basınç değerleri sağlanabilecek şekilde akma basıncı belirlenmelidir.
- Boş rezervuar vb daha yüksek su giriş basıncı gereksinimi olan cihazlar aynı hidrofor sistemine bağlanacaksa olabildiği kadar düşük basınçta çalışabilen tipleri tercih edilmelidir. Sistemdeki basınç arttıkça diğer armatürlerin su tüketimleri de artacaktır. Alt seviyelerde suyun borularda hızlı akması nedeniyle (3 m/s aşırsa) gürültü oluşabilir.
- Atık suyun kullanılabileceği sistemlerde ise atık suyun arıtılmış olmasına rağmen rezervuarlarda beklemesi istenmeyen bir ortam oluşturabilir. Bu nedenle atık suyun değerlendirileceği sistemlerde ayrı bir depolama ve basınçlandırma sistemi kullanıp, bas rezervuarlar tercih edilmelidir.
- Yüksek yapılarda kullanma suyu tesisatı için her 35m yükseklik (~10 kat) bir basınç zonu olarak belirlenmelidir.
- En alt kattaki musluktan akma basıncı ise mümkün olduğunca 4 bar (40 mSS) değerini aşmamalıdır. En üst kattaki akma basıncını 0,5 mSS alırsak ve 35 m statik yükseklik varsa en alt kattaki basınç yaklaşık 40mSS (4 bar) olacaktır.

- Su dağıtım boruları aşağıdan yukarı doğru yapılıyor ise üst kata kadar olan basınç kayıpları da (en üst katta 0,5 mSS basıncı sağlamak için) ekleneceğinden alt seviyelerde akma basıncı 4 barın üzerine çıkacaktır.

Bu nedenle de su dağıtımının yukarıdan aşağıya yapılması daha uygundur.

- Hidrofor kullanılan sistemlerde hidroforlar alt ve üst basınç aralığında çalışır. Hidroforların alt ve üst basınç farkı yaklaşık 1 - 2 bar'dır.

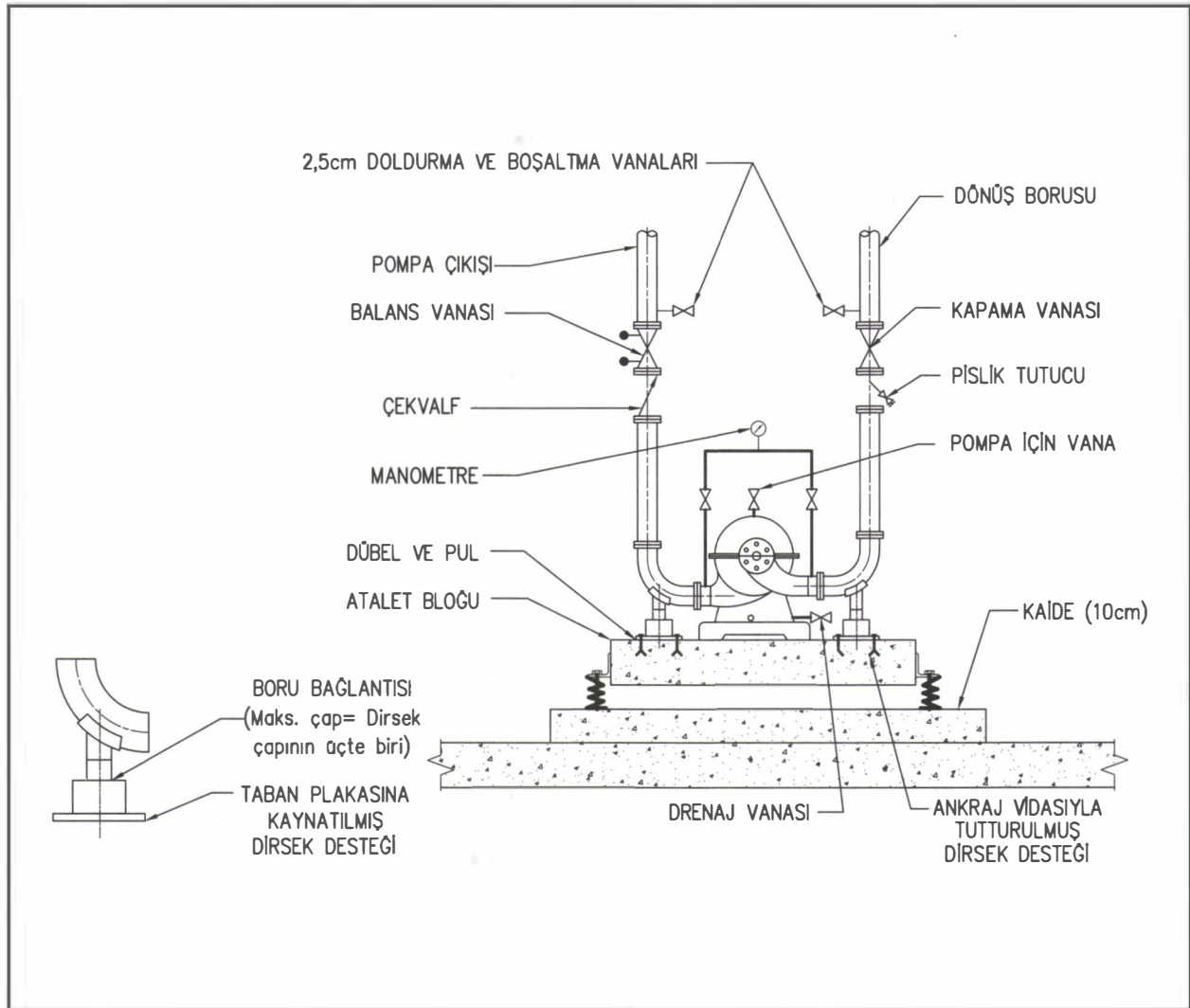
Alt basıncında en üst katta istenilen su basıncı sağlanacak şekilde hidrofor seçilmelidir:

(statik basınç + boru kayıpları + akma basıncı) = hidrofor alt basıncı

- Ancak hidrofor basıncı üst değere ulaştığında binanın alt katlarında aşırı basınç oluşacaktır.
- Hidrofor kullanılan sistemlerde hidroforlar çıkışına basınç sabit tutucular monte edilerek, hidroforlar alt ve üst basınç aralığında çalışırken borulara giden suyun basıncı hidroforlar alt basınç değerinde sabit tutulur.

Böylece istenmeyen su sıçramaları, borulardaki yüksek akış hızının oluşturacağı konfor bozuklukları, aşırı su ve elektrik enerjisi tüketimi önlenir.

- Alternatif sistem (belki de daha iyisi) her zon için en üst kattaki kullanma yerinden yaklaşık 10 m daha yukarıda bir su deposu yapmak, bu depoya bodrum kattaki depodan suyu pompalamak ve dağıtımını yukarıdan aşağıya yapmaktır.
- Her zon için ayrı bir su deposu yapmak yerine binanın en üstüne (yine son kullanma yerinden yaklaşık 10 m daha yukarıya) ortak bir su deposu yapıp ilk 35 m içindeki kullanma yerlerine bu depo çıkışından dağıtmak, daha alttaki içinde her 35 m için basınç düşürücüler ile ayrı zonlar oluşturmak da bir çözümdür.
- Yüksek binalarda pompalar üzerindeki ağırlığı taşımak zorunda kalır. Bunu engellemek için özel tasarımı dik kasalı pompalar (Şekil 2.22) kullanılarak boruların ağırlığı direkt kaideye verilebilir.



Şekil 2.22. DİK KASALI POMPA DETAYI

III. BÖLÜM

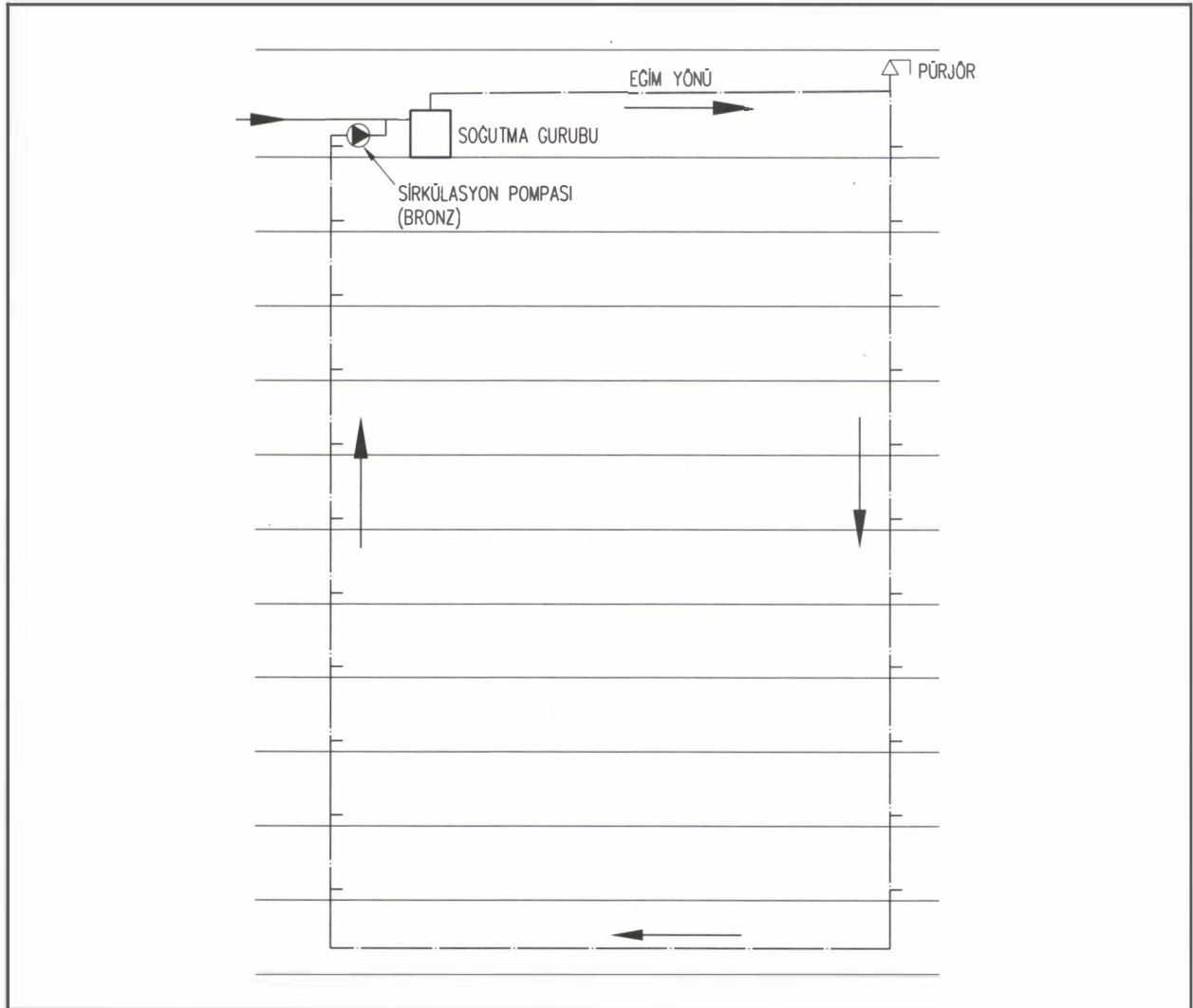
SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMLERİ

İnşa edilecek olan bir binada her ne kadar su soğutucuların avantajları ve gereklilikleri kabul edilse dahi, bu soğutucuların miktarları ve montaj planları binanın kesin yerleşim planları yapıncaya kadar belirlenemez. Yerleşim planları, su soğutucuların ebatlarını ve özelliklerini belirlemede de önemli rol oynar. Yerleşim planları merkezi su soğutma sistemleri veya tekil su soğutma sistemlerinin seçilmesinde belirleyici faktördür.

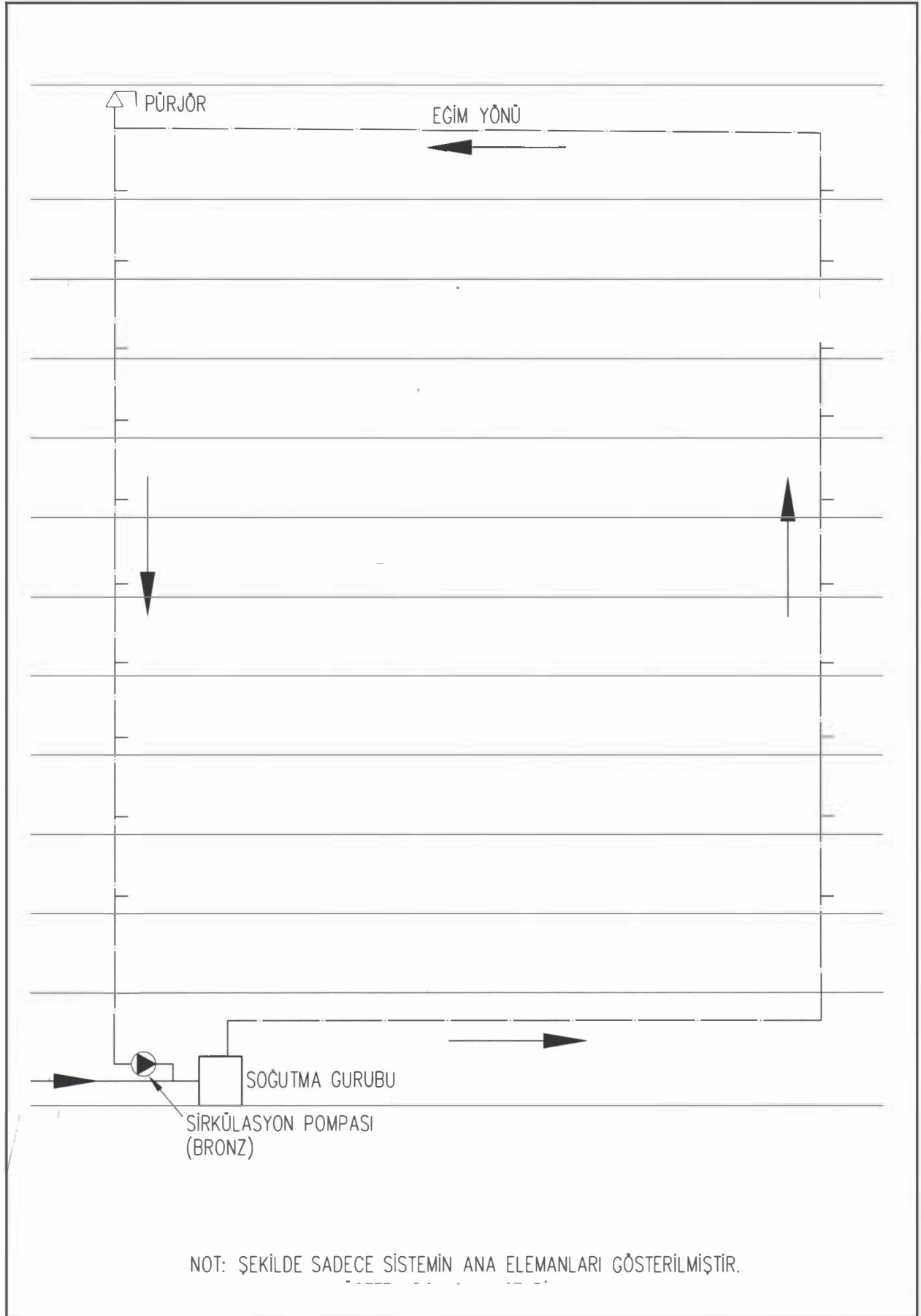
Eğer binanın yerleşim planı soğuk içme suyu sistemlerinin birçok katta alt alta yerleştirilmesine imkan tanıyor ise, içme suyu soğutma sistemi olarak merkezi su soğutma sistemlerinden faydalanma imkanları analiz edilmelidir. Su kaynağı hattı aynı hat üzerindeki bir grup fiskiye- yi besler ve dönüş hattı bir başka grup fiskiye- yi besler ise sistemin verimliliği artar. Bu amaçla geliştirilmiş örnek sistem uygulama *Şekil 3.1*, 2, 3, 4'te sıra ile verilmiştir. Bütün merkezi ünitelere filtre konulmalıdır.

Merkezi bir sistemde, bakımın sadece sistemin belirli bir parçasına uygulanmasına rağmen tamir gerekli olduğu zamanlarda, eğer cihazlar etrafına by pass hattı kurulmamış ise tamir işlemi boyunca sistemin hiçbir yerinden soğuk su temini mümkün olamayacaktır. Bunun için merkezi su soğutma sistemlerinde by pass hattı kullanılmasına özen gösterilmelidir. Binada kullanılacak su soğutucusu olarak tekil su soğutucuları tercih edilmiş ise, mimar, yerleşim planlarını gerçekleştirirken çok büyük esnekliğe sahip olacaktır. Ancak bunun dezavantajı da daha fazla kompresör ve soğutma grubuna ihtiyaç duyulması olacaktır.

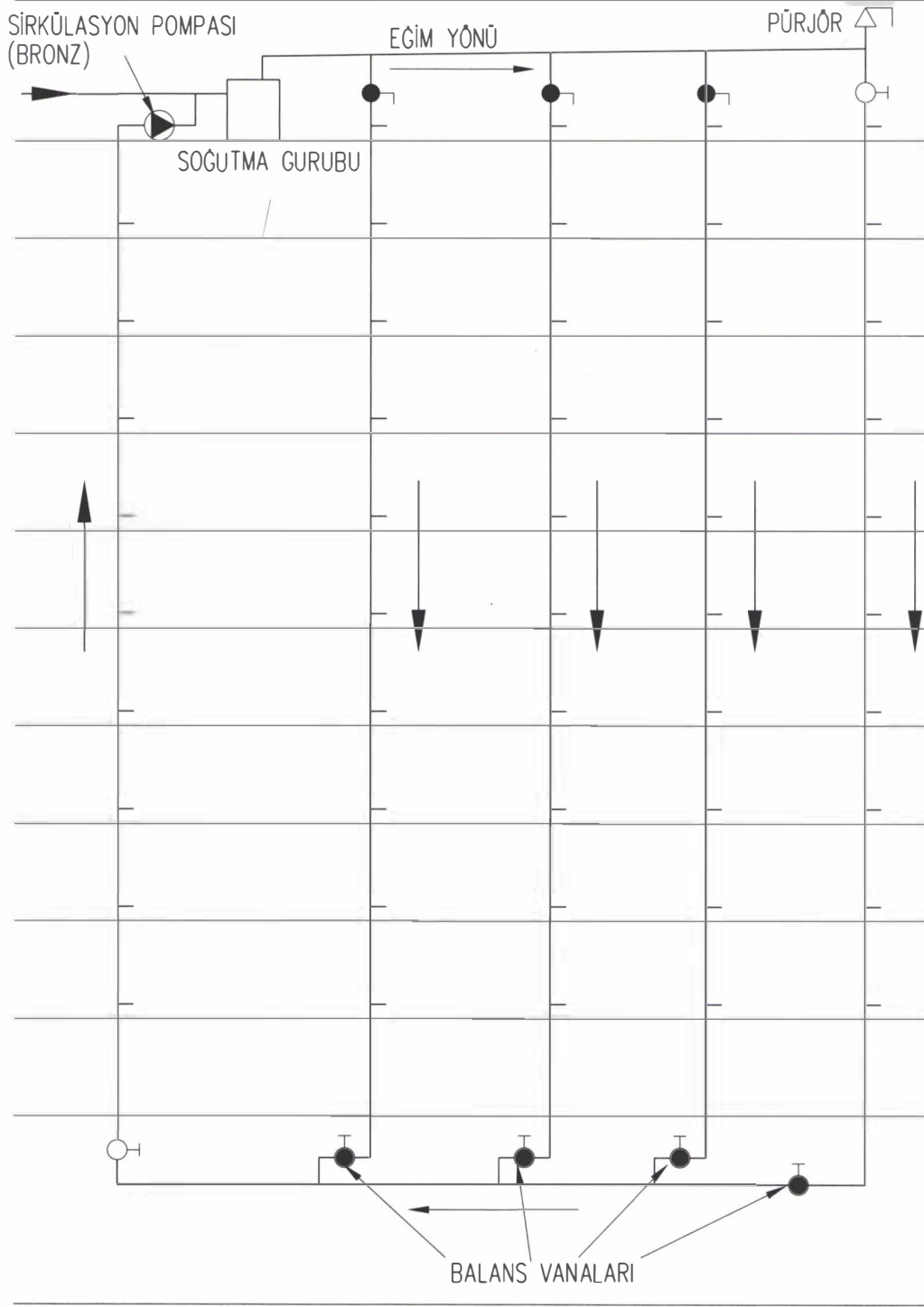
Mekanik su soğutma ünitelerinin sayısını azaltmak için uygun kapasitede seçilmiş olan tek bir ünite üç ayrı katta- ki üç ayrı fiskiye- yi beslemek için kullanılabilir. Eğer cihaz orta kata yerleştirilmiş ise sirkülasyon pompası kullanılması gerekmeyebilir. Cihazdan fiskiye- ye kadar olan maksimum uzaklık 5 metre ile sınırlanmalıdır.



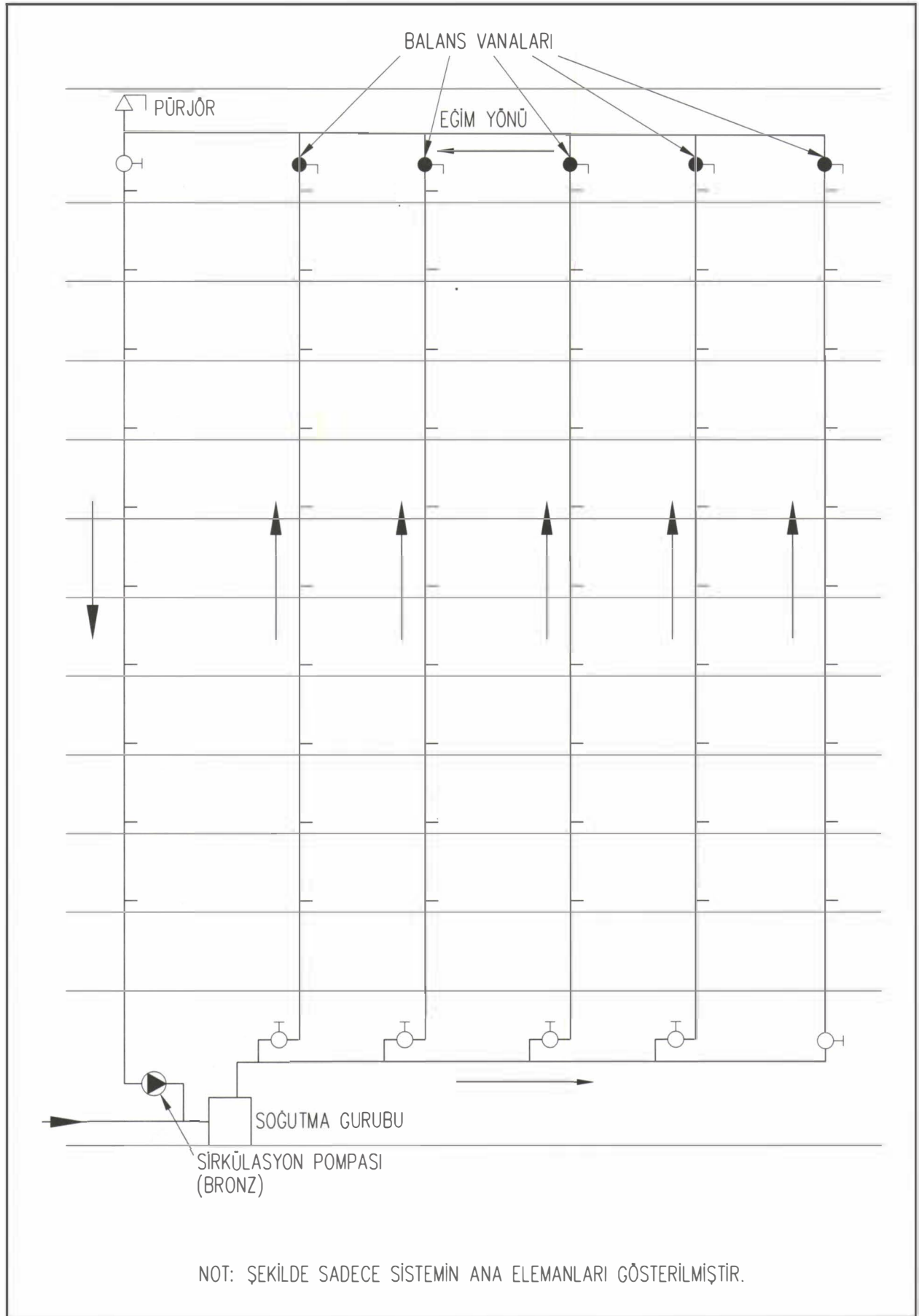
Şekil 3.1. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ - ALTTAN DOLAŞIMLI ÇEVİRİM



Şekil 3.2. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ - ÜSTTEN DOLAŞIMLI ÇEVİRİM



Şekil 3.3. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ - ÇOK KOLONLU ALTTAN DOLAŞIMLI ÇEVİRİM



Şekil 3.4. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ - ÇOK KOLONLU ÜSTTEN DOLAŞIMLI ÇEVİRİM

IV. BÖLÜM

ISITMA TESİSATI

4.1. GENEL TANIMLAR

4.1.1. YÜKSEK YAPILAR

Yüksek yapılarda ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımında yüksek statik basınç, rüzgar etkisi, baca etkisi, iç hava kalitesi, hava taşınması, yangın güvenliği, acil durum prosedürleri, deprem önlemleri, bina yönetim sistemi ve zonlama gereksinimleri dikkate alınmak zorundadır. Yapının mimari tasarımında tesisatla ilgili rezervasyonlar üzerinde önemle durulmalıdır. Yüksek yapılarda tamamen havalı (özellikle VAV kutulu), tamamen sulu (özellikle 2 veya 4 borulu fan coil), hava+sulu (fan coil + VAV) ve değişken soğutucu akışkan debili (Hava soğutmalı VRV, su soğutmalı VRV) sistemler kullanılabilir.

Yüksek yapılarda sistem seçiminde ekonomik kriterler ön plandadır. Yatırım ve işletme maliyetlerini optimize eden çözümler araştırılmalıdır. Bu tip uygulamalarda yapılacak yanlışlıklar büyük boyutlarda kaynak ve zaman israfına neden olur. Bu bölümde sadece ısıtma tesisatı üzerinde durulacak ve yüksek yapılarda uygulanacak ısıtma tesisatının özellikleri tartışılacaktır.

4.1.1.1. Isı Kayıp ve Kazançları

Yüksek yapılar genellikle çevrelerindeki yapıların arasından tek başlarına yükselir ve korunmasızdır. Yüksek yapılarda gölgeleme etkisi olmadığından güneşten olan ısı kazancı önemli mertebelerdedir. İkinci önemli konu gün boyunca bu ısı kazancının değerinin güneşin konumuna göre değişmesidir.

Yüksek yapılarda rüzgar etkisi ise çok önemli ikinci bir faktördür. Rüzgar hızı yerden olan yükseklikle birlikte artar. Bu yüksek rüzgar hızına bağlı olarak binanın rüzgar yönündeki cephesinde önemli bir pozitif basınç ve aksi yönde önemli bir negatif basınç oluşur. Bina cephesi açıklıklarından sızan hava çok fazladır. Isı kaybı hesaplarında yükseklik etkisi göz önüne alınmalıdır. Ayrıca kalorifer kolonlarında aşağı katlarda 90°C olan su sıcaklığı, üst katlara çıktığında (kolonlarda ısı yalıtımı yoksa) 90°C olmayacaktır. Bu amaçla DIN 4701 yeni baskısında detaylı bir hesap yöntemi verilmiştir.

Baca etkisi ise yüksek yapıların bir başka önemli özelliğidir. Soğuk dış hava ve sıcak iç hava, yüksek yapı merdiven kovanında ve diğer dikey shaftlarda yukarı doğru bir hava hareketi oluşturur. Aynen bacalarda olduğu gibi alt katlardan ve ana girişten giren hava düşey shaftlarda yukarı yükselir. Bu olay özellikle alt katları ve ana girişleri etkiler. Bu nedenle ana girişlere döner kapı yapılması, sıcak hava perdeleri uygulanması veya ekstra döşemeden ısıtma veya sıcak hava apareyleri kullanılması önerilen önlemler arasındadır.

4.1.1.2. Çevre ve Çekirdek Zonları

Yüksek yapılar genellikle derinlemesine planlanır. Buna göre çevrede dışa bakan hacimler ve ortada dışarı ile hiç ilişkisi olmayan çekirdek hacimleri ortaya çıkar. Çevre zonu genel olarak bina cephesinden itibaren 4 - 5 m kabul edilebilir. Bu mesafe bazı hallerde 7 - 8 m değerine kadar çıkabilmektedir. Yüksek yapıların en önemli özelliklerinden biri budur.

Çevre zonunda güneşin, dış hava sıcaklığının ve rüzgarın etkilerine bağlı olarak sürekli değişen bir ısı yük geçerlidir. Güneşin, dış hava sıcaklığının ve rüzgarın etkilerine bağlı olarak hem soğutma, hem de ısıtma gerekmektedir. Kışın ve ara mevsimlerde yöne, günün saatine ve güneşlenmeye bağlı olarak, çevre zonunun bir kısmı ısıtılırken, diğer kısımları soğutulabilmektedir.

Çekirdek zonda ise yükler zamana bağlı olarak büyük farklılık göstermez ve sabittir. Bu sabit yük genellikle yapay aydınlatmaya vs bağlı olan yüksek iç kazançlar nedeniyle yaz-kış soğutma yönündedir. O halde yüksek yapılardaki ısıtma tesisatı planlanırken çevre zonlarla, iç zon mutlaka birbirinden ayrılmalı ve çok zonlu bir sistem düşünülmelidir. Ancak binada katta tek hacim uygulaması durumunda (örneğin açık ofis) çevre/çekirdek zon yük dağılımı homojenleşebilir.

4.1.1.3. Yüksek Statik Basınç

Yüksek yapılarda sıcak su ile ısıtma yapıldığında büyük bir statik basınç ortaya çıkacaktır. Isıtma sistemi içinde basınca en duyarlı elemanlar kazanlar ve radyatörlerdir. Normal radyatör ve kazanlar, 4 ve 6 bar, özel sipariş edildiğinde ise 10 bar basınca dayanıklı olarak üretilir. Buna göre bina yüksekliği 60 m'yi, başka bazı faktörleri ve emniyet payı dikkate alındığında yaklaşık 50 m'yi geçmemelidir. Yüksekliği 50 m'yi aşan yapılarda ise sistemin düşey doğrultuda iki veya gerekirse daha fazla sayıda zona ayrılması gerekir. Sistemin ikiye bölünmesinde genellikle ara tesisat katı kullanılır. Pratik olarak yüksek yapılarda her 20 kata bir galeri kat yapılır. Kalorifer 1. zon tesisatında 20 kat yukarıya doğru dağıtım yapılır. Sıhhi tesisatta ise galeri kattaki 1. hidrofor sistemi 10 kat aşağıya, 2. hidrofor sistemi ise 10 kat yukarıya su basar.

Kazan bodrumda veya özellikle doğal gaz halinde çatıda olabilir. Çatıdaki kazan daireleri yüksek yapılarda, çok uzun bacanın yapım maliyetinden ve tüm katlarda bacaya ayrılması gereken kıymetli inşaat alanından tasarruf sağladığı için çok büyük avantaj yaratır.

Ara tesisat katında bir ısı değiştirici kullanılır. Kazanda üretilen sıcak su ile bu ısı değiştiricisinde, yaklaşık 5°C daha düşük sıcaklıkta yine sıcak su elde edilir. Yüksek yapıdaki kazanla ara tesisat katı arasındaki daireler kazandan, ara kattan sonraki dairelerse ısı değiştiriciden beslenir.

Yüksek yapılarda eşanjör kullanıldığında, üç yolu kontrol vanası primer devreye konulmalıdır. Böylece bu vananın kireçlenme, basınç gibi etkilerden korunması mümkün olur.

Basınç zonlamasının amaçları:

- Sistemin statik basıncını azaltmak,
- Alt/üst basınç farkını azaltmak,
- Akışkan debisini kontrol edebilmektir.

Ara tesisat katları en fazla 20 katta bir, yani yaklaşık maksimum 60 mSS (6 bar) basınç yaratacak şekilde oluşturulmalıdır.

Her basınç zonu; eşanjör, genişleme deposu, pompası, hidroforu, vb gibi bağımsız işletme ve kumanda elemanlarına sahip olmalıdır.

4.1.1.4 Isı Geri Kazanma

Yüksek yapı ısıtma ve soğutma sistemleri ısı geri kazanma uygulamaları açısından geniş imkanlar yaratır. Bazı zonların ısıtılırken, bazılarının soğutulması bu imkanı yaratan ana etkidir. Bu konuda ASHRAE Handbook'larında geniş uygulama örnekleri bulunmaktadır. Yüksek yapılarda uygulanabilecek ilginç bir fikir aynı su devresine bağlı su kaynaklı ısı pompaları ile ısıtma ve soğutmanın yapılmasıdır. Bu su devresine, ayrıca ihtiyaca göre devreye girmek üzere, sıcak su kazanı ve su soğutma kulesi bağlıdır. Aynı zamanda ısıtma ve soğutma yapan ısı pompalarından soğutma yapanı ortak su devresine ısı verirken, ısıtma yapan ısı pompası ısı çeker. Ortak devrede dolaşan suyun sıcaklığını sabit tutabilmek için gerekli ilave ısıtma, sıcak su kazanı ile karşılanır.

Su kaynaklı ısı pompaların, havayı ısıtıp/soğutulabileceği gibi suyu ısıtıp, soğutan modelleri de mevcuttur. Su kaynaklı ısı pompaları 472.000 Btu/h kapasitelere kadar kullanılabilir.

4.2 YÜKSEK YAPILARDA ISITMA TESİSATI

Yukarıdaki tanımlar özetlenirse aşağıdaki özellikler ortaya çıkmaktadır:

- Yapının çeşitli cephelerinde güneşten gün boyu değişen önemli ölçüde ısı kazancı vardır.
- Rüzgar etkisine bağlı olarak, açılabilen en küçük aralıktan kontrol edilemeyen bir hava sızıntısı söz konusudur.
- Bina içinde bulunan şaftlardan doğal bir çekiş vardır.
- Yapay aydınlatmaya bağlı olarak çekirdek bölgelerde önemli bir iç ısı kazancı vardır.

Bu özellikler gözönüne alındığında,

- Çevre zonunda değişikliklere çabuk cevap verecek ve otomatik kontrole sahip hızlı bir ısıtma sistemi düşünülmelidir. Bu anlamda çevre zonları için örneğin döşemeden ısıtma gibi ataleti fazla sistemler düşünülmemelidir. Konvektör, panel radyatör, alüminyum radyatörler ve fan coil gibi su hacmi az olan ısıtıcılar bu zonlar için en uygun çözümdür.

- Her hacimdeki ısıtıcı bağımsız olarak kontrol edilebilmelidir.
- Çevre zonunda açılabilen pencereler kullanılmalıdır. Bu nedenle ısıtma ile birlikte mekanik havalandırma da yapılmalı ve hacimlere gönderilen temiz hava oda sıcaklığından 3 veya 4°C fazla sıcaklığa kadar santralde ısıtılmalıdır.
- Çekirdek hacimleri için ısıtma gerekmez. Sadece havalandırma yeterlidir. Gönderilen havanın sıcaklığı ayarlanarak iç ısı kazançları kullanılabilir. Genellikle verilen hava sıcaklığının, oda sıcaklığından 5°C daha düşük olması yeterlidir. Ancak otomatik kontrol, egzoz havasından aldığı sonuca göre üfleme hava sıcaklığını 14°C'ye kadar düşürebilmektedir.
- Aslında yüksek yapılar için en uygun sistem düz ısıtma ve havalandırma yerine, klima tesisatı kullanılmasıdır. Çevre zonları için VAV veya fan coil sulu sistemler, çekirdek zonu için de klima santrali, hava kanalları ve dağıtıcı menfezlerden oluşan sistemler veya VAV sistem en uygunlardır.

4.2.1 YÜKSEK YAPILARLA İLGİLİ TESİSAT NOTLARI

a. Kazanlarda işletme basıncı:

İşletme Basıncı = (Kazan alt seviyesi ile tesisatın en üst seviyesi farkı + Pompa basıncı)

b. Boyler Kazanı: Boyleri besleyen kazan ayrı olmalıdır. Boyler ısıtmasında genellikle daha yüksek sıcaklıkta ısıtma suyu gerekir. Ama günümüzdeki yakıt fiyatları dikkate alındığında bina ısıtması ve boyler ısıtması kazanlarının her ikisinin de yoğunlaşmalı tip olması ve mümkünse kaskad sistem kullanması daha uygundur. Uygundan kast edilen, kazanların satınalma ve işletme maliyeti, bakım ve servis maliyeti ve yakıt maliyetlerinin toplamı; yani ömür boyu maliyeti en ekonomik olan sistemdir. Yoğunlaşmalı kazanlar ilk yatırım maliyetleri daha yüksek olmasına karşın, işletme maliyetleri çok daha düşük olduğundan fiyat farkları bir veya bir kaç yılda amorti edilebilmesi nedeniyle (işletme koşullarına bağlı olarak) tercih edilir. Ayrıca yaz-kış bütün yıl çalışır. Eğer boyler, ısıtma kazanından beslenirse, kazan kapasitesi bina ısıtması ve boyler kapasitesini karşılayacak şekilde yüksek olacağından, yazın kazan düşük kapasitede ve verimsiz çalışır.

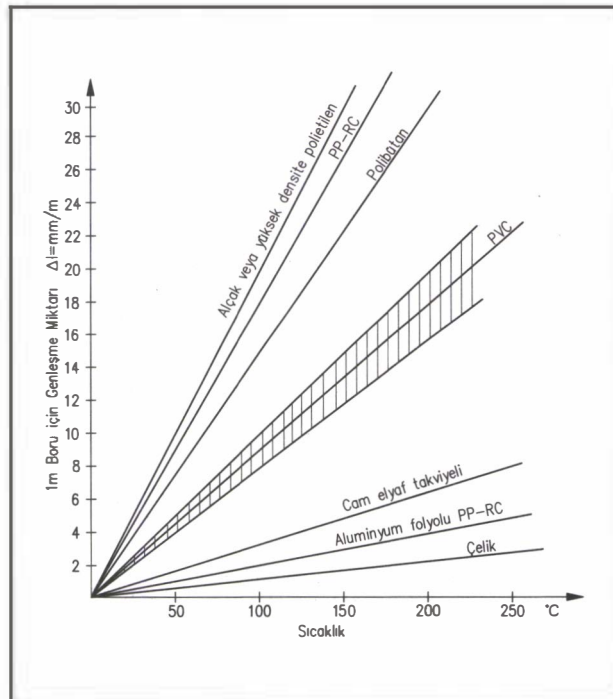
Aynı zamanda ısıtma sistemi dış hava sıcaklığına bağlı olarak değişen farklı sıcaklıkta su ile beslenmelidir. Bu durumda boyler bağlantısı için özel önlem alınması gerekir. Yüksek verimli kendinden yoğunlaşmalı kazan kullanılan bir tesisatta, boyler için gerekli olan yüksek sıcaklıklar, yoğunlaşma sınırının üzerinde olacağından, tek kazan kullanılması halinde tüm boyler çalışması süresinde yoğunlaşma olmayacak ve kazan verimi düşük olacaktır.

Bina ve boyleri aynı kazandan ısıtmak gerekirse, 3 yollu vana kullanarak iki farklı sıcaklıkta su elde edilebilir. Ancak boyler kazanını ayırmak, yaz işletmesi de dikkate alındığında genelde işletmede daha ekonomiktir.

c. Boyler Yerleşimi ve Cinsi: Yüksek binalarda serpantinli boyler kullanılmalıdır. Kalorifer basıncı 25 mSS'yi geçince çift cidarlı boylerlerde çökme olabilir. Silindirik kapların içeriden gelen basınca dayanıklılığı, dıştan gelen basınca göre daha fazladır. Bu nedenle 6 bar işletme basıncındaki bir çift cidarlı boylerde kalorifer devresi basıncı en fazla 2,5 bar olabilir. Boyler içerisindeki suyun boşaltıldığı yerlerde, kalorifer devresi suyu dolu ise, çift cidarlı boylerlerde çökmeler olur. Sonuçta yüksek yapılarda serpantinli boyler kullanılmalıdır. Ayrıca serpantinli boyler az yer kapladığı ve ısınma süresi daha kısa olduğu için de avantajlı olacaktır.

d. Pompa: Islak rotorlu pompaların maksimum kullanma basıncı 60 mSS değerindedir. Bina yüksekliği 60 m'den (veya pompaya gelen statik basınç 6 bar'dan) fazla ise kullanılacak bütün pompalar sfero döküm olmalı ve santrifüj pompalarda mekanik salmastra kullanılmalıdır.

e. Uzama: Yüksek yapılarda borularda sıcaklık ve uzun mesafeler nedeniyle uzama önemli mertebededir. PVC borularda ise uzama çelik boruların 7 katı mertebesindedir (Şekil 4.1). Yeni yapılan binalarda ise tesisat shaftının bulunması ve plastik folyolu boru kullanılması nedeniyle borulardaki genleşme göz ardı edilebilir. Kalorifer kolonlarında, sabit nokta yapılacak yerler belirlenmelidir. Uzama miktarı 30 mm'yi bulduğunda bir boru kompensatör kullanılmalıdır. Uzama miktarı, özel bransman ve esnek bağlantılar varsa en fazla 50 mm, klasik uygulamalarda ise 30 mm değerini aştığında ikinci boru kompensatör kullanılmalıdır. Bu amaçla özel olarak kalorifer tesisatı için



Şekil 4.1. ÇELİK VE PLASTİK BORULARDA GENLEŞME MİKTARI

üretilen kılavuzlu (yataklı) kompensatörler söz konusu tesisatta başarı ile kullanılmaktadır (Şekil 4.2). 1 m boru 100°C sıcaklık farkında yaklaşık 1 mm uzadığından, bransmanlar da dikkate alınarak kompensatörlerin her 30 m'de bir konulması uygundur. Kompensatör kullanılmıyorsa, boruda Omega yapılarak da uzama alınabilir. Omega (veya kompensatör) ilk ve son bransmanın ortasında yapılmalıdır (Şekil 4.3). Alt kattan itibaren kolonda ilk sabit nokta, bodrumdaki yatay boru uzunluğunun yaklaşık iki katı bir mesafede teşkil edilebilir. Eğer bir tek kompensatör veya omega kullanılacaksa üst taraftaki sabit nokta sondan 3. veya 4. katta olabilir. Çatıdaki havalık boruları kolonlardan sonra yaklaşık 5 m yatay uzunlukta olmalıdır. Radyatör bransman boruları uzamanın fazla olduğu noktalarda en az 2,0 - 2,5 m yapılmalıdır. Duvar geçen bransmanlardan kaçınılmalı, zorunlu ise duvar geçişinde esnek kovan kullanılmalıdır. En üst katın dönüş kolonu ile radyatör çıkış eksenindeki seviye farkı hesaplanan uzama değerinden yaklaşık 2 cm daha fazla olmalıdır. Yani pratik olarak 5 - 6 cm olmalıdır. Eğer bu sağlanamıyorsa, dönüş kolonu üzerine bir parça ilave edip üzerine pürjör takılmalıdır (Şekil 4.4). Radyatör bransman bağlantıları radyatöre direkt bağlanmamalıdır. Aksi halde piriç vanadan veya ek noktasından kopar. Bu amaçla bir dirsek ve köşe radyatör vanası kullanılması, bransman uzunluğunun 1 - 2 m olması yararlı olacaktır (Şekil 4.5).

Kalorifer kolonlarından duvar geçişlerinde,

- Esnek kovanlar oluşturulmalı,
- Bu sağlanamıyorsa bransmanlar duvarı geçmeden önce yaklaşık 2 m yatay ilerlemeli,
- Boru geçişlerinin olacağı duvarlarda korozyon riski nedeniyle Ytong tipi kireç esaslı malzeme kullanılmamalı veya borunun bu malzeme ile temasını önleyecek özel kovan kullanılmalıdır.

Boru geçiş delikleri yine aynı korozyon nedeni ile kesinlikle alçı ile doldurulmamalıdır. Kolonların döşeme geçişlerinde kovan kullanılmalıdır. Tesisat kesinlikle kaynaklı yapılmalıdır. Fittings kolonlarda ve kısa bransmanlarda kullanılmamalıdır.

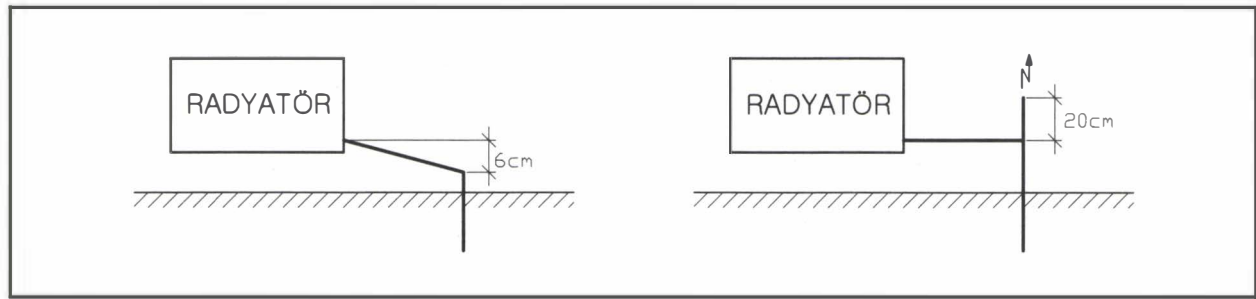
f. Isıtıcı: Döküm ve panel radyatörler 4 bar işletme basıncına dayanacak şekilde üretilirler. Yüksek yapılar için radyatör siparişi verirken 6 bar işletme basıncında kullanılacağı siparişte belirtilmelidir. 4 bar ve 6 bar radyatörlerin fiyatları aynıdır. Eşanjör kullanılan yüksek yapılarda da statik basıncın 6 bar değerini geçmemesi, özel bir nedenle bu değer aşılmaksa, yüksek basınca dayanıklı Alurad veya benzeri ısıtıcılar kullanılması gerekir.

g. Yüksek statik basınçlı tesisatta kosva vana kullanmaktan kaçınılmalıdır (Boru uzamalarında zayıf nokta oluşturduğu için). Bunun yerine bütün radyatörlere dönüş vanası kullanılmalıdır. Kullanılacak sürgülü vanalar PN 10 kalitesinde olmalıdır.

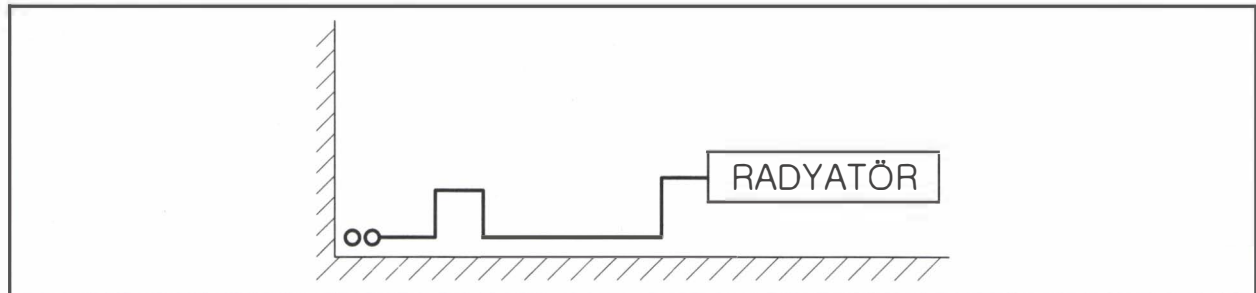
4.3. YÜKSEK YAPILARIN BACALARINDA ALINACAK ÖNLEMLER

- Baca sistemi seçiminde kenetlenmeli sistemler tercih edilmelidir.
Kaynaklı sistemlerde kaynak bölgelerinin sıcaktan etkilenmesi sebebiyle soğuma esnasında gevrekleşme olur ve bu bölgelerde kritik durumlarda çatlaklar meydana gelebilir. Baca gazları içerisindeki zehirli gazlarının bu çatlaklardan sızabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Çok katlı binalarda kullanılan çift cidarlı paslanmaz çelik bacaların ısıl genleşmeleri dikkate alınmalı ve bu genleşmeleri absorbe etmek için baca sistemi üreticileri tarafından, kalite kontrollü fabrika şartlarında imal edilmiş genleşme elemanları kullanılmalıdır. Çift cidarlı baca sistemi yaparken iç cidarı sıcaklık değişimlerini karşılayacak şekilde dış cidardan bağımsızca hareket edebilmelidir.
- Çok katlı binalarda düşük sıcaklık kazanı kullanılması durumunda bacaların çıkışa yakın kısımlarında yoğunlaşma olabilir. Bunun önlenmesi için çıkışa yakın bölgeye konulacak bir fan ile sıcaklık çığ noktası altına düşmeden baca gazları dışarı atılabilir. Diğer bir yol ise yardımcı hava düzeneği kullanmaktır. Bu düzeneğe baca gazının hızını artırarak baca gazlarının yoğunlaşmadan dışarı atılmasını sağlar, kazanın yanmadığı sürelerde havalandırma yaparak baca içindeki ıslaklığı kurutma etkisi yapar ve yanmanın hava çekisindeki değişimlerden etkilenmeden düzenli olmasını da sağlar.

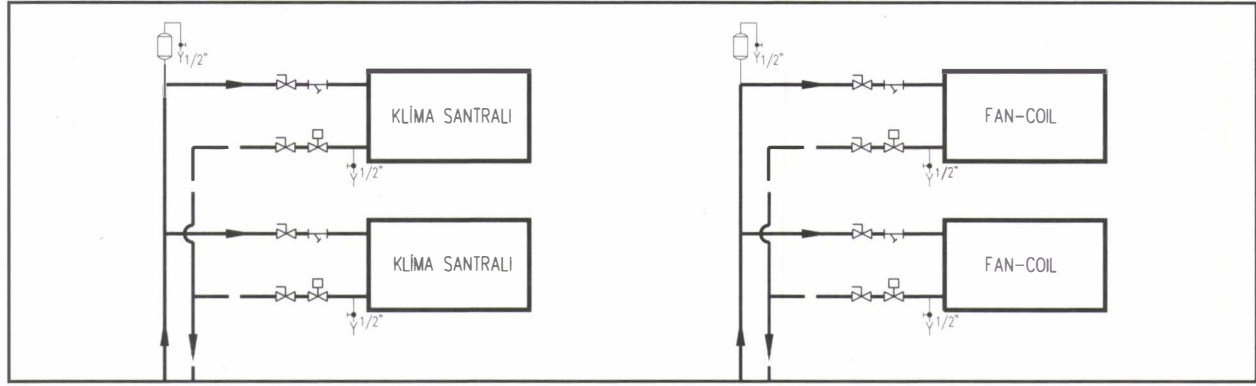
- Birden fazla kazanın bulunduğu ısıtma istemlerinde zorunlu kalmadıkça aynı bacaya iki kazan bağlanmamalıdır. Bağlanacaksa bunların yakıtlarının ve brülörlerinin aynı tip olmasına dikkat edilmelidir.
- Bacanın yoğunlaşma olacak bölgelerine yoğunlaşan suyun toplanarak drenaj edileceği kondens kolektörleri konulmalıdır. Duman kanallarında fazla yön değiştirmeden kaçınılmalı ve mümkünse uzunlukları baca yüksekliğinin maksimum 1/4'ü olmalıdır. Zorunlu haller dışında kanal baca bağlantısı 135° parçalarla yapılmalıdır. Her 30 m'de bir gözetleme/bakım parçası konulmalıdır.
- Binalarda bacalara paratoner takılması ve topraklama hattının yapılması gereklidir. Duman gazı ve kurum yanmasının bina içinde yangına sebebiyet vermeyecek şekilde baca dış duvarlarının ısı yalıtımı yapılmalı ve baca bu yanmalardan etkilenmemelidir. Bacalar bina içerisinde çıkacak yangınlara karşı dayanıklı olmalı ve yangının ısı iletimi yoluyla diğer katlara geçmesini engellemelidir. Çift cidarlı bacalarda kullanılan izolasyon malzemesi yanmaz özellikte olmalıdır. Baca yanıcı bir zemin ya da tavanın içinden geçtiğinde 50 mm'lik bir serbest hava aralığı korunmalı ve yangın durdurucu eleman kullanılmalıdır.
- Özellikle yüksek binalara bacanın çatıya son desteği 1,5 m aşacak şekilde yerleştirilmesi gerekli olduğunda, bu uzatma ek bir destekle donatılmalıdır. Bir germe teli kuşağı kelepçelenmeli ve bu kuşağa rijit germeler, tercihen demir köşebentler bağlanmalı ve bölgedeki ortalama rüzgar hızı kontrol edilmelidir. Bacanın çevresi, mimariye uygun bir malzeme ile çevrilebilir.



Şekil 4.4. KOLON ÜZERİ PÜRJÖR



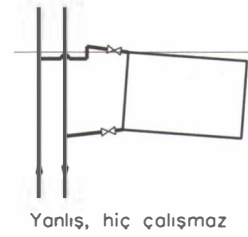
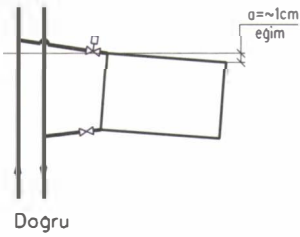
Şekil 4.5. RADYATÖR BRANŞMAN BAĞLANTISI



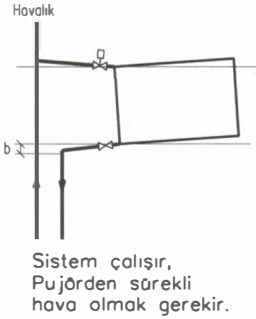
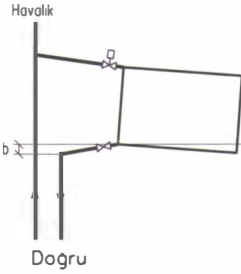
Şekil 4.6. KLİMA SANTRALLERİ VE FAN COILLERDE İKİ YOLLU VANA BAĞLANTISI

KOLONLU ISITMA SİSTEMLERİNDEKİ SORUNLAR

1) Normal katlarda Radyatör bağlantıları

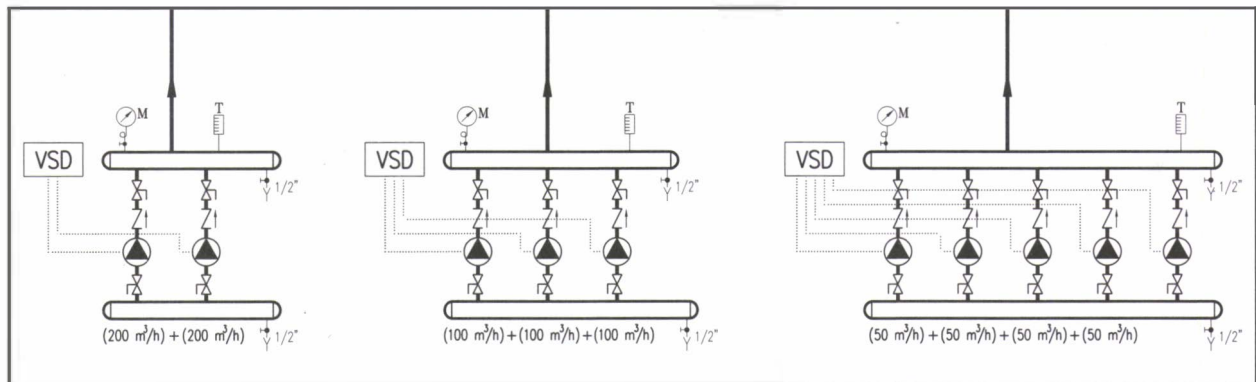


2) Üst katlarda Radyatör bağlantıları



Örnek. Bina statik yüksekliği = 25 m ise, ısınmadan dolayı kalan hatlarında ~2,5 cm uzama olur.
b > 2,5 cm + 1 cm (Bransman mesafesine göre değişir.)

Şekil 4.7. RADYATÖR BAĞLANTISI



Şekil 4.8. ÇOKLU POMPA UYGULAMASI

4.4. ÇATI ISI MERKEZLERİ

Bir yapıda kullanılacak ısıtma, soğutma sistemi ve uygun cihaz seçimleri, yapının enerji etken bir yapı olmasındaki en önemli faktörlerden biridir. Sistem seçimlerinde yatırım maliyetlerinin yanında ömür boyu süren işletim maliyetlerinin analizlerinin de çok iyi şekilde yapılması gerekmektedir.

10 - 15 yıl önce kazan dairesi içinde aşağıdaki ekipmanlar için yer bırakılması gündemde idi:

- Kazanlar
- Yakıt deposu
- Baca ve duman kanalları
- Tesisat elemanları (pompa, boyler, eşanjör, su deposu, hidrofor, kolektörler vb)
- Kazan bakıcı odası

Günümüzde ise yukarıda belirtilen ekipmanların bazıları aynı oranda önem göstermemektedir. Katı ve sıvı yakıtların, düşük verimlilik, kirlilik, çevre kirlenmesi, depolama, maliyet vb birçok nedenle yerlerini gaz yakıtlara bırakması, kazan ve kazan dairesi sistemlerinde yeni uygulamaların yapılabilmesinin önünü açmıştır. Doğal gaz kullanımı yakıt depolarını kazan dairelerinden çıkarırken, kazanlarla beraber geliştirilen interaktif otomatik kontrol panelleri ve sınırlı oranda olsa bile bina otomasyon sistemleri, kazan bakıcı dairesinin ortadan kalkmasını sağlamıştır.

Doğal gaz kullanımı aynı zamanda çatı ısı merkezlerinin daha sık uygulanmasını da sağlamıştır. Bu uygulama yapının baca projelendirmesini kolaylaştırmıştır. Bina altı ısı merkezi uygulamalarında baca genelde binanın çekirdek dediğimiz orta bölümünde planlandığı için tüm bina boyunca baca shaftı ve bu shaftın içinde bacanın özellikle diğer borular ile olan etkileşiminin minimuma indirilmesi için baca izolasyonu gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Kazanlarda brülör devre dışı iken durma kayıpları yaklaşık %0,8 ila 1 arasındadır. Bu kayıp kazanın bağlı olduğu bacanın doğal çekişi ile kazanı soğutmasından dolayı oluşmaktadır. Özellikle yüksek yapılarda ısı gereksinimi çoklu kazan sistemleri ile karşılanmaktadır ve kazanların hepsi aynı anda devrede olmamaktadır. Çatı kazan daireleri kazanların durma kayıpları açısından enerji tüketimini azaltan bir uygulamadır.

Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği, çatı ısı merkezi tedbirlerini belirtmiştir:

- Statik hesaplarda kazan dairesi etkisi dikkate alınmalıdır (1.000 - 2.000 kg/m²).
- Çatının altında ve yanındaki mahallerde rahatsızlık verebilecek etkileri aktarmamak için yeterli akustik yalıtım uygulanmalıdır.
- Kazan dairesinden çıkış için uygun merdiven yapılmalıdır. Kapı ve pencereler kaçış yönünde kilitsiz ve kolay açılabilir şekilde düzenlenmelidir.
- Havalandırma ve diğer kriterler bina altı ısı merkezleri ile aynı olmalıdır.

Yakıt olarak fuel oil veya kömür kullanımında ısı merkezinin çatıda oluşturulmasında en önemli sakınca, yakıtın çatıya taşınması, depolanması ve bu depolanmanın getirdiği statik yüklerdir. Oysa doğal gaz söz konusu olduğunda kazan dairelerini çatı katında düzenlemek büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle %110 norm kullanma verimli duvar tipi 100 kW yoğunlaşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemler ve atmosferik brülörlü esnek döküm doğal gaz kazanları ile çatı ısı merkezleri mutlaka birlikte düşünülmesi gerekli kavramlar olarak eski ve yeni bütün yapılarda değerlendirilmelidir. Bu yolla önemli ölçüde avantaj ve farklılık yaratmak mümkündür. Isıtma sistemlerinde yakıt tasarrufu açısından radyatör, fan coil, klima santralleri gibi ısıtma cihazlarının girişinde mutlaka iki yollu oransal vana kullanılmalıdır (Şekil 4.6). Radyatör sistemlerinde termostatik vana ile çözümlenir.

Ayrıca radyatör dönüşlerinde reglaj ayarı yapılabilen radyatör vanası kullanılmalıdır.

Termostatik veya iki yollu vana kullanımından dolayı sirkülasyon pompasının Δp 'ye göre çalışan frekans kontrollü pompa olması daha doğru olur.

Kolonlu sistemlerde radyatörlerin bağlantısında da eğimlere özen gösterilmelidir (Şekil 4.7). Kolektörlü sistemlerde ise aynı şekilde kolektör eğimlerine bakılmalıdır. Pompa seçiminde bir asıl bir yedek yerine, binanın kullanımına bakarak daha küçük debide çoklu pompa seçmek genellikle daha uygun olabilir (Şekil 4.8). Aksi halde frekans kontrollü pompalar gücüne göre belli bir debinin altına inemez. Bundan dolayı sistemde sesler artar ve enerji tasarrufu istenilen düzeyde yapılamaz. Enerji tasarrufu ve konfor için, radyatör, fan coil ve hatta klima santrallerinin zon pompalarının altına üç yollu karıştırıcı motorlu vana konmalıdır. Üç yollu, vana frekans kontrollü pompanın ve ısıtma cihazlarının girişindeki iki yollu vanaların daha doğru çalışmasını sağlayacak ve ihtiyaca göre su sıcaklığını ayarlayacağı için, borulardaki ısı kayıpları daha azaltılmış olacaktır.

En basit çatı ısı merkezi uygulaması (tek zonlu, dış hava kompanzasyonlu çalışan basit sistem) Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Çatı ısı merkezi uygulamasında üstten dağıtım alttan toplama sistemi ile boru maliyeti ve ısı kayıpları azalmaktadır. Sistem basınç dağılımı dengeli olarak çözülmüştür.

Bina altı ısı merkezi uygulamasındaki gibi alttan dağıtım alttan toplama sistemi çok yapılan bir uygulamadır (Şekil 4.10). Çatı ısı merkezi uygulamasında bu sistem, boru maliyeti ve ısı kayıpları açısından dezavantajlıdır. Yükselen her kolonda havalık yapılması ve çatıda toplanması gerekmektedir. Sistem basınç dağılımı dengesizdir. Bu dengesizlik kolon ve radyatör vanaları ile yapılacak reglaj ayarı ile çözülebilir. Üç ve daha yüksek katlı yapılarda vanalar ile yapılacak reglaj dengeleme sağlasa da, pratik olarak ses problemlerini beraberinde getirmektedir ve önerilmemektedir.

Çatı ısı merkezi uygulamasında üstten dağıtım üstten toplama sistemi, boru maliyeti ve ısı kayıpları açısından ortada kalan bir çözümdür (Şekil 4.11).

Sistem basınç dağılımı dengesizdir. Bu dengesizlik kolon ve radyatör vanaları ile yapılacak reglaj ayarı ile çözülebilir.

Çatı ısı merkezlerinde en önemli kriterlerden biri ses seviyesidir. Kütüphanede hedeflenen ses seviyesinin bile altında olan ses seviyeleri nedeniyle yoğunlaşma kaskad sistemler bu iş idealdir (Şekil 4.12).

Yer tipi kazan kullanılacak ise düşük ses seviyesi nedeniyle atmosferik brülörlü esnek döküm kazanlar tercih edilebilir (Şekil 4.13).

Günümüzde yoğunlaşma kaskad kazanların kapasiteleri 2.500 kW'a kadar çıkabilmektedir. Bu yüzden atmosferik brülörlü esnek kazanların yerini almaktadır. Daha yüksek kapasitelerde ise üflemlili brülörlü kazanlar kullanılmaktadır (Şekil 4.14).

Burada seçim yapılırken işletme maliyeti göz önünde tutularak mümkün mertebe yoğunlaşma kazan seçilmeye çalışılmalıdır. Genel yapılan uygulama kazanlardan birinin yoğunlaşma, diğerinin yoğunlaşmaz olması yönündedir. En önemli kriter olan ses seviyesini korumak için ses yutucu kapağı olan pnömatik oransal brülörler tercih edilmelidir (Şekil 4.15).

Pnömatik kontrollü oransal brülörler hem yakıt ekonomisi sağlarken, hem de kısmi yüklerde kapasitelerini azalttıklarında ses seviyelerini de düşürmektedir.

Çatı ısı merkezlerinde bina yüksekliğine bağlı olarak zonlama yapmak gerekebilir (Şekil 4.16).

Isı merkezinin çatıda oluşturulması, doğal gaz kullanımı halinde teknik ve ekonomik avantajları yanında, bazen yapı kullanımı açısından da bir gereklilik olabilmektedir.

Örneğin,

- Bodrum katta park yeri veya çok amaçlı kullanım sahası kazanabilmek (Büyük marketlerde alışveriş alanı, tek aileli evlerde hobi odası, jimnastik salonu vs),
- Yüksek zemin suyu seviyesi veya kayalık temel nedeniyle.

4.4.1. ÇATI ISI MERKEZLERİNİN AVANTAJLARI

4.4.1.1. Kazan Dairesi Açısından

- Bodrum katı yapılması mümkün olmayan yerlerde ideal çözüm getiren.
- Kıymetli bodrum katlarını kazanmak mümkün olur.
- Doğal gaz için gerekli yüksek maliyetli havalandırma ve emniyet önlemlerinden ekonomi sağlanır. Herhangi bir gaz sızıntısı riski ve beraberinde patlama tehlikesi çatı katında bulunmayacaktır.
- Olası bir gaz sızıntısı, gaz havadan hafif olduğundan yükselerek çatıdaki havalandırma bacasından dışarı kaçacağı için binada tehlike yaratmayacaktır.

Ayrıca herhangi bir patlama halinde, çatının kolayca yırtılarak basıncı yok etmesi sonucu, binada oturma mahallerinde herhangi bir hasar yaratmayacaktır.

- Doğal gaz kullanımında depolama gerekmediğinden, kazan dairesinde fazla yere gerek yoktur.
- Yakıt depolama için yatırıma ihtiyaç yoktur. Sadece bir boru ile doğal gazın çatıya taşınması gerekir. Doğal gaz havadan hafif olduğundan, bir basınç kullanımına bile gerek kalmaksızın kendiliğinden yükselir.

4.4.1.2. Baca Açısından

- Kazanların doğal gaza dönüşümünde en büyük problem kömüre göre geliş güzel projelendirilmiş ve kötü yapılmış bacalardan kaynaklanmaktadır. Doğal gazda baca gazında bulunan yüksek su buharı oranı nedeni ile bacada yoğunlaşma olmaktadır. Bu yoğunlaşan sular bacaya komşu duvarlardan ıslı kara bir leke olarak yaşam mahallerine yansımakta ve istenilmeyen bir durum yaratmaktadır. Bunun önüne geçilmesi için çok pahalı önlemler gerekir. Böyle bir durumda bacanın iptal edilerek, kazan dairesinin çatıda düzenlenmesi basit ve pratik bir önlemdir.
- Yeni yapılacak binalarda baca olmayacak, gerek baca maliyeti, gerekse kazanılan inşaat alanı olarak önemli bir avantaj sağlayacaktır.
- Baca çekişindeki değişimler ve bodrumda kazan dairelerindeki havalandırma cihazlarının yanmaya etkileri (vakum etkisi) ortadan kalkacaktır. Böylece kazanda işletme kolaylığı ve verim artışı elde edilecektir. Çekişteki değişimler dolayısı ile ortaya çıkan kötü yanma ve kurum problemleri olmayacaktır.
- Durma sırasında baca çekişi çok düşük olduğundan kazanda daha az soğuma olacaktır.
- Bacanın temizlik ve işletme giderleri çok azalacaktır.
- Yüksek binalarda olması gereken kaliteli, iyi izolasyonlu bacaların fiyatı yaklaşık olarak kazan fiyatına eş değerdir (Çok yüksek yapılarda ise daha yüksek olabilir.).

4.4.1.3. Kazan Açısından

- Kazanda statik basınç olmayacağı için bütün uygulamalarda (yüksek yapılarda bile) normal tip kazan kullanılabilir.
- Bacada yoğunlaşma problemi olmadığından baca gazı sıcaklığı düşürülebilir ve gaz yakıtlı sistemlerde gerek yer tipi gerekse duvar tipi yoğunlaşma kazanlar ile en yüksek verim değerlerine çıkılabilir.
- Özellikle yoğunlaşma kaskad sistem uygulamaları çatı ısı merkezleri için idealdir. 2 m² alanda 800 kW (yaklaşık 700.000 kcal/h) kapasiteli bir ısı merkezi oluşturulması mümkündür. Statik yük olarak sorunsuz, taşınması problemsiz, baca uygulaması basit ve çok verimli bir sistem kolaylıkla oluşturulabilir.
- Atmosferik brülörlü ve üflemlili brülörlü esnek döküm kazanlar da çatı ısı merkezleri için uygundur.

- Özellikle atmosferik brülörlü esnek döküm kazanlarda sağlanması gereken baca çekişi çok düşüktür. Ayrıca esnek döküm kazanların dilimli yapıları çatı kazan dairesi kurulumunu, kazanların çatıya taşınmasını kolaylaştırmaktadır.

4.4.1.4. Boru Tesisatı Açısından

- Açık genişleme deposu kullanılan sistemlerdeki emniyet gidiş ve dönüş boruları haberci boruları ve bu boruların bütün katlarda kapladığı kayıp alandan ekonomi sağlanır. Bunlardan oluşan ısı kaybı ve açık genişleme deposundan emilen hava problemleri ortadan kalkacaktır. Çatı katındaki ısı merkezlerinde kapalı genişleme deposu kullanılır. Depo sistemin susuz kalmaması için kazanın üst seviyesinden daha yukarıya monte edilir.
- Sistemin havasını almak kolaylaşır.
- Kazanla birlikte pompa ve diğer armatürler de düşük basınç altında çalışır. Ayrıca sistemde çatı katında klima ve havalandırma santralleri de varsa bu cihazlara olan tesisat bağlantısı daha kısaltacaktır.

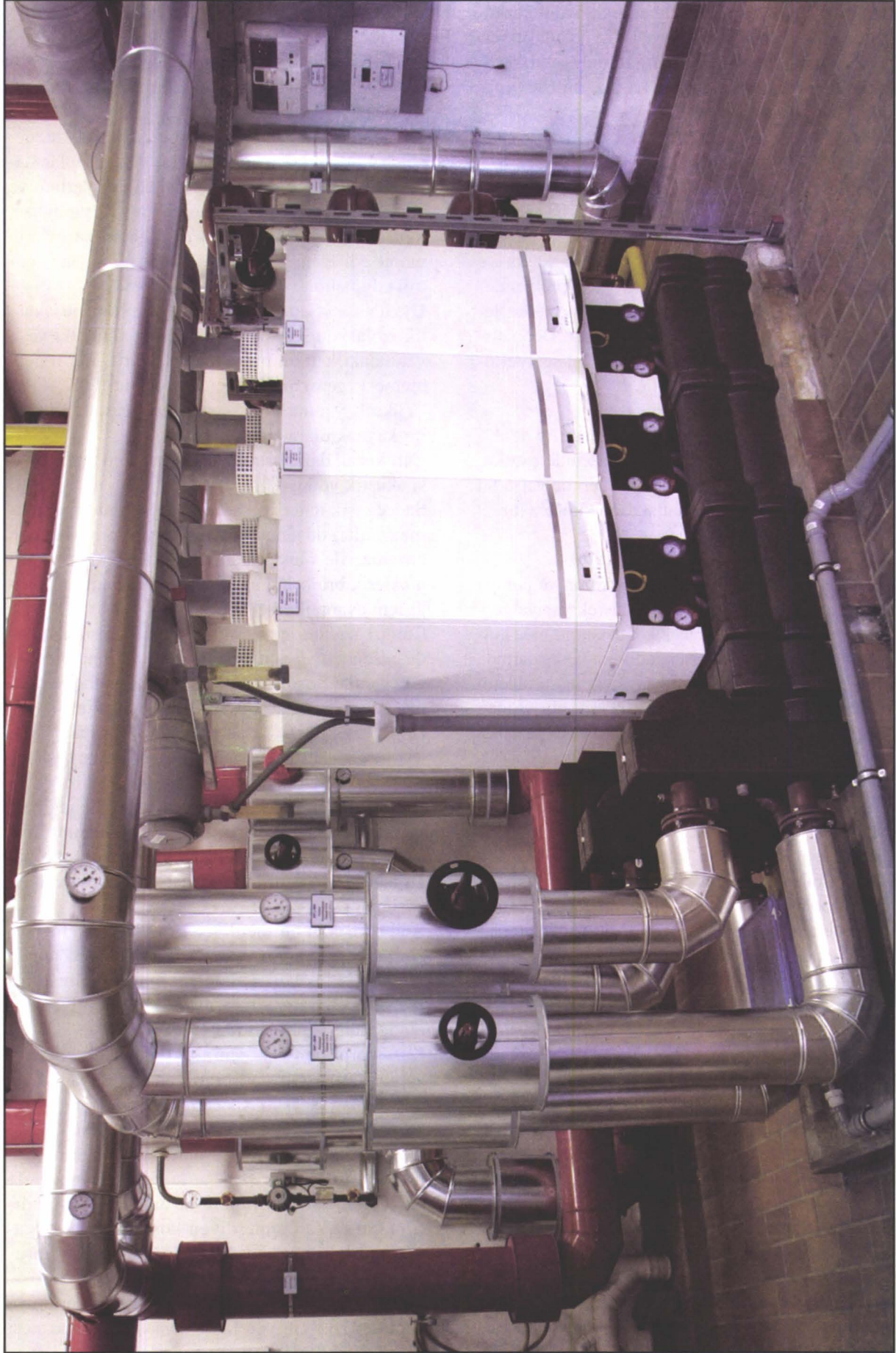
4.4.2. SİSTEMİN DEZAVANTAJLARI

- Bu sistemin en önemli dezavantajı kazan ve pompa tarafından yaratılan sesin izole edilerek yapıya geçmesinin önlenmesidir. Ancak konut ısıtmasında kullanılan boruya takılan cinsten dolaşım pompalarında (ıslak rotorlu pompalar) herhangi bir ses problemi yoktur. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemler ve atmosferik brülörlü kazanlar kullanılırsa ses problemi hiç olmayacaktır.
- Boru şebekesi üstten dağıtma üstten toplama yapıldığında boru maliyetleri değişmez. Ancak iki kattan daha yüksek yapılarda alttan dağıtma alttan toplama sistemi yapılırsa çatı ısı merkezinden aşağıya inen kolon yapılacaktır. Buna karşılık emniyet gidiş ve dönüş borularının kalkması bu ana kolonun maliyetini kompanse edecektir. Üstten dağıtım alttan toplama genelde en ideal sistemdir.
- Kazan dairesi henüz kaba inşaat bitiminde tamamlanmalıdır. Ayrıca döşeme desteklenmelidir. 350 kW'a kadar olan küçük kapasitelerde kazanlar mahya altında, giriş üzerine monte edildiğinde genelde özel önlemler gerekmecektir.
- Çatıda uygun boru geçiş delikleri bırakılmalıdır.
- Çatı katı yeterli yükseklikte olmalıdır. Yoğuşmalı kaskad sistemlerde çatı katı yüksekliği bağlayıcı olmayabilir.
- Çatı ısı merkezleriyle, bina altındaki ısı merkezi karşılaştırması *Tablo 4.17'*de verilmiştir.
- Yakıt bağlantısı, elektrik kablosu bağlantıları ve kazan soğuk su bağlantılarının çatıya kadar uzatılması ilave yatırım maliyeti getirir. çatı ısı merkezlerinin yatırım maliyeti, doğal gazda daha ekonomiktir.
- Düşük su seviye kontrolü yapılmalıdır.

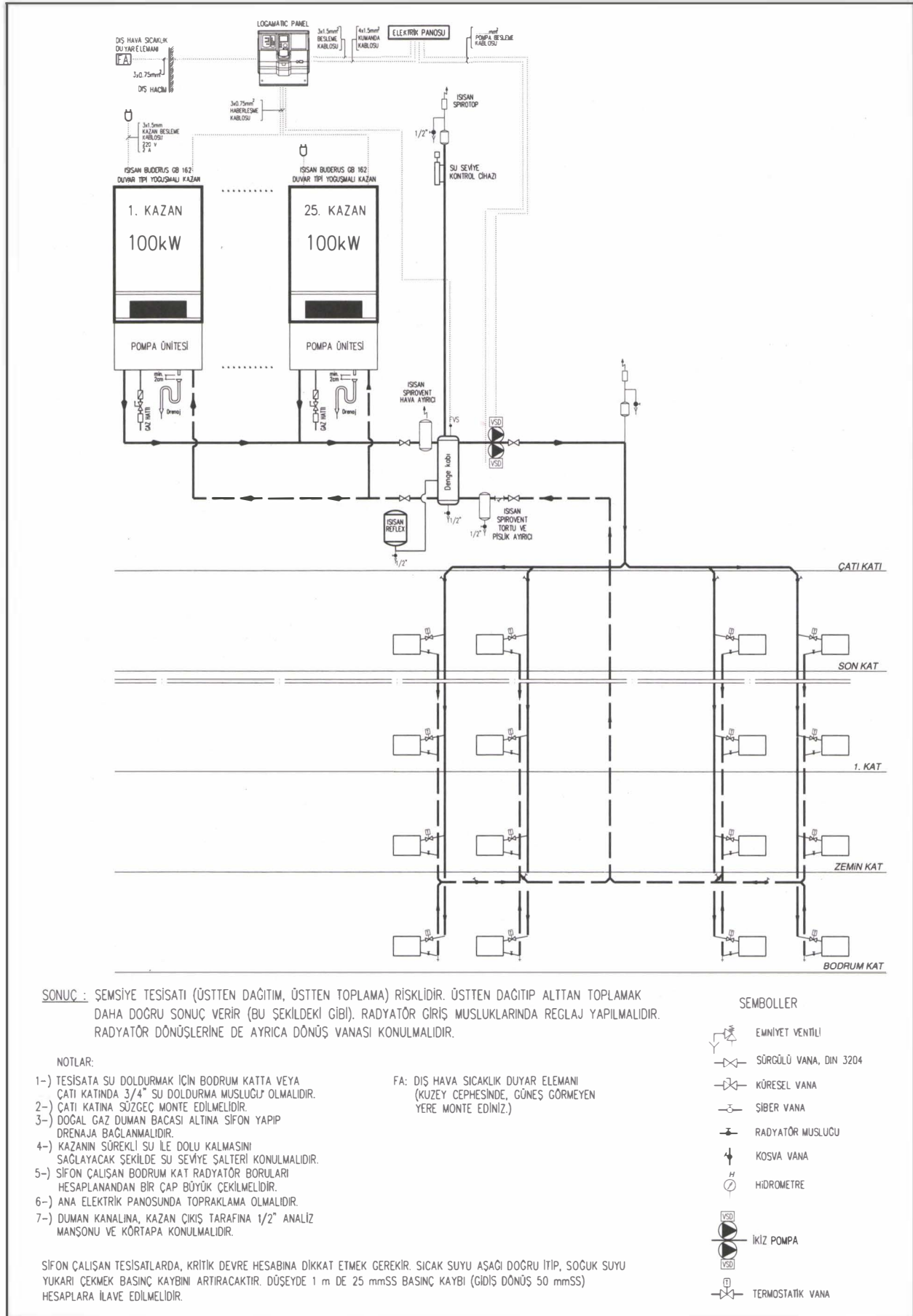
4.4.3. ÇATI ISI MERKEZLERİ İÇİN TEKNİK ŞARTLAR

4.4.3.1. Kazan Dairesi Yapısıyla İlgili Şartlar

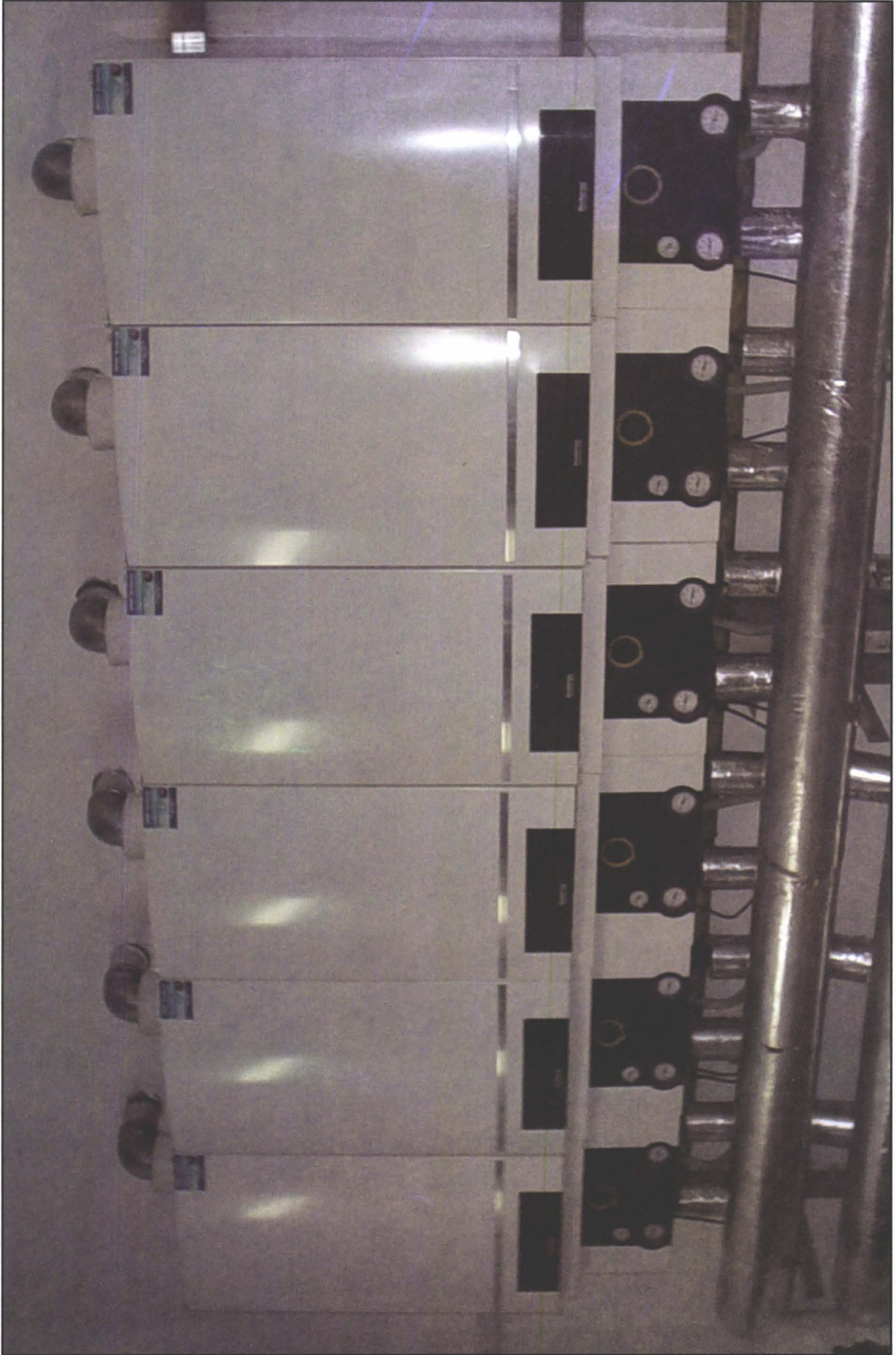
- Çatı katının ve tüm yapının statığında kazan dairesinin etkisi dikkate alınmalıdır. Kazanın işletme ağırlığı esas olmakla birlikte, genelde 1.000 - 2.000 kg/m²'lik bir yük hesaplanmalıdır. Çatılarda 2 - 4 m³ hacimli su depolarının ve genişleme depolarının monte edildiği düşünülürse, toplam ağırlığı (su dahil) 4 tonu geçen kazanların monte edileceği yerlerde statik proje mutlaka kontrol edilmelidir.
- Uygulama üflemeli kazanlarla yapılırsa bir akustik izolasyon seçilmelidir. Çatının altındaki veya yanındaki katlara rahatsız edici gürültülerin geçmemesi gerekmektedir. Bu yönde DIN 4109 "Yüksek yapılarda ses yalıtımı" esasları faydalı bir kaynak olarak alınabilir. Çatı kazan dairelerinde düşey pencere açılmaması akustik yönden faydalıdır. Sadece ışık için çatı kaplaması üzerinde aydınlatma camları düşünülmelidir. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemler ve atmosferik brülörlü kazanlar, ses problemi olmadığı için avantajlıdır.
- Çelik kazanlar için ısı merkezine komşu alanlarda kazan için uygun giriş deliği bırakılmalıdır. Bu gereksinim duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ve dökme dilimli kazanlar için bulunmamaktadır.
- Doğal gazlı büyük tesislerde (5.000 kW'dan büyük tesisler) gaz sayacı, basınç düşürme, basınç besleme istasyonu için ayrı bir oda yapılması gerekir.
- Birkaç binayı birden besleyen tek çatı ısı merkezi kurulacaksa, bu merkez en yüksek binanın tepesinde olmalıdır. Ancak her binanın tepesine bağımsız kazan dairesi kurulması alternatifi daha iyi çözümdür.
- Acil çıkış için bir merdiven gereklidir. Isı merkezinin bütün kapıları ve pencereleri kaçış yönünde kiltsiz ve kolay açılabilen cinsten olmalıdır. Merdiven basamaklı ya da gemici merdiveni tipinde sabit yapılmalıdır.
- Kazanların oturması için titreşim izoleli kaideler yapılmalıdır (Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemler ve atmosferik tip brülörlü kazanlarda buna ihtiyaç yoktur.).
- Doğal gaz besleme boru hattı için bir boru şaftı oluşturulmalıdır. Bu şaftta kontrol amacı ile her kattan ulaşılabilmesi ve bu şaft havalandırılmalıdır. Ya da merdiven boşluğundan, duvara yakın olarak çelik boru ile (doğal gaz borusu) çekilmelidir.
- Kazan dairesinde havalandırma açıkları hesabı ve yapımı için ilgili yerel gaz firmasının şartnamesi ve MMO 133 nolu yayını geçerlidir.



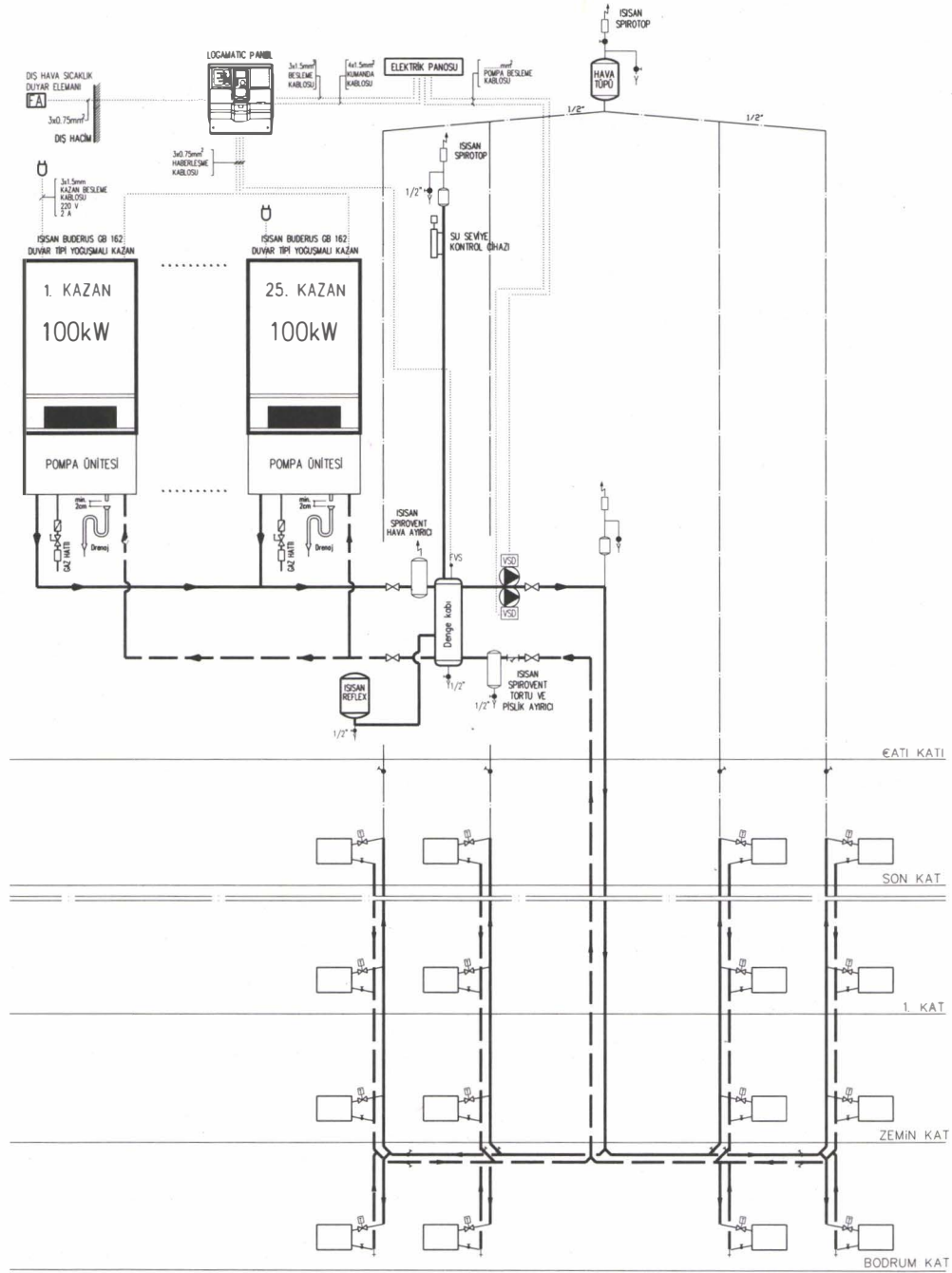
Şekil 4.9A. 6x100 kW = 600 kW KAPASİTELİ YOĞUŞMALI KASKAD UYGULAMASI



Şekil 4.9B. ÇATI ISI MERKEZİ - ÜSTTEN DAĞITIM, ALTTAN TOPLAMA (İDEAL UYGULAMA)



Şekil 4.10. 6x100 kW = 600 kW KAPASİTELİ YOĞUŞMALI KASKAD UYGULAMASI



NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İÇİN BODRUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MUSLUĞU OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SÜZGEÇ MONTE EDİLMELİDİR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SIFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SÜREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEVİYE ŞALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SIFON ÇALIŞAN BODRUM KAT RADYATÖR BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.
- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
- 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALİZ MANŞONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.

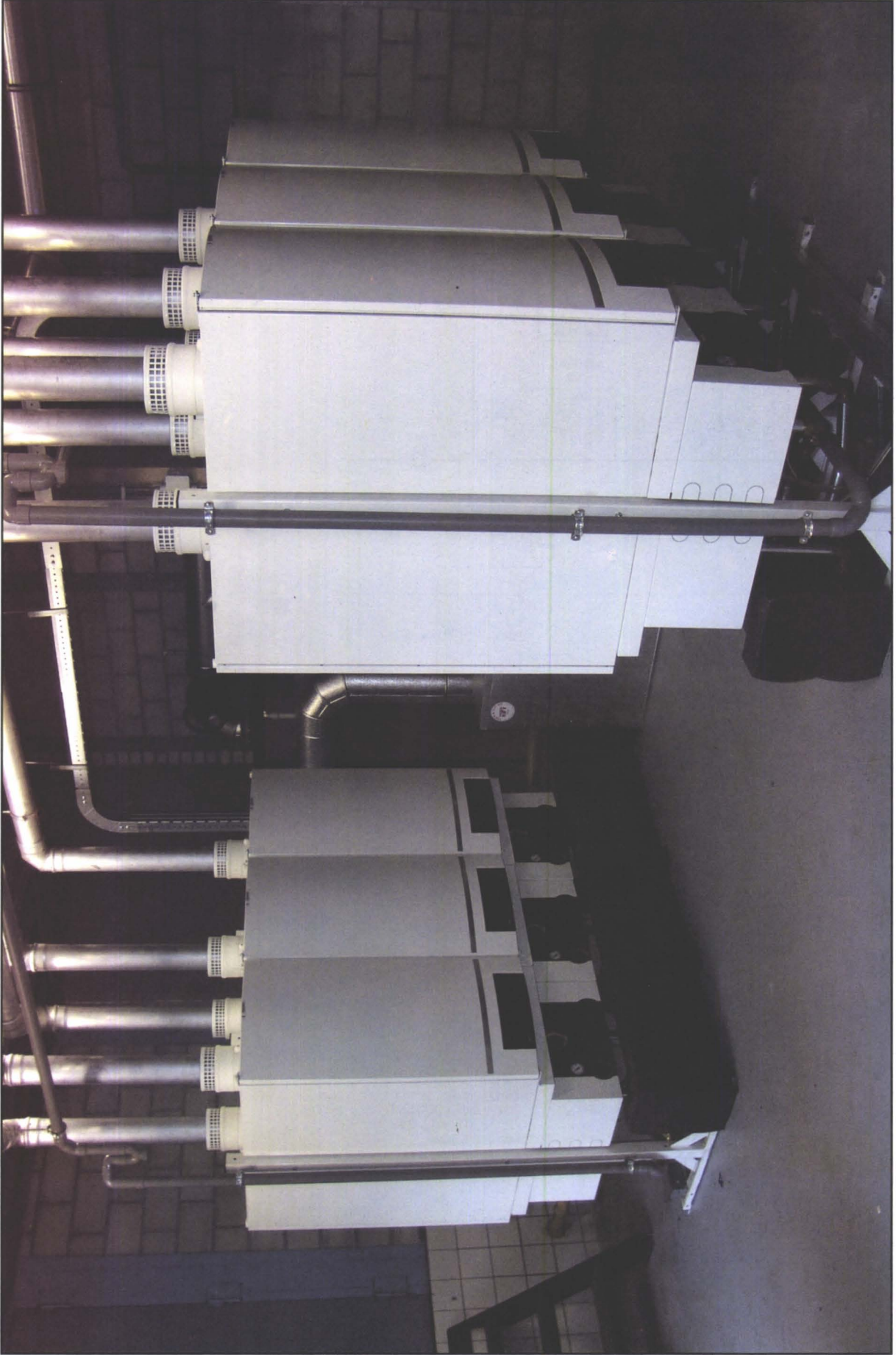
FA: DİŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KUZEY CEPHESİNDE, GÜNEŞ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SIFON ÇALIŞAN TESİSATLARDA, KRİTİK DEVRE HESABINA DİKKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOĞUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BASINÇ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DÜŞEYDE 1 m DE 25 mmSS BASINÇ KAYBI (GİDİŞ DÖNÜŞ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELİDİR.

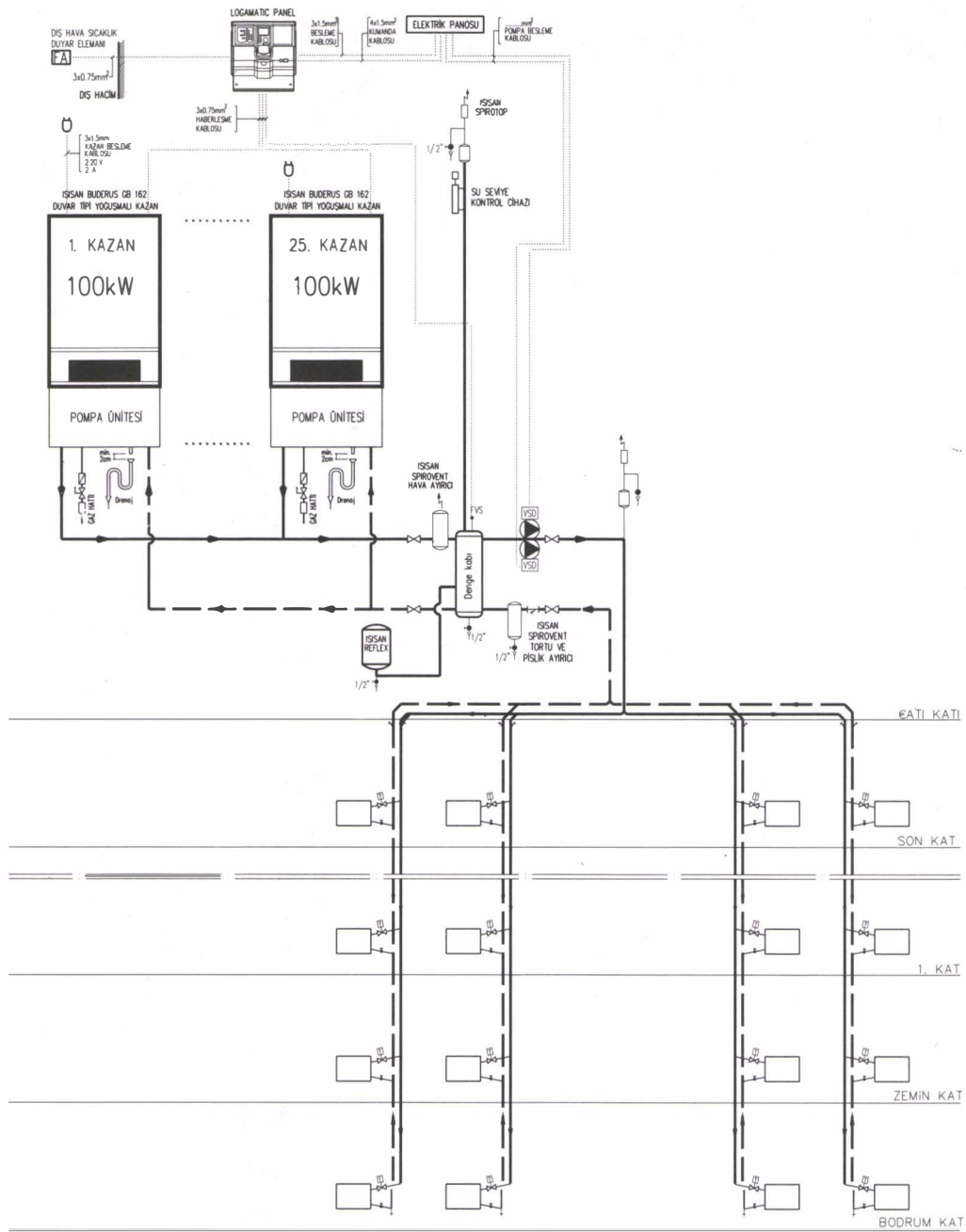
SEMBOLLER

- EMNİYET VENTİLİ
- SÜRGÜLÜ VANA, DIN 3204
- KÜRESEL VANA
- SİBER VANA
- RADYATÖR MUSLUĞU
- KOŞVA VANA
- HİDROMETRE
- İKİZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

Şekil 4.10. ÇATI ISI MERKEZİ - ALTTAN DAĞITIM, ALTTAN TOPLAMA (YAPILABİLİR)



Şekil 4.11. 12x100 kW = 1.200 kW KAPASİTELİ YOĞUŞMALI KASKAD UYGULAMASI



SÖNÜC : ŞEMSİYE TESİSATI (ÜSTTEN DAĞITIM, ÜSTTEN TOPLAMA) RİSKLİDİR. ÜSTTEN DAĞITIP ALTAN TOPLAMAK DAHA DOĞRU SONUÇ VERİR.

NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İÇİN BODRUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MUSLUĞU OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SÜZGEÇ MONTE EDİLMELİDİR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SIFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SÜREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEVİYE ŞALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SİSTEM SIFON ÇALIŞACAGINDAN RADYATÖR KOLON VE BRASMAN BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.
- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
- 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALİZ MANŞONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.

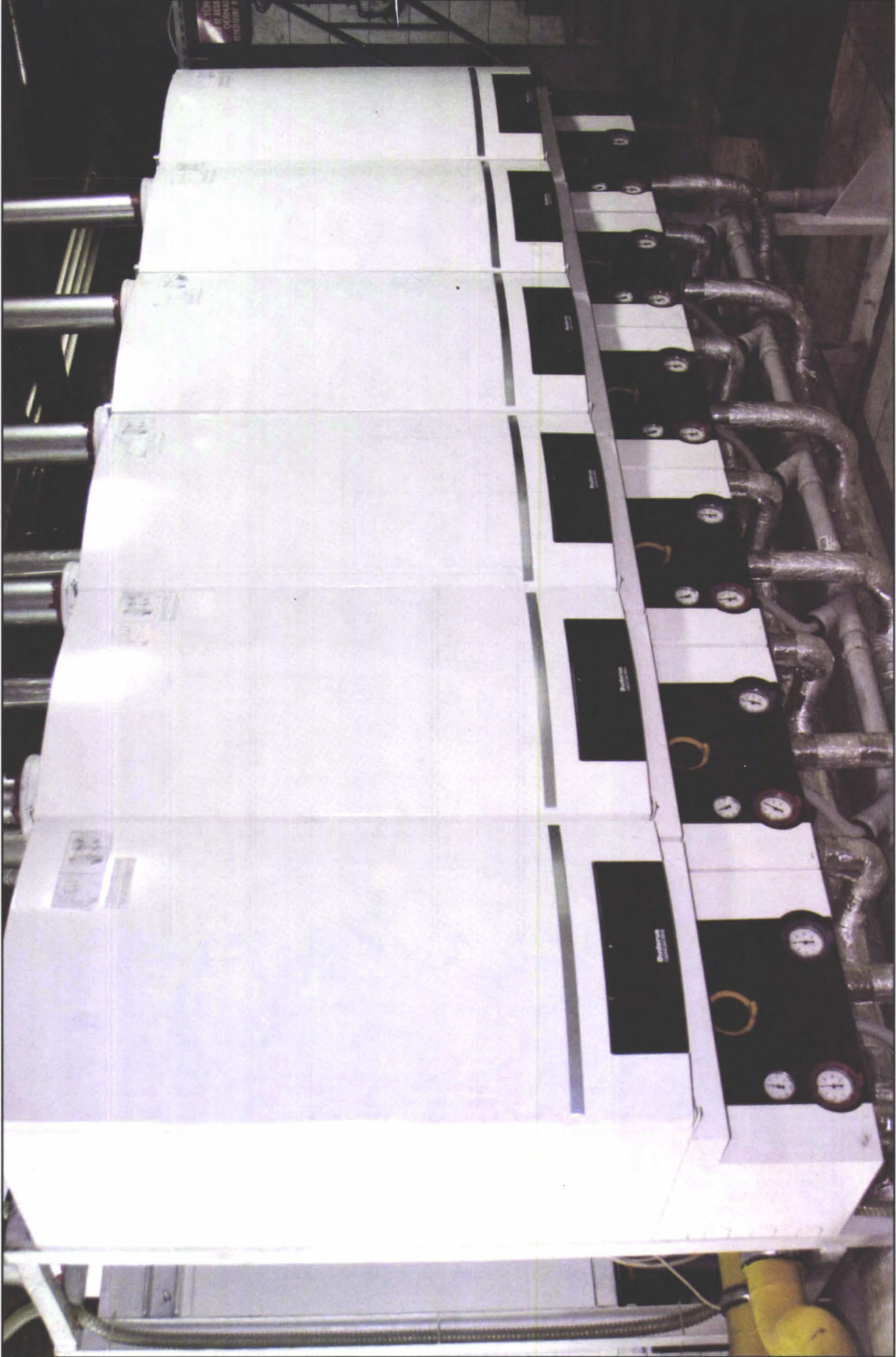
- 8-) BU SİSTEMDE ALT KAT RADYATÖRLERİ KRİTİK DEVRE OLUSTURMAKTADIR. BORU ÇAPININ VE SİRKÜLASYON POMPASININ SEÇİMİNE DİKKAT EDİNİZ.
 - 9-) SİSTEM 3 KATTAN YÜKSEK YAPILARDA TAVSİYE EDİLMEZ.
 - 10-) RADYATÖRLERDE TERMOSTATİK RADYATÖR VANASI KULLANILMALIDIR.
- FA: DIŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KUZEY CEPHESİNDE, GÜNEŞ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SEMBOLLER

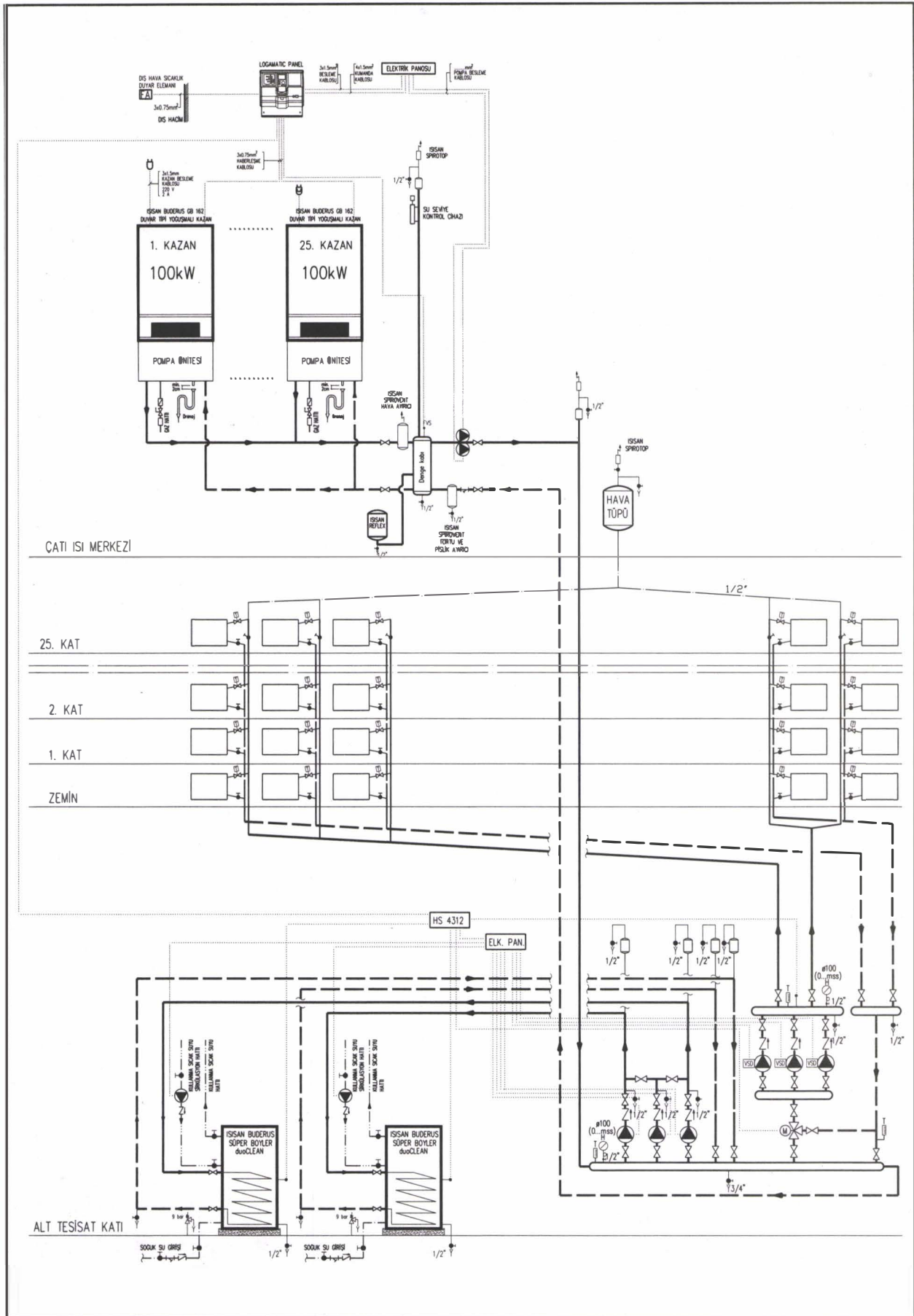
- EMNİYET VENTİLİ
- SÜRGÜLÜ VANA, DIN 3204
- KÜRESEL VANA
- SİBER VANA
- RADYATÖR MUSLUĞU
- KOSVA VANA
- HİDROMETRE
- İKİZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

SIFON ÇALIŞAN TESİSATLARDA, KRİTİK DEVRE HESABINA DİKKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOĞUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BASINÇ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DÜŞEYDE 1 m de 25 mmSS BASINÇ KAYBI (GİDİŞ DÖNÜŞ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELİDİR.

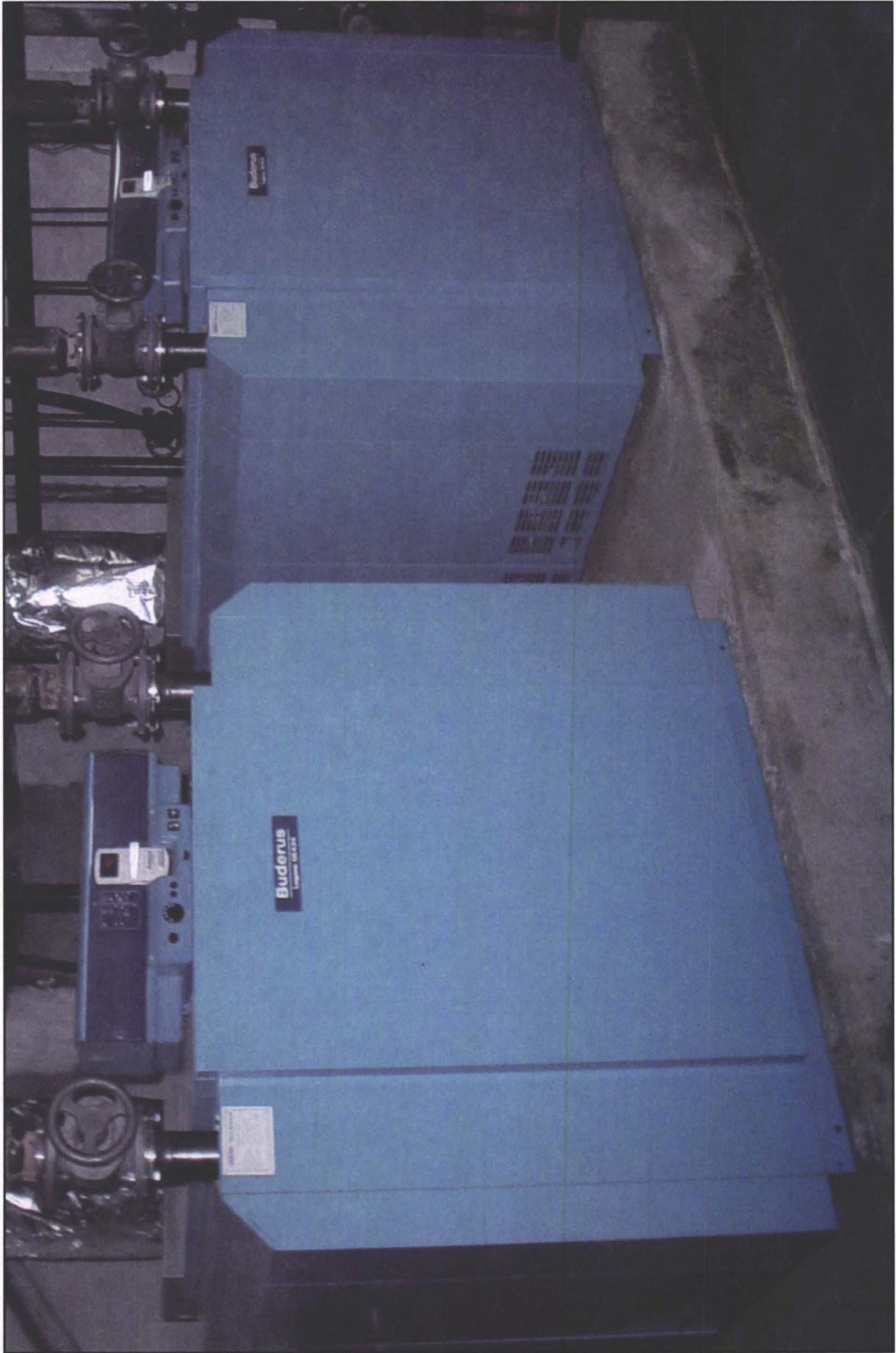
Şekil 4.11. ÇATI ISI MERKEZİ - ÜSTTEN DAĞITIM, ÜSTTEN TOPLAMA (RİSKLİ UYGULAMA)



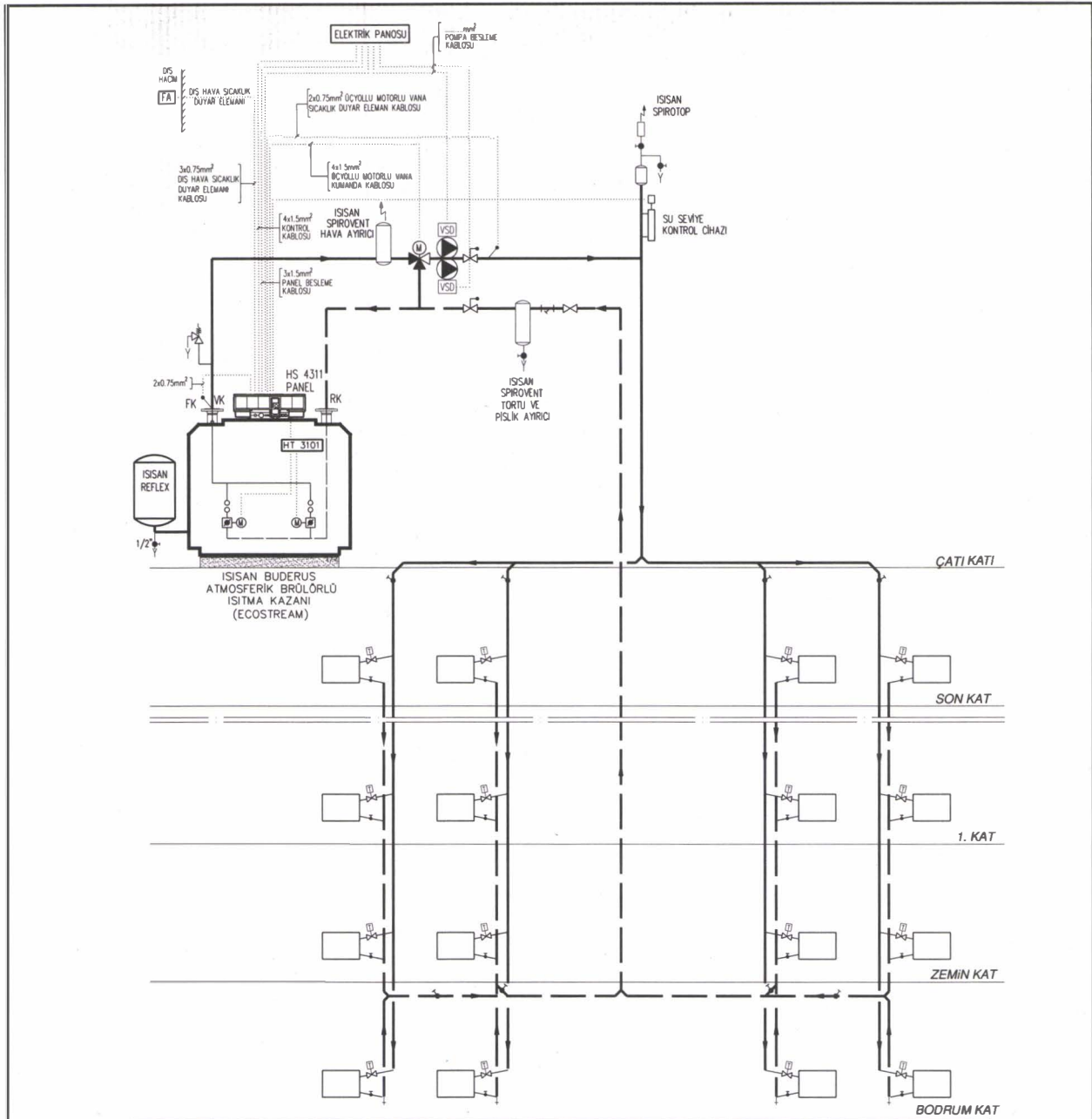
Şekil 4.12. 12x100 kW = 1.200 kW KAPASİTELİ YOĞUŞMALI KASKAD UYGULAMASI



Şekil 4.12. YOĞUŞMALI KASKAD SİSTEM İLE ÇATI ISI MERKEZİ UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 4.13. 2x375 kW = 750 kW KAPASİTELİ ESNEK DÖKÜM ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ KAZAN UYGULAMASI



SONUÇ : ŞEMSİYE TESİSATI (ÜSTTEN DAĞITIM, ÜSTTEN TOPLAMA) RİSKLİDİR. ÜSTTEN DAĞITIP ALTtan TOPLAMAK DAHA DOĞRU SONUÇ VERİR (BU ŞEKİLDEKİ GİBİ). RADIYATÖR GİRİŞ MUSLUKLARINDA REGLAJ YAPILMALIDIR. RADIYATÖR DÖNÜŞLERİNE DE AYRICA DÖNÜŞ VANASI KONULMALIDIR.

NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İÇİN BODRUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MUSLUĞU OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SÜZGEÇ MONTE EDİLMELİDİR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SİFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SÜREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEVİYE ŞALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SİFON ÇALIŞAN BODRUM KAT RADIYATÖR BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.

- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
 - 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALİZ MANŞONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.
- FA: DİŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KUZEY CEPHESİNDE, GÜNEŞ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SİFON ÇALIŞAN TESİSATLARDA, KRİTİK DEVRE HESABINA DİKKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOĞUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BASINÇ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DÜŞEYDE 1 m DE 25 mmSS BASINÇ KAYBI (GİDİŞ DÖNÜŞ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELİDİR.

SEMBOLLER

- EMNİYET VENTİLİ
- SÜRGÜLÜ VANA, DIN 3204
- KÜRESEL VANA
- ŞİBER VANA
- RADIYATÖR MUSLUĞU
- KOSVA VANA
- HİDROMETRE
- İKİZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

Şekil 4.13. ÇATI ISI MERKEZİ - ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN

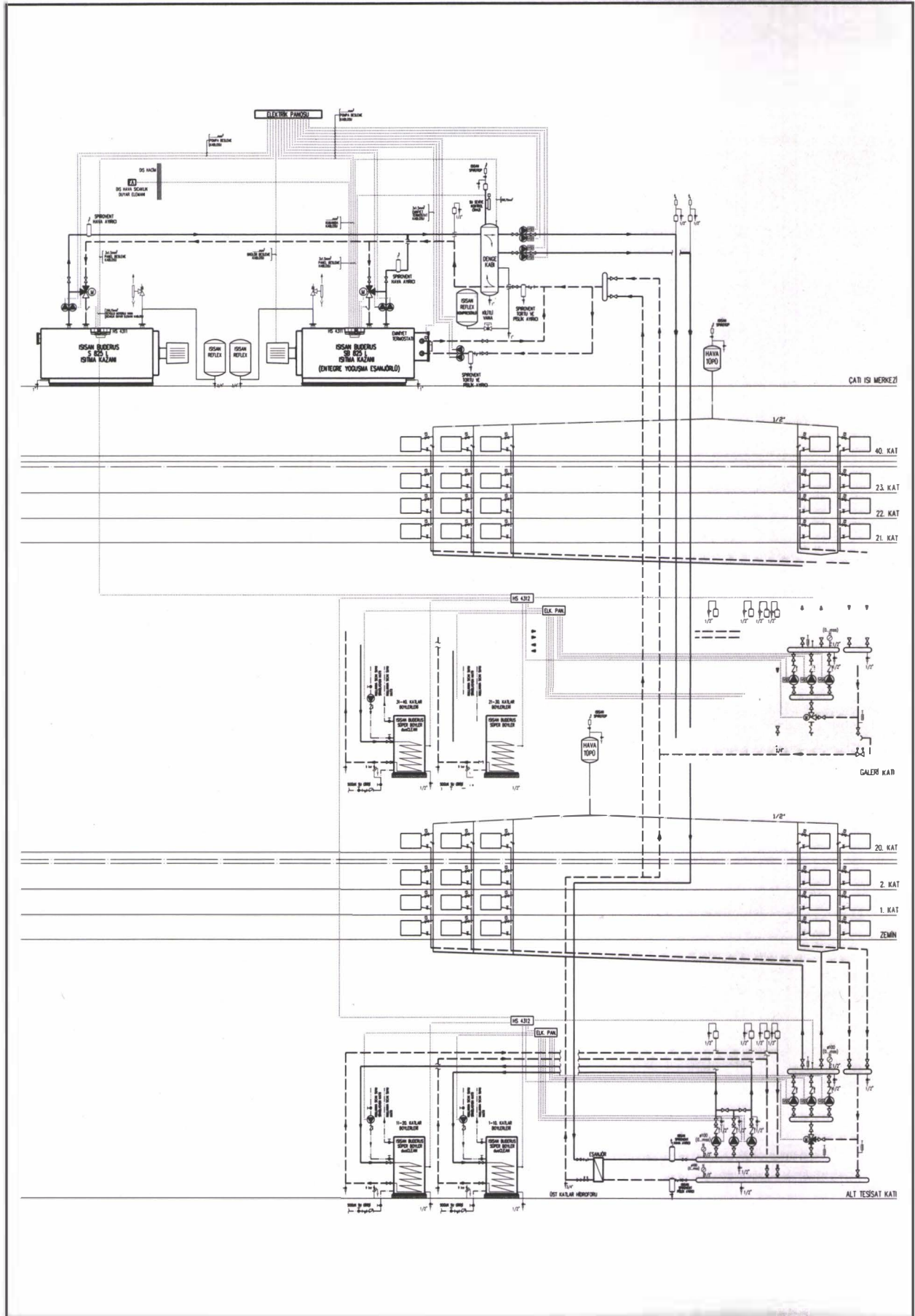


Şekil 4.14A. TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZANLAR (3 x 5.200 kW = 15.600 kW), soldaki ve ortadaki kazanlar ENTEGRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ, BRÜLÖRLER: KURUM YAPMAYAN, ORANSAL TİP (Kazanlam üzerindeki vanalara ulaşabilmek için yapılan servis platformu önemli bir detaydır.)

Şekil 4.14B. ÇATI ISI MERKEZİ - ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZAN



Şekil 4.15. TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZANLAR (2.500 kW x 2) VE KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖRLER



Şekil 4.16. ÇATI ISI MERKEZİ - ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZAN

Karşılaştırma Konusu	Çatı Isı Merkezi	Bina Altı Isı Merkezi
1- İlk Yatırım Maliyeti	a- Bir ile beş kata kadar olan yapılarda ilk yatırım maliyeti yaklaşık olarak aynı. b- Beş ile on kata kadar olan yapılarda ilk yatırım maliyeti daha az. c- On kat ve daha yüksek yapılarda ilk yatırım maliyeti çok daha az. Özellikle yüksek yapılarda çatı kazan dairesi avantajlıdır. Baca maliyetine ek olarak artan statik basınç nedeniyle kazan dairesindeki diğer elemanların (genleşme deposu, vanalar vb) de maliyeti daha azdır. Ayrıca kazan dairesi havalandırma şartları çok kolay ve ucuza sağlanır	Daha fazladır. Bina yüksekliğince bacaya ihtiyaç vardır. Bacanın maliyetine ek olarak bacaların ve havalandırma bacasının tüm katlarda kaybettirdiği alanın ve bacaları kapatmak için gerekli duvar veya prekast elemanın maliyeti de dikkate alınmalıdır. Yakıt olarak doğal gaz kullanıldığında baca gazlarındaki yüksek su buharı bacada aşırı yoğunlaşmaya neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için çok pahalı baca sistemleri gerekmektedir (özellikle eski yapıların doğal gaz dönüşümünde). Yüksek yapılarda ise genleşme deposu başta olmak üzere, diğer sistem elemanlarının (basınç nedeniyle) maliyeti ciddi oranda artmaktadır. Ayrıca TSE kuralları nedeniyle eşanjör kullanımı da maliyeti ciddi oranda artırmaktadır. Kazan dairesi havalandırma şartları (özellikle orta kısımda ise) yatay hava kanalları ve hava bacası maliyetleri ile birlikte daha pahalıya mal olur.
2- Ses - Gürültü ve Titreşim	Ses - gürültü ve titreşim kazan tipi ile ilgilidir. Bu kriter genel olarak değerlendirilirse; a- Atmosferik brülörlü kazan kullanılırsa ses ve titreşim problemi hiç olmayacaktır. b- Duvar tipi %110 verimli 100 kW yoğunlaşmalı kazanların ses seviyesi en düşüktür. Tam yükteki ses seviyesi kütüphanede hedeflenen ses seviyesinin bile altındadır. c- Üflemlili brülörlü kazanlar kullanılması halinde ses (gürültü) problemi oluşacaktır. Kazan dairesine bitişik dairelerde ve kazan dairesinin üstündeki veya üstündeki birkaç katta (çatı ısı merkezlerinde ise altındaki birkaç katta) çok ciddi sorun olabilir. Bacanın içindeki ses de etrafındaki odalara dağılıp rahatsızlık verecektir. Üflemlili brülörlü kazanlardaki ses ve titreşim için alınabilecek önlemler: a- Sessiz çalışan ve bunun için özel önlemlerle donatılmış brülörlerin tercih edilmesi, b- Brülör üzerine susturucu montajı (eğer standardında varsa çok daha iyi), c- Duman kanalına baca susturucusu montajı, d- Kazan dairesi duvar ve tavanlarda akustik önlemler, e- Çok kaliteli bacalar kullanımı (Prefabrik tip çift cidarlı özel bacalar kullanılmalı), f- Bacanın etrafına beton perde veya dolu tuğladan kalın (20 cm) duvar örülmesi, g- Bacanın yatak odası, salon gibi hacimlerden uzak tasarlanması, h- Kazanın altına titreşim önleyici tedbirler alınması (özellikle çatı ısı merkezlerinde). i- Çatı kazan dairesinde brülör sesi bacadan taşınmaz. Dolayısıyla çok avantajlıdır. Yukarıda belirtilen bu önlemlere rağmen, üflemlili tip doğal gaz brülörlerinde yanma sonucu oluşan düşük frekanslı ses, susturucular kullanılmasına rağmen sorun yaratabilmektedir.	

Tablo 4.17. ÇATI KAZAN DAİRESİ İLE BİNA ALTINDAKİ KAZAN DAİRESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Konusu	Çatı Isı Merkezi	Bina Altı Isı Merkezi
3- Yapı Kullanımı Açısından	Teknik ve ekonomik avantajlar yanında; a- Bodrum katta park yeri kazanabilmek, b- Bodrum katta çeşitli amaçlı kullanım sahaları kazanabilmek, c- Bodrum kat yapılmayan ve zemin katı çok kıymetli olan yapılarda, d- Zemin suyu seviyesi veya kayalık temel nedeniyle bodrum kat yapılmayan binalarda çatı ısı merkezleri zorunlu olabilir.	a- Çatı katı çok kıymetli olan yerlerde yakıt cinsi doğal gaz olsa da, kazan dairesi bodrum kata yapılır. b- Kömür ve fuel oil kullanımında bodrum kat kazan daireleri daha ekonomik ve kullanışlıdır.
4- Mimari	Kazan dairesi boyutları on kata kadar olan yapılarda aynıdır. Daha yüksek yapılarda ise daha küçük alan yeterli olacaktır. Boruların yukarıdan (en üst kattan) dağıtılması ve aşağıdan toplanması mümkündür. (İdeal sistem) Yada çatı kazan dairesinden gidiş ve dönüş boruları alt kata indirilip , bodrum kat tavanından boru dağıtımı yapılabilir.	Kazan dairesi boyutları on kata kadar olan yapılarda yaklaşık olarak aynıdır. Yüksek yapılarda; a- Genleşme deposu boyutları daha fazladır. b- TSE kalorifer kazanına gelen basıncın 50 mSS (5 Atü) geçmesi halinde (statik basınç + genleşme basıncı toplamı 50 mSS) emniyet açısından plakalı tip eşanjör kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.
5- Konfor	Sistem otomatik kontrol paneli (Logamatic Panel) ile çalıştırılmalıdır. Çatıya çıkmaya gerek kalmayacaktır. Dış sıcaklık kompanzasyonlu kontrol paneli (Logamatic Panel) termostatik radyatör vanası ile kontrol edilen sistemde istenilen sıcaklıkta ısıtma ve frekans kontrollü pompalar ile sessiz, ekonomik ideal konfor sağlanır.	Dış sıcaklık kompanzasyonlu kontrol paneli (Logamatic Panel), termostatik radyatör vanası ile kontrol edilen sistemde istenilen sıcaklıkta ısıtma frekans kontrollü pompalar ile sessiz, ekonomik yapılır ve ideal konfor sağlanır.
6- Yakıtın Depolanması ve Taşınması	Yakıt olarak kömür ve sıvı yakıt kullanımında ısı merkezinin çatıda oluşturulmasında en önemli sakınca, yakıtın çatıya taşınması, depolanması ve depolamanın getirdiği statik yükler, külün alınması ve çatıya servis, temizlik ve bakım için çok sık çıkmak gerekecektir. Bu nedenle katı ve sıvı yakıtlar (özellikle kömür ve fuel oil) çatı ısı merkezi için pratik değildir. Doğal gaz söz konusu olduğunda kazan dairelerini çatı katında düzenlemek büyük avantaj sağlamaktadır. Sadece bir boru ile doğal gazın çatıya taşınması mümkündür. Doğal gaz havadan hafif olduğundan, bir basınç kullanımına bile gerek kalmaksızın kendiliğinden yükselir.	Yakıt olarak katı, sıvı ve gaz yakıtlar kullanılabilir.
7 - Emniyet	Yakıt cinsi doğal gaz olduğunda çatı ısı merkezleri daha güvenlidir.	

Tablo 4.17. ÇATI KAZAN DAİRESİ İLE BİNA ALTINDAKİ KAZAN DAİRESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Konusu	Çatı Isı Merkezi	Bina Altı Isı Merkezi
8- Kazan Seçimi	Kazanda statik basınç olmayacağından bütün uygulamalarda (Yüksek yapılarda bile) normal tip kazanlar kullanılabilir. Ses açısından atmosferik brülörlü kazanlar veya duvar tipi %110 verimli 100 kW yoğuşmalı kazanlar tercih sebebi olmalıdır. Ayrıca dökme dilimli kazanların çatıya taşınması ve montajında problem oluşmaz. Duvar tipi %110 verimli yoğuşmalı 100 kW kazanlar düşük yakıt sarfiyatı ve sessiz çalışma özelliğinden ayrıca, mevcut binalarda ağırlıkları daha az olduğu için de tercih edilebilirler.	Bina yüksekliğinden kaynaklanan statik basınç göz önünde bulundurulmalıdır. a- Atmosferik brülörlü kazanlar ses açısından tercih sebebi olmalıdır. Dilimli dökme kazanların kazan dairesine taşınması ve montajında problem olmaz. 10 kattan daha yüksek yapılarda plakalı eşanjörler kullanılmalıdır. b- Duvar tipi %110 verimli 100 kW yoğuşmalı kazanlar düşük yakıt sarfiyatı ve sessiz çalışma özellikleri nedeniyle tercih edilebilir. Plakalı eşanjör ile kullanılmasını öneririz.
9- Baca Kuruluş Maliyeti	Ucuz	Çok pahalı (Bacanın tüm katlarda kaybettiği alanın maliyeti ve baca boşluğunu kapatmak için gerekli duvar vs. maliyetleri de dikkate alınarak.)
10- Baca Temizliği	Çok kolay ve ucuza yapılır.	Baca yüksekliği fazla olduğu için; daha zahmetli ve pahalıdır. Doğal gaz için (çok özel şartlar dışında) genellikle ihtiyaç yoktur.
11- Malzemenin Taşınması	Çatıya çıkarmak daha güçtür. Ancak atmosferik kazanlar dilimli olduğu için çatıya kolay çıkartılır. %110 verimli 100 kW yoğuşmalı kazanlar da çatıya kolayca taşınırlar.	Daha kolaydır. Dökme dilimli kazanların taşınması ve yerine yerleştirilmesi her zaman çelik kazanlara göre daha kolaydır.
12- Kazan Kaidesi	a- Üflemlili brülörlü kazanlar için titreşim, izoleli kaideler yapılmalıdır. b- Atmosferik brülörlü kazanlarda buna gerek yoktur. Beton kaide (demirli) yeterlidir. c- Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemlerde kaide gereksinimi olmayacaktır.	Beton kaide (demirli) yeterlidir.
13- Genleşme Deposu	3 bar basınçta genleşme deposu seçilir.	Yüksek basınçlı ve daha büyük genleşme deposuna ihtiyaç vardır. Genleşme deposu maliyeti daha pahalıdır.
14- Sonuç	Yakıt cinsi kömür ise: Kazan dairesi bina altında yapılmalıdır. Yakıt cinsi fuel oil ise: Kazan dairesi bina altında yapılmalıdır. Yakıt cinsi motorin ise: Kazan dairesi bina altında veya çatıda olabilir. Bina altında olması daha avantajlıdır. Yakıt cinsi doğal gaz ise: (Yoğuşmalı kaskad sistem veya atmosferik tip kazanlar kullanılması halinde) a- Beş kata kadar olan binalarda kazan çatıda veya bina altında olabilir. b- Beş ila on kata kadar olan binalarda kazanın çatı katına monte edilmesi daha uygundur. c- On kattan daha yüksek yapılarda özel bir neden (panoramik manzara vb.) yoksa, kazanın çatı katına monte edilmesi çok daha ekonomiktir. Not: Çatı katı, manzara vb özel kullanım avantajlarına sahip değilse.	

Tablo 4.17. ÇATIKAZAN DAİRESİ İLE BİNA ALTINDAKİ KAZAN DAİRESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

4.4.3.2. Kazanlarla İlgili Şartlar

- Kazanlar için baca çekişine gereksinim duyulmalıdır. Bunun için yoğunlaşmalı kaskad sistem, atmosferik brülörlü kazanlar veya kendinden susturucu kapağı olan brülörlü kazanlar kullanılmalıdır.
- Kazanların taşınması ve yerleştirilmesi kolay olmalıdır. Kazan mümkün olduğu kadar az yer kaplamalıdır.
- Kazan sessiz çalışmalıdır. Bunun için üflemlerli brülörlü kazan kullanılacaksa, brülörleri akustik özel bir kutu (kapak) içine alınmalıdır. Ya da sessiz çalıştığı ve servis sıklığı çok az olduğu için yoğunlaşmalı kaskad sistem veya atmosferik brülörlü kazanlar tercih edilmelidir.

4.4.3.3. Gaz Tesisatıyla İlgili Şartlar

- Gaz tesisatının projelendirilmesi ve yapımı ilgili yerel gaz firmasının şartnamesine uygun olmalıdır.
- Bina bağlantısı ve basınç ayar istasyonu, ya bina girişinde veya ısı merkezinde ayrı bir odada bulunmalıdır.
- Gaz sayacı ısı merkezindeki ayrı odada, binada uygun bir yerde veya kazan dairesinde olmalıdır.
- Gaz hattında API normuna uygun doğal gaz borusu ve dirsekleri kullanılmalıdır.
- DN 25'ten büyük çaplı borularda kaynaklı bağlantı kullanılmalıdır.
 - Borular korozyona karşı korunmalıdır. 2 kat sül-yen ve 2 kat yağlı boya ile boyanmalıdır.
 - Borular merdiven boşluğunda duvardan açıkta monte edilmeli veya havalandırılan ve her kattan ulaşılabilen bir şafttan geçirilmelidir. Ancak havalandırma bacası, çöp bacası asansör boşluğu gibi boşluk ve şaftlardan geçirilemez.
 - Boruların bina dışından geçirilmesi mümkündür. Ancak bu durumda dış etkenlere karşı korunmaya alınmalıdır.
 - Özellikle bina dışından geçen borularda uzama-yı karşı önlem alınmalı ve düşey boru uzunluğu 40 m'yi geçerse kompansatör kullanılmalıdır.
 - Borular döşemeden geçerken mutlaka koruyucu kılıf veya ikinci boru içinden geçirilmelidir.
 - Borular döşendikten sonra sızdırmazlık testi uygulanmalıdır.

4.4.3.4. Sıcak Su Borularıyla İlgili Şartlar

- En düşük maliyet; yatay borular döşeyerek, üstten dağıtma üstten toplama sisteminde (bir veya iki katlı binalarda) söz konusudur. Buna karşılık en dengeli dağılım, büyük çaplı bir ana kolonla aşağı inip, alttan dağıtma üstten toplama yapan sistemle elde edilir. Alttan dağıtma alttan toplama sistemde ise, gidiş ve dönüş ana kolonu kazandan çıkıp direkt olarak bodruma inmeli, dağıtım bodrum tavanından yapılmalıdır. Tesisatı mevcut binaların dönüşümünde bu sistem daha pratiktir.

- Boru geçişleri ve kelepçe bağlantıları titreşime karşı izole edilmelidir.
- Duvar ve tavan delikleri, boru bağlantı yerleri sese karşı izole edilmelidir.
- Boru uzamalarına karşı önlem alınmalı, gerekirse kompansatör kullanılmalıdır veya omega yapılmalıdır.
- Kazandan çıkan ana gidiş ve dönüş boruları önce yukarı çıkmalıdır. Böylece su kaçığında kazanın boşalması önlenmiş olur.
- Kolon vanası kullanımı önerilebilir.

4.4.3.5. Diğer Ekipmanlarla İlgili Şartlar

- Sirkülasyon pompası gidiş hattına bağlanmalıdır. Pompa hesaplanırken sıcak suyun aşağı doğru olan hareketi dolayısı ile oluşan karşı basınç dikkate alınmalıdır. Aşağıya inen kalorifer kolonlarında bir metre boruda 25 mmSS (gidiş dönüş boruları olduğundan $2 \times 25 = 50$ mmSS/m) yoğunluk farkı direnç pompa basıncına eklenmelidir. Bu konu özellikle kapalı tesisatın planlanmasında önemlidir. Santrifüj pompaların giriş ve çıkışında tesisata titreşimin iletimini önlemek üzere titreşim absorberi kullanılması gerekir. Islak rotorlu pompalarda titreşim absorberi kullanılmasına ihtiyaç olmayacaktır.
- Çatı ısıtma merkezi uygulamalarında kapalı genleşme depoları kullanılması daha uygundur. Ancak kapalı genleşme deposunun alt kotu kazan seviyesinin üzerinde olmalıdır. (su eksilmesinde kazanda problem olmaması için) Ayrıca statik basınç ve genleşme basıncı (yaklaşık 2 mSS) toplamına; radyatör ve vanaların uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Açık genleşme kabı olan tesislerde kazandaki düşük seviye emniyetine ilave olarak genleşme kabında da düşük seviye emniyeti bulunmalıdır. Minimum su seviyesi optik yolla veya sesle uyarmalıdır.
- Boru şebekesinde toplanan havanın dışarı atılması için kapalı sistemlerde tesisatın en yüksek yerine hava tüpü, hava alma vanası ve otomatik hava atma cihazları konulmalıdır.
- Kazan dairesi dışında çıkış kapısına yakın bir tehlike anahtarı konulmalıdır. Yakıt kesme vanasının bulunduğu yerle ilgili bir tabela asılmalıdır.
- Bacada yoğunlaşan suyun alınması tesisatın boşaltılabilmesi için süzgeç düşünülmelidir.
- Sistem otomatik kontrol ile çalıştırılmalıdır. Çatıya çıkmaya gerek kalmayacaktır.
- Donma riski olan bölgelerde çatı arasında ısı yalıtımı çok iyi yapılmalıdır.
- Düşük su seviyesi emniyeti yapılmalıdır.
- Kapalı genleşme deposunun içindeki gaz basıncı 0,7 bar'ın altına düşürülmemelidir.
- Brülörlerde düşük basınçta çalışma yeteneği, çift manyetik ventil, düşük basınç presostadı ve iyonizasyon ile kontrol yapılmalıdır (tam güvenlik sistemi).

4.4.3.6. Bacayla İlgili Şartlar

Baca DIN 4705 veya MMO yayın No: 84'e göre boyutlandırılmalıdır. Baca malzemesi olarak paslanmaz çelik baca kullanılabilir. Duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemlerde her kazan için bir baca oluşturulabileceği gibi, tüm kazanlar tek bacaya da bağlanabilir. İki atmosferik brülörlü kazan aynı bacaya bağlanabilir. Diğer durumlarda her kazan kendi bağımsız bacasına bağlanmalıdır.

4.4.4. ÇATI ISI MERKEZİNİN EKONOMİSİ

Bugün için çatı ısı merkezinin üstünlüklerini ve getirisini sayısal olarak görmek yatırımcılar açısından daha büyük önem taşımaktadır. Yüksekliği 50 m daha yüksek olan binalarda kazan dairesini binanın son katına yapmak bodrum kata planlamaya göre çok daha ucuz olmaktadır. Söz konusu uygulamalarda avantaj ve karlılıkları görebilmek için somut bir örnek alınmış ve bu örnek için yatırım maliyetleri hesaplanarak bodrum kattaki kazan dairesi ile, çatı katındaki kazan dairesi arasındaki yatırım farkı belirlenmiştir. Buna göre 75 m yükseklikte bir yapıda inşaat ve tesisat yatırım maliyetlerindeki azalmanın, kazan maliyetinin üzerinde olduğu görülmüştür. Burada bina yüksekliği açısından kritik değer 50 m olmaktadır.

4.4.4.1. Örnek Yapı için Veriler ve Karşılaştırma Bilgileri

- Gerçekçi maliyet hesaplarının yapılabilmesi ve iki sistemin karşılaştırılabilmesi için somut bir proje seçilmiştir. Bu amaçla İstanbul'da kurulan bir toplu konut alanı içinde yer alan 75 m yükseklikte bir yapı ele alınmıştır. Bu yüksek yapı ısıtma ve merkezi kullanma sıcak suyu üretimi amacı ile sıcak sulu bir ısıtma sistemi düşünülmektedir. Yakıt olarak doğal gaz kullanılacaktır.
- Yapılan hesaplara göre sistemin ısıtma yükü 675.000 kcal/h, kullanma sıcak suyunu ısıtma yükü 425.000 kcal/h ve toplam yükü 1.100.000 kcal/h değerindedir. Bunu karşılamak üzere ısıtma için 8'li duvar tip yoğunlaşmalı kaskad (8 x 100kW), sıcak su için ise 5'li duvar tip yoğunlaşmalı kaskad (5 x 100 kW) 2 adet duvar tip yoğunlaşmalı kaskad kazan grubu kullanılacaktır. Isıtma sistemi aşağıda sıralanan nedenler dolayı duvar tip yoğunlaşmalı kaskad sistem olarak seçilmiştir:
 - % 110 verim (çok daha az yakıt yakar)
 - Çok daha az yer kaybı
 - Taşıma kolaylığı (iki kişi çok rahat taşıyabilir)
 - Çatı katında statik açıdan ek tedbir almaya gerek olmaması (70 kg/adet)
 - Çok sessiz çalışma
 - %0 - 100 kapasite aralığında tam oransal kontrol
 - Kazanların birbirini yedeklemesi
 - Bakım kolaylığı

- Bina yüksekliği 75 m kritik bir değerdir. Böyle bir yapıda ısıtma sistemi düşey doğrultuda iki zonlu düşünülebilirdi. Ancak bu uygulamada binanın alt katları çarşı üst katları konuttur. Çarşı kazan dairesi ayrı bir bölümdedir ve çatı kazan dairesi 60 m yükseklikteki konut bloğunu ısıtacaktır. Düşey yönde tek zon mevcuttur.
- Isıtma tesisatında ısıtıcı eleman olarak P55 panel radyatör kullanılmakta olup, daire içlerinde kolonların görülmesi istenmediğinden, ana kolonlarla beslenen radyatörlere borular daire içinde döşeme altından geçerek oksijen bariyerli kılıflı boru ile ulaşmaktadır. Dolayısıyla sistemdeki hava tahliyesi büyük önem kazanmaktadır. Yine özellikle bu nedenle kapalı genleşme kabı kullanılacaktır.
- Kalorifer tesisatında statik su yüksekliği 50 m değerini aştığı için, kazanların bodruma yerleşmesi halinde bir ısı eşanjörü kullanılması gerekecektir. Kazanda üretilen 90/70°C mertebesinde olması gerektiğinden, ısıtma sıcak suyu en fazla 85/65°C sıcaklıkta olacaktır.
- Yüksek yapı dolayısı ile bodrum kattaki basınca maruz arınatürler PN16 olmak zorunda kalacaktır. Ayrıca statik basınca maruz ısıtma sirkülasyon pompaları da çelik gövdeli PN16 seçilecektir.
- İki sistem arasında maliyet açısından en önemli fark bacada ortaya çıkmaktadır. 8'li kaskad için 450mm, 5'li kaskad için de 400 mm iç çapında paslanmaz çelik çift cidarlı izolasyonlu baca gerekmektedir. Ayrıca 1 adet de tek cidarlı paslanmaz çelikten 400 mm çaplı havalandırma bacası yapılacaktır.
- Bu üç baca bir şaft içinde oluşturulacaktır. Şaftın ve duvarların yapım maliyeti hesaba dahil edilecektir.
- Baca ile ilgili üçüncü maliyet ise her katta kaybedilen inşaat alanıdır. Buna göre bodrum katta kazan dairesi yapılması halinde baca maliyetini belirleyen unsurlar:
 - 1 adet 400 mm ve 1 adet 450 mm çapında, 75 m uzunluktaki çift cidarlı ve izolasyonlu paslanmaz çelik baca ve aksesuarları
 - 1 adet 400 mm çapında, 75 m uzunlukta tek cidarlı paslanmaz çelik baca ve aksesuarları
 - Şaft için prekast duvar (d=100 mm) alanı, $F = 75 \times 2 \times (1,80 + 0,70 \text{ m}) = 375 \text{ m}^2$
 - İnşaat alanı kaybı (25 katta toplam) = $25 \times (1,90 \times 0,85 \text{ m}) = 40 \text{ m}^2$
 (Çatı ısı merkezi yapılması halindeki 2 adet kalorifer borusunun ve doğal gaz borusunun oluşturacağı kayıp alanı düşünülerek hesaplanmıştır.)
- Kazan dairesi bodrum katta yapılması halinde ilave eşanjör ve ekipmanlar için (kapladığı alan kadar fazla) alana ihtiyaç vardır.

- Bodrum katta havalandırma ve emniyet yönünden alınacak önlemlerin getireceği inşaat ve tesisat maliyetleri ile kaybedilecek alan maliyeti çatı ısı merkezine göre daha fazla olacaktır.
- Bunların dışında iki sistem arasındaki dikkate alınabilecek farklar,
 - Doğal gaz borusundan gelen fark maliyet, Doğal gaz borusu fark uzunluğu
L = 65 m, D = 3",
 - Kalorifer borularından gelen fark maliyet, 2 adet kalorifer borusu ve izolasyonu fark uzunluğu
L = 45 m, D = 5",
 - Kazanın çatıya taşınması ile ilgili fark maliyet.
- Sistem: Sıcak sulu ısıtma sistemi kazan dairesinin bodrum katta olması halinde alttan dağıtım, alttan toplama olacaktır. Kazan dairesinin çatıda olması halinde ise; çatıdan aşağıya iki boru incek ve alttan dağıtım üstten toplama sistemi yapılacaktır. Kalorifer kazanı çatıya monte edildiğinde ilave maliyet olarak 2 adet kalorifer borusu ve bir adet yukarıya çıkan doğal gaz borusu maliyete ilave olarak gelmektedir. Ancak yüksek yapılarda kazan dairesinin bodrum kata yapılması halinde kazan dairesi elemanlarının maliyeti çok fazla artmaktadır.

4.4.4.2. Maliyet

Bu binada kazan dairesinin bodrum kat yerine çatı katına yapılması halinde oluşacak yaklaşık fark maliyetleri *Tablo 4.18*'te verilmiştir.

4.4.4.3. Sonuç

Kazan dairelerinin çatı katında çatı ısı merkezinin oluşturulmasının çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Yakıt olarak doğal gaz kullanılması halinde özellikle yüksek yapılarda çatı kazan daireleri avantajlıdır. Somut bir örnek üzerinde yapılan hesaplara göre kazan dairesinin çatıda oluşturulması ile yatırım maliyetindeki tasarruf 92.000 EUR mertebesinde (Tablo 4.18) ve bu bedelin içine bodrum kata monte edilecek kalorifer kazanı, brülör ve otomatik kontrol sistemin maliyeti dahil değildir. Çatı ısı merkezinde kullanılacak yüksek teknoloji ürünü 2 adet yoğunmalı kaskad sistemin otomatik kontrol dahil toplam maliyeti ise yaklaşık 55.000 EUR değerindedir. Buna göre kazan dairesinin çatıda oluşturulması halinde, bu örnekte tesisat ve inşaat maliyetindeki düşmelerle kazanlar bedavaya gelmektedir. Bu açıdan özellikle bina yüksekliği 50 m'yi geçen binalarda çatı kazan dairesi oluşturulması ile ilgili benzer bir hesabın yapılarak, parasal avantajların görülmesinde ve kazan dairesi yerinin buna göre belirlenmesi yararlı olacaktır. Güvenlik yönünden de çatı ısı merkezinin avantajlı olabileceği unutulmamalıdır.

4.5. ISITMA SİSTEMİNDE ENERJİ EKONOMİSİ İÇİN ÖNLEMLER

Yakıt fiyatları gün geçtikçe artmaktadır. Enerji maliyeti arttıkça ekonomik sistemler daha ön plana çıkmaktadır.

Ülkemizde ısıtma önemli bir enerji tüketim noktasıdır. Isıtma sistemlerinde izolasyon, kazan tipinin ve adetin seçimi, sistem proje sıcaklıklarının belirlenmesi gibi bir çok kriter göz önünde bulundurularak enerji tasarrufu sağlanabilir. Kapasite büyüdükçe oranlar aynı kalsa da bu kriterlerin parasal karşılığı büyümektedir.

Bu yazıda özellikle büyük kapasitelerde enerji ekonomisi için kazan seçiminde yapılması gerekenler ve sistem işletmesinde alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

4.5.1. KAPASİTENİN DOĞRU SEÇİLMESİ VE AŞIRI BÜYÜK BOYUTLANDIRMADAN (OVERSIZING) KAÇINMA

Isıtma sistemlerinde kazan kapasitesini yüksek seçmek doğru değildir. Genellikle hesaplardaki hata payları, belirsizlikler ve kabuller nedeniyle emniyetli tarafta kalmak üzere emniyet katsayıları kullanmak ve kapasiteyi her ihtimale karşı büyük seçmek mühendislikte uygulanan bir yöntemdir. Aslında her emniyet katsayısı hesaptaki yetersizliğin bir işaretidir.

Bir seçim veya tasarımda hesap kabiliyeti ne kadar iyi ise, seçilen veya tasarlanan sistem veya cihaz da gerçek ihtiyaca o kadar yakındır.

Gereksiz yere büyük seçilen kazan hem pahalı olacak ve hem de genel olarak işletme, bakım ve yedek parça maliyeti yükselecektir. Bu nedenle aşırı büyük cihaz ve sistem seçimlerinden mümkün olduğunca kaçınmak gerekmektedir. Sistem tasarımında eş zaman veya diversite faktörleri, mümkün olduğu kadar hesaplara dahil edilmelidir. İhtiyacın, konforu bozmadan minimum kapasiteyle karşılanması bir tasarım hedefi olmalıdır.

Büyük kazan seçilirse, dur - kalk çalışan brülörlerde şalt sayısı (brülörün devreye girip çıkma sayısı) ve durma süresi artar. Brülörün her devreye girişindeki eksik yanma kayıpları ve durma sırasında kazandaki ısıtım kayıpları artar. Sonuçta bu da yakıt tüketimini artırıcı bir faktördür.

4.5.1.1. Isı Kaybı Hesaplarında İklim Şartları

Isı kaybı hesaplarında izlenen yöntem bir il veya bölge için belirli bir dış hava sıcaklığının ve bölgenin rüzgarlı olup olmadığı, basit kabullerden ibarettir. İklim şartlarının doğru bir yaklaşım ile ısı kaybı hesaplarına katılması ve kapasitenin belirleneceği uygulama yerinin kullanım karakteristiği (ev, iş yeri, okul, hastane vb) en iyi sistemin seçilmesi ve sistem

1	Eşanjör maliyeti (10 Atü, 800.000 kcal/h)	+ 6.500 EUR
2	Eşanjör ısıtma pompaları, vanalar, borular, boru ve eşanjör izolasyonları, otomatik kontrol donanımı, eşanjör beton kaidesi ve diğer donanımlar tutarı	+ 3.500 EUR
3	10 Atü ve 3 Atü basınçlarındaki kapalı genleşme depolarının (2.000 litre) maliyet farkı	+ 4.500 EUR
4	Bodrum kattaki eşanjör 2. Devresindeki armatürlerin PN16 seçilmesi ve pompaların çelik döküm seçilmesinden oluşacak maliyet farkı (4.800m x 3 pompa + vanaların farkı)	+ 1.500 EUR
5	Kalorifer bacalarının fark maliyeti: Paslanmaz çelik çift cidarlı kalorifer bacaları (2 adet x 240 EUR/m x 70 m) ve Paslanmaz çelik tek cidarlı hava bacası (1 adet x 80 EUR/m x 70 m) Notlar: a) Yukarıdaki hesap orta kalitede ithal baca için yapılmıştır. Yerli üretim bacalar için bu maliyetler yaklaşık olarak çift cidarlı baca 150 EUR/m, tek cidarlı baca 70 EUR/m b) Bina 75 m olduğu halde, çatı ısı merkezinin bacasının 5 m olacağı kabul edilerek, baca fark maliyeti 70 m uzunluktaki baca için yapılmıştır.	+ 39.200 EUR
6	Bacanın etrafına örülecek duvar veya prekast elemanın maliyeti (boya vs. dahil) 375 m² x 30 EUR/m²	+ 11.250 EUR
7	Bacanın oluşturduğu kayıp alanın yaklaşık maliyeti (kayıp alanın maliyeti gerçekte çok daha fazladır) 40 m² x 550 EUR/m²	+ 22.000 EUR
8	Diğer maliyetler a) Bodrum kazan dairesinde eşanjör ve ekipmanlardan dolayı daha fazla alana ihtiyaç vardır. b) Bodrum kazan dairesinde havalandırma maliyeti daha fazladır. (hava kanalı + gerekirse cebri havalandırma maliyet + hava kanalının üstteki bodrum katlarda oluşturacağı kayıp alan + inşaat maliyetleri vb) c) Bu iki fark maliyet dikkate alınmamıştır	+ 6.500 EUR
9	Çatı ısı merkezinin ilave maliyetleri a) Doğal gaz borusu fark maliyet (montaj malzemesi ve işçilik dahil 3" boru için) 65 m x 18 EUR/m b) Kalorifer borularının fark maliyeti (montaj malzemesi, izolasyon ve işçilik dahil 5", 2 adet boru için) 45 m x 25 EUR/m c) Kalorifer kazanlarının çatıya taşıma maliyeti 700 EUR	- 2.995 EUR
Kazan Dairesinin Çatıya Yapılması ile Elde Edilecek Toplam Avantaj		91.955 EUR

Tablo 4.18. ÇATI KAZAN DAİRESİ MALİYETİ İLE BİNA ALTINDAKİ KAZAN DAİRESİNİN MALİYETİNİN BİR ÖRNEKTE KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

verimliliğinin iyileştirilmesinde en önemli faktörlerdendir. Yakıt tüketimine etki eden esas faktör yakıcı veya ısıtıcının yıllık verimi olduğundan, öncelikle karşılaştırılacak çeşitli sistemler için yıllık ortalama verim değeri belirlenmelidir. Bunu belirleyebilmek için dış hava sıcaklıklarının belirli sıcaklık aralıklarında yılda kaç saat meydana geldiği ve kazanların bu değişen dış hava koşullarındaki verim değerleri bilinmelidir.

İstanbul'da karakteristik bir yılda dış hava sıcaklıklarının saatlik değişimi TTMD Türkiye İklim Verileri projesinden alınmıştır. Bu şehirdeki saatlik dış sıcaklık değerlerinden yararlanılarak 1 Ekim ve 31 Mayıs arasında belirli dış hava sıcaklık bandlarında kaç saat kalındığı sayılmıştır (4°C'lik sıcaklık bandları kullanılmıştır).

Her sıcaklık aralığı, ortasındaki sıcaklıkla temsil edilmektedir. Buna göre bu sıcaklık aralıklarında dış hava sıcaklığının ısıtma mevsimi boyunca kaç saat tekrarladığı sayılmıştır. Bu veriler ve örnek hesap *Tablo 4.19*'de görülebilir. Kendinden yoğunlaşmalı kazanların kullanımı sayesinde yüksek verimlere çıkmak mümkündür. Bu kazanların 40/30°C sistemlerde kullanılması halinde norm kullanma verimi %110 (alt ısı değere göre tanımlanan) değerine kadar çıkılabilir.

Halbuki aynı verim değeri iyi kaliteli yoğunlaşmaz kazanlarda (düşük sıcaklık kazanları) %95 mertebelerinde kalmaktadır. Buna karşılık dönüş suyu sıcaklığı sınırlamalı standart kazanlarda norm kullanma verim değeri %90'ın altında kalmaktadır. Buna göre yıllık yakıt tüketimi açısından en uygun koşullarda yoğunlaşmalı kazanlarla düşük sıcaklık kazanları arasında %15, yoğunlaşmalı kazanlarla standart kazanlar arasında %20 mertebesinde tasarruf söz konusudur. Bu tasarruf 65/50°C sistem tasarlandığında çok daha fazla olacaktır.

Bu veriler göz önünde tutulduğunda bina ısıtması tasarlanırken, kazanlardan en azından birinin yoğunlaşmalı seçilmesinin işletme maliyetinde oldukça yüksek tasarruflar sağlayacağı görülmektedir. Toplam kapasiteye bağlı olarak yoğunlaşmalı kaskad sistem de tercih edilebilir.

4.5.2. KASKAD SİSTEM KULLANIMI

Tek döşeme tipi yoğunlaşmalı kazan yerine, birden fazla sayıda duvar tipi yoğunlaşmalı kazanın paralel bağlanarak kaskad sistem oluşturulabilir (*Şekil 4.20A ve B*). Kaskad sistemler, işletme maliyetlerinde büyük tasarruflar sağladıkları gibi, belirli kapasitelere kadar yatırım maliyeti açısından daha ekonomik olabilmektedir. Kaskad sistemde 25 cihaza kadar duvar tipi yoğunlaşmalı kazanı birlikte çalıştırmak mümkündür.

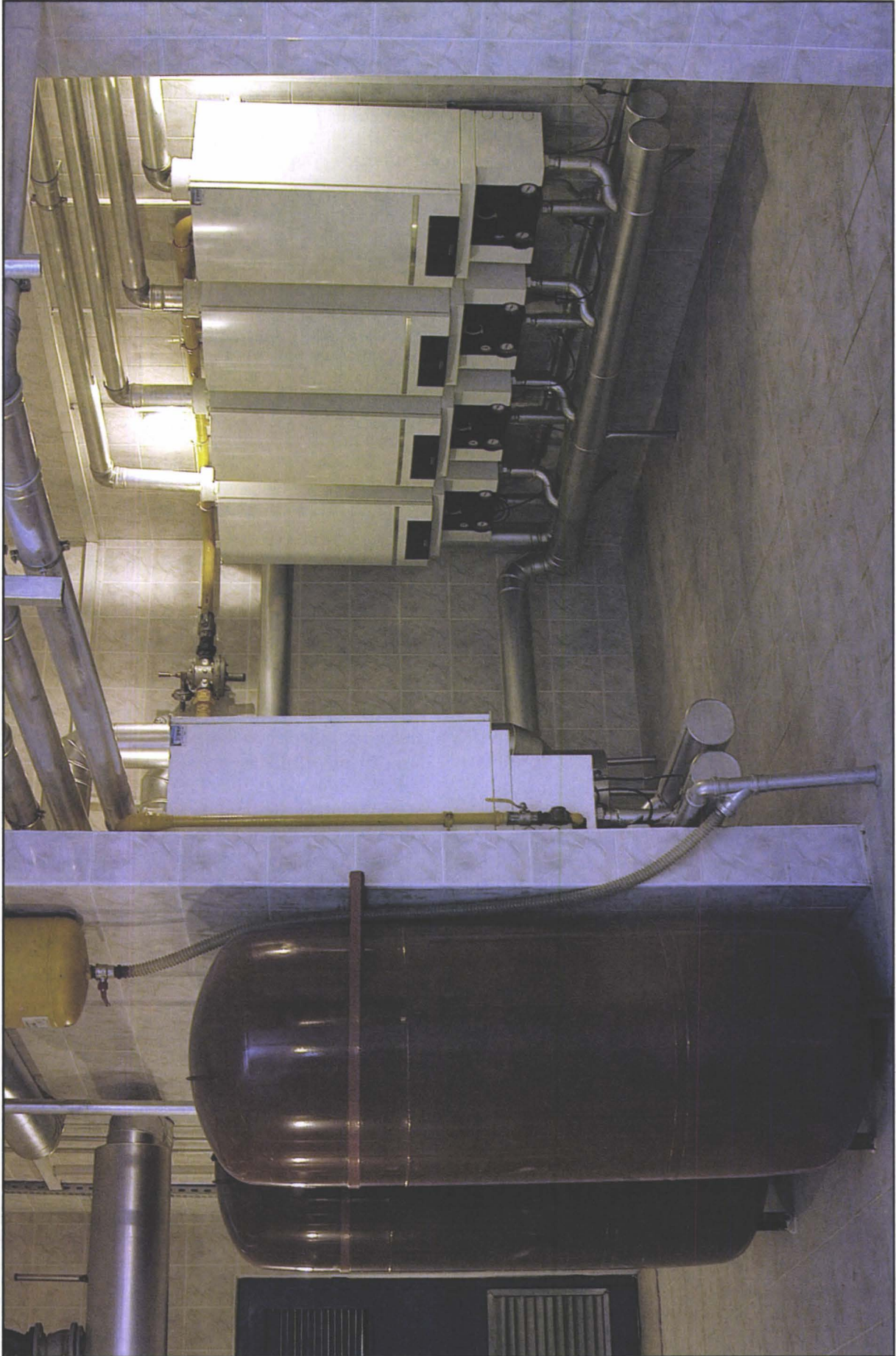
Yoğunlaşmalı duvar tipi kazanlardan oluşturulan kaskad sistemlerin avantajları aşağıdaki sıralanmıştır:

- Bu sistemler tam modülasyonlu brülörlere sahiptir ve bu brülörlerde hava ve yakıt birlikte oransal olarak ayarlanır. Modülasyonlu brülörü ve fanı ile kapasiteyi kontrol eder.
- Oransal kontrol yanında aynı zamanda sıra kontrol avantajına da sahiptir. Böylece toplamda kapasite %2 ile %100 arasında sürekli kontrol edilebilmektedir. %0 - 2 arasında ise oransal kapasite kontrolü, pompa modülasyonu (pompa çalışma süresi kontrolü) yardımıyla sağlanır. Brülör modülasyonuna paralel gerçekleşen pompa modülasyonu sayesinde sistemde dolaşan su miktarı, dolayısıyla da kayıplar azalır, sürekli yüksek sıcaklık farkı (= düşük dönüş suyu sıcaklığı) sağlanarak yüksek verim elde edilir. Frekans kontrollü pompa elektrik harcamasının da azalmasını sağlar.
- Oda sıcaklığı kontrol hassasiyeti $\pm 0,1^\circ\text{C}$ değerindedir.
- Primer pompalar çok küçüktür. Dolayısıyla elektrik tüketimi çok azdır.

Dış Hava Sıcaklık Aralığı	İç - Dış Hava Sıcaklık Farkı	Süre	İhtiyacın Maksimum Yüke Oranı	Isıtma Dönüş Suyu Sıcaklığı		Yoğuşmasız Kazan		Yoğuşmalı Kazan	
				Teorik	İzin Verilen*	Verim	Süre x Verim	Verim	Süre x Verim
°C	°C	Saat	%	°C	°C	%		%	
15 ... 11	7	1.335	30	28	50	0,948	1.266	1,072	1.431
11 ... 7	11	1.720	48	35	50	0,948	1.631	1,050	1.806
7 ... 3	15	1.517	65	42	50	0,926	1.405	1,026	1.556
3 ... -1	19	343	83	51	51	0,926	318	0,995	341
-1 ... -5	23	16	100	60	60	0,923	15	0,975	16
Toplam		4.931		Toplam			4.633		5.150
Yıllık Ortalama Verim							%94		%104,5

* Yoğuşmalı kazanda ısıtma dönüş suyu sıcaklık sınırı olmadığı için aynen teorik sıcaklık kullanılabilir. Ama yoğuşmasız kazanların dönüş suyu sıcaklığı 50°C'nin altına inemediği için kazan yüksek sıcaklıkta çalışırken, istenen sıcaklık üç yollu vana kontrolü ile sağlanır.

Tablo 4.19. 75/60°C SİSTEMDE İSTANBUL İÇİN ORTALAMA VERİM DEĞERLERİ



Şekil 4.20A. 8 x 100 kW = 800 kW KAPASİTELİ YOĞUŞMALI KASKAD SİSTEM UYGULAMASI

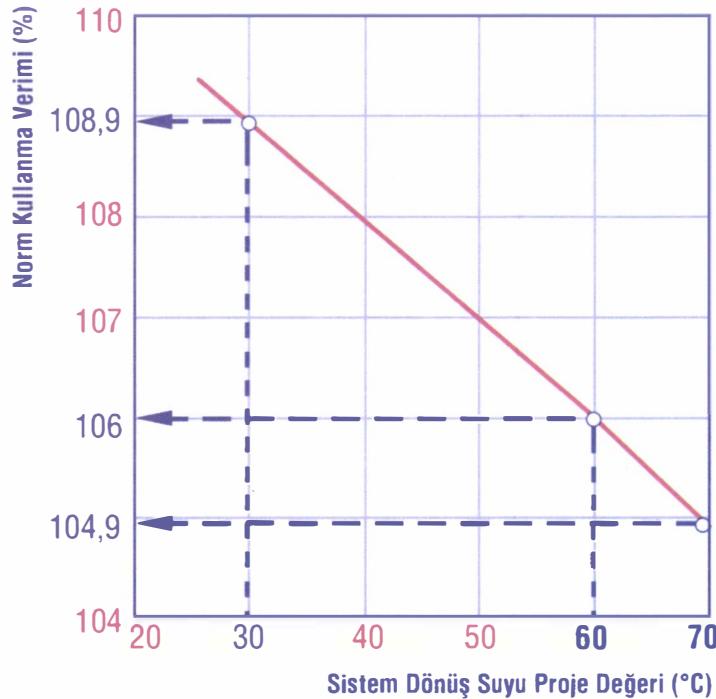
- Yer kaybı çok azdır.
- Gövdesi küçük olduğundan ısınım kaybı çok azdır. Çok daha düşük boyut, yüzey alanı ve su hacmi sayesinde çok daha az bekleme-durma kayıplarına sahiptir.
- Tek zonlu ısıtma sistemlerinde ve tek zon ısıtma + boiler sistemlerinde karıştırıcı 3 yollu vana ve aksesuarlarına ihtiyaç yoktur.
- Alev sıcaklığı çok düşüktür. Bu nedenle NO_x emisyonları 20 mg/kWh değerinin altında kalmaktadır.
- Sistem sürekli yedeklidir.
- Hermetik baca bağlantısı mümkün olduğundan, baca bağlantılarında avantaj sağlanır. Her cihaz ortak bacaya bağlanabildiği gibi, gerekli durumlarda tek tek baca bağlantısı da yapılabilir.
- Cihazlar 24 saatte bir sıra değiştirir. Bu sayede tüm cihazlar eşit zamanlarda çalışır.
- Cihazların su hacmi düşük olduğundan kısa sürede istenen gidiş suyu sıcaklığına ulaşır.
- Yanma fan yardımı ile gerçekleştirildiğinden, bacanın pozitif basınçlı dizayn edilmesi mümkündür. Bu sayede daha küçük baca çapları hesaplamak mümkündür.
- Hava - yakıt karışımı pnömatik olarak yapıldığından, baca çekişinden etkilenmez. Mevsim değişikliklerinde tekrar brülör ayarı gerekmez.
- Pnömatik brülör kontrolü sayesinde:
 - Kazanda kurum oluşumu engellenir.

- Hava fazlalığının gereksiz yere artması ve verimin düşmesi engellenir.
- Sürekli yüksek CO₂ oranı ve yüksek yoğunlaşma sıcaklığı yoğunlaşma enerjisinden maksimum oranda faydalanmayı sağlar.
- Yoğuşma suyu asidik değildir.
Bu sebepten nötralizasyon ünitesine gerek duyulmaz (Mg-Al-Si eşanjörlü tiplerde).
- Dönüş suyu kontrolü ve yoğunlaşma için önlem almaya gerek yoktur. İlk yatırım maliyeti düşüktür.
- Logamatic kontrol paneli sayesinde sistem kapasitesine %100 uyabilen çok hassas kapasite kontrolü (ısı üretimi) en yüksek verimli işletmeyi sağlar. Gereğinden fazla ısı üretilmez, brülör şalt sayısı olabilecek en düşük seviyeye düşer, durma ve bekleme kayıpları en aza iner.

4.5.3. KENDİNDEN YOĞUŞMALI KAZANLARIN KULLANILMASI

Yoğuşmalı kazanları,

- Kendinden yoğuşmalı,
- Yoğuşmasız kazan + yoğuşma ekonomizörü çözümleri olarak ikiye ayırmak mümkündür. Ancak her iki çözüm arasında verim ve fiyat olarak farklar bulunmaktadır. Kendinden yoğuşmalı kazanların önemli avantajları bulunmaktadır:
- Yüksek Verim (Şekil 4.21)
- Çok daha az yer kaybı.



Şekil 4.21. KENDİNDEN YOĞUŞMALI KAZANLARIN PROJE DÖNÜŞ SUYU SICAKLIĞI DEĞERLERİNE BAĞLI NORM KULLANMA VERİMLERİ

- Daha düşük gövde kaybı.
- Türbülötör bulunmaması.
- Nakliyenin daha ucuz ve kolay olması.
- Yatay ve düşey taşımanın daha kolay olması.
- Yoğuşma eşanjörü için ayrıca montaj gerektirmemesi.
- Beton kaidelerin daha küçük ve dolayısıyla daha ucuz olması.

1.200 kW kapasiteye kadar kendinden yoğuşmalı kazanlar üretilirken (Şekil 4.22), daha yüksek kapasitelerde ise entegre yoğuşma eşanjörlü kazan tercih edilebilir (Şekil 4.23A). İlave yoğuşma eşanjörü kullanımına göre gene yer kazancı olacaktır (Şekil 4.23B).

4.5.4. ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN KULLANILMASI (Şekil 4.24)

Sistem verimini oluşturan temellerin en önemlisi kazan verimidir. Yüksek verimli kazanların kullanımı yakıt tüketimini azaltacak en önemli kriterlerden biridir. Teknoloji geliştikçe kazan verimini yüksek tutmak için bir çok teknik geliştirilmiştir. Burada seçim yapılırken dikkat edilmesi gereken nokta sadece kazanın veriminin yüksek olması değil, kazanın bu yüksek verimi ömrü boyunca koruyabilir şekilde tasarlanmış olmasıdır.

Üreticilerin yüksek verim için en çok kullandıkları yöntemlerden biri üç geçişlidir.

Baca gazları kazan içinde üç defa suyun etrafından dolaştırılarak sahip oldukları enerjiden maksimum yararlanmak hedeflenmektedir.

Dikkat edilmesi gereken nokta kazanın üç tam geçişli olmasıdır. By pass borulu olan kazanlar bazen üç tam geçişli borulu kazanlarla karıştırılmaktadır. Ama by pass geçişli kazanların bazı dezavantajları vardır. Öncelikle bu kazanlarda ikinci geçiş olarak kabul edilen aslında by bass geçişinde düşük ısı transferi olur. Çünkü duman borularına göre geniş geçişli olan bu borunun asıl görevi ısı transferi değil, yanma odasından baca gazlarını duman borularına aktarmaktır. Bu da kapak sıcaklığını artırır. Zira baca gazları halen sıcak durumdadır.

Kazan bir de türbülötörlü ise, bu sıcaklıklar, türbülötörlerin kavrulmasını ve borulara yapışmasını da hızlandıracaktır. Bu da bilindiği üzere, kazan borularının tıkanarak, kalıcı olarak performans düşümü anlamına gelmektedir. Dolayısıyla yüksek gözükten kazan verimi bir süre sonra standart kazan verimlerine düşecektir.

Diğer önemli bir nokta ise kazanın kapasitesinde kullanılmasıdır. Üretici firmanın verdiği değerlerin üzerinde yüklenen kazanlarda da benzer problemler görülmektedir. Bu yüzden kazanları üretici firmanın önerdiği değerler dışında kullanmamak gerekir. Günümüzde, globalleşen dünyamızda her türlü kazanın gerçek değerlerine üretici firmasının Internet adresinden rahatlıkla ulaşılabilir.

4.5.5. TÜRBÜLATÖRSÜZ KAZAN KULLANILMASI

Çelik kazanlarda, duman borularında ısı transferini artırmak amacıyla paslanmaz çelik türbülötörler kullanılır. Türbülötörlerle boru içindeki akışta homojen bir sıcaklık dağılımı sağlanır.

Genel olarak ısı transferini, dolayısıyla da verimi artıran türbülötörler, ısı kapasiteyle birlikte artan duman borusu sayısı nedeniyle yüksek kapasitelerde efektif olmaktan çıkmaktadır. Bu durumda kazanın temizlik ve bakım işlemi zorlaşmakta ve yüksek maliyetli bir hale gelmektedir. Türbülötörler, yoğuşmaya izin verilmeyen kazanlarda yoğuşmayı önlemek ve kazan maliyetini azaltmak için kullanılmaktadır.

Yeni seri kendinden yoğuşmalı kazanlarda ise, tam tersine, olabildiği kadar yoğuşma olması istenmektedir. Bu kazanlarda türbülötör kullanılmadığı için ömür boyu çok yüksek performans sağlanmaktadır. Yoğuşmaya izin verilmeyen türbülötörsüz kazanlarda, duman borularının çapları biraz daha küçük seçilmekte ve biraz daha fazla adette duman borusu kullanılmaktadır. Böylece yoğuşma olmadan yüksek verime ulaşmakla birlikte, işletmede duman borularında akış sürekliliği sağlanmaktadır. Boruların tıkanma ve kirlenme riski çok azaldığı için, işletmede çok daha az temizlik işlemi gerekmemekte ve işletme verimi daha yüksek kalabilmektedir.

Yoğuşmaya izin verilmeyen türbülötörlü kazanlarda, gaz yakıt kullanıldığında bile kirlenme riski bulunmaktadır. Ayrıca gaz yakıt kullanıldığında türbülötörler bir süre sonra duman borularına kaynadığı için çıkartılması zorlaşmakta, hatta kopan türbülötörleri boru içerisinden çıkarmak için özel servis işlemi gerekmektedir. Oluşan güç olan bu çıkarma işlemi gerçekleştirilemeyince, türbülötörler boruyu tıkaş durumda bırakılmaktadır. Bu durumda tıkalı boruların yükü diğer borulara taşınmakta ve kazanın işletme dengesi bozulmaktadır. Türbülötörlü kazanlarda ısı transferinin çok ciddi bir kısmı son geçişte (türbülötörlerin olduğu borularda) gerçekleşmektedir. Bunun sonucunda ön kapağa dönen gazların sıcaklığı türbülötörsüz kazanlara göre genellikle çok daha yüksek sıcaklıkta olmaktadır. Bunun sonucunda ön kapaktaki ısı kayıpları daha fazla olmaktadır (ön kapaktaki ısı yalıtımı çok iyi olsa bile).

Genel bir tanım olarak; türbülötörlü kazanlarda son borulara giren gaz sıcaklığı genellikle çok daha yüksektir. Bunun sonucunda:

- Ön kapaktaki ısı kayıpları artar.
- Borulara daha yüksek sıcaklıkta giren duman gazları zaman içinde türbülötörlerin duman borularına kaynamasına neden olabilir ve borular bloke olabilir, kazan verimi azalır.
- Türbülötörlerde kurum birikmesi boruların daha kısa sürede tıkanmasına neden olabilir. Servis sıklığı daha fazladır.

- Borulardaki kurumun temizlenebilmesi için türbülötörler öne doğru çekilirken (eğer türbülötör boruya kaynamamışsa) yağlı olan kurumu toplamak için önlem alınsa bile etrafın kirlenmesine neden olur. Oysa türbülötörsüz kazan borularına sokulan fırça ile kurumu kazanın arka tarafına itmek ve içeriden almak biraz daha kolaydır ve kazan dairesinin daha az kirlenmesine neden olur. Yani işletme teknisyeni için daha rahat çalışma imkanı oluşur.
- Kazan temizliği için brülörü sökmeden servis yapabilmek avantajdır. Brülör kazan kapağı üzerinde kapak ile birlikte açılabilirse servis daha kolay ve güvenli yapılır. Servisin kolay yapılması işletme verimliliğini de artırır.

Enerjinin çok pahalı olduğu ve giderek de artacağı kaygısını taşıdığımız bir dönemde verimliliği etkileyen her detay değerlendirilmelidir.

Kazanların durma kayıpları (brülör çalışırken veya brülör durduğu halde kazanın içinden sıcak su dolaşırken kazandan çevreye olan kayıplar) kazan kapasitesi ile karşılaştırıldığında çok düşük kalabilir (yaklaşık %1 gibi). Ancak binaların ısıtma sistemlerinde yıllık kullanılan ortalama kapasite, toplam kazan kapasitesinin yaklaşık %15 mertebelerindedir (işletme şekline ve kapasiteye göre değişebilir). Kazan kapasitesine göre %1 olan bir durma kaybı bile yıllık kullanılan ortalama kapasite ile karşılaştırıldığında $1/15 = \%7$ kayıp olarak da değerlendirilebilir.

Sonuç olarak türbülötörlerin işletme şartlarını güçleştirmesi, kısa sürede tıkanarak verimde sürekliliği engellemesi, ya da bu nedenle söküldüklerinde baca gazı sıcaklığının çok artması nedeniyle bu tip kazanlarda ömür boyu yakıt maliyeti planlanandan çok yüksek olmaktadır.

Toparlarsak, türbülötörlü kazanlar kötü, türbülötörsüz kazanlar iyi anlamında bir değerlendirme doğru değildir. Kazanların yıllık verimleri öncelikle kazan konstrüksiyonu ve imalat kalitesi ile ilgilidir. Kazanların diğer özelliklerine de bakılmalıdır. Burada anlatılan türbülötörlü kazan kullanan bazı tesislerde işletmecilerin yaşadıkları temel alınarak, türbülötörün olmadığı kazanlar daha rahat işletildiği şeklindedir. Konu tartışmaya her zaman açıktır.

Günümüzde ise zaten bu tartışma da sona ermek üzere kabul edilebilir. Çünkü yakıt fiyatlarının 70 USD/varil olduğu bugünlerde artık ısıtma kazanlarının her kapasitede yoğuşmalı tip olması, brülörlerin de oransal olması tercih edilmektedir. Yoğuşmalı kazanlar da zaten türbülötörsüz olarak imal edilmektedir.

4.5.6. İKİ KAZANLI SİSTEMLERDE ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Yoğuşmalı kazan sistemlerinde birden fazla (iki) kazan olması halinde iki alternatiften söz edilebilir:

- İkisi de kendinden yoğuşmalı tip
- Bir adedi kendinden yoğuşmalı kazan, diğeri düşük sıcaklık kazanı

Kazanlardan sadece biri yoğuşmalı kazan olduğunda, bu kazan kısmi yüklerde tek başına çalışırken, tam yükte ikinci kazan ile birlikte çalışmaktadır. Bu çözümde, ikinci kazanın daha ucuz yoğuşmasız kazan olması yatırım maliyetlerini düşürmektedir. Buna karşılık yıllık yakıt tüketiminde ortaya çıkacak kayıp fazla olmayacaktır.

Yoğuşmalı kazan bu ikili sistemde aynı kapasitede olmasına rağmen, yıllık ısıtma yükünün yaklaşık %86'sını karşılamaktadır. Yoğuşmasız kazan ise ancak %14 yük karşılamaktadır. Bu durumda, yoğuşmalı ve yoğuşmasız kazanlar arasındaki yukarıda hesaplanan ve verilen farkın amortisman süresi azalacaktır. Eşit büyüklükte biri yoğuşmalı diğeri yoğuşmasız iki kazanlı sistem için, yaklaşık farkın amortisman süresi = Bir adet kendinden yoğuşmalı kazan amortisman süresi $\times 0,5 / 0,86$ olarak bulunabilir.

4.5.7. ODA SICAKLIĞI AYAR NOKTASININ DOĞRU SEÇİMİ

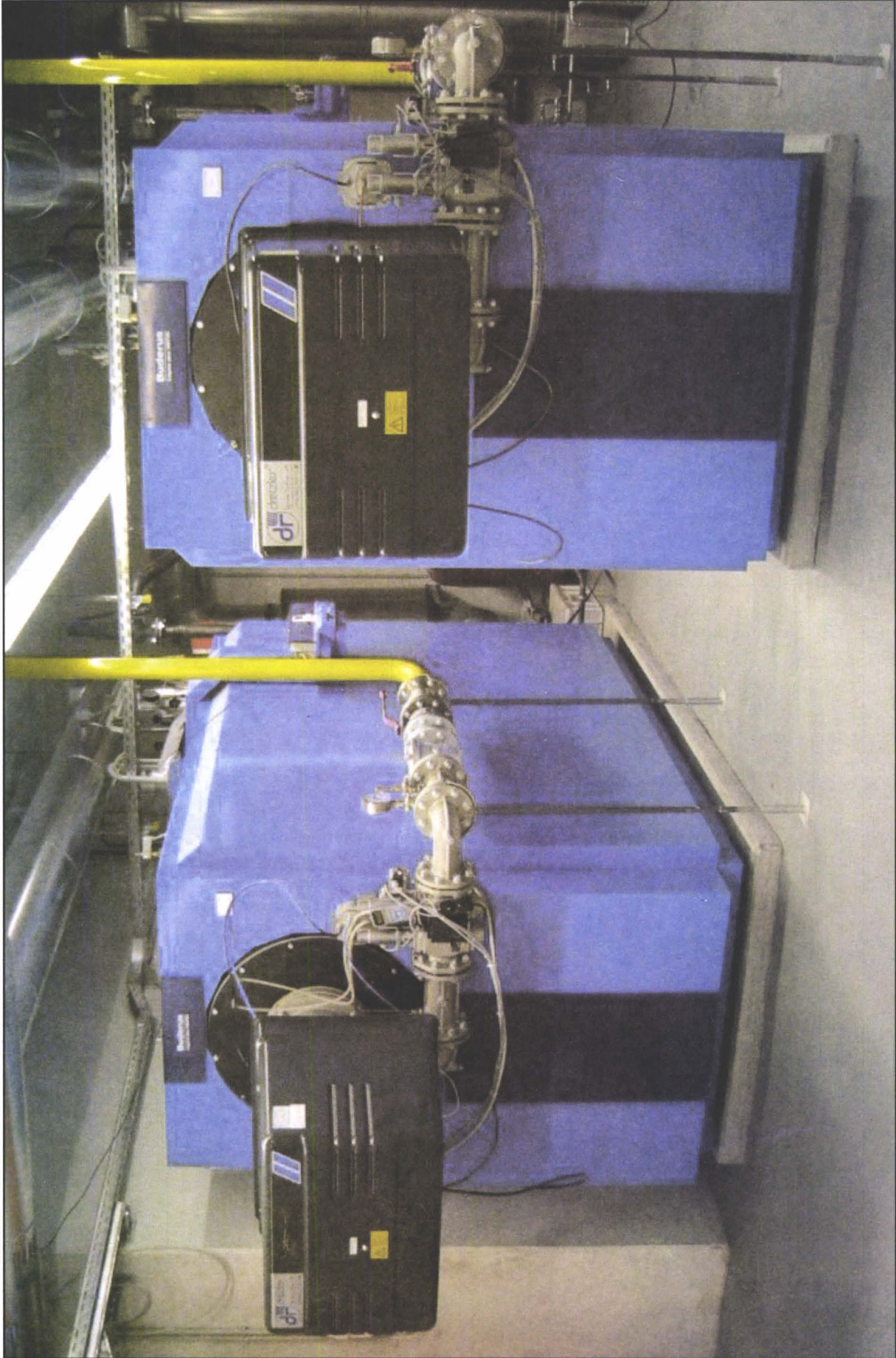
Bir binanın yakıt tüketimine etki eden en önemli faktörlerden biri iç ortam sıcaklık değeridir. İç ortam sıcaklığı için genel kabul görmüş standart bir hesap sıcaklık değeri vardır. Kış şartlarında bu iç sıcaklık 20°C değerindedir.

İşletme sırasında ise bu iç ortam sıcaklık değeri, yakıt savurganlığının en önemli noktasıdır. Öncelikle; bu sıcaklık başta kabul edildiği gibi 20°C ile sınırlı tutulmaz ve kullanıcı tarafından kontrol sistemi bunun çok üzerinde değerlere ayarlanır. Ayrıca; bu sıcaklık ısıtma sistemi tarafından istenilen değerde kalacak biçimde kontrol edilemez ve çok yüksek değerlere çıkar.

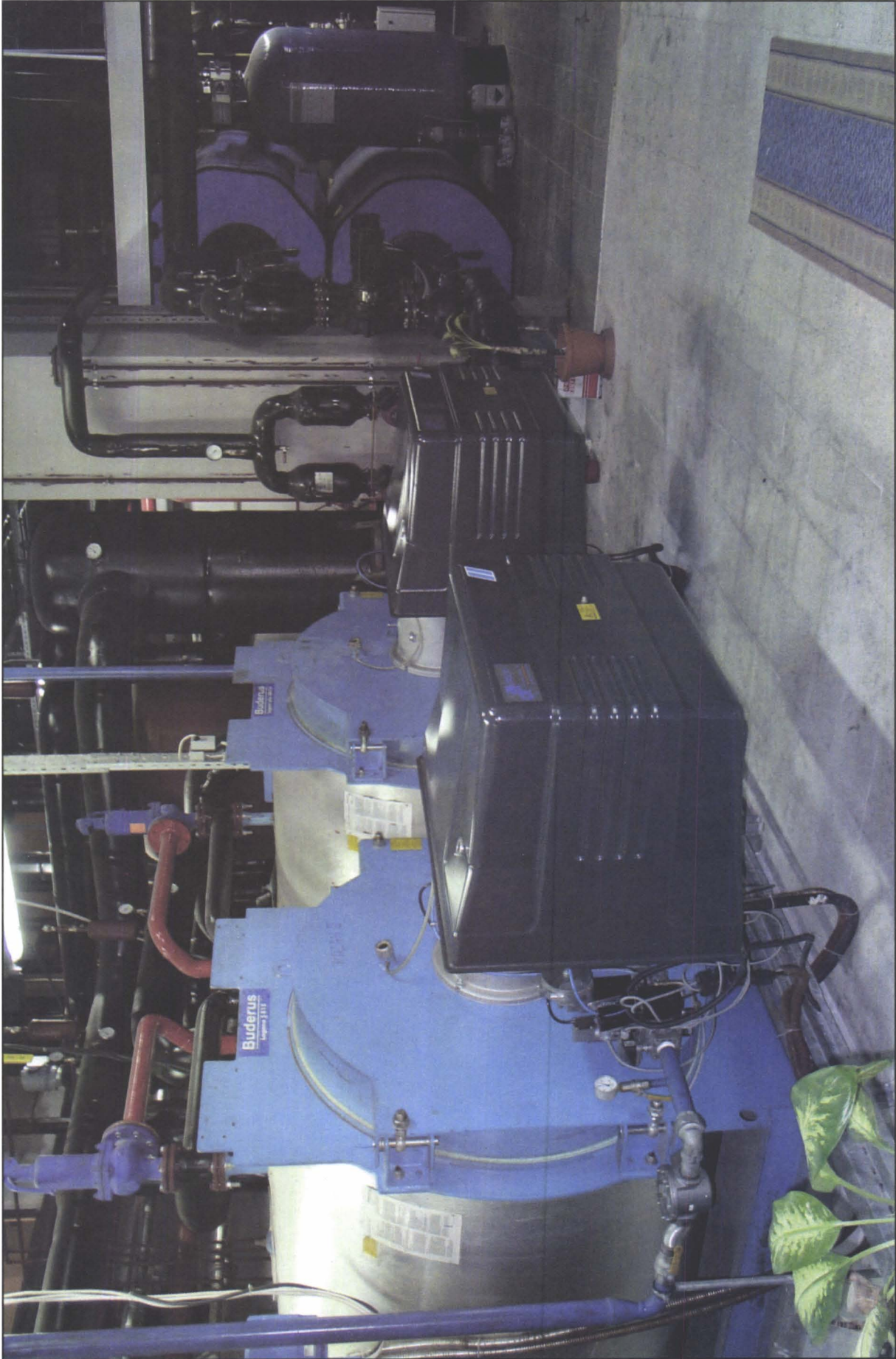
İç ortam sıcaklığının 1°C artışında, farklı koşullarda yakıt tüketimi farklı şekilde etkilenmektedir. İstanbul için bakıldığında oda sıcaklık ayar noktası 20°C'den 21°C'ye çıkarıldığında yaklaşık olarak %8 gibi bir artış söz konusu olmaktadır. Bu yüzde kullanım süresine, binaya ve kazana bağlı olarak değişebilir. Ama sonuçta çok önemli bir nokta olduğunu açıkça görülmektedir.

Soğuk iklimlerde dış hava sıcaklık değişim aralığı fazla olduğundan iç ortam sıcaklık değişiminin etkisi göreceli olarak daha az olmaktadır. Buna karşılık Antalya gibi dış hava sıcaklığının fazla düşmediği bölgelerde iç ortam sıcaklık değişimleri daha etkili olmaktadır.

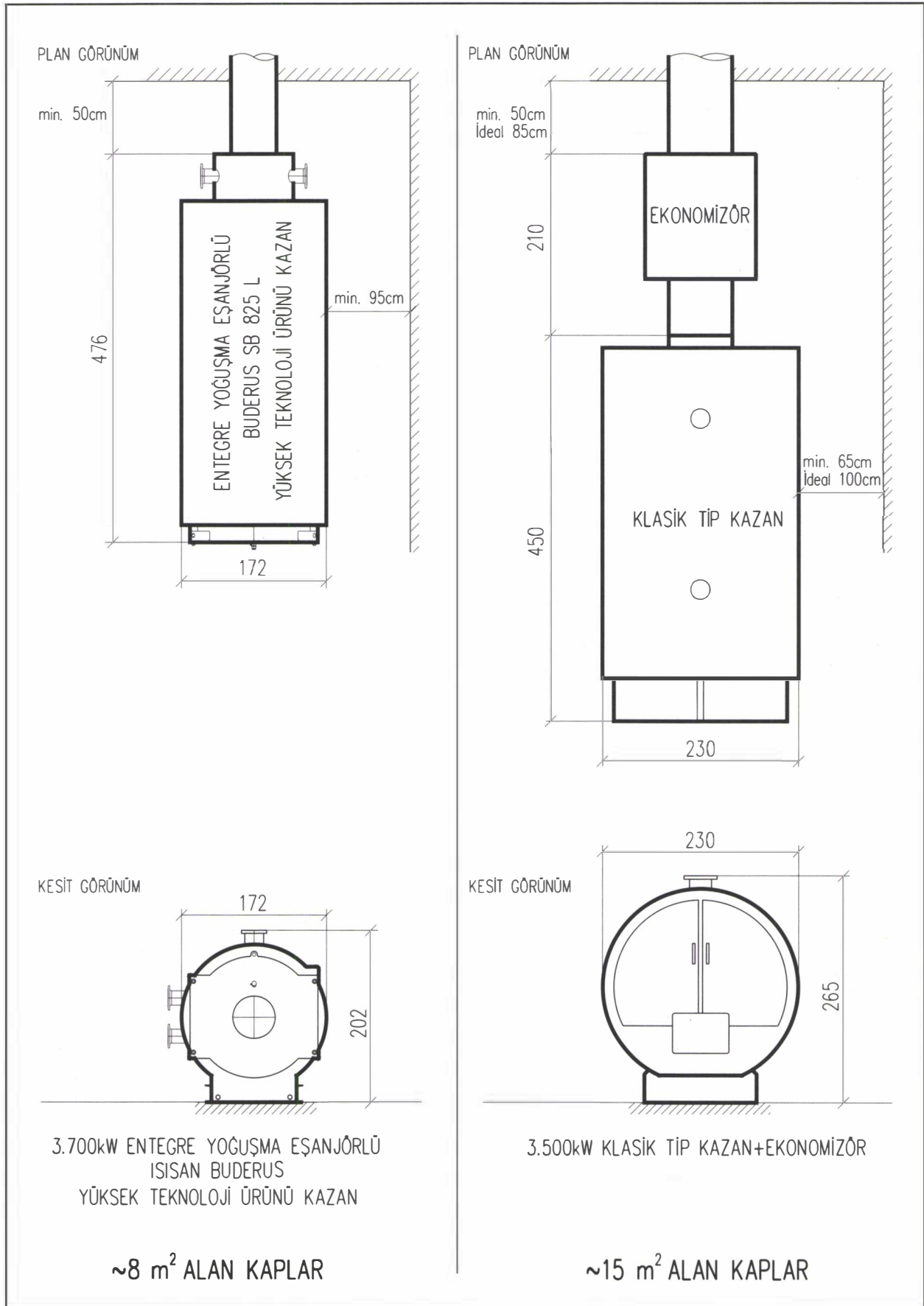
Soğuk bölgelerde 1°C değişim, içle dış arasındaki sıcaklık farkı yüksek olduğundan daha küçük bir oran olmakla birlikte, ısıtma süresi fazla olduğu için toplam yakıt tüketimine olan etki yaklaşık sabit kalmaktadır.



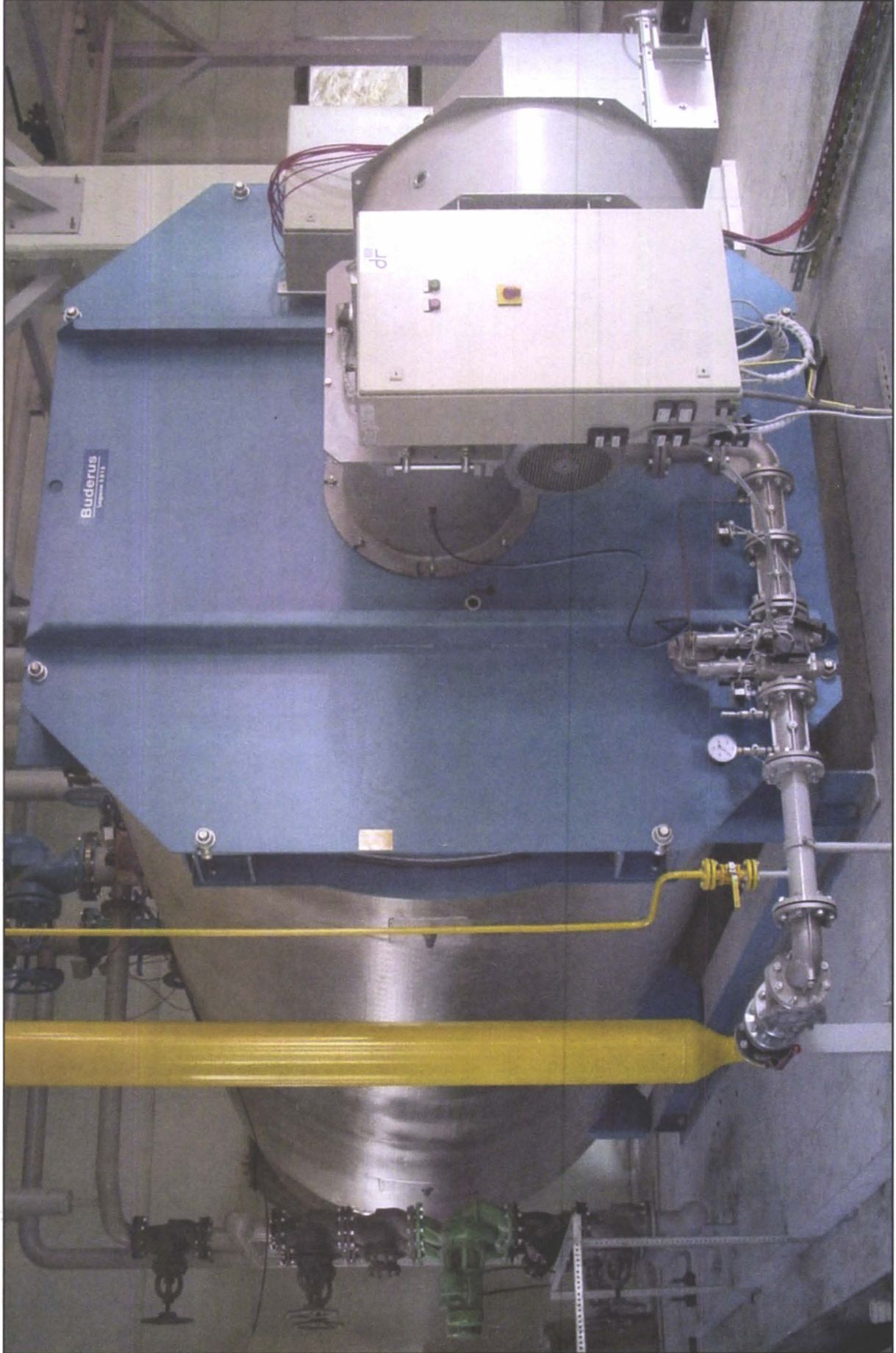
Şekil 4.22. KENDİNDEN YOĞUŞMALI TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN (1.200 kW)



Şekil 4.23A. ENTEGRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN (2.500 kW)



Şekil 4.23B. ENTEĞRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ KAZANIN VE KLASİK KAZAN + YOĞUŞMA EŞANJÖRÜ SİSTEMİNİN YERLEŞTİRİLMESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil 4.23. ENTEGRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN (8.200 kW) KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖR

Sonuç olarak,

- Oda sıcaklığını daha düşük seçmek ve işletmede bu düşük sıcaklığı sürekli ve yüksek hassasiyette kontrol edebilecek kontrol sistemine sahip olmak, yakıt ekonomisi sağlar.
- Odadaki havanın sıcaklığı arttıkça, hava daha fazla kurur. Havanın neminin azalması solunumu olumsuz etkiler ve grip olma riskini artırır.
- Oda sıcaklığı arttıkça enfiltrasyon da artar.

4.5.8. HASSAS ODA SICAKLIK KONTROLÜ

Oda sıcaklığını kontrol eden termostatin sıcaklık diferansı az olmalıdır.

Aksi halde konfor için termostat ayar değeri, ulaşılan en düşük sıcaklık konfor değerinin altına inmeyecek şekilde ayarlanacağından, ortalama sıcaklık yükselir ve yakıt tüketimi artar.

Normal tip oda termostatlarının sıcaklık diferansı yaklaşık olarak $\pm 1^\circ\text{C}$ dir. 22°C oda sıcaklığını tercih eden bir kullanıcı, termostatu 23°C sıcaklığa ayarlar, oda sıcaklığı $22 - 24^\circ\text{C}$ arasında değişir.

Halbuki daha hassas kontrol kabiliyeti olan bir hissedici ve kazan kontrol sistemi kullanıldığında diferansı $\pm 0,1^\circ\text{C}$ hassasiyetle ayarlamak mümkündür. Bu durumda oda sıcaklığı yaklaşık olarak 22°C değerinde sabit kalır.

Böylece oda sıcaklığının 1°C indirmek mümkün olur ve İstanbul için bu yaklaşık %8 yakıt tasarrufu ve daha iyi bir konfor sağlar.

4.5.9. KAZANLARIN ÇALIŞMAYA BAŞLAMA VE DURMA SAATLERİNİN DIŞ HAVA SICAKLIĞINA GÖRE OTOMATİK BELİRLENMESİ (AÇMA - KAPAMA OPTİMİZASYONU)

Bu kontrol şekli gelişmiş bir kazan kontrol paneli ile mümkündür. Bu tür gelişmiş bir panele ortam sıcaklığının hangi saatte (örneğin 08:30'da) kaç derece istendiği (örneğin 20°C) girilir. Dış hava sıcaklığının düşük olduğu günlerde panel kazanı daha erken saatlerde, dış hava sıcaklığının daha yüksek olduğu günlerde ise kazanı daha geç saatlerde çalışmaya başlatır. Böylece gereksiz yakıt tüketimi önlenir. Örneğin dış hava sıcaklığı -3°C iken kazan saat 05:40'da; dış hava sıcaklığı 14°C iken saat 08:05'de çalışmaya başlar.

Aynı panel akşamları çalışma saatinin bitiminden önce kazanı durdurarak gereksiz yakıt tüketimini önler. İç ortam sıcaklığı çalışma süresi sonuna kadar konfor şartları altına düşmez. Ayrıca haftanın her günü için ayrı saatler ve sıcaklıklar tanımlanabilir. Aynı kontrol kullanma sıcak suyu için de yapılır. Böylece istediğimiz saatte sıcak su hazır olur ve boylar ile sirkülasyon hatlarında meydana gelebilecek kayıplar minimuma indirilir.

4.5.10. DURMA KAYIPLARININ AZALTILMASI

Kazanlarda kayıplar, baca kaybı ve soğuma kaybı olarak ikiye ayrılır. Baca kaybı doğal olarak sadece brülörün çalıştığı sürelerde meydana gelmektedir.

Soğuma kaybı kazanın, belli bir sıcaklıkta tutulması esnasında, yani kazanın işletme süresi boyunca oluşmaktadır. Burada brülörün çalışması veya durması önemli değildir. Soğuma kaybı da kendi içinde ikiye ayrılmaktadır:

- Işınım kaybı: Brülörün çalıştığı süredeki soğuma kaybı
- Durma kaybı: Brülörün çalışmadığı süredeki soğuma kaybı

Kazan soğuma kaybı, ısınım ve durma kaybının toplanması ile hesaplanmaktadır. Örneğin:

- Brülör devredeyken: Işınım kaybı %1,2
- Brülör devre dışıyken: Durma kaybı %0,8

Böylece kazanın soğuma kaybının %2 olduğu söylenebilir.

Eğer kayıplar yüzde olarak ifade edilirse, baca kaybı ve ısınım kaybı sebebiyle meydana gelen yakıt harcaması brülörün devrede olduğu zamanda olacaktır. Örneğin %7'lik bir baca kaybı aynı zamanda %7'lik bir yakıt kaybı anlamına gelmektedir. Işınım kaybı için de aynı düşünce geçerlidir. Oysa durma kayıplarında durum farklıdır. Yakıt kaybı durma süresine bağlıdır. Eğer durma yoksa, durma yakıt kaybı da olmayacaktır. Durma kaybı baca kaybına göre daha azdır. Kazan gücü arttıkça durma kaybı baca kaybına göre daha da azalır; çünkü baca kaybı kazan gücünden bağımsızdır. Buna karşılık durma kaybı, özgül kazan yüzeyi yani kW kazan gücü başına düşen kazan dış yüzeyi ile orantılı olarak azalır. Kazan gücü büyüdükçe özgül kazan yüzeyi değeri azalır. Baca ve durma kayıpları arasındaki oran 70 kW'ta 3 misli, 1.000 kW'ta 5 mislidir.

Eski tip kazanlarda durma kayıpları, bu kazanların yetersiz ısı yalıtımları ve sürekli yüksek işletme sıcaklıkları ile çalıştırılmaları sonucunda önem kazanmıştır. Bu problemin eski tip kazanlarda brülör çalışma süreleri uzatılarak çözülebileceğine inanılmıştır. Düşünülen uzun brülör çalışma sürelerinde brülör kapasitesini azaltmak ve böylece brülör şalt sayısı çok düşük olan ve durma kaybı hiç olmayan veya çok az olan bir sistem düşünülmüştür. Ancak durma kayıplarının bu şekilde azaldığı düşünülürken ısınım kayıplarının da arttığı unutulmamalıdır, sonuç toplamda daha da kötü çıkabilir.

Diğer taraftan eski tip kazanlarda soğuma kayıplarının, tüm ısıtma süresi içinde meydana gelmesinden dolayı, baca kayıplarından çok daha fazla olduğu bir gerçektir. Örneğin yılda 1.500 saat çalışan, 40 kW'lık eski bir kazandan, %10 baca gazı kaybı ve %3 soğuma kaybı olduğunu varsayalım. Bu kazanın baca gazı kaybı;

$40 \times 0,1 \times 1.500 = 6.000 \text{ kWh/yıldır.}$
Oysa aynı kazanın tüm yıl boyunca soğuma kaybı;

$40 \times 0,03 \times 8.760 = 10.512 \text{ kWh/yıldır.}$

Yani bu tip eski kazanlarda soğuma kaybı, baca gazı kaybının yaklaşık 1,5 - 2 katı mertebesine kadar ulaşabilmektedir. Modern kazanlarda ise örneğin oransal brülör kullanarak baca gazı kayıplarını azaltmak, durma kayıplarını azaltmaktan daha etkilidir. Günümüzdeki modern tasarıma sahip, kompakt, boyutları küçük, iyi ısı yalıtımlı kazanlarda durma kayıpları daha azdır.

Buna ek olarak günümüzdeki bu modern kazanlarda düşük sıcaklık işletmesi yaparak, kazanlar daha düşük sıcaklıklarda çalıştırılmakta ve böylece de durma kayıpları azaltılmaktadır. Özellikle yoğunlaşmalı kazanlarda bu kayıplar çok daha azdır. Yoğunlaşmalı kazanlarda ısıtma sezonu boyunca, dönüş suyu sıcaklığı ısı ihtiyacının karşılandığı sürenin yaklaşık %90'ında yoğunlaşma sınırının altında seyretmektedir. Bu sayede de kazan ve dağıtım ile ilgili soğutma kayıpları %43 oranında azalmaktadır. Su hacmi daha düşük olan kompakt Ecostream kazanlarda daha soğuk olan su dış tarafa doğru yönlendirilir, bu şekilde brülörün çalıştığı ve çalışmadığı durumlarda kazan soğuma kayıpları en aza indirilmiştir.

Özellikle türbülantörüz üç tam geçişli çelik kazanlar gibi tüm yan ve arka cidarı tamamen su ile çevrili olan, 100 mm taşıyıcı kazan izolasyonuna ve 0,6 mm alüminyum dış kaplamaya sahip olan kazanlarda durma ve ısıtım kayıpları minimize edilmiştir.

4.5.11. TESİSATTA Kİ DİĞER KAYIPLARIN AZALTILMASI

Isıtma tesisatlarının değişmez parçalarından olan ve kullanma suyu ısıtması için kullanılan boylerlerde de kayıpların az olması önemlidir. Bu yüzden boylerlerin iyi izole edilmiş olmaları gerekir. Serpantinli boylerlerde, serpantin mümkün olduğunca boylerin en altına kadar inmeli, boylerde ölü zonlar bırakmamalıdır. Bu sayede boylerin dış yüzey sıcaklığı daha düşük olacak ve böylece ısı kaybı da daha az olacaktır. Primer devrenin dışta olduğu çift cidarlı boylerlerde ise tam tersine çok daha fazla ısı kaybı vardır.

Isıtma tesisatlarındaki boruların ısıtılan hacimlerin içinden geçtiği durumlarda, borulardan mekana transfer olan ısı, kayıp olarak değerlendirilmez. Ancak tesisat boruları ısıtılmayan hacimlerden geçiyor ise, bu borularda ısı kaybı meydana gelecektir. Bu yüzden bu tip borular izole edilmelidir.

Örneğin DN65 çapında izolasyonsuz bir boruda, 10°C ortam sıcaklığında 90/70 sistemde boru metresi başına 180 W ısı kaybı olacaktır. Aynı borunun, aynı şartlarda, 50 mm cam yünü ile izole edilmesi sonucunda ise ısı kaybı borunun metresi başına 25 W'a düşecektir. Burada 50 mm izolasyon ile %85 bir tasarruf sağlanabilir. İzolasyon kalınlığının artması ile borudan olan ısı kaybının önlenmesi değeri doğrusal değişmez; dolayısıyla ekonomik izolasyon kalınlığı belirlenmelidir. Alman normlarına göre örneğin DN40 ile DN100 arası çaplarda, izolasyonun yaklaşık çap kalınlığında olması istenir.

Borular dışında tesisatlardaki vanalar, flanşlar, pislik tutucular ve çekvalflerden de ısı kaybı meydana gelmektedir. Bu kayıpların önlenmesi için prefabrik izolasyon malzemeleri veya özel olarak yapılmış vana kutuları kullanılabilir. Bu izolasyonların kolayca sökülebilir olması işletmedeki bakımlarda kolaylık sağlayacaktır. Bu amaçla vana ceketleri kullanılabilir. Vana ceketleri yanıcı değildir; su, yağ gibi maddelere karşı dayanıklıdır, montaj ve bakım esnasında kolayca sökülüp tekrar takılabilir. Bu sebeplerden dolayı pratiktir. Vanaların ve flanşların ısı kaybı için eşdeğer boru uzunluğuna bakmak gerekir. DN100'lük bir vana ve flanşlarının 100°C boru sıcaklığında ısı kaybı için eşdeğer boru uzunluğu yaklaşık 10 metredir. Böylece bu vana ve flanşlarının izole edilmeleri durumunda, 10°C oda sıcaklığında ısı kaybının yaklaşık olarak 3000 W olduğunu bulabiliriz. Bu ısı kaybının bugünkü fiyatlarla karşılığı 7,5 Eurcenttir. Yılda 1.500 saat ortalama çalışma varsayımı ile bu vanadaki ısı kaybı sebebiyle yıllık kayıp 11 EUR'dur (ki 1.500 saat çalışma vana için çok düşük bir değerdir. 3.000 saat de alınabilir.). İzolasyon yapıldığında bu kayıp yılda 3,75 EUR mertebesine düşmektedir. Yani bir vanada yılda 7 EUR tasarruf yapılmaktadır. Sırf bu çapta tüm Türkiye'de milyonlarca vana olduğu düşünülürse, sadece bu çapta vanaları izole ederek milyonlarca EUR tasarruf yapılabilir. Bu çalışma başka çapta vanalar, flanşlar, çekvalfler, pislik tutucular için de yapılabilir. Toplamda bu şekilde ülkemizde yüz milyonlarca EUR tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Bu sebeple boru hatlarındaki vana, flanş, çekvalf ve pislik tutucu benzeri ekipmanlar da izole edilmelidir.

4.6. SICAK HAVA İLE ISITMA

4.6.1. ÜFLEME HAVASI VE ODA İÇİ HAVA DAĞILIMI

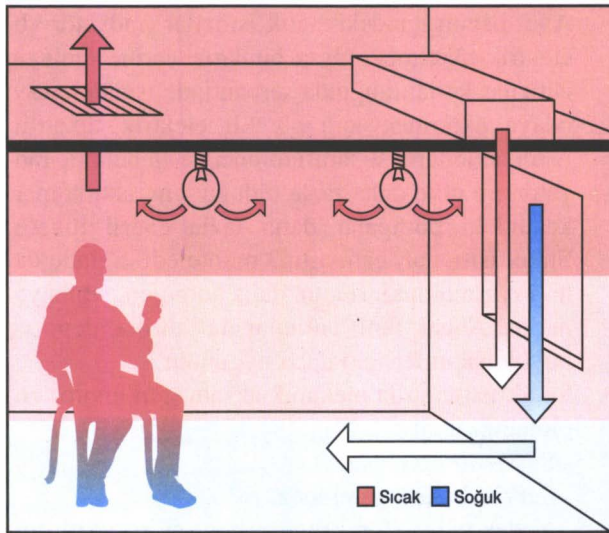
Klima ve havalandırma sistemlerinde şartlandırılmış havanın odaya verilmesi ve oda içinde dağılımı, çok önemlidir. İstenilen miktarda ve istenilen şartlarda hava odaya verilse bile, eğer oda içine verilen havanın düzgün dağılımı sağlanamazsa, beklenen etki gerçekleşmez ve konfor oluşmaz. Bunun için:

- Soğutma ve havalandırma için gerekli üfleme havası,
 - Ortama mümkün ise tavandan verilmelidir (Konser salonları vb yerlerde çok düşük hızla alttan üflenilen özel sistemler ve özel uygulamalar da vardır.) (Şekil 4.25A).
 - Üfleme havasının sıcaklığı, oda sıcaklığından daha düşük olmalıdır.
 - Isıtma, cam önlerinden; radyatör vb elemanlarla (statik ısıtma) yapılmalıdır.

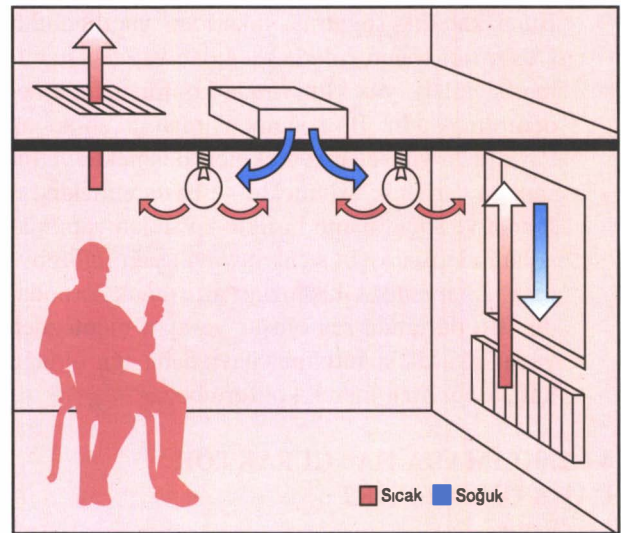
Böylece,

- Hava, ortama yaz - kış yüksek olmayan hızlarda üflenir. Ses, gürültü ve insanların üzerinde hava akımı oluşmaz. Daha konforlu ortam yaratılır.

- Taze hava veya karışım havası (iç ve dış hava karışımı) tavandan ve oda sıcaklığının altında üflendiği için, egzoz menfezine by pass riski önlenir; taze hava, ortamdaki havaya çok iyi karışır ve daha verimli kullanılır.
- Statik ısıtma (cam önlerinde radyatör vb ısıtıcılar) varsa, kışın da ortama hava, oda sıcaklığının biraz altındaki sıcaklıkta üflenmelidir. Böylece tavanda biriken (aydınlatmadan gelen, insanlardan yükselen) ısıdan yararlanılır ve enerji tasarrufu sağlanır.
- Özellikle değişken hava debili ve hava kanallı split klima sistemlerinde %10 - 20 oranında alınan taze hava, %80 - 90 oranındaki iç hava ile karıştırılarak üflendiği için, karışım havasını ısıtmaya ihtiyaç olmaz (İstanbul, İzmir, Ankara benzeri iklimlerde).
- Isı geri kazanımı sağlanırken, ilave bir enerji de gerekmez. Çok iyi bir ekonomizör sistemi gibi çalışır.
- Isıtma ihtiyacı varsa, bunu sıcak hava ile karşılamak yerine, statik ısıtma yapılmalıdır. "Sıcak hava üfleyerek ısıtma yapmak kötü bir fikirdir". Isıtma ihtiyacını statik ısıtma yapmadan, tavandan havayı sıcak üfleyerek karşılamak istenirse (Şekil 4.25B):
 - Daha yüksek oda sıcaklığına ihtiyaç duyulur (Hissedilen ortam sıcaklığı statik ısıtmaya göre daha düşük olur, hava hareketi de hissedilen sıcaklığı ayrıca düşürür.).
 - Bu nedenle daha fazla yakıt tüketilir.
 - Oda havasını nemlendirme ihtiyacı artar (Oda sıcaklığı arttıkça hava daha fazla kurur.).
 - Tavandaki sıcak havayı aşağıya indirmek için, daha yüksek hızla üflemek gerekir.
- Bu durumda hava sesi oluşabilir.
- Ortam havasını daha yüksek hızla üflemek, fan basıncını, dolayısıyla elektrik tüketimini (az da olsa) artırır.
- Havanın egzoz menfezine doğru by pass riski daha fazla olur.
- Havadan havaya ısı geri kazanım cihazlarında ilave direnci yenmek için, taze hava ve egzoz devrelerinde daha büyük fan motorları kullanılır. Bu motorlar, yaz kış sürekli taze hava temini ve egzoz yapmak için çalışırlar ve sürekli enerji harcarlar.
- Dış ortamdaki havayı (özellikle ara mevsimlerde) binaya olduğu gibi vermek daha uygun olsa bile, hava bu cihazlardan geçmek zorundadır ve enerji tüketilir.
- Böyle durumlarda mümkün olduğu kadar by pass damperleri kullanılmalıdır.
- Havadan havaya ısı geri kazanım cihazları, bölgeye bağlı olarak, proje bazında incelenmelidir. İsveç ve Kanada'da çok yararlı olduğu kesin olan havadan havaya ısı geri kazanım cihazlarının, İstanbul, İzmir, Antalya vb şehirlerde ne kadar yararlı veya zararlı oldukları da tartışılmaktadır. Bu konu proje bazında incelenmelidir.
- Statik ısıtma ya da klima ile ısıtma seçimi bir çok kritere bağlıdır. Standartlarda önerilenler aşağıda verilmiştir:
 - Eğer ısı kaybı, duvarın her metre genişliği için 1.476 Btu/h (429 Watt) değerini geçiyorsa, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle alttan ısıtma yapılmalıdır.



Şekil 4.25A. STATİK ISITMA YOK
(Hava tavandan sıcak (yazın soğuk) üfleniyor.
Kışın soğuk hava yerde hareket edebilir.
Oda içinde sıcaklık dağılımı homojen değil.)



Şekil 4.25B. STATİK ISITMA
(Radyatörler cam önünde.
Hava tavandan soğuk üfleniyor.
Homojen ısıtma sağlanıyor.)

- Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 - 1.476 Btu/h (238 - 429 Watt) arasındaysa, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için yine, pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle alttan ısıtma yapılması doğrudur.

Bu koşullarda hava üst kottan dış duvara bitişik yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Bu çözümde hava direkt olarak aşağıya doğru, soğuga maruz kalan duvar ve pencereleri boğçalayacak şekilde üflenmelidir.

Yorum 1:

Aynı difüzörlerden yazın da soğuk havanın verileceği unutulmamalıdır. Soğuk hava ağır olduğu için, aşağıya doğru çok hızlı inerek rahatsızlık verebilir.

- Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 Btu/h (238 Watt)'dan azsa, yine pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle alttan ısıtma yapılması tavsiye edilir.

Ancak bu koşullarda hava dış duvara bitişik veya çok yakın yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Hava bu çözümde dışa bakan duvar/pencereye doğru üflenir veya hem duvar/pencereye doğru ve hem de açığa doğru çift yönde üflenir.

Yorum 2:

Yaşanılan hacimlerde: ısıtmanın her zaman cam altından yapılması (statik ısıtma) tavsiye edilmektedir. İnsanların kısa süreler kaldığı yerlerde: (fuaye, giriş vb) ise;

Isı kaybı 429 Watt/m değerini aşıyorsa, alttan ısıtma yapılmalıdır.

Isı kaybı 238 - 429 Watt/m değerleri arasındaysa ve alttan ısıtma yapılamıyorsa, sıcak hava yukarıdan özel difüzörler kullanılarak üflenebilir.

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

4.6.2. KLİMADA HANGİ FAKTÖR DAHA ÖNEMLİDİR?

- Isıtma...?
- Soğutma...?
- Havalandırma...?

Isıtma, soğutma ve havalandırma fonksiyonlarının çok iyi olması, toplam konforu belirler. Bu nedenle

her üç fonksiyonu da en iyi şekilde sağlamak zorundadır ve bu koşuldaki ekonomiden bahsedilebilir. Sıcak hava üfleyerek ısıtma yapmak, konfor ve enerji ekonomisi açısından kötü bir fikirdir.

Isıtma ihtiyacı her zaman statik ısıtma (radyatör vb) ile yapılmalıdır. Daha konforlu ve daha ekonomik işletme sağlanır.

- Havalandırma ihtiyacı için gerekli hava (veya taze hava iç hava karışımı):
 - Tavandan üflenmeli,
 - Üfleme havası sıcaklığı (yaz - kış) oda sıcaklığının altında olmalıdır.

Doğal olarak yaşam mahallerinde tavan seviyesindeki havanın sıcaklığı daha fazladır. Aydınlatma armatürlerinden, insanlardan, bilgisayar, faks vb cihazlardan çıkan ısı tavan seviyesindeki havanın daha sıcak olmasına neden olur. Böylece taze havayı ısıtmak için daha az enerji harcanır.

- Karışım havalı sistemlerde statik ısıtma yapılması halinde (VAV ve hava kanallı split sistemler), ofis ve konutlarda taze hava dönüş havası karışımını genellikle hiç ısıtmadan tavan seviyesinden üfleme genellikle yeterlidir ve ısıtma mevsimindeki en ekonomik ısı geri kazanımı sağlanır.
 - Taze hava, odadaki havaya daha iyi karışır ve egzoz menfezinden by pass riski azalır.
 - Üfleme havası ortama düşük hızda verildiği için, daha sessiz ve konforlu bir ortam oluşur.
 - Sonuç olarak, statik ısıtma yapıldığından taze havayı ısıtmak için daha az enerji harcanır.
- Isıtma merkezinden yaşam mahallerine sıcak suyu pompalamak için harcanan elektrik enerjisi; ısıtma merkezindeki bir klima santralından aynı yaşam mahalline sıcak hava göndermek için gerekli elektrik enerjisinden çok daha düşüktür.
- Aynı hacim içindeki statik ısıtıcılar (radyatör vb) elektrik tüketmez. Oysa bunların yerine fanlı tip ısıtıcılar kullanıldığında serpantinde ısınan havayı odaya aktarmak için sürekli elektrik tüketilir. Fanlı ısıtıcıların su tarafı direnci de, genellikle radyatörlere göre daha fazla olduğu için, ısıtma merkezindeki pompalar daha fazla enerji tüketir.
- Statik ısıtıcılar, cam altına monte edildiğinde daha yaygın oldukları için, daha homojen ısıtma yaparlar. Ancak fanlı ısıtıcılar da fabrika, depo vb büyük hacimler için daha uygundur.
- Statik ısıtıcılarda mekanik aksam (fan, motor vb) olmadığı için:
 - Sessizdir.
 - Servis, bakım gerekmez.
 - Yedek parça (fan - motor, hava filtresi vb) ihtiyacı oluşmaz.
- Statik ısıtıcılar kullanıldığında filtre temizliği vb nedenlerle yaşam mahallerine teknisyenlerin girmesi ihtiyacı oluşmaz.

V. BÖLÜM

İÇ HAVA KALİTESİ

5.1. İÇ HAVA KALİTESİ

İç hava kalitesi (Indoor Air Quality, IAQ) yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgili olup, “kaliteli iç hava”, otoritelerce belirlenen zararlı derişik seviyelerinin üzerinde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların % 80’ inden fazlasının havanın kalitesi ile ilgili herhangi bir rahatsızlık hissetmediğı hava olarak tariflenmektedir. İnsanlar günde 20 - 30 kg hava teneffüs eder ve buna karşılık ancak yaklaşık 1 kg katı, 3 kg kadar da sıvı besin tüketirler. Bu nedenle en az yediklerimiz ve içtiklerimizle ilgili kalite standartları kadar teneffüs ettiğimiz havayla ilgili de kalite standartlarına ihtiyacımız vardır. Daha çok gelişmiş ülkelerde, insanlar günlük iş yaşamına ve sosyal etkinliklere aktif olarak katıldığından, günün büyük bir dilimini (yaklaşık % 90’ı) kapalı alanlarda geçirmek zorunda kalmaktadırlar. İç hacimlerde insan yoğunluğunun da çok olacağı göz önüne alınırsa, bu durumdan kaynaklı problemlerin olabileceğı rahatlıkla söylenebilir. Astım ve alerji son on yılda çok ciddi oranda (iki katından fazla) artmıştır. Bu durum gelişmiş ülkelerdeki insanların, özellikle çocukların üçte birini etkilemektedir. Gerçekte astım ve alerji eskiden beri var olmasına rağmen, günümüz yaşamında bazı kirleticiler bu reaksiyonları tetiklemektedir. Kimyasal gazlar (halıdan, boyadan, dolaptan ve eşyalardan sürekli olarak çıkan gazlar) ve organik maddeler (grip vb virüsler, mikro organizmalar, mantar vb) astım ve alerjik rahatsızlıkları kışkırtmaktadır. Bilgisayar, televizyon, faks makineleri vb cihazlar da kirliliğı artırmaktadır. Çeşitli mikroorganizmaların ve özellikle mantarın iç mekanlarda bir sağlık riski oluşturduğu bilinmektedir.

İç mekanlarda söz konusu bir çok mikrobik problem aynı zamanda nemle ilişkilidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu (Sick Building Syndrome, SBS) gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirlilikten kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir. Amerika’daki binaların %80 inde ASHRAE İç Hava Kalitesi standardının gereklerinin yerine getirilmediğı hesaplanmaktadır. Bu yaklaşık 4,2 milyon bina, 69 milyon çalışan ve bilinmeyen sayıda ziyaretçinin yetersiz iç havadan etkilendiğı anlamına gelmektedir. Konu ile ilgili çalışmalar buna paralel olarak artmış, bilimsel makaleler yayınlanmış, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır.

Bu standartlarda ASHRAE 62 - 89 konuyu en geniş biçimde ele almaktadır. Bu standardın kurallarının örneğın enerji tasarrufu ilkeleri ile çatışması en çok tartışılan konulardan biri olmuştur.

5.1.1. İÇ HAVA KİRLETİCİLERİ

5.1.1.1. Dolaylı Kirleticiler

İç hava kalitesi sorunu dolaylı olarak yapı teknolojisinindeki gelişmelerle ilgilidir. Öncelikle değışen yapı konstrüksiyonu ve kullanılan maddeler kirlilik kaynağı oluşturmaktadır. Klasik beton, çelik, seramik malzemeler bakteri üremesi için uygun değildir. Ancak günümüz inşaat teknolojisinde kullanılan inşaat malzemeleri değışmiştir. Bu malzemeler içinde ahşap, kağıt gibi bakteri üremesine uygun malzemeler bulunduğu gibi, çeşitli zararlı gaz ve buhar yayan sentetik malzemeler kullanılmaya başlamıştır. Klima sistemleri yetersiz olduğunda ve istenilen biçimde işletilmediklerinde kendileri kirlilik kaynağı oluşturmaktadırlar. Sıkı enerji tasarrufu önlemleri sonucunda kaliteli tip pencere doğramalarının kullanılmaya başlanması ile hava sızdırmaz binalar yapılmaktadır. Yetersiz havalandırma sistemleri hastalıklara neden olmaktadır. Yeni malzemeler kullanılsa bile, dikkatli ve bilinçli bir tasarım ve işletme ile yeterli iç hava kalitesi sağlanabilir.

Son yıllarda bina malzemelerinden olan emisyonlar ve ömür boyu kirleticiye maruz kalma sendromu kirletici kaynağı olarak önem kazanmıştır. Buna karşılık bina ömrü içinde, yeni bina malzeme ve ürünlerinden olan emisyonların, binada yaşayanların maruz kaldığı toplam kimyasal ve biyolojik kirletici dozuna etkisinin önemi; yapı malzemelerinin kimyasal ve biyolojik oluşumlara karşı kaynak veya kuyu oluşturma performansından çok daha azdır. Periyodik temizleme ve bakım ürünlerinin, parlaticıların, cilaların ve yüzey bitirme malzemelerinin toplam maruz kalınan dozun belirlenmesinde, yeni bina malzemesinin kendisinin etkisinden kaynaklanan emisyonlardan çok daha önemli olabilir.

Bina malzeme ve ürünlerinin kullanım aşamasındaki emisyonlarına ilişkin iç hava kalitesi yeteri kadar incelenip yayınlanmamıştır. Pratik tecrübeler göstermiştir ki iç havadaki kimyasal bileşenler, partiküller ve diğer tip kirliliklerin neden olduğu semptomlar 6 ay ve daha uzun sürelerde maruz kalma sonucunda ortaya çıkmaktadır. İç havadaki kimyasal kompozisyonu etkileyen ana parametreleri dış hava miktarı ve kalitesi, malzemelerden olan emisyonlar, insan aktiviteleri (temizlik ve bakım dahil) oluşturmaktadır.

Yapılan bir çalışma için bir evin iç havasında bulunan bütün bileşenlerin bina malzemesinden yayılan bileşenler olması, iç havada kirliliğı yaratan ana kaynağın bina malzemesi olduğuna şüphesini kuvvetlendirmektedir. Ancak henüz hangi kimyasal bileşenlerin iç hava kalitesi şikayetlerini ortaya çıkardığı tam anlaşılamamıştır.

İç havadaki kirliliğin (VOC) bir kaynağı da yapı malzemeleri olarak görülmektedir. Dolayısıyla çalışmalar; malzeme emisyonları, bu emisyonları etkileyen parametreler ve buradan da bu emisyonların sınırlandırılması yönünde gelişmektedir. Böylece tüketiciyi aşırı emisyonlardan koruyacak yönetmelikler Avrupa'da oluşturulmuştur. WHO'ya göre bina malzemelerinden yayınlanan emisyonlar *Tablo 5.1*'deki gibi toplanabilir.

Prensip olarak bütün bu gruplardan bileşenler iç havada mevcuttur. Fakat pratik olarak bütün hepsini rutin testlerde belirlemek mümkün değildir. Pratikte daha çok VOC'lere bakılır. Ancak çok iyi bilinen rahatsız edici hatta kanserojen bileşikler (örneğin formaldehit gibi) bu grubun dışına düşer. Hatta bu ölçülebilen bileşenler dışında insan burnunun algıladığı başka bileşenler de bulunmaktadır. Bu yüzden malzeme emisyonlarının hissetmeye dayanan belirlenmesi, gruplandırma ve markalama işlemlerinin bir parçası olmuştur.

Bütün bu ölçme, belirleme ve değerlendirme faaliyetleri şimdiden düşük emisyonlu malzemelerin gelişmesiyle sonuçlanmıştır. Yayınlanan çalışmalar bu malzemeleri kullanmanın iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Kirleticilerin en önemli kaynaklarından biri de bina yapı malzemeleri yanında bina içindeki mobilyalardan yayılan gazlardır. Yeni boyanan duvarlardan, halı kaplanan döşemelerden, mobilyalardan insanlar için zararlı gazlar yayılır. Bunun önlenmesi için birinci yöntem, filtre edilmiş taze dış hava ile yapılan havalandırmayı artırmaktır. Uzun süreli problemlerde kaynağın ortadan kaldırılması düşünülebilir. Düşük kirlitici bina ve mobilya seçildiğinde bina içindeki kirlilik yükü azaltılabilmektedir.

Bu yöntem CEN CR 1752 tarafından tavsiye edilmektedir. Özellikle proje aşamasında ele alınırsa bu yöntemin ilave maliyeti de olmayacaktır. Bu yolla ofis binalarında üretkenlik %1,5 oranında artırılabilir.

5.1.1.1.1. Malzeme Yapısının Emisyonlara Etkisi

Malzemelerden emisyon işlemi iki ana mekanizmayla karakterize edilir:

- Malzeme içinde difüzyon kontrollü kütle transferi
 - Buharlaşma kontrollü yüzeyden emisyon
- Kalın malzemelerde difüzyon belirleyici faktördür, emisyon yüzey üzerindeki hava hızından etkilenmez.

Çok uçucu organik bileşenler	VVOC
Uçucu organik bileşenler	VOC
Yarı uçucu organik bileşenler	SVOC
Tanecik bağlı organik maddeler	POM

*Tablo 5.1. WHO'YA GÖRE
BİNA MALZEMELERİNDEN
YAYILAN EMİSYONLAR*

İnce malzemelerde ise buharlaşma hızı emisyonu kontrol eder, yüzeydeki hava hızı etkilidir. Yapı malzemeleri emisyon yaptıkları gibi, havadaki gazları emici özelliğe de sahiptir. Yapı malzemelerinin iç hava kalitesine etkisinde malzemenin yayın (emisyon) ve emme (absorpsiyon) gibi kimyasal özelliklerinin yanında, fiziksel koşulların da etkisi vardır:

- Sıcaklık Etkisi:** Malzemede meydana gelen gaz çıkış mekanizmasına bağlı olarak sıcaklığın artması, bir çok açıdan malzeme emisyonlarını etkiler.
- Nem Etkisi:** Bina, iç döşeme bitirilmeden önce ısıtılarak veya kurutularak nem ortadan kaldırılmalıdır. Nemin bina malzemesi üzerine etkisi çoğunlukla hidrotilitik ayrışma reaksiyonlarına ve böyle reaksiyonlardan oluşan bozunma ürünlerine bağlıdır. Aynı zamanda nem, bina malzemeleri içinde veya yüzeyinde mikroorganizmaların faaliyetleri açısından da etkilidir.

5.1.1.1.2. Dolaylı Kirlilik Kaynaklarının Kontrol Yöntemleri

Yeni yapıların tasarımında daha az SBS problemi yaratan malzemelerin kullanımı önemli bir imkan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda aşağıdaki liste önerilebilir:

- Formaldehit içeren ürünleri daha az kullanılmalıdır. Bu ürünler arasında ağaç paneller, sunta ve bazı yapııştırıcılar bulunmaktadır.
- Daha az vinil duvar kaplaması kullanılmalıdır.
- Sert ağaç döşemelerde (parkelerde) su esaslı parlatma cilası kullanılmalıdır.
- Linolyum veya seramik döşeme karoları kullanılmalıdır.
- Sentetik elyaf halı kullanımını azaltılmalıdır.
- Mümkün olduğu kadar doğal elyaf halı kullanılmalıdır.
- Poliüretan ısı yalıtımı dış cepheye uygulanmalı ve araya buhar kesici konulmalıdır.
- Su bazlı boya kullanılmalıdır.
- Sert yüzeyli tavan karosu kullanılmalıdır.
- Formaldehit içermeyen mobilya seçilmelidir.
- Daha az zararlı bileşik içeren yapııştırıcılar kullanılmalıdır.
- Formaldehit içeren malzemeler yerine katkısız cam yünü ve kaya yünü izolasyon kullanılmalıdır.

5.1.1.2. Doğrudan Kirleticiler

Hava kirleticileri, temel anlamda, bulundukları faza göre kabaca üçe ayrılabilir:

- Tozlar, Tütsüler ve Dumanlar;** Katı tanecikleri oluşturur, ancak duman çoğu zaman sıvı parçacıklar içermektedir.
- Sis, Mist ve Dumanlar;** Sıvı tanecikler içermektedir.
- Gazlar ve Buharlar;** Genel sınıflamaya göre tozlar, rüzgar, volkan, deprem gibi doğal kuvvetler ile veya

öğütme, parçalama vb gibi mekanik işlemlerle ortaya çıkan katı parçacıklardır ve 100 mm den büyükse toz olarak kabul edilmezler. Tozlar, mineral maddeler, metal, un, polen tüy gibi inorganik ve organik maddelerden oluşabilir. Tütsü, katı maddelerin içerisindeki buharın yoğunlaşması ile ortaya çıkan katı parçacıklardır.

Metal buharı örneğinde olduğu gibi bu parçacıkların boyutu 1 mm den küçüktür. Duman ise katı ve/veya sıvı parçacıklar içerir ve organik maddelerin tam yanmaması ile ortaya çıkar. Duman parçacıkları değişik boyutlarda olur ancak muhtemel çap aralığı 0,1 - 0,3 mm değerindedir. Sigara dumanı daha çok asılı sıvı taneciklerden oluşur ve tanecik çap aralığı 0,1 - 1,0 mm mertebesindedir. Ayrıca sigara dumanı çok çeşitli gaz ürünleri içerir.

Virüsler 0,003 - 0,060 mm boyutunda olmakla birlikte, çoğu zaman koloniler veya başka taneciklere yapışık halde bulunur. Bakterilerin çoğu 0,4 - 5,0 mm boyutundadır ve genellikle büyük taneciklerle ilişkilidir. Mantar sporları ise 10 - 30 mm aralığında iken polenler 10 - 100 mm boyutundadır.

Mist, sıvıların sprey hale getirilmesi ile oluşur. Bu taneciklerin üzerine mikroorganizmalar yerleşirse (hapşırıktaki olduğu gibi) önemli bir kirleticisi oluştururlar. Sis buharının yoğunlaşması taneciklere göre çok daha küçüktür, eğer sis ve duman birlikte bir karışım oluşturursa, buna smog adı verilmektedir.

Buharlar ve gazlar ise doğal veya yapay çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkar ve ortamda gaz halinde bulunurlar. Kirleticiler arasında yine son yıllarda giderek önem kazanan bir başka eleman ise radyoaktif kirleticilerdir. Özellikle topraktan yükselen radyoaktif toprak gazına radon gazı adı verilmekte olup bina temelinden iç hacimlere sızar.

0,1 mm den küçük tanecikler gaz moleküllerine benzer bir hareket tarzı gösterirler ve çökmezler. 0,1 - 1 mm arasındaki taneciklerin çökme hızı vardır, bu tanecikler alveollere yerleşirler, halbuki 8 - 10 mm den büyük tanecikler üst solunum yollarında tutulabilmektedirler.

İç hacimlerde sözkonusu olan çeşitli kirleticiler maddelerin cinsleri, kaynakları, seviyeleri ve iç ve dış çevre konsantrasyonları arasındaki mertebeler *Tablo 5.2*'de verildiği üzere.

Kirleticisi	İç Hava Kirleticisi Kaynağı	Muhtemel İç Hava Derişikliği	İç/Dış Derişiklik Oranı	Bulunabileceği Yerler
Karbon - monoksit	Yanma cihazları, makineler, hatalı ısıtma sistemleri	100 mg/kg	> 1	Paten alanları, ofisler, konutlar, araçlar, dükkanlar
Solunabilen tanecikler	Sobalar, şömineler, sigara, aerosol spreyler, pişirme, yoğunlaşan uçucu maddeler	100 - 500 mg/m ³	> 1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler, bar, restoran
Organik buharlar	Yanma, solventler, aerosol spreyler, reçine ürünleri	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	> 1	Konutlar, restoran, halka açık yerler, ofisler, hastane
NO₂	Yanma, gaz sobaları, şofben, kurutucular, sigara	100 - 1.000 mg/m ³	> 1	Konutlar, paten alanları
SO₂	Isıtma sistemleri	20 mg/m ³	< 1	İç hacimlere taşınma
Sigara dumanı hariç toplam asılı parçacık	Yanma, toz kalkması, ısıtma	100 mg/m ³	1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler
Sülfat	Kibritler, gaz sobaları	5 mg/m ³	< 1	İç hacimlere taşınma
Formaldehit	İzolasyon, yapıştırma ürünleri, sunta	0,05 - 1,00 mg/kg	> 1	Konutlar, ofisler
Radon gazı	Yapı malzemesi, toprak, yeraltı suyu	5 nci/m ³	> 1	Konutlar, ofisler
Elyaf	Giysiler, halı, döşeme, mobilya	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	-	Konutlar, ofisler, okul
Mikro organizmalar	İnsanlar, hayvanlar, mantar, böcekler, nemlendiriciler, klima cihazları	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	> 1	Konutlar, hastane, okul, ofisler, halka açık yerler
Ozon	Elektrik arki, UV ışık kaynağı	20 - 200 mg/kg	> 1	Uçaklar, ofisler

Tablo 5.2. BAZI İÇ HAVA KİRLETİCİLERİNİN KAYNAKLARI, DERİŞİKLİKLERİ VE İÇ / DIŞ HAVA DERİŞİKLİK ORANLARI

5.2 HAVA FİLTRASYON SİSTEMLERİ

Hava filtrasyonu bina dışından havanın içeriye alındığı yerlerde, daha çok klima ve havalandırma santralleri içinde uygulanır ve dış havanın içerisindeki kirleticilerin belirli oranlarda tutulması şeklinde özetlenebilir. İç hava kalitesinin sağlanmasında havanın ne şekilde ve hangi verimle filtre edildiği çok önemlidir.

Filtrelerin, havayı temizleyebilmek anlamında değişik işlevlerde kullanılan gerekli tipleri mevcuttur. Filtrelerin havayı temizleyememe noktasına geldiğinde değiştirilmesi gerekmektedir.

Filtreler gereken işlevleri karşılayacak şekilde doğru miktarda seçilmelidir ki yarattıkları basınç düşümü sebebiyle takviye fanı gibi bir ekstra ilk yatırım maliyetine ve işletme sırasında ki büyük enerji kayıplarına neden olmasınlar.

5.2.1. FİLTRE TİPLERİ

Hava filtrelerinde toz toplama aşağıdaki beş mekanizmaya dayanır:

a. Süzme: En kaba filtreleme süzme ile olur. Hava içerisindeki parçacıklar, kendi çaplarından daha küçük yüzey geçişlerinden geçerken bu deliklere takılırlar. Böylece hava da süzülür.

b. Doğrudan Tutma: Akışı takip edebilen küçüklükteki taneciklerden akış yolu üzerinde bulunan elyafa temas edecek kadar yakın olanlar, burada elyaf üzerinde takılır.

c. Atalet Dolayısıyla Birikme: Bir elyaf etrafındaki akışı takip edemeyecek kadar büyük ve yoğun olan tanecikler ataletleri dolayısıyla filtreye çarparak ortada kalırlar. Ancak hava hızı yükseldikçe sürüklenme ve zıplama hareketleri dolayısıyla taneciğin elyafa tutunup kalma şansı azalır.

d. Difüzyon: Çok küçük parçacıklar aynı gaz molekülleri gibi akış içinde rastgele hareket ederler, bu hareket onların elyaf üzerinde birikmesine yardımcı olur. Bu birikme akış içinde tanecik konsantrasyonu gradyanı oluşturur ve bu gradyan nedeni ile taneciklerin difüzyonu hızlanır.

e. Elektrostatik Etki: Taneciklerin veya filtre malzemesinin statik elektrik yüklenmesi halinde, elektrostatik kuvvetlerle taneciklerin akış yüzeyine çekilmesi ve burada tutunması sağlanır.

5.2.1.1. Elyaflı Malzemeden Filtreler

Bu filtrelerde ana malzeme elyafıdır. Filtre üzerinde toz biriktikçe basınç düşümü giderek artar. Bu üst değerde filtrenin temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekmektedir. Ancak temizlenen filtrelerde, temizleme operasyonu, kirliliği bir miktar temizlerken aynı zamanda bir miktar da tozun kalıcı olarak elyaf yüzeyinde kalmasına sebep olduğundan, filtrenin belirli periyotlarla kesinlikle değiştirilmesi gerekir.

Genel olarak iki tipte toplanırlar:

a. Panel Filtreler: Kaba elyaflı yüksek poroziteli malzemeden yapılmıştır. Filtre malzemesi yağ gibi viskoz bir madde ile kaplanır. Kullanılan malzemeler arasında cam yünü, bitkisel elyaf, metalik yünler vb sayılabilir. Tasarım akış hızları 1 - 3 m/s mertebelerindedir, basınç düşümü 200 Pa değerine ulaşıncaya kadar kullanılabilir, ancak 120 Pa değerinden sonra kirlendiği söylenebilir.

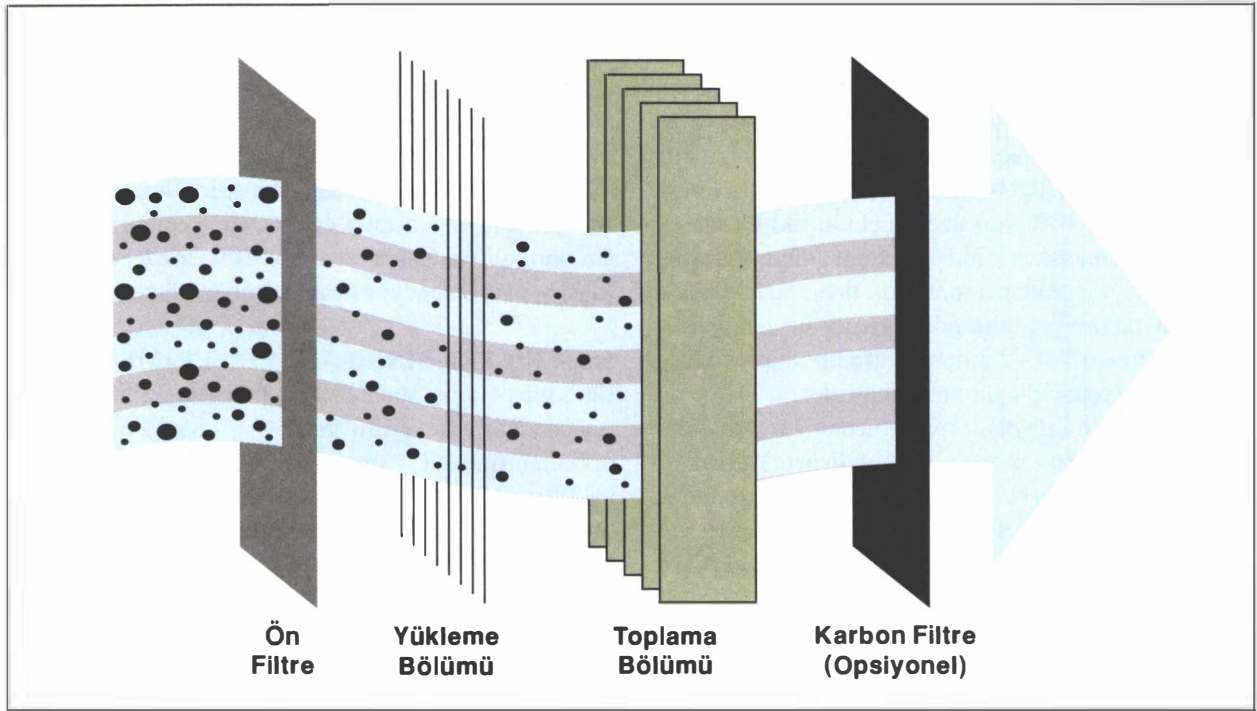
b. Torbalı ve Genişletilmiş Yüzeyle (HEPA) Kuru Tip Filtreler: Rastgele düzenlenmiş elyaf dokudan yapılmıştır. Bu elyaf dokusu akış yönünde V biçimi ve torbalar oluşturarak düzenlenmiştir, dolayısıyla filtre alanı monte edildiği serbest kesit alanından çok daha fazladır. Tasarım akış hızları serbest kesitte 1 - 3 m/s, filtre yüzeyinde 0,03 - 0,46 m/s mertebelerindedir, basınç düşümü 300 - 450 Pa değerine ulaşıncaya kadar kullanılabilir, ancak 200 Pa değerinden sonra kirlendiği söylenebilir. Çok yüksek verimli HEPA (High Efficiency Particle Arrestance) filtrelerde ise tasarım akış hızı serbest kesitte 1,3 m/s olmalıdır, filtrenin basınç düşümü ise 120 Pa değerinden başlayarak 500 Pa değerine ulaşabilir. Bu tip filtreler, daha çok temiz oda uygulamalarında kullanılır. Ancak, HEPA filtre önünde bir ya da daha fazla sayıda ön filtre uygulaması filtre ömrü açısından şarttır.

5.2.1.2. Hareketli Tip Filtreler

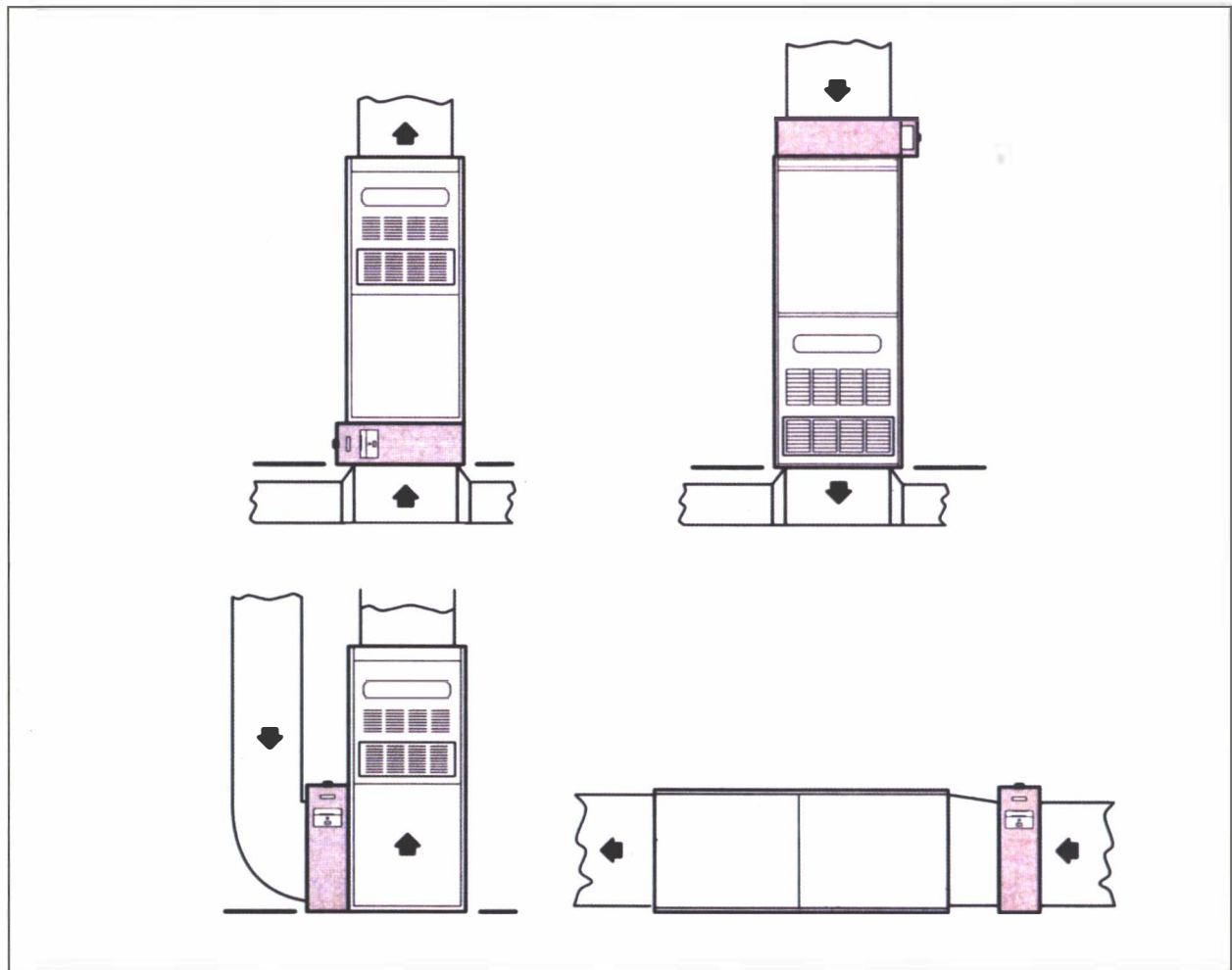
Bu filtreleri iki tip olarak gruplamak mümkündür. Birinci tipte filtre tabakası üstteki rulodan alttaki rulo ya bir motor yardımı ile sarılır. Böylece üzerinden hava akımı geçen filtre tabakası sürekli yenilenmiş olur. Motorun hareketi basınç düşümü, ışık geçirgenliği veya bir saat yardımı ile kontrollü olarak gerçekleştirilir. Rulo bittiğinde atılarak yenisi takılır. İkinci tipte ise sürekli dönen yağlı bir filtre perdesi vardır. Alt merdane yağ banyosu içindedir. Filtre üzerinde toplanan tozlar bu banyoda çözülür ve temizlenmiş ve yağlanmış filtre yeniden hava akımı içerisinde döner. Hareketli tip filtreler düşey doğrultuda çalışır ve 2,5 m/s tasarım hızında 100 - 120 Pa sabit basınç düşümüne sahiptirler.

5.2.1.3. Elektrostatik Filtreler (Şekil 5.3)

Bu filtreler, elektrostatik etki ile iyonize olmuş parçaları serbest kesit alanından geçişi sırasında geçiş yüzeylerine çekerek tutunmalarını sağlar. Toplanan parçacıklar yıkama metodu ile yüzeyden uzaklaştırılır. Özellikle küçük taneciklerin toplanması açısından etkili olan bu filtrelerde düşük tasarım hızlarında (0,8 - 1,8 m/s) ortalama verim %98'e kadar çıkabilmektedir. Bu filtrelerin önüne hem akımı düzenlemek hem de kaba tanecikleri tutmak için elyaflı malzemeden ön filtre konur. Elektrostatik filtrenin montajı Şekil 5.4'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3. ELEKTROSTATİK FİLTRE ÇALIŞMA PRENSİBİ



Şekil 5.4. ELEKTROSTATİK FİLTRE MONTAJI

Not: Uygulamalar hava ısıtıcı üzerinde gösterilmiştir. Kanal ve çatı tipi paket klimalarda da uygulanabilir.

5.2.1.4. Karbon Esaslı Filtreler

Karbon esaslı filtreler, içerisinde karbon molekülleri bulunan matris dizilimli kartuşlardan oluşur. Karbon molekülleri kimyasal yapıları itibarıyla zararlı ve zehirli gazları kartuş geçişlerinde emerek doyma fazına yaklaştıklarından, daha çok koku tutucu özellikleri ile tanınır. Ancak 40°C nin üzerindeki sıcaklıklarda çalışma performansları ciddi anlamda düşer. Karbon molekülleri doyduktan sonra artık daha fazla yabarcı materyal tutamayacaklarından yenisi ile değiştirilir. Tasarım hızları 2,0 - 2,3 m/s civarında olup, yaklaşık 90 Pa sabit basınç düşümüne sahiptirler.

Gelişen teknoloji ile elyaf malzemeden yapılmış filtre yüzeylerine karbon molekülleri emdirilerek elyaf filtrelerin koku tutucu özellikleri artırılabilir. Bu filtrelerin sıcaklık performansları 60°C ye kadar yükseltilmiş olup, aktif karbon filtre performansına tam olarak sahip değildir. Yıkama metodu ile bir süre kullanılabilirler ancak belli periyotlarla değiştirilmeleri gerekir. Tasarım hızları 2,0 - 2,5 m/s civarında olup, yaklaşık 30 - 450 Pa basınç düşümüne sahiptir.

5.2.1.5. Metal Filtreler

Metal filtreler alüminyum malzemeden elek biçiminde oluşturulmuşlardır. Elek oluşumunda gres yağı kullanılır. Bu tip filtreler daha çok yağlı çözeltiliye sahip hava akımında özellikle davlumbaz egzoz sistemlerinde kullanılır. Yıkama metodu ile bir süre kullanılabilirler ancak kısmen uzun periyotlarla değiştirilmeleri gerekir. Tasarım hızları 2 - 3 m/s civarında olup, yaklaşık 60 - 500 Pa basınç düşümüne sahiptirler.

5.2.2. FİLTRE VERİM TESTLERİ

Filtreler ile ilgili ülkemizden en yaygın olarak kullanılan standartlar, DIN EN 779: 2003 ve DIN EN 1822 ile ASHRAE Standartlarıdır. Bu standartlar filtre tipleri, kullanım alanları ve verimleri ile temel düzenlemelere sahiptir. Filtre verimlerinin belirlenmesinde ise ASHRAE'nin belirlediği dört farklı verim testi vardır ve filtreler özelliklerine göre bu testlerin en az birine tabi tutularak filtrelerin verim değerleri belirlenir:

a. Partikül Yakalama (Arrestance): İçerisinde farklı büyüklük ve tipte partikül içeren havanın filtre üzerinden geçirilmesi ile filtre üzerinde kalan toz miktarının filtre edilmemiş havadaki toz miktarına oranını gösteren verimdir.

b. Toz Lekesi Verimi (Dust Spot Efficiency): İçerisinde farklı büyüklük ve tipte partikül içeren havanın filtre üzerinden geçirilmesi filtre üzerinde oluşan renk değişikliğinin filtre edilmemiş havaya oranını gösteren verimdir.

c. Oransal / Nüfuz Etme Verimi (Fractional Efficiency or Penetration): İçerisinde yaklaşık aynı büyüklük ve tipte partikül içeren havanın filtre üzerinden geçirilmesi ile filtrede tutulabilen partiküllerin filtre edilmemiş havadaki partiküllere oranını gösteren verimdir.

d. Partikül Büyüklüğü Verimi (Particle Size Efficiency): Filtreden geçirilmiş hava ile filtre edilmemiş havadan alınan örneklerin değerlendirilip, partikül büyüklüğüne göre verimin belirlenmesidir. Bunun, "arrestance" metodundan farklı olan özelliği, filtre veriminin, partikül büyüklüğüne göre değişmesidir.

Bu dört yöntem arasında, en çok tercih edilen ve anılanlar, partikül yakalama (arrestance) ve toz lekesi verimi (dust spot efficiency) olarak belirtilen yöntemlerdir.

5.2.3. FİLTRE SINIFLARI VE VERİMLERİ

İlgili uluslararası standartlarca belirlenen filtre sınıfları aşağıdaki gibi verilmiştir:

a. G1 sınıfından G4 sınıfına kadar olan ve genelde 'kaba' filtre olarak tanımlanan filtreler, partikül yakalama (arrestance) verim testine tabi tutulur (DIN EN 779). Bu test sonucunda, bu sınıftaki filtreler, ortalama sentetik toz tutma verimlerine göre sıralandırılır. Önemle belirtmelidir ki, bu sınıftaki filtreler için filtre veriminden bahsedilemez, ancak filtre partikül yakalama veriminden bahsedilebilir.

b. F5 sınıfından F9 sınıfına kadar olan filtreler, partikül büyüklüğü (particle size efficiency) verim testine tabi tutulur, test sonucunda 0,4 mm büyüklüğündeki partiküllerin ortalama filtrasyon verim değerleri baz alınır (DIN EN 779). Bu test sonucunda, bu sınıftaki filtreler, ortalama 0,4 mm büyüklüğündeki partiküllerin tutulabilme verimliliğine göre sıralandırılır.

c. H10 sınıfından H14 sınıfına kadar ve U15 sınıfından U17 sınıfına kadar olan ve HEPA ya da ULPA olarak tanımlanan filtreler, oransal/nüfuz etme verimi

Filtre Sınıfı	Ortalama Partikül Yakalama Verimi	Ortalama Filtre Verimi
G2	%72,0 - 77,1	-
G3	%81,0 - 88,1	-
G4	%91,7 - 94,4	-
F5	%96,4 - 99,0	%43,5 - 56,6
F6	%98,2 - > %99,0	%63,0 - 75,0
F7	> %99,0	%82,3 - 86,0
F8	> %99,0	%90,0 - 93,7
F9	> %99,0	%95,0 - 96,0
H10	> %85,0	-
H11	> %95,0	-
H12	> %99,5	-
H13	> %99,95	-
H14	> %99,995	-
U15	> %99,9995	-
U16	> %99,99995	-
U17	> %99,999995	-

Tablo 5.5. SINIFLARINA GÖRE FİLTRE VERİMLERİ

(fractional efficiency or penetration) testine tabi tutulur (DIN EN 1822). Bu test sonucunda, bu sınıftaki filtreler, en fazla nüfuz eden parçacık büyüklüğü (most penetrating particle size, MPPS) değerlerine göre sıralandırılır. Yine önemle belirtilmelidir ki, bu sınıftaki filtreler için filtre veriminden bahsedilemez, ancak filtre partikül yakalama veriminden bahsedilebilir.

Tablo 5.5'te filtreler için verim değerleri verilmiştir. Ancak burada belirtilmesi gereken iki husus vardır; birincisi, piyasada filtre verimi olarak adlandırılan verim değerleri, ilişkili DIN standartlarına göre belirlenmiş ortalama partikül yakalama verimleridir, örneğin, F5 filtrenin %95 olarak belirtilen verimi, aslında F5 filtrenin ortalama partikül yakalama verim değeridir, oysaki bu filtreye ait ortalama verim DIN normlarına ortalama %50 mertebelerindedir. İkinci husus ise, ortalama partikül yakalama verimi G2 den H10 filtreye kadar DIN EN 779'a göre hesaplanıp belirtilir, H10 ve üst sınıftaki filtreler için

DIN 1822'ye göre hesaplanıp verilir, örnek olarak H10 filtrenin ortalama partikül verimi DIN EN 1822'e göre %85 civarında iken, F7 filtrenin ortalama partikül tutma verimi > %99 mertebelerindedir, ancak bu F7 filtrenin H10 filtreden daha iyi bir filtrasyon özelliğine sahip olduğunu göstermez.

5.2.3.1. Filtre Kullanım Alanları

Tablo 5.6'da klima santrali içinde kullanılan filtrelerin kullanım alanlarına göre sınıflandırmaları verilmiştir. Filtrelerin kullanım alanlarında *Tablo 5.6*'daki bilgiler ışığında klima santrali filtrasyon sistemi belirlenebilir. Ancak, işletme giderleri gözetlenerek detaylı yapılacak hesaplamalar konusunda her sistem için ön kaba filtre kullanımı diğer filtrelerin ömrünü uzatmak için tercih edilmelidir. Diğer bir yaklaşımla, aktif karbon filtre ya da elektrostatik filtreler yerine, teknik anlamda kısıtlamalar yok ise, kombinasyon filtre tercih edilebilir.

Uygulama Alanları	Ön Filtre		Ana Filtre		Son Filtre	Not
Depolar, mağazalar, üretim alanları, mekanik odalar, elektrik kontrol odaları ve ısıtma/soğutma bataryalarını korumak için	-	-	%50 - 85 partikül yakalama verimi	Panel ve/veya torba tip filtre	-	Büyük ölçekli partiküllerin cihaz içine tutunması engellenmeli ve bataryalar toza karşı korunmalıdır.
			%25 - 30 toz lekeli verimi			
Özel üretim alanları, boyahaneler, genel amaçlı ofisler, genel laboratuvarlar, havalimanları, otogarlar	-	-	%75 - 90 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon ve/veya elektrostatik filtre	-	Bu tür filtrasyon ile ortalama ev temizliği değerlerine ulaşılmaktadır. %35 toz lekeli verimine sahip filtre ile havadaki polenlerin %85'i, %60 toz lekeli verimine sahip filtre ile tamamı temizlenir. Ayrıca, is ve duman üzerinde de bir miktar etkilidir.
			%35 - 60 toz lekeli verimi			
Hastaneler, ilaç endüstrisi Ar - Ge bölümleri ve aseptik olmayan üretim alanları, yarı - temiz odalar	-	-	%98 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon ve/veya elektrostatik filtre	> %95 partikül yakalama verimli atılabilir torba filtre	Bu tür filtrasyon ile en iyi ev temizliği değerlerine ulaşılmaktadır. Cihaz içerisinde toz birikmesi olmaz. Havadaki is ve benzeri kirliliğe karşı efektif bir direnç gösterilir, ayrıca, bakterilere karşı da yüksek verimli filtrasyon yapılır.
			%80 - 85 toz lekeli verimi			
ilaç teknolojisi aseptik üretim alanları, film ve elektronik üretimi yapılan alanlar, radyoaktif alanlar	%75 - 85 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon filtre	%98 partikül yakalama verimi	Torba tip ve/veya aktif karbon ve/veya elektrostatik filtre	> %99,97 partikül yakalama verimli atılabilir torba filtre	Mahal bakterilere, radyoaktif tozlara, toksik tozlara, dumana ve zehirli gazlara karşı korunmuş olur.
	%25 - 40 toz lekeli verimi		%80 - 85 toz lekeli verimi			

Tablo 5.6. FİLTRE UYGULAMA ALANLARI

Karışım havalı klima santrallerinde taze hava kanalına en az EU1 sınıfında kaba filtre kullanımı klima santrali içindeki ön, ana ve son filtrelerin kullanım ömürlerini ciddi anlamda arttırmaktadır.

Biyolojik saldırı ihtimali olan sığınak, büyükelçilik binaları vb gibi yerlerde ise hava filtrasyon sistemleri ciddi teknik süzgeçten geçirilmelidir.

Davlumbaz egzoz sistemlerinde pişirmeden kaynaklı yağ içeren egzoz havasının fan motoru çeperine yapışıp motor soğutmasını engelleyerek motorun yanmasına sebep olacağı durumlardan kaçınmak için fan öncesinde metal yağ filtresi kullanılmalı ve ayrıca elektrik motoru harici havalandırma düzeneğine sahip olmalıdır.

5.3. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE İÇ HAVA KALİTESİNİN ARTTIRILMASI

5.3.1. HASTA BİNA SENDROMU (SBS)

Hasta Bina Sendromu (SBS), görünür hiçbir hastalık nedeni olmayan bir binada, sakinlerin sadece binada geçirdikleri zamanla bağlantılı olarak sağlık ve konfor şikayetleri olmasına verilen isimdir. Şikayetçiler bina içinde belli bir oda veya zon içinde bulunabilecekleri gibi, bina içine dağılmış da olabilirler. Konu ile ilişkili bir başka kavram ise, "Bina Bağlantılı Hastalık" (BRS) kavramıdır. Bu durumda, bina içerisinde teşhis edilen hastalıkların nedenleri bellidir ve binanın havalandırma sisteminden kaynaklanmaktadır.

a. Hasta Bina Sendromu Göstergeleri: Bina sakinleri birdenbire rahatsızlıklardan şikayet etmeye başlarlar. Bu şikayetler baş ağrısı, yorgunluk, göz, burun veya boğaz rahatsızlıkları, öksürük, kuru veya kaşıntılı bir cilt, baş dönmesi, mide bulantısı, konsantrasyon bozuklukları ve kokuya karşı aşırı duyarlılık şeklinde olabilir. Bu hastalık belirtilerinin kaynağı tam olarak tanımlanamamıştır.

Şikayetçilerin çoğu binayı terk etmelerinden hemen sonra rahatladıklarını belirtmişlerdir.

b. Bina Bağlantılı Hastalık Göstergeleri: Bina sakinlerinin çoğunluğunun öksürük, göğüs sıkışması, ateş, titreme ve kas ağrısı gibi şikayetleri görülmektedir. Bu bulguların nedenleri klinik olarak tamamen açıklanabilir.

Şikayetçiler binayı terk etseler de iyileşmeleri belli bir süre alır.

5.3.1.1. İç Hava Kalitesini Bozan

Hasta Bina Sendromunun (SBS) Nedenleri

İç hava kalitesini bozan ve kirlilik oluşturan zararlı maddeleri ancak çeşitli gruplar altında toplayarak tanımlamak mümkündür:

- Kimyasal gazlar (Badana, boya, halı, dolaptaki tutkal vb kaynaklıdır.)

- Solunan havadaki karbondioksit oranı (İnsanların ve canlıların solunumları yanma kaynaklıdır.)
- Koku (İnsan kaynaklıdır.)
- Mikroorganizmalar (Çevre ve insan kaynaklıdır.)
- Nem (Çevre ve pişirme gibi insan kaynaklıdır.)
- Radon gazı (Toprak kaynaklıdır.)
- Organik buharlar (Kullanılan eşya ve bina elemanları kaynaklıdır.)
- Toz (Çevre ve kullanılan eşya kaynaklıdır.)
- Alerjen maddeler ve canlılar (Çevre kaynaklıdır.)
- Sigara dumanı (İnsan kaynaklıdır.)
- Diğer kaynaklar (Yukarıda sayılanların dışında hava kalitesine etki eden daha pek çok faktör vardır. Bunlar içinde elektronik kirlenmeden, radyasyona kadar pek çok faktör sayılabilir.)

Bu öğeler bir arada etkili olabilir ve yetersiz sıcaklık, nem veya ışığın yetersiz olduğu koşullarda diğer unsurların zararı artabilir.

5.3.1.1.1. Dahili Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler

- Bir bina içerisindeki kirli havanın kaynağı çoğu zaman o binanın içerisindedir.
- Bina içerisinde bulunan ve kullanılan yapıştırıcılar, kaplama ve döşemeler, bazı ahşap ürünler, kopyalama makineleri, böcek zehirleri, temizlik malzemelerinden yayılan formaldehit de içeren uçucu organik bileşenler hava kirliliğine sebep olan etmenlerdendir.
- Sigara dumanı; yüksek oranda uçucu organik ve diğer toksit bileşenlerin ve de solunabilir parçacıkların oluşumunda büyük katkısı olan bir etmendir.
- Araştırmalar kanserojen olarak da bilinen bazı uçucu organik bileşenlerin yüksek konsantrasyonda solunmasının kronik ve akut sağlık sorunlarına neden olduğunu göstermektedir. Düşük dereceden orta derecelere kadar birçok uçucu organik madde de akut reaksiyonlara neden olabilir.
- Dahili kirleticiler açısından en önemli kaynaklardan biri de mekanik havalandırma sisteminin kendisidir. Mekanik sistemlerdeki filtreler, izolasyon tabakaları, temizlenmemiş hava kanalları, sızdırmazlık malzemeleri, bağlantı elemanları, soğutucu serpantinler, yoğunlaşma tavaları ve nemlendiriciler kirleticiler kaynağı olabilmektedir. Dolayısıyla mekanik sistemin kendi temizliği en önemli konulardan biridir.
- Filtreler havayı temizlemek yerine kirlletmeye başladığında bunların değiştirilmesi gerekmektedir. Filtreler hassas olarak ve gerektiği kadar seçilmelidir. Yarattıkları basınç düşümü nedeniyle ömür boyu büyük enerji kaybına neden olurlar. Bu nedenle filtre seçiminde ömür maliyetini minimize edilecek şekilde davranmalıdır. Yani filtre üzerinden geçen hava hızları olabildiği kadar azaltılmalıdır. Böylece filtreleme yeteneği artar, fan motorunun enerji tüketimi azalır, filtre temizliği daha uzun aralıklarla yapılabilir.

- Isıtma ve soğutma serpantinleri seçiminde de fazla basınç düşümü yaratmayacak kanatlı borular kullanılmasına dikkat edilmelidir. Hava hızları 1,44 m/s altında tutularak damla tutucu kullanımından kaçınılmalıdır. Damla tutucunun kullanılmasının gerektiği durumlarda da, erişim kaplığı üzerinden damla tutucunun belli periyotlarda temizlenmesine özen gösterilmelidir.
- Drenaj tavaları kirlenmenin en yoğun olduğu yerlerden biridir. Drenaj tavaları paslanmaz çelik malzemedir, iyi eğim verilmiş, tamamen drene edilebilir, kolayca yıkanabilir ve soğutma ve nem alma bittiğinde hemen kuruyan özellikte olmalıdır.
- Sulu nemlendiriciler yerine buharlı nemlendiriciler kullanılmalıdır. Bu Legionella riskini önlemek için de yararlı olacaktır.
- Bir klima santrali seçiminde ömür maliyetine bakılmalıdır. 20 yıllık ömrü olan bir santralin veya sistemin toplam maliyetinin yaklaşık olarak %25'i satın alma maliyeti, %10'u bakım maliyeti ve %65'i elektrik enerjisi maliyetidir.

5.3.1.1.2. Harici Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler

Bir binanın taze hava olarak aldığı hava, çevredeki diğer binalardan atılan hava olabilir. Binalarda emiş menfezlerinin, pencere ve açıklıkların yanlış yerleştirilmesi; motorlu araçların ve binaların (banyo ve mutfaklardan kaynaklanan) egzoz gazlarının, tesisatlardan kaçan gazların binaya kolayca girmesine sebep olur. Bunun yanında çeşitli yanma ürünleri de binaya, yakınlardaki garajlardan girebilir.

5.3.1.1.3. Biyolojik Kirleticiler

Bakteri, küf, polen ve virüsler en genel biyolojik kirleticilerdendir. Bu kirleticiler hava kanalları, nemlendiriciler veya drenaj tavaasında biriken durgun sularda ya da çatı, döşeme veya izolasyonda toplanan sularda çoğalıp büyüyebilir. Kimi zaman da böcek veya kuş pislikleri de biyolojik kirlenmeye neden olabilir. Öksürük, göğüs sıkışması, yüksek ateş, titreme, kas ağrısı, mide tahrişi, üst solunum yolu tıkanıklığı, alerjik tepkiler biyolojik kirleticilerin yol açtığı rahatsızlıklardandır. Legionella bakterisi de bilindiği üzere Lejyoner hastalığına ve ateşe neden olmaktadır.

5.3.1.1.4. Radon ve Asbest

Radon gazı doğal radyoaktif bir gaz olup, topraktaki radyoaktif uranyumun parçalanmasından kaynaklanır. Toprakta atmosfere yayılan bu gaz normalde dış havada zararlı derişikliğe ulaşamaz. Ancak sızdırmaz yapılarda topraktan iç ortama yayılan gaz burada tutulursa zararlı olmaya başlar. Hasta bina sendromu ve bina bağlantılı hastalıklar akut veya orta dereceli sağlık sorunlarına neden olabilirken, radon

ve asbest vücuda alındıktan uzun süre sonra zararlı etkilerini gösterir. Bu iki madde bir binanın iç hava kalitesinin çok yönlü değerlendirilmesinde detaylı olarak ele alınmalıdır.

5.3.1.1.5. Mikroaerosoller

Havadaki su zerrecikleri ve sis tek başına zararlı sayılmaz. Ancak mikroplarla yüklendiklerinde bunları uzak mesafelere taşıyarak çok tehlikeli olur. Örneğin Lejyoner hastalığının tek yayılma yolu, bu şekildeki su zerrecikleriyle taşınmaları ve bu kirli zerreciklerin solunmasıdır.

5.3.1.1.6. Karbondioksit

Karbonun tam yanmasıyla oluşur. Canlıların solunumuyla ve yakıtların yanmasıyla üretilir. 800 ppm üzerindeki aşırı dozlarda insanlarda baş ağrısı ve yorgunluk yapar. Ancak havalandırma ile giderilebilir.

5.3.2. İÇ HAVA KALİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇİN ÖNLEMLER

Öncelikle kirlilik kaynaklarının kontrolü ve azaltılması gerekir. Örneğin sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı vs malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasında sayılabilir.

Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması prensibi, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan prensiplerdir. Bu gibi alanlarda kirletici kaynakları belirlidir.

Dış hava kullanılmaksızın, iç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi yöntemi, kirletici maddelerin çok fazla cinsten ve sayıda olması nedeniyle tam başarıyla kullanılamamaktadır. Ancak gelişen bir sektördür. Özellikle dış hava kirliyse ve bu kirli dış havayla havalandırma yaparak iç havanın istenilen kalitede olması sağlanamıyorsa; iç hava, temizleyici cihazlar üzerinden resirküle edilmek suretiyle temizlenebilir. Bu durumda dış hava kullanılmaz.

İç hava kalitesinin sağlanmasında günümüzde, hala en yaygın kullanılan ve en etkin yöntem havalandırma yöntemidir. Yeterli miktarda taze havanın iç mekanlara verilmesiyle, içerdeki hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilebilir.

5.3.2.1. Kirletici Madde Kaynağının Ortadan Kaldırılması veya Değişimi

Bu yöntem kirlilik kaynağının bilindiği ve kontrolünün mümkün olduğu durumlarda iç hava kalitesiyle ilgili sorunların çözülmesinde oldukça etkilidir. Örneğin halılar toz depolarıdır. Her bir gram toz yüzbinlerce mantar sporu taşıyabilir ve aynı zamanda mikrop ve ağır metal içerir.

Halılar ya çok iyi vakumlanmalıdır veya yerine sert yüzeyli kaplama malzemeleri kullanılmalıdır. Tozun binaya girişi, kapılarda önlenmelidir. Binalara girişte metal ızgaralı çukurlardan oluşan paspaslar bulunmalıdır. İç tarafta ise nemli halı paspas kullanılabilir. İç ortamdaki tozları 2/3'ü dışardan gelmektedir. Hava filtrelerin periyodik olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Binanın çelik tavan kaplamasının değiştirilmesi, sigara odalarının izolasyonu, kirlenici madde kaynağının dışarıdan hava alacak şekilde yerleştirilmesi, boyaların, yapıştırıcı, solvent ve böcek zehirlerinin iyi havalandırılan (%100 egzoz yapılan) alanlarda depolanması ve bu zararlı maddelerin bina sakinlerinin binada olmadığı zaman dilimlerinde kullanılması konu ile ilgili sayılabilecek diğer önlemlerdir. Binaların bakımı yapıldıktan sonra belli bir süre zehirli maddelerin etkisinin geçmesi için binaya girilmemelidir.

5.3.2.2. Havalandırma Oranını Arttırmak

Bir binadaki kirlilik oranını düşürmek için havalandırma oranlarını ve hava dağıtımını arttırmak genellikle maliyeti çok yüksek bir işlemdir. Ancak iç hava kalitesinin sağlanması açısından havalandırma kilit parametredir. Binaların havalandırma sistemleri tasarımı, yerel bina standartlarını karşılayabilecek şekilde yapılmalıdır. Gerekğinde inisiyatif kullanarak standartların üzerinde havalandırma yapılması öngörülebilir. Binada kirlenici madde kaynağı çok kuvvetli olduğu hallerde, yerel egzoz sistemi kirli havanın atılması için çok önemlidir. Kirli havanın belli bölgelerde yoğun olarak toplanmış olduğu dinlenme, fotokopi ve baskı odası gibi odalarda yerel egzoz sistemi kısmen de olsa kullanılabilir.

5.3.2.3. Hava Temizleme

Hava temizleme kaynak kontrolünde ek bir yöntem olarak kullanılabilse de uygulanma alanı oldukça sınırlıdır. Mutfak fırını filtreleri gibi katı veya sıvı parçacık kontrolünde kullanılan cihazlar ucuzdur, fakat çok küçük parçacıkların tutulmasında yetersizdir. Çok küçük parçacıkların tutulmasında kullanılabilecek yüksek kapasiteli filtreler ise montaj ve işletim açısından oldukça pahalıdır. Gaz fazındaki kirliliklerin tutulmasında ise mekanik filtreler yetersizdir. Bu tarz gaz fazındaki kirlilikler adsorbent tutucular kullanılarak temizlenebilir; ancak bu cihazlar pahalıdır ve çok sık değiştirilmesi gereklidir.

5.3.2.4. Rutubete ve Yoğuşmaya Bağlı Küf ve Mantar Gelişiminin Engellenmesi

İç ortamda bağıl nem %60 değerinin altında olmalıdır. Yüksek nem mikro organizma faaliyetlerini hızla artırır. Bu organizmaların zararları sadece kendilerinden kaynaklanmaz.

Aynı zamanda yarattıkları reaksiyonlar sonucu gaz kimyasallar çıkmaya başlar ve insanlar bu gazlardan şiddetle etkilenirler. Mikroorganizmalar sadece insanlara değil aynı zamanda yapı malzemelerine de zarar verir ve onları bozar. Nemli yüzeylerde mantar ve küf gelişebilir. Tipik nemli yüzeyler duvar iç yüzeyleri ve yeni izole edilmemiş yapı yüzeyleri, halılar ve soğuk döşemelerdir. Yüksek yüzey nemliliği yoğuşmayı destekler. Özellikle soğuk iklimlerle, sıcak ve nemli iklimlerde bu sorun ciddi bir tehdit oluşturur.

Bunun için,

- Yüzeyler mantar ve küf oluşumuna karşı temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir.
- Yoğuşmaya uygun bölgelerde yüzey sıcaklıkları artırılmalıdır.
- Yoğuşmaya müsait yerlerdeki nem düzeyi azaltılmalıdır.
- Buharla veya silerek yapılan halı ve kumaş temizliklerinden sonra hemen kurutma uygulanmalıdır.
- Kirlenmiş malzemeyi atıp, yok etmek gerekir.

5.3.2.5. Kişisel Havalandırma Yapmak

Kişisel havalandırma endüstriyel alanda eskiden beri uygulanmaktadır. Ancak son yıllarda ofis gibi alanlarda da kişisel havalandırma uygulamaları başlamıştır. Burada havalandırma sistemleri tamamen veya kısmen bölgeselleştirilerek çalışanların kontrolüne bırakılmaktadır. Kişiler kendi zonlarındaki havalandırma miktarını, yönünü ve hatta sıcaklığını kontrol edebilmektedirler. Böylece lokal havalandırma ile ısıtma, soğutma ve fan enerjisinden tasarruf sağlandığı gibi, yaratılan mükemmel iç hava kalitesi sayesinde çalışma verimi de artmaktadır. Çünkü iç hava kalitesi ile çalışanların performansı arasında etkin bir ilişki vardır.

Genel havalandırmada odaya kişi başına 10 l/s dış hava temin edildiğinde, bu havanın sadece kişi başına 0,1 l/s kısmı yani %1'i teneffüs edilir. Geriye kalan yani beslenen dış havanın %99'u kullanılmaz. Ayrıca havanın teneffüs edilen %1'lik kısım tamamen temiz de değildir. Çünkü hava solunmadan önce kirlenici kaynaklardan gelen emisyonlarla belli oranda kirlenir. Kişisel havalandırmada ise her bir bireyin soluma bölgesine küçük miktarlarda temiz hava temin edilir. Buradaki amaç, ortamda bulunabilecek kirlilik kaynaklarından en az etkilenmiş temiz havanın, ortamla karışmadan doğrudan sunulmasıdır.

Ofis ortamında bu şekilde kişisel havalandırma masa üzerindeki bilgisayar yanında bulunan bir menfezden verilebilir. Kullanıcı doğrudan jet menfezden üzerine üflenilen temiz, serin ve kuru havayı soluyabilecektir. Hava düşük hız ve türbülansla beslenir. Oda içinde hava dağıtımı döşeme altı kanallar ve döşemedeki prizlere takılan esnek kanallarla üfleme menfezlerine ulaştırılır.

5.3.3. İÇ HAVA KALİTESİNİN ARTTIRILMASI İLE

ÇALIŞANLARIN PERFORMANSI İLİŞKİSİ

Yeni yapılan deneylerin sonuçları göstermiştir ki, taze hava beslemesini artırmak veya kirletici yüklerini azaltmak yoluyla iç hava kalitesinin iyileştirilmesi insan sağlığı, konforu ve üretkenliği üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.

Hava kalitesinin aynı zamanda çok ciddi ekonomik boyutu bulunmaktadır. Ofis binalarında bina ömrü boyunca maliyetlere bakıldığında;

- Ofislerde çalışan personele ödenen ücretler toplam maliyetin %92'sini,
- Binanın işletme maliyetleri %6'sını,
- Bina ilk yatırım maliyeti %2'sini oluşturmaktadır.

Bu açıdan insanların ısı konforu ve üretkenliği esas maliyet unsurudur. Uygun olmayan iç hava koşulları nedeniyle personel üretkenliğinde kaybedilecek %6 pay, binanın bütün enerji ve işletim maliyetlerine eşdeğerdir. İç hava kalitesinin önemi biraz da bu rakamların altında yatmaktadır. Buradaki rakamlara klima tesisatı açısından bakıldığında ofis binası toplam ömür boyu maliyeti içinde;

- Klima tesisatı ilk yatırım maliyetinin oranı yaklaşık %1,
- Klima tesisatı işletme maliyeti oranı yaklaşık %1,5 mertebelerindedir.
- Yetersiz iç hava kalitesi nedeniyle klima tesisatının oluşturabileceği (veya kazandırabileceği) ücret maliyeti oranı %6 mertebelerinde olabilmektedir.

Başka bir çalışmada ise, ABD ofis binalarında yapılan araştırmada mevcut yapılarda iç hava kalitesini artırmakla ilişkili toplam yatırım tutarı 87,9 milyar USD ve bunun getireceği ilave yıllık işletme maliyetlerinin 4,8 milyar USD olduğu; buna karşılık iyileştirilen sağlık ve üretkenlik nedeniyle yılda 62,7 milyar USD kar edilebileceği hesaplanmıştır.

Bireysel sıcaklık kontrolünün üretkenlik üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, basit daktilo yazma tipik ofis aktivitesi için, bireysel sıcaklık kontrolünün üretkenliği % 5,4 oranında artırdığı ifade edilmektedir. Aynı çalışmada ortalama nötr ortam sıcaklığındaki çalışma performansının, bu nötr sıcaklıktan 5°C daha fazla ortalama sıcaklıktaki ortama göre %10 daha fazla olduğu gösterilmiştir.

5.3.4. İÇ HAVA KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İLE ENERJİ TASARRUFUNUN ARTTIRILMASI ÇATIŞMASI

İç hava kalitesinin artırılması için alınacak tüm önlemler, daha iyi filtrasyon sistemleri ve daha çok temiz hava sağlanması olarak özetlenebilir. Ancak, bu özetlemeye ulaşırken aynı zamanda ortam şartlarındaki havanın daha çok dışarıya atılması sonucunda

enerji kaybı olacak, yüksek filtrasyon sistemleri için de daha çok işletme giderleri ortaya çıkacaktır. Bu durum, doğal olarak bu iki kavram arasında çatışmaya yol açmaktadır: İç hava kalitesinin sağlanması mı daha önemlidir; yoksa enerjinin bu kadar pahalı olduğu günümüzde enerji tasarrufu yapmak mı önemlidir? Bu sorunun cevabı elbette ki, iki kavramın da optimum düzeyde iyileştirilmesi olarak tanımlanabilir. İç hava kalitesini arttırırken işletme giderlerini korkutucu anlamda etkilememek için alınabilecek önlemlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

a. Isı Geri Kazanımı Yapılması: Doğru şekilde etüdü edilmiş ısı geri kazanım sistemleri egzoz edilecek havanın enerjisinin alınacak dış havaya transfer edilmesi sonucunda enerji tasarrufu gerçekleştirilebilir.

b. Kombinasyon Filtrelerin Kullanılması: Kombinasyon filtrelerin kullanılması ile bir miktar hava kalitesinden ödün verilirken, işletme giderleri düşürülebilir.

c. Serbest Soğutma (Free Cooling) Yapılması: Dış hava sıcaklığının uygun olduğu durumlarda, dışarıdaki hava sadece filtre edilerek içeri verilebilir, böylelikle yüksek oranda işletme giderleri azaltılır.

d. CO₂ Sensörü Kullanımı: İç ortamda yaşayan insanların sürekli olarak değişkenlik gösterdiği alışveriş merkezi, tiyatrolar, konser salonları vb gibi yerlerde CO₂ sensörü kullanılarak anlık durumda içeride kaç kişinin olduğu bilgisi alınabilir, böylelikle dışarıdan alınacak taze havanın miktarı ya da besleme / dönüş hava debileri değiştirilebilir.

e. Havalandırma Cihazlarının Temizliği: Havalandırma cihazlarının içindeki filtrelerin belirli periyotlarla temizlenmesinin yanında, filtre harici diğer elemanlar da temizlenmeli, böylelikle cihaz içindeki kontaminasyon oluşumları engellenmelidir.

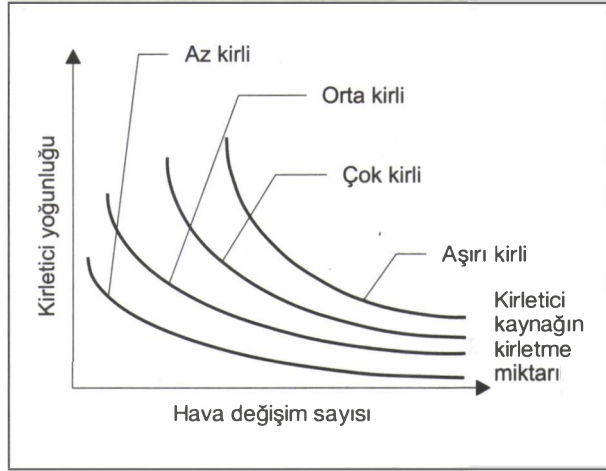
f. Havalandırma Kanallarının Temizliği: Kanal içerisinde açıklıklardan giren veya performansı düşen filtrelerin görev yapamamasından kaynaklanan kirliliğin temizlenmesi için uzaktan kumandalı robot temizleme sistemleri düşünülebilir. Bu robot belirli aralıklarla kanal içlerini temizleyerek iç hava kalitesini arttırabilir.

5.4. İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN GEREKLİ HAVALANDIRMA MİKTARLARI VE DİĞER HUSUSLAR

5.4.1. GEREKLİ HAVALANDIRMA MİKTARLARI

Hava kalitesi probleminin neden olan parametrelerle ilgili bir çalışmada 529 sorunlu bina incelenmiştir. Bu binalardaki hava kalitesi sorunlarının kaynağı, %53 oranında yetersiz havalandırmaya bağlıdır. %15 oranında iç kirletici kaynaklar, %10 oranında dış kirletici kaynaklar vb olarak sıralama devam etmektedir.

İç hava kalitesi sorunu modern zamanların problemidir ve esas olarak yetersiz havalandırmadan kaynaklanmaktadır. Binaların doğal olarak yeterince havalandırıldığı Güney iklimlerindeki geleneksel yapılarda böyle bir sorun karşımıza çıkmamaktadır. 1973 yılına kadar mekanik olarak havalandırılan modern ticari binalarda da bu sorunla karşılaşılmamaktadır. 1973 deki petrol ambargosundan sonra, binalardaki taze hava miktarları enerji tasarrufu kaygısıyla azaltılmıştır. Ancak azaltılan bu dış



Şekil 5.7. EMİSYON KAYNAĞI GÜCÜ PARAMETRE OLMAK ÜZERE ODA İÇİNDEKİ KİRLETİCİ YOĞUNLUĞUNUN HAVALANDIRMA YLA DEĞİŞİMİ

hava miktarlarının, hem konfor hem de sağlık şartlarını karşılamakta yetersiz kaldığı görülmüştür. İç hava kalitesi sorunları da bundan sonra gündeme gelmiştir.

Yetersiz havalandırma, HVAC sistemlerinin verimsiz çalışmasının bir sonucu olarak da karşımıza çıkabilir. Eğer bir binanın klima sistemi havayı insanlara efektif bir şekilde dağıtmıyorsa, bu hasta bina sendromu olarak karşımıza çıkar. Minimum enerji tüketimiyle kabul edilebilir bir iç hava kalitesine ulaşabilmek için ASHRAE kişi başına düşen dış hava miktarını bir standarda bağlamıştır. Ancak söz konusu havalandırma değerleri hala tartışılmakta olan değerlerdir. Yeterli havalandırmayı, kaynaktan bağımsız olarak, her koşul için geçerli genel değerlerle temin etmek mümkün değildir.

Şekil 5.7’de görüldüğü gibi içeride belirli bir kimyasalın konsantrasyon limitini tutturmak için, kaynağın gücü azaldıkça gerekli havalandırma önemli ölçüde azalmaktadır. Dolayısıyla binadaki kirlenme kaynakları hakkında yeterli bilgi olmadan gerekli havalandırma miktarının standartlara göre gözü kapalı seçimi çoğu kez fazla havalandırma veya yetersiz havalandırma ile sonuçlanacaktır. Belki de havalandırma miktarları, aynı ısı kaybı ve kazanç hesaplarında yapıldığı gibi, her bina için kaynak tanımına bağlı olarak hesaplanmalıdır. Böyle bir hesap yöntemi, kaynak tanımları yapılamadığı ve zararlı düzeyleri belirlenemediği için, günümüzde verilememektedir.

Buradan hareketle son yıllarda gelişen tekniklerden biri talep kontrollü havalandırmadır. Bu sistemde hava

Uygulama	İnsan Sayısı (kişi/100 m ²)	Havalandırma Miktarı (l/s.kişi)	Taze Hava Miktarı (l/s. m ²)	Açıklamalar
Lokanta	70	10		
Kafeterya	100	10		
Bar	100	15		
Otel Yatak Odaları			15 l/s oda	
Ofisler	7	10		Bazı ofis cihazları yerel egzoz gerektirebilir.
Tiyatro Salonları	150	8		
Tiyatro Lobileri	150	10		
Okullar Sınıf	50	8		
Hastane Hasta Odası	10	13		
Ameliyathane	20	15		Özel standartlar hava miktarını ve filtre seçimini etkileyebilir.
Konutlar		7,5		
Konut Banyo		Kesintili 25 l/s Sürekli 10 l/s		
Konut Mutfak		Kesintili 25 l/s Sürekli 10 l/s		

Tablo 5.8. ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR İÇİN ASHRAE 62-2001 STANDARTI TARAFINDAN TA V S İ Y E E D İ L E N M İ N İ M U M D İ Ş H A V A M İ K T A R L A R I

kalite sensöründen veya CO₂ sensöründen kumanda alan bir havalandırma sistemi, ihtiyaç olduğunda ve talep geldiğinde devreye girmektedir. Özellikle kafe, bar gibi yoğun havalandırma gereken ve büyük havalandırma enerjisi tüketimi olan ve aynı zamanda havalandırma ihtiyacının gün boyunca değişken olduğu yerlerde bu sistemin uygulaması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler konvansiyonel sistemlere göre enerji tüketiminde %20 ile %50 oranında tasarruf sağlayabilmektedir.

a. Karışık gaz (hava kalitesi) sensörleri daha ucuz olduğundan 1.000 m³/h ve üzerindeki havalandırma debilerinde uygundur. Bunlar, kötü kokuları, duman, buhar gibi kirlenici gazları algılar. Lokanta, spor salonu konferans salonu gibi uygulamalarda idealdir.

b. CO₂ sensörleri ise daha pahalı olup, 5.000 m³/h ve üzeri debilerde ekonomik olmaya başlar. Özellikle insanı algıladığından, tiyatro, konser salonu gibi sigara içilmeyen yerler için idealdir.

İç hava kalitesi ve havalandırma ile ilgili konuyu en geniş biçimde ilk ele alan standart ASHRAE 62 - 73 olmuştur. Bu standart 1973, 1981, 1989, 1999 yıllarında revize edilmiş ve son ASHRAE Standart 62 - 2001 yayınlanmıştır. Bu standartta verilen taze hava miktarı değerlerinden örnekler *Tablo 5.8'*de verilmiştir.

Avrupa da ise bu konuda bir standart yeni ortaya çıkmaktadır. Son aşamasına gelen EN 13779 "Ventilation for Buildings - Performance Requirements for Ventilation and Air Conditioning Systems" isimli AB standardı yakında yürürlüğe girecektir. Bu konuda üye ülkelerdeki uygulamalar ve mevcut ulusal standartlar önemli farklılıklar içermektedir. EN 13779 bu farklılıkları gözetenerek, belirli aralıklar ve kademeler tanımlamaktadır. EN 13779 bu amaçla iç hava kalitesini dört gruba ayırmaktadır:

- IDA 1 : yüksek iç hava kalitesi,
 - IDA 2 : orta iç hava kalitesi,
 - IDA 4 : kabul edilebilir iç hava kalitesi,
 - IDA 5 : düşük iç hava kalitesi,
- olarak sıralanabilir.

İç hava kalitesi ve konfordan söz ederken, öncelikle iç hava bölgesi tanımlanmalıdır. Ölçümler ve gerekli koşullar bu bölgede gerçekleştirilmelidir.

İç Yüzeyinden İtibaren Olan Mesafenin Verildiği Eleman	Tipik Aralıklar	Ön Değer
Döşemeler (alt sınır)	0,00 - 0,20 m	0,05 m
Döşemeler (üst sınır)	1,30 - 2,00 m	1,80 m
Dış Kapılar ve Pencereleler	0,50 - 1,50 m	1,00 m
Radyatörler	0,50 - 1,50 m	1,00 m
Dış Duvarlar	0,15 - 0,75 m	0,50 m
İç Duvarlar	0,15 - 0,75 m	0,50 m

Tablo 5.9. EN 13779 UYARINCA TANIMLANAN YAŞAM ALANI BOYUTLARI

Özellikle konfor koşulları ancak "yaşam alanı" denilen bölgede garanti altına alınır. *Tablo 5.9'*da EN 13779 tarafından tanımlanan yaşam alanının boyutları verilmiştir.

İç hava kalitesinin kategorisinin belirlenebilmesi ve ölçülmesi için dolaylı ve dolaysız 5 yöntem tanımlanmıştır. Dolaysız yöntemler CO₂ seviyesinin veya belirli kirlenici seviyelerinin ölçülmesine veya algılanan hava kalitesinin sınıflandırılmasına dayanmaktadır. Dolaylı yöntemlerde ise kişi başına veya kullanım alanı başına temin edilen dış hava miktarı, yani havalandırma miktarına bakılmaktadır. Aşağıdaki *Tablo 5.10'*da kişi başına havalandırma miktarına göre iç hava kalitesi kategorilerinin tanımları verilmiştir. Burada belirli aralıklar tanımlanmaktadır. Bu aralıkta hangi değerin seçileceği ulusal standartlara bırakılmaktadır. Burada verilen havalandırma miktarları enerji tasarrufu amacıyla bir dönem kısılan havalandırma miktarlarına göre çok yüksektir.

Avrupa Standartına dayanan Türk Standartında ise havalandırma miktarları bir aralık olarak değil, bu aralık içinde seçilen bir değer olarak verilmiştir. Birkaç değer ise aralığın içinde kalmamaktadır. Türk standardı değerleri *Tablo 5.11'*de verilmiştir.

EN 13799'a Göre İç Hava Kalitesi Grupları		Sigara İçilmeyen Alanlarda Kişi Başına Dış Hava Miktarı	Sigara İçilen Alanlarda Kişi Başına Dış Hava Miktarı
IDA 1	Yüksek İç Hava Kalitesi	> 54 m ³ /h > 15 l/sn	> 109 m ³ /h > 30 l/sn
IDA 2	Orta İç Hava Kalitesi	36 - 54 m ³ /h 10 - 15 l/sn	72 - 108 m ³ /h 20 - 30 l/sn
IDA 4	Kabul Edilebilir İç Hava Kalitesi	22 - 36 m ³ /h 6 - 10 l/sn	43 - 72 m ³ /h 12 - 20 l/sn
IDA 5	Düşük İç Hava Kalitesi	< 22 m ³ /h < 6 l/sn	< 43 m ³ /h < 12 l/sn

Tablo 5.10. EN 13779 KİŞİ BAŞINA TAZE HAVA MİKTARLARI

TS'ye Göre İç Hava Kalitesi Grupları		Sigara İçilmeyen Alanlarda	Sigara İçilen Alanlarda (% 20)	Sigara İçilen Alanlarda (% 40)
A Sınıfı	Yüksek İç Hava Kalitesi	10 l/sn	20 l/sn	30 l/sn
B Sınıfı	Orta İç Hava Kalitesi	7 l/sn	14 l/sn	21 l/sn
C Sınıfı	Kabul Edilebilir İç Hava Kalitesi	4 l/sn	8 l/sn	12 l/sn

Tablo 5.11. TÜRK STANDARTLARINA GÖRE KİŞİ BAŞINA TAZE HAVA MİKTARLARI

Kişi başına taze hava miktarlarının belirlendiği bir tablo olduğu gibi aynı zamanda hacimlerin kullanım şekline de göre gerekli hava değişim katsayıları tanımlanmıştır (Tablo 5.12).

EN 13779 standardına esas olan geniş kapsamlı bir çalışmada:

- Kişi başına 10 l/s değerinin alt limit olması ve bu havalandırma miktarının artırılması halinde şikayetlerin azaldığı,
- 20 l/s kişi havalandırmanın emniyetli ve iyi bir değer olduğu ortaya konulmuştur.

Söz konusu çalışma bir literatür araştırmasına dayanmaktadır. 30.000 denek içeren 20 çalışmanın sonuçları dikkate alınmıştır.

Doğal olarak bina cinsine ve kirleticilerin yoğunluğuna bağlı olarak tatminkar değerler farklılık göstermektedir.

Ancak 20 l/s değeri, çalışmaların çok büyük kısmında, uygulamadan bağımsız biçimde, tamamen yeterli bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır.

5.4.2. HVAC SİSTEMİNİN KENDİ TEMİZLİĞİ

6 farklı binada dış havanın, besleme havasının ve iç havanın algılanan kalitesinin ölçüldüğü bir araştırmada, 5 binada dış hava ile besleme havası kalitesi arasında iki misline varan çok ciddi farklar ölçülmüştür. Aradaki fark dış taze havanın klima sisteminde kirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Bazı hallerde klima sistemindeki kirlenme, iç kaynaklardan olan kirlenmeden daha fazladır. Klima sistemindeki kirlenmede 3 ana kaynak bulunmaktadır. Bunlardan birincisi filtrelerdir. Bir diğer önemli kaynak kanallardır ve üçüncü kaynak ise klima santrallerinde soğutma serpantini gibi yoğunlaşmanın olduğu yüzeylerdir. Klima sisteminin bu etkisi dolayısıyla iç hava kalitesi ana çalışma konularından biri de HVAC sisteminin kendi temizliğidir. HVAC sistemlerinin yeni bakım yönetmeliklerini oluşturmak, belirli HVAC sistem bileşenlerinin temizlik tanımlarını yapmak üzere bir Avrupa projesi ve çalışma grubu oluşturulmuştur.

Odanın Özellikleri	Saatteki Hava Değişim Katsayısı	Tavsiye Edilen Havalandırma Yöntemi	Odanın Özellikleri	Saatteki Hava Değişim Katsayısı	Tavsiye Edilen Havalandırma Yöntemi
Toplantı Salonları	4 - 8	Egzoz	Mutfaklar, Domestik	15 - 25	Egzoz
Oditoryumlar	6 - 8	Egzoz ve besleme	Mutfaklar, Ticari	15 - 30	Egzoz, ekipmanı kontrol et
Pasta, Fırın	20 - 30	Egzoz	Laboratuvarlar	8 - 15	Egzoz, asit dirençli filtre tipi
Banyolar, Domestik	6 - 7	Egzoz	Çamaşırhaneler	10 - 20	Egzoz
Banyolar, Genel	7 - 10	Ön ısıtılmış hava besleme	Kütüphaneler	4 - 5	Egzoz ve besleme
Güzellik Salonları	8 - 12	Egzoz ve besleme	Asansörler	5 - 7	Egzoz
Kafeler	10 - 12	Egzoz	Asansör Makina Odası	10 - 30	Egzoz, ısıyı hesapla
Kumarhaneler	8 - 12	Egzoz ve besleme	Makina Daireleri	10 - 40	Egzoz, ısıyı hesapla
Sinemalar	5 - 8	Egzoz ve besleme	Ofisler	4 - 8	Egzoz ve besleme
Vestiyer	4 - 5	Egzoz	Lokantalar	8 - 12	Egzoz ve besleme
Konferans Salonları	5 - 8	Egzoz ve besleme	Tuvaletler, Domestik	4 - 5	Egzoz
Soyunma Odaları	6 - 8	Egzoz	Tuvaletler, Genel	8 - 15	Egzoz
Boyahaneler	5 - 15	Alev geçirmez, asite dayanıklı	Dershaneler	5 - 7	Egzoz
Motor Odaları	15 - 30	Egzoz, ısıyı hesapla	Dükkanlar	4 - 8	Egzoz
Dökümhaneler	5 - 15	Egzoz, ısıyı hesapla	Duşlar	15 - 25	Egzoz
Garajlar	5 - 7	Egzoz	Süpermarketler	10 - 15	Egzoz ve besleme, zonlamayı kontrol et
Jimnastik Salonları	4 - 6	Egzoz	Yüzme Havuzları	10 - 15	Egzoz ve ısıtılmış besleme, nemi kontrol et
Kuaförler	10 - 15	Egzoz	Tiyatrolar	5 - 8	Egzoz ve besleme
Hastaneler, Hasta Odaları	6 - 8	Egzoz	Kaynak Atölyeleri	20 - 30	Zonlanmış egzoz ekipmanı kontrol et
Hastaneler, Ameliyathaneler	10 - 15	Egzoz ve besleme filtre tipini kontrol et			

Tablo 5.12. TAVSİYE EDİLEN SAATTEKİ HAVA DEĞİŞİM KATSAYILARI

Bu konuda mevcut en kapsamlı standart “Havalandırma ve klima sistemlerinin hijyenik standardı” adını taşıyan VDI 6022 Kısım 1 - 3 standardıdır.

HVAC sistem bileşenleri içinde en önemlilerinden biri yukarıda ifade edildiği gibi kanallardır. Kanal toplam yüzey alanı tipik uygulamalarda bina döşeme alanının %10’u mertebelerine ulaşır. Kanallardaki toz yükünün tanımı, temizleme yöntemleri ve bunların etkinliği geniş ölçüde çalışılmaktadır. Kanallardaki toz ölçüm yöntemleri, aralarındaki farklar ve temizliğin ölçüsü *Tablo 5.13*’te verilmiştir. Kanalların temizliği için VDI 6022 Kısım 1 de “süpürge temizliği” tanımı getirilmiştir. Bu değer 4 g/m² gibi bir temizlik standardını ifade etmektedir. Yeni VDI 6022 Kısım 3 kanallarda *Tablo 5.13*’te düşük standart değerinin üzerinde toz oluştuğunda, temizliği şart koşmaktadır. Temizlikten sonra toz konsantrasyon değeri orta standart değerinin üzerine çekmalıdır.

5.4.3. İÇ ORTAM SICAKLIĞI İLE İÇ HAVA KALİTESİ İLİŞKİSİ

Hava sıcaklığı ve nem oranının yüksek olması, daha fazla hasta bina sendromuna neden olmaktadır. Yüksek nemin insan sağlığına olan negatif etkisi daha iyi bilinmektedir. Rutubet ayrıca bir çok mikroorganizmanın gelişebilmesine olanak sağlar. Nemli yüzeyler mikropların gelişmesi için en uygun ortamlardır. Hava insanlara soğuk ve kuru sunulmalıdır. Böyle bir havanın algılanan kalitesi yüksek olmaktadır. Soğuk ve kuru hava kaliteyi artırırken, gerekli havalandırma miktarını da düşürmektedir. Yüksek sıcaklığın iç hava kalitesine ve insan sağlığına etkisi incelenirse, sendrom sayısı ve sıcaklık arasındaki bağıntı 20°C ile 26°C arasındaki iç sıcaklık aralığında lineere yakındır. Bir başka çalışmaya göre de hastalık riski iç ortam sıcaklıkları 20 - 21°C üzerine çıkınca artmaktadır. Bunun üzerinde sıcaklığın her 1°C artışı hastalık riskini %10 - 20 artırmaktadır.

Sıcaklığın artması aynı zamanda algılanan iç hava kalitesini de düşürmektedir. Aynı iç hava, sıcaklık düştükçe daha temiz hava olarak algılanmaktadır. İç sıcaklığı

artması insan performansının da azalmasına neden olmaktadır. İç sıcaklığın 20°C’den 24°C’ye çıkması halinde, daktilo ile yazma hızı olarak ölçülen çalışma performansı %18 - 49 arasında azalmaktadır.

5.5. HAVALANDIRMADA ENERJİ TASARRUFU

5.5.1. DOAS (Dedicated Outdoor Air Systems)

Tam havalı sistemlerde özellikle VAV sistemlerinde iç hava kalitesi standartlarının gereği olan havalandırma miktarlarını, bütün hacimlerde ve sürekli sağlamak mümkün olamamaktadır. İç hava kalitesi - konfor ikilemine bir çözüm olarak DOAS fikri ortaya atılmıştır. Özel atanmış dış hava sisteminde (DOAS) dış hava temini, bağımsız bir sistemle gerçekleştirilmektedir. Dışarıdan iç mahallerin ihtiyacı olan ve standartlarla belirlenen miktarlarda dış hava, bir taze hava santralinden geçirilip, hacimlere ihtiyacı ölçüsünde dağıtılmaktadır. Bu taze hava, aynı zamanda taze hava santralinde şartlandırılmaktadır. Santralde %100 taze hava filtre edilip kurutulmakta ve iç ortam sıcaklığının altında soğuk olarak iç hacimlere beslenmektedir. Beslenen taze hava, iç hacimlerdeki gizli ısı yükünü tamamen alacak şekilde kuru olarak verilmektedir. Hava soğuk olarak üflendiğinden aynı zamanda bir miktar duyulur ısı kazancını da karşılamaktadır. Paralel olarak çalışan ve %100 iç hava kullanan herhangi klima sisteminde ise binanın duyulur ısı yükü karşılanmaktadır. Klima sistemi olarak fan coil, VAV, panel (statik) soğutma ve ısıtma, ısı pompası gibi bir sistem kullanılabilir. Sonuç olarak sistem tanımı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Bağımsız ve ayrı %100 taze havalı havalandırma sistemi,
- Havalandırma havasını iç gizli ısı kazancını tamamen karşılayacak şekilde kuru besleme (Besleme havası çığ noktası sıcaklığı 7°C),
- Havalandırma havasını iç ısı kaynaklarının bulunduğu ofis binaları, okullar gibi yerlerde yaz-kış ortam sıcaklığından daha soğuk üfleme (13°C mertebesinde),

Yöntem	Tanım	Algılama Verimi (faktör)	Toz Yüzey Konsantrasyonu (g/m ²)		
			Düşük Standart	Orta Standart	Yüksek Standart
Toplam toz	Solvent	1,0	20	10	5,0
Vakum	Bıçakla	0,90	18	9,0	4,5
Silme	JADCA	0,50	10	5,0	2,5
Yapışkan bant	Gravimetrik	0,35	7,0	3,5	1,8
Vakum	Fırçayla	0,15	3,0	1,5	0,80
Vakum	Wintest	0,10	2,0	1,0	0,50
Vakum	NADCA/HVCA	0,02	0,40	0,20	0,10

Tablo 5.13. KANALLARDAKİ TOZ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ, ARALARINDAKİ FARKLAR VE TEMİZLİĞİN ÖLÇÜSÜ

- Sistemin duyulur ısı yükünün geri kalanını (yaklaşık %70'i) paralel çalışan bir klima sistemiyle karşılama.

Bu sistem, hem iç hava kalitesi hem de konforu birlikte sağlayan mükemmel özellikte ve gelecekteki klima sistemi olarak tanımlanabilir.

Nem alma için nem alıcı maddeler veya soğutma serpantinleri kullanılabilir. Nem alıcı maddelerle oluşturulan sistemler, çığ noktası sıcaklığının 4°C altında olduğu uygulamalar için daha iyi sonuçlar vermekte ve bu bölgede tercih edilmektedirler. Çığ noktası sıcaklığı 4°C üstünde olduğunda soğutucu yüzeylerde nem almak daha uygundur.

Soğutucu yüzey olarak ise su soğutmalı serpantinler tercih edilmelidir.

DX serpantinlerin bu amaçla kullanılmasında hijyen, ekonomi ve kullanım kolaylığı açısından dezavantajlar vardır. DX serpantinlerde kısmi yüklerde kompresörün durup kalkması gerekir. Kısmi yükte nem alma kapasitesi azalacak ve tam tersine "off" konumunda serpantin yüzeyleri nemlendirici gibi çalışacaktır. Ucuz tarifieden elektrik kullanım imkanı ortadan kalkacaktır.

Dışarıdan alınan taze havanın şartlandırılmasında, ısı geri kazanma cihazları kullanılabilir. Bu geri kazanma cihazları duyulur ısı geri kazanma ve gizli ısı geri kazanma (antlapi tekerleği) biçimde olabilir.

5.5.2. TALEP KONTROLLÜ HAVALANDIRMA YAPILMASI

Havalandırmada iç hava kalitesini bozmadan enerji tasarrufu sağlamak üzere son yıllarda gelişen tekniklerden biri, talep kontrollü havalandırma.

Bu sistemde, hava kalite sensöründen veya CO₂ sensöründen kumanda alan bir havalandırma sistemi, ihtiyaç olduğunda ve talep geldiğinde devreye girmektedir. Özellikle kafe, bar gibi kirletici kaynağı insan olan ve yoğun havalandırma gereken ve büyük havalandırma enerjisi tüketimi olan ve aynı zamanda havalandırma ihtiyacının gün boyunca değişken olduğu yerlerde bu sistemin uygulaması giderek yaygınlaşmaktadır.

Bu sistemler konvansiyonel sistemlere göre enerji tüketiminde %20 - 50 oranında tasarruf sağlayabilmektedir.

Lokanta, kantin ve kafeteryalarda	%20 - 50
Açık ofislerde	
Toplantı salonlarında	%20 - 50
Çalışanlar ortalama %40 süreliyse	%20 - 30
Çalışanlar ortalama %90 süreliyse	%3 - 5
Giriş hollerinde	%20 - 60
Spor salonları ve fuar alanlarında	%40 - 70

Tablo 5.14. ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR İÇİN TASARRUF POTANSİYELLERİ

a. Karışık gaz (hava kalitesi) sensörleri daha ucuz olduğundan 1.000 m³/h ve üzerindeki havalandırma debilerinde uygundur. Bunlar, kötü kokuları, duman, buhar gibi kirletici gazları algılar. Lokanta, spor salonu, konferans salonu gibi uygulamalarda idealdir.

b. CO₂ sensörleri ise daha pahalı olup, 5.000 m³/h ve üzeri debilerde ekonomik olmaya başlar. Özellikle insanı algıladığından, tiyatro, konser salonu gibi sigara içilmeyen yerler için idealdir.

Kontrollü enerji tasarrufu, klima santralinde taze havanın ısıtılması ve soğutulması için harcanan enerjiden olmaktadır.

Ayrıca taze hava santrallerinde değişken debili uygun fanlar kullanılırsa, fanda tüketilen elektrik enerjisinden tasarruf edilir. Çeşitli uygulamalar için verilen tasarruf potansiyeli Tablo 5.14'te verilmiştir.

5.5.2.1. Örnek

Kontrollü havalandırma ile yapılacak tasarrufa örnek olarak pik yükte %100 doluluk oranında dışarıdan alınan taze hava miktarı = 6.000 m³/h olan bir ofis uygulaması verilmiştir.

Bu uygulamada iç mekana yerleştirilen bir CO₂ sensörüyle insan yoğunluğu sürekli kontrol edilmekte ve klima santralinde taze hava miktarı buna göre belirlenmekte, yani içerideki insan yoğunluğu azaldıkça, dışarıdan alınan taze hava miktarı da aynı oranda azaltılmaktadır.

Santralde kullanılan fan debileri sabittir ve hava debileri klapelerle kontrol edilmektedir. Taze hava azaldıkça, taze hava damperi kapanırken iç hava damperi açılmaktadır. İstanbul için gün içi sıcaklık değerleri ve kabul edilen doluluk miktarları uyarınca klimayla ilgili hesaplanan veriler aşağıdaki Tablo 5.15'te görülmektedir.

Buna göre gün içi ortalama batarya kapasiteleri soğutma için %80, ısıtma için %72 mertebelerindedir. Basit bir CO₂ sensörü kullanımıyla soğutma bataryası, pik yükün %80'i civarında çalışacak ve böylelikle soğutma için günde 21 EUR, soğutma sezonunun 5 ay süreceği kabul edilirse, bir soğutma sezonunda 3.125 EUR civarında işletme maliyetleri azalacaktır. Aynı şekilde CO₂ sensörüyle ısıtma bataryası pik yükünün %72'si civarında çalışacaktır. Böylelikle kazan yakıtı olarak doğal gaz kullanılırsa, günlük kazanç yaklaşık 132 EUR, ısıtma sezonu 4 ay kabul edilirse, sezonluk işletme kazancı yaklaşık 15.800 EUR olacaktır.

5.5.3. CEPHE HAVALANDIRMASI

Havalandırma için gerekli dış havanın bir merkezi sistemle temini yerine bina dış cephesinden doğrudan iklimlendirilen hacimlere alınmasına verilen isimdir.

Aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- Yüksek ofis yapılarında olası dekorasyon veya yerleşim değişikliklerine cevap verebilen çok yönlü kullanım mümkün olmalıdır.
- Bina sahibine bina içinde maksimum kullanılabilir alan bırakmalıdır.
- Tesisat için ayrılan shaft ve asma tavan hacimleri en aza indirilmelidir.
- Sistem ucuz olmalı, projelendirilmesi hızlı ve düşük maliyetli, montajı ve işletmesi ise basit olmalıdır.

5.5.3.1. Doğal Havalandırma ve Free Cooling

Doğal ve mekanik havalandırma sistemlerinin birleştirildiği hibrid havalandırma sistemlerinde, her iki sistemin de avantajlarına sahip olunurken, dış hava sıcaklığının 16 - 26°C olduğu durumlarda pencereler vasıtasıyla doğal havalandırma yapılarak 12,5 l/s.m² hava debisiyle soğutma gruplarını çalıştırmadan yaklaşık 80 W/m² soğutma yüklerine erişilebilmektedir.

Uygun iklim şartlarında gece soğutmaya ihtiyaç olan mekanik sistemlerde “free cooling” veya “cool down” seçenekleri gece soğutması olarak kullanılabilir. Yaz mevsiminde ve geçiş mevsimlerinde, gece iç sıcaklıktan daha düşük iç hava gece saatlerinde sistem tam açık konuma getirilerek soğuk hava ile yapılan soğutma kütlesi bina içinde depolanır ve gün boyunca kullanılır.

5.5.4. NIGHT PURGE + COOL DOWN

Otomasyon sisteminin enerji harcamasını azaltmak için, gece (mahal kullanımda değilken) dışarıdaki soğuk hava ile ortam havasını değiştirmesine Night Purge adı verilir. Kontrolör Night Purge’e dış hava sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve dış hava nemi veya yağ termometre sıcaklığına göre karar verir. Night Purge sırasında binaya %100 taze hava alınır. VAV’li sistemlerde, Night Purge sırasında fan hızını düşürmek amaçlı zonların debileri %50 kapasitelerine ayarlanır. Night Purge başlaması için gerekli şartlar Tablo 5.16’da verilmiştir.

Saat	Dış Sıcaklık		Doluluk	Taze Hava	Karışım Havası		Isıtma Bataryası		Soğutma Bataryası	
	Kış	Yaz			Kış	Yaz	Tasarım	Reel	Tasarım	Reel
	°C	°C			°C	°C	kW	kW	kW	kW
06	1,0	26,8	10	600	20,4	25,1	111	65,60	128	93,90
07	1,2	28,3	30	1.800	19,2	25,3	111	73,70	128	96,60
08	1,3	29,6	70	4.200	16,9	26,0	111	89,80	128	106,4
09	1,8	29,9	100	6.000	15,2	26,5	111	100,9	128	115,4
10	2,4	29,9	100	6.000	15,4	26,5	111	99,60	128	115,4
11	2,7	30,6	100	6.000	15,5	26,7	111	99,00	128	118,7
12	3,3	31,1	50	3.000	18,3	25,9	111	79,60	128	107,3
13	3,4	32,4	100	6.000	15,7	27,2	111	97,60	128	126,4
14	3,2	32,5	100	6.000	15,7	27,3	111	98,00	128	128,0
15	3,0	31,9	100	6.000	15,6	27,1	111	98,40	128	124,6
16	2,9	30,8	100	6.000	15,6	26,7	111	98,60	128	118,7
17	2,4	30,0	100	6.000	15,4	26,5	111	99,60	128	115,4
18	1,9	28,0	70	4.200	17,0	25,6	111	88,90	128	100,7
19	1,4	27,2	30	4.200	19,2	25,2	111	73,60	128	95,30
20	1,2	26,8	30	4.200	19,2	25,2	111	73,70	128	95,30
21	0,8	25,4	10	600	20,4	25,0	111	65,60	128	92,60
22	0,1	24,9	10	600	20,4	25,0	111	65,80	128	92,60
23	-1,5	24,4	10	600	20,3	25,0	111	66,10	128	92,60

Tablo 5.15. İSTANBUL’DAKİ ÖRNEK BİNA İÇİN SICAKLIK DEĞERLERİ VE DOLULUK MİKTARLARI UYARINCA KLİMA YLA İLGİLİ HESAPLANAN VERİLER

Dış hava sıcaklığı yaz-kış geçiş sıcaklığının üzerinde	DHS > 16°C
Dış hava sıcaklığı, ortam sıcaklığından belli bir farkla düşük olması	DHS < OHS - 2°C
Dış hava belli bir yağ termometre sıcaklığının altında	Örnek: 16°C
Ortam sıcaklığı minimum Night Purge sıcaklığının üzerinde	Örnek: OHS > 24°C

Tablo 5.16. NIGHT PURGE BAŞLAMASI İÇİN GEREKLİ ŞARTLAR

5.6. TAZE HAVA MİKTARI VE BUNUN ASTIM VE ALERJİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Evlerdeki taze hava miktarının sağlık üzerine etkisi, daha az araştırılmış bir konudur. İsveç'te yapılan bir araştırmada yetersiz havalandırmanın, okul öncesi çocuklarda astım ve diğer alerjik hastalıklar üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla geniş bir anket çalışması ve arkasından 400 denek üzerinde case-kontrol çalışması yapılmıştır. Bu 400 çocuk, villa tipi ve apartman tipi olmak üzere farklı tip konutlarda yaşamaktadır. Bu konutlarda gerçekleşen ortalama doğal taze hava miktarı, saatte 0,37 hava değişimidir. En iyi değişim 1,37 ve en kötü değişim 0,17 olarak ölçülmüştür.

Evler saatteki hava değişim miktarlarına göre 4 aralık dilimine bölünmüştür. En iyi havalandırılan son çeyrekteki evlerdeki çocukların hastalık riski = 1 olarak referans alınmıştır. Diğer daha az havalandırılan ev gruplarında yaşayan çocukların hastalık riskleri Tablo 5.17'de verilmiştir.

Buna göre İsveç'teki evlerde hava değişim sayısı, tavsiye edilen 0,5 değerinin altındadır ve düşük havalandırma astım, alerji gibi hastalık risklerini artırmaktadır.

5.7. İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA, CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KONULARA İLİŞKİN GENEL NOTLAR

a. Planlanmayan hava akımları iç hava kalitesini düşürür. Binalardaki rutubet, konfor, iç hava kalitesi, aşırı enerji tüketimi ve duman koku yayılması gibi pek çok problem; başta planlanmayan ve yanlış tasarım, uygulama veya işletmeden kaynaklanan hava hareketleri nedeniyle oluşur. Bunlarla ilgili aşağıdaki örnekler verilebilir:

- Bacadan basan havanın yanma ürünlerini yaşayan hacimlere yayması,
- Dönüş plenumundaki emiş nedeniyle döşeme giderlerindeki sifonların kaybolması ve kötü kokuların ve gazların yaşayan hacimlere dolması,

- Yine dönüş plenumundaki çekişin etkisiyle şartlandırılmamış dış havanın iç ortama emilmesi, aynı şekilde kazan dairesinden kimyasal madde depolarından, fotokopi odalarından vs hava emilmesi,
- Dış hava alış ağızlarının yanlış yerlere bulunması nedeniyle kirli veya nemli hava emilmesi,
- Dış hava alış panjurlarının kapalı kalması nedeniyle iç ortamda istenilen havalandırmanın yapılamaması.
- b. İç hava kalitesi açısından klima sistemlerinin sağlanması gereken kriterler:
 - Oda sıcaklığının bireysel veya zon kontrollü yapılması ve diğer çevresel kontroller, sağlık ve konfor için tavsiye edilir. Dış iklim şartları iç mekan şartlarını kontrol için çok iyi belirlenmeli ve tasarımda titizlikle ele alınmalıdır.
 - Daha kolay kontrol ve enerji verimliliği için ısıtma sistemi, yerleşime ve hacimlerdeki yük karakterine göre zonlara ayrılmalıdır. Klima sistemi de benzer şekilde yük karakterine göre zonlara ayrılmalıdır.
 - Odadaki tozları yaktığından, yüksek sıcaklık ısıtmasından kaçınılmalıdır (Buhar ile ısıtma, 90/70°C ısıtma vb).
 - Mümkün olduğu kadar düşük sıcaklık ısıtması tercih edilmelidir (75/60°C, 65/50°C vb).
 - Radyatörleri soğuk iklimlerde mümkün olduğu kadar pencere altlarına yerleştirilerek, pencereden olan soğuk hava akımı önlenmelidir.
 - Hacim içerisinde yerel veya zamana bağlı sıcaklık değişimlerinden kaçınılmalıdır.
 - Oda içerisinde düşey sıcaklık gradyanı oluşmamalıdır.
 - Yüksek nemli ortamların oluşması önlenmelidir. Rutubetli ortamlar hava kalitesini düşürür ve mikropların üremesine uygun ortam oluşturur.
 - Kirlilik yüklerine bağlı olarak her odanın yeterli düzeyde havalandırılması sağlanmalıdır.
 - Kirleticiler mümkün olduğu kadar kaynağında yakalanarak dışarı atılmalıdır.
 - Havalandırma sisteminin çalışma saatleri, binanın kullanım saatlerinin üzerinde olmalıdır.
 - Dış hava alma ağızları mümkün olduğu kadar temiz bölgelerde bulunmalıdır.
 - Hava alış ve egzoz ağızları arasında yeterince mesafe bulunmalıdır.
 - Dış havanın etkin filtrasyonu gerekir.

Grup	Hastalık Riski
En az havalandırılan çeyrekteki evlerde yaşayan çocuklarda hastalık riski	1,92
İkinci az havalandırılan çeyrekteki evlerde yaşayan çocuklarda hastalık riski	1,49
Üçüncü daha iyi havalandırılan çeyrekteki evlerde yaşayan çocuklarda hastalık riski	1,39

Tablo 5.17. DAHA AZ HAVALANAN EVLERDE YAŞAYAN ÇOCUKLARIN HASTALIK RİSKLERİ

- Hava kanalları sızdırmaz yapılmalıdır ve klima sistemi elemanları çok kaliteli tip seçilmeli ve temiz tutulmalıdır. Bunlar kendileri kirlilik kaynağı olmamalıdır.
- Klima sistem bileşenleri seçilirken iç hava kalitesi ve hijyen koşulları dikkate alınmalıdır.
- Hava kanallarının içten izolasyonundan olabildiğince kaçınılmalıdır.
- Uygun olmayan hacimlerden resirkülasyon havası kullanımından mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.
- c. Proje firması, uygulama firması ve binanın işletme/bakım grubunun kendi aralarında ve mal sahibiyle, binanın hijyen standardının VDI 6022'de belirtilen hususlara uygunluğu konusunda mutabakat sağlanmalıdır.
- d. Projenin gerek uygulaması sırasında, gerekse işletmesi süresince sistemin temiz tutulmasına yönelik yazılı bir hijyen yönetmeliği hazırlanmalıdır.
- e. By pass ihtimalinin önlenmesi için binadaki taze hava alış ve egzoz havası atış noktaları projelerde açık bir şekilde belirtilmeli, uygulama firması bu noktaların uygunluğunu çevre şartlarını da (ağır trafik, ses seviyeleri, çevre bina bacaları ve egzoz atışları gibi) göz önüne alarak kontrol etmelidir. Bir değişiklik söz konusu ise proje firması ile protokol düzenlenmelidir.
- f. Belirlenen temizlik yöntemlerine uygun olarak kanal sistemlerinde yeterli sayı ve büyüklükte kontrol/müdahale kapağı konmalıdır. Bunlarla, klima ve havalandırma sistemlerine bakım amacıyla rahatlıkla ulaşılabilir.
- g. Yangın damperi ve hacim damperleri için kontrol/müdahale kapakları konmalıdır.
- h. Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapısı olabildiğince hijyenik olmalıdır. Yüksek kalitede imal edilmiş cihazlar tercih edilmelidir.
- Hücrelerin iç yüzeyleri düzgün, toz tutmayacak şekilde olmalıdır.
- Cihazlar sızdırmaz olmalıdır.
- Isı köprüsü bulunmamalıdır.
- Kolay temizlenmesi yönünden plug fanlar tercih edilmelidir.
- Kanal bağlantısı için esnek bağlantı parçaları hijyenik malzemeden olmalıdır (Branda bezi asla kullanılmamalıdır.).
- i. Klima santrallerinde damla tutuculardan geçen havanın geçiş hızı 3,5 m/s'nin altında olmalıdır.
- j. Soğutucu ve ısıtıcı bataryalar kolayca çıkarılabilir.
- k. Sulu tip nemlendirici kullanılması zorunlu olan yerlerde hava yıkayıcı ve sulu nemlendiricilerde hijyen otomasyonu yapılmalıdır. Akşamları su rezerv tankları otomatik olarak boşaltılmalı, kuru çalıştırma yapılmalı; sabahları otomatik su doldurma sağlanmalıdır. Bu şekilde literatürde pazartesi ateşi denilen sendromun önlenmesi tespit edilmiştir.

l. Soğutma bataryalarının kondens tavaları korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır. Sulu nemlendirici kullanımından kaçınılmalı, buharlı tip nemlendiriciler tercih edilmelidir.

m. Tüm drenaj tavalarından, drenaj suyunun doğru şekilde akıp gittiği, tavada birikmediği kontrol edilmelidir.

n. Radyal fanların gövdelerinde (salyangoz kısmında) fan içinde oluşabilecek suyun drenajını sağlayan bir boşaltma tapası veya bir kontrol kapağı ($d > 400$ mm olan fanlarda) bulunmalıdır.

o. Havalandırma santrallerinde minimum F7 sınıfı filtre öngörülmelidir. Daha iyisi çift filtre kullanımıdır. Bunlardan ilki F5 ile F7 arası, ikincisi F7 ile F9 arası olabilir.

p. Filtrelerin kirlilik seviyesi proje ve şartnamelerde belirtilmelidir. Ayrıca stoktaki filtrelerin (yedek filtrelerin) maksimum depolanma süresi bilinmeli ve bunlar kesinlikle kuru ve tozdan arındırılmış mahallerde saklanmalıdır.

q. Filtre değişimlerinin kaydı tutulmalıdır.

r. Her filtre kademesine gereken hassasiyette fark basınç manometresi monte edilerek filtre kirlilikleri gözlenmelidir.

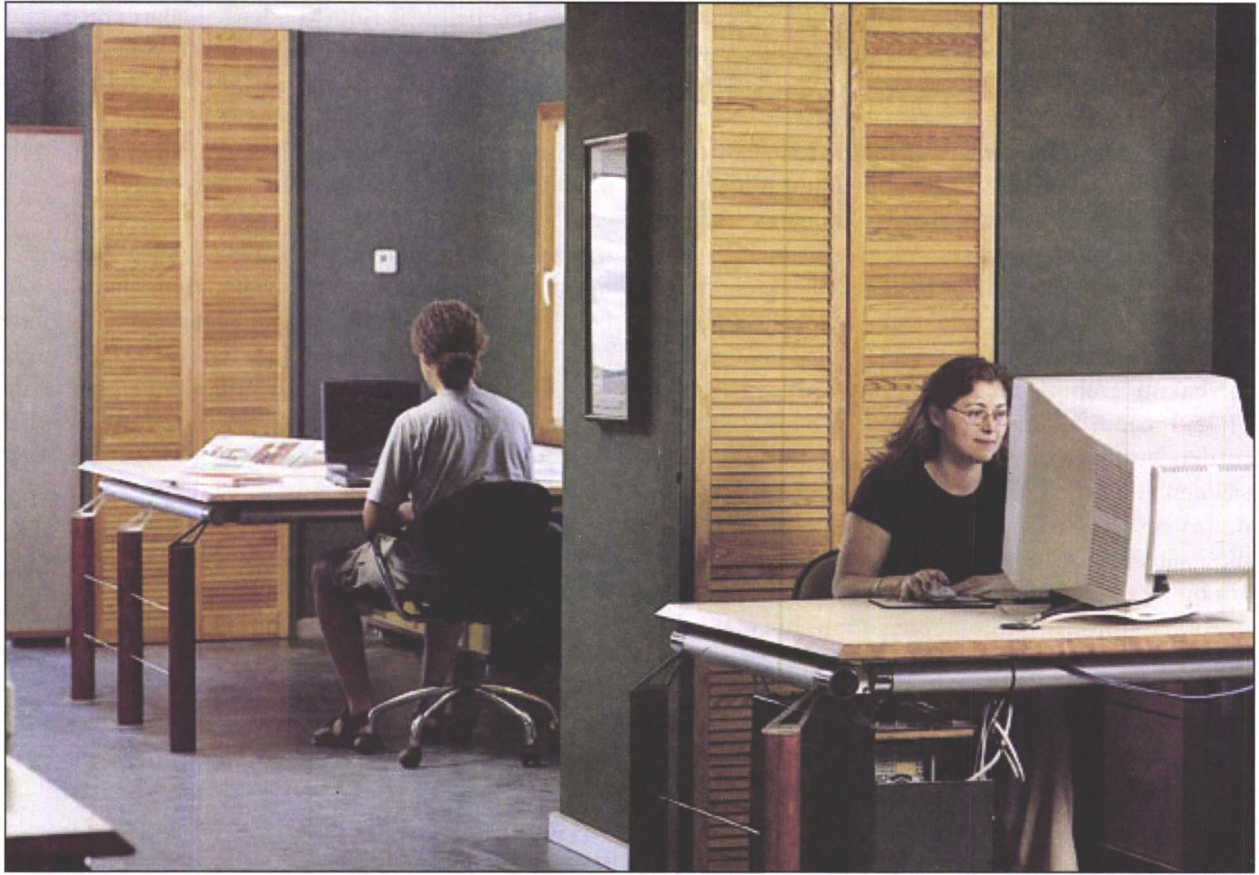
s. Tüm havalandırma cihazları şantiyelerde uygun koşullarda depolanmalı ve montajları süresince temiz tutulmalıdır. Özellikle hava ile temas eden yüzeylerin kuru olmasına dikkat edilmelidir. Açık ağızlar naylon vb malzeme ile sıkıca kapatılmalıdır. Ortamın nemli olmamasına olabildiğince özen gösterilmelidir.

t. Hava kanalı montajlarında gün sonunda açık olan ağızlar kapatılmalı ve kanal içlerinin kirlenmesi önlenmelidir.

u. Taze hava veya karışım havası tavan seviyesinden ve ortam sıcaklığının altındaki sıcaklıktan üflenmelidir. Statik ısıtma yapılan binalarda, hava tavan seviyesinden dört mevsim soğuk üflenebilir.

Böylece:

- Daha düşük hızda üflenebildiği için ses (gürültü) oluşmaz.
- Ortam sıcaklığına göre daha soğuk olan karışım havası daha ağır olduğu için aşağıya doğru kendiliğinden inerek (soğuk hava dökülmesi olmamalıdır) ortamdaki havayla iyi bir karışım sağlanır. İç hava kalitesi artar.
- Karışım havası tavandan sıcak üflendiğinde egzoz menfeziyle kısa devre oluşması riski artar ve iç hava kalitesi etkilenebilir.
- v. Binada kullanılacak halı, dolap, masa, kumaş, badana - boya, asma tavan vb malzemelerin ve ahşap imalatında kullanılan tutkalların havayı kirletme miktarları (kimyasal gaz yayma miktarları) araştırılmalı ve uygun malzemeler (iç havayı daha az kirletecek malzemeler) seçilmelidir.



Şekil 5.18. TAZE HAVA ALABİLEN
KANAL TİPİ SPLIT KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ

VI. BÖLÜM

KLİMA TESİSATI

6.1. GENEL NOTLAR

6.1.1. MİMARİ YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ

Farklı klima sistemlerinin yerleşiminde, toplam alanın yüzdesi olarak teknik hacim ihtiyaçları yaklaşık olarak *Tablo 6.1*'de gösterildiği gibi gerçekleşmektedir. Buna göre;

- Ayrılan tesisat alanlarının toplam alana oranı %3 - 8 mertebesinde olmalıdır.
- Ana makine dairesi yüksekliği 5,0 - 5,5 m olmalıdır.
- Ara tesisat katı yüksekliği en az 4,0 - 4,5 m net olmalıdır.
- Klima santrali seçimlerinde yer kaybı, kat yüksekliği, ses - konfor, hava kanal dağıtımı, servis kolaylığı gibi nedenlerle 25.000 m³/h debinin üzerine çıkılmamalıdır (Bu kapasite 4 - 4,50 m yüksekliğinde ara katlarda SMACNA esaslarına uygun kanal bağlantıları yapabilmek için önemlidir.).

Komple klimatize edilen yapılarda cihazlar için ayrılması gerekli yaklaşık alanlar:

- Soğutma grupları (1.000 kW'a kadar) 8 m²/100 kW soğutma yükü
- Soğutma kuleleri 3 m²/100 kW soğutma yükü
- Hava soğutmalı VRV 3 m²/100 kW soğutma yükü
- Su soğutmalı VRV 2 m²/100 kW soğutma yükü
- Havalandırma ve klima santralleri 0,0035 m²/ (m³/h) hava debisi

Sistem	Yer Kaybı
Isı Kazanımlı Üniteler + Primer Hava	% 5
Çevre İndüksiyon	% 5
Fan Coil + Primer Hava	% 5
Soğuk Tavan + Primer Hava	% 5
Tek Kanallı Tam Havalı Sistemler	% 7
Çift Kanallı Tam Havalı Sistemler	% 8
Perimetre Isıtmalı VAV Sistemi	% 7
Amerikan Sistem	% 2 - 4
Değişken Soğutucu Akışkan Debi Sistemler	% 3

Tablo 6.1. SİSTEMLERE GÖRE BİNADAKİ YER KAYIPLARI

Uygulanan sistemlere göre, 500 m² kat alanına sahip ofis binalarında gerekli net asma tavan içi yükseklik *Tablo 6.2*'de verilmiştir.

Not: Asma tavan yükseklikleri kanalların veya tavan içine monte edilecek cihazların altında aydınlatma ve sprinkler için en az 150 mm ve kanal montajı için kanal ile tavan arasında en az 25 mm boşluk bırakılacak şekilde belirlenmelidir.

Buna göre tek kanallı VAV sistemi için 400 mm tavan boşluğu yeterli olmamaktadır. Ortalama 550 mm olması tavsiye edilir. VRV sistemlerinde ise primer havalandırma havası kanalları geçeceğinden tavan boşluğu en az 400 mm olmalıdır.

Teknik hacimlerin belirlenmesinde;

- Basınç zonlaması,
- Boru ve kanal boylarının minimize edilmesi,
- Sistem dirençlerinin minimize edilmesi gibi konular göz önünde tutulmalıdır.

Farklı ünitelerin yerleşiminde öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

- Soğutma Kuleleri:** Soğutma havasına ihtiyaç olduğundan en uygun yer çatıdır. Ancak kazan bacalarından etkilenmemesi için hakim rüzgar yönüne dikkat edilmelidir.

Diğer taraftan, kuleden çıkan doymuş hava içinde kimyasal madde ve/veya mikrobiyolojik yüklem bulunduğundan bu havanın egzoz noktalarının bina taze hava girişlerinden mümkün olduğunda uzak olması gerekmektedir (İngiltere'de Lejyoner hastalığı bir hastanede soğutma kuleleri egzozundan 30 m ilerde bulunan taze hava menfezleri üzerinden yayılmıştır.). Santrifüj fanlı soğutma kulelerinde kullanılan fanlar genellikle öne eğik kanatlı olduğundan bu fanların motoru aşırı yüklemeye eğilimleri vardır. Bu sebepten emniyetli tarafta kalmak için santrifüj fanlı kulelerin motorları büyük seçilir. Aksiyal fanlı soğutma kuleleri ise oldukça geliştirilmiş olup enerji tüketimi öne eğik kanatlı santrifüj fanlardan daha yüksek değildir. Bu yüzden aksiyal fanlı açık kuleler bir çok dezavantajı yanında, hem verim hem de enerji kullanımı açısından daha uygundur.

Sistem	Asma Tavan İçinde Gerekli Yükseklik (mm)
Soğuk Tavan + Taze Hava Besleme + Egzoz	500
VAV Tek Kanallı	400 - 600
Tavan Tipi Fan Coil	500
Su Kaynaklı Isı Pompası + Taze Hava + Egzoz	550
Çift Kanallı Sistemler	600
Amerikan Sistem Klima	350 - 400

Tablo 6.2. KLİMA SİSTEMLERİNE GÖRE BIRAKILMASI GEREKEN ASMA TAVAN İÇİ YÜKSEKLİKLERİ

Her proje için açık, kapalı ve santrifüj aksiyal fan yatırım ve tüketim maliyetleri karşılaştırması yapılmalıdır. Soğuk havalarda ($T_{dış} \approx 10^{\circ}\text{C}$) su soğutma kulesi çalışmasında oluşacak sis için antifog sistemi gerekip gerekmediğine bakılmalıdır.

- **Soğutma Cihazları:** Cihaz yükünü taşıyacak bir yapının olması, ses ve titreşim geçişinin problemsiz olarak engellenebilmesi kaydıyla, soğutma cihazları çatıya yerleştirilebilir. Ancak yapı statik ve enerji beslemesi nedenleriyle, su soğutmalı çillerin bodrum katlara konulması daha doğrudur.
- **Havalandırma ve Klima Cihazları:** Klima cihazları shaft alanlarına uygun olarak katlara yayılmalıdır. Basınç zonlarındaki uygun hacimlere santraller yerleştirilmelidir.

6.1.2. YÜKSEK YAPILARDA HVAC SİSTEMİ PROJELENDİRMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KONULAR

- Statik basınç için dikey zonlama yapılmalıdır.
- Tasarımda enerji optimizasyonu en önemli kriter olarak alınmalıdır.
- En küçük bir yer kaybı olmamalıdır. Tesisat shaftlarının kullanımı özel bir dikkati gerektirir.
- Yapıdaki yaşam kalitesi mekanik tesisatın başarısı bağlıdır.
- Cam açılmadığı için mekanik havalandırma hayati önem taşır.
- Yangın güvenliği en çok dikkate alınması gerekli husustur. Bu konuda hiçbir risk alınamaz. Her ilave edilen kat aynı oranda riski artırır.
- Sistem seçiminde Optimizasyon ve riski azaltma çabası her türlü yapıda gerekli olmakla birlikte, yüksek yapıdaki sonuçları daha çarpıcıdır.

6.1.3. YANGIN DAMPERLERİNİN KULLANIMI

Yangın bölmelerini geçen düşey hava kanalları en az 2 saat yangına mukavim shaftlar içine yerleştirilmelidir. Yangın korumalı shaft içine yerleştirilmiş düşey kanalların branşman çıkış veya girişlerinde, branşmanların shaft duvarını geçtiği her yangın zonuna yangın damperleri konulmalıdır.

Bu damperlerin yangın dayanımları içine yerleştirildiği yangın bölme duvarı yangın dayanımına eşit olmalıdır. Yapılarda yangın zonları kat bazında düşünülmelidir. Bu nedenle bir shaft içine yerleştirilmemiş olup da katlar arasındaki döşemeyi delen her hava kanalının zonu deldiği noktaya bu delinen nokta ile aynı yangın mukavemetine sahip yangın damperleri konulmalıdır.

Aşağıda tarif edilen hava kanalları içine veya bunların duvar geçişlerine yangın damperleri konulmamalıdır:

- Yangın esnasında duman egzozu için kullanılacak tüm hava kanalları (Zon geçişi var ise yangına dayanıklı izolasyon yapılmalıdır.).

- Mutfak egzozu kanalları (Bu kanallar mutfak dışında, dıştan yangına dayanıklı olarak izole edilmelidir.)
- Yangın merdivenleri ve merdiven sahanlıkları basınçlandırma sistemi kanalları (Zon dışında geçen kanallar yangına 2 saat dayanıklı izolasyon malzemesi ile kaplanmalıdır.).
- Yangın damperlerinin switch izlemesi (açık veya kapalı) bilgisi alınmasında yarar vardır.

6.1.4. YÜKSEK YAPILARDA OTOMATİK KONTROL VE BİNA OTOMASYON SİSTEMİ

Çiller ve kazanların otomatik olarak devreye sokulması, tüm pompaların, soğutma kulelerinin, havalandırma sisteminin, klima santrallerinin, VAV kutularının kontrolü ve izlenmesi için mikroişlemci bazlı bir bina otomasyon sistemi tesis edilmelidir.

Bina otomasyon sistemi ile yangın alarm ve güvenlik sistemi aynı protokolü kullanmalı ve rahatça haberleşebilmelidir. Binadaki elektrik ve sıhhi tesisat sistemleri de bina otomasyon sistemi tarafından kontrol edilmeli ve izlenebilmelidir. Bina otomasyon sistemi, lokal DDC panelleri, sistem ve saha kontrolörleri, merkezi bilgisayar ve ona bağlı alt istasyonlar bir ağdan oluşan, dağıtık bir kontrol sistemi (distributed control system) olacaktır.

Bina otomasyon sistemi genel olarak şunları sağlamalıdır:

- Havalandırma, klima, hava filtreleri, elektrik sistemleri, aydınlatma, VAV kutuları ve bu sistemlere bağlı bütün makine ve ekipmanın gözlenmesi, otomatik veya elle merkezi bilgisayar üzerinden çalıştırıp, durdurulması ve otomatik kontrolü,
- Sistem entegrasyonu, koordinasyonu ve izlenmesi,
- Zon ve mahal sıcaklıklarının sürekli olarak gözlenmesi ve bütün değişkenler için en alt ve en üst sınırlar için alarm verilmesi,
- VAV kutularının, klima santrallerinin sıcaklık, statik basınç, hava akımı gibi değişkenlerinin, lokal paneller ile direkt dijital kontrolü (DDC),
- Bütün modülasyon kontrol devrelerinin direkt dijital PID kontrolü,
- Bina otomasyon sistemine bağlı tüm sistemler için raporlama, alarm kontrolü, tarihçe, yazılı ve grafik takip ve kumandası,
- Soğutma, ısıtma, elektrik, enerji kullanımlarının takip edilmesi ve sistemlerde enerji optimizasyonu programlarıyla enerji kullanımının minimize edilmesi,
- Bakım programlaması,
- Sistemlerdeki makine ve ekipmanlardaki arızaların kolayca tespit edilmesi,
- Bütün sistemlerin otomatik olarak, insan müdahalesi olmadan çalıştırılması,
- Enerjinin paylaşımı ve eşit şekilde faturalanması sisteminin oluşturulmasıdır.
- Yapının enerji profilinin çıkarılması, dış hava sıcaklığına göre enerji kullanımı yönetiminin yapılması.

6.2. OFİS OLARAK KULLANILAN YÜKSEK YAPILARDA KLİMA SİSTEMLERİ

Yüksek yapı ofis binaları son 20 yılda yaygın olarak inşa edilen ve kullanılan yapılardır. Bu yapılar bazı projelerde tamamen tek kullanıcıya, hizmet verdiği gibi bazı projelerde kat kat farklı kullanıcılara hizmet vermekte, hatta bazı projelerde her katta birden fazla farklı kullanıcı bulunabilmektedir. Bir çok inşaatı bitmiş yüksek yapı ofis binasının altında ayrıca çarşı ve kapalı otopark bulunmaktadır. Dolayısıyla bu tip binaların mekanik tesisatı projelendirilirken tüm bu farklı kullanım özellikleri dikkate alınmalıdır.

Mekanik tesisatta kullanılabilecek tüm sistemler ile temelde ısıtma, soğutma, havalandırma yapmak mümkündür, ancak sistem seçilirken binanın nasıl işletileceği önemli bir sistem seçim kriteri olarak gözönünde tutulmalıdır. Seçilecek sistem uzun süre kullanılacağı için, ilk yatırım maliyetinin yanında işletme maliyeti (ömür boyu maliyet), sorunsuz çalışması, havalandırma yeteneği, konfor şartlarını sağlaması gibi kriterlere dikkat edilmelidir.

Yüksek yapı ofis binalarında gerek dekorasyon, gerekse de diğer sistemler için önemli bedeller ödeyen firmalar, doğal olarak hacimlerde konforun en üst düzeyde olmasını talep etmektedir. Firmaların genelde çok dinamik bir yapıya sahip olması, organizasyon şemalarının ve yerleşimlerin sık sık değişmesine neden olmaktadır. Çalışanların sayısı ve buna paralel olarak aydınlatma ve makine gücü değişebilmektedir. Bütün bu nedenlerden dolayı, yüksek yapılarda kullanılabilecek ısıtma ve klima sistemleri çok esnek olmalıdır.

Mimari açıdan bina cephesi çok önemlidir, çünkü cephe binanın konseptinin bir parçasıdır. Bu yüzden mimarlar için cephenin seçilen sistemden ne kadar etkileneneği çok önemlidir. Burada mimar, mal sahibi, mekanik tesisat proje tasarımcısı, taahhüt grubu sistem seçimi için beraber çalışmalı, mal sahibinin istekleri ve, mimarın konsepti dikkate alınmalıdır. Bu arada tesisat projecisinin sistem seçimi ile ilgili notları da dikkate alınarak bina için en uygun sistem seçilmelidir.

Yüksek yapı ofis binalarında yüksek statik basınç nedeniyle dikey zonlama gereksinimi oluşur. Önemli kriterlerden olan basınç, yapının kullanımına uygun zonlama ile kontrol altına alınabilir. Bu tip yapılarda statik basınçın yanında, rüzgar etkisi, baca etkisi, iç hava kalitesi, hava taşınması, yangın güvenliği, acil durum prosedürleri, deprem önlemleri, bina yönetim sistemi ve zonlama (çevre zon ve çekirdek zon) gereksinimleri gibi konularda dikkate alınmalıdır. Yapının mimari tasarımında tesisatla ilgili rezervasyonlar üzerinde önemle durulmalıdır. Yüksek yapı ofis binalarında yer kaybı mümkün olduğunca az tutulmaya çalışılmalıdır, bu tip binalarda binanın her m²'si çok pahalıdır. Tesisat şaftlarının mimari projedeki yeri, yerleşimi, boyutları ve kullanımı çok

özel bir dikkati ve çalışmayı gerektirir. Çatı kazan daire-si yapıp baca için ayrılacak rezervasyonu bina için kullanmak bir çok projede önemli avantajlar sağlamıştır. Yüksek yapı ofis binalarında rüzgar etkisi sebebiyle pencereler açılmamaktadır. Buda mekanik havalandırmanın önemini daha da artırmaktadır. Havalandırmanın 12 ay boyunca ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca iç hava kalitesinin binada çalışanların performansını direk olarak etkilediği de dikkate alınmalı, taze hava miktarı bu kriterlere göre belirlenmelidir. Bu tip yüksek yapılarda yangın güvenliği en büyük problemdir. Yangın güvenliği konusunda hiçbir risk alınmaz. Her ilave edilen kat aynı oranda yangın riskini artırır. Optimizasyon ve riski azaltma çabaları her türlü yapıda gerekli olmakla birlikte, yüksek yapılarda sonuçları çok çarpıcıdır. Optimizasyon tesisatın her aşamasında birinci önceliktedir. Optimizasyonun sağlanmasındaki her küçük hata, yüksek yapılarda katlarda tekrarlanarak süreceğinden oluşabilecek, yer kaybı, yatırım maliyeti, enerji kayıpları çok büyük boyutlara ulaşır. Ham petrol fiyatlarındaki hızlı ve aşırı yükselmenin de etkisi ile enerji tüketimi sistem seçim kriterleri içinde çok daha önemli bir öğe haline geldiği unutulmamalıdır.

Yüksek yapı ofis binalarında mekanik tesisat (ısıtma, soğutma, havalandırma, yangın ve sıhhi tesisat) ve elektrik tesisatının maliyeti, arsa hariç toplam inşaat maliyetinin yaklaşık %35'i kadardır ve her zaman %25'inden fazladır.

Binanın kullanım amacına hitap eden mekanik ve elektrik ekipmanlarının kapladığı alanlar ve tesisat şaftları için de brüt bina alanının %7-10 arasında yere ihtiyaç vardır.

Ayrıca binanın dış görünüşü ve bina çekirdeği de binadaki mekanik tesisat sistemin seçiminden etkilenir. Bu yüzden sistem seçiminde tüm takım (mal sahibi, danışmanlar, mimar, proje ve taahhüt firma yetkilileri) görev almalıdır.

Yüksek yapılarda klima sistemi kurmak deyince akla, sistem seçimi, monte edilen cihazların detayları, seçilen sistemin çalışabilmesi için cihazların monte edileceği yerlerin belirlenmesi gibi konular gelir. Gerekli olan HVAC sisteminin ve ilave ekipmanların seçiminde minimumda aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

- İmar durumu
- Mimari ve konstrüktif sınırlamalar ve hedefler
- O dönemdeki ve gelecekteki potansiyel kullanıcıların ihtiyaçları
- Kullanıcıların beklentileri ve harici beklentiler
- Binanın çevre ile ilişkisi
- Yaşam mahallerindeki akustik ortam
- Kullanılacak enerjinin cinsi

- Enerji tüketimi
- Yıllık işletme ve bakım masrafları
- Duman tahliye ve yangından korunma ve söndürme sistemleri
- Sismik ihtiyaçlar (uygulanabiliyorsa)
- Yatırım için gerekli olan sermayenin maliyeti (finans maliyeti)

Ham petrol fiyatlarındaki hızlı ve aşırı yükselmenin de etkisi ile enerji tüketimi sistem seçiminde göz önünde tutulması gereken kriterleri içinde çok daha önemli bir kriter haline gelmiştir.

Dikkat edilecek hususlar listesi alçak bir bina için hazırlandığında da bundan farklı olmamaktadır. Alternatif sistemler yaratmak her zaman mümkün olmakla birlikte, yüksek binalarda alternatif sistemler, alçak binalara göre daha limitlidir.

Sistemlerin detaylı alternatifleri projecinin deneyimine ve hayal gücüne bağlı olmakla birlikte, uygulanacak sistem primer sistemler, tam havalı ve hava-sulu sistemlerin varyasyonlarıdır.

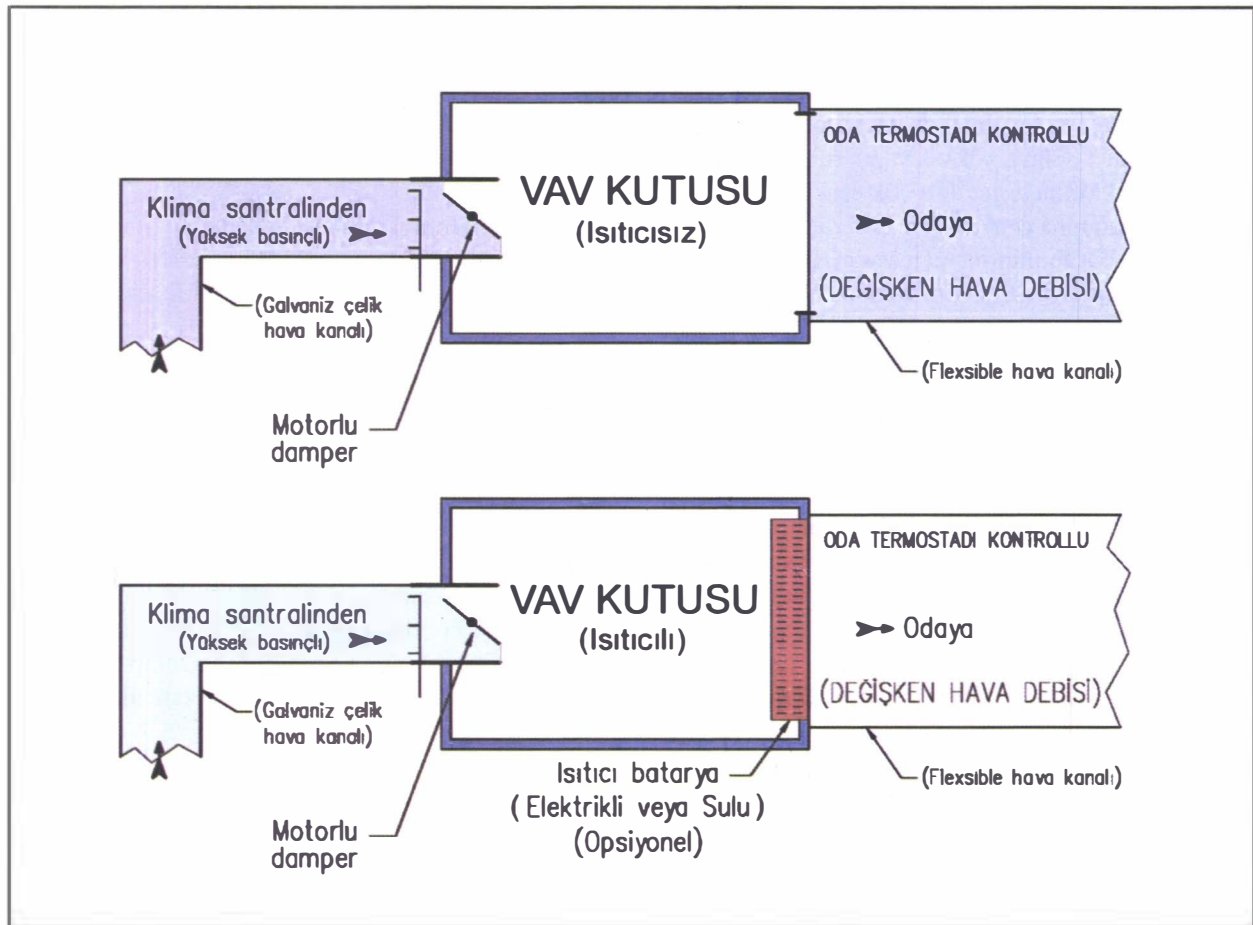
Projelerde mal sahibinin ne istediğine bakılmalıdır. Mal sahibinin binayı nasıl kullanacağı veya kiralayacağı sistem seçimini etkileyecektir. Merkezi Klima Sisteminin mi? yoksa her bağımsız bölüme veya kata ayrı Klima Sisteminin mi? daha uygun olacağına

bakılmalıdır. Bu seçimde mal sahibinin yanında, mimar, proje ve taahhüt firma yetkilileri yani tüm takım birlikte görev almalıdır.

Ofis olarak kullanılacak yüksek yapılarda uygulanacak klima sistemleri başta sayılan bütün şartları aynı anda sağlayabilecek yetenekte olmalıdır. Yapıların klimatizasyonunda:

- Tam havalı sistemler (all-air systems)
- Hem hava hem su kullanan sistemler (air-water systems)
- Tam sulu sistemler (all-water systems)

kullanılabilir. Tüm su kullanan sistemlerde havalandırma sakıncası olduğundan genelde bu tip yapılarda tek başına kullanılmamalıdır. Yüksek yapıların giriş lobi, konferans salonu, yemekhane gibi bazı bölümlerin klimatizasyonunda tüm havalı sistemler kullanılabilir. Binanın giriş bölümünde danışma bankosunun yakın bir yerine statik ısıtma da düşünülmelidir. Bu kişilerin bankosu asansör draftı ve giriş havası ceyranı üzerinde olmamalıdır. Özellikle kule katlarında kullanılacak sistemin belirlenmesi yapılacak fizibilite işletme ve bakım onarım avantajları, konfor üstünlüğü göz önüne alınarak yapılmalıdır. Son zamanlarda yüksek yapılarda ağırlıklı olarak kullanılan alternatif sistemler aşağıda 8 başlık altında toplanmıştır. Doğal olarak seçenekler bunlarla sınırlı değildir.



Şekil 6.3. TAM HAVALI VAV SİSTEM PRENSİP ŞEMASI

6.2.1. TAM HAVALI VAV SİSTEMLERİ

- Tam havalı VAV sistemleri bir çok değişik alternatifleri ile yüksek binalarda gerek enerji ekonomisi gerekse konfor açısından en fazla kullanılan sistemlerden biridir. VAV sistemi için şartlandırılmış hava merkezi bir fan odasından veya kat bazındaki klima sisteminden sağlanır. VAV sisteminde oda sıcaklığı kontrolü, odadaki soğutma ihtiyacına göre odaya gönderilen soğuk hava miktarı değiştirilerek sağlanır (Şekil 6.3).
- Daha önceleri yüksek binalarda kullanılan tam havalı sistemlerde ise, sabit hava debisi ve bu havanın tekrar ısıtma (reheat) ile veya iki kanallı sistemlerde sıcak hava kanalı ile soğuk hava kanalı arasında karışım yaparak zonlarda veya müstakil odalarda sıcaklık kontrolü yapıldı. Bu alternatiflerin fazla enerji tüketmeleri ve ilk yatırımın yüksek olması sebebiyle, bu sistemler artık yüksek ve yaygın binalarda kullanılmamaktadır.
- VAV terminalleri ve kutuları birçok değişik alternatifleri ile yüksek yapılarda kullanılmaktadır. Tüm bu alternatiflerde oda sıcaklığı kontrolü, üflenene soğuk hava miktarı değiştirilerek sağlanır. VAV sistemi yıl boyu soğutmaya çalışan bir sistem olduğundan hacim içi hava dağılımı da çok iyidir.
- VAV sistemler; free cooling, cool down, warm up ve yıllık ortalama iç hava kalitesi açısından ofis yapılarında diğer sistemlere göre avantajlıdır. Ancak genellikle daha yüksek asma tavan boşluğuna ihtiyaç vardır (yaklaşık 600mm).
- VAV sistemi devamlı soğutmaya çalışan bir sistemdir.
- Yıl boyunca dış hava sıcaklığından bağımsız olarak sürekli soğutma ihtiyacı olan iç zonlarda (çekirdek zon) kışın ısıtma ihtiyacı olan dış zonlarda, aşağıdaki üç alternatif VAV kutusundan biri kullanılabilir. Statik ısıtmaya dış zonlarda ihtiyaç vardır.

6.2.1.1. VAV + Statik Isıtma Sistemi

- Dış yüzeylerde (çevre zon) statik ısıtma yapıldığı için ısıtma konforu en fazladır.
- Isıtma sezonunda da enerji tüketimi VAV sistemlerinde en düşüktür.
- Soğutma yükü azaldığında üflenene havayı direk olarak azaltan VAV kutuları ticari bina projelerinde çok kullanılır. Bu tip kutular en düşük yükseklığe sahip olduklarından avantajlıdır.
- Dezavantajları ise, düşük soğutma yüklerinde, odada zayıf bir hava sirkülasyonuna sebep olacak kadar havayı azaltmalarıdır.
- Bu dezavantajı önlemenin bir yolu, terminalde (VAV kutusunda) bir minimum hava debisi set etmek ve bu debinin altına indirmemektir.

- VAV terminallerine hava gönderen klima santralleri cephedeki güneş etkisi, dış hava sıcaklığı ve nemine göre çıkış hava sıcaklığını ayarlayabilecek otomasyon sistemleri ile kontrol edilirse (bu çok tercih edilmemelidir),

- İki zıt cephe ve iç zon için (toplam 3 adet) VAV klima santrali kullanma imkanı yaratılabilirse, VAV sisteminde kutular verilmesi gereken taze hava debisi değerine kadar kısılmalıdır. Eğer hacimde hiç yük yoksa tam kapama yapılabilir (oda kullanımı dışında ise).

Normal işletme şartlarında VAV kutularına giren hava miktarını çok fazla kısma ihtiyacı olmayacak, odada istenen hava sirkülasyonu ideal şartlarda sağlanacaktır. Bu şartlarda ısıtma, soğutma ve havalandırmada en yüksek konfor şartını karşılanacak, enerji tüketimi de minimuma inecektir.

VAV veriş havası sıcaklığının uygun bir şekilde seçilmesi ile iç zonlarda m³/s 3 l/s minimum veriş havası sağlanabilir. Bu durumda çevre zonlara verilecek hava debisinin biraz artmasına karşın birden fazla santral ve kanal sistemi kullanma alternatifine göre oldukça tasarruflu bir sistem elde edilir.

6.2.1.2. VAV + Statik Isıtma Sistemi Uygulama Örnekleri

6.2.1.2.1. Uygulama Örneği 1: Sabancı Center (Şekil 6.4)

Toplam 107.000 m² kapalı alana sahip Sabancı Center ortak kullanılan 5 bodrum kat, 35 katlı Akbank Kule ve 30 katlı Holding kuleden oluşmaktadır. Kulelerin en yüksek noktası yaklaşık 132 metredir.

Akbank kulede 17. kat, 35. kat ve Holding kulede ise 14. kat, 30 kat tesisat katları olarak kullanılmaktadır. Diğer tüm katlar ofis olarak kullanımdadır.

Isı merkezi 5. bodrumdadır (Şekil 6.5). Havalandırma için değişken debili sabit sıcaklıklı sistem kullanılmıştır. Kuleler, bodrum ofisleri, hazine binası frekans kontrollü klima santralleriyle havalandırılmaktadır. Garajda ve depo alanlarında karışım havalı sabit debili cihazlar kullanılmıştır.

Tüm sistem bina otomasyon sistemi kontrolü altındadır. Cihazlar 5. bodrumda, 3. bodrumda ve tesisat katlarındadır.

Soğutma sistemi, 2 adet 3.500 kW kapasiteli santrifüj çiller ve 2 adet 600 kW kapasiteli heat recovery özellikli hermetik kompresörlü çillerden meydana gelmektedir.

Küçükler yazın geceleri, kışın ise geçiş mevsimlerinde kullanılmaktadır. Mümkün olan zamanlarda otomasyon free cooling yaparak enerji tasarrufu yapmaktadır. Mümkün olmadığı zamanlarda ise sistem 24 hizmet vermek üzere kurulmuştur.

Ofislerde soğutma slot menfezlerden yapılmaktadır (Şekil 6.6).



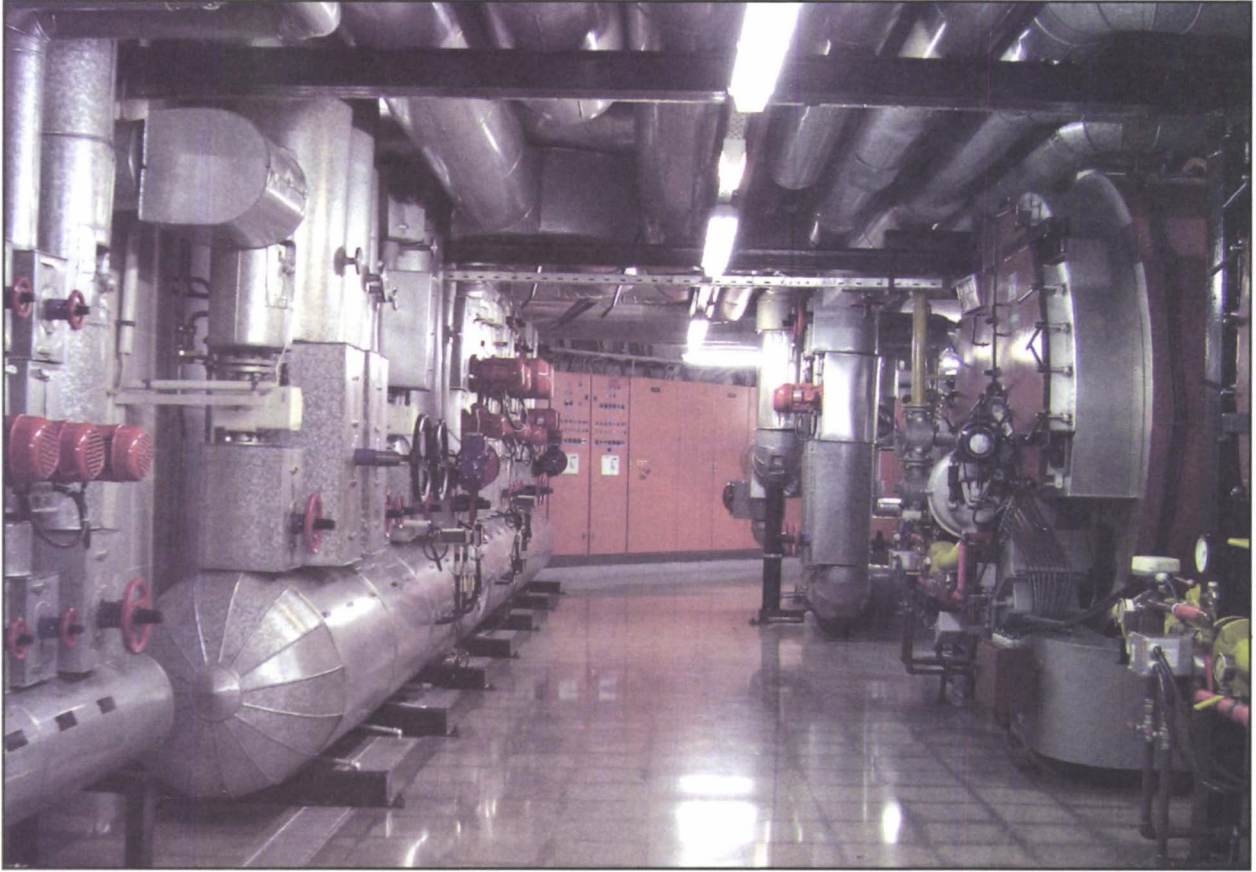
Şekil 6.4. Sabancı Center



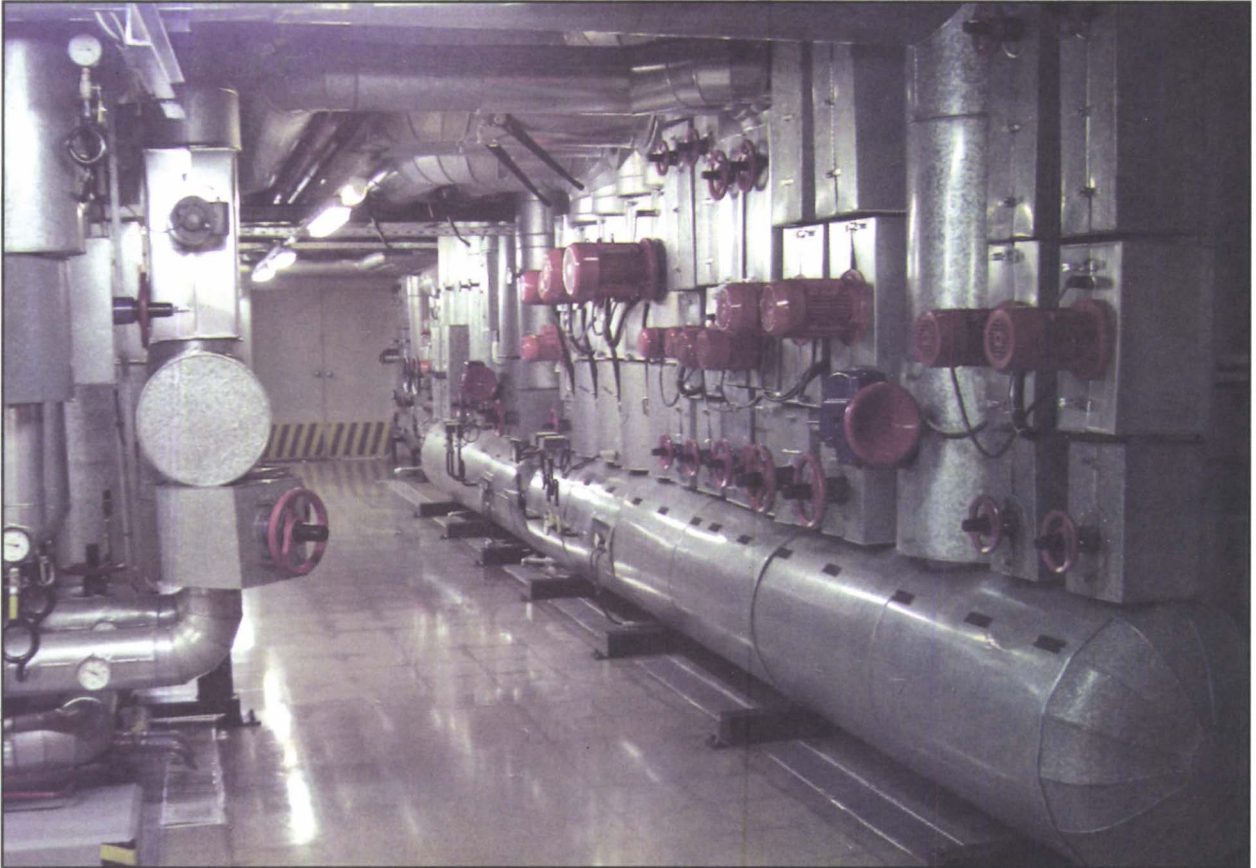
Şekil 6.5A. Sabancı Center ISI MERKEZİ KLİMA SANTRALLERİ-1



Şekil 6.5B. Sabancı Center ISI MERKEZİ KLİMA SANTRALLERİ-2



Şekil 6.5C. Sabancı Center ISI MERKEZİ KOLLEKTÖRLER



Şekil 6.5D. Sabancı Center ISI MERKEZİ KOLLEKTÖRLER

Sabancı Center'in teknik müdürü sistemin bugünkü durumunu ve eğer sistemi bugün tekrar kurarsa ne yapacağı hakkındaki görüşlerini şu şekilde özetlemektedir:

- Sistem, 1990'larda projelendirildiğinden ve zamanın ilk akıllı binası olarak yapıldığından eksiklikleri bulunmaktadır.
- Zamanın teknolojisine uygun olarak yenileme çalışmaları yapılmaya devam edilmektedir. Yenileme malzemelerin eskimesi nedeniyle değil, teknolojik eskime ve enerji tasarrufu amaçlı yapılmaktadır. Yatırımın geri dönüşümü hesaplanarak projede tadilata gidilmektedir.
- Şikayetsiz bir bina içinde kimse olmadığı zaman olur. En iyi projede yapılsa da insanları memnun etmek mümkün değildir. Kışın ortam sıcaklığı 23°C'de üşüyen bir kimse şikayet edebiliyorsa çoğunluğun memnuniyeti bizim için geçerli olmalıdır.
- Şikayetler genelde ortam sıcaklığının 22,5- 23°C olması nedeniyle, menfez yerleşimlerinin oturma düzenine uymamasından hava hızları nedeniyle ve oda termostatlarının doğru kullanılamamasından kaynaklanmaktadır.
- Bugün yeniden yapsam, kesinlikle menfez yerleşimlerini, hava akımının personel üstüne gelmeyeceği şekilde, oturma düzenine göre yerleştirirdim (Mimarlar bu konuda itiraz edeceklerdir.).

Yine VAV'li ve statik ısıtınalı bir sistem kurardım ancak, radyatör termostatlarına müdahale edilmeyecek şartları veya sistemi kurardım.

- Sadece dış hava sıcaklığı ile çalışan ve termostatik vana ile iç ısı ayarlamasını zonlama yaparak iç ısıyı otomasyondan ayarlardım.
- Isıtma ve soğutma sistemini dört borulu fan coil sistemde yapabilirdim (Bu konuda uygulama çalışmaları, soğutma kulesinde ve pompalarda tamamlanmış olup, soğutma grupları değişimi ve bina otomasyon sisteminin up-grade'i ile 2008 yılı içinde tamamlanacaktır.).
- Ofis ağırlıklı bir bina için heat Recovery'li bir soğutma grubu kurmazdım. Free Cooling'e geçişin otomatik yapılmasını sağlayarak personel yetkisine bırakmazdım (2008 Otomasyon değişiminde uygulanacak).
- Ofis aydınlatmalarını merkezi değil, cama paralel üç farklı zonda yaparak cam önlerinde aydınlatmaların yanmamasını, iç ortamlarda ise ışık şiddetine göre otomatik yanmasını sağlardım.

6.2.1.2.2. Uygulama Örneği 2

İÇ ZON: VAV

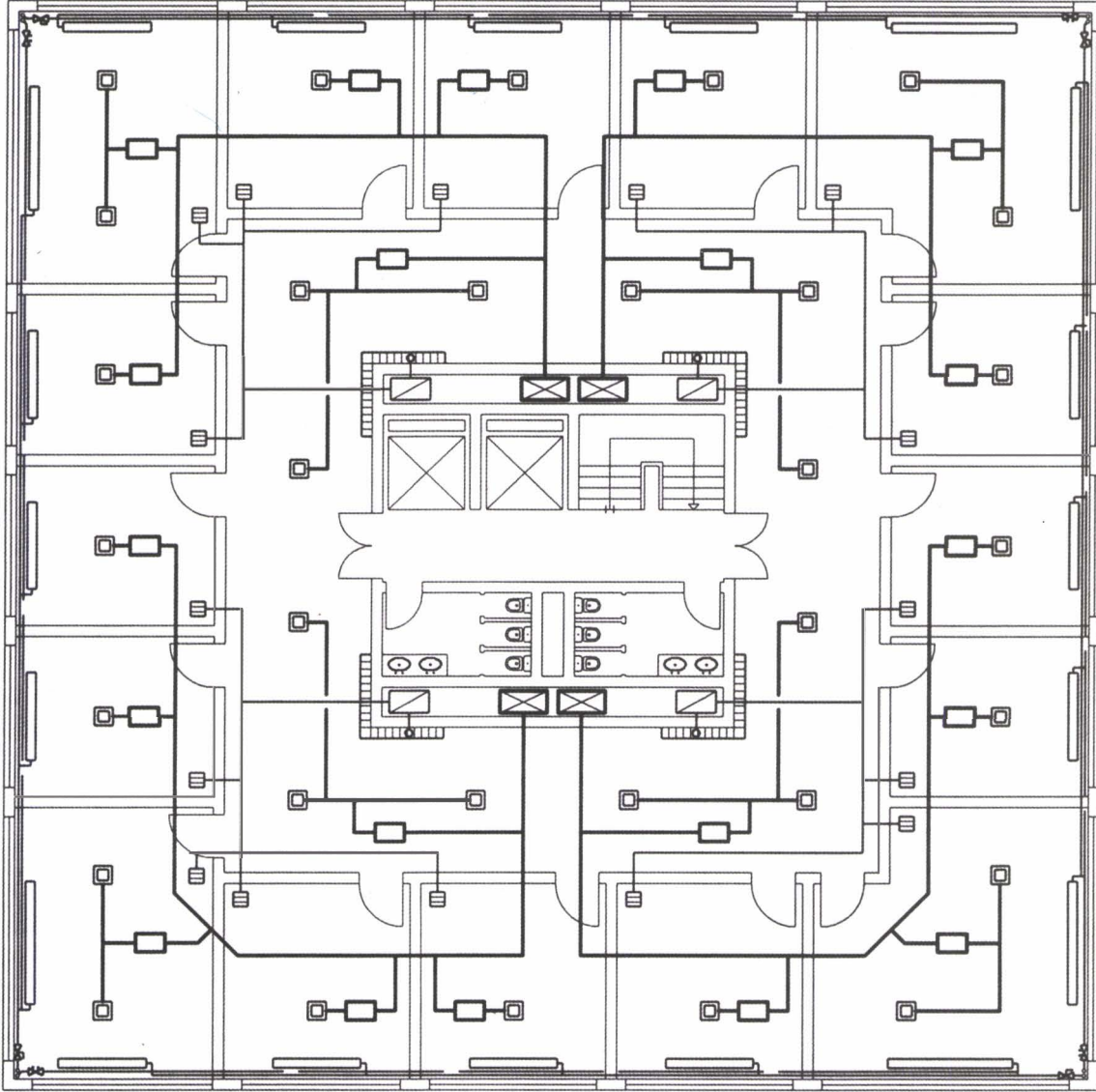
ÇEVRE ZONU: VAV + konvektör veya radyatör ile statik ısıtma

Bu sistemde örnek fonksiyon şeması olarak Şekil 6.7 verilmiştir. Örnek, şematik tek kat planı ise Şekil 6.8'dedir.



Şekil 6.6. Sabancı Center OFİSLER SLOT DİFÜZÖRLER





V.A.V. SANTRAL + RADYATÖR SİSTEMİ 1

- NOT : 1-) RADYATÖRLERDE TERMOSTATİK RADYATÖR VANASI KULLANILMALIDIR.
 2-) V.A.V. KLİMA SANTRALI HAVA ÇIKIŞ SICAKLIKLARI YAZIN 14 °C, KIŞIN 16 °C OLMALIDIR.
 3-) V.A.V. BOX ÇIKIŞLARINDA ELEKTRİKLİ ISITICI OLMALIDIR.

Şekil 6.8. VAV SANTRALİ + RADYATÖR SİSTEMİ KAT PLANI TEK HAT ŞEMASI

Bu çözümde çevrede sıcak sulu radyatör (veya konvektör) sistemi, kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar. Bu ısıtıcı elemanların su girişlerinde termostatik kontrol vanası olmalıdır. VAV sistemi bir klima santralinden beslenir. Bu santralde üfleme havası filtrelenir ve şartlandırılır. Santralde soğutma ve hem de ısıtma serpantini vardır. Kışın sabah ilk saatlerde ön ısıtma gerekebilir. Kışın ayrıca dış hava sıcaklığının çok düşük olduğu zamanlarda içeri alınan soğutma havasının bir miktar ısıtılması gerekebilir. VAV sistemi esas olarak, hem iç zonda ve hem de dış zonda bütün yıl boyunca soğutmaya çalışır ve her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılar. Bu nedenle minimum taze hava açıklık ayarı bulunmalıdır.

Egzoz fanı asma tavan içi plenumuna bağlı dönüş kanalı üzerindedir. Kışın VAV sisteminden 15 - 17°C sabit sıcaklıkta çevre zonuna verilen havanın ortam sıcaklığına yükseltilmesi için gerekli olan ısıtma enerjisi de çevre zondaki statik ısıtma sistemince karşılanır.

Söz konusu enerjinin kayıp olarak değerlendirilmesi gerekir. Kış koşullarında dışarıdan alınan soğuk hava ana santralde üfleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Bunun üstündeki ısıtma çevre zona yerleştirilen radyatörlerle karşılanmaktadır. Kış döneminde mekanik soğutma devrede değildir. Ancak gerektiği zamanlarda otomatik olarak devreye girer.

Bu durumda çevredeki ısıtma sistemi kapasitesi hesaplanırken:

- Zonun iletimsel ısı kaybı,
- Zonun enfiltrasyon kaybı,
- VAV minimum hava debisi 22°C'ye ısıtılması için gerekli ısı dikkate alınmalıdır.

Avantajları:

- Kolay ekonomik gece ayarı yapımı/sabah ısıtma operasyonu,
- Zon kontrolü için mükemmel bir esneklik,
- Pencere altına ısıtıcı yerleştirilmesi, muhtemel down draft problemine en iyi çözüm olması,
- Sadece bir klima cihazı ve bir kanal sistemi olması,
- Besleme havası hacim sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta olduğundan daha iyi bir hava dağılımı sağlaması,
- Mevsim geçiş dönemlerinde dış taze hava oranının artırılması ile serbest soğutma yapabilme kabiliyeti ve iç hava karışımı daha yüksek olması,
- Dönüş havası kullanılarak besleme havasının ısıtılması (geçiş mevsimlerinde),
- Dönüş - egzoz sistemi ile dış hava soğutma imkânının (ısı geri kazanımı) kolaylıkla uygulanabilmesi,
- Duman egzoz sistemi için ilave yatırıma gerek olmamasıdır.

Dezavantajları:

- İç zonda ısıtmaya ihtiyaç olup olmadığı incelenmelidir.

- Konvektör veya radyatörün çevre zonda kullanılması burada yer kaybına neden olmaktadır.

6.2.1.2.3. Uygulama Örneği 3

İÇ ZON: VAV

ÇEVRE ZONU: VAV + tam havalı, sabit hava debili tam havalı sistem

Sistem Şekil 6.9'da görülmektedir. Bu sistemde çevredeki sabit debili tam havalı klima sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarının taban kısmını (sadece iletim kısmını) karşılar. Böylece çevredeki ısıtmanın tamamı ve soğutmanın bir kısmı (taşınım ile geçen kısmı) sabit debili klima sistemiyle karşılanır. Bu klima santrali tamamen dönüş havasıyla çalışmaktadır.

VAV santralinden elde edilen sabit sıcaklıktaki hava, iç zonda VAV kutularıyla bütün yıl boyunca soğutma ihtiyacını karşılar.

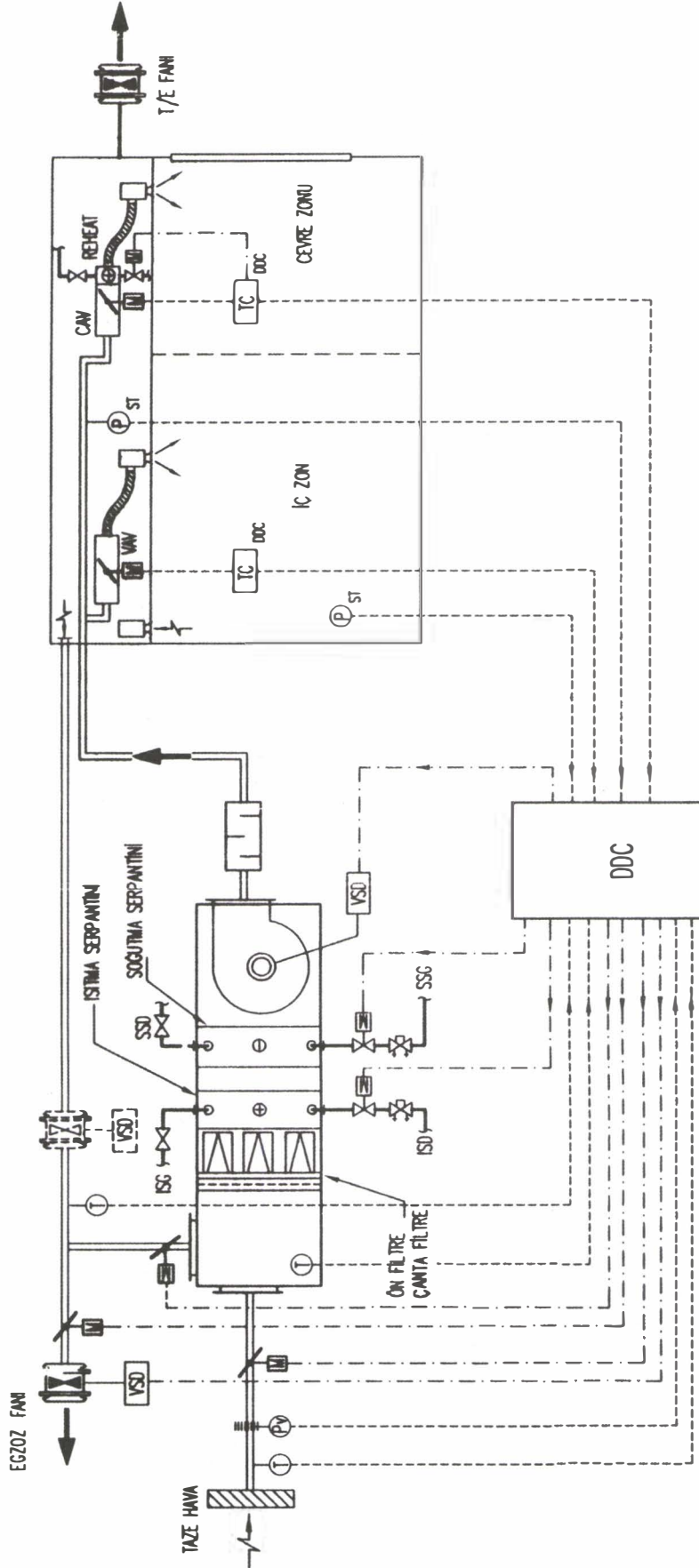
Aynı hava dış zona VAV kutularıyla değişken debide üflenerek, zonun taze hava ihtiyacını ve değişken soğutma yükünü karşılar. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu nedenle minimum açıklık ayarı bulunmalıdır.

Avantajları:

- Hiçbir döşeme alanı işgali yoktur.
- Kontrol zonlarının değişmesinde mükemmel esnekliğe sahiptir.
- Kolay ve ekonomik gece ayarı yapımı/sabah ısıtma operasyonu yapılır.
- Soğutucu devre gece boyunca durdurulabilir.
- Zonlarda çalışan makine olmadığından sistem oldukça verimli ve bakımı kolaydır.
- Zonlara sadece yüksek verimlilikte filtreleri bulunan klima santrallerinden hava verildiğinden iç hava kalitesi mükemmeldir.
- Klima santralleri dış hava şartları müsait olduğunda ekonomi çalışmasına geçer. İstanbul ikliminde yıllık enerji masrafları diğer bütün alternatif sistemlerden daha düşüktür.
- Katların tavanlarında boru dağıtımı yoktur. Soğutma ve ısıtma suyu boruları sadece santral makine dairelerine götürülür.
- Perimetre sabit hava debili sistemi sadece ısıtmada ve aşırı soğutma durumunda çalıştırılır. Geri kalan bütün zamanlarda durdurulur. Bu suretle fan enerjisinden büyük ölçüde tasarruf sağlanır.

Dezavantajları:

- İki ayrı kanal sistemi gerektirir.
- 450W/m ısı kaybı mertebeleri üzerinde muhtemel down - draft problemi vardır (Uygun tip slot difüzör seçimiyle sorun azaltılabilir).
- Sıcak havanın tavandan yere indirilmesi çok zordur.
- Statik ısıtma yapılmasına göre ısı konfor (ısıtma mevsiminde) daha düşüktür.



Şekil 6.9. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU VAV KLİMA SİSTEMİ

6.2.1.2.4. Uygulama Örneği 4

İÇ ZON: VAV

ÇEVRE ZONU: Reheat VAV sistem

Sistem Şekil 6.10'da görülmektedir. Bu sistemde çevre-deki değişken debili tam havalı klima sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazanç-larını karşılar. Böylece çevredeki ısıtmanın ve soğut-manın tamamı reheat VAV klima sistemiyle karşılanır. Bir VAV klima santralinden elde edilen sabit sıcaklıkta-ki hava, iç zonda VAV kutularıyla bütün yıl boyunca so-ğutmaya çalışır ve soğutma ihtiyacını karşılar. Aynı ha-va dış zona VAV kutularıyla değişken debide üflenerek, zonun taze hava ihtiyacını ve yazın değişken soğutma yükünü, kışın ısıtma ihtiyacını karşılar. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır.

Avantajları:

- Tek bir kanal sistemi vardır.
- Minimum hava miktarı gerektirir.
- Yeni iç yerleşimlere çabuk ve kolay uyum sağlar.
- Klasik reheat sistemlere göre daha az enerji sarfi-yatı vardır.
- Sistem dizaynı kolaydır.
- Döşemede yer kaybına neden olmaz.
- Sıcak suyla reheat yapılabilir. Ancak büyük çarşı-ların dükkanlarının VAV sisteminde, VAV kutula-rına elektrik ısıtıcı montajı daha uygundur. Bu ku-tulara sulu ısıtıcı monte etmek "VAV sistemi su-landırmak" olarak tanımlanabilir.

Dezavantajları:

- Klasik reheat sistemine göre daha az enerji sarf et-mesine rağmen, hala ısı savurganlığı vardır.
- İlk tesiste, boru vana sisteminin getirdiği ek mali-yet vardır.
- Dış kabukta ısı kaybı yüksek olması halinde down - draft problemi vardır (Uygun tip slot di-füzör seçimiyle sorun azaltılabilir).

6.2.1.2.5. Uygulama Örneği 5

İÇ ZON: VAV

ÇEVRE ZONU: Çift kanallı VAV sistemi

Bu sistemde iç ve dış zonlarda iki ayrı VAV sistemi bulunmaktadır.

Avantajları:

- VAV sistemleri içinde maksimum enerji tasarrufu yapan bir sistemdir.
- Döşemede yer kaybına sebep olmaz.
- Kolay, ekonomik gece ayarı yapımı / sabah ısıtma operasyonu temin eder.
- Isı geri kazanım sistem tatbikatlarına uygundur.
- Minimum hava miktarı gerektirir.

Dezavantajları:

- İki kanal sistemine gerek vardır.
- İlk tesisi en pahalı olan VAV sistemidir.
- Isı kaybının büyük olması halinde, muhtemelen down - draft problemi yaratır.

6.2.1.3. Fan Powered VAV Sistem

Fan powered VAV terminalleri iki ayrı tipte değerlendirilir:

- Seri fanlı VAV terminalleri
- Paralel fanlı VAV terminalleri

Seri fanlı terminal kutuları serin hava ile ortamdaki alı-nan havayı karıştırıp sabit debili bir fan ile devamlı hacme basarlar.

Soğuk hava ile ortamdaki dönüş havasını karıştırarak ortama sabit debide hava veren seri akışlı fan powered VAV terminalinde, ortama sabit debide hava gönder-meye yarayan küçük bir fan vardır (Şekil 6.11).

Paralel akışlı fan powered VAV terminalinde ise ter-minalin içindeki fan ortam havasını alıp tekrar ortama verirken, merkezi klima santralinden gelen soğuk ha-va terminal çıkışında ortam havası ile karışarak orta-ma verilir (Şekil 6.12).

Seri fan powered kutunun avantajı her türlü yük duru-munda ortamda sabit bir hava debisi olması ve böyle-ce her türlü yük durumunda sabit hava debisi ile mü-kemmel bir hava dağılımı sağlamasıdır.

Seri akışlı fan powered terminalindeki fan sürekli dev-rede-dir. Bunun sonucunda VAV kutusundaki basınç kaybı VAV'nin fanı tarafından yenildiği için, merkezi santralin fan enerjisi çekişi azalır. Ancak VAV kutu-sundaki fan çok düşük verimli olduğundan, sistemin toplam enerji tüketimi genelde daha fazladır.

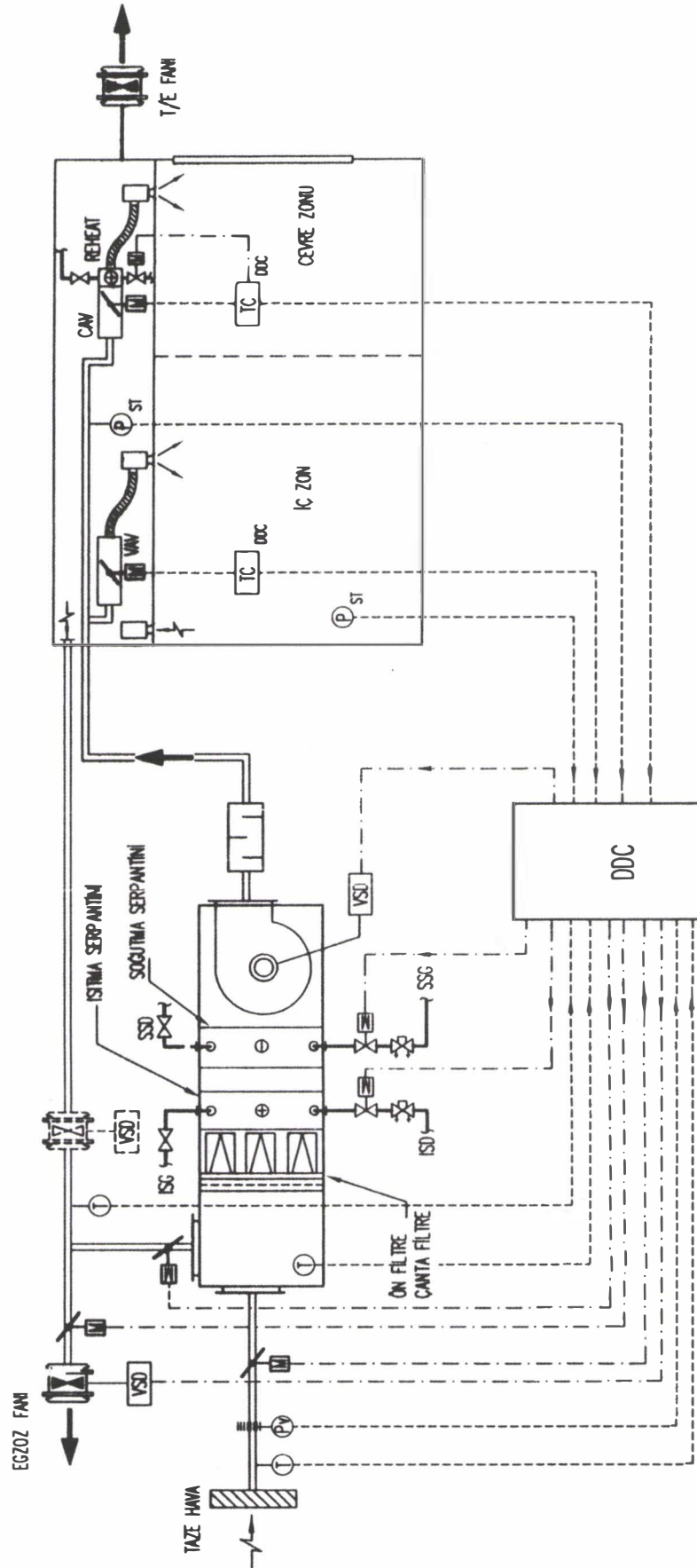
Seri fanlı sistemlerde düşük besleme havası kullanıl-ması halinde ebatları ve dolayısıyla shaft ebatları kü-çüktür. Ancak toplam enerji sarfiyatı fazladır.

Paralel akışlı fan powered terminalerde fan sürekli dev-rede değildir. Isıtma ihtiyacı gerektirdiğinde veya düşük soğutma ihtiyacında (klima santralinden verilen hava azaldığında) bu fan devreye girerek karışımı sağlar.

Toplam enerji tüketiminin biraz fazla olmasının çok önemli olmadığı ve terminal seçiminde pek dikkate alınmadığı yıllarda daha fazla kullanım alanı bulmuş-tur. Bu sistem düşük sıcaklıklı havalı sistemlerde, da-ğıtılan hava debisini ve dağıtım için gerekli olan ener-jiyi azaltmak için kullanılırsa, önemli olur. Ancak enerji tüketiminde fazla olduğu unutulmamalıdır.

Fan powered VAV sistemlerinin avantajları:

- Her türlü yük durumunda ortamdaki hava debisi sabittir.
- Merkezden düşük sıcaklıkta hava gönderilen (yak-laşık 9°C) soğutma sistemlerinde kullanılması avantajlı olabilir. Ancak 9°C sıcaklıkta havayı kli-ma santrali çıkışında elde edebilmek için su soğut-ma grubuna 4,5°C su üretmesi gerekir ve su soğut-ma grubunun COP'si ciddi oranda azalır. Klima Santrali fan motorlarının küçülmesi sistemin top-lam elektrik tüketiminin artmasını engellemez.
- Merkezden daha düşük miktarda hava dağıtılır.
- Daha düşük hava kanalları kesitleri ve daha küçük tesisat shaftlarına ihtiyaç vardır.



Şekil 6.10. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU REHEAT VAV KLİMA SİSTEMİ

Fan Powered VAV sistemlerinin dezavantajları:

- Isıl konfor (statik ısıtmaya göre) ısıtmada daha düşüktür.
- Enerji tüketimi (statik ısıtmaya göre) ısıtmada daha fazladır.
- Enerji tüketimi soğutmada da daha fazladır. Seri fanlı VAV terminalli sistemlerde, fanlar sürekli devrededir. Primer hava miktarı daha az olduğu için free-cooling ve cool-down imkanları daha azdır. Primer hava miktarı sadece düşük hava sıcaklıklı sistemlerde daha azdır. Normal 14 - 15°C veriş havasıyla çalışan VAV sistemlerinde free-cooling ve cool-down'dan yıllık yararlanma süreleri daha fazladır.
- Fan-powered VAV kutularının yüksekliği simple VAV kutularına göre daha fazladır.

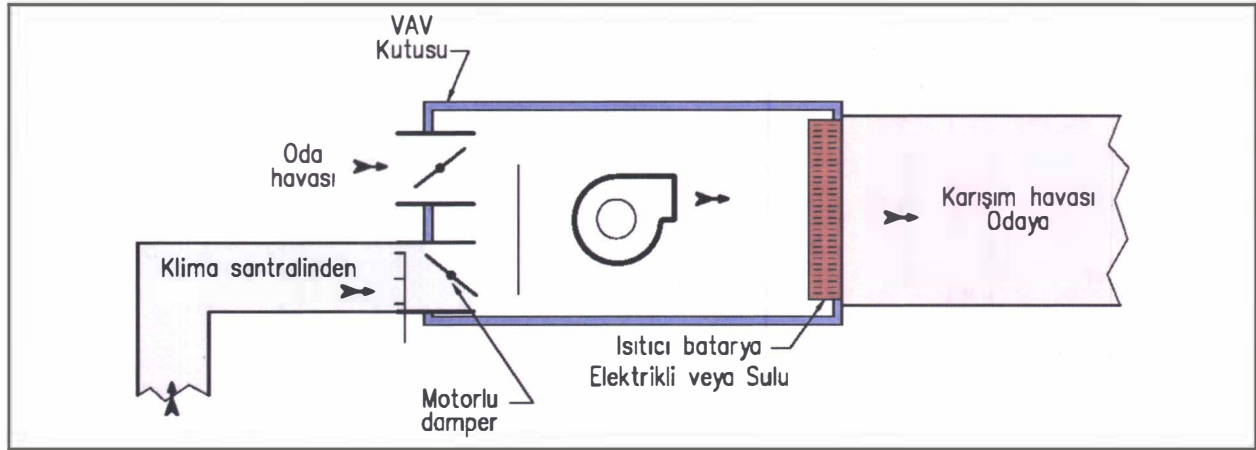
6.2.1.4. Fan-Powered VAV Sistem Uygulama Örnekleri

6.2.1.4.1. Uygulama Örneği 1: Tekfen Tower (Şekil 6.13)

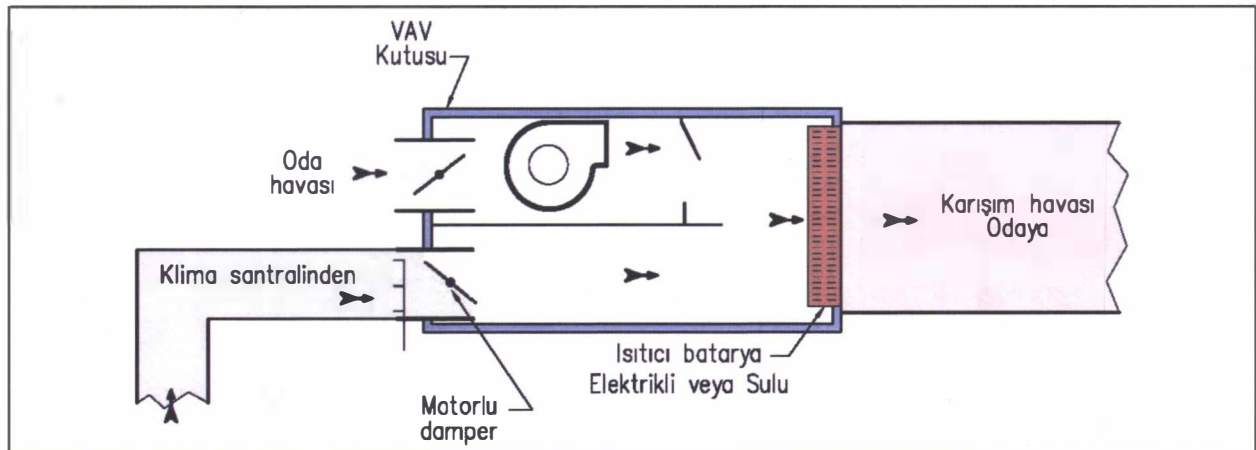
Tekfen Tower binası tasarlanırken yüksek bir yapıda yüksek konforu ekonomik işletmeyle sağlamak için gerekli tüm kriterler göz önüne alınmaya çalışılmıştır. Tekfen Holding A.Ş. Emlak Geliştirme Grubu'nun

sahip olduğu DIN EN ISO9001-2000 Kalite Yönetim Sistemi çerçevesinde, ofis kullanım amaçlı olarak yapılmıştır. Tekfen Tower'da, günümüz ofis çalışanlarının ihtiyaçlarının karşılanması için kafeterya, kuaför, kuru temizleme, lostra, drugstore, konser, konferans, fitness salonları gibi mekanlar oluşturulmuştur. Teknik sistem ve ekipmanların seçiminde konforu üst düzeyde tutulabilecek sistemler seçilmiştir. Özellikle cihaz ve ekipman seçiminde maksimum verimlilik gözetilmiştir. Bu tip konfor binalarında enerji tasarrufu temininin en iyi yolu doğru sistemi ve bu sistemde çalışacak yüksek verimlilikte cihaz ve ekipman seçmektir. Diğer önemli bir hususta, yapım esnasında ulusal ve uluslararası standartları takip eden profesyonel kadrolarla çalışmaktır. Tekfen Tower günümüz ihtiyaçlarını karşılayacak konforlu, güvenli ve teknolojik bir bina olması yanında, enerji tüketimi optimum verimlilikte, çevre ile uyumlu bir bina olarak tasarlanmış ve yapılmıştır. Tekfen Tower'daki sistemler aşağıda özetlenmiştir:

a. Mekanik Sistemler: Mekanik ekipmanların yerleşimi hava ve su tarafı dikkate alınarak kule bloğunda dört ayrı kat teknik hacim olarak düzenlenmiştir. Kule bloğu dışındaki podyum bloklarında iki adet kat teknik hacim olarak düzenlenmiştir.



Şekil 6.11. SERİ BAĞLI FAN-POWERED VAV TERMİNALİ



Şekil 6.12. PARALEL BAĞLI FAN-POWERED VAV TERMİNALİ



Şekil 6.13. Tekfen Tower

Teknik hacimlerin yeri ve sayısı belirlenirken basınç zonlaması ve cihazlardan (özellikle VAV santrallerinin 8 katın üzerinde kullanımının verimsiz olması) maksimum verimlilikte istifade edilmesi göz önünde bulundurulmuştur. Havalandırma sisteminde, iç hava kalitesinin temini için kişi başına 50 m³/h'lik taze hava öngörülmüştür.

Binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma ihtiyaçlarının karşılanması için; özellikle ısıtmada dönüş havasının tavandaki atık aydınlatma ısısının kullanılması, kış aylarında hacme beslenen havanın homojen ve yeterli bir miktarda yayılması için, paralel tip FPVAV (fan powered variable air volume) sistemi kullanılmıştır. Isıtma sisteminin sıcak su temini için; yüksek verimlilikte frekans konvertörlü iki adet çelik doğalgaz kazanlardan biri yoğunlaşmalı seçilmiştir. Soğutma sisteminin soğuk su temini için 2 adet santrifüj, 1 adet vidalı (düşük yüklerde verimli çalışmanın temini için) su soğutmalı soğutma grupları kullanılmıştır. Bina'nın ihtiyaç duyduğu su temini için 3 ayrı kaynak kullanılmıştır. Şebeke suyu, içme suyu, yağmur suyu. Tüm sular kullanım öncesi klorlama, filtrasyon, aktif karbon, yumuşatma, ultraviyole gibi proseslerden geçirilmektedir.

b. Elektrik Sistemleri: Elektrik enerjisi kaynakları olarak şebeke, UPS ve jeneratör sistemleri kullanılarak, her bir ofis katında elektrik beslemesi için ayrı ayrı şebeke panosu, UPS panosu ve jeneratör panosu koyulmuştur. Herhangi bir anda şebeke elektriğinin kesilmesi veya kalitesiz olması durumu için otomatik transfer panoları kullanılarak katlara temiz elektrik enerjisinin temini sağlanmıştır. Tüm elektrik panolarında elektronik sayaçlar kullanılarak panoların durumlarının enerji otomasyonu tarafından izlenmesi sağlanmıştır. Veri ve telefonla iletişim için fiber optik sistem kurulmuştur. Tüm kuvvetli ve zayıf akım kabloları halojen free olarak seçilmiş, dağıtımları conduit içinden geçirilerek yapılmıştır. İlk yatırım maliyeti açısından bakıldığında biraz yüksek durabilecek ama işletme ve güvenlik çerçevesinden bakıldığında son derece yüksek performanslara sahip kuru tip trafolar seçilmiştir. Aynı şekilde 2 adet son teknoloji UPS'ler birbirlerini yedeklemesi sağlanarak binamızın ve kiracılarımızın tüm önemli sistemleri koruma altına alınmıştır. Tüm binada bakımsız tip akümülatörler kullanılarak bakım maliyetleri düşürülmüştür. Yüksek güvenilirlik ve kaliteye sahip iki adet jeneratör birbirlerine senkronize edilmiş ve otomatik transfer panelleri ile koordineli olarak yük önceliklerine göre sistem stabilitesini sağlamıştır.

c. Yangın Güvenliği: Tekfen Tower binası olası bir yangın riskine karşı, NFPA, BS476, BOCA, İstanbul Büyükşehir Yangın Yönetmeliği ve uluslararası sigorta şirketlerinin bakış açıları dikkate alınarak kurulan merkezi yangın tesisatı ile korunmaktadır.

Yangınla mücadele için; sulu söndürme, CO2/FM200 gazlı söndürme, merdiven kovası basınçlandırma, asansör kuyusu basınçlandırma ve duman kontrol sistemleri bulunmaktadır. Yangınla mücadele sisteminin "life safety" özelliğinin temini için HVAC sisteminde bağımsız UL, FM onaylı yangın otomasyon sistemi bulunmaktadır. Yangın ihbar sistemi tüm zonları izlemekte ve herhangi bir yangın durumunda yangınla mücadele sisteminin daha önceden belirlenen senaryosunu devreye sokmaktadır. Binada kullanılan tüm kablolar, yandığı zaman insan sağlığına zararlı olabilecek toksik madde çıkarmayan "halojen free" özelliktedir. Yangınla mücadelede kullanılacak tüm ekipman kabloları "halojen free" + yangına dayanıklı özelliktedir. Mekanik sistemlerde yandığı zaman toksik madde çıkartan PVC malzemeler kullanılmamıştır. Yangın algılama sisteminde ofis hacimleri ve insan bulunan mahallerde adresli optik duman dedektörü, mekanik hacimlerde ısı dedektörü kullanılmıştır.

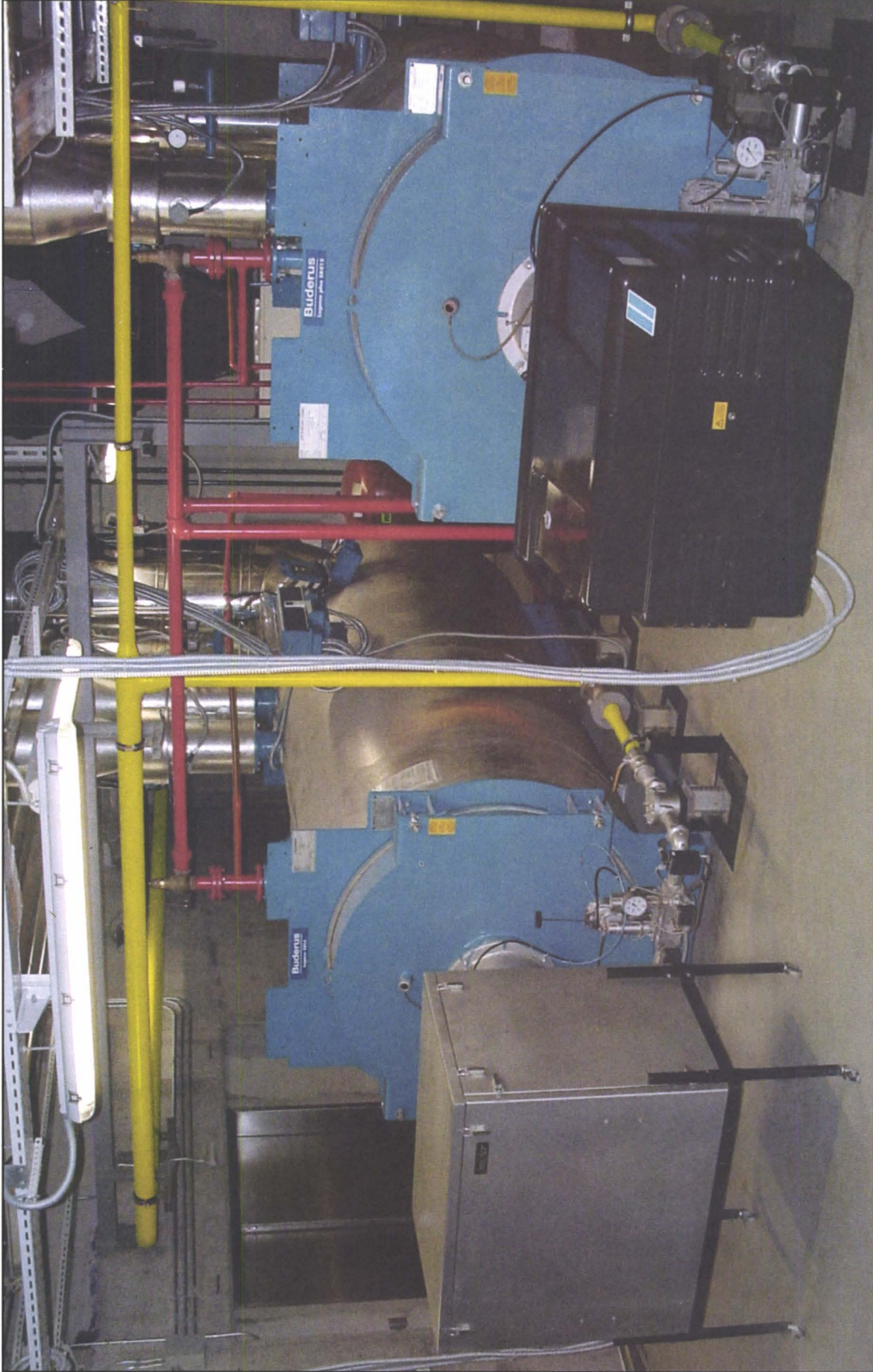
d. Deprem Güvenliği: 1999 depreminden sonra yayınlanan şartname esas alınarak betonarme yapı oluşturulmuş, ayrıca Boğazçi Üniversitesi ve Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma'da görevli Prof. Dr. Nuray Aydınoglu tarafından etüt edilerek raporlanmıştır. Yapı betonarmesinin dışında tüm cihaz, ekipman, boru vs Amber Booth firmasının danışmanlığında deprem esnasında sismik kuvvetlerin "1g" olacağı düşünülerek, tüm cihaz, ekipman boru vs sismik halatlar ile bağlanarak sertifikalandırılmıştır. Burada amaçlanan deprem esnasında cihaz ve sistemlerin hasar görmeden etkinliklerini korumalarıdır.

e. Akustik: Cihazlardan, borulardan bina betonarmesine geçebilecek tüm titreşimlerin engellenmesi için "floating" sistem oluşturulmuştur. Bu sistem Türkiye'de ilk defa uygulanmıştır. Bu sistemde tüm cihaz ve borular titreşim alıcı yaylar ile asılmış veya yay üzerine oturtulmuştur. Ayrıca gürültünün hava ile diğer mahallere ulaşmasını önlemek için tesisat katlarında akustik tavan ve döşeme yapılmıştır.

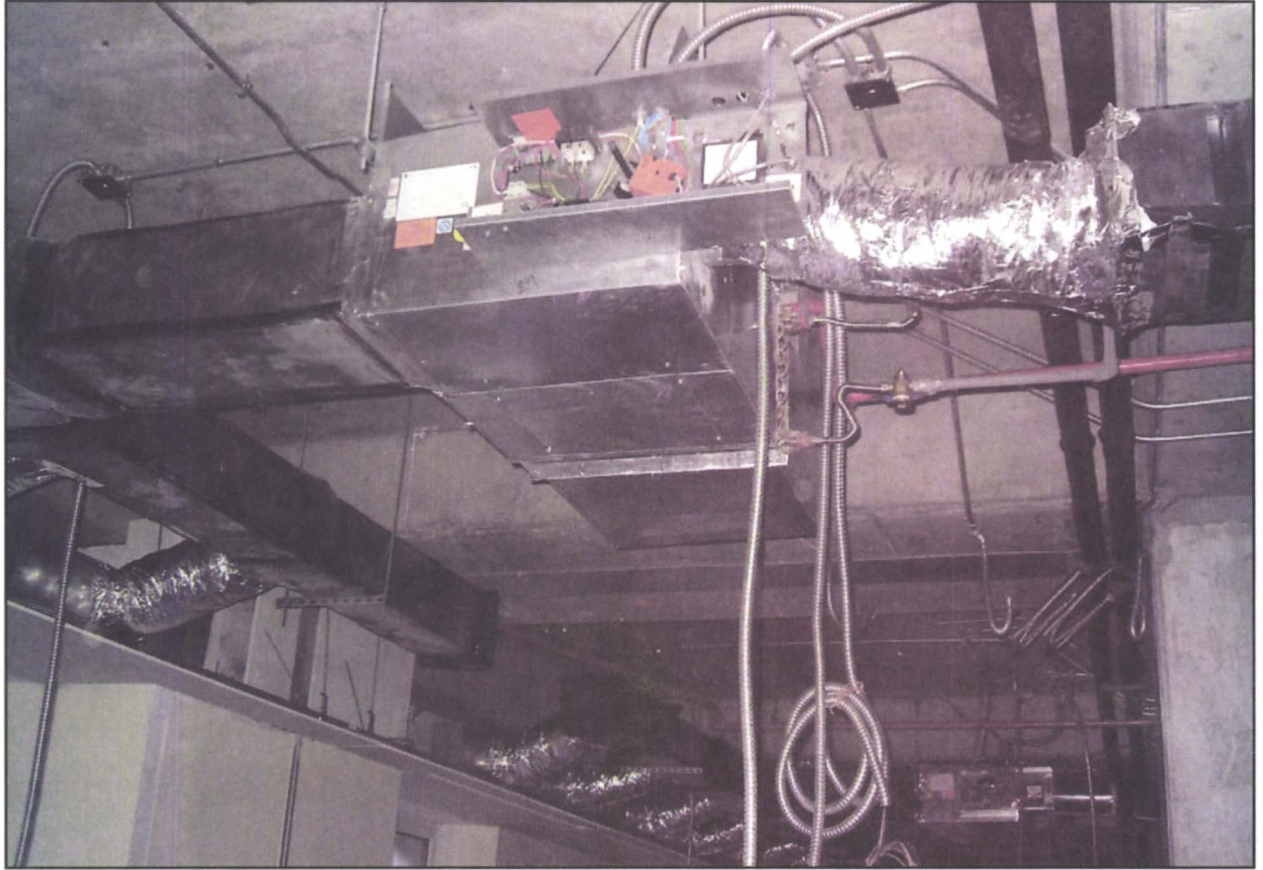
Konfor, ilk yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve kolaylığı açısından sistemlerin değerlendirilmesi ise aşağıda verilmiştir:

a. Isıtma-Soğutma Sistemi: Tüm ısıtma ve soğutma devresi pompalarının frekans konvertörlü olması ilk yatırımı yüksek, bunun yanında enerji tüketimi minimumda tutmaktadır.

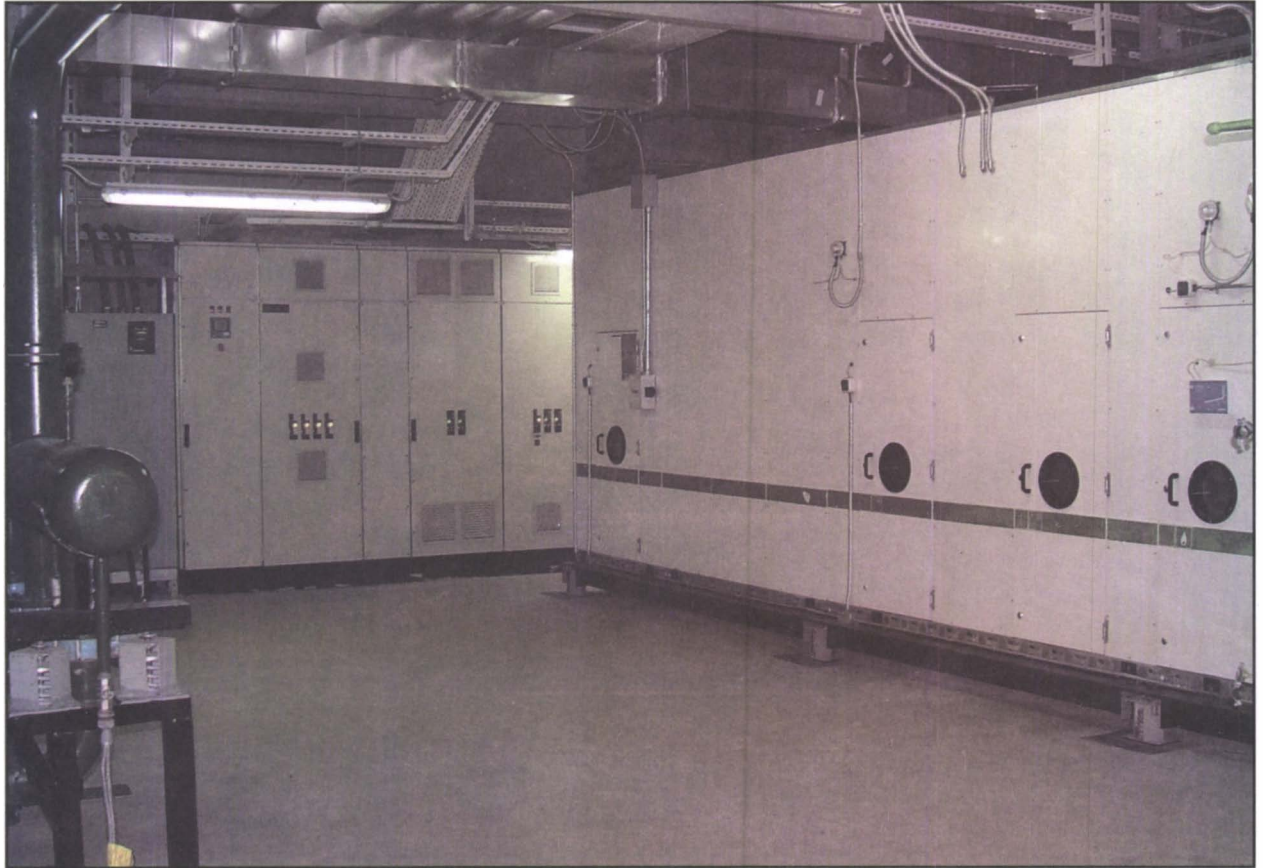
Kazanların yoğunlaşmalı, frekans kontrollü olması ilk yatırım maliyetini yükseltmekte, enerji tüketimini azaltmaktadır (Şekil 6.14). Soğutma gruplarının, bina yük profili, minimum kapasite ve en çok çalışma kapasitesi aralığı dikkate alınarak, en iyi COP değerini verecek 2 santrifüj + 1 vidalı seçilmesi büyük oranda enerji kullanımında tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 6.14. 2x2.500 kW TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZANLAR (Sağdaki Entegre Yoğuşma Eşanjörlü) VE KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖRLER (Soldaki Özel Susturucu Kapaklı ve Frekans Kontrollü)



Şekil 6.15. Tekfen Tower FAN POWERED VAV



Şekil 6.16. Tekfen Tower KLİMA SANTRALLERİ



Şekil 6.17A. Tekfen Tower KORİDORLAR



Şekil 6.17B. Tekfen Tower MERDİVENLER

- b. Havalandırma Sistemi:** Havalandırma sisteminin FPVAV olması ve cihazların maksimum verimi verecek şekilde seçilmesi konfor düzeyini diğer alternatiflerine nazaran en üst seviyede tutmaktadır (Şekil 6.15). Buna karşılık ilk yatırım maliyeti diğer alternatiflere göre yüksek olmaktadır. Bu sistemde havanın değişken olması ve yılın altı ayı dış havanın soğukluğundan istifade edilmesi (free cooling) sayesinde enerji tüketimi minimumda tutulmaktadır.
- c. HVAC Otomasyonu:** Binada bulunan tüm merkezi cihazlar merkezi otomasyon sistemi tarafından kumanda edilmekte ve izlenmektedir. Binada her bir ofis katının her bir odasındaki cihazlar kumanda edilebilmekte ve izlenebilmektedir. Cihazların çalışma programları ve senaryoları otomasyon üzerinden kontrol edilebilmektedir. Kurulan otomasyon sisteminin Back Net uyumlu olması, back net uyumlu ekipmanlar ile direkt haberleşme imkanı sağlamaktadır. Otomasyon sistemi ile tüm ekipmanların tek bir merkezden izlenmesi işletim kolaylığı, arızalara hızlı müdahale ve anomaliliklerin önceden tespitinde büyük avantaj sağlamaktadır.
- d. Enerji Otomasyonu:** Binada bulunan tüm trafolar, UPS, jeneratör, ana dağıtım panoları, kat çıkış panoları izlenmektedir. Gerilim, akım, enerji durumu vs izlenebilmektedir. Herhangi bir noktadaki enerji kesilmesi enerji otomasyonuna bilgi olarak gelmektedir. Ayrıca oluşturulan senaryoya göre aydınlatma otomasyonu yapılmaktadır. Bir işletmede enerjinin sürekliliğinin sağlanması açısından, tüm enerji üretim ve dağıtım sistemlerinin izlenmesi önemli bir husustur. Enerji Otomasyonu sistemi ile birlikte tüm kiracıların elektrik harcamaları aylık olarak takip edilmekte ve otomatik faturalandırma yapılmaktadır.
- e. Asansör Otomasyonu:** Binada bulunan tüm asansörlerin bilgisayar ekranı üzerinde; çalışma durumlarını gösteren otomasyon sistemi tesis edilmiştir. Bu sistem vasıtası ile asansörlerin çalışma durumları, arızaları, konumları sürekli olarak izlenebilmekte, ihtiyaç durumunda otomasyon üzerinden kumanda edilebilmektedir.

6.2.1.4.2. Uygulama Örneği 2

İÇ ZON: Paralel fanlı VAV (Fan Powered VAV)

DIŞ ZON: Reheat paralel fanlı VAV

VAV ve yukarıda bahsedilen fan coil sistemlerinin en büyük dezavantajı düşük yüklerde mekanlarda istenen hava hareketlerinin sağlanamamasıdır. Bu sistem merkezi olarak VAV gibi çalışan ancak VAV kutularına ilave edilen fanlarla sabit debili gibi çalışan bir sistemdir.

Bu sistemler paralel ve seri fanlı olarak kullanılabilir. Paralel fanlı sistemler seri fanlı sistemlere göre daha çok tercih edilen sistemlerdir. Paralel fanlı sistemde merkezi AHU'lerden gelen hava miktarı tüm soğutma yükünü alacak şekilde seçilir. Hacmin soğutma ihtiyacı düştükçe

debi kısılır ve bir noktadan sonra fan devreye girerek odadaki dönüş menfezinden aldığı hava ile merkezden gelen havayı karıştırarak hacme gönderir.

Çevre zonda kış aylarında ısı ihtiyacı olacağından ayrıca bir reheat batarya kullanılır. Merkezden gelen 15-17°C sıcaklığındaki taze hava asma tavandan alınan sıcak hava ile karıştırılarak hacimlere verilir. İhtiyaca göre bu bölümlerde ısıtıcı bataryada devreye girer.

İç zonlarda ise tavan içi hava daha sıcak olduğundan bu hacimlerin ısıtılması da bu cihazlarla sağlanır.

Fan powered VAV sistemi VAV sistem avantajlarına ilaveten aşağıdaki avantajlara sahiptir:

- Hacimlere debide hava verilmesi daha etkin bir havalandırma sağlar.
- Asma tavan içi atık ısı kullanılabilir bir ısı haline dönüşür.
- Sabah ısıtmasında merkezi fanların çalışmasına gerek yoktur.

Normal VAV sistemi dezavantajlarına ilave olarak aşağıdaki maddeleri sayabiliriz:

- Fanın hacim içinde olması, durup kalkması ve kışın sıcak havayı tavandan üflemesi nedeniyle ses problemi oluşur.
- İlk yatırımın ilave elektrik tesisatı da gerektirdiğinden daha pahalıdır.
- Kutu içindeki fanın elektrik tüketimi ve havaya verdiği ısıнын büyük bir kısmı ilave enerji tüketimi oluşturur.
- Tavan içindeki çok sayıda fanın ilave servis, bakım ve yedek parça maliyeti olacaktır.
- İlk yatırım maliyeti klasik VAV sisteme göre daha yüksektir.
- Tavandan üflenerek sıcak hava nedeniyle (statik ısıtma + VAV sistemine göre) daha düşük konfor ve daha fazla enerji tüketimi oluşur.
- Fan powered VAV kutularının dönüş havası girişinde hava filtresi mutlak kullanılmalıdır.

6.2.1.5. Endüksiyon Kutuları

Merkezden gelen hava debisini kısarken, aynı anda endüksiyon ile ortam havasını karıştırarak, ortama sabit debide hava veren endüksiyon kutularında, endüksiyon için gerekli olan hızlara ulaşabilmek için daha yüksek iç statik basınç gereklidir, bu da merkezi sistemdeki fan enerjisi ihtiyacını artırır. Bundan öte bu tip cihazlarda işletme problemleri de olduğundan büyük projelerde kullanımı azdır. Ticari binalarda kullanım alanı bulsa bile, tasarımcıların çok sık kullanmadığı bir terminal tipidir.

6.2.1.6. Dış Zonlarda Statik Isıtma Yapılması

Dış zonlarda bu üç VAV tipinden biri kullanılabilir, ancak ısıtma ihtiyacı olan yerlerde (ki dış zonlarda Türkiye'nin her bölgesinde kışın ısıtma ihtiyacı vardır) ilave ısıtıcı da tasarlanmalıdır. Bu VAV terminaline elektrikli veya sulu tip ısıtıcı montajı dışında iki alternatif ile yapılabilir:

- a. Birinci olarak dış yüzeylerde özellikle cam önlerine radyatör veya sulu ısıtma konvektörü eklenebilir. Konvektördeki su akışı termostatik olarak kontrol edilmeli ve ayrıca ısıtma su sıcaklığı dış hava sıcaklığına bağlı olarak da değiştirilmelidir.
- b. İkinci alternatif ise çevre zonda elektrikli ısıtıcı kullanılmasıdır. Bu ısıtıcı VAV terminalinden bağımsız olarak termostatik kumanda edilir.
 - Isıtma ile ilgili bir başka yaklaşım da, VAV kutusunun içine sulu batarya veya elektrikli ısıtıcı koymak (reheat) ve VAV kutusu minimum hava debisinde olmasına rağmen oda sıcaklığı düşüyorsa bu ısıtıcıyı çalıştırmaktadır. Bu husus VAV sisteminin en büyük problemidir. Isıtma ihtiyacı olan kış aylarında sistem minimum hava debisine düşer. Minimum hava debisi kullanılarak yapılan ısıtmada hava yere indirilemez ve tavan seviyesinde kalır.
 - Asma tavan içinden sıcak su borularının geçirilmesi daha sonraki yıllarda su sızıntılarının yaratacağı sorunlar da dikkate alındığında tercih edilmeyebilir.
 - Hem enerji ekonomisi hem de daha iyi ısı konfor şartlarını sağlamak için tavandan üflenen havanın sıcaklığı, oda sıcaklığından düşük olmalıdır (hem yaz hem de kış mevsiminde). Çevre zonda statik ısıtma yapıp, VAV kutularına ısıtıcı koymadan havayı odaya üflemek genellikle daha uygundur.

6.2.1.7. İç Zonlarda Statik Isıtmaya veya VAV Kutusundan Isıtmaya İhtiyaç Var mı?

İç zonlarda yükler sabittir, zamana ve dış hava şartlarına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermez. Bu yükler genellikle aydınlatma, bilgisayar vb ofis cihazları ve insanlardan gelen ısı kazançları olduğundan iç zonlarda yaz-kış soğutma ihtiyacı vardır. Bu yüzden çok özel durumlar dışında iç zonlarda statik ısıtmaya veya VAV kutusundan ısıtmaya ihtiyaç olmadığı söylenebilir. Ancak çevrede reheat VAV kullanılıyorsa iç mekanlarda da reheat VAV kullanılması, hafta başı ve sabah çalışmasında faydalıdır. Eğer VAV kutularında ısıtma yapılması isteniyorsa; sulu ısıtıcı batarya yerine, hem servis ve bakım kolaylığı açısından hem de tavanda borular için yer kaybı olmaması için elektrikli ısıtıcı kullanılması genellikle daha doğrudur. Ancak elektrikli hava ısıtıcısı kullanıldığında bunlar için ilgili Avrupa normlarında belirtilmiş olan tüm yangın emniyet tedbirleri alınmalıdır.

6.2.1.8. Düşük Sıcaklıklı Havalı VAV Sistemleri

Yukarıda anlatılan tüm uygulamalar, üfleme havası sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasındaki farka bakılarak tasarlanır. Bu sıcaklık farkları (oda sıcaklığı ile üfleme havasının sıcaklık farkı): $\Delta t = 8 - 10^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Üfleme havası sıcaklığı tam havalı sistemlerde yaz

klimasında $14 - 16^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Kat yüksekliği (asma tavan altı) 3,5 m den daha yüksek ise daha düşük sıcaklıkta hava üflenebilir. Düşük sıcaklıklı havalı VAV sistemlerinde ise üfleme havası $9 - 10^{\circ}\text{C}$ değerlerinde tasarlanmaktadır. Bu durumda oda sıcaklığı ile üfleme havasının sıcaklık farkı yaklaşık $\Delta t = 16^{\circ}\text{C}$ olur.

Düşük sıcaklıkta hava, su soğutma grubu çıkış sıcaklığı $4,5^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanarak elde edilebilir. Eğer projede buz depolama var ise, elektrik yükünü azaltmak için, $4,5^{\circ}\text{C}$ 'deki su buz depolama tasarımının bir parçası olarak da elde edilebilir. Düşük sıcaklıkta hava kullanımı buz depolama için bir argüman değildir. Buz depolama sistemi için en önemli şart, gece elektrik tarifesinin çok ucuz olabilmesidir. Düşük sıcaklıkta hava su soğutma grubunun düşük sıcaklıkta su üretmesi ile elde edilir. Eğer su soğutma grubu $4,5^{\circ}\text{C}$ su veriyor ise, soğutma sisteminin işletme gideri artacak ve su soğutma grubu ekonomizör devresi kullanılmadan uzun süre devrede kalacaktır. Bu düşük su sıcaklıklarına ulaşmayan absorpsiyonlu soğutma gruplarının da kullanımı mümkün olmamaktadır.

Düşük sıcaklıklı hava sistemi çözümünün önemi, bu durumda binaya verilen hava miktarının önemli ölçüde azalmasıdır. Bu şekilde hava miktarının azalması ile hava dağıtım kanallarının boyutları da küçülür. Fan enerjilerinden yapılan tasarruf su soğutma grubunun ilave harcayacağı enerjiden daha fazla olabilir. Ancak bu tip düşük sıcaklıklı havalı uygulamalarda, özellikle iç zonlarda düşük hava debisinin tasarım debisinin altına düşmesi için fan powered VAV kullanılması zorunludur. Sonuç olarak düşük sıcaklıklı havalı VAV sistemlerinde klima santralleri fanlarının enerji tüketimi azalır. Ancak,

- VAV fanları ilave enerji tüketir,
- Daha düşük sıcaklıkta su üretmek zorunda olan su soğutma grupları da daha fazla enerji tüketir,
- Klima santralinde aşırı soğutulan hava (9°C) yoğunlaşma nedeniyle daha fazla enerji tüketir,
- Hava kanallarında genellikle daha fazla ısı kazancı oluşur (düşük sıcaklıktaki hava nedeniyle).

Sonuç olarak genellikle düşük sıcaklıklı hava dağıtım sistemlerinde tüketilen enerji genellikle daha fazladır. Yıl içinde free cooling'den yararlanılabilecek süre de azalır. Dış hava entalpisinin dönüş havası entalpisinden düşük olduğu her durumda free cooling'den tam olarak yararlanılabilir. Free cooling; dış hava sıcaklığının oda sıcaklığından daha düşük olduğu saatlerde çilleri veya soğutma kompresörlerinin çalıştırmadan klima santrallerinin taze hava oranını artırarak soğutma yapabilme alternatifidir. Ya da soğutma kulesi devresinde ilave edilen bir eşanjör yardımıyla soğuk su elde ederek free cooling yapılabilir.

Düşük sıcaklıklı havalı VAV sistemlerinde (Fan-Powered VAV) klima santrallerinin taze hava miktarı, simple VAV sistemlerine göre daha az olduğu için, ara mevsimlerde free cooling'den yararlanma süresi daha azdır.

6.2.2. HAVA - SU SİSTEMLERİ

Tarihsel anlamda hava-su sistemleri endüksiyon sistemleriyken, günümüzde bu sistemlerde fan coiller kullanılmaktadır. Bu çözümde binanın dış zonuna duvarlara fan coiller konarken, iç zonda tam havalı VAV sistemleri, dış zonda da sabit debili havalandırma sistemi kullanılır.

Yüksek binalarda kışın ısıtma ihtiyacı olan yerlerde genelde 4 borulu fan coil tasarlanır. İç zonlara hava veren kanal sistemi üzerinden dış zona da gerekli olan hava verilebilir.

Ancak dış zonda havalandırmayı garanti altına almak ve her zaman hava hareketlerini sağlamak için sabit debili kutular kullanılır. Ancak bu durumda VAV sisteminin karışımı değil %100 taze hava ile çalışması gereklidir. VAV santralinde enerji masrafını düşürmek için havadan havaya tercihen rotorlu bir ısı geri kazanma sistemi kullanılmalıdır. Böylece çevre zonuna sabit hava debili kutular üzerinden gerekli minimum taze hava miktarı VAV sisteminden verilir.

VAV sisteminin karışımı olması durumunda çevredeki minimum taze hava oranını garanti edebilmek için sabit hava debili kutular üzerinden gereğinden en az 2 - 2,5 misli daha fazla hava üfleme gerekecektir (karışımı VAV taze hava oranı %35 kabul edildiğinde). Bu hava sabit olarak VAV veri sıcaklığında (yaklaşık 15°C'de) üfleneceğinden hem VAV kanallarının ve klima santralinin büyümesine, hem de kısmi yüklerde çevrede kontrolün kaybolmasına sebep olacaktır. Yani kısmi yüklerde çevredeki fan coil sistemi re-heat yapmaya bağlayacak ve enerji harcamaları çok artacaktır.

Not 1. İç zon VAV sistem için ayrı bir klima santrali (kombi tip) kullanılması imkanı varsa daha uygundur.

Not 2. İstanbul ikliminde klima santralinde monte edilen ısı geri kazanım sistemleri en soğuk ve en sıcak günlerde çok yararlı olmakla birlikte, yıllık verimlilikleri (fan motor güçleri daha büyük olduğu için) araştırılmalıdır.

Hava-su sisteminin avantajı üfleme havası ve dönüş havası sistemlerinin kapasitesinde azalma ve tam havalı sistemlerin kanallarına göre daha küçük boyutta kanal sistemine sahip olmasıdır.

Ayrıca cihazların yerleştirileceği mekanik oda büyüklüğünün azalması, tavan arasında daha az yer ihtiyacı olması da avantajdır. Ancak hava-su sisteminde ısı değiştiriciler ve pompalar için mekana ihtiyaç duyulmaktadır. Tavan arasında daha az yer ihtiyacı olacağından dış duvar maliyeti ve binadaki diğer düşey elemanların maliyeti azalacaktır.

Bu sistemin dezavantajı olarak egzoz hava kanalı kesitinin duman tahliyesi için yetersiz kalabilmesi söylenebilir ki bu da sandwich sistem uygulaması ile çözülebilmektedir.

Şunu tekrar vurgulamak gerekirken, ofis alanlarında taze hava insan sayısına veya hava değişimine göre hesaplanır. Bu da yaklaşık 2-3 hava değişimine karşılık gelir. İstanbul gibi iklime sahip yerlerde zaten saatte 6 değişimi sağlayan bir hava debisi soğutma ihtiyacını karşılayabilir. Konulacak 4 borulu fan coil cihazları, otomasyon vanaları ayrıca bir maliyettir ve sistem ilk yatırımı çok yükselmesine sebep olur.

Sonuç olarak hava ve su sistemlerinin birlikte kullanılması gerektiren ihtiyaçların olup olmadığı iyiye araştırılmalıdır (Duman egzozu için VAV sisteminin dönüş kanalı kullanılması ile bu dezavantaj azaltılabilir.).

6.2.2.1. Uygulama Örnekleri

6.2.2.1.1. Uygulama Örneği 1: Türkiye İş Bankası Kuleleri (Şekil 6.18)

İÇ ZON: VAV

DIŞ ZON: Fan coil (4 borulu) + Taze hava + Egzoz

- 5 bodrum, giriş katı, asma kat ve 41 normal ofis katından oluşan genel müdürlük kulesi ile 26 normal ofis katından bulunan iki iş kulesinden oluşmaktadır.
- Kulelerde klimatizasyon VAV + 4 borulu fan coil sistemi kullanılarak yapılmıştır.

Sistemin tipik kat kat planı Şekil 6.19'da görülmektedir. Çevre zonda 4 borulu fan coil sistemi, kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu, yazın da ısı kazançlarını karşılar. Böylece çevredeki ısıtma ve soğutma fan coil sistemiyle karşılanır. Kata tek klima santralinden besleme yapılmaktadır. Dikey şafttan ayrılan kat ana dağıtma kanalı havayı kontrol kutularına taşımaktadır. İç zonda VAV kutuları bulunmaktadır. Bu kutulardan yüke göre debisi değişen sabit sıcaklıkta soğuk hava üflenmektedir. Üfleme havası sıcaklığı 16°C mertebesinde olup, bütün yıl çekirdek zon soğutulmaktadır. VAV kutuların minimum ayarı %40 olarak belirlenmiştir.

Havanın ortama verilmesinde swirl difüzörler kullanılmıştır. Aynı kanaldan ayrılan kollarla, soğuk hava dış zona CAV kutularından geçerek sabit debide üflenmektedir. CAV kutuları değişen koşullardan bağımsız olarak aynı sabit debiyi ortama verebilen kontrol kutularıdır.

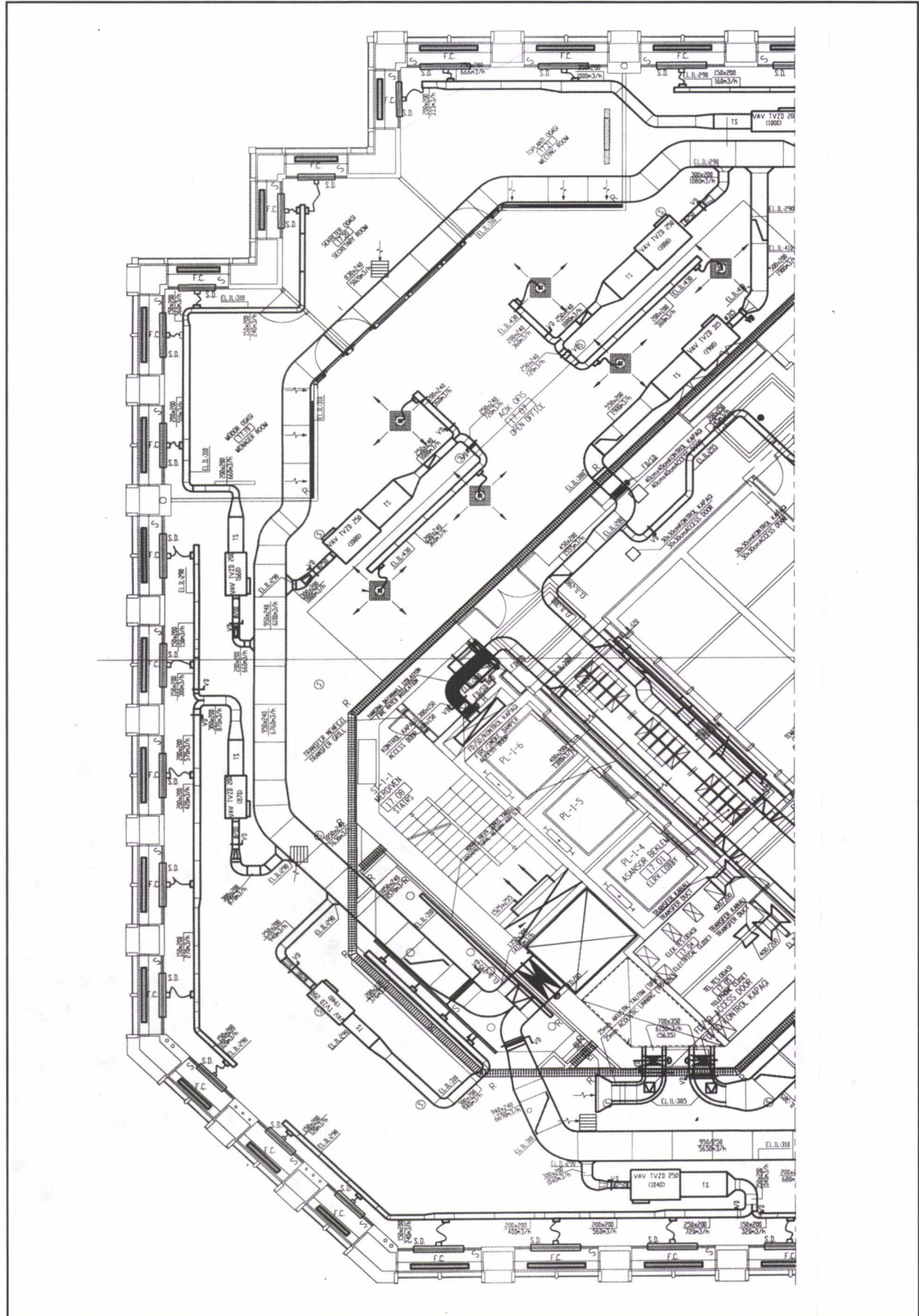
Dış zon üflemelelerinde slot difüzörler kullanılmıştır. Sabit debi ve sıcaklıktaki bu hava, çevre zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır.

Kışın VAV sistemden 16°C sabit sıcaklıkta çevre zonuna verilen havanın ortam sıcaklığına yükseltilmesi için gerekli olan ısıtma enerjisi de çevre zondaki fan coil sistemince karşılanır.

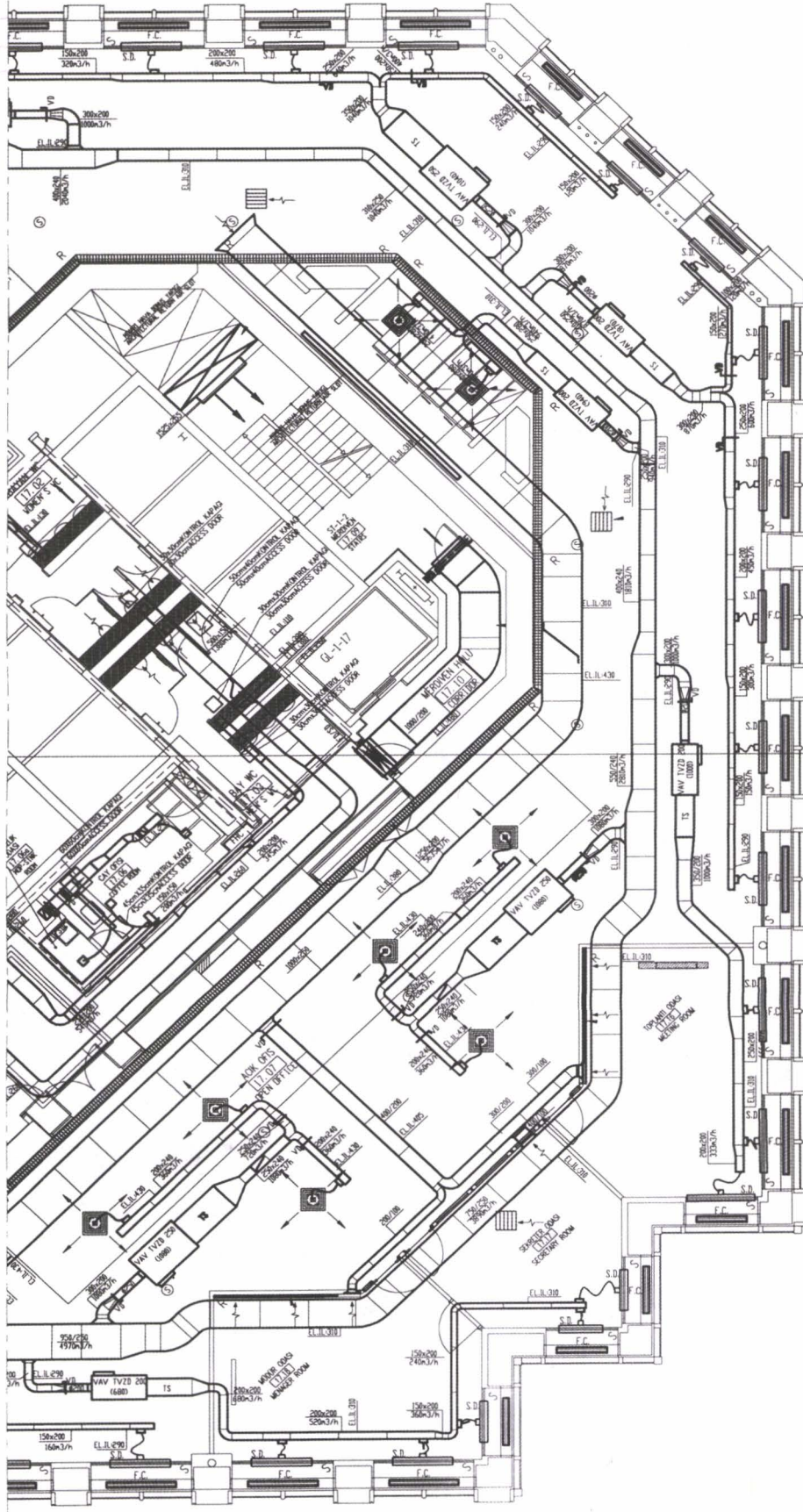
Fan coil cihazlarının boruları yükseltilmiş döşeme altından çevrede dolaşmaktadır. Bu sistemle çevre zonda daha düşük asma tavan yükseklikleri ile yetinmek mümkün olmaktadır.



Şekil 6.18. Türkiye İş Bankası Kuleleri



Şekil 6.19A. Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası TİPİK KAT PLANI



Şekil 6.19B. Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası TİPİK KAT PLANI

6.2.2.1.2. Uygulama Örneği 2: Yapı Kredi Plaza D-Blok (Şekil 6.20)

İÇ ZON: VAV

DIŞ ZON: Reheat VAV + Taze hava + Egzoz

- Yapı 7 bodrum ve 28 normal ofis katından oluşmuştur.
- Ofis katlarında klimatizasyon reheat VAV sistemi kullanılarak yapılmıştır. Reheat için sıcak su kullanılmıştır.
- Bilgisayar ve server odaları için bağımsız çiller düşünülmüş, ayrıca kule suyu kullanılarak elde edilmiş soğutulmuş su kış ayları yükü için kullanılmıştır. Böylece önemli bir ekonomi elde edilmiştir.
- Konferans salonu, fuaye, giriş holü gibi hacimlerde yerine göre konvansiyonel hava santralleri ve çift devirli fanlar kullanılarak klimatizasyon temin edilmiştir.

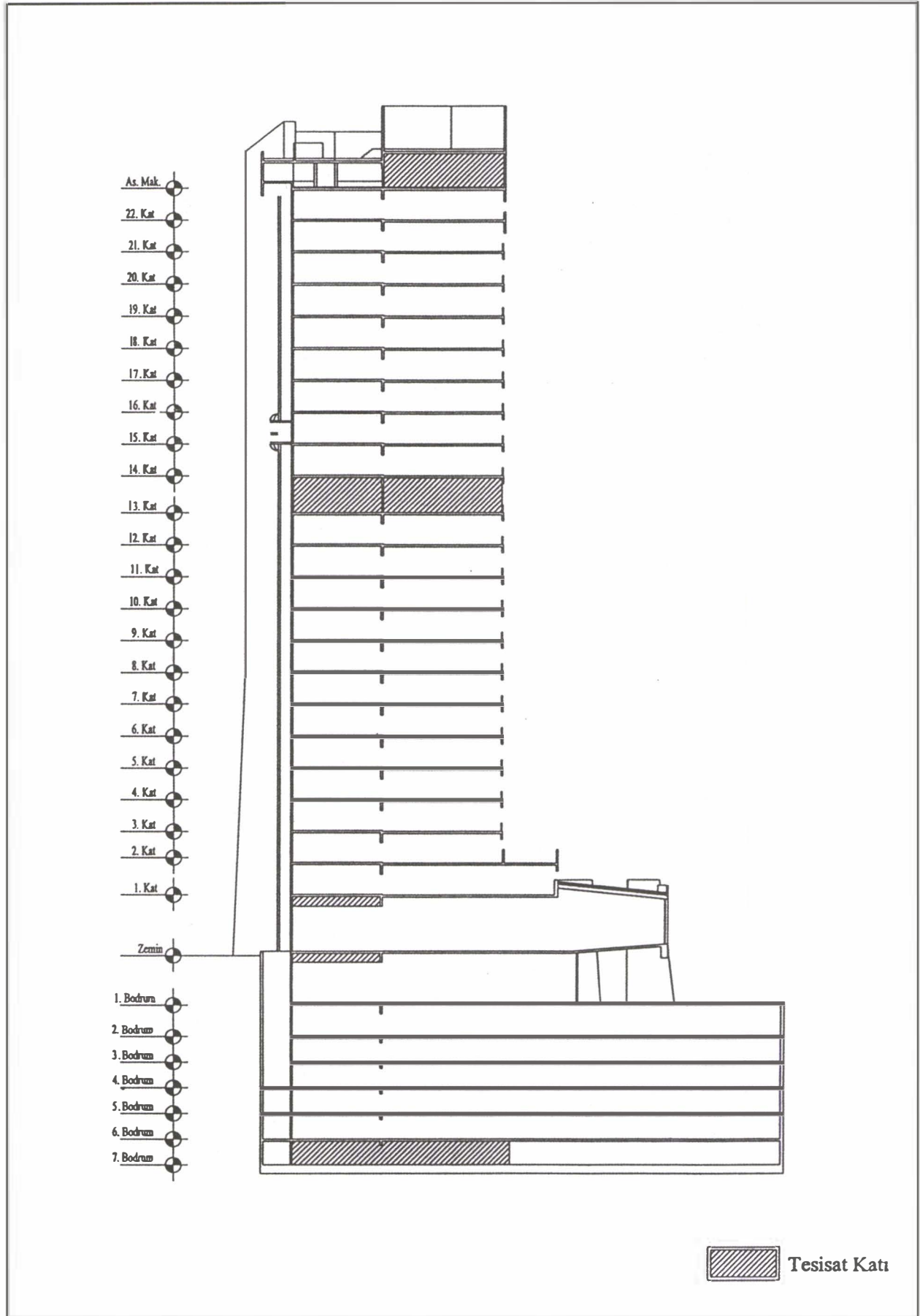
Yapının genel görünüşü ve tesisat katları dağılımı Şekil 6.21'de görülmektedir. Sistemin ana tesisat merkezi 7. bodrum katta olup 13. normal katta ara tesisat katı oluşturulmuştur. Ayrıca çatıda ve podyumda tesisat hacimleri mevcuttur.

Klima sistemi su borulamasına ait akım şeması dört pafta halinde Şekil 6.22, 23, 24 ve 25'te verilmiştir. Tesisat merkezi 7. bodrum kattadır. Buradaki sistem ikiye bölünerek verilmiştir. Tesisat merkezindeki ısıtma akım şeması Şekil 6.22'de görülmektedir. Üç adet sıcak su kazanından üretilen 80/60°C sıcaklıktaki sıcak su dağıtım kolektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla sıcak su bodrum kat radyatör devresine, klima santrallerine, boylerlere ve 1. devre plakalı eşanjöründe elde edilen 75/55°C sıcak su 1. devredeki VAV ısıtıcılarına ve yüksek yapı ara tesisat katına beslenmektedir. Yüksek yapı ısıtma akım şeması Şekil 6.23'te görülmektedir. Ara tesisat katındaki dağıtım kolektöründen 75/55°C sıcak su yine klima santrallerine ve ara zon ısıtma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon ısıtma eşanjöründe elde edilen 70/50°C sıcak su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla üstündeki katlarda bulunan fan coil devresine, VAV santralleri ısıtıcılarına ve diğer klima santrallerine basılmaktadır.

Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kolektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Böylece sistemde iki düşey basınç zonu oluşturulmuştur.



Şekil 6.20. Yapı Kredi Plaza



Şekil 6.21. Yapı Kredi Plaza D-BLOK GENEL GÖRÜNÜŞ VE TESİSAT KATLARI

SEMBOLLER

TC Sıcaklık sensörü

⒫ Basınç sensörü

PI Basınç Göstergeci

⑦ Sıcaklık Göstergesi

☒ Kesici Vana (Küresel)

İki Yallu Kısıma Vanası

Üç Yollu Karıştırma Vanası

Hy Pislik Tutucu

Geri Tepme Ventili

YSD Frekans Değiştirici

Balans vanasi

Kilitli vana

Basınç Fark Sensörü

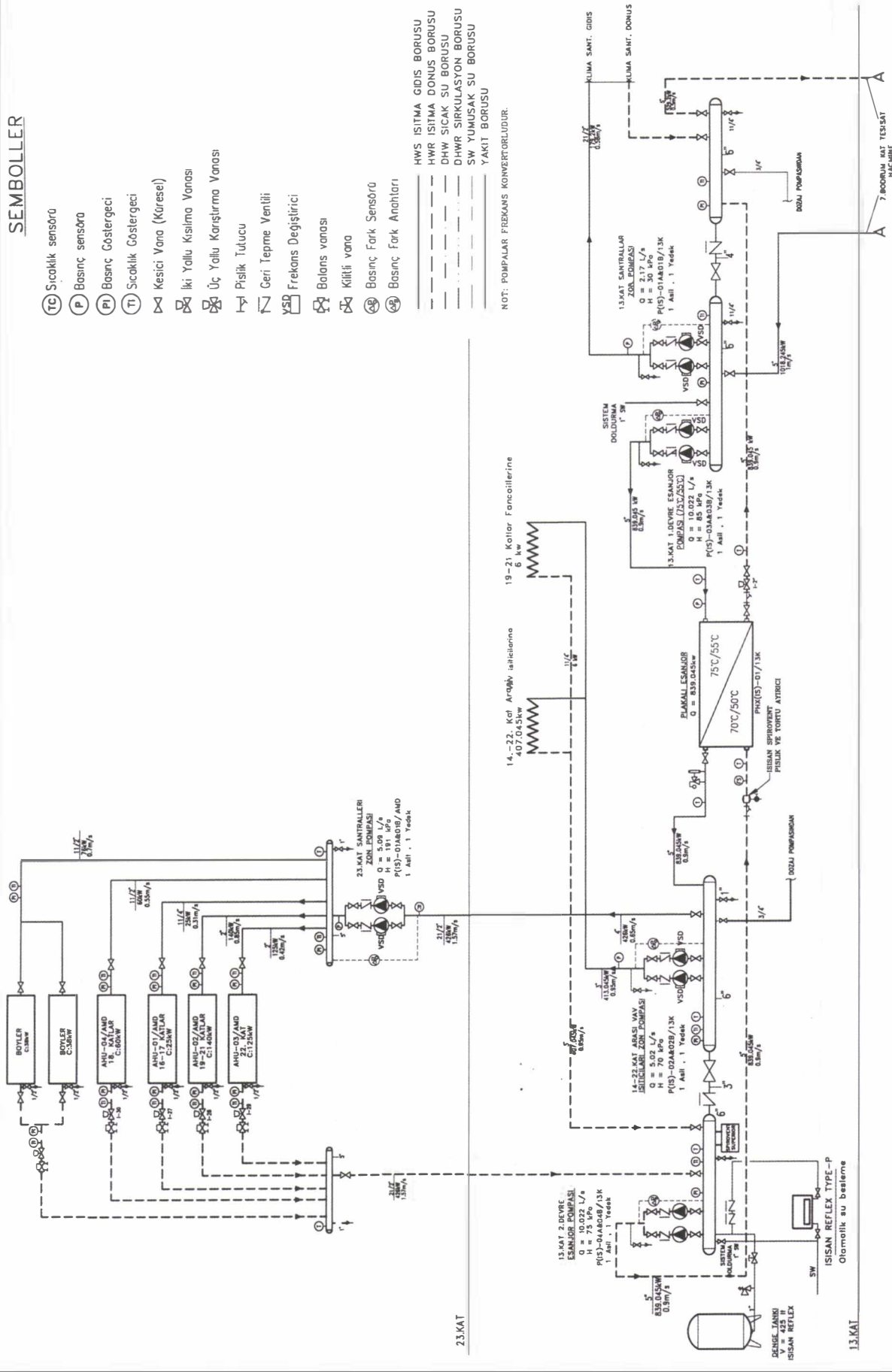
 Bosch Fork Anahıtları

—	HWS	ISITMA	GIDIS	BORUSU
—	HWR	ISITMA	DONUS	BORUSU

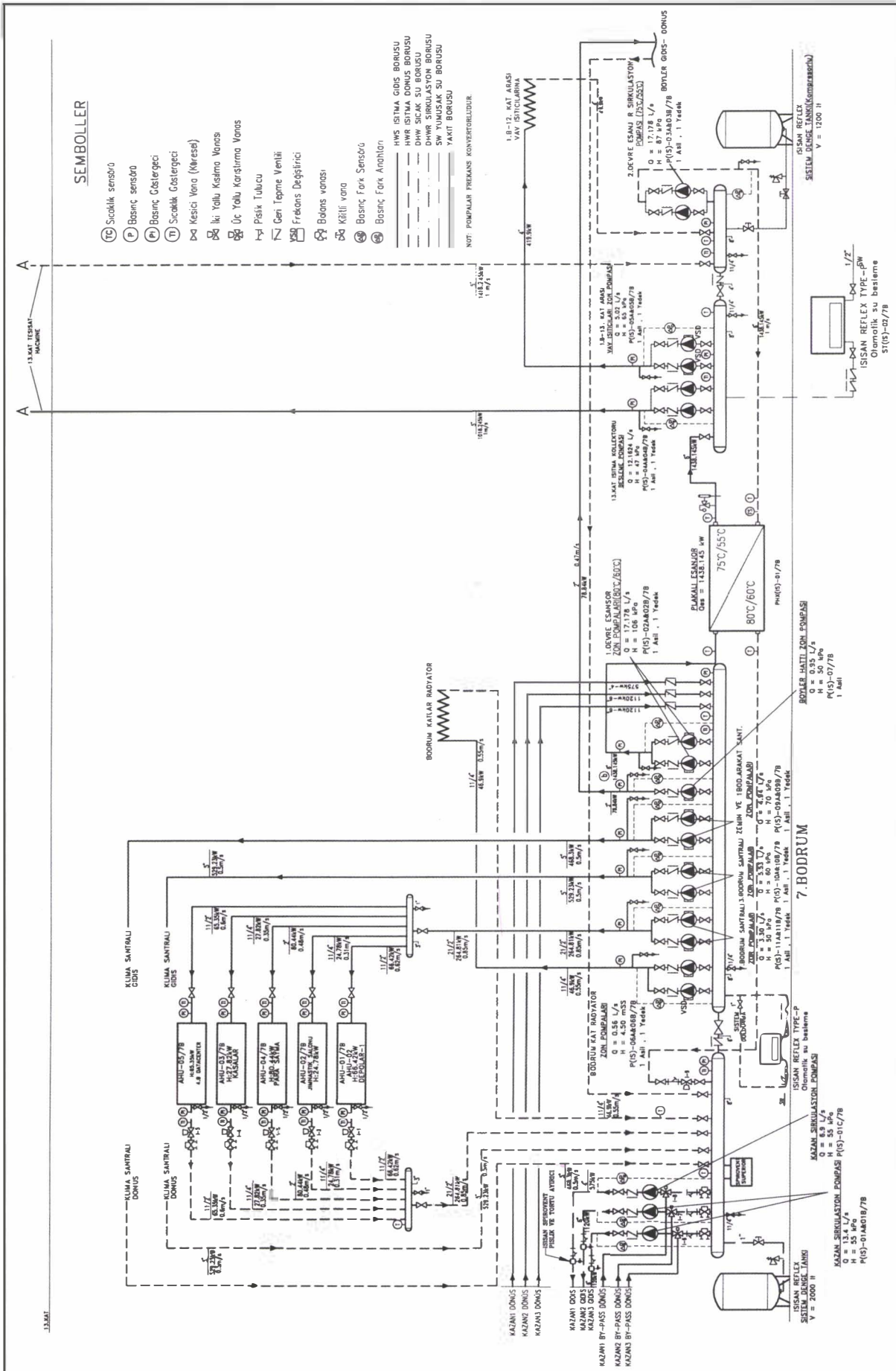
DHW SICAK SU BORUSU
DHW SIRKULASYON BORUSU

SW YUMUSAK
YAKIT BORUSU

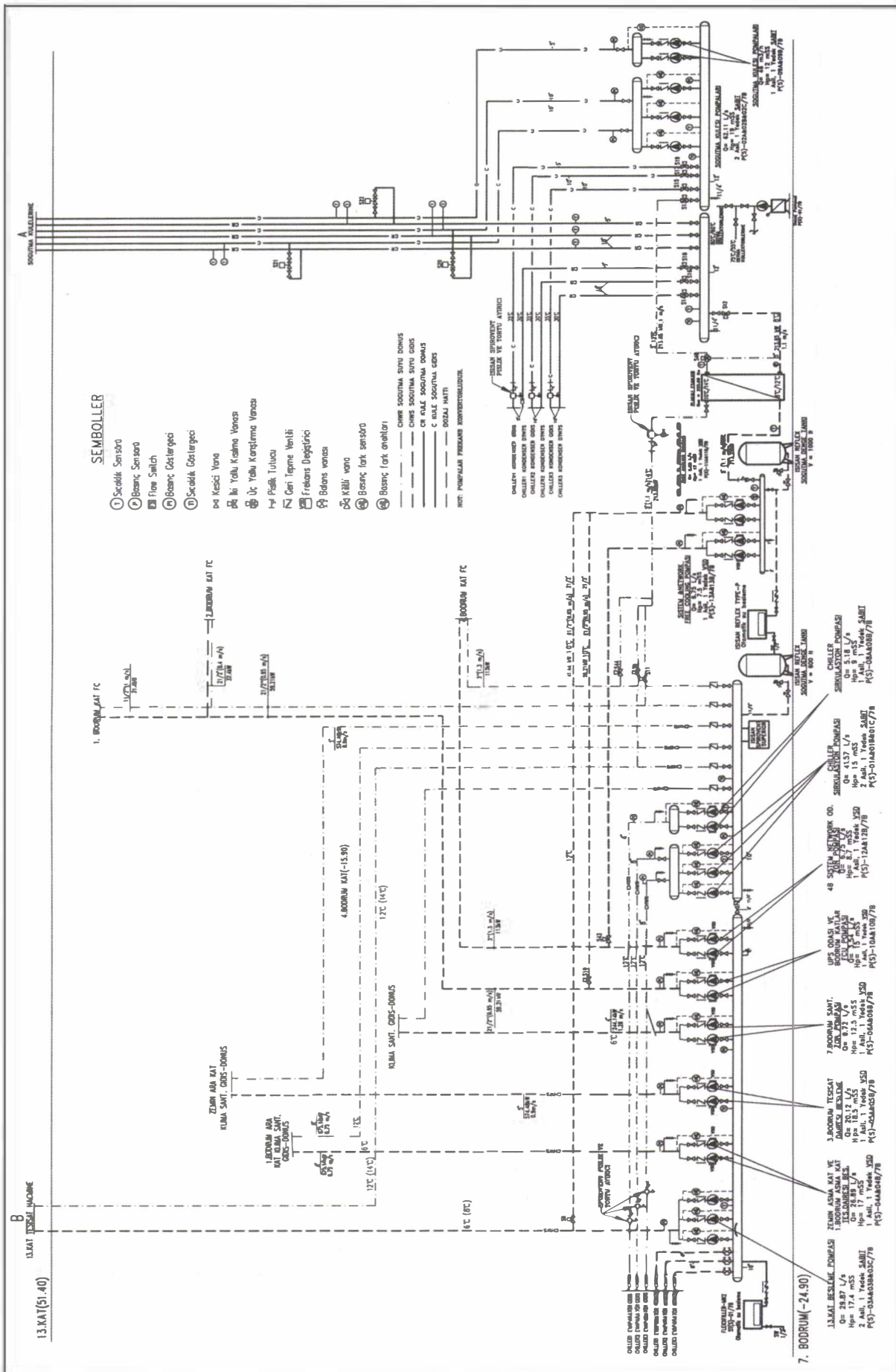
NOT: POMPALAR FREKANS KONVERTORLUDUR.



Şekil 6.22. Yapı Kredi Plaza D-BLOK ISITMA AKIM ŞEMASI



Şekil 6.23. Yapı Kredi Plaza D-BLOK ISITMA AKIM ŞEMASI



Şekil 6.24. Yapı Kredi Plaza D-BLOK SOĞUTMA AKIM ŞEMASI

Zonlar arası ilişki ısıtma eşanjörleriyle sağlanmaktadır. Alt, ara ve üst zonlarda su sıcaklığı her kademede 5°C azalmaktadır. Aynı sistemin soğuk su şeması ise paralel paftalar halinde *Şekil 6.24* ve 25'te verilmiştir. 7. bodrum kattaki tesisat merkezindeki soğutma akım şeması *Şekil 6.26*'da görülmektedir. Üç adet su soğutmalı soğutma grubunda üretilen 6/12°C sıcaklıktaki soğuk su dağıtım kolektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla soğuk su ara tesisat katı merkezine ve ara kat klima santrallerine, fan coil devrelerine ve santrallere beslenmektedir. Suyun soğutma gruplarına dönüşü toplama kolektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır. Şemanın sağ tarafında soğutma kulesi bağlantısı verilmiştir. Ayrıca burada görülen eşanjör yukarıda sözü edilen bilgisayar soğutmaları için kullanılmaktadır ve şartlar uygun olduğunda doğrudan soğutma kulesinden gelen su eşanjörde kullanılabilir. 13. kattaki ara tesisat merkezi ve üstündeki katlar soğuk su akım şeması *Şekil 6.24*'te görülmektedir. Buradaki dağıtım kolektöründen 6/12°C soğuk su klima santrallerine ve ara zon soğutma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon soğutma eşanjöründe elde edilen 8/14°C soğuk su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla, klima santrallerine ve bilgisayar odalarına beslenmektedir. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kolektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Böylece sistemde sıcak suya paralel olarak iki düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki soğutma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Şeklin sağ tarafında ise yine soğutma kulesi bağlantısı yer almaktadır.

Tipik VAV sistemi kat planı *Şekil 6.26*'da görülmektedir. Dikey shafttan ayrılan kat dağıtım kanalı havayı VAV kutularına taşımaktadır. Kutu çıkışında susturucular yer almaktadır. Daha sonra oluşturulan plenum kutularından ayrılan esnek kanallarla hava slot difüzörlere gelmekte ve bu difüzörler yardımıyla hava ortama üflenmektedir. Çevre zon VAV kutularında reheat imkanı bulunmaktadır.

Daha sonra oluşturulan plenum kutularından ayrılan esnek kanallarla hava slot difüzörlere gelmekte ve bu difüzörler yardımıyla hava ortama üflenmektedir. Çevre zon VAV kutularında reheat imkanı bulunmaktadır.

Daha sonra oluşturulan plenum kutularından ayrılan esnek kanallarla hava slot difüzörlere gelmekte ve bu difüzörler yardımıyla hava ortama üflenmektedir. Çevre zon VAV kutularında reheat imkanı bulunmaktadır.

6.2.2.1.3. Uygulama Örneği 3

İÇ ZON: VAV

ÇEVRE ZONU: Sabit hava debili (CAV) + Dört borulu fan coil

Bu sistem çevredeki fan coil sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar. Böylece çevredeki ısıtma, ısıtma ve soğutma fan coil sistemiyle karşılanır. Tek klima santrali kullanıldığında, bu santralden elde edilen sabit sıcaklıktaki hava, iç zonda VAV kutuları kontrolü de bütün yıl boyunca soğutma yapar.

Aynı hava dış zona CAV kutularıyla sabit debide üflenerek, zonun taze hava ihtiyacını karşılar ve

soğutma yükünün karşılanmasına katkıda bulunur. VAV sistemi her iki zonun taze hava ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu nedenle minimum açıklık ayarı bulunmalıdır.

Kışın 15 - 17°C sabit sıcaklıkta çevre zonuna verilen havanın ortam sıcaklığına yükseltilmesi için gerekli olan ısıtma enerjisi de çevre zondaki fan coil sistemince karşılanır. Söz konusu enerjinin kayıp olarak değerlendirilmesi gerekir.

Kış koşullarında dışarıdan alınan soğuk hava ana santralde üfleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Bunun üstündeki ısıtma çevre zonda karşılanmaktadır ve bu ısıtma aksi halde zaten yapılmak zorundadır. Kış döneminde mekanik soğutma devrede değildir. Bu durumda çevredeki fan coil ısıtma kapasitesi hesaplanırken:

- Zon iletimsel ısı kaybı,
- Zonun enfiltrasyon kaybı,
- VAV minimum hava debisinin 22°C'ye ısıtılması için gerekli ısı dikkate alınmalıdır.

Fan coil soğutma kapasitesi hesaplanırken üflenmiş soğuk havanın etkisi dikkate alınmaz ve bir emniyet olarak bırakılır.

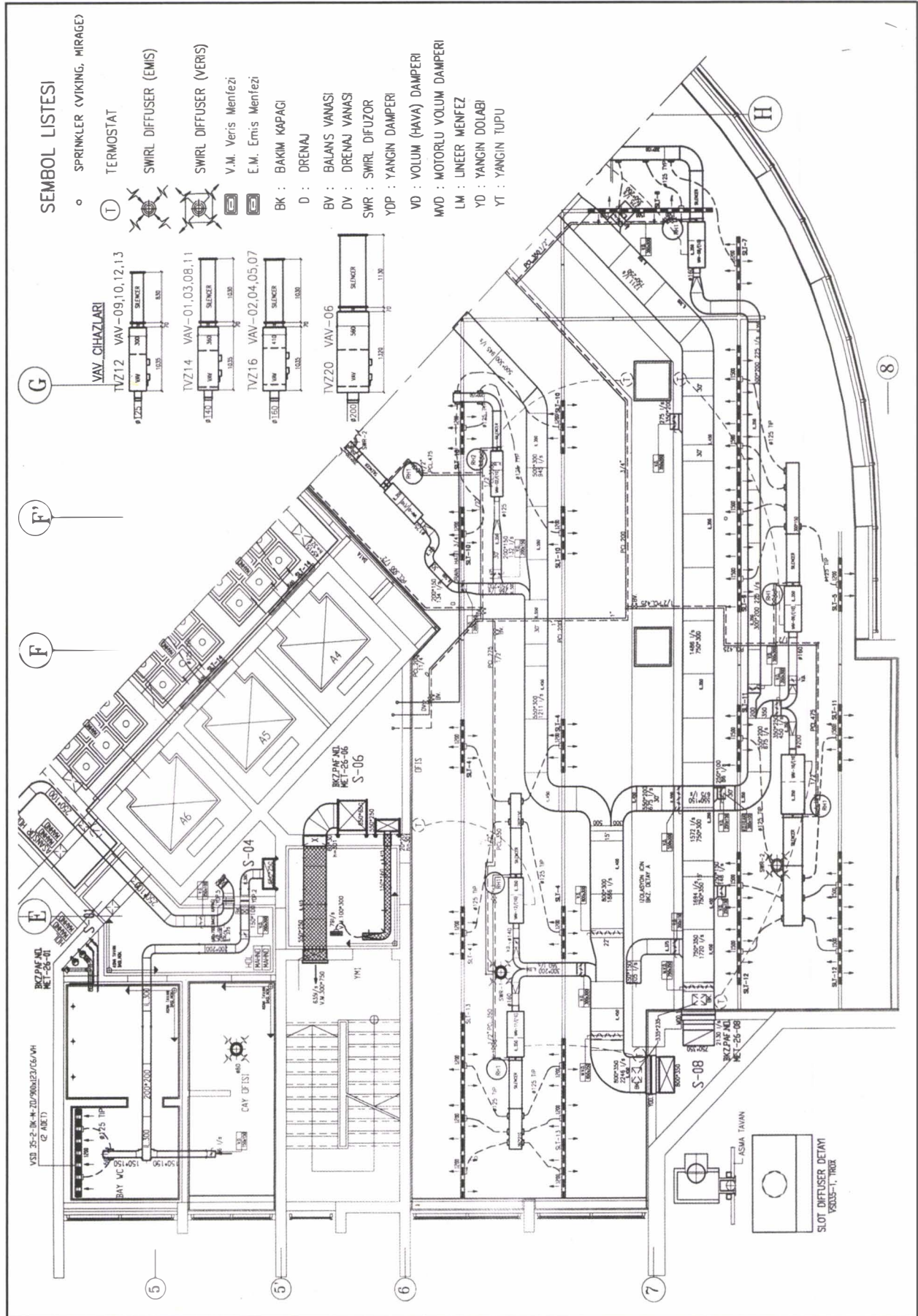
Tek klima santrali yerine iki santral kullanıldığında, çevre zon için ayrı bir primer hava sistemi kullanılır. *Şekil 6.27*'de şematik tek hat kat planı olarak görülen bu sistemde iç zona VAV santralinden besleme yapılmaktadır. Esas olarak yukarıda anlatılan sistemin eşdeğeridir.

Avantajları:

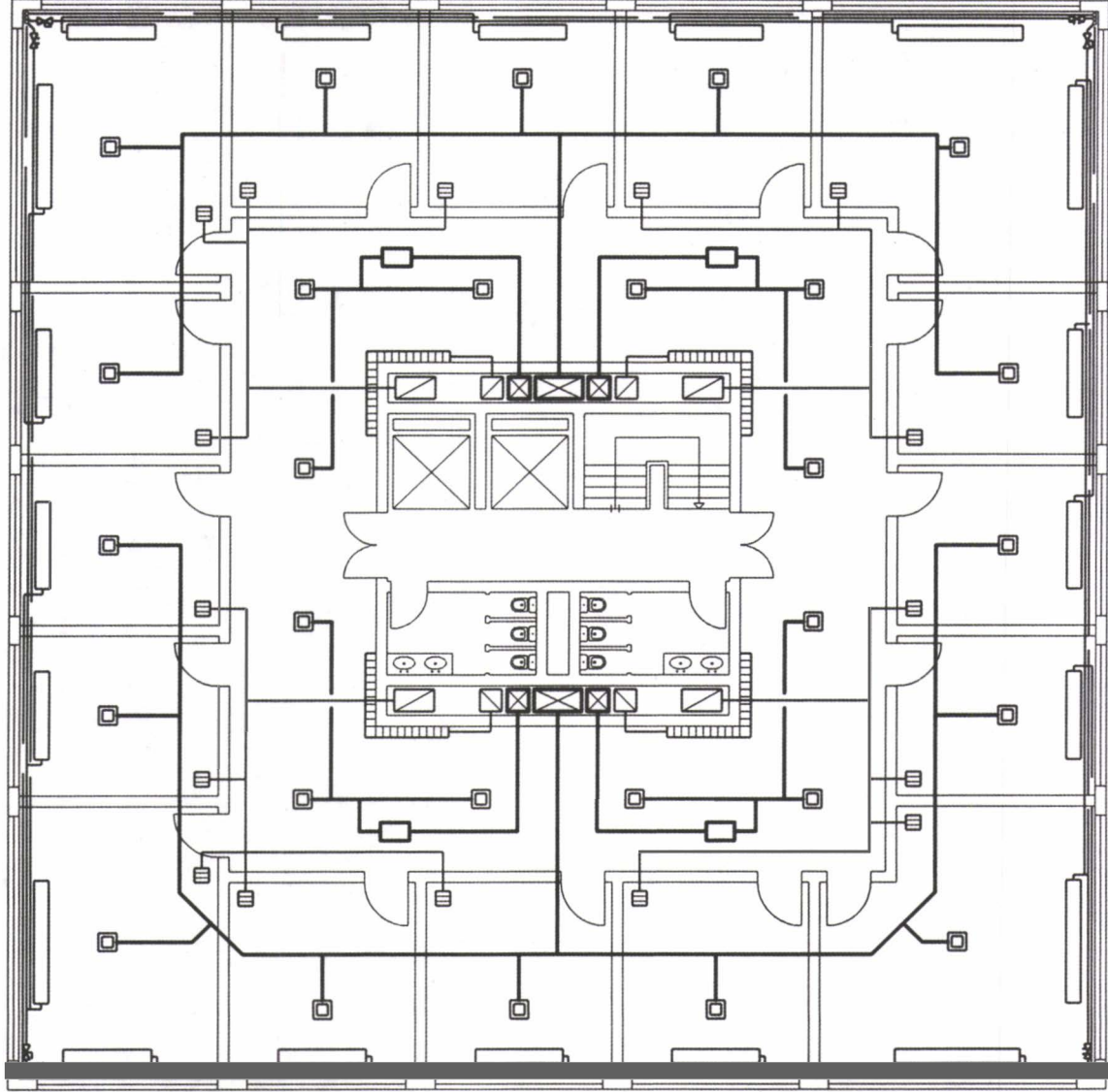
- Kolay ve ekonomik gece ayarı yapımı/sabah ısıtılma operasyonu,
- Zon kontrolü için mükemmel bir esneklik,
- Pencere altına ısıtıcı yerleştirilmesi, muhtemel down - draft problemine en iyi çözüm olması,
- Sadece bir tek klima cihazı ve tek kanal sistemi olması,
- Dış zonda kanal boyutlarından tasarruf dolayısıyla asma tavan derinliğinde kazanç sağlanması,
- Dönüş - egzoz sistemi ile dış hava soğutma imkânının (ısı geri kazanımı) kolaylıkla uygulanması,
- Çevre zonda fan coil sisteminde ısı kazanım sistemi tatbikatına elverişlilik

Dezavantajları:

- İlk yatırım maliyeti yüksektir.
- Fan coil üniteleri çevre zonda kullanılması burada yer kaybına neden olmaktadır.
- Fan coil ünitelerinin nedeniyle ses problemi olacaktır.
- Çevre zonda free cooling yeterince yapılamaz.
- Çevre zonda iç hava kalitesi daha düşük kalacaktır.
- Çevre zonda gece ventilasyonu (cool down) yapılamaz.
- Müstakil duman egzoz sistemi gerektirir.



Şekil 6.26. Yapı Kredi Plaza D-BLOK VAV BLOK UYGULAMASI ÖRNEK KAT



ÇEVRE ZON FANCOIL + PRİMER HAVA SİSTEMİ
ÇEKİRDEK ZON V.A.V. KLİMA SANTRALİ SİSTEMİ

- NOT : 1-) ÇEVRE ZONDA FANCOIL CİHAZLARI, PRİMER HAVA SANTRALİ VE EGZOZ OLACAKTIR.
ÇEKİRDEK ZONDA İSE V.A.V. KLİMA SANTRALİ OLACAKTIR.
SANTRAL ÇIKIŞ HAVASI SICAKLIKLARI YAZ : 14 °C
KİŞ : 16 °C
2-) V.A.V. BOX ÇIKIŞLARINDA ELEKTRİKLİ ISITICI OLMALIDIR.

Şekil 6.27. İÇ ZON VAV, ÇEVRE ZONU PRİMER HAVA + FAN COİL KLİMA SİSTEMİ TEK HAT ŞEMASI

6.2.3. SULU (FAN COIL) SİSTEMLER

Sulu sistemler esas olarak fan coil (2 veya 4 borulu) sistemleridir. Soğuk tavan uygulamaları da sulu sistemlerdir. Fan coil sistemlerinde bir merkezde hazırlanan soğutulmuş su ve sıcak su, bina içine dağıtılmış fan coil cihazlarına gönderilir. Soğuk su bir su soğutma grubunda, sıcak su ise bir sıcak su kazanında üretilir. Fan coil cihazları bir fan ve ısı geçiş yüzeyi olarak serpantin içeren elemanlardır. Fan yardımı ile odadan alınıp, serpantinler üzerinden geçirilerek soğutulan veya ısıtılan hava tekrar odaya üflenir. Serpantin içinden soğuk su geçiyorsa soğutma, sıcak su geçiyorsa ısıtma yapılır. Dönüş borularıyla merkeze döndürülen su tekrar soğutularak veya ısıtılarak sirküle ettirilir. Bunun için dolaşım pompaları kullanılır. Özellikle çok odalı binalarda ve kanal geçirmek için yeterli hacmin bulunmadığı uygulamalarda tercih edilir. Fan coil üniteleri otel, hastane, ofis ve yüksek katlı binalarda kullanılmaktadır. Fan coil üniteleri cam önlerine, asma tavan içlerine yada tavan altına veya döşeme içine konabilir. Eğer kullanılan fan coil cihazının içinde tek serpantin varsa kurulan sisteme 2 borulu fan coil sistemi, eğer fan coil cihazının içinde ısıtma ve soğutma olarak iki serpantin varsa sisteme 4 borulu fan coil sistemi adı verilir. 2 borulu fan coil sistemlerinde dağıtım ve toplama yapan iki boru dolaşır. 4 borulu fan coil sistemlerinde iki dağıtım ve iki toplama borusu vardır.

2 borulu fan coil sisteminde aynı anda ya soğutma ya da ısıtma yapılabilirken, 4 borulu fan coil sisteminde aynı anda her fan coil cihazında birbirinden bağımsız ısıtma veya soğutma yapılabilir. Klasik fan coil sistemlerinde havalandırma yoktur.

Bu eksikliği gidermek için: a) dış duvardan taze hava alınarak fan coil üzerinden mekana verilebilir, b) taze hava merkezi kanallı bir klima santrali ile mekana verilebilir. Ancak b) şıkkı kullanıldığında sistem hava + sulu sistem olarak çalışır.

6.2.3.1. Uygulama Örnekleri

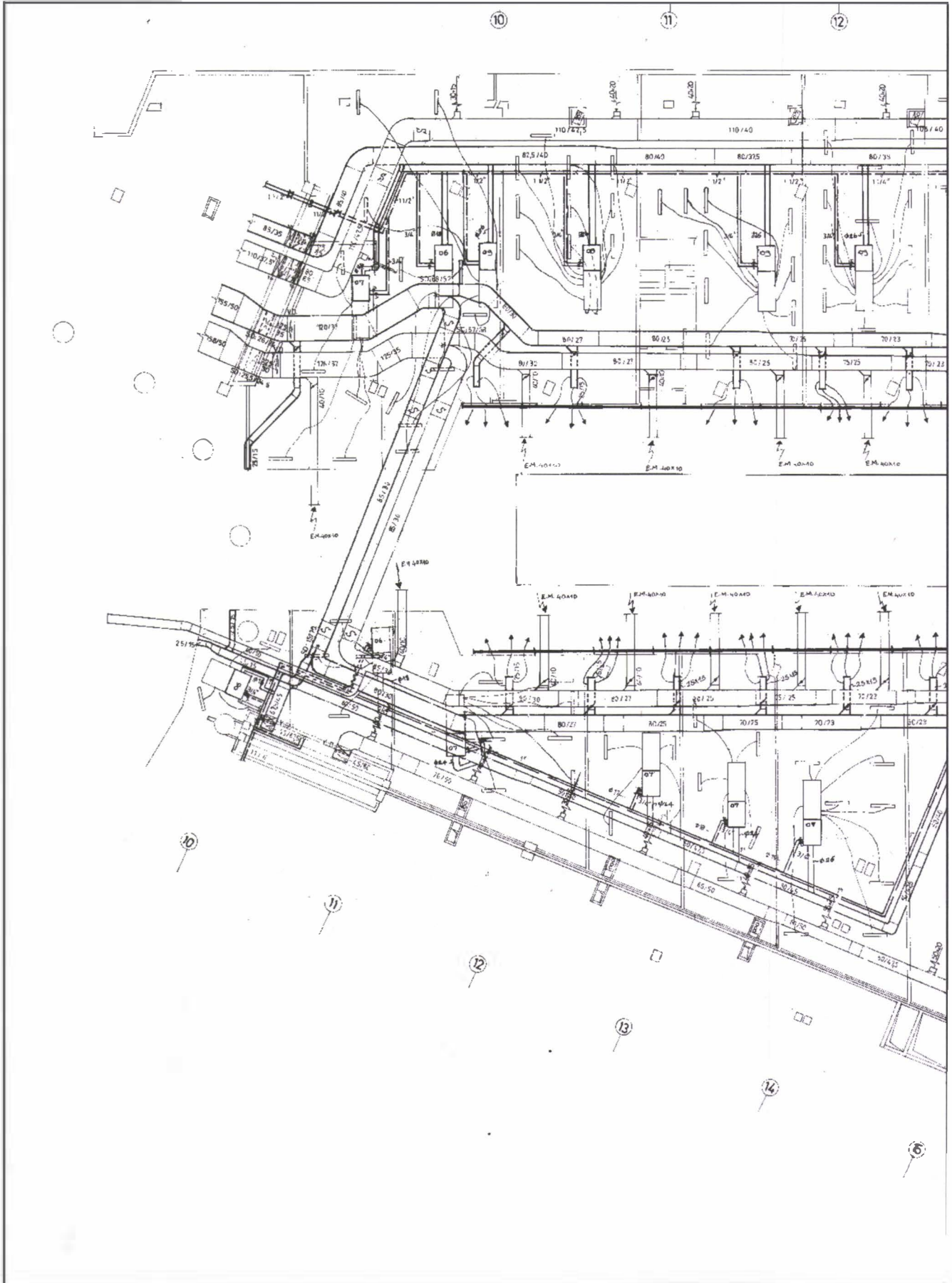
6.2.3.1.1. Uygulama Örneği 1: Akmerkez Ofisler (İki Borulu Fan Coil Sistem)

Akmerkez kompleksi yaklaşık 180.000 m² toplam inşaat alanına sahiptir (Şekil 6.28).

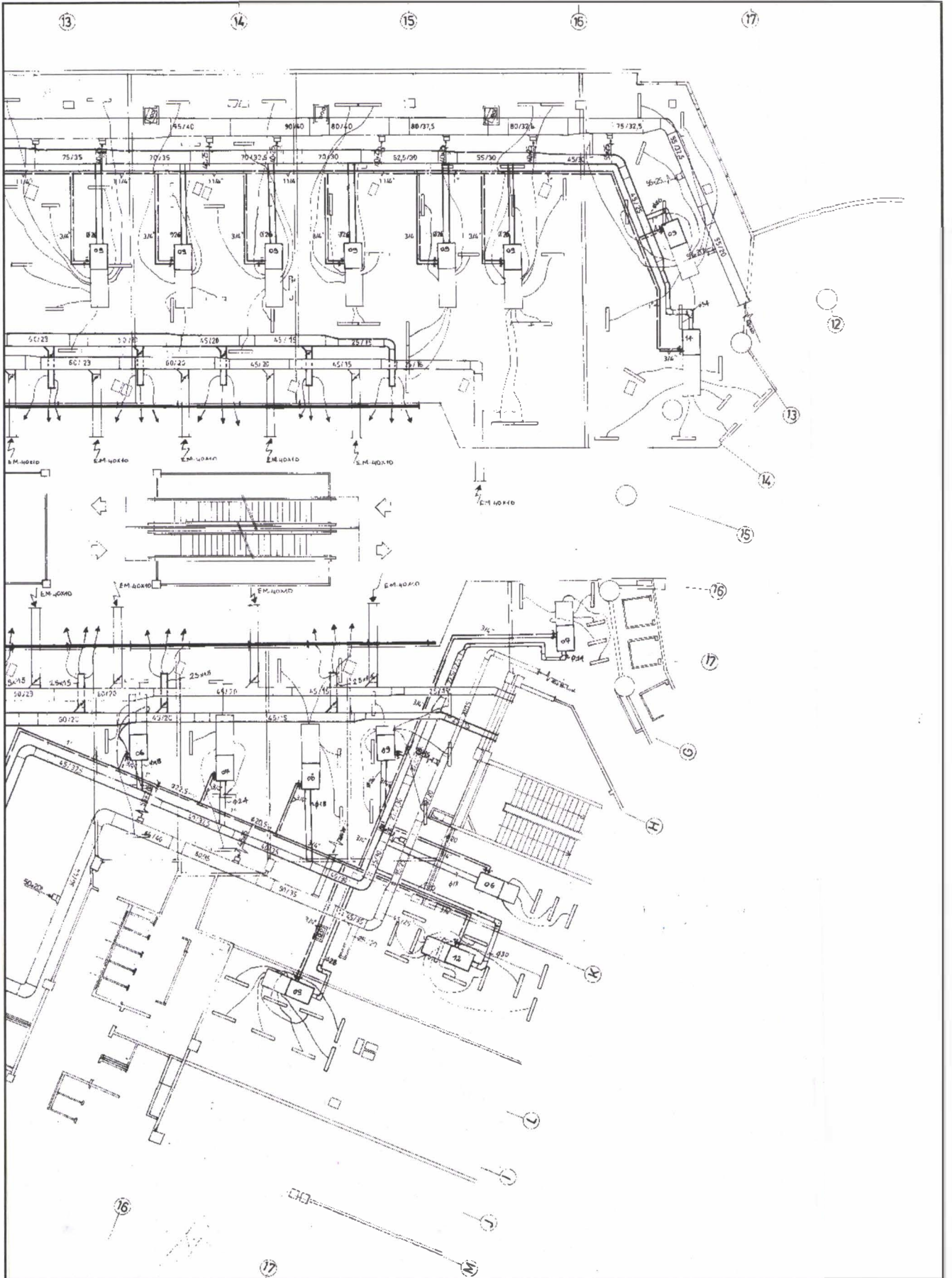
En alt garaj katlarıdır. Kalan kısmı çarşı, ofis blokları (iki adet), konut bloğu olarak 90 ayrı kullanım amacına hizmet vermektedir. Mekanik ve elektrik sistemlerinin odaları bodrumlardır. Çarşı dört katlıdır. Normal katlarda dükkanlar en üst katta da lokantalar ve sinema salonları vardır. Çarşı, ofis blokları ve konutların ısıtma ve klima sistemleri tamamen ayrı olarak planlanmıştır ve uygulanmıştır. Ofislerin kazan ve soğutma grupları ayrı olarak blokların altına yerleştirilmiştir. HVAC Tesisat şemalarının bir örneği Şekil 6.29A ve B'de verilmiştir.



Şekil 6.28. Akmerkez OFİSLER (FAN COIL)



Şekil 6.29A. ÜST ÇARŞI C BLOK HAVALANDIRMA POJESİ



Şekil 6.29B. ÜST ÇARŞI C BLOK HAVALANDIRMA PROJESİ

Blokların detayları aşağıda özetlenmiştir:

a. İki adet Ofis Bloğu

- İki borulu fan coil sistem, taze hava ve egzoz tesisatı uygulanmıştır.
- Kalorifer kazanları iki adet her biri ısıtma ihtiyacının 3/4'ü kapasitesinde seçilmiştir.
- Soğutma grupları iki adet su soğutmalı tiptir (Şekil 6.30).
- Kazanlar ve su soğutma grupları alt bodrum katta yerleştirilmiştir.
- Bu bina bugün yapılacak olsa dört borulu fan coil veya VRV veya VRV ve statik ısıtma olarak yapılabilir.

b. Bir adet Konut Bloğu

- Konut bloğu konutlarda da ısıtma kazanları blok altına yerleştirilmiştir ve merkezi konut ısıtması yapılmaktadır.
- Isıtma cam önlerindeki radyatörler ile yapılmaktadır.
- Konutların klima sistemi projede yoktu. Daha sonra split klima sistemleri isteğe bağlı olarak bireysel uygulanmıştır.
- Bu gün bu bina yeniden yapılacak olsa klima sistemi konutlar için önceden planlanmalıdır.
- Soğutma sisteminde ayrıca, taze hava egzoz tesisatı da yapılmalıdır.
- Konut bloğunda su soğutmalı VRV sistemi bir yenileme programı yapılırsa bu gün için de uygulanabilir görünmektedir.

c. Çarşı (Alışveriş Merkezi)

- Çarşının da su soğutma grupları su soğutma kulesi ve kalorifer kazanları ayrı olarak planlanmış ve uygulanmıştır.

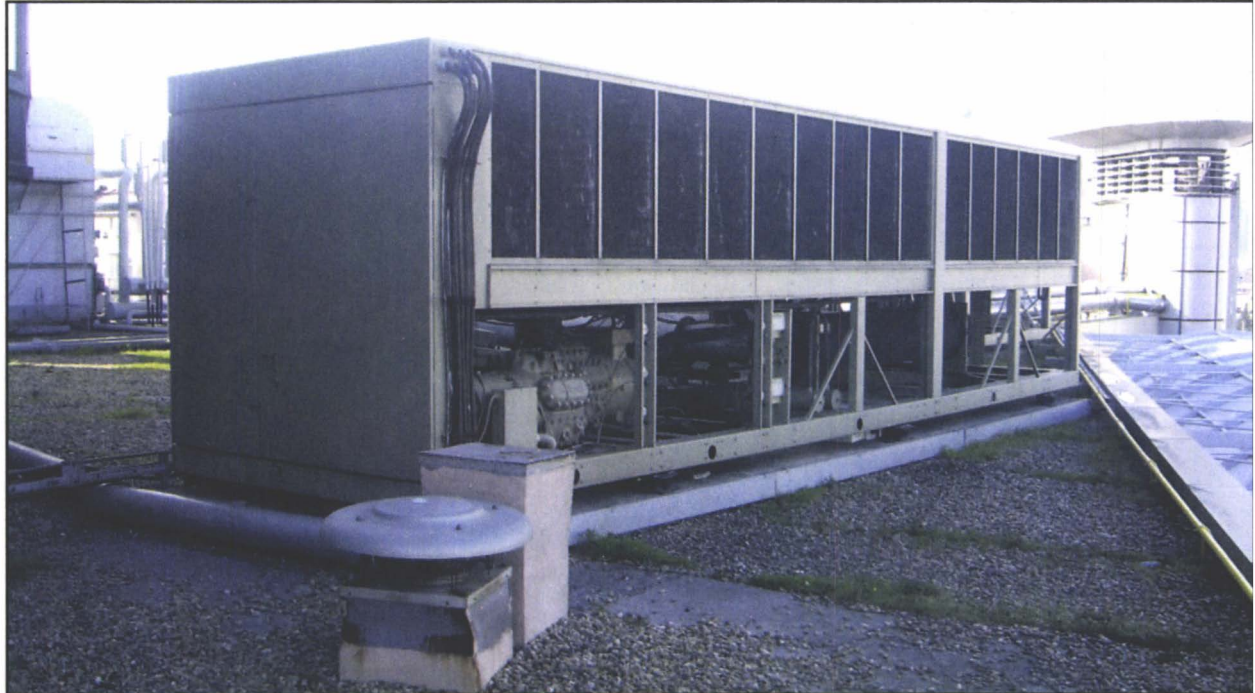
- Çarşıda gezinti koridorları için klima sistemlerinde tam havalı, karışım havalı, kombi tipi klima santralleri kullanılmıştır.
- Dükkanlarda ise VAV sistem (ısıtıcı tip) kullanılmıştır.
- Ak merkez çarşıdaki klima sisteminde ısıtma sezonunda ve ara mevsimlerde free cooling yapılarak çok ciddi oranda enerji ekonomisi yapılmaktadır ve çok yüksek iç hava kalitesi sağlanmaktadır.
- Son kattaki lokantaların olduğu katta egzoz %100 yapılmaktadır. Sinema salonları için de bağımsız klima sistemleri vardır.

6.2.3.1.2. Uygulama Örneği 2: Kanyon (Şekil 6.31)

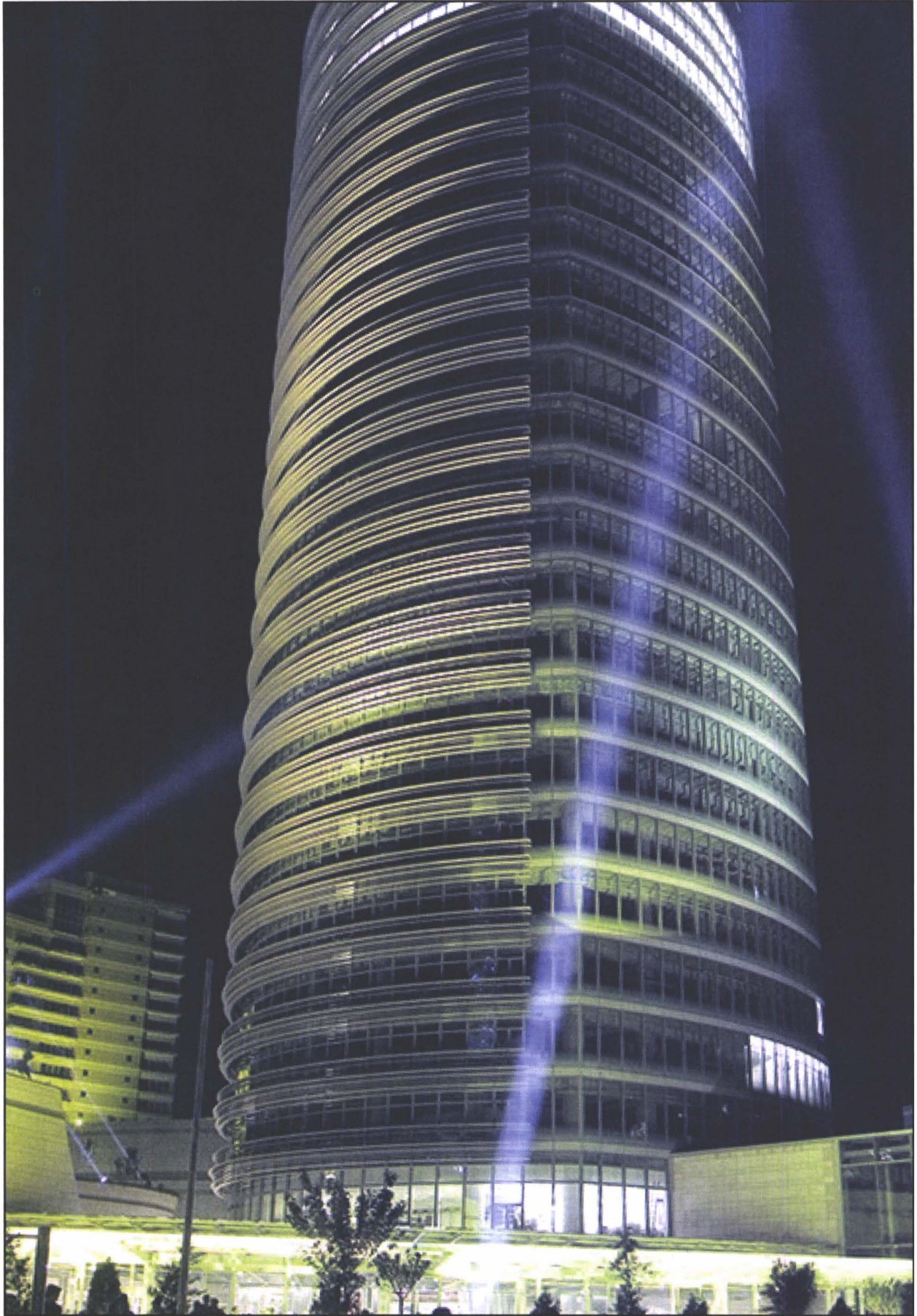
Kanyon bodrumlar, ofis bloğu (Şekil 6.31), çarşı (Şekil 6.32) ve residence'tan oluşmaktadır.

Kanyon ofis bloğu zemin, 32 normal kat, iki ara tesisat katı ve 5 adet bodrum kattan meydana gelmiştir. Normal katlar konut olarak kullanılmaktadır.

Ofis kulesinde 26 ofis katı bulunmakta, 27. kat mekanik katıdır. Ofis katları m²'leri standarttır. İç dekorasyonları kiracıların kendi inisiyatifindedir. Katlarda sabit hava debisi CAV kullanılmaktadır. Çekirdek dediğimiz yerde WC ve hol bulunmakta; çekirdek dışı ise kiracıya ait bölümdür. Her ofis katında 2 ayrı noktadan egzoz yapılmakta ve taze hava verilmektedir. 2 - 14. katların mekanik odası 2. bodrum katta, 15 - 26. katların mekanik odası 27. kattadır. Yani tüm ofis katlarının havalandırması 2 ayrı mekanik odadan beslenmektedir. Isıtma ve soğutma sistemi ise ana mekanik odadan gelen ve ofis altında 4. bodrum katta eşanjör odasına gelen 2-1 l. kat alt zon ve 12-26. kat üst zon olarak 2 ayrı zonlama mevcuttur.



Şekil 6.30. Akmerkez SOĞUTMA GRUPLARI (ÇİLLERLER)



Şekil 6.31. Kanyon OFİSLER DIŞ GÖRÜNÜŞ (4 BORULU FAN COIL)

Toplam ofis katları için 4 adet klima santrali mevcut olup rotary tip ısı geri kazanımı bulunmaktadır. 2 tanesi çatı katı olan 27. katta, 2 tanesi ise 2. bodrum kattadır. Ayrıca ofis lobisi içinde 1 adet klima santrali yine 2. bodrum kattadır. Kat bazında santral yoktur.

Ofis katları için 27. katta WC fanları mevcuttur. 2 - 17. katları bir, 18-26. katları ise ayrı bir WC fanı beslemektedir. Katlara toplam veriş havası 1.655 l/s, egzoz havası ise 1.350 l/s'dir. Her katta bulunan çekirdek içindeki lobiye ise 170 l/s hava verilmektedir. Ayrıca her katta bulunan WC'lerden 110 l/s egzoz yapılmaktadır. Her ofis katının ısıtma yükü 36 kW, soğutma yükü ise 93 kW'dır. Isıtma, soğutma değerleri her kat için çok az farklılıklar göstermektedir. Ofis katlarının planı ve uygulama detayı ise Şekil 6.35'te verilmiştir.

6.2.3.1.3. Uygulama Örneği 3

İÇ ZON: Primer hava + İki borulu fan coil

ÇEVRE ZONU: Primer hava + Dört borulu fan coil

Bu sistemde çevredeki fan coil sistemi kışın ısı kayıpları ile enfiltrasyonu karşılar, yazın da ısı kazançlarını karşılar. Böylece çevredeki ısıtma ve soğutma fan coil sistemiyle karşılanır. İç zonda 2 borulu fan coil bütün yıl boyunca soğutmaya çalışır ve soğutma ihtiyacını karşılar.

Taze hava tek taze hava santralinden temin edilerek, hem iç zona hem de dış zona verilir.

Avantajları:

- Zon kontrolü için mükemmel bir esneklik,
- Pencere altına ısıtıcı yerleştirilmesi, muhtemel down - draft problemine en iyi çözüm olması,
- Sadece bir tek taze hava santrali ve bir tek kanal sistemi olması,
- Kanal minimum boyutta olduğundan, asma tavan derinliğinde kazanç sağlaması,
- Çevre zonda fan coil sisteminde ısı kazanım sistemi tatbikatına elverişliliği,
- İlk tesis fiyatı göreceli olarak ucuz olmasıdır.

Dezavantajları:

- Fan coil ünitelerinin çevre zonda kullanılması burada yer kaybına neden olmaktadır.
- Soğutma borularının tavanda olması nedeniyle kondenzasyon problemi yaşanabilir.
- Free cooling yeterince yapılamaz.
- Gece ventilasyonu (cool down) yapılamaz.
- Fan coil motorlarının üreteceği ses problemi oluşabilir.
- Soğutma grup ve pompalarının çok uzun bir süre devrede tutulmasının ek maliyeti vardır.



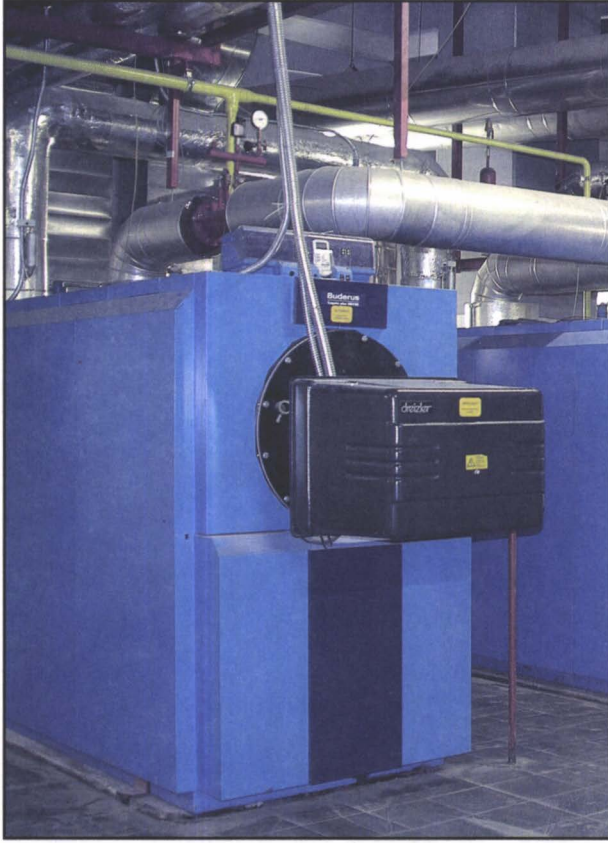
Şekil 6.32A. Kanyon ALIŞVERİŞ MERKEZİ ORTAK MAHAL



Şekil 6.32B. Kanyon ALIŞVERİŞ MERKEZİ KATLAR



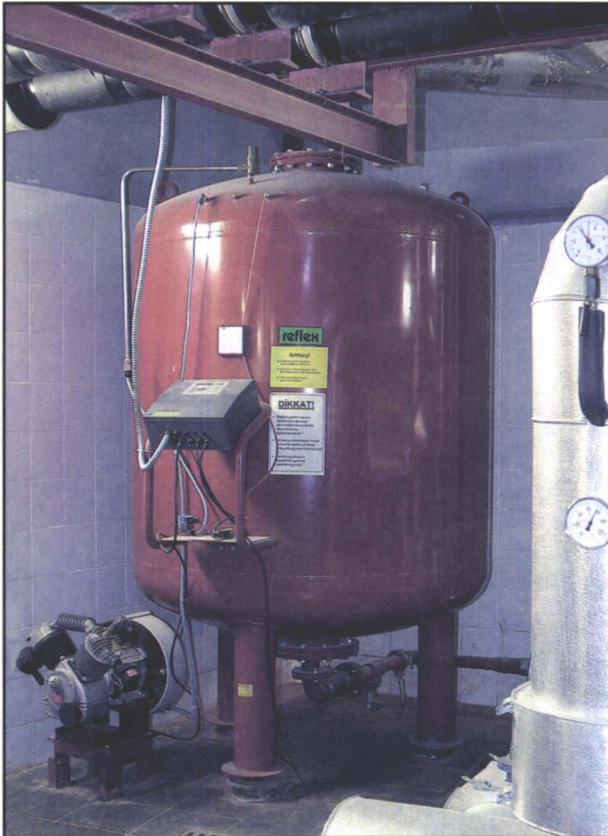
Şekil 6.32C. Kanyon ALIŞVERİŞ MERKEZİ DÜKKANLAR



Şekil 6.33A. Kanyon
ALIŞVERİŞ MERKEZİ ISITMA KAZANLARI



Şekil 6.33B. Kanyon
OFİSLER ISITMA KAZANLARI



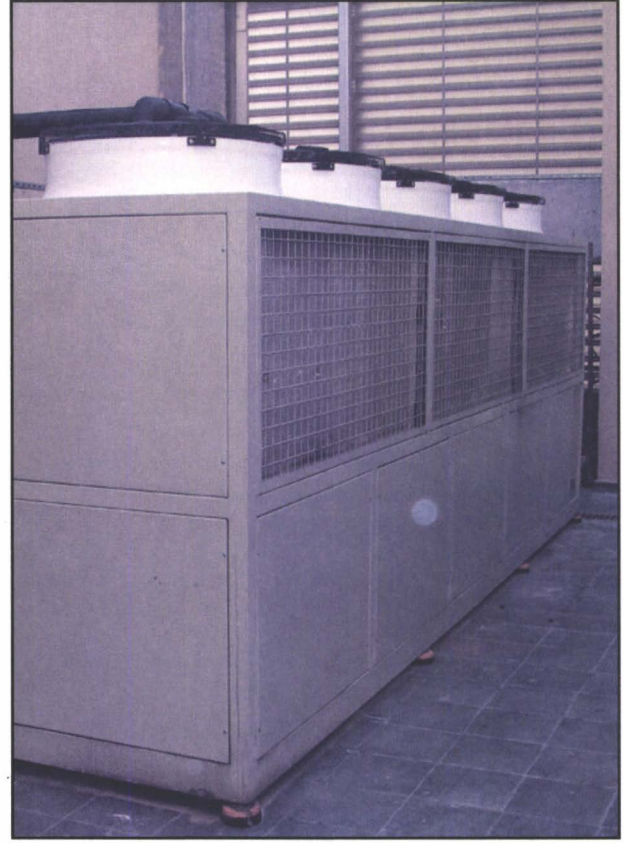
Şekil 6.33C. Kanyon
KOMPRESÖRLÜ GENLEŞME TANKI



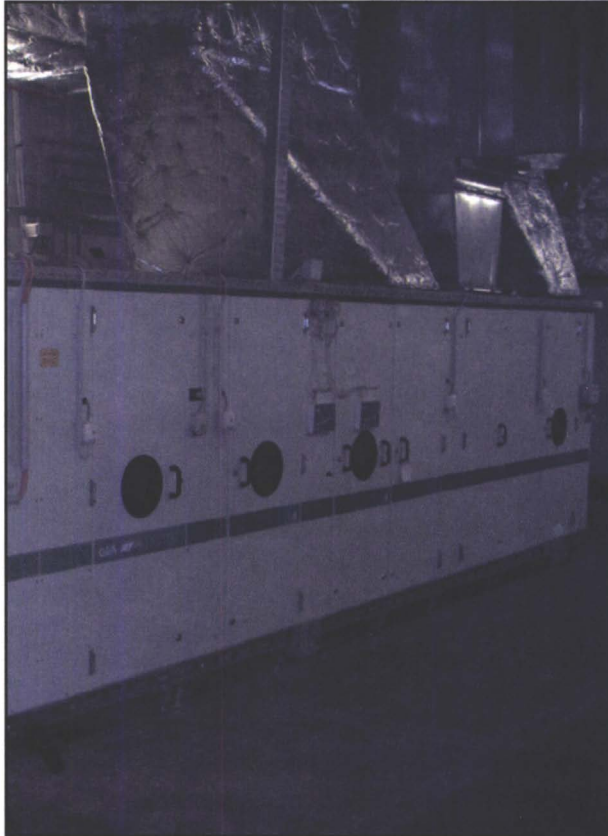
Şekil 6.33D. Kanyon
HAVA AYIRICI



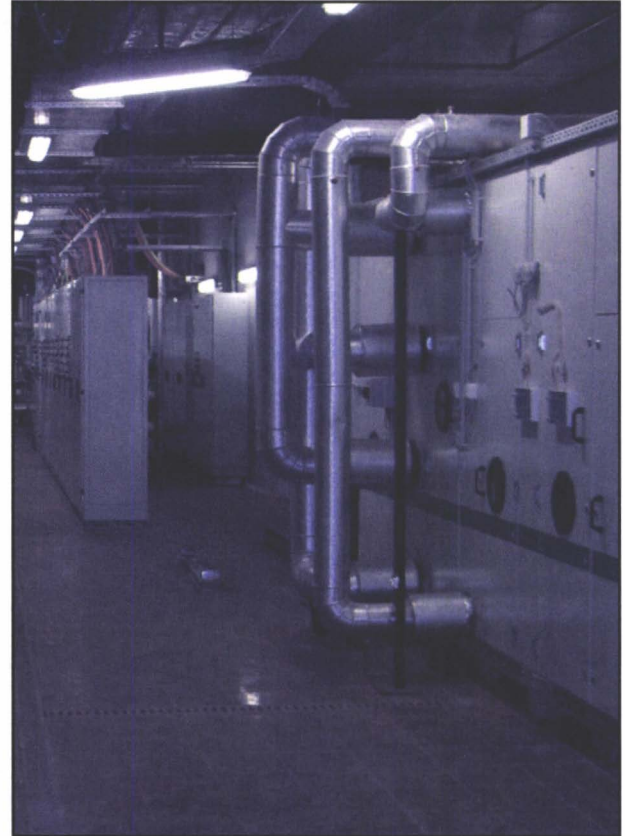
Şekil 6.34A. Kanyon
SU SOĞUTMALI ÇİLLER



Şekil 6.34B. Kanyon
HAVA SOĞUTMALI ÇİLLER

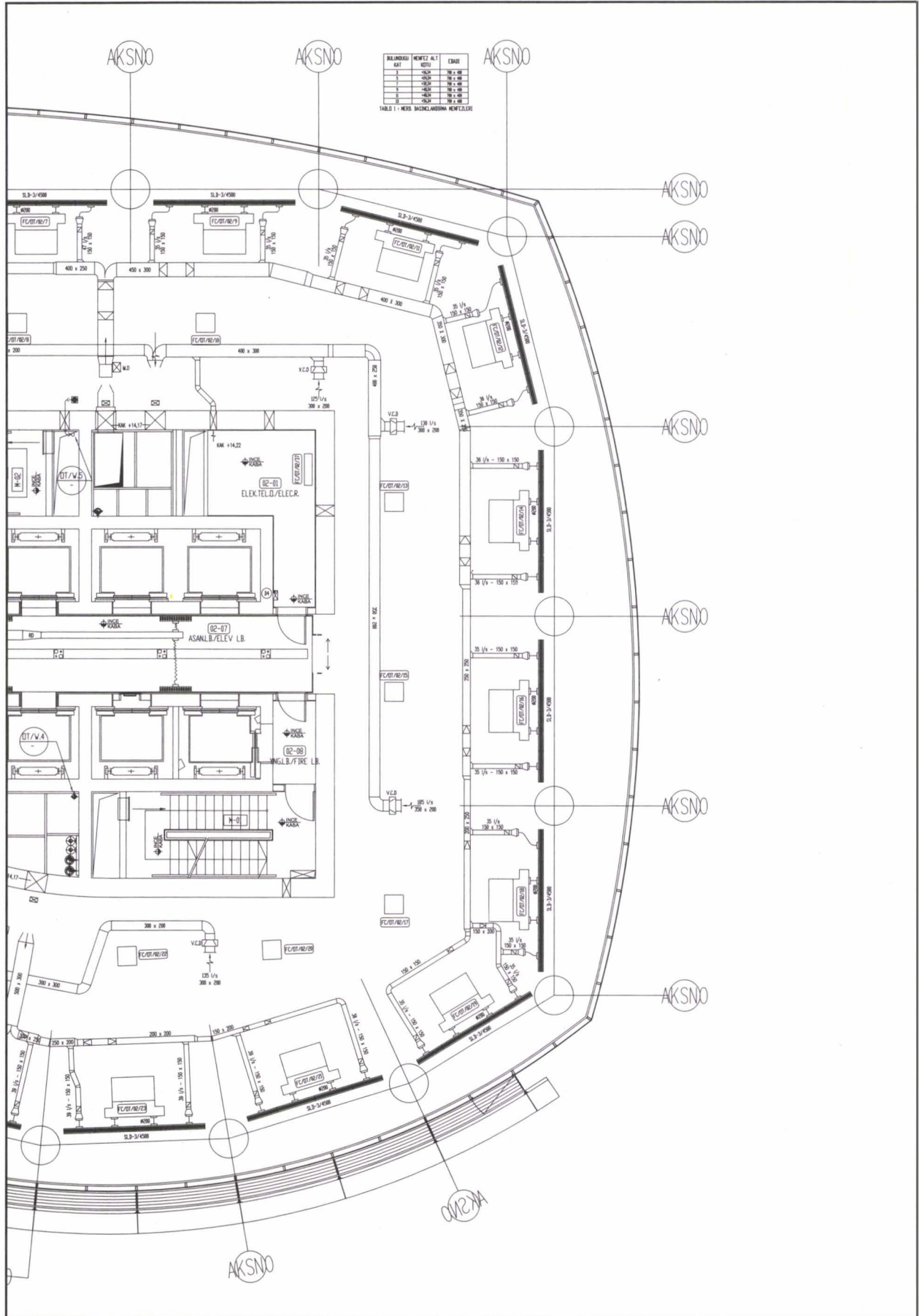


Şekil 6.34C. Kanyon
KLİMA SANTRALLERİ-1



Şekil 6.34D. Kanyon
KLİMA SANTRALLERİ-2

158



6.2.4. DÖŞEMEDEN HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

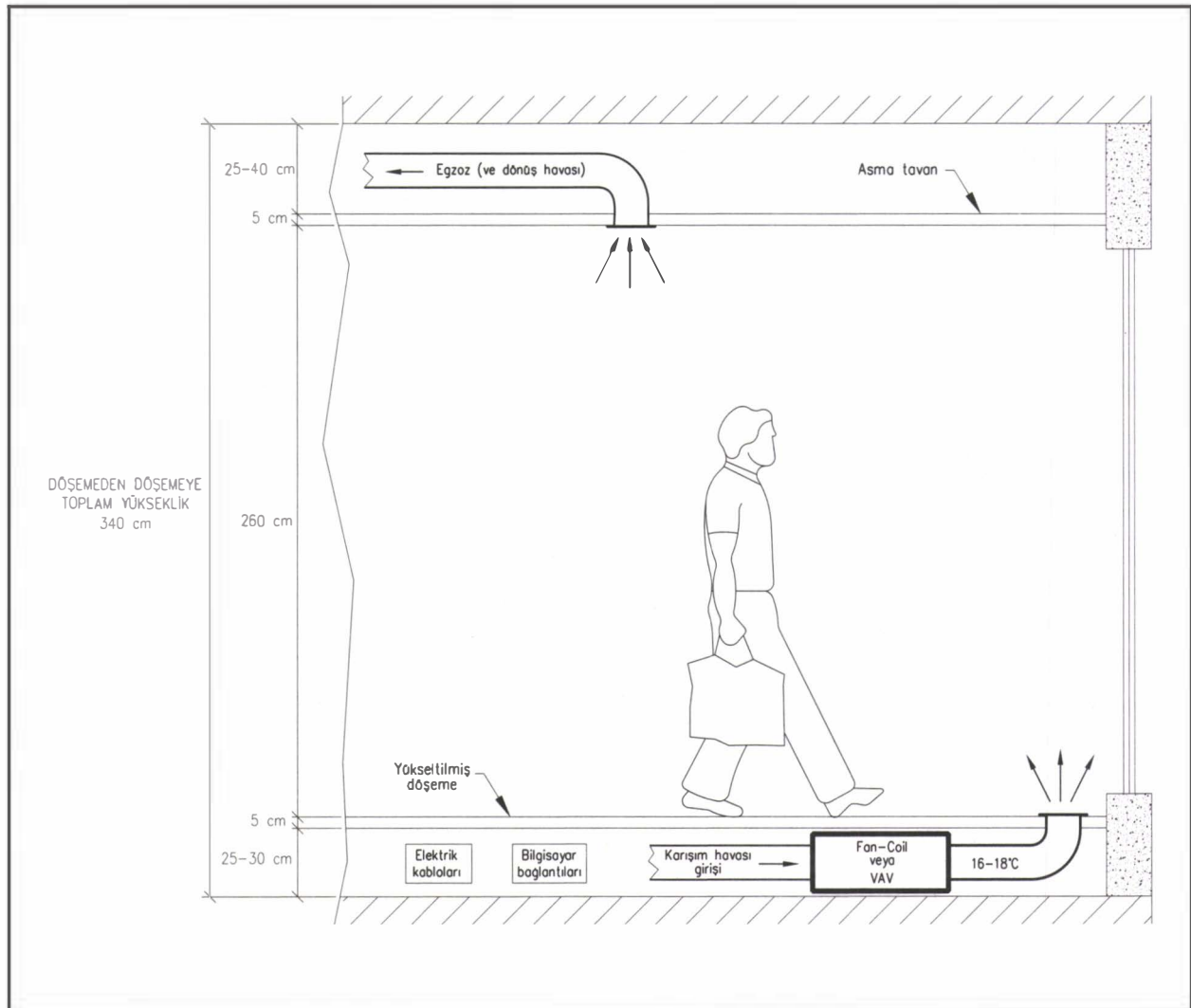
Döşemeden havalandırma sistemlerinde (Şekil 6.36), yükseltilmiş döşemenin altında kalan yer, dağıtım plenumu olarak kullanılır veya terminal cihazlar buraya yerleştirilir. Bu sistem terminallerin tavan arasına yerleştirildiği sistemler ile zıtlık yaratır. Her iki sistem de eğer uygun şekilde tasarlanmış ise kullanıcıların konfor şartlarını sağlar.

Döşemeden havalandırma sistemleri, yükseltilmiş döşeme maliyeti sebebiyle ilk yatırımı yüksek sistemlerdir. Ancak yükseltilmiş döşemeden enerji kablolama ve bilgisayar altyapısı için de faydalanılabileceğinden yükseltilmiş döşeme maliyeti projelerde uygun çıkabilir. Bu ilave kullanım imkanına bakılmaz ise döşemeden havalandırma sistemleri; hem yükseltilmiş döşeme maliyeti yüzünden hem de kat yüksekliklerinin daha fazla olması ve bu yüzden dış duvarların, iç şaftların, merdiven ve boruların maliyetinin daha yüksek olması sebebiyle, bu sistemin kullanımı kararını verdirme-yecek kadar pahalıdır.

Bu sistemlerde egzoz, duman tahliyesi ve springler, vb ihtiyaçlar nedeniyle asma tavan boşluğuna da ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır. Döşemeden havalandırma sistemlerinin tasarımında çok farklı uygulamalar vardır.

- Döşemeden havalandırma sistemlerinde havanın dağıtımında yer değiştirmeli havalandırma prensibi kullanılır. Tasarımda tam havalı sistemler de kullanılabilir.

Hava, kat döşemesi ile yükseltilmiş döşeme arasındaki plenumdan dağıtılır. Şartlandırılmış hava, soğuk üfleme havası ile sıcak dönüş havası karıştırılarak 16-18°C gibi yüksek sıcaklıklarda sağlanır. Bu karışım havası daha sonra yükseltilmiş döşemedeki çıkışlardan düşük hızla dışarı çıkar ve dikey olarak tavana doğru kendi kaldırma kuvveti ile yükselir. Yukarı çıkarken insanların ve ekipmanların ısınısını üzerine alır. Tavan, dönüş plenumu gibi dönüş havasını toplar ve hava buradan merkezi sistemle veya kat bazlı sistemle geri döndürülür. Asma tavanın üzerindeki plenum, üfleme havası kanal sistemi olmadığı için, diğer sistemlere göre daha az olmaktadır.



Şekil 6.36. DÖŞEMEDEN HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

- Döşemeden havalandırma sistemleri içinden kullanım alanı bulan bir başka sistem de; tam havalı terminallerin veya fan coillerin dış zonda yükseltilmiş döşemenin altında olduğu durumudur. Dış zonda bulunan ve termostatik olarak kontrol edilen terminal ile değişen yüklerde kapasite kontrolü ile avantaj sağlanabilir. İlaveten, kapasitesini yüke göre değiştiren ve tam havalı terminallere göre daha fazla kapasite verebilen fan coillerin kullanımı yüksek ticari binalarda özellikle dış cephede büyük camların olduğu durumlarda maliyet düşümü sağlamaktadır. Fan coil kullanılan sistemde de aynı tam havalı terminallerdeki gibi hava yükseltilmiş döşemedeki ızgaralardan çıkmakta ve mekandaki tavan dönüş plenumu şeklinde çalışmaktadır.

Avrupa'daki projelerin neredeyse tamamında enerji hatları ve bilgisayar / data hatları için yükseltilmiş döşeme kullanıldığı için, döşemeden havalandırma sistemlerinin önemi kabul edilmiştir.

ABD'de bu sistemlerin kullanımı olsa da çok sınırlıdır.



Şekil 6.37.

Bu sınırlamanın nedenleri, ABD'de yükseltilmiş döşeme kullanımının az olması ve bir hava plenumundan geçen kablolar için ulusal elektrik standartlarının özel kablo kanalı veya plenum garantili özel kablo kullanma zorunluluğu getirmesidir. Eğer döşeme plenumu sadece kablo için kullanılıyor ise böyle zorunluluk yoktur, ancak aynı plenum hava dağıtmak içinde kullanılırsa zorunluluk doğar. Bu kablolanın maliyetini arttıracaktır ve sistem seçiminde dezavantaj olacaktır.

VAV terminalli veya fan coil'li döşemeden havalandırma sistemleri iç mekanların (iç bölmelerin) zaman zaman değiştirilmek zorunda kalınabileceği özel yapılarda kullanım yeri bulabilir. Mekanların kullanım amacı değiştirildiğine bu sistemlerde sadece döşeme menfezinin yerini değiştirmek yeterli olmaktadır.

İç mekanlar değiştirildiğinde tesisat sisteminde yapılması gereken değişiklikler daha kolay yapılabilir ve daha ucuza mal olur. Bu tip özel durumu olan yapılarda döşeme altı havalandırma sistemleri avantaj sağlayabilir.

6.2.4.1. Uygulama Örneği: Yapı Kredi Bankası Otomasyon Merkezi (Şekil 6.37 ve 38)

- Merkezi dört borulu fan coil, taze hava ve egzoz sistemi uygulanmıştır.
- Fan coiller döşeme altına yerleştirilmiştir. Sistem bilgisayarlarından çıkan ısı nedeniyle soğutma ağırlıklı çalışmaktadır.
- Döşeme altındaki fan coiller dönüş havasına taze havayı karıştırarak ortama döşeme üzerindeki merkezlerden havayı üflemeaktadır.
- Üfleme merkezleri yerde döşeme üzerindedir ve insanları rahatsız etmemek için en düşük üfleme havası sıcaklığı yaklaşık 16°C civarındadır.
- Egzoz sistemi ise asma tavandan hava kanalları ile toplanmaktadır.



Şekil 6.38.

6.2.5. KANAL TİP STATİK ISITMA (BİREYSEL SİSTEM)

Bu sistemlerde dış üniteyi oluşturan kompresör ve hava soğutmalı kondenser ünitesi bahçe, teras veya binaların dış cephesinde balkonda veya panjur arkasına gizlenmiş vb dış ortamlara yerleştirilir. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre, kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. İç ünite ile dış ünite, soğutucu akışkan boruları ve elektrik kablo-su ile birbirine bağlıdır. Kanal tipi iç ünitelere bağlanan hava kanalı sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere taşınabilir ve çok noktadan üfleme yapılarak homojen dağılım sağlanır. Kanal tipi iç üniteler bodrum, garaj, tavan arası, asma tavan içi, mutfak veya dolap gibi bölmelere yerleştirilerek gizlenebilir. Dış ünitelerde dış ortama konulduğu gibi, kanal uygulaması yapılarak iç ortama da konulabilir.

Kanal tipi bir split klima uygulamasında ana elemanlar,

- Dış ünite (Şekil 6.39)
- İç ünite (Şekil 6.40A ve B)
- Kanal sistemi
- Menfezler
- Kontrol elemanları
- Aksesuarlardan oluşur.

Havalandırma yeteneğinin yanında ortamda havanın homojen dağıtılabilmesi, sessizlik, iç ünitenin komşu hacimlere konularak servis işlemlerinin yaşam mahalli dışında gerçekleştirilmesi, yüksek kapasite, uzun ömür, iç-dış ünite montaj mesafesinin uzunluğu ve optimum maliyet kanal tipi klimaların diğer önemli avantajlarıdır. Kapasite aralıkları 24.000 - 140.000 Btu/h arasında değişir. Kanal tipi klimalar, sadece soğuk, sıcak-soğuk (heat pump) veya gazlı ısıtıcı olmak üzere üç tiptir.

Sistem seçim kriterlerine göre hava kanallı split sistemler seçilerek aşağıdaki çözümler üretilebilir;

- Isıtma radyatör ile, soğutma hava kanallı split (sadece soğutma yapan model) ile,
- Isıtma ve soğutma hava kanallı split (heat pump model) ile (gerektiğinde ısıtma için elektrikli ısıtıcı takviyesi imkanı)
- Isıtma ve soğutma hava kanallı split (heat pump model) ile
- Isıtma ve soğutma hava kanallı split (sadece soğutma yapan model + sıcak su bataryalı sistemler) ile
- Isıtma gaz furnace (LPG veya doğal gaz ile ısıtma yapan cihazlar) ile ve soğutma (soğuk evaporatör ve dış ünite ilavesi) ile (Şekil 6.41 ve 42)

Kanal tipi split klima cihazları ile ilgili geniş bilgi İsisan Çalışmaları 305 Klima Tesisatı kitabında yer almaktadır.

Isıtma tesisatı kat bazında kombi ile soğutma kanallı cihazlar ile yapılabilir. Isıtma statik (cam altlarından radyatör ve termostatik radyatör vanası), soğutma kanallı split ile yukarıdan yapıldığından sürekli filtre edilmiş taze hava imkanı ve her an yüksek konfor ile mekanik tesisat açısından en uygun sistem çözümünü sağlar.

Taze hava iç ünitelere direkt şaftlardan getirilebilir. Şartlandırılacak mekan için gerekli olan taze hava ihtiyacını sağlaması açısından çok uygun bir sistemdir. Dış ünite için gerekli yer ihtiyacı azdır. Kat aralarına yerleştirilebilir. Maksimum bakır borulama mesafesi 60 m'ye ulaşmaktadır. Bu sayede dış üniteler için en uygun yeri seçme imkanı doğar.

Sahip olduğu kapasiteler ile, maksimum iki iç - dış ünite ile bir konut/daireyi şartlandırmak mümkündür.



Şekil 6.39. KANAL TİPİ KLİMA DIŞ ÜNİTELERİNİN YERLEŞİM ÖRNEĞİ - Çatıda



Şekil 6.40A. KANAL TİPİ KLİMA
İÇ ÜNİTE DOLAP İÇİNE YERLEŞİM ÖRNEĞİ - Dolabın dıştan görünüşü



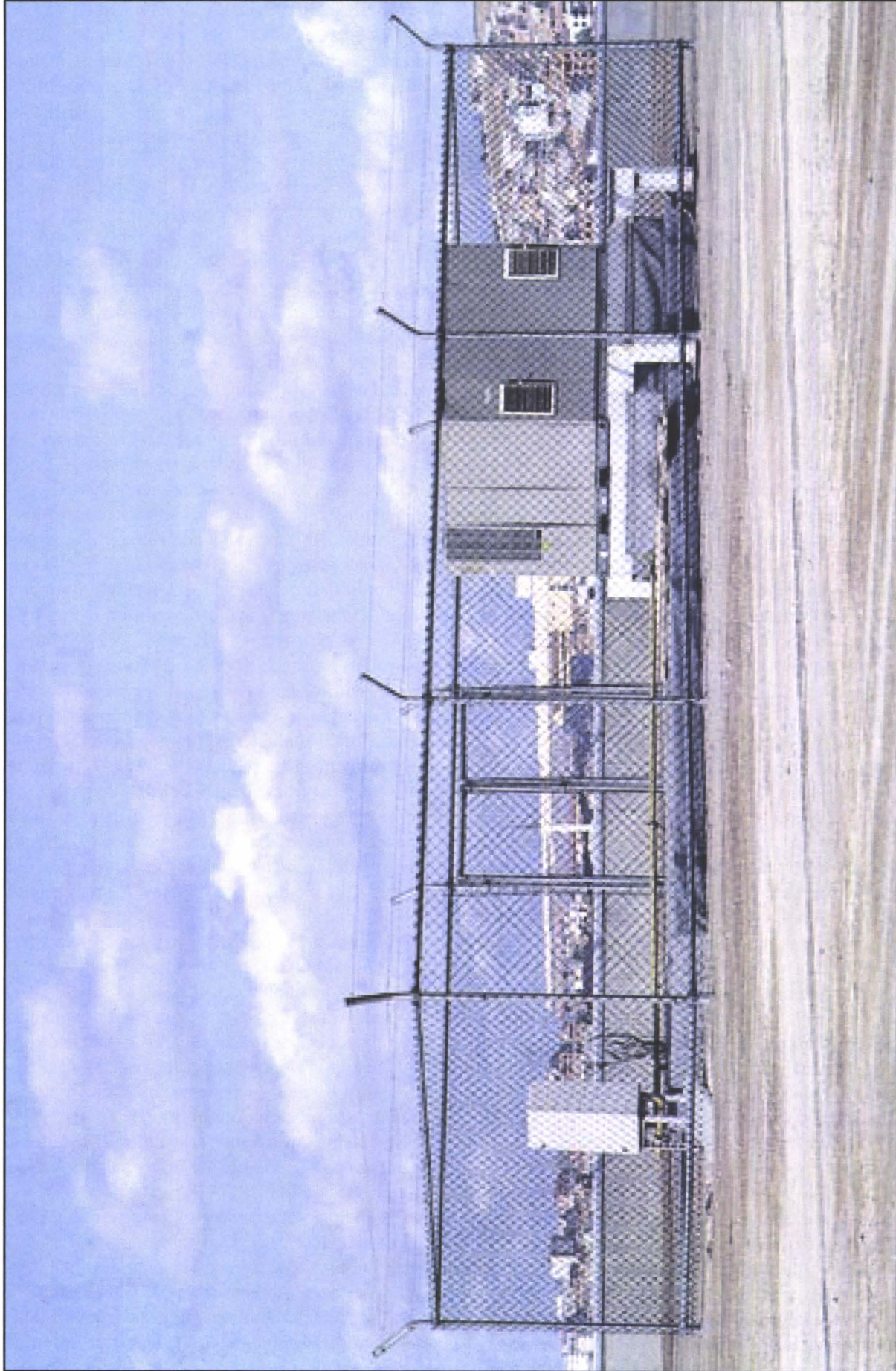
Şekil 6.40B. KANAL TİPİ KLİMA
İÇ ÜNİTE DOLAP İÇİNE YERLEŞİM ÖRNEĞİ - Dolabın içten görünüşü



Şekil 6.41A. GAS FURNACE
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ - Dolabın dıştan görünüşü



Şekil 6.41B. GAS FURNACE
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ - Dolabın içten görünüşü



Şekil 6.42. ÇATI TİPİ GAS FURNACE UYGULAMA ÖRNEĞİ

Yapı elemanlarının kalitelerinin gün geçtikçe daha da artması ve bunun sonucunda pencere ve kapı sistemlerinin neredeyse hiç hava sızdırmaması, infiltrasyon (sızıntı) sayesinde sağlanan doğal havalandırmanın yeni kaliteli binalarda yeterince gerçekleşmemesini beraberinde getirmiştir. “Nefes alamayan” bu binalarda havalandırma sistemi yok ise, oksijen yetersizliği oluşmakta, ortamda bakteri ve virüs konsantrasyonu artarak hastalıkların bulaşma riski ve hızı artmakta, insanlardan, eşyalardan ve yapı malzemelerinden yayılan koku ve gazlar, sigara dumanı ve toz oluşumu gibi olumsuz etkiler sonucunda iç hava kalitesi çok düşerek sağlıklı bir ortam oluşmaktadır. Sonuçta içinde yaşayan insanların verimliliklerinin düştüğü, sürekli baş ağrısı, yorgunluk, uyku hali gibi rahatsızlıklar yaşadıkları ve yaz ortasında grip salgınına yakalandıkları “hasta binalar” ortaya çıkmıştır. Buradaki temel problem havalandırma yetersizliğidir. Binalarda havalandırma, iklim ve mevsim şartlarından bağımsız olarak yani ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarından da önce gelen 12 ay boyunca süren en birincil ihtiyaçtır. İşte kanal tipi cihazların en büyük avantajı bu özelliğe sahip olmalarıdır. Bu cihazlar dışarıdan aldıkları taze havayı filtre edip (tozdan arındırıp); kışın ısıtarak, yazın ise soğutarak en iyi konfor şartlarında ortama vermekte ve böylece soğutma için zaten kullanılan klima sistemi ile havalandırmayı da gerçekleştirmektedirler. En iyi konfor en ucuz maliyetle bu sayede sağlanabilmektedir.

6.2.5.1. Kanal Tipi Klima İç Ünite Seçimi

Kanallı klima seçiminde yer tipi veya gizli tavan tipi klimalar seçilebilir:

a. Yer Tipi Kanallı Klimalar: Bu cihazlar dik tipte olup döşemeye yerleştirilir. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre, kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. Sistem prensip itibarıyla oldukça basit kolay kullanılabilen düşük ilk yatırım maliyetine sahip bir sistemdir (Simple is the Best). İç ünite ile dış ünite soğutucu akışkan boruları ile birbirine bağlıdır. İç ünitelere bağlanan kanal sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere taşınabilir ve çok noktadan üfleme yapılarak homojen dağılım sağlanır. Bu şekilde şartlandırılan mahal içinde her noktada aynı konfor şartı sağlanmış olur. Kanal tipi cihazlar diğer split klima cihazlarına göre, başta havalandırma yapabilme yeteneği olmak üzere, ses, homojen hava dağılımı, kapasite genişliği, taze hava alma kabiliyeti gibi özellikleri nedeniyle avantaj sağlar. Yüksek yapılarda iç ünitelere verilecek taze hava şaftlardan, ya da uygun şekilde tasarlanmış bina cephesi panjurlarından alınabilir. Dış üniteler yeterli hava alışı - verışı sağlandığı takdirde kısmen bina içersine (balkon, dış cephesi olan şaft vb) monte edilebilirler. Dış ünitelere servis ve bakım yapılması için teknisyen konuta girmez.

İç ünitelerin filtre temizliği dışında sürekli servise ihtiyacı yoktur. Filtre temizliğini de kullanıcı kolaylıkla yapabilmektedir. *Şekil 46*'da filtre temizliğinin ne denli basit ve hızlı gerçekleştirildiği görülebilir. İç ünite yerleşiminde ses ve hava dağıtılacak olan hacme yakınlık en önemli kriterlerdir. Bu tür uygulamalarda cihazlar yere monte edildiği için oldukça kolay müdahale edilebilir durumdadır. İç üniteler serbest emişli ve panjur kapılı monte edilebileceği gibi (*Şekil 6.43*), çok daha sessiz olması için tamamen kapalı dolap içi emiş kanallı (üfleme ve emiş kanallarında esnek kanallar kullanılarak hava sesi tamamen sönümlebilir) ve üfleme dağıtım kutulu uygulama yapılabilir (*Şekil 6.44 ve 45*).

b. Gizli Tavan Tipi Klimalar: Bu cihazlar ince yapıları dolayısıyla asma tavan içine yerleştirilmeye uygun kanallı tip split klimalardır. Gizli tavan tipi split klimalar 20 ile 35 cm arası yüksekliğe sahip olduklarından asma tavan aralığında rahatlıkla uygulanabilirler. Kanal bağlanabilen sistemler oldukları için kanallı klima sistemleri ile birlikte anılırlar. Ancak gerek elektronik kontrolleri gerek akışkan kontrolleri gerekse çalışma mantığı açısından kanallı klimalardan tamamen ayrılırlar. Döşeme tipi (Amerikan tipi) kanallı klimalara göre elektronik kontroller, hassas sıcaklık ayarı, kullanıcı tarafından değiştirilebilen iç ünite fan devirleri, daha küçük kapasiteli iç üniteler gibi özellikleriyle bazı durumlarda üstünlükleri vardır.

Kullanım amacı ve şekline göre diğer split klima sistemleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

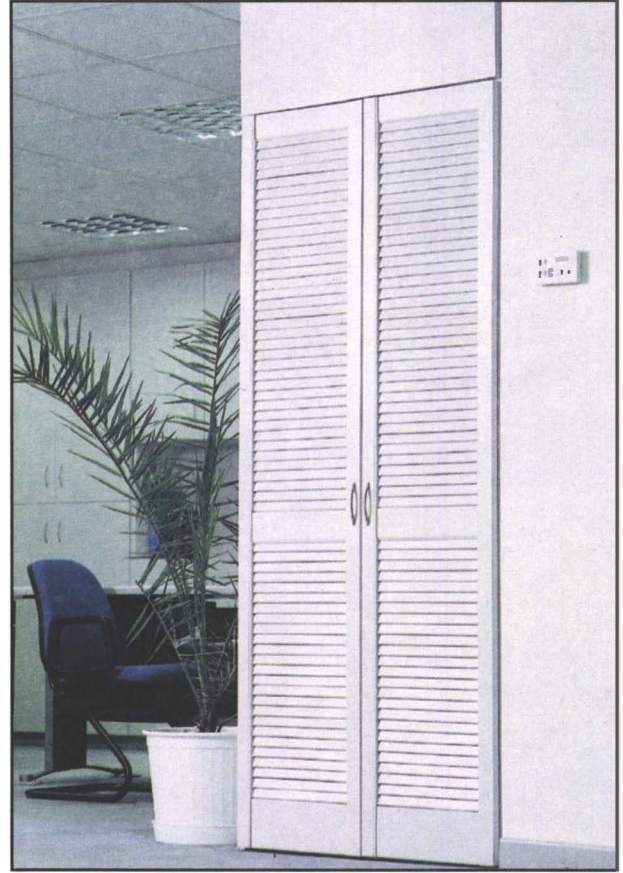
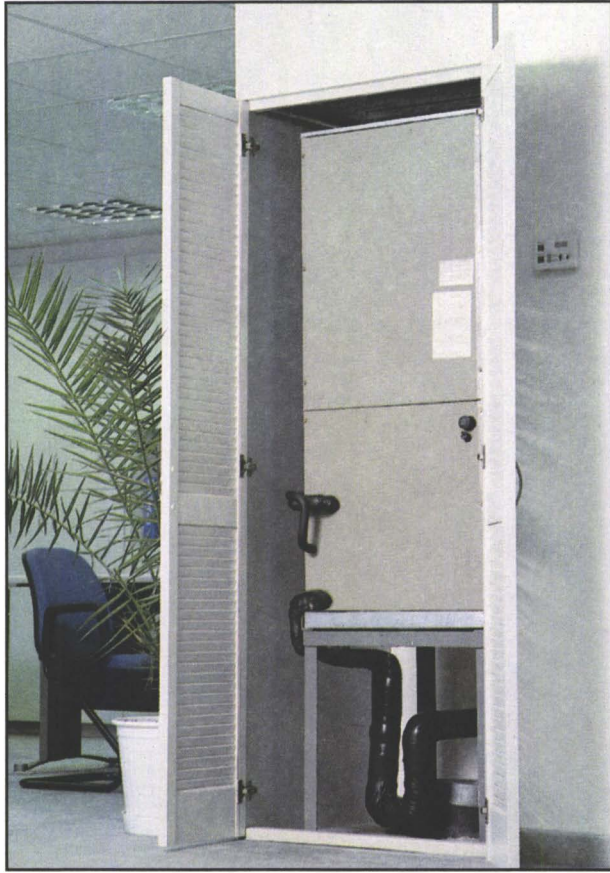
Tavan arası uygulamalarda kullanıldıklarından filtre temizliği ve servis amaçlı olarak tavanda cihaz ölçüsünde müdahale kapağı bırakmak gerekir (*Şekil 6.47*). Bu tür klima cihazları asma tavan içine monte edildiklerinden;

- Yer tipi cihazlara göre servis ve bakımı daha zordur.
- Zor ulaşıldıkları için filtre temizliği, vb işler zamanında yapılmaz.
- Asma tavan içine monte edilen cihazların drenajlarının toplanması daha zordur. (Genellikle drenaj pompası veya drenaj pompalı cihazlar kullanılır.)
- Yüksek basınçlı gizli tavan tipi klima cihazlarında ses problemi oluşabilir.

Not: Asma tavan içine yerleştirilen cihazlar olabildiğince koridor gibi yaşam mahali dış yerlere yerleştirilmelidir.

(Asma tavan tipi iç üniteye servis vermek yer tipi cihazlara göre çok daha zordur. Gizli tavan tipi cihazlar kullanılacak ise servis göz önünde bulundurulmalıdır. Servis zorluğu cihaz performansını ve ömrünü etkiler.)

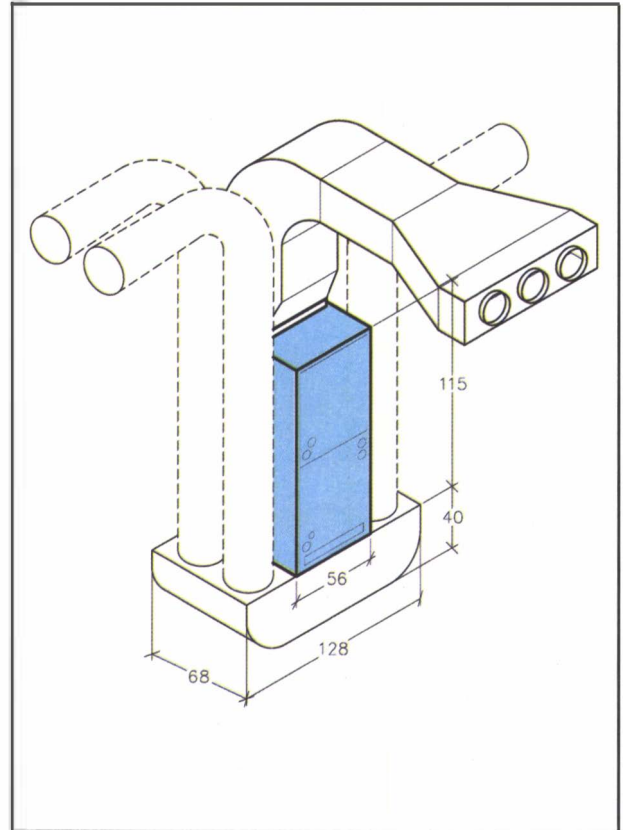
Kanallı split cihazların en önemli dezavantajları odalara bölünmüş mekanlarda her oda için istenen şartların sağlanamamasıdır.



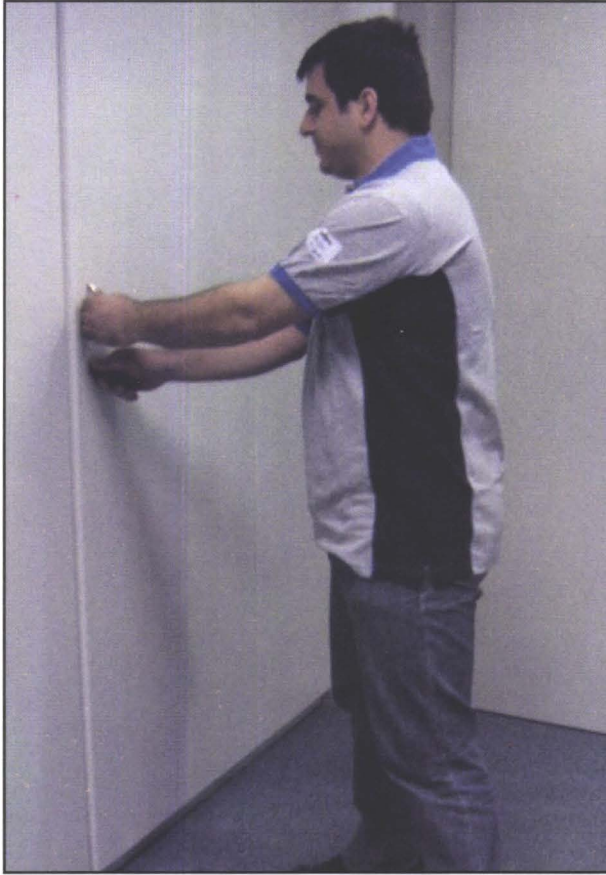
Şekil 6.43. SERBEST EMİŞLİ UYGULAMA



Şekil 6.44. DÖNÜŞ HAVA KANALLI UYGULAMA



Şekil 6.45. DÖNÜŞ HAVA KANALLI UYGULAMA PLANI



Şekil 6.46. DÖŞEMEYE MONTE EDİLEN SPLIT KLİMA İÇ ÜNİTELERİNDE BASİT VE HIZLI FİLTRE TEMİZLİĞİ YAPILABİLİR.



Şekil 6.47. GİZLİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTEYE SERVİS HİZMETİ, YERE MONTAJA GÖRE DAHA ZOR YAPILIR. Dekorasyonda kapak detayları, servis için kolay yapılabilen boyutlarda olmalı ve kolay sökülüp takılabilmelidir.

6.2.5.2. Uygulama Örneği: Yüceler Mağazası İstoç (Şekil 6.48)

Yüceler'in İstoç'taki mağazasında ısıtma, soğutma ve havalandırma tesisatı hava kanallı split klimalarla yapılmıştır. Isıtma yoğunluğunu kaskad sistem ile (Şekil 6.49) sulu bataryalarla sağlanmaktadır.

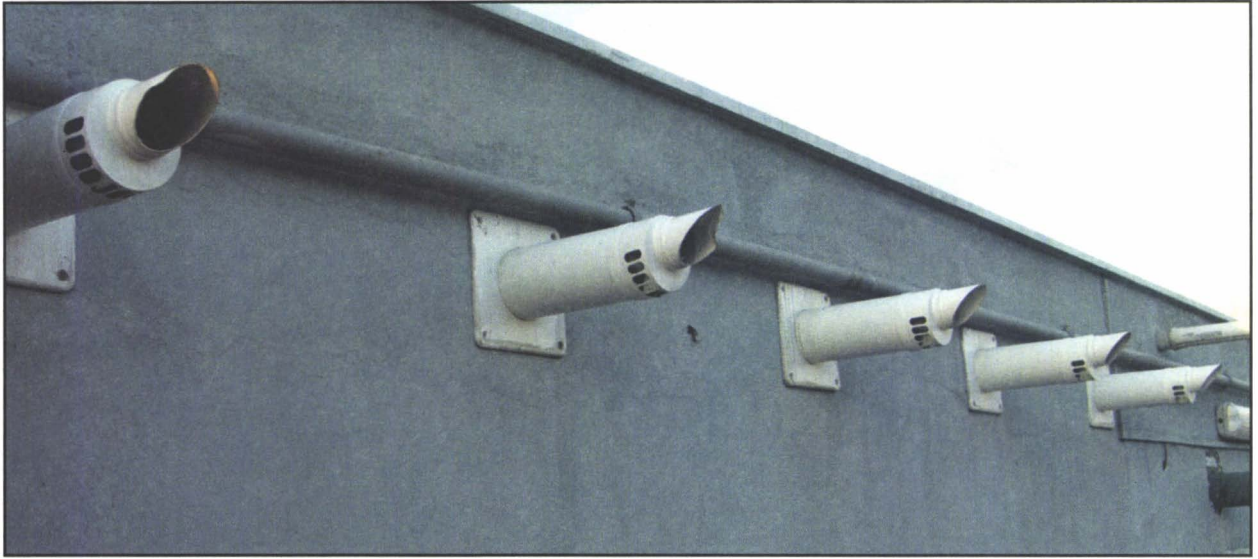
Isıtma, soğutma ve havalandırma aynı kanaldan üst kottan üflenmektedir. Özellikle ofis kısımlarında

ısıtımada konfor tam olarak sağlanamasa da binanın mimarisi radyatör ile statik ısıtma yapmaya olanak vermemiştir. Cam önlerinde konvektörler kullanılarak alt kottarda soğuk etkisi oluşması önlenmiştir (Şekil 6.50). Hava kanallarının katlardaki yerleşimi Şekil 6.51'de verilmiştir.

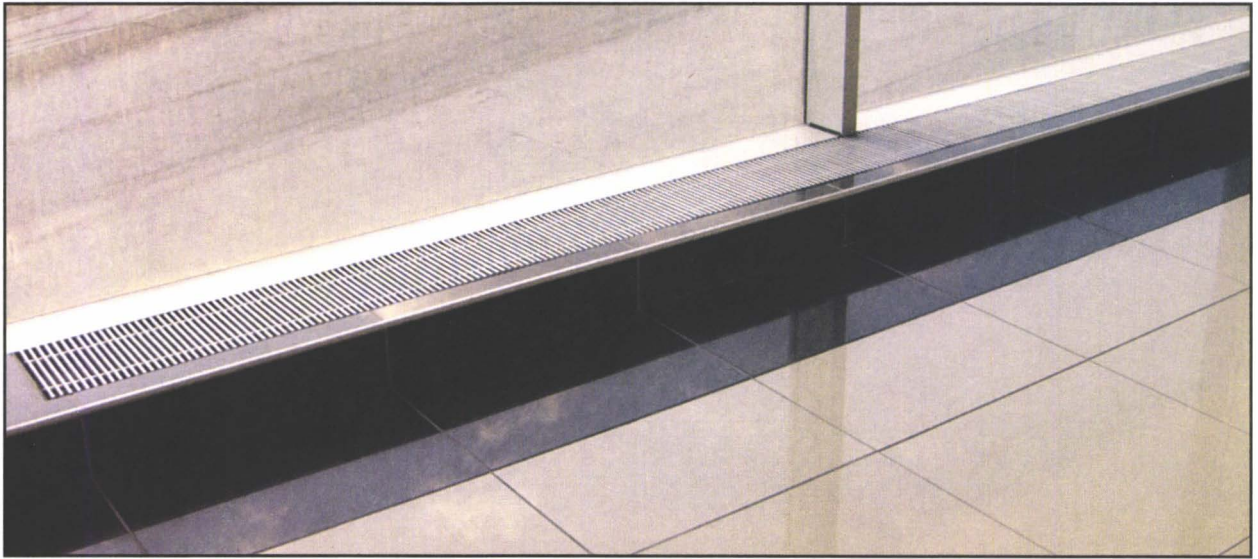
Klimaların dış üniteleri çatıya yerleştirilmiştir (Şekil 6.52). Dış ünite yerleşimi Şekil 6.53'te verilmiştir.



Şekil 6.48. Yüceler Mağazası HAVA KANALLI SPLİT KLİMA UYGULAMASI



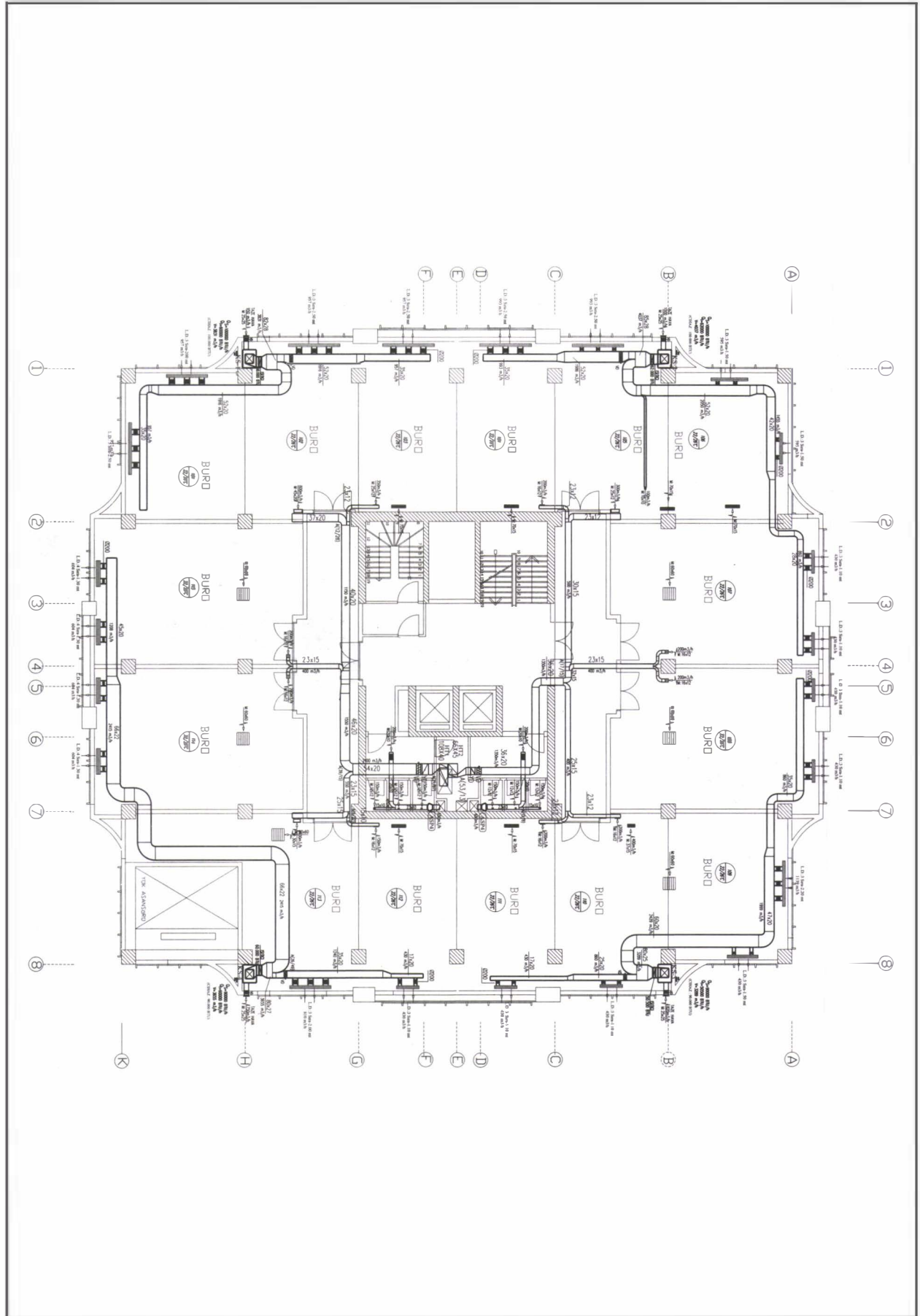
Şekil 6.49. Yüceler Mağazası YOĞUŞMALI KASKAD BACA ÇIKIŞI



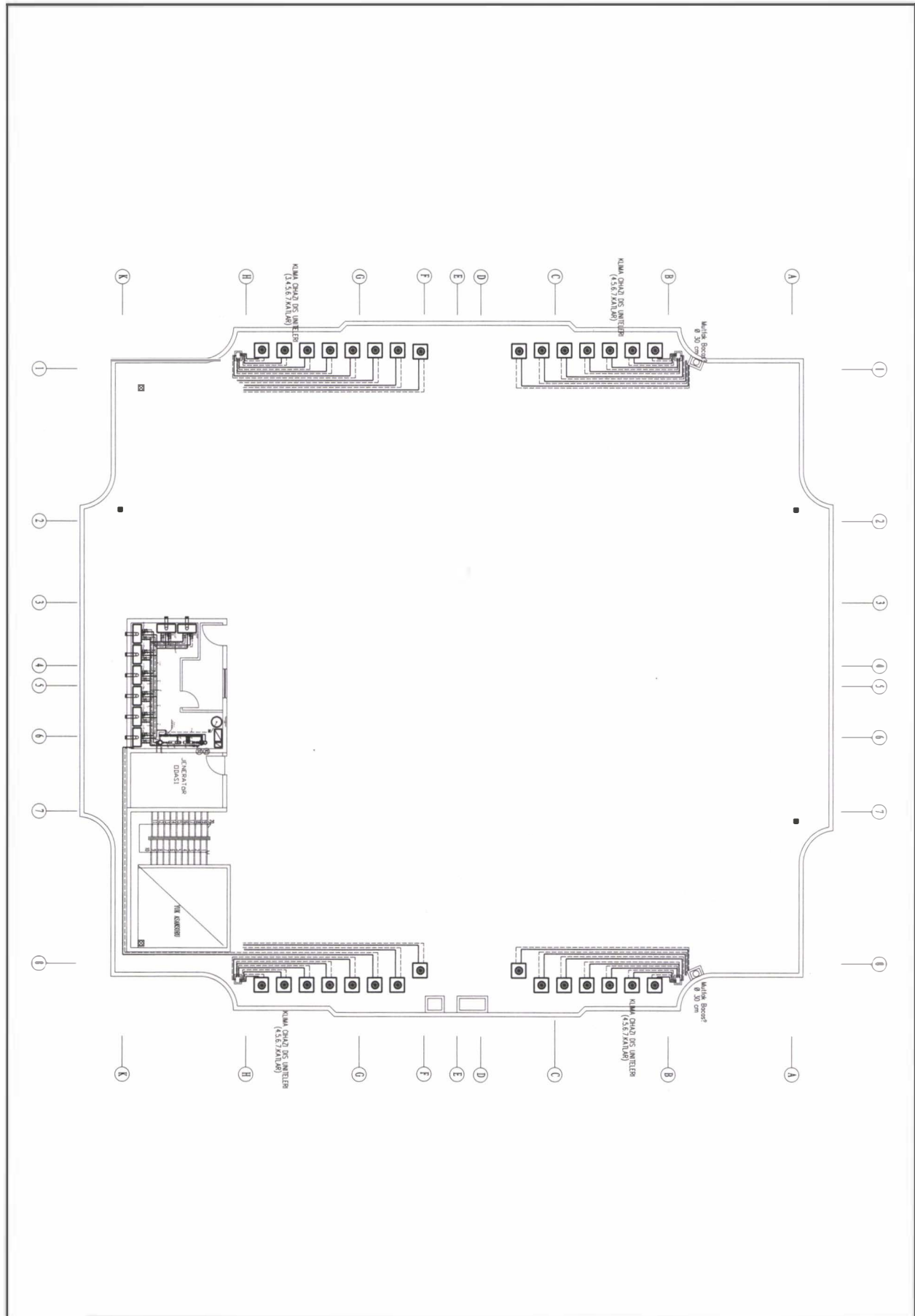
Şekil 6.50. Yüceler Mağazası KONVEKTÖRLER



Şekil 6.52. Yüceler Mağazası DIŞ ÜNİTELER



Şekil 6.51. Yüceler Mağazası HAVA KANALLARI PROJESİ



Şekil 6.53. Yüceler Mağazası DIŞ ÜNİTELERİN YERLEŞİMİ

		VRV I. Jenerasyon	VRV II. Jenerasyon	VRV III. Jenerasyon
Soğutucu Akışkan		R 22 ve R 407C	R 410A	R 410A Sistemdeki gaz hacmi I. Jenerasyona göre %40 daha az
COP	Soğutma	2,67	3,78	4,03
	Isıtma	2,92	4,13	4,27
En Büyük Kapasiteli Dış Ünite		10 HP (96.000 Btu/h)	16 HP (153.600 Btu/h)	18 HP (172.800 Btu/h)
Maksimum Sistem Kapasitesi		10 HP (96.000 Btu/h)	16 HP x 3 = 48 HP (460.800 Btu/h)	18 HP x 3 = 54 HP (518.400 Btu/h)
Kapasite Kontrol Aralığı		%15 ... %100	%3 ... %100	%3 ... % 100
Maksimum Kot Farkı	Dış Ünite Yukarıda (m)	50	50	90
	Dış Ünite Aşağıda (m)	40	40	90
Toplam Borulama Uzunluğu (m)		-	500	1.000
Eşdeğer Boru Uzunluğu (m)		125	175	190
Gerçek Boru Uzunluğu (m)		100	150	165
İlk Branşmandan Sonraki Maksimum Boru Uzunluğu (m)		40	40	90
Bir Dış Ünite Grubuna Bağlanabilen Maksimum İç Ünite Sayısı		16	40	64
Dış Ünite Ölçüleri (cm) (10 HP için)		128 x 144 x 69	90 x 160 x 76	93 x 157 x 76
Otomatik Gaz Şarjı		-	-	Var
Dış Ünite Fan Motoru		Speed controlled AC	Speed controlled AC	Inverter DC
Dış Ünite Ses Seviyesi dB(A)		57	57	45'e kadar* *Gece sessiz modunda
Kondenser Fanı Cihaz Dışı Statik Basıncı (Pa)		50	60	80

Tablo 6.54. VRV SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ

6.2.6. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİ (VRV)

6.2.6.1. Genel Özellikler

Tek bir dış üniteye (veya dış ünite grubuna) tek bir bakır boru hattı ile bağlanabilen çok sayıda iç ünite ile tüm bağımsız mekanlarda ısıtma ve/veya soğutma ve kısmi havalandırma yaparak istenilen iklim koşullarını sorunsuz sağlayan üstün bir klima teknolojisidir. VRV, İngilizce Variable Refrigerant Volume kelimelerinin (Değişken Soğutucu Akışkan Debisi) kısaltmasıdır.

Son yıllarda enerji tasarrufunun, konforun, işletme maliyetlerinin ve hassas kontrolün ön plana çıkmasıyla VRV sistemler HVAC sektöründe önemli bir yer almıştır.

Modüler, kompakt ve esnek yapıları ile çok katlı bina- dan tek bir villaya kadar tüm yapılar- da esnek uygulama imkanı sunmaktadır. Bu sistemler bir tek gidiş ve dönüş bakır boru hattı ile birden çok iç üniteyi çalıştı- rabilen sistemlerdir. Bu özellik VRV sistemler ile Multi Sistemleri birbirinden ayıran en temel özelliktir. Yıllar boyunca VRV sistemleri büyük gelişmeler gös- termiştir (Tablo 6.54). Günümüzde 5 seri VRV sistem bulunmaktadır.

Bu seriler;

- Sadece Soğutma (Cooling Only): Sistem sadece soğutma amaçlı kullanıma imkan verir.
- Isıtma + Soğutma (Heat Pump): Sistem hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanılabilir. Ancak bu se- riler soğutmada çalıştırılırken tüm iç üniteler soğut- ma modunda çalışmak zorundadır. Herhangi bir iç üniteyi ısıtma modunda çalıştırmak mümkün olmaz. Aynı durum ısıtma modunda iken de geçerlidir.
- Isı Geri Kazanımlı (Heat Recovery): Sistem aynı anda hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanı- ma imkan verir.
- Su Soğutmalı VRV Isıtma + Soğutma (Water Cooled Heat Pump): Heat pump VRV'den farkı, ısının hava soğutmalı kondenser ile dışarı atılma- yıp, su soğutmalı kondenser yoluyla dışarı atılma- sıdır. Sistem hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanılabilir. Bu seriler de heat pump VRV sis- temler gibi soğutmada çalıştırılırken tüm iç ünite- ler soğutma modunda çalışmak zorundadır. Herhangi bir iç üniteyi ısıtma modunda çalıştırmak mümkün olmaz. Aynı durum ısıtma modunda iken de geçerlidir.
- Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery): Heat recovery VRV'den farkı ısının hava soğutmalı kondenser ile dışarı atılmayıp, su soğutmalı kondenser yoluyla dışarı atılmasıdır. Sistem aynı anda hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanıma imkan verir. Sistemin ısı geri kazanımlı hale dönmesi için yön değiştiri- me kutularının ilave edilmesi yeterli olacaktır.

6.2.6.1.1. VRV Sistemin Ortaya Çıkarılması ve Geliştirilmesindeki Temel Nedenler

- Birebir split ünitelerin 1 iç ve 1 dış ünitesi bulun- maktaydı. Bu nedenle klima uygulaması yapılan mahallerde özellikle dış ünitelerin monte edileceği yerler temel sorunların başında geliyordu. Genel- likle çok sayıda klima cihazı kullanılan uygulama- lar- da “dış ünite kirliliği” aşılabilir bir sorun olarak uygulamacıların karşısına çıkmaktaydı (Şekil 6.55).
- Split uygulamalarda kullanılan cihazların bakır boru- lama mesafeleri genellikle 15 metre ile sınırlı olduğu için dış üniteleri uzak mesafelere taşımak imkansızdı.
- Projelerde çok sayıda dış ünite kullanılmak zorun- da kalındığı için dış ünitelerin işgal ettiği yer ol- dukça fazlaydı.
- Dış ünitenin yukarı veya aşağıya konulması gere- ken durumlarda (Örn. Yüksek Bloklar) VRV dışın- daki tüm sistemler uzun kot farkı uygulamalarına izin vermemekteydi.
- Birebir veya multi split uygulamalarında her bir iç üniteye dış üniteden ayrı ayrı bakır boru hattı çekilme- si gerekiyordu. Bu durum hem bakır borunun çekil- mesi için gerekli olan alanın artmasına hem de yüksek montaj maliyetlerine neden oluyordu. Ayrıca multi ci- hazlarda uzun bakır borulama da yapılamıyordu.
- Split sistemler genellikle on-off (dur-kalk) çalıştığı için enerji tüketimleri yüksek oluyordu.

VRV sistemlerin geliştirilmesiyle;

- Bir tek dış üniteden 16 iç üniteye, 1 dış ünite grubun- dan ise 64 iç üniteye kadar cihaz bağlanabilmektedir.
- Tek bir boru hattı üzerinden tüm iç üniteler kolay- ca çalıştırılabilmektedir.
- Çok küçük dış ünite ölçüleri ile yüksek verimlere ulaşılmış, minimum yer kaybı sağlanabilmektedir.
- Toplamda 1.000 metre (1 km) bakır boru hattının tek bir sistemden çekilebilme avantajı ile her türlü uygulamada istenilen her yere dış ünite ve iç ünite montajı kolaylıkla yapılabilmektedir.
- Kritik devrede 165 metre bakır boru mesafesine ve 50 metrenin üzerinde kot farkı uygulamalarına ula- şılabildiği için dış üniteler teras, çatıya, bahçeye veya bina altına gizlenebilmiş, dış ünite kirliliğin- den tamamen kurtulma imkanı sağlanmıştır.
- VRV sistemlerin enerji tüketimleri aşağıdaki ne- denlerden dolayı oldukça düşük seviyelere indiril- miş, buna karşın verimleri önemli ölçüde artmıştır;
 - Çok hassas elektronik kontrollerin ve hassas so- ğutucu akışkan kontrollerinin geliştirilmesi,
 - Inverter teknolojisi ve sıralı standart kompresörler,
 - Yeni nesil soğutucu akışkanlarla ve yeni nesil kom- presör teknolojileri ile küçük kondenser yüzeyleri elde edilip çok yüksek verimlere ulaşılmıştır.

6.2.6.1.2. VRV Sistemde Kullanılan İç Ünite Tipleri

VRV sistemlerde her türlü ihtiyaca ve mekana uygun iç ünite tipleri bulunmaktadır. İç ünite kapasiteleri markaya ve modele göre değişmekle birlikte 2,2 -28kW arasında değişmektedir. VRV sistemde kullanılan iç ünite tipleri Şekil 6.56'da, bazı uygulama örnekleri de Şekil 6.57A,B,C,D,E,F,G ve H'de gösterilmiştir.

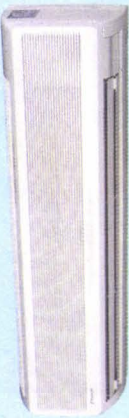
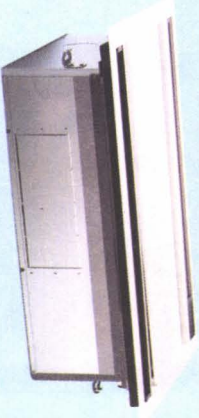
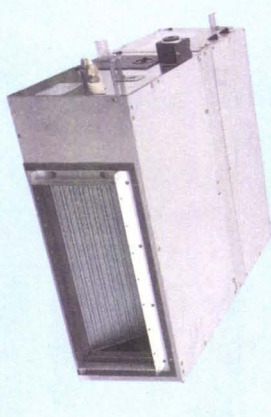
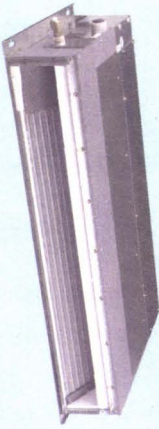
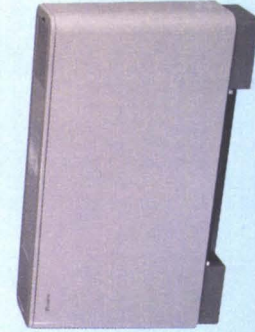
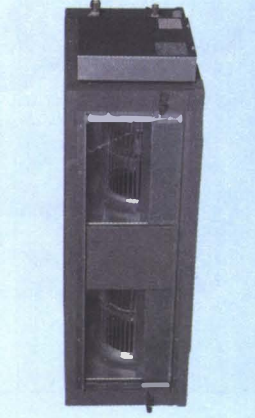
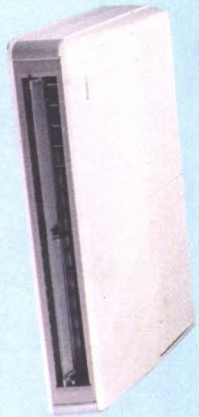
6.2.6.1.3. Branşman Kitleri (Refnet Joint) ve Kolektörler (Refnet Header)

VRV sisteminde bakır boru tesisatında oluşan basınç kaybını ve dolayısıyla kapasite düşümünü en aza indirmek, homojen akışkan akışını sağlamak ve montajı hızlandırmak için üretici firmalar branşman kiti (Refnet Joint) ve kolektör (Refnet Header) adı verilen fittingsleri standart olarak üretir. Montaj aşamasında sistemin düzgün çalışması için mutlaka bu fittingslerin kullanılması gerekir. Branşman kiti (Refnet Joint), sistemde borunun iki ayrı hatta ayrılması (veya tam tersi birleşmesi) durumunda kullanılır (Şekil 6.58). Kolektör (Refnet Header) ise bir borudan birkaç kola ayrılmaya veya birkaç koldan gelen akışkanın tek boruda toplanmasına imkan veren bir parçadır (Şekil 6.59).

Kolektörler 6 veya 8 çıkışlı olarak üretilir. Fittingsler standart olarak kauçuk esaslı izolasyon malzemesi ile izole edilmişlerdir. VRV tesisatında kullanılan fittingsler kapasiteye ve bakır boru giriş - çıkış çaplarına göre çeşitli ebatlarda üretilir. VRV sistemi çok geniş tesisat limitlerine ve çalışma sıcaklık aralığına sahiptir. Soğutma modunda dış üniteler dış ortam sıcaklığı +43°C ile -5°C arasında, ısıtma modunda ise -20°C ile +16°C arasında çalışabilmektedir. Dış ünite kapasite seçimleri yapılırken dış ortam sıcaklığına göre kapasite kontrolü yapılmalıdır. Dış üniteler dış ortama konulabildiği gibi aynı zamanda dış ünite atış ağzına kanal uygulaması yapılarak iç ortamlara da rahatlıkla konulabilmektedir. VRV tesisatında deokside edilmiş %99 saflıkta dikişsiz bakır borular kullanılır. Tesisatta kullanılan bakır boruların çapları kapasiteye göre üretici firma kataloglarından tayin edilmeli, proje tasarımı ve montajı buna göre yapılmalıdır. Bakır borular (sıvı ve gaz hattı) yoğunlaşmayı önlemek için mutlak suretle en az 9 - 13 mm (hatta 25 mm) kalınlığında kauçuk esaslı izolasyon malzemesi ile izole edilmelidir. VRV sistemin en büyük avantajlarından biri olan uzun tesisat (bakır borulama) mesafesi 190 m (eşdeğer borulama mesafesi) ve toplam borulama uzunluğu 1.000 m'dir.



Şekil 6.55. CEPHEDEKİ DIŞ ÜNİTELERİN OLUŞTURDUĞU GÖRÜNTÜ KİRLİLİĞİ

	Duvar Tipi		Dairesel Atışlı Kaset Tipi		Kaset Tipi (60x60)		Tek Yöne Üflemlili Kaset Tipi		Yüksek Basınçlı Gizli Tavan Tipi
	İki Yöne Üflemlili Kaset Tipi		Dört Yöne Üflemlili Tavan Tipi		Gizli Tavan Tipi (Orta Statik Basınçlı)		İnce Gizli Tavan Tipi		Kasetli Döşeme (Yer) Tipi
	Kasetli Döşeme (Yer) Tipi		Tavan Tipi		Kasetli Döşeme (Yer) Tipi		Kasetsiz Döşeme (Yer) Tipi		

Şekil 6.56. VRV SİSTEMDE KULLANILAN İÇ ÜNİTE TİPLERİ



Şekil 6.57A. VRV SİSTEM DUVAR TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.57B. VRV SİSTEM KASET TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.57C. VRV SİSTEM TEK YÖNE ÜFLEMELİ KASET TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.57D. VRV SİSTEM İKİ YÖNE ÜFLEMELİ KASET TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.57E. VRV SİSTEM GİZLİ TAVAN TİPİ (ORTA STATİK BASINÇLI) İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



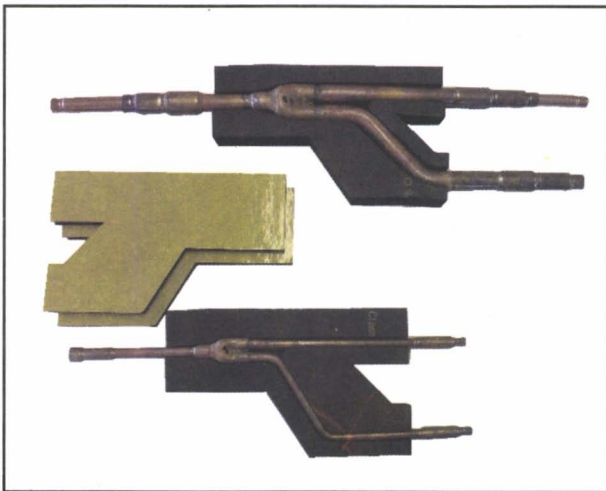
Şekil 6.57F. VRV SİSTEM TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.57G. VRV SİSTEM KASETLİ DÖŞEME (YER) TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.57H. VRV SİSTEM KASETSİZ DÖŞEME (YER) TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.58. BRANŞMAN KİTİ (REFNET JOINT)



Şekil 6.59. KOLEKTÖR (REFNET HEADER)

VRV sisteminde tesisat limitleri çok geniştir (Tablo 6.60). Bu özellik hem proje safhasında hem de montaj aşamasında büyük esneklik sağlamaktadır. Özellikle yüksek bloklarda bu özellik önemli bir avantaj sağlamaktadır. Tesisatta dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ilk branşmandan sonraki maksimum borulama mesafesinin 40 m'nin altında olmasıdır. Belli şartlar sağlandığında bu mesafe 90 m'ye kadar çıkabilir.

Sistem; dış ünite(ler) yukarı yerleştirilecekse 50 m (hatta bazı üreticilerde bir opsiyonla 90 m), aşağı yerleştirilecekse 40 m (bazı üreticilerde 90) maksimum kot farkı ile çalışabilmektedir. Örneğin kat yüksekliği ortalama 3 m alınırsa 16 katlı bir binanın en üstüne konulan bir dış ünite ile zemin kattaki iç üniteler çalıştırılabilir. Sistemde bulunan aynı dış üniteye bağlı iç üniteler arasında maksimum 15 m mesafe olabilmektedir. Böylece tek bir dış ünite ile 5 kata birden hizmet verme imkanı olabilir.

Bu sistemlerin eskiden büyük dezavantajları çok miktarda soğutucu akışkanın (R22) yaşanan mahaller içinde bulunmasıydı. Ayrıca tek noktadan olabilecek bir kaçak tüm sistemin çalışmasına engel olacaktır.

Direk ekspansiyonlu cihazların üfleme hava sıcaklıkları nedeniyle de (soğuk üfleme gibi) konfor açısından da zafiyetleri bulunmaktadır. Ancak yeni nesil VRV cihazlarda "Hot Start" ve donma koruması fonksiyonları vardır. Bu sayede cihazlarda ısıtma modunda mahele soğuk hava üfleme ya da soğutma modunda evaporatör yüzey sıcaklığının aşırı düşmesi ve evaporatör yüzeyinin donması gibi durumlar meydana gelmez. Ayrıca üfleme havası sıcaklığını (veya evaporasyon sıcaklığını) merkezi otomasyon

sisteminden yükseltmek ve cihazdan çıkış havasını konfor sıcaklığına uygun sıcaklıkta üfleme mümkündür.

6.2.6.1.4. Kontrol Sistemi ve Kumanda Seçenekleri

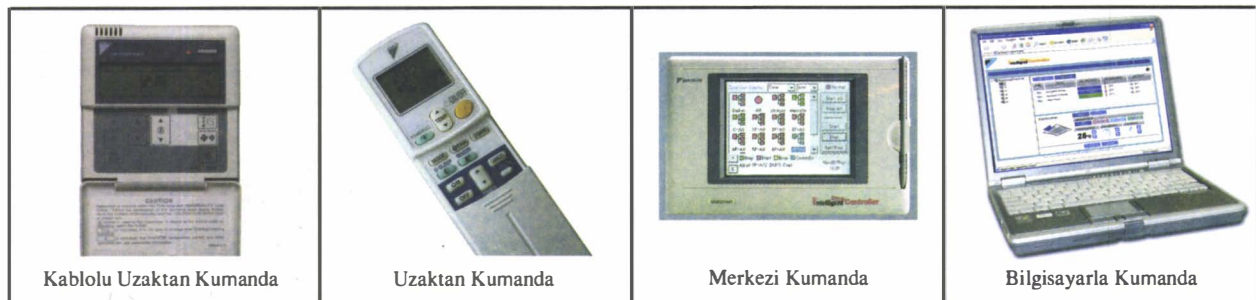
VRV sistemde kontrol tam bağımsız olarak sağlanabilmekle birlikte ayrıca mevcut bina yönetim sistemlerine de entegre olabilmektedir. VRV sistemde kontrol sistemini, bireysel kontrol ve merkezi kontrol olarak ikiye ayırmak mümkündür. Kullanılan kumanda tipleri Şekil 6.61'de gösterilmiştir.

Kablolu kumanda ve uzaktan kumanda ile iç ünitenin tüm fonksiyonları (fan hızı, üfleme sıcaklığı, zaman ayarı, oda sıcaklığı, vs) kumanda edilebilmektedir. Standart olarak her iç ünite için bir adet kumanda gerekmektedir. Merkezi kumandalar ise birden fazla iç ünitenin kontrol edilmesi istendiğinde kullanılır. VRV sistemlerde bir adet merkezi kumanda ile maksimum 128 adet iç üniteyi kontrol edebilme imkanı vardır. Ancak bir adet kumandayla 16 iç üniteye kadar kumanda edilebilir. Merkezi kumanda iç üniteleri gruplamak, zonlara ayırıp kontrol etmek ve tek tek iç ünite değerlerini ayarlamak mümkündür.

VRV sistemi bilgisayar vasıtasıyla ile de kontrol edilebilir. Üretici firmanın gerekli yazılımı ile tüm sistem bilgisayarla tek bir merkezden maksimum 1.024 adet iç üniteye kadar gözlenebilir, hatta e-mail veya cep telefonuna istenilen bilgiler gönderilebilir. Ayrıca VRV sistemleri önerilen arabirimler kullanılarak, akıllı bina olarak adlandırılan Building Management System (BMS) = Bina Otomasyon Sistemi bilgisayar paket programları ile yönetilen binalarda kullanılan bilgisayarlara doğrudan bağlanabilme özelliklerine sahiptir.

Sistem Tipi	Minimum / Maksimum				Modeller
	Kapasite	İç - Dış Ünite Arası Borulama	Toplam Borulama	İç - Dış Ünite Arası Kot Farkı (Dış Ünite Yukarıda)	
	Btu/h	metre	metre	metre	
VRV III - Heat Pump / Sadece Soğutma	48.000 - 518.400	165	"1,000"	50 (90")	*600x600 Dört Yöne Üflemlili Kaset, Dört Yöne Üflemlili Kaset, İki yöne Üflemlili Kaset, Tek Yöne Üflemlili Kaset, Mini Gizli Tavan, İnce Gizli Tavan, Gizli Tavan Tipi Orta St. Basıncılı, Gizli Tavan Tipi Yüksek St.Basıncılı, Duvar Tipi, Asılı Tavan Tipi, Dört Yöne Üflemlili Asılı Tavan, Kasetli Döşeme, Gizli Döşeme*
VRV II - Isı Geri Kazanımlı	48.000 - 172.800	150	300	50	
VRV VII - Su Soğutmalı VRV Heat Pump	96.000 - 288.000	120	300	50	
VRV VII - Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı	96.000 - 288.000	120	300	50	
Mini VRV Heat Pump	38.000 - 57.600	150	300	50	

Tablo 6.60. VRV SİSTEMLERİ TESİSAT LİMİTLERİ



Şekil 6.61. VRV SİSTEMDE KULLANILAN KUMANDA VE KONTROLLER

6.2.6.2. VRV Sistemlerin Çalışma Prensibi

Şekil 6.62’de tipik bir VRV sistemin (Heat pump veya Sadece Soğutma) tek bir dış ünite modülünden ve iç ünitelerden oluşan sistem şeması görülmektedir.

Sistemdeki ana ve yan ekipmanlar:

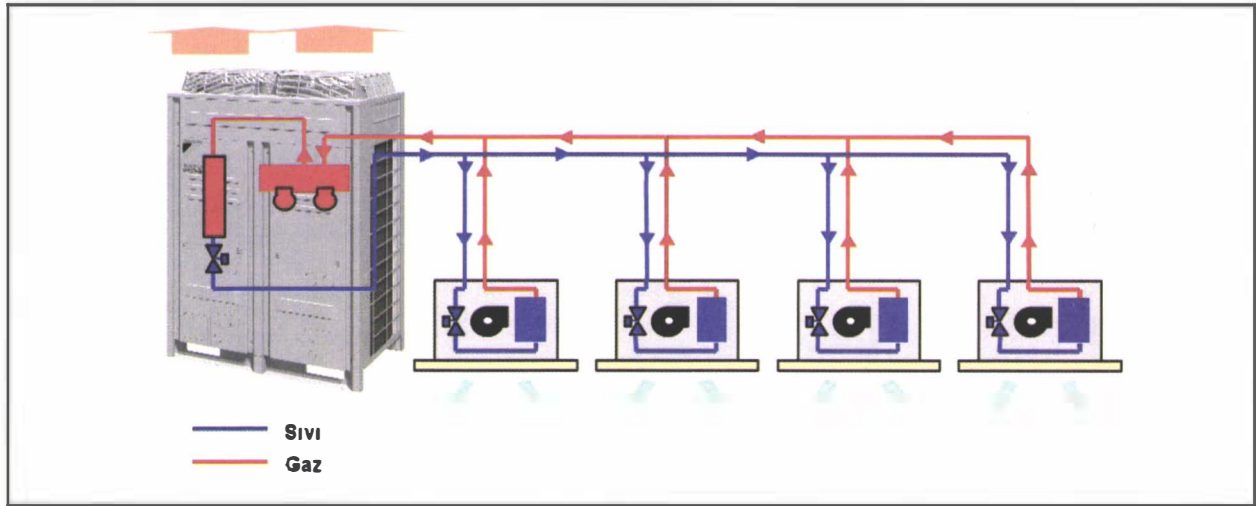
- Dış ünite (ler)
- İç üniteler
- Bakır boru tesisatı
- Branşman kitleri
- Kumandalar

Sistemin temel çalışma prensibi bilinen soğutma çevriminden çok farklı değildir.

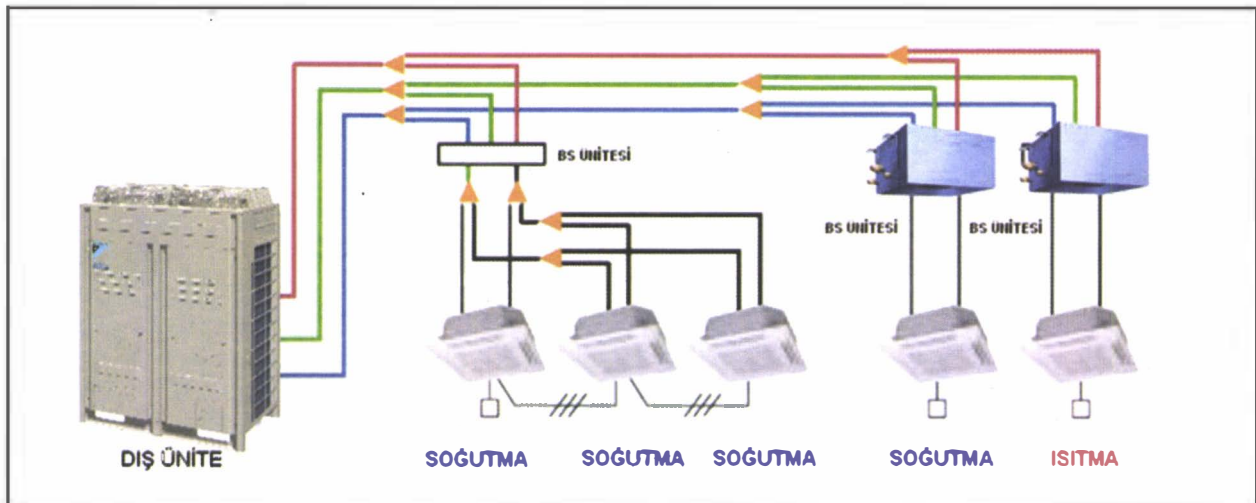
Normal soğutma çevriminde olduğu gibi iç ortamdan soğutucu akışkan tarafından alınan ısıyı dışarı atılmasına yarayan bir kondenser (VRV dış ünite), bu kondenserin içinde akışkanı basınçlandırmaya yarayan kompresör/kompresörler, iç ortamdan akışkanın üzerine ısı alarak buharlaşmasını sağlayan evaporatörler (İç Üniteler), iç ünitenin içinde hassas akış debisini ve basıncını ayarlayan akış kontrol elemanları bulunmaktadır. Soğutucu akışkan olarak kullanılan yüksek

verimli R410A gazının buharlaşma ve sıvılaşma özelliğinden faydalanılarak soğutma işlemi gerçekleştirilir. VRV sistemi heat pump ve sadece soğutma için iki borulu (sıvı hattı ve gaz hattı) olup, ısı geri kazanımlı sistemlerde (heat recovery) ise üç boruludur (sıvı hattı, gaz emiş hattı, gaz basma hattı).

Isı Geri Kazanımlı (heat recovery) VRV sistemler, standart VRV sistemlere göre boru tesisatı ve çalışma prensibi açısından bazı farklılıklara sahiptir. Bu farklılıklardan en önemlisi gaz ve likit hatları ile birlikte üçüncü bir bakır boru hattı çekilmesi gerekliliğidir. Çekilen bu ilave bakır boru hattı sayesinde her bir iç ünite birbirinden bağımsız olarak ve aynı anda ısıtma ya da soğutma yapabilmektedir. Soğutucu akışkanın BS Üniteleri (akışkan yön değiştirme kutuları) aracılığıyla yönü soğutma veya ısıtma durumuna göre değiştirilir. Bu sayede ısıtma amaçlı çalışan iç üniteler soğutmadaki kondenser görevini üstlenirken diğer soğutmada çalışan iç üniteler evaporatör görevine devam ederler. Bu sayede kullanıcı dilediği anda sistemin tamamından bağımsız olarak dilediği konumda istediği iç üniteyi çalıştırabilir (Şekil 6.63).



Şekil 6.62. VRV SİSTEM ŞEMASI



Şekil 6.63. ISI GERİ KAZANIMLI VRV SİSTEM ŞEMASI

6.2.6.3. VRV Sistemlerin Uygulama Alanları

- Birbirinden bağımsız birden fazla bölgenin iklimlendirme ihtiyacının olduğu ve yük ihtiyacının sürekli değiştiği otel, hastane, ofis, restoran, mağaza, tiyatro, sinema gibi tüm yapılar,
- Cam giydirme cepmeli yüksek binalar,
- Mimari unsurların ön planda olduğu ya da dış cephesinde deformasyon istenmeyen tarihi yapılar,
- Bina içinde soğutucu akışkan borularına göre çok büyük yer kaplayan hava kanallarının geçirilmesinin zor olduğu yapılar,
- Mevcut ısıma-soğutma tesisatın yetersiz kaldığı ve tadilat gerektiren yapılar,
- Mekanik tesisata yeterince yer ayrılamayan, soğutucu sistemin açık havaya (çatı,bahçe) konulması gereken yapılar,
- Her noktasında konfor istenen villalar,
- Aynı bölümlerdeki kiracı gruplarının kendilerine özel fatura istediği (harcanan enerji paylaşımı ve kontrolü) iş merkezleri, plazalar,
- Soğutma yüklerinin çok değişken olduğu oteller.

6.2.6.3.1. Merkezi Sistem Uygulamaları

Klasik birebir split cihazlarına göre VRV sistemlerin tek dış üniteden oluşturulabilen ısıtma - soğutma kapasiteleri çok daha büyük ve tesisat limitleri ise oldukça uzun ve her türlü uygulama için olabildiğince esnekler. Bu imkanlardan dolayı dış üniteler zemine, terasa veya bina içine rahatlıkla monte edilebilir (Şekil 6.64, 65, 66 ve 67). Ofislerde sıcak su ihtiyacını merkezi sistemde karşılamak artık çok lüks sayılmaktadır. Merkezi sıcak su tesisatı bir ofiste çok gerekli olmadığı gibi enerji maliyetini de ciddi artırmaktadır.

Merkezi sistem uygulamalarında sistem tercihi yapılırken dikkate alınması gereken oldukça fazla kriter bulunmaktadır. Her bir kriterin uygulanacak mekana ve istenen konfora göre farklı kriterleri mevcuttur. Bu kriterler Bölüm VIII'de detaylı şekilde incelenmiştir. Bununla beraber sistem seçiminde mal sahiplerinin ya da taahhütçülerin üzerinde durduğu en önemli kriter sistem ilk yatırım maliyetidir. Farklı kriterlere göre değerlendirmeler yapıldıktan sonra tüm değerlendirmeye konu olan sistemlerin söz konusu projede ilk yatırım cinsinden maliyetlerinin



Şekil 6.64. ÇATIDA VRV DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM ÖRNEĞİ



Şekil 6.65. ZEMİNDE VRV DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM ÖRNEĞİ

detaylı olarak incelenmesinin ardından karar verilmesi gerekir. *Tablo 6.68*'de 16 bloktan oluşan, çok katlı ve farklı özellik ve ölçülerde yaşam mahalleri bulunan bir konut projesine göre sistem ilk yatırım maliyetleri açısından karşılaştırılmış ve tablodaki sonuçlara ulaşılmıştır. *Tablo 6.68*'in oluşmasına esas örnek proje ve yapılan kabuller:

Proje bodrum, zemin, 1, 2 ve 3. katlara sahip ve toplamda 8 daireden oluşan 1 bina için yapılmıştır. Bina konut amaçlı kullanılacaktır. Dairelerin her biri yaklaşık 200 m² büyüklüğündedir. Daireler için hesaplanan ısı kayıp ve kazançları İstanbul şartları için yapılmıştır. Binalar ayrık nizamdır. Maliyetler hesaplanırken sistemlerde kullanılan bütün cihazlar, ayrıca tesisatta kullanılan bütün yardımcı malzemeler, montaj, işçilik maliyetleri ve kullanma sıcak suyu için gerekli boyler ve yan ekipmanları da hesaba katılmıştır. Binada hem ısıtma hem de soğutma tesisatının yapılacağı varsayılmıştır. Projede kullanılan iç ünitelerin tümünün gizli tavan tipi olacağı varsayılmıştır.



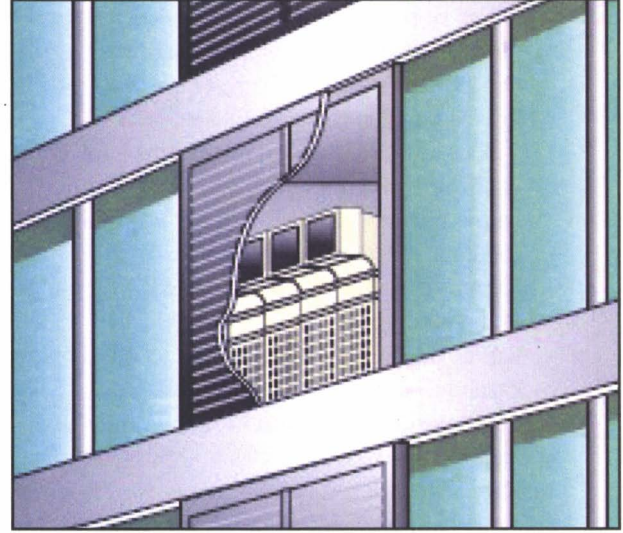
Şekil 6.66. TESİSAT GALERİSİNDEKİ DİŞ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ

Sonuçta yukarıdaki tabloda VRV sistem ilk yatırım maliyeti 100 birim olarak kabul edilirse, diğer sistemler için yaklaşık ilk yatırım birim maliyetleri görülmektedir. Yapılan değerlendirme, sistemlerin yaklaşık ilk yatırım ve işletme maliyetleri hakkında fikir vermesi amacıyla oluşturulmuş olup, her proje bazında ayrıca değerlendirme yapmak doğru olacaktır (Yapının türü (fabrika, ofis, yüksek blok, konut vs), yapının kullanım şekli, mal sahibinin isteği, mimari imkanlar, işletme maliyeti, yakıt imkanı, enerji paylaşımı, servis kolaylığı, yedek parça temini, vs).

6.2.6.3.2. Kat Bazında Merkezi Sistem

Uygulamaları

VRV sistem uygulamada kat bazında çözüm imkanı da sunar. Bina da her kat için ayrı ayrı seçilen dış üniteler ile işletme kolaylığı sağlanır. Özellikle her katta farklı firmaların yer aldığı bir binada her kata özel ayrı dış üniteler seçilerek uygulama yapılabilir.



Şekil 6.67. ARA KAT UYGULAMASI DİŞAN GÖRÜNÜŞÜ

ISITMA+SOĞUTMA TESİSATI									
ISITMA TESİSATI	2 BFCU+Kazan	Radyatör+Kazan							
SOĞUTMA TESİSATI	2 BFCU+Hava Soğutmalı Chiller	2 BFCU+Hava Soğutmalı Chiller	Gizli Tavan Tipi Split Klima (Sadece Soğutma)	Kanallı Split (Sadece Soğutma)	VRV (Sadece Soğutma)	Gizli Tavan Tipi Split Klima (Heat Pump)	Kanallı Split (Heat Pump)	Mini VRV (Heat Pump)	VRV (Heat Pump)
1 Daire için	15,0	20,0	9,4	8,7	17,5	6,3	5,7	11,3	12,5
1 Bina için	120	160	75	70	140	50	45	90	100
Soğutma Konforu	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Isıtma Konforu	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok Düşük	Çok Düşük	Orta	Orta
Sistem	Sulu	Sulu	Gazlı+Sulu	Gazlı+Sulu	Gazlı+Sulu	Gazlı	Gazlı	Gazlı	Gazlı

Tablo 6.68. ÇEŞİTLİ ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN VRV SİSTEM İLE YAKLAŞIK İLK YATIRIM MALİYETLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

6.2.6.3.3. Yüksek Bloklar

Özellikle her bir mekanın bağımsız olarak ısıtılması ve ya soğutulması söz konusu olan bu tip binalar için VRV sistem ile farklı uygulama çözümleri üretilebilir.

a. Binanın Cephelerinin Yönüne Bağlı Isıtma-Soğutma İhtiyacının Giderilmesi: Özellikle giydirmeye cepheli binaların tüm yönleri günün farklı saat ve zamanlarında, farklı radyasyon ve iç ısı yüklerine maruz kalacaktır. VRV sistemle bu tip binalarda farklı cepheler için zonlama yapmak mümkündür, çünkü binanın bir cephesinde ısıtma ihtiyacı varken diğer cephesinde soğutma ihtiyacı olabilmektedir. Bu ihtiyacın giderilmesi için VRV sistemlerle kat bazında, ofis bazında ya da merkezi sistem bazında tasarım ile çözümler üretmek mümkündür. Çözüm üretilirken dikkate alınması gereken unsurlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Binanın yüksekliği
 - Binanın kullanım amacı
 - Dış cephenin yapısı (Örneğin,giydirmeye cephe ise camın rengi, gölgelendirme faktörleri vs)
 - Isıtma ve soğutma için harcanan enerjinin paylaşımı için binadaki kullanıcıların dağılımı
 - Dış ünitelerin yerleşim yeri seçimi
 - İhtiyaç duyulan toplam kapasite
- Yukarıdaki sistem seçim kriterlerine göre aşağıdaki çözümler üretilebilir:
- Isıtma radyatör ile, soğutma VRV sistem (sadece soğutma yapan model)
 - Isıtma ve soğutma VRV Sistem (2 borulu Heat Pump model)
 - Isıtma ve soğutma VRV Sistem (3 borulu ısı geri kazanımlı model)

b. Dış Ünitelerin Yer Seçimi ve Yerleşimi: Giydirmeye cepheli yüksek bloklarda klasik split sistem uygulamalarında önemli sorunlar ile karşılaşılır. Bu sorunların en önemli nedenlerinden biri dış ünitelerin yerleşim yeri sıkıntısıdır.

Genellikle split dış üniteleri iç üniteleri arasındaki bakır boru mesafeleri yer seçimini kısıtlayan ana faktördür. Ayrıca her bir hacim için kullanılacak her bir iç ünite başına bir dış ünite gerekeceği düşünülürse, (kanallı cihazlar hariç) dış üniteler için ayrılması gereken yer oldukça fazla olacaktır. VRV sistemler ile iç ünite sayısı ne kadar fazla olursa olsun tek bir dış ünite grubu ile tüm iç üniteler tek bir boru hattından beslenebilmektedir. Toplamda 1.000m (1km) bakır borulama mesafesine izin veren yeni VRV sistemler ile dış üniteler hemen hemen binanın her noktasına taşınabilmektedir. Dış üniteler genellikle çatıya (Şekil 6.64) veya yere (Şekil 6.65) konulabilir. Ancak yüksek bloklarda dış ünite yerleşiminde toplam bakır borulama mesafesi ile birlikte dış ünite ile en sondaki iç ünite arasındaki kot farkı oldukça önemli bir faktördür. Kot farkı sınırlarını geçen uygulamalarda ya da kat bazında çözüm gerektiren durumlarda dış ünitelerin belirli katlar arasına (Şekil 6.66 ve 67) yerleştirilmesi gerekebilir. VRV dış üniteler ile bu tür uygulamalarda oldukça esnek çözümler üretilebilir. Kat aralarına dış üniteler yerleştirildiği zaman dış ünitenin üflediği havanın tamamının dış ortama tahliye edilmesi ayrıca dış ortam havasının da kolayca dış ünitenin bulunduğu hacme alınabilmesi gereklidir. Bu nedenle yüksek bloklarda dış ünitelerin konulduğu bölümlere dekoratif görünümlü ancak hava akışını kolaylıkla sağlayabilecek panjurlar yerleştirilebilir. Dış ünitelerin kondenser fan çıkışlarına da kondenser çıkış havasının tahliyesi için hava kanalları yapılmalıdır (Şekil 6.69). Kondenser fanının, dış ünitenin üfleme ağzına bağlanan hava kanallarından ve dış ünite panjurlarından dolayı oluşan cihaz dışı statik basıncı yenme kabiliyeti olması gerekir (minimum. 60 Pa). Kat arası çözümlerin dışında dış üniteler yüksek blokların terasına konabileceği gibi, bina tesisat galerisi içine de konulabilir.



Şekil 6.69. TESİSAT MERKEZİNDEKİ DİŞ ÜNİTELERE DİŞARDAN HAVA KANALI BAĞLANTISI

6.2.6.4. Hava Soğutmalı VRV Sistemleri

Hava soğutmalı VRV sistemleri tek bir dış üniteye (veya dış ünite grubuna) tek bir bakır boru hattı ile bağlanabilen çok sayıda iç ünite ile tüm bağımsız mekanlarda ısıtma ve/veya soğutma ve kısmi havalandırma yaparak istenilen iklim koşullarını sorunsuz sağlayan sistemlerdir.

Sistem seçim kriterlerine göre VRV sistem kullanılarak aşağıdaki çözümler üretilebilir;

- Isıtma radyatör ile, soğutma VRV sistem (sadece soğutma yapan model) ile,
- Isıtma ve soğutma VRV Sistem (2 borulu heat pump model) ile,
- Isıtma ve soğutma VRV Sistem (3 borulu ısı geri kazanımlı model) ile.

6.2.6.4.1. Oda Sıcaklık Kontrolü, Enerji Ekonomisi

Hava soğutmalı VRV sistemleri son derece gelişmiş elektronik kontrol imkanı sağlar. Akışkan sıcaklığına bağlı iç ünite fan devir ayarı, talebe bağlı kompresör tüketim kontrolü imkanı (inverter kompresör), elektronik genişleme valfleri ile akışkan miktar ve basınç kontrolü olanağı, hassas oda sıcaklık kontrolü ve buna bağlı olarak enerji tasarrufu sağlanır.

Oda sıcaklık kontrolü bazı markalarda $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ulaşmıştır.

6.2.6.4.2. Dış Cephe Üzerinde Yer İhtiyacı

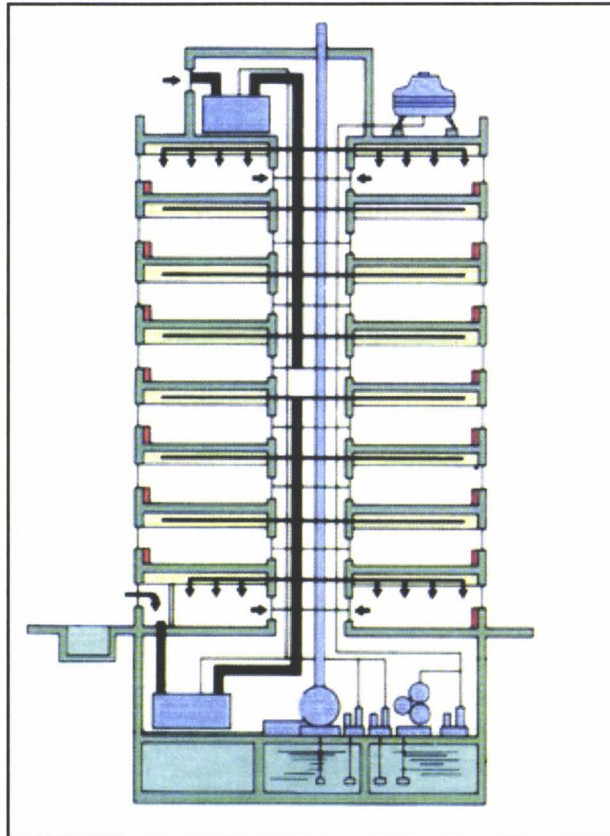
Yüksek bloklarda mekanik tesisat tasarımı yaparken karşılaşılan problemlerden biri de dış cephedeki yer ihtiyacıdır. Dış cephedeki yer miktarı genelde azdır. Bu yüzden seçilen iklimlendirme sistemi dış ünitelerinin terasta, çatıda, yada zemine yerleştirilme imkanı sağlaması çok büyük bir avantaj teşkil eder. VRV sistemde ise dış ünite ve iç ünite arası kot farkı 90 m'ye ulaşır. Dış ünite çatıya, zemine koyulabildiği gibi; bina kat aralarına (galeri katı) da koyularak kanal vasıtasıyla dış ünite üzerinden ısı dışarı atılabilir.

VRV sistemde maksimum bakır borulama mesafesi 165 metreye ulaşır. Toplam borulama mesafesi de 1.000 metredir.

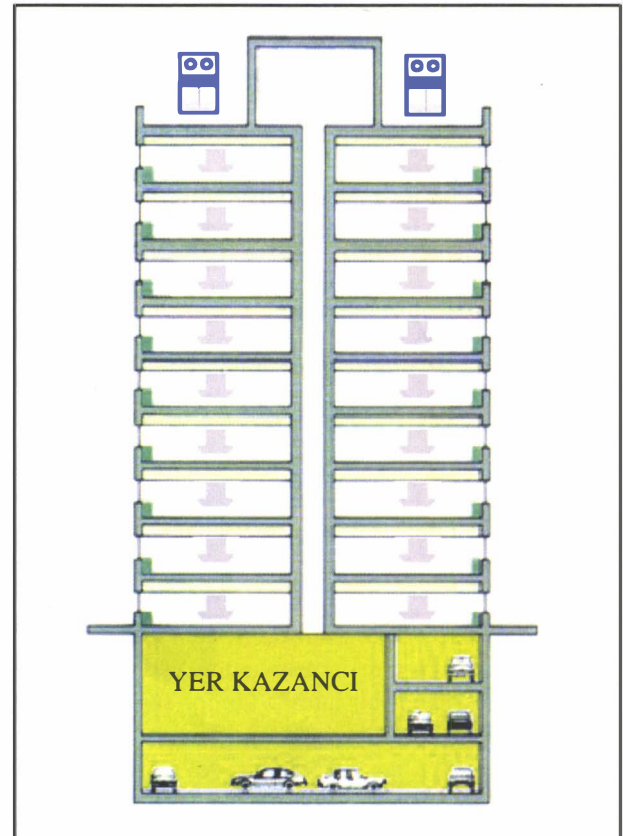
6.2.6.4.3. Minimum Yer İhtiyacı

VRV sistem dış üniteleri hem küçük ebatta olması hem de ısıtma ve soğutmayı aynı sistemle yapabilme imkanı ile merkezi sistemde yer alan kazan, soğutma grupları gibi cihazlara olan ihtiyacı ortadan kaldırır (Şekil 6.70). Bu sayede merkezi sistemde bu cihazlar için ayrılan yer depo, garaj gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir.

Ayrıca yeni nesil soğutucu akışkanlar ile önceki serilere göre daha az soğutucu akışkan ile aynı ısıtma-soğutma kapasitesi sağlanır. Bu sayede daha küçük çapta borular ile enerji taşınır, mekanik tesisat şaftları daha küçük, asma tavan yükseklikleri daha az olur.



Şekil 6.70A. MERKEZİ SİSTEMDEKİ YER İHTİYACI



Şekil 6.70B. VRV SİSTEMDEKİ YER İHTİYACI

Birim zamanda 1 kg soğutucu akışkan ile taşınan ısı miktarı suya göre yaklaşık 11 kat daha fazladır. Başka bir deyişle aynı ısı kapasitesine sahip bir sistem elde etmek için soğutucu akışkanın 11 katı su sisteme taşımak gerekir. Bu değer mekanik tesisat şaftlarını, asma tavan yüksekliklerini değişik sistemlere göre karşılaştırmak için önemli bir veridir.

6.2.6.4.4. Kat Bazında Çözüm İmkânı, Zonlama

VRV sistem ile bina katları ayrı ayrı dış üniteler ile şartlandırılabilir. Kısaca her kat birbirinden bağımsız olarak klimatize edilir. Bu şekilde bireysel çözüm imkânı sağlanır. Bireysel sistem, yüksek yapıların en büyük özelliği olan değişken yüke göre tüm sistemin çalışmasını engeller ve enerjinin boşa harcanmamasını sağlar. Bu yapılarda bir cephede ısıtma ihtiyacı gerekirken, başka bir cephede soğutma ihtiyacı doğabilir. Heat pump VRV sistem kullanılarak bina düzeyinde 2 ayrı zona ayrılarak bir cephede ısıtma ihtiyacı karşılanırken, diğer cephede soğutma ihtiyacı karşılanabilir. Heat-recovery VRV sistem kullanılarak aynı anda binanın bir cephesinde ısıtma yapılırken, diğer cephede soğutma yapılabilir. Bu sistemde ayrıca aynı cephedeki farklı mahallerde aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir. Yüksek bloklarda katlardaki çekirdek zonlarda, asansör daireleri, UPS odaları, elektrik pano odaları gibi mekanlarda tüm yıl boyunca soğutma ihtiyacı vardır. VRV sistem soğutmada -5°C ila +43°C, ısıtmada -20°C ila +16°C dış ortam sıcaklığına kadar çalışmaya devam eder. Bu sayede VRV sistem kış şartlarında soğutma ihtiyacına cevap verebilmektedir.

6.2.6.4.5. Enerjinin Paylaşımı

Soğutma kapasitesinin değişkenliği sebebiyle enerjinin eşit paylaşımı gerekliliği daha önce incelenmişti. Öte yandan VRV sistem ünitelerinin gelişmiş elektronik özellikleri sayesinde;

- Toplam enerji harcaması,
- Her iç ünitenin çalışma süresi,
- Ünite başına harcanan enerji miktarı,
- İç ünitelerin çalışma eğrileri,

kolayca grafik halinde elde edilebilmekte ve bu sayede enerjinin eşit paylaşımı sağlanabilmektedir.

Bu enerji dağılımı oransal olarak yapılmakta %100 bir ölçüm gerçekleştirilememektedir.

6.2.6.4.6. Arıza Durumunda Sistem Davranışı

Hangi çeşit yapı olursa olsun ısıtma yada soğutma sezonunun herhangi bir anında konfor şartlarında biran için bile kesinti olması sıkıntıya yol açar.

VRV sistemde iç ünitelerden biri veya daha fazlası arızalansa dahi sistemin tamamı çalışmaya devam eder.

Diğer taraftan dış üniteye bağlı kompresörlerden biri arızalansa dahi sistem 8 saate kadar acil fonksiyonda çalışır. Bu şekilde konfor şartlarında eksilme olmaz.

6.2.6.4.7. Diversite Faktörü

Diversite oranı; bir sistemin tümünde ihtiyaç duyulan toplam kapasitenin genellikle sürekli olarak çalışması gereken mahallerin toplam kapasitesine oranı olarak tanımlanabilir ya da mahale monte edilen iç ünitelerin tamamının toplam kapasitesinin dış ünitenin kapasitesine oranıdır. Örnek vermek gerekirse; genel hacimlerdeki toplam kapasite ihtiyacı 100 birim olan bir uygulama düşünelim. Bunun yanısıra gündüz saatlerinde genelde kullanılmayan yatak odaları için 30 birim daha ilave kapasite gerektiğini varsayalım. Normalde tek bir sistem tercih edildiğinde söz konusu sistem için ilk yatırım anında 130 birim kapasiteli bir cihaz uygulaması yapmak gerekecekti.

Örnekte verilen sistem eğer VRV sistem ile çözüme ulaştırılmak istenirse sadece 100 birimlik toplam kapasiteye sahip bir cihazla söz konusu mahal kolaylıkla şartlandırılacaktır (Şekil 6.71).

Bu örnekte alınan diversite oranı %130'dur.

Diversite oranında bir başka yaklaşım ise özellikle yüksek bloklarda ortaya çıkar. Bu tip yapıların radyasyonla ısı kazancı gün içinde farklı cephelerde çok büyük farklılıklar gösterir. Bu yüzden sistemin bütün olarak pik yük saatini hesap edip dış ünite cihaz toplam kapasitesini belirlemek ve ona göre seçim yapmak özellikle yüksek yapı uygulamalarında doğru değildir. Örnekleme gerekirse bina batı cephesinde pik yük saat 16:00'da gerçekleşirken, güney cephede saat 12:00'de gerçekleşebilir (Şekil 6.72). Eğer hesap edilen toplam pik yük saat 16:00'da çıkıyorsa sistem tasarımı çoğu kez buna göre yapılır.

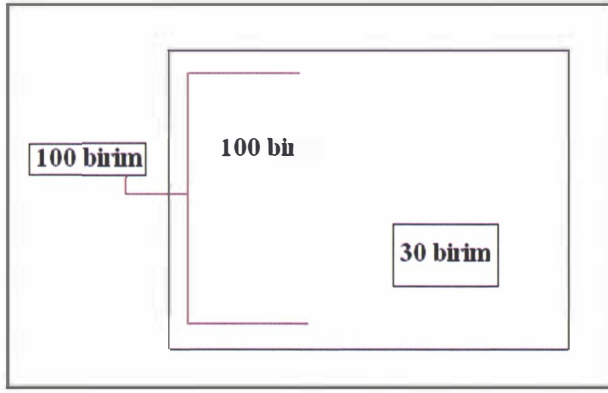
Ancak güney cephede saat 12:00'de hesap edilen toplam yük saat 16:00'da bulunandan fazla olduğu için (güney cephede seçilen cihazlar saat 16:00 şartına göre seçildiğinden dolayı) bina güney cephesi saat 12:00'de istenen konfor şartlarında olmayacaktır.

İşte VRV sistemin cazibesi de tam bu noktada ortaya çıkar. VRV sistem ile binanın her cephesinin maksimum pik yük saatine göre iç ünite seçilip, sistem toplam pik yüküne göre dış ünite seçilebilir. Başka bir deyişle diversite alınabilir. Örnekte bina güney cephesinde maksimum yük saat 12:00'de gerçekleştiği için güney cephe-deki iç üniteler 700 birim, batı cephesinde ise maksimum yük 16:00'da gerçekleştiği için batı cephesindeki iç üniteler 900 birim ısı kazancını karşılayacak şekilde seçilebilir. Ancak sistem dış ünite kapasitesi sistemin bütünü için gerçekleşen pik yük saatine göre yani saat 16:00'a göre (1.400 birim) seçilebilir (Şekil 6.73).

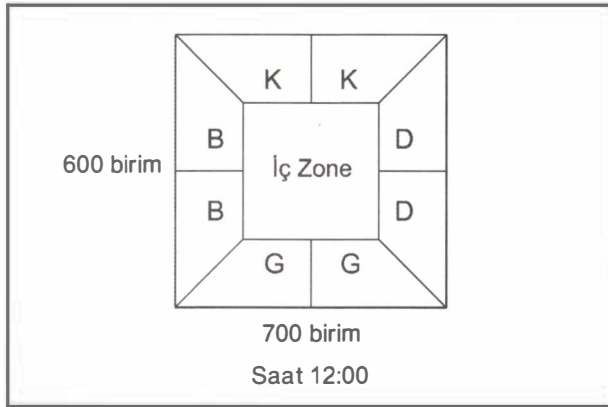
Bu örnekte alınan diversite oranı %115'dir.

VRV ile şartlandırılan bir sistemde günün her saati, mahal içindeki her noktada maksimum konfor sağlama imkânı vardır.

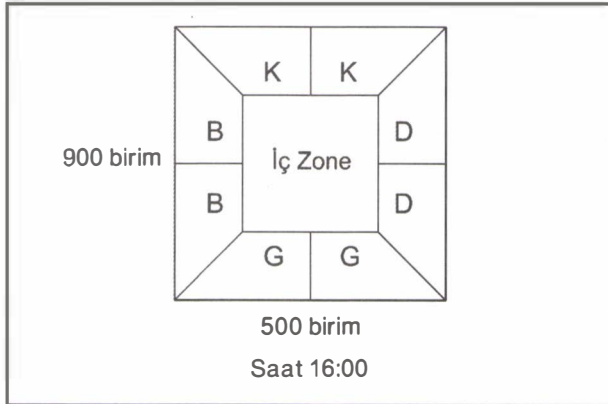
Not: Bazı VRV firmaları belirli şartlar sağlandığı takdirde cihazlarında %200'e kadar diversite oranı alma imkânı vermektedir.



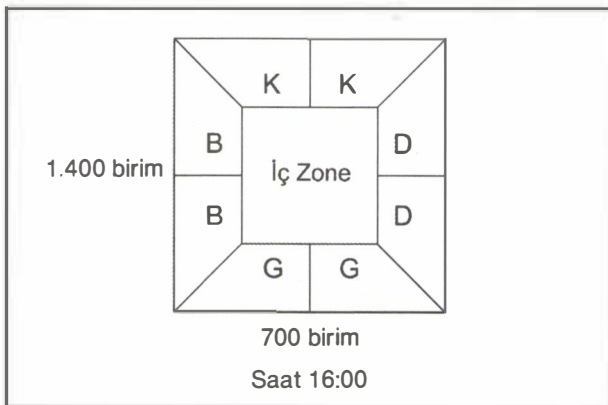
Şekil 6.71. İHTİYACA GÖRE KAPASİTE SEÇİMİ



Şekil 6.72A. SAATLERE GÖRE ISI YÜKÜ



Şekil 6.72B. SAATLERE GÖRE ISI YÜKÜ



Şekil 6.73. DİVERSİTEYE GÖRE DIŞ ÜNİTE SEÇİMİ

6.2.6.4.8. Taze Hava İhtiyacı

Yüksek yapılarda yaşayanlar en çok havasızlıktan şikayet ederler. Pencerele açılmadığı için, mekanik havalandırma büyük önem taşır. Bina içinde küf oluşumuna kesinlikle izin verilmemelidir.

VRV sistem ile akuple çalışabilen ısı geri kazanım cihazları ile taze hava şaftlardan içeri alınabilir. Ayrıca kanal bağlanabilen iç üniteler ile şaftlardan alınan taze hava şartlandırılacak ortama verilir. Ancak bu sistemlerde duman egzozu için ayrıca müstakil sistemler kurulmalıdır.

6.2.6.4.9. Uygulama Örnekleri

6.2.6.4.9.1. Uygulama Örneği 1: Metrocity Ofisler (Şekil 6.74)

a. Genel: Metrocity; 52.000 m² toplam alana sahip 4 katlı çarşıdan, 16.500 m² toplam alana sahip 27 katlı ofis bloğundan (Şekil 6.75), 46.700 m² toplam alana sahip 30'ar katlı 2 konut bloğundan, 10.000 m² sosyal tesisten ve 83.800 m² toplam alana sahip 5 kat otoparktan oluşmaktadır. Temel mimari konseptlerinden biri gün ışığının tüm yürüme alanlarına yayılmasının sağladığı ferahlık olarak nitelendirilebilecek çarşı katları, bu amaca uygun teflon çatı örtüsü ve atriumlarıyla dikkat çekmektedir. Standart mağazalar atriumları çevreleyen yürüme yollarının etrafına sıralanmıştır. Her katın doğu ve batı ucunda ise kendilerine ait mekanik odaları haiz büyük mağazalar bulunmaktadır. Standart mağazaların arka cephelerinde kat boyunca uzanan servis koridorları, müşteri trafiğiyle temas etmeksizin mal ikmaline ve genel amaçlı arıza-bakım müdahalelerine imkan sağlamaktadır. Çarşı bloğunda ayrıca 2. bodrum kat seviyesinde yaklaşık 8.000 m²'lik bir food-court mevcuttur.

Çarşı bloğunun üstü, gezinti terası ve ana mekanik kat (1. tesisat katı) olarak kullanılmaktadır. Mekanik katın üstü ise tenis kortu, açılır - kapanır yüzme havuzu, kapalı fitness mekanları, lokanta ve bar imkanlarıyla bir sosyal tesis kompleksi olarak tasarlanmıştır. Halen yapım aşamasındadır. Bu mekanlarla çarşı bloğu, 16,2 kotuna kadar yükselmektedir. Sosyal tesis seviyesinden itibaren, ofis bloğu ile iki apartman bloğu başlamaktadır.

Çeyrek daire formundaki ofis bloğu altı ve yedinci katlarındaki mimari hareket dışında hemen hemen tip sayılabilecek 27 kattan müteşekkildir. En alt ve en üst katlar teknik alanlar olarak kullanılmaktadır. Ayrıca her katta birer mekanik oda mevcuttur.

Apartmanlarda, yedi ayrı tipte toplam 205 daire bulunmaktadır. Bu bloklarda da ofisteki gibi teraslar ve ilk katlar (2. tesisat Katı) mekanik alanlara ayrılmış olup, her bir bloğun 13. katına birer eşanjör dairesi yerleştirilmiştir.



Şekil 6.74. Metrocity OFİSLER

Kompleksin, 4. ve 8. bodrum katları arası otopark alanlarına ayrılmıştır. Bunlardan iki katı çarşı, bir katı ofis, iki katı ise konut blokları için tahsis edilmiştir. Konut otoparkı dahilinde ayrıca dairelere ait küçük depolar da mevcuttur. Otopark alanı 2.200 araç kapasitelidir.

Kompleksin 9. bodrum katında ise ana su depoları ile temiz su ve yangın merkezi bulunmaktadır.

b. Isıtma Soğutma Havalandırma (HVAC) Sistemleri: Her bir işletme bölümünün kendine ait, diğerlerinden bağımsız olarak çalışabilen sistemleri mevcuttur.

Toplam ısıtma kapasitesi 4.900 kW, soğutma kapasitesi 6.450 kW'dır. Ofislerin ısıtma kapasitesi 980 kW, soğutma kapasitesi 2.050 kW'dır.

Ofis bloğu kat bazında zonlanmış VRV (değişken debili soğutkan) tesisatıyla ısıtılmakta ve soğutulmaktadır (Şekil 6.75). VRV dış üniteleri, her katta aynı şaft üzerine dizilmiş mekanik odalara monte edilmiştir.

Konuttakine benzer bir şekilde, ofis katlarında yaz/kış soğutmaya ihtiyaç duyan iç zon şartlandırılan VRV iç ünitelerinden dönen sıcak gaz, kışın dış cephe zon ısıtması için kullanılan iç ünitelere sevk edilebilmekte, bu suretle ısı geri kazanımı sağlanabilmektedir.

Taze hava ve egzoz ihtiyacı, her katta havadan havaya ısı geri kazanım üniteli fanlarla yapılmakta (Şekil 6.76), ihtiyaç duyulan yükler VRV iç üniteleri tarafından karşılanmaktadır.

Çarşının ısıtması (85/65°C) iki adet 1.750 kW, bir adet 1.400 kW düşük sıcaklık kazanı vasıtasıyla temin edilmektedir. Kullanılan yakıt doğal gazdır ve motorinle yedeklenmiştir. Motorin tesisatı ayrıca jeneratörlere de hitap etmektedir.

Çarşının soğutması (6,5/12°C) beş adet 1.175 kW, bir adet 575 kW hava soğutmalı soğutma grubuyla temin edilmektedir. Kullanılan soğutkan R407'dir. Soğutma gruplarında kompresör ve kondenser fanları seviyesinde akustik tedbirler alınmış olup halihazır toplam ses şiddeti standart trafik gürültüsü düzeyindedir.

Isıtma-soğutma suyu dağıtımı, her iki sistem için de benzer prensiplerle tesis edilmiştir. Su sıcaklıklarını sabit debide emre amade tutan birer primer pompa devresi ve bu devreye (ısıtma için bir hidrolik ayırıcı, soğutma için bir by pass hattıyla) bağlanmış değişken debili birer sekonder dağıtım devresi bulunmaktadır.

Muhtelif birimler için ayrı zon pompaları mevcut olmayıp, debi ayarları tüm tüketim gruplarına ve yeteri sayıda branşman çıkışına konmuş statik balans vanalarıyla sağlanmaktadır. Bağımsız tüketim birimlerinin enerji ölçümlemesi kontaklı kalorimetreler vasıtasıyla merkezi olarak yapılmaktadır.

Yürüme yolları 6 adet karışım havalı, dönüş + gidiş fanlı, sabit hava debili klima santrali vasıtasıyla şartlandırılmaktadır. Santraller, yangın durumunda basınçlandırma amaçlı da kullanılmakta olup, 1. tesisat katına monte edilmişlerdir.

Küçük dükkanlar yüksek hava basınçlı fan coil'lerle şartlandırılmaktadır. Üç istisna dışında hiçbirinin dış duvar teması olmadığından ve yüksek dahili ısı kazançları nedeniyle küçük dükkanlar yaz kış soğutulmaktadır. Taze hava ve egzoz ihtiyaçları 5 adet havadan havaya ısı geri kazanım üniteli, sabit hava debili klima santrali vasıtasıyla karşılanmaktadır. Dükkanların arka cephelerindeki servis koridorları yine yüksek hava basınçlı fan coil'ler vasıtasıyla ısıtılmakta ve soğutulmaktadır.

Büyük dükkanların Her birinin müstakil makine daireleri bulunmaktadır. Bu makine dairelerinde standart olarak her bir büyük dükkan için, karışım havalı, yalnızca gidiş fanlı, sabit hava debili birer klima santrali ile biri yangında kullanılmak üzere ikişer egzoz aspiratörü tüm şartlandırmayı temin etmektedir.

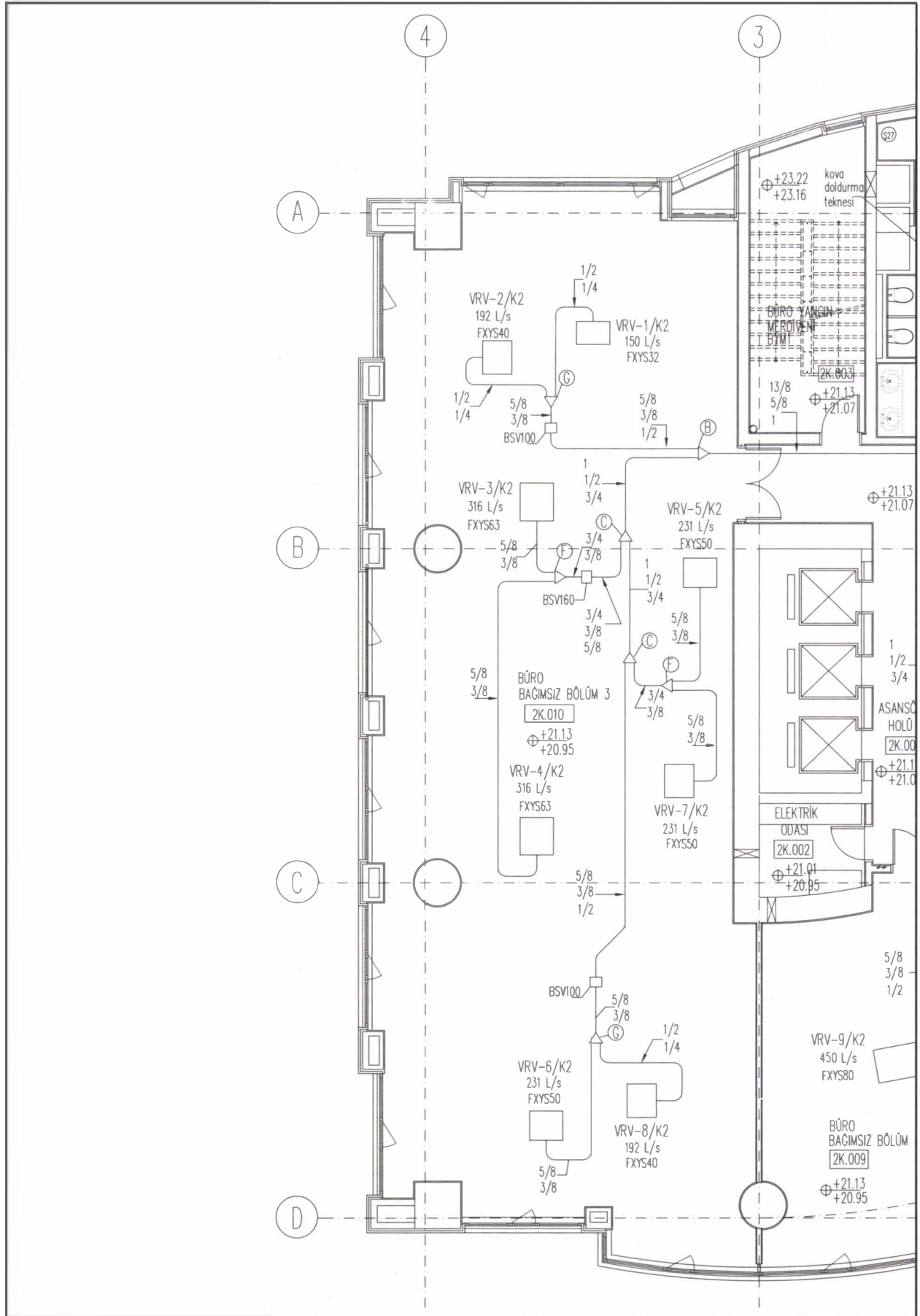
Dış cephelerin mevcudiyeti ve taze havanın makine dairesi yakınlarındaki cephe panjurlarından doğrudan temini gerekliliği nedeniyle klima santralleri ısıtma tesisatına da bağlıdır. Garajlar taze hava ve egzoz fanları vasıtasıyla havalandırılmaktadır. Taze hava, kışın 6°C'a kadar ısıtılmaktadır.

c. Sıhhi Tesisat Sistemleri: Su Kaynağı olarak şehir şebekesi kullanılmaktadır. Günlük su tüketimi yaklaşık yüksek bloklar dahil 400 m³'tür.

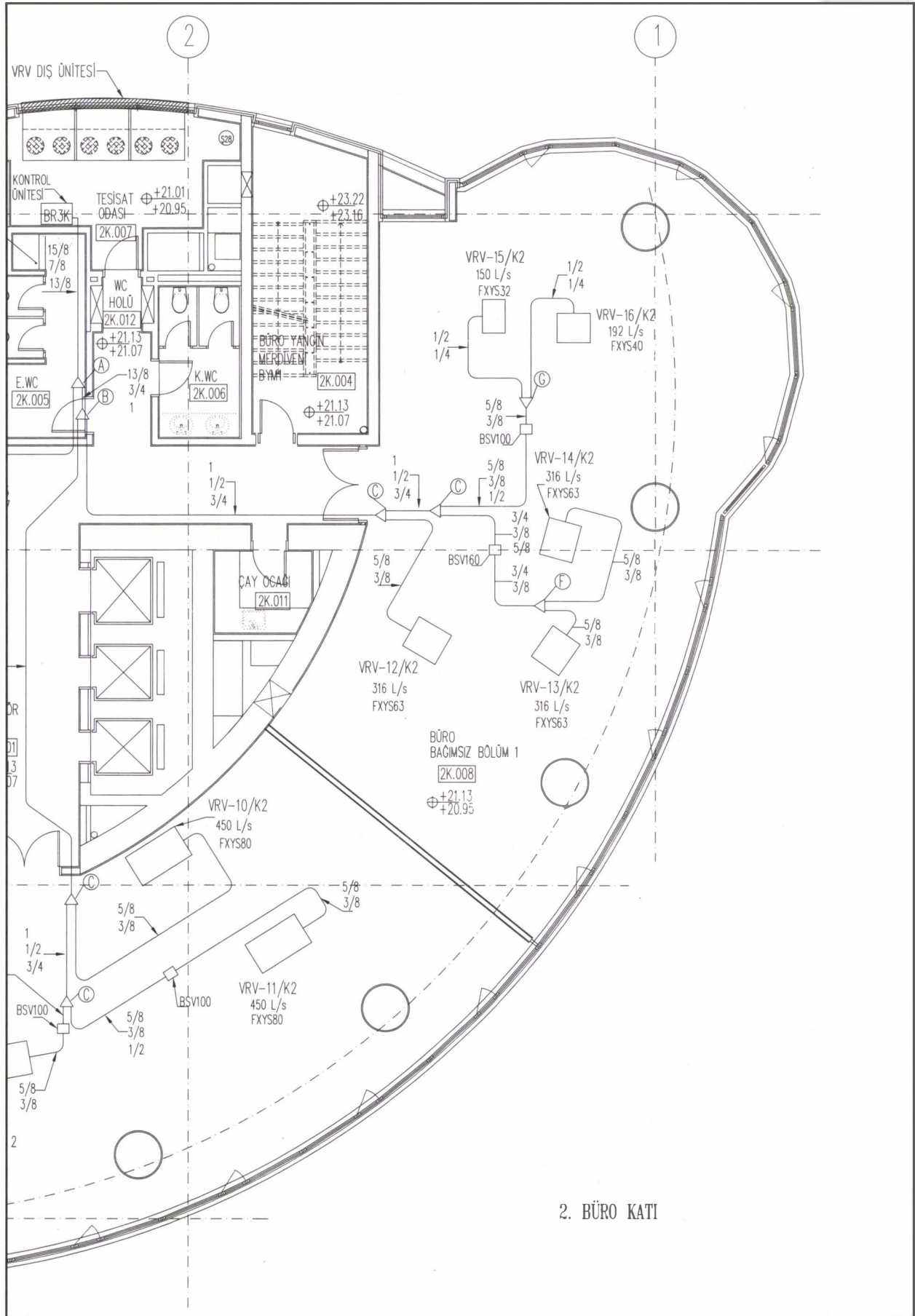
Su depolama kapasitesi 1.375 m³ ham, 425 m³ işlenmiş olmak üzere toplam 1.800 m³'tür. Merkezi hidrofor 108 m³/h 90 mSS (dört pompalı, frekans konvertörlü) kapasitesindedir.

Bina işletme bakımından sosyal katla birlikte bütün çarşı bloğu, konut blokları ve ofis bloğu olarak üç bölüme ayrılmıştır. Sıhhi tesisat ve yangın sistemlerinde, ara katta depo hacmi ayırmanın yol açtığı güçlükler neticesinde bu üç birimin, farklı basınçlandırma sistemlerine sahip olsalar da aynı şebekeye bağlanmalarında, kontaklı sayaçlarla merkezi ölçümleme kolaylığı da göz önüne alınarak sakınca görülmemiştir.

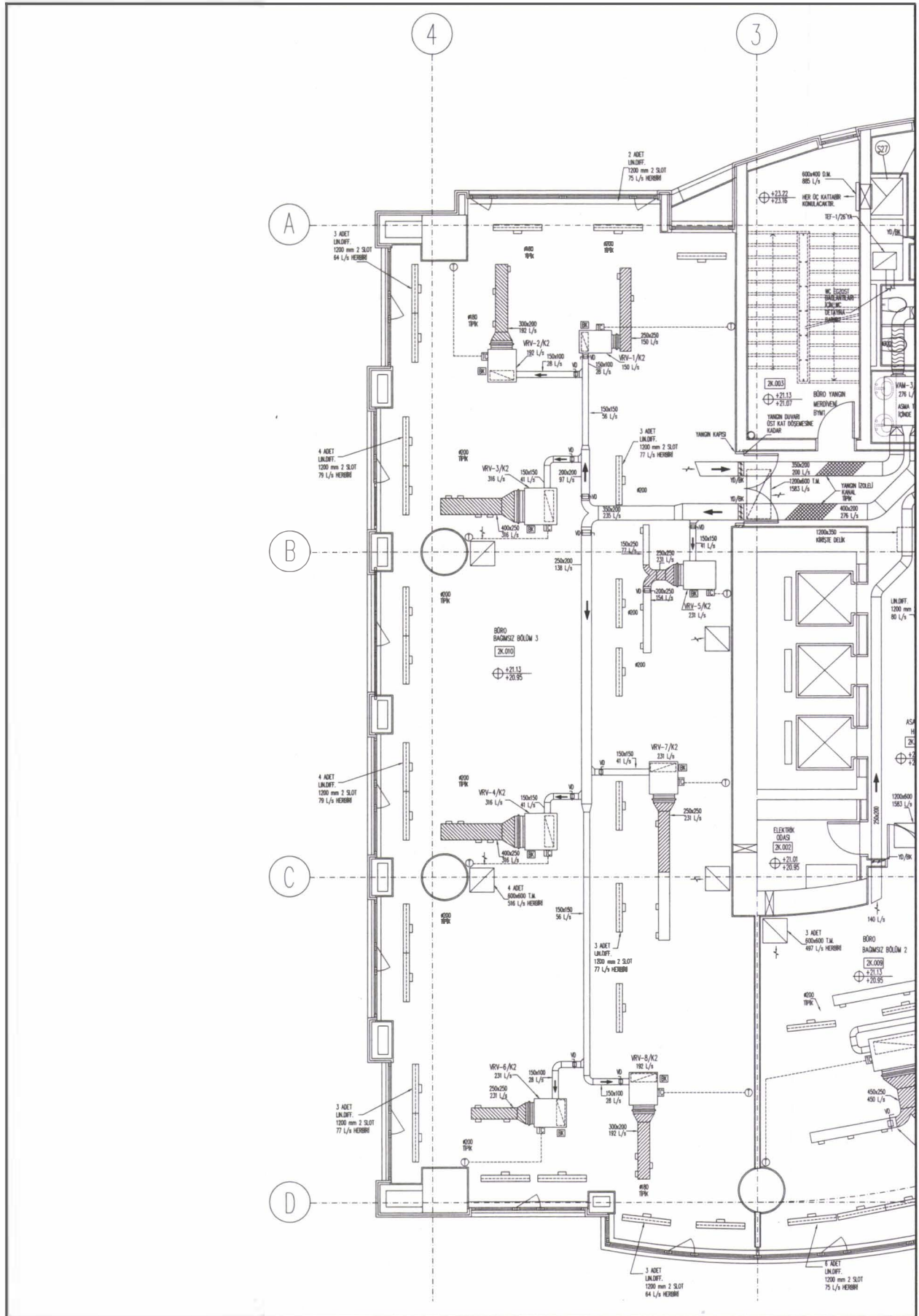
Aşağıdaki zonlama, bu açıdan da değerlendirilmelidir. Şehir şebekesinden alınan su, otomatik ters yıkamalı ön filtrelerden geçirilerek ham su tanklarında depolanmakta, buradan bütün tesisin yaklaşık bir günlük su ihtiyacı filtrasyon pompaları vasıtasıyla 20 mikronluk kum filtrelerinden geçirilerek işlenmiş su tankına aktarılmakta, buradan merkezi hidrofor vasıtasıyla basınçlandırılarak ilgili zonlara dağıtılmaktadır. Food court mutfakları zon için ayrıca UV dezenfeksiyon ve yumuşatma işlemleri yapılmaktadır. Food court ve personel duşları haricinde çarşıdaki hiçbir ıslak mahalde kullanma sıcak suyu mevcut değildir.



Şekil 6.75. Metrocity OFİSLER ÖRNEK KAT PLANI - VRV UYGULAMA



Şekil 6.75. Metrocity OFİSLER ÖRNEK KAT PLANI - VRV UYGULAMA



Şekil 6.76. Metrocity OFİSLER ÖRNEK KAT PLANI - HAVALANDIRMA

199

Blokların her biri üçer basınç zonuna ayrılmıştır. Alt zonlar, çarşı temiz su dağıtım şebekesine seri olarak bağlanmış ve 2. tesisat katına monte edilmiş frekans konvertörlü ana blok hidroforları vasıtasıyla beslenmektedir. Orta ve üst zon su dağıtımı ise blok teras katlarında bulunan birer depo ve hidrofordan yapılmaktadır. Teras depoları, ana blok hidroforları vasıtasıyla doldurulmaktadır. Ofis bloğunda sıcak su mevcut değildir. Konut bloklarında ise bütün sıcak ve soğuk su dağıtımı UV dezenfeksiyondan geçirildikten sonra gerçekleştirilmektedir. Gerek bloklarda gerekse çarşı katlarındaki zonlama sayesinde ve dağıtım kolonları çıkışlarına konmuş basınç düşürme istasyonları vasıtasıyla, katlarda kullanım konforu limitleri içinde homojen bir basınç dağılımı tesis edilmiş durumdadır.

Temiz su şebekesi ana dağıtım boruları ve kolonları galvanizli, yatay branşmanları PPR borudan imal edilmiştir. Pis su ve yağmur şebekesi için ise konut ve ofis bloklarında astolen, çarşı katlarında pik boru kullanılmıştır.

- d. Yangın Tesisatı:** Çarşı ve garajlarda, kuzey ve güney cephelerinde dörder adet olmak üzere toplam sekiz yangın merdiveni vardır. Kuzey cephesi yangın merdivenleri sosyal tesis seviyesine kadar ulaşmaktadır. Batı cephesinde ayrıca yine sosyal tesis bağlantılı bir kaçış daha mevcuttur.

Çarşı yangın merdivenlerinin tamamına hem yürüme yollarından hem de servis koridorlarından ulaşılabilir. Aynı düzen garaj katlarında da devam etmektedir.

Her bir yüksek bloktaki ikişer adet yangın merdiveni ise tüm bu sistemden bağımsız olarak inşa edilmiştir. Bunlar, çarşı katlarındaki blok çekirdeklerinden geçerek her birinin yol kotuna açılır.

Kompleksin tamamı NFPA 72'ye uygun adreslenebilir dedektörlü yangın ihbar sistemi, konut blokları hariç NFPA 13'e uygun sprinkler sistemi ve konutlar da dahil Yangın Yönetmeliği'ne uygun yangın dolap şebekesiyle koruma altına alınmıştır. Bina duman tahliye ve basınçlandırma sistemleri ise BS 5588 part 10'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sistemde kullanılan tüm ekipmanlar UL ve FM sertifikalıdır. Minimum yangın rezervi 300 m³'tür. Ana yangın pompası 1.000 gpm 145 psi (1 asil elektrikli, 1 yedek dizel) kapasitelidir. Konut Bloklarının yangın pompası 300 gpm 140 psi (1 asil ve 1 yedek elektrikli) kapasitelidir. Ofis Bloğunun yangın pompası ise 750 gpm 140 psi (1 asil ve 1 yedek elektrikli) kapasitelidir.

Sprinkler ve yangın dolap sistemi de basınç dağılımı bakımından gerekli zonlara, aynen temiz su sistemindeki gibi ayrılmıştır. Bloklardaki 2. tesisat katlarında bulunan yangın pompa grupları çarşı sprinkler sistemine seri olarak bağlıdır.

Pompalar müşterek olmasına rağmen yangın dolap şebekesi sprinkler şebekesinden ayrıdır. İtfaiye müdahalesine olanak tanımak açısından yüksek bloklardaki birer yangın merdiveni şaftı ile çarşı katlarındaki güney cephesi yangın merdivenlerine her katta hazırlık ve bağlantıların güvenle yapılabileceği birer itfaiye vanası konmuştur. Ayrıca itfaiyenin bina dışından müdahale edebilmesine imkan tanıyan diğer donanım sistemi tamamlamaktadır.

Bina, yangın esnasında, doğrudan yangına müdahil olması gereken ekipmanlarla tali diğer ekipmanların davranışlarını belirleyen 68 yangın ihbar zonuna bölünmüştür. Bu zonlardan herhangi birinden gelen yangın ihbarı sonucunda, ihbarın gereği, doğrudan yangın alarm paneli denetiminde otomatik olarak yerine getirilmektedir.

Geniş yürüme alanlarının ve atriumların varlığı nedeniyle çarşı katları duman tahliyesi diğer ihbar zonlarına nazaran daha farklı olarak çözülmüştür. Bahsi geçen dizayn standartları mucibince çarşı, her biri diğerinden duman perdeleri vasıtasıyla ayrılmış 2.200 m²'lik zonlara bölünmüştür.

Bu şekilde oluşturulan duman havuzları içinde biriken duman her bir zona hitabeden duman egzoz aspiratörleri vasıtasıyla dışarı atılabilmekte, bu esnada da çarşının geri kalan tüm hacmi basınçlandırılmaktadır. Atrium tepelerindeki yangın panjurları vasıtasıyla da oluşabilecek aşırı basınç artışı dengelenebilmektedir.

Kompleksin bütün yangın kaçış merdiven ve sas alanlarıyla itfaiye asansör şaftları basınçlandırılmaktadır. Yukarıdaki tasvirden görülebildiği üzere binada, yangın esnasında elektrik enerjisinin varlığı ve güvenilirliği, özellikle duman tahliyesi bakımından elzem durumdadır. Bina yangın sisteminin tamamını besleyebilecek güçte jeneratörler, sisteme dahil ekipmanlara müstakil olarak kumanda eden kuvvet panoları ve yangına dayanıklı kablo şebekesi, bu ihtiyaca binaen sisteme dahil edilmiş durumdadır.

- e. Otomasyon:** Binada mevcut tüm mekanik ekipmanlar merkezi bir otomasyon sistemi ile kontrol edilmekte veya izlenmektedir. Merkezi sisteme dükkan fan coil'leri dahil edilmemiş olup, bu cihazların kontrolü müstakil 3-pt. otomatik vana/termostat grupları vasıtasıyla yapılmaktadır. Fan coil'ler ve VRV sistemi hariç toplam 3.230 nokta sistem tarafından kontrol edilmekte veya izlenmektedir.

VRV sistemleri, yukarıda da belirtildiği üzere her bir iç üniteyi ayrı ayrı kontrol edebilen müstakil bir otomasyon sistemi ile donanmıştır.

Bunların yanı sıra soğutma grupları ve ısıtma kazanları sıra seçme düzenleri kendi üreticilerine ait kontrol sistemleri vasıtasıyla yapılmakta olup, merkezi otomasyon sistemi ile izleme düzeyinde haberleşebilmektedirler.

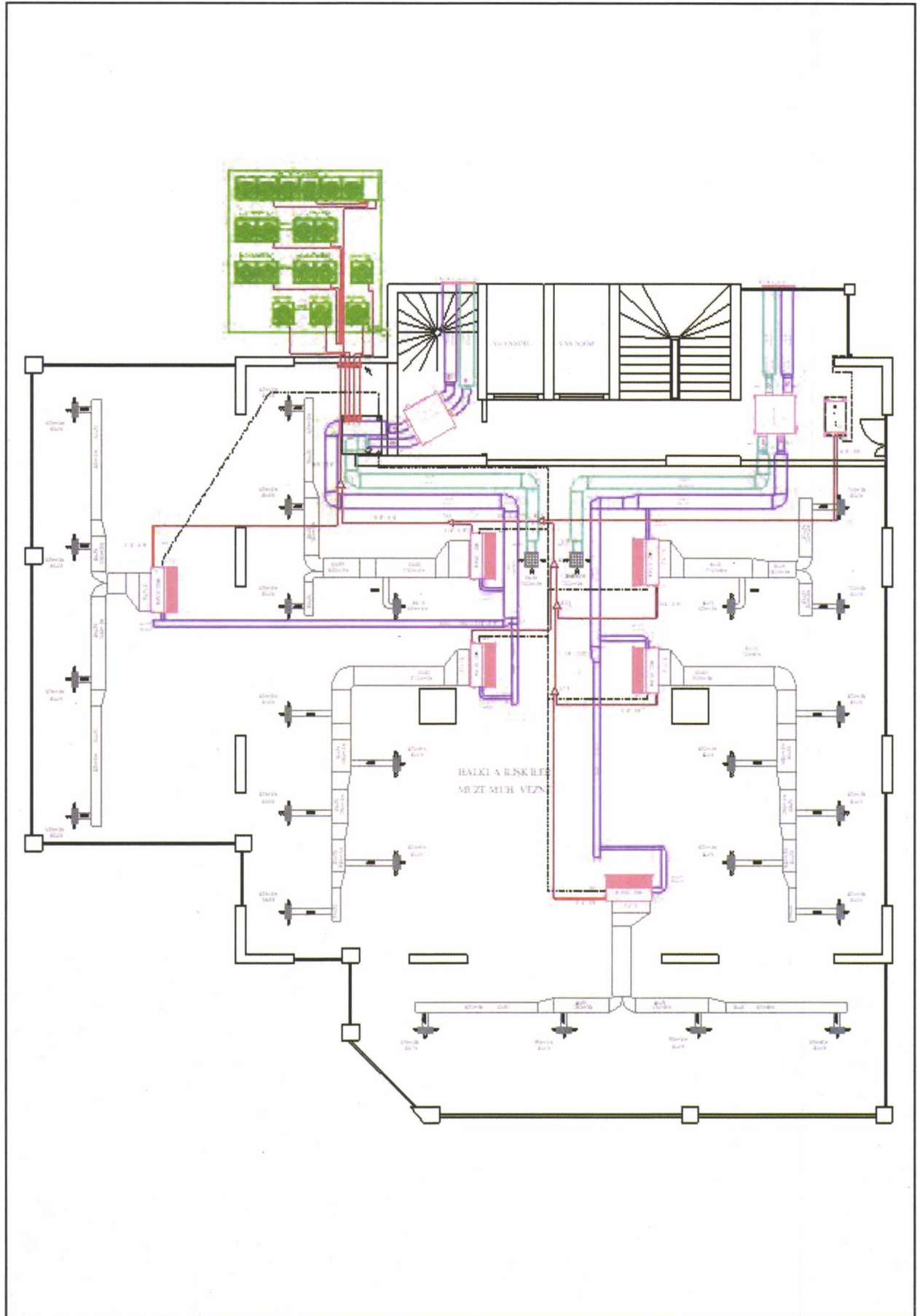
6.2.6.4.9.2. Örnek Sistem 2: Has Plaza (Şekil 6.77)
 Şekil 6.78’de verilen örnek proje, ısıtma,soğutma ve havalandırma tesisatı VRV sistem + HRV cihazları ile yapılmış olan İstanbul’daki Has Plaza ofis binasına aittir. Bina bodrum kat, zemin kat, 9 normal kat ve teras kattan oluşmaktadır. VRV sisteme ait dış üniteler zemin katta arka cephede zemine konulmuştur. Her kat için ayrı ayrı zonlama yapılmış ve her kat için ayrı dış üniteler seçilmiştir (Şekil 6.79). Bu sayede hem her katın enerji tüketimleri ayrılmış, hem de her katı ayrı ayrı kontrol etme imkanı olmuştur.

Projede iç üniteler gizli tavan tipi seçilmiş ve asma tavan içinde havalandırma kanalları çekilerek menfez/anemostatlar ile üfleme yapılmıştır. Emiş için her bir iç ünitenin arka tarafına emiş menfezleri konulmuştur. Bu menfezler aynı zamanda iç üniteye servis verebilmek için de kullanılmaktadır (Şekil 6.80).

Projede mahallerin taze hava ihtiyacı, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları (HRV) ile sağlanmıştır. Her kat için 2 adet, hava debisi 1.000m³/h olan HRV cihazları asansör hollerinde asma tavan içine yerleştirilmişlerdir. Isı geri kazanım hücresinden geçirilen taze hava %15 oranında dağıtılarak iç ünitelere verilmiştir (Şekil 6.81).



Şekil 6.77. Has Plaza



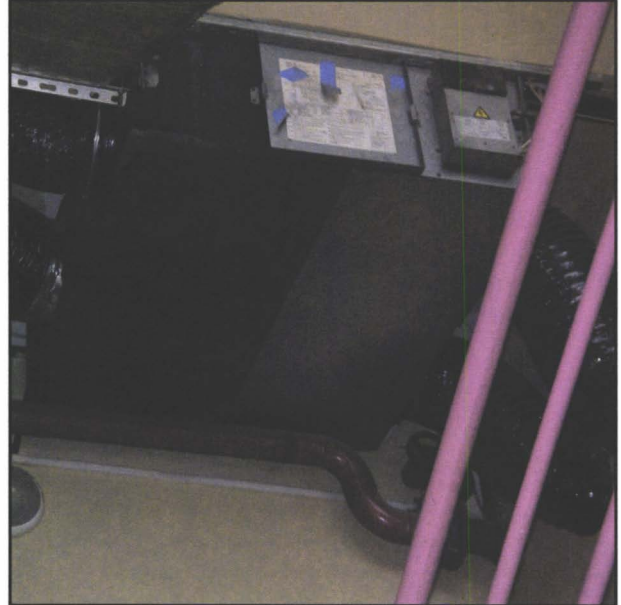
Şekil 6.78. ÖRNEK VAV SİSTEM UYGULAMA PROJESİ ÖRNEĞİ (OFİS BİNASI)



Şekil 6.79. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ



Şekil 6.80. GİZLİ TAVAN TİPİ
İÇ ÜNİTE UYGULAMASI



Şekil 6.81. HRV CİHAZI
UYGULAMASI

6.2.6.5. Su Soğutmalı (Water Cooled) VRV Sistemleri

VRV sisteminin bütün avantajlarına sahip, sistemde soğutucu akışkan ile dış ortam arasındaki ısı transferini su ile gerçekleştiren bir sistemdir.

Sistemin soğutucu akışkan tarafı; kondenser, iç üniteler, soğutucu akışkan ve kontrol ekipmanlarından, sistemin su tarafı; pompalar, valfler, genişleme tankı, ısı transfer üniteleri (kazan,soğutma kulesi), su arıtma cihazlarından oluşur.

Bu sistemde, yaz modunda iç ünitelerden alınan ısı, VRV dış ünitesinde (su soğutmalı kondenser) suya geçer. Su ise almış olduğu sistem ısını soğutma kulesi vasıtasıyla dışarı atar.

Kış modunda ise, ısıtma suyu, sıcak su kazanından aldığı ısıyı VRV dış ünitesinde iç ünitelere verilmek üzere soğutucu akışkana iletir.

Sistemin otomasyonu frekans kontrollü pompalar, iki yollu on-off kontrollü vanalar ile sağlanır. Sistemin çalışma sıcaklık aralığı su çevriminin sıcaklığına bağlıdır. Bu sıcaklık 15-45°C arasında muhafaza edilmelidir. Sistemdeki ısı, 2 borulu su çevrimi vasıtası ile kondenser ünitesinden ısıtma veya soğutma prosesine göre alınır veya verilir.

Su Soğutmalı VRV sistemin genel teknik özellikleri Tablo 6.82'de verilmiştir.

Sistem seçim kriterlerine göre Su Soğutmalı VRV sistemi kullanılarak aşağıdaki çözümler üretilebilir;

- Isıtma ve soğutma Su Soğutmalı VRV Sistemi (2 borulu heat pump model)
- Isıtma ve soğutma Su Soğutmalı VRV Sistemi (3 borulu ısı geri kazanımlı model)

6.2.6.5.1. Su Soğutmalı VRV Tipleri

- **Su Soğutmalı VRV Isıtma + Soğutma (Water Cooled Heat Pump):** Bu sistemde, aynı dış üniteye bağlı iç üniteler için farklı zonlarda aynı anda ısıtma ve soğutma yapılamaz, ya bütün sistemde ısıtma yada soğutma yapılır. Ancak farklı dış üniteye bağlı iç üniteler için bir zonda ısıtma yaparken diğer zonda soğutma yapılabilir.
- **Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery):** Bu sistemde, aynı dış üniteye bağlı bile olsa farklı iç ünitelerde aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir.

6.2.6.5.2. Su Soğutmalı VRV Sisteminin Uygulama Alanları

- a. **Su Borulaması Uzunluğunun Sorun Olmadığı Çok Katlı Yüksek Binalar:** VRV sistem yüksek bloklarda sorunsuz çalışabilme özelliğine sahiptir. Bunun yanında gerekli pompa kapasitesi ve basma yüksekliği ile su borusu çapları doğru seçildiği takdirde mesafe limiti olmaksızın VRV dış ünitelerine sıcak/soğuk su gönderilebilir.
- b. **Su Soğutmalı VRV Sisteminin Adapte Edilebileceği, Su Çevriminin ve Isı Kaynağının Mevcut Olduğu Revize Projeler:** Su soğutmalı VRV sisteminde, sistemin dış ünitesinde ısı transferi hava ile değil su ile yapılmaktadır. Dolayısıyla sistemde mevcut halde kazan veya soğutma kulesi olduğu takdirde su soğutmalı VRV sistemi bu ısı kaynaklarına adapte olup uyumlu bir şekilde çalışabilir. Bu sayede yatırım maliyetleri azaltılmış olur.

Kondenser İşletme Basıncı	20 bar	
Su Sıcaklığı	15 - 45 °C	
Oda Sıcaklığı Kontrol Hassasiyeti	± 0.5 °C	
Toplam Borulama Mesafesi	300 m	
VRV İç Üniteleri ile Kondenser Ünitesi Arasındaki Uzunluk	120 m	
VRV İç Üniteleri ile Kondenser Ünitesi Arası Maksimum Eşdeğer Uzunluk	140 m	
VRV İç Üniteler Arası Maksimum Kot Farkı	15 m	
VRV İç Üniteleri ile Kondenser Ünitesi Arası Maksimum Kot Farkı	Dış Ünite	
	Yukarıda	Aşağıda
	50 m	40 m

Tablo 6.82. SU SOĞUTMALI VRV CİHAZLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

c. **Alternatif Isı Transfer Kaynaklarının Sisteme Uygulanabileceği (Yer Altı Suyu, Deniz Suyu, Solar Enerji vs) Projeler:** Eğer projenin uygulandığı yerde sistemin su çevriminin adapte olabileceği alternatif ısı kaynakları (yer altı suyu, deniz suyu, solar enerji vs) var ise, bu sistemin kullanılması ile yine yatırım maliyetleri azaltılmış olur. Dolayısıyla böyle bir durumda yine su soğutmalı VRV sistemi iyi bir alternatif olarak göze çarpar.

d. **Sistemde Düşük Ses Seviyesinin Önemli Olduğu Projeler:** Soğutma kuleleri düşük ses için uygun cihazlardır. Soğutma kuleleri soğutma gruplarına göre sessiz çalıştığından çevre sessizliğinin önemli bir kriter olduğu durumlarda soğutma kulesi seçimi, dolayısıyla su soğutmalı VRV sistemleri önemli bir seçenek olmaktadır.

e. **Su Çevriminin Kullanılmasından Dolayı, Defrostun Olmadığı Sistemler:** Kış modunda havadaki su buharı +5°C ile -5°C arasında çok yoğun olmak üzere yoğunlaşır, dış ünite kondenser yüzeyinin donmasına sebep olur, karlanma yapar. Defrost, bu yoğunlaşan su buharını çözmek için evaporatör yüzeyinin kondenser olarak çalışması şeklinde açıklanır. +5°C ile -5°C arasında havadaki su buharı miktarı yoğunluğu fazla fakat bundan daha düşük sıcaklıkta azdır. Bu sebeple daha düşük sıcaklıkta defrost daha az olur. Bu süreçte iç üniteler ısıtma yapamaz. İç ve dış ünite fanları durur. Bu buz tabakası çözülene kadar, evaporatör, kondenser olarak çalışmaya devam eder. İşte bu nedenle, klasik gaz çevrimli sistemler kış modunda çalışırken zaman zaman ısıtma konforunda problem yaratmaktadır. Su soğutmalı VRV sisteminin özelliği ise ısıtma için gerekli olan ısıyı havadan değil sudan almasıdır. Bu yüzden defrost gibi ısıtma konforunda eksiklik yaratacak durumlar bu sistemde söz konusu değildir. Su soğutmalı VRV sistemi kış modunda dış hava şartlarından bağımsız çalışır.

f. **Bina İçine Suyun Taşınmasının İstenmediği Sistemler:** Sulu sistemler yaşam alanlarında su ile ortamın ısıtılması/soğutulması ilkesine dayanır. Eğer konfor önemli bir kriter ise geçiş mevsimlerinde iç zonlarda soğutma istenirken, çevre zonlarda ısıtma istenebilir. Bu şu demektir; ısıtma için ayrı çevrim, soğutma için ayrı çevrim. Bu da yaşam alanlarına, su ihtiva eden dört boru ve drenaj borusu sokmak demektir. Sistemde borularda herhangi bir sebeple su sızıntısı olması yaşam alanlarına suyun akması sonucunu doğurur. Korozyon sebebiyle yine boruların çürümesi, su sızıntısı meydana getirir. Eğer boru çapları doğru seçilmediyse tesisatta ses problemi olur. Tesisatın soğutucu akışkan tarafındaki ana ve yardımcı malzemeler:

- Su soğutmalı VRV dış ünitesi
- İç üniteler
- Bakır boru tesisatı
- Branşman kitleri
- Kumandalar

Tesisatın su tarafındaki ana ve yardımcı malzemeler:

- Açık ya da kapalı tip soğutma kulesi
- Kazan
- Denge kabı
- Eşanjörler
- Frekans kontrollü pompalar
- İki yönlü on-off kontrollü vanalar
- Genleşme kapları
- Pislilik/hava ayırıcılar

Sistemde, soğutma modunda iç üniteler iç ortamdan aldığı ısıyı kondensere taşımakta burada ısı, su çevrimine geçmekte gaz ısını suya aktardığı için yoğunlaşır sıvı fazına geçerken, su çevrimindeki ısı ise soğutma kulesi vasıtası ile dış ortama atılmaktadır. Burada sistem kontrolünde, soğutma kulesine giden su debisi, frekans kontrollü pompa ile sağlanır. Diğer taraftan VRV dış ünitesinin su çevrimine bağlı iki yönlü on-off kontrollü vanalar ve frekans kontrollü pompalar ile dış üniteye gidecek su debisi ve sıcaklığı ayarlanır.

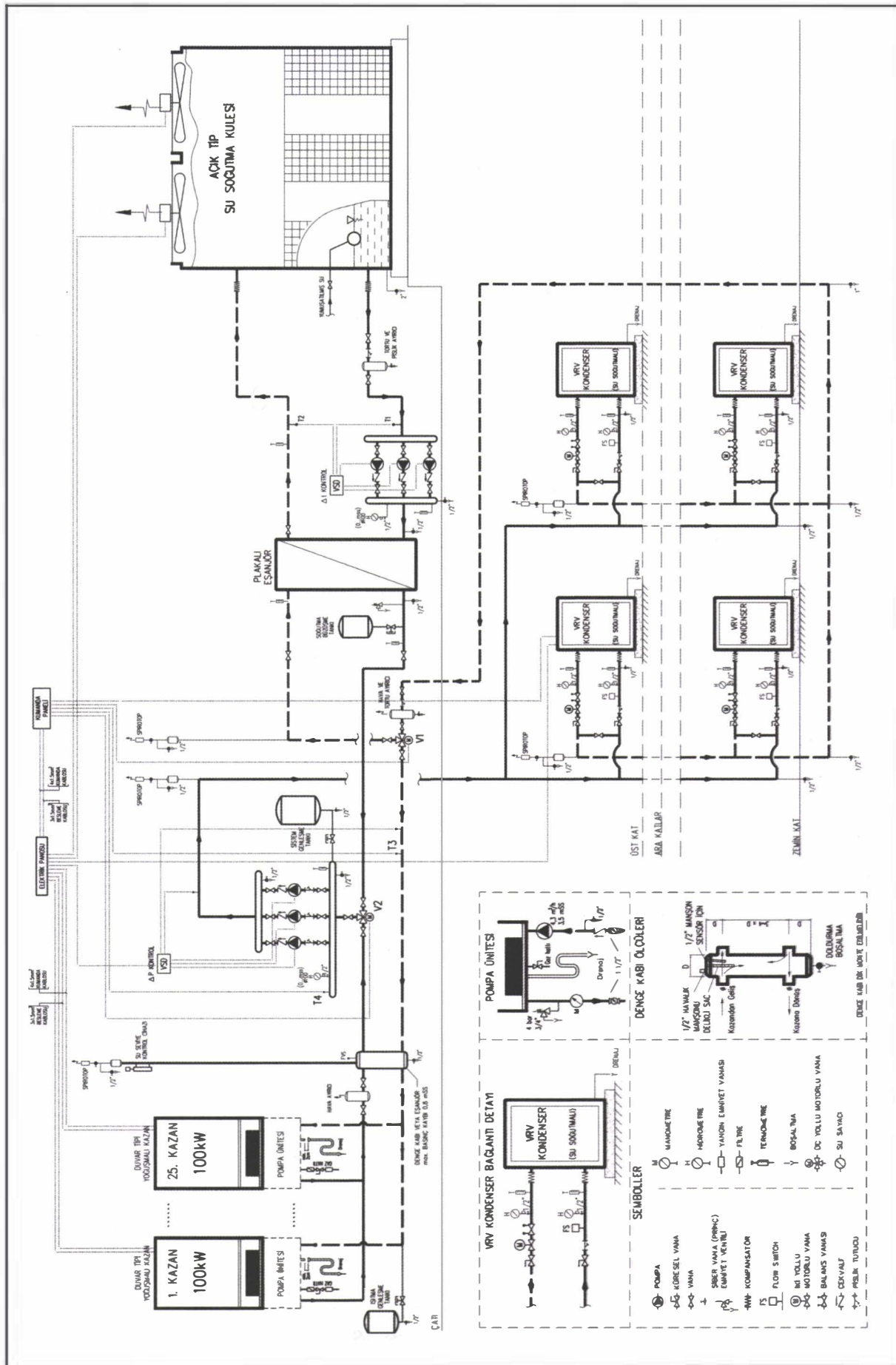
Isıtma modunda ise iç üniteler iç ortama kondenserden aldığı ısıyı aktarmaktadır. Sıvı fazındaki soğutucu akışkan kondenserde ısıtma suyundan aldığı ısı ile gaz fazına geçmekte ve yaşam mahallerine almış olduğu ısıyı aktararak yoğunlaşmaktadır. Diğer taraftan ısıtma suyu ise yoğunlaşmalı kazan teknolojisi sayesinde alev modülasyonu ile, daima istenen sıcaklıkta kolektöre gelmekte burada VRV dış ünitesi ihtiyacına göre iki yönlü on-off kontrollü vanalar ve frekans kontrollü pompalar ile gerekli debi ve sıcaklıkta su VRV dış ünitesine girmektedir.

Su soğutmalı VRV sisteminde bir dış ünite iç ortamı ısıtma amaçlı çalışırken, diğer dış ünite başka bir iç ortamı soğutma amaçlı çalışabilir. Çünkü dış ünitenin ısıtma/soğutma suyu çalışma sıcaklığı aynı aralıklardadır. Sadece değişen su sıcaklığına göre kondenserin çalışma verimi değişir. Bu sıcaklık 15 - 45°C arasındadır.

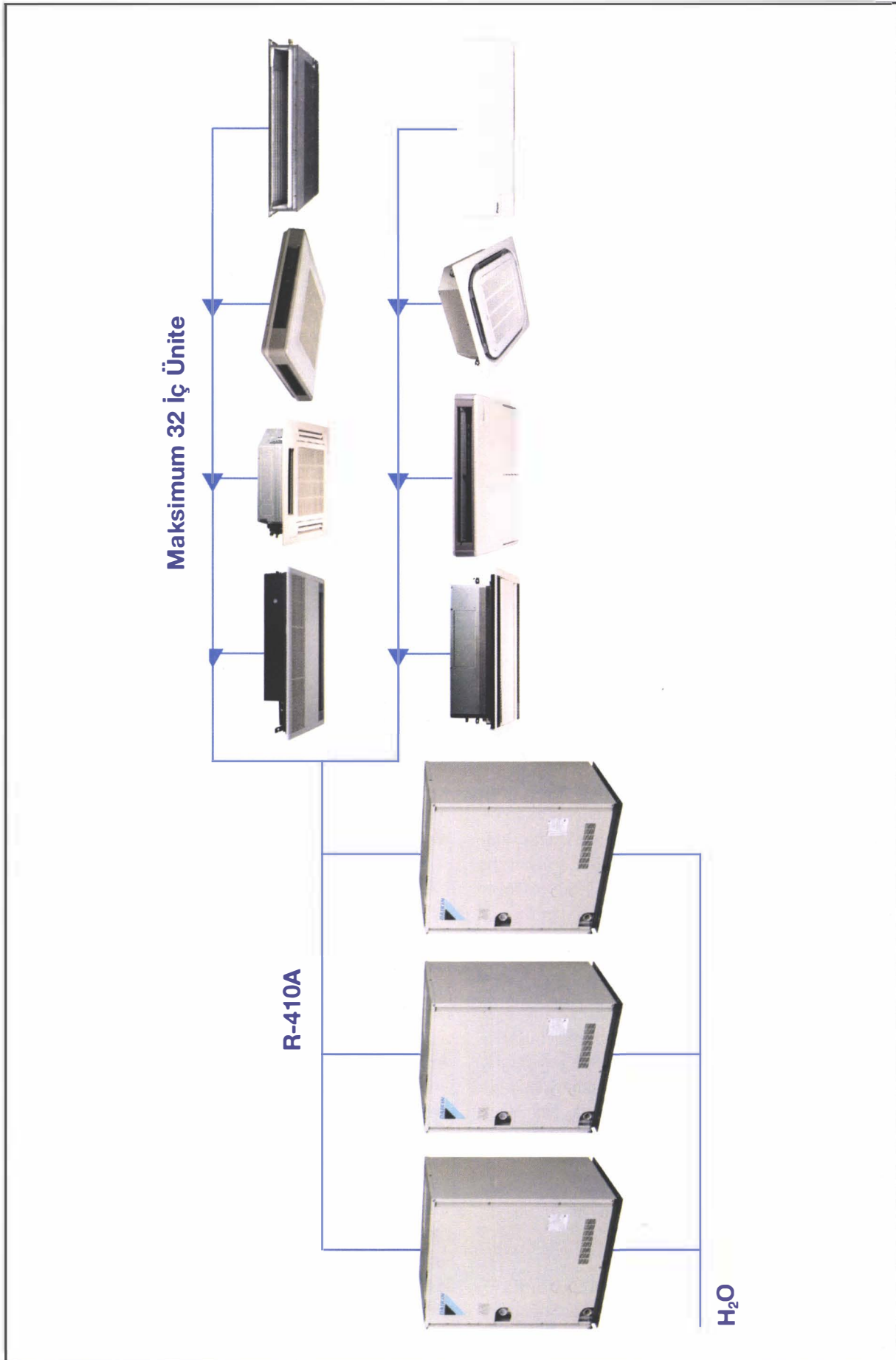
Örnek bir su soğutmalı VRV sistem örnek tesisat şeması Şekil 6.83'te verilmiştir.

6.2.6.5.3. Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımı (Water Cooled Heat Recovery) Sistemler

Bu türdeki sistemler (Şekil 6.84) su soğutmalı heat pump VRV sistemlere göre boru tesisatı ve çalışma prensibi açısından bazı farklılıklara sahiptir. Bu farklılıklardan en önemlisi gaz ve likit hatları ile birlikte üçüncü bir bakır boru hattı çekilmesi gerekliliğidir.



Şekil 6.83. SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI



Şekil 6.84. SU SOĞUTMALI VRV HEAT RECOVERY SİSTEM

Çekilen bu ilave bakır boru hattı sayesinde her bir iç ünite birbirinden bağımsız olarak ve aynı anda ısıtma ya da soğutma yapabilmektedir. Soğutucu akışkanın BS Üniteleri (akışkan yön değiştirme kutuları) aracılığıyla yönü soğutma veya ısıtma durumuna göre değiştirilir. Bu sayede ısıtma amaçlı çalışan iç üniteler soğutmadaki kondenser görevini üstlenirken diğer soğutmada çalışan iç üniteler evaporatör görevine devam ederler. Bu sayede kullanıcı dilediği anda sistemin tamamından bağımsız olarak dilediği konumda istediği iç üniteyi çalıştırabilir. Sistemin su tarafında ise Su Soğutmalı VRV sisteminde hiçbir fark yoktur (*Şekil 6.85 ve 86*).

6.2.6.5.4. Oda Sıcaklık Kontrolü, Enerji Ekonomisi
Daha önce Hava soğutmalı VRV sistemleri ile ilgili belirtilen tüm elektronik kontrollere Su Soğutmalı VRV sisteminde de aynen geçerlidir.

6.2.6.5.5. Dış Cephe Üzerinde Yer İhtiyacı
Bina cephesi bu sistem seçildiği takdirde etkilenmez. Hava soğutmalı VRV sistemlerinde kat aralarına (galeri katı) dış ünite konulduğu takdirde gerekli olan panjur ve kanallar bu sistemde gereksizdir. Ayrıca su soğutmalı kondenserler (dış ünite) sahip oldukları büyük kapasitelere rağmen oldukça küçük yer kaplar. Yaşam alanlarında çok küçük bir yer yeterlidir. Hatta dış üniteler şaftlara bile konulabilir (*Şekil 6.87*). Su Soğutmalı VRV sisteminde dış ünite için gerekli olan ısı kaynağı soğutma kuleleri, kazanlar olduğu için bu cihazlara yapıda gerekli hacimler ayrılmalıdır (çatı ya da bodrum kazan dairesi). Kazan dairelerinin çatıda tasarlanması inşaat alanından ve uzun baca maliyetinden tasarruf sağlar. Su soğutmalı VRV sistemi, hava soğutmalı VRV sistemlerinde olduğu gibi çok büyük tesisat limitlerine sahiptir. Dış ünite ile iç ünite arası kot farkı 50 m'ye ulaşır (dış ünite yukarıda ise). Bir dış üniteden maksimum borulama mesafesi 140 m (eşdeğer boru uzunluğu), toplam boru uzunluğu ise 300 m'dir.

6.2.6.5.6. Enerjinin Taşınması

Yüksek bloklarda enerji seçilen sisteme göre hava, su, soğutucu akışkan ile taşınır. Soğutucu akışkan ile diğer enerji taşıyıcıların aynı ısı kapasitesini vermek için kütleye karşılaştırmasına daha önce değinilmişti. Eğer enerjiyi taşımak için sulu sistem seçildiyse tesisatta meydana gelecek herhangi bir problem (korozyon vs) ile olabilecek sızıntı yaşam alanlarına su akmasına sebep olur. Boru çapları doğru seçilmediyse tesisatta ses problemi olur. Öte yandan Su soğutmalı VRV sisteminde kule ve kazandan gelen su, sadece dış ünite kondenserine ulaşır. Su, yaşam alanlarında dolaştırılmaz.

6.2.6.5.7. Kat Bazında Çözüm İmkânı, Zonlama
Hava soğutmalı VRV sistemindeki gibi, Su Soğutmalı VRV sisteminde de bina katları ayrı ayrı dış üniteler ile şartlandırılabilir. Yüksek yapılarda çekirdek-çevre zonlar

sebebiyle ısı geri kazanımının ne kadar önemli olduğu daha önce belirtilmiştir. Su soğutmalı VRV sistemi iki ısı geri kazanım yöntemi sunar.

- 3 Borulu Isı Geri Kazanımlı Model: Su soğutmalı VRV dış ünitesiyle iç üniteler arasına monte edilen akışkan yön değiştirme kutuları ile her bir iç ünite birbirinden bağımsız olarak ve aynı anda ısıtma ya da soğutma yapabilmektedir (*Şekil 6.88*).
- Isı geri kazanımı aynı zamanda aynı ısı transfer kaynağına bağlı VRV dış üniteleri arasında da gerçekleşebilir (*Şekil 6.89*). Bu durumda VRV dış ünitesiyle iç üniteler arasına monte edilen akışkan yön değiştirme kutuları ile birlikte üçüncü bir bakır boru hattına da gerek yoktur. Bu sayede istenen konfor şartlarına bağlı olarak sistemdeki ısı kaynakları (kazan, soğutma kulesi) çalışmaz, sadece sirkülasyon pompaları çalışır. Bu durum özellikle geçiş mevsimlerinde enerji tüketiminde çok büyük tasarruf yaratır.

6.2.6.5.8. Enerjinin Paylaşımı

Hava Soğutmalı VRV sistemindeki gibi Su Soğutmalı VRV sisteminin gaz tarafında da enerjinin paylaşımı sağlanabilmektedir. Öte yandan sistemin su tarafındaki enerjinin paylaşımı için, sisteme eklenecek kalorimetreler ile çözüm yoluna gidilebilir.

6.2.6.5.9. Arıza Durumunda Sistem Davranışı

Hava Soğutmalı VRV sistemindeki sistem davranışı ile tamamen aynıdır. Dış ünitelerden biri arızalansa dahi diğer dış üniteler çalışmaya devam eder. İç ünitelerden biri ya da daha fazlası arızalansa dahi diğer iç üniteler çalışmaya devam eder. Sistemin su tarafında ise ana ısı kaynaklarında (kazan, kule) anıza olmadığı takdirde sistem çalışmaya devam eder.

6.2.6.5.10. Diversite Faktörü

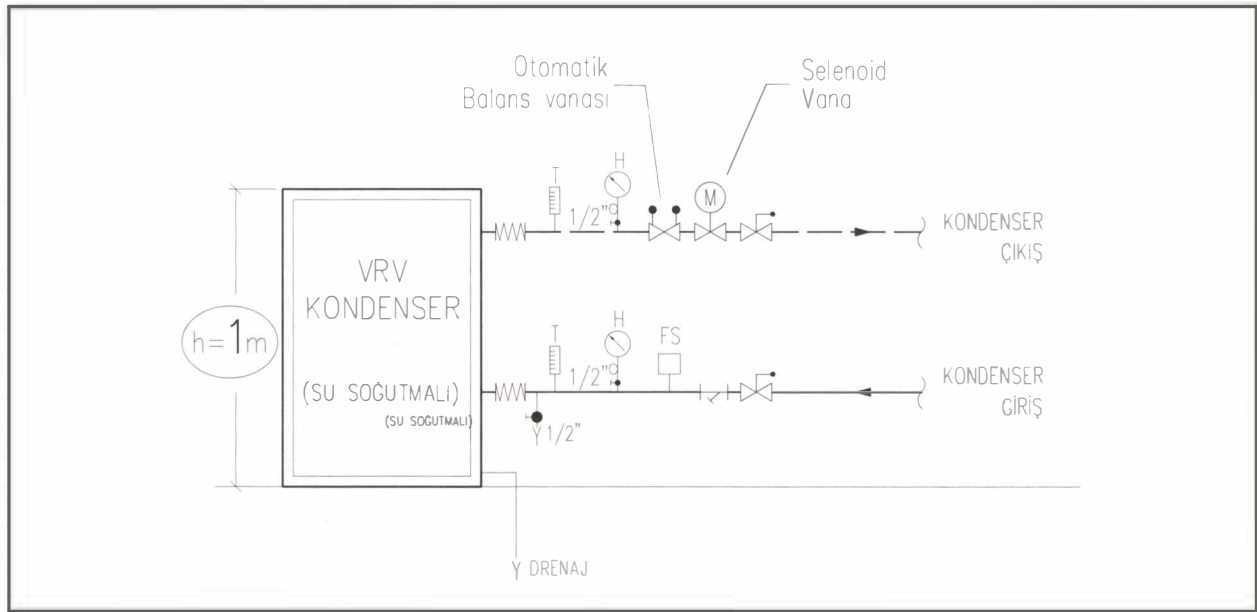
Su soğutmalı VRV sistemi ile %130 diversite alınabilmektedir.

6.2.6.5.11. Defrost Faktörü

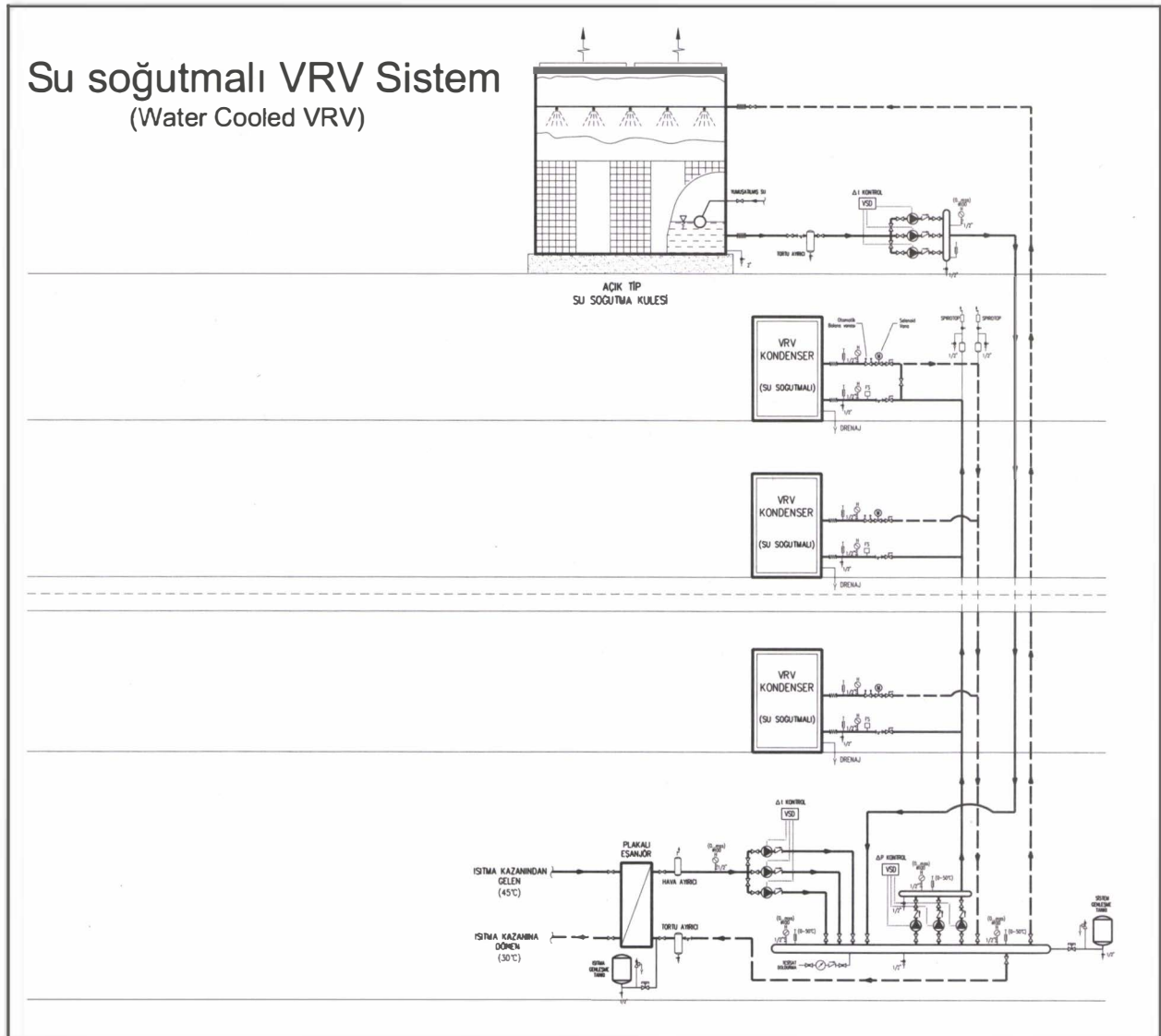
Yüksek blok uygulamasında seçilecek sisteme göre ısıtma ya da soğutma modunda çok kısa bir süre bile kesinti olması mahalde konfor eksilmesine sebebiyet verir. Su Soğutmalı VRV sisteminde sistem soğutma performansı dış hava şartlarına bağlı iken ısıtma performansı dış hava şartlarından bağımsızdır (*Şekil 6.90*). Sistemde defrost olmaz. Isıtma sezonunun en sert günlerinde dahi sistem tam kapasite çalışır. Konfor şartlarında eksilme olmaz.

6.2.6.5.12. Taze Hava İhtiyacı

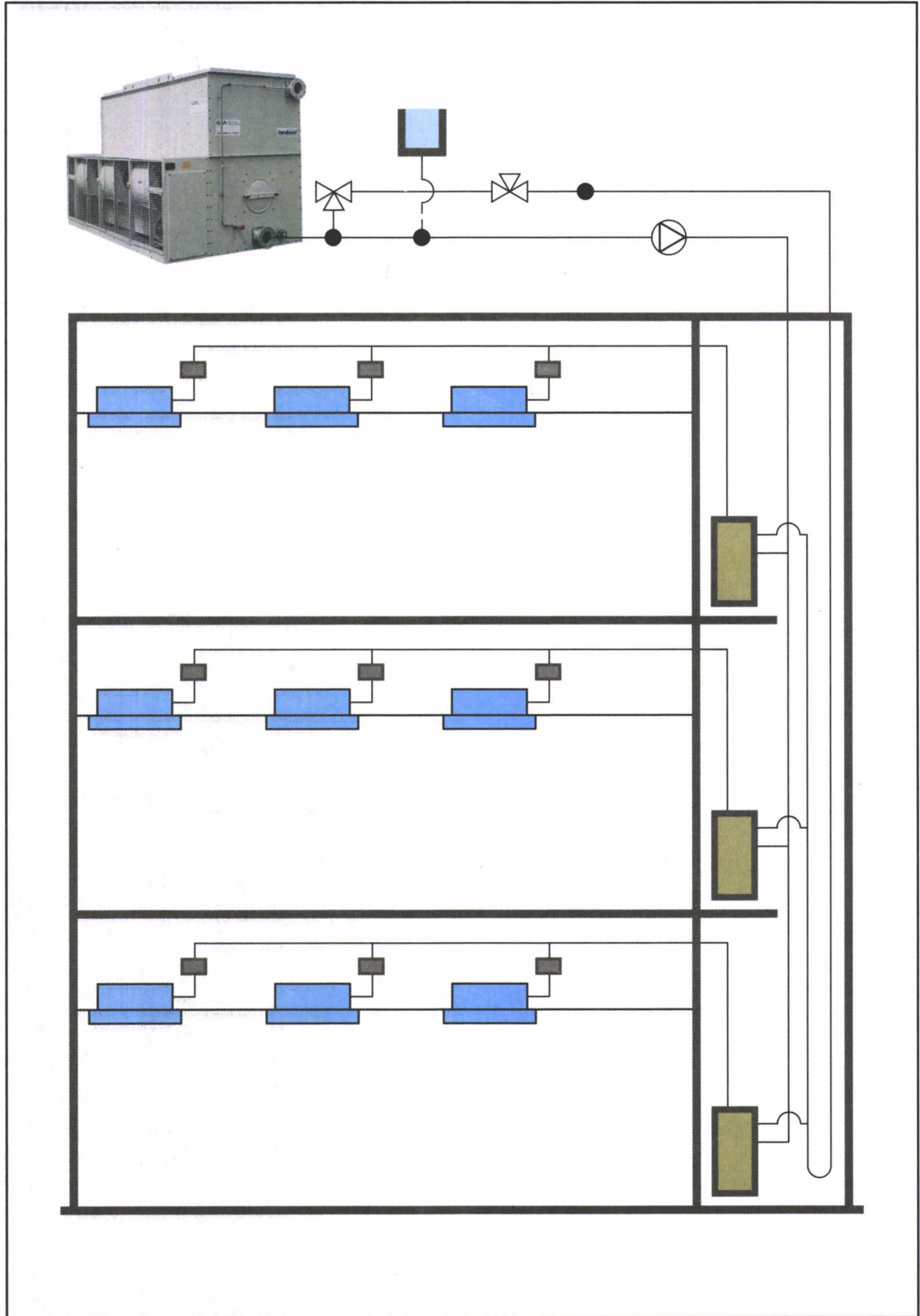
Su soğutmalı VRV sisteminde ısı geri kazanım cihazları ile bina için gerekli olan yeterli taze hava şaftlardan içeri alınır. Ayrıca kanal bağlanabilen iç üniteler ile şaftlardan alınan taze hava ortama verilebilir. Ancak duman egzozu için müstakil sistemler kurması gereklidir.



Şekil 6.85. SU SOĞUTMALI VRV KONDENSER BAĞLANTI ŞEMASI

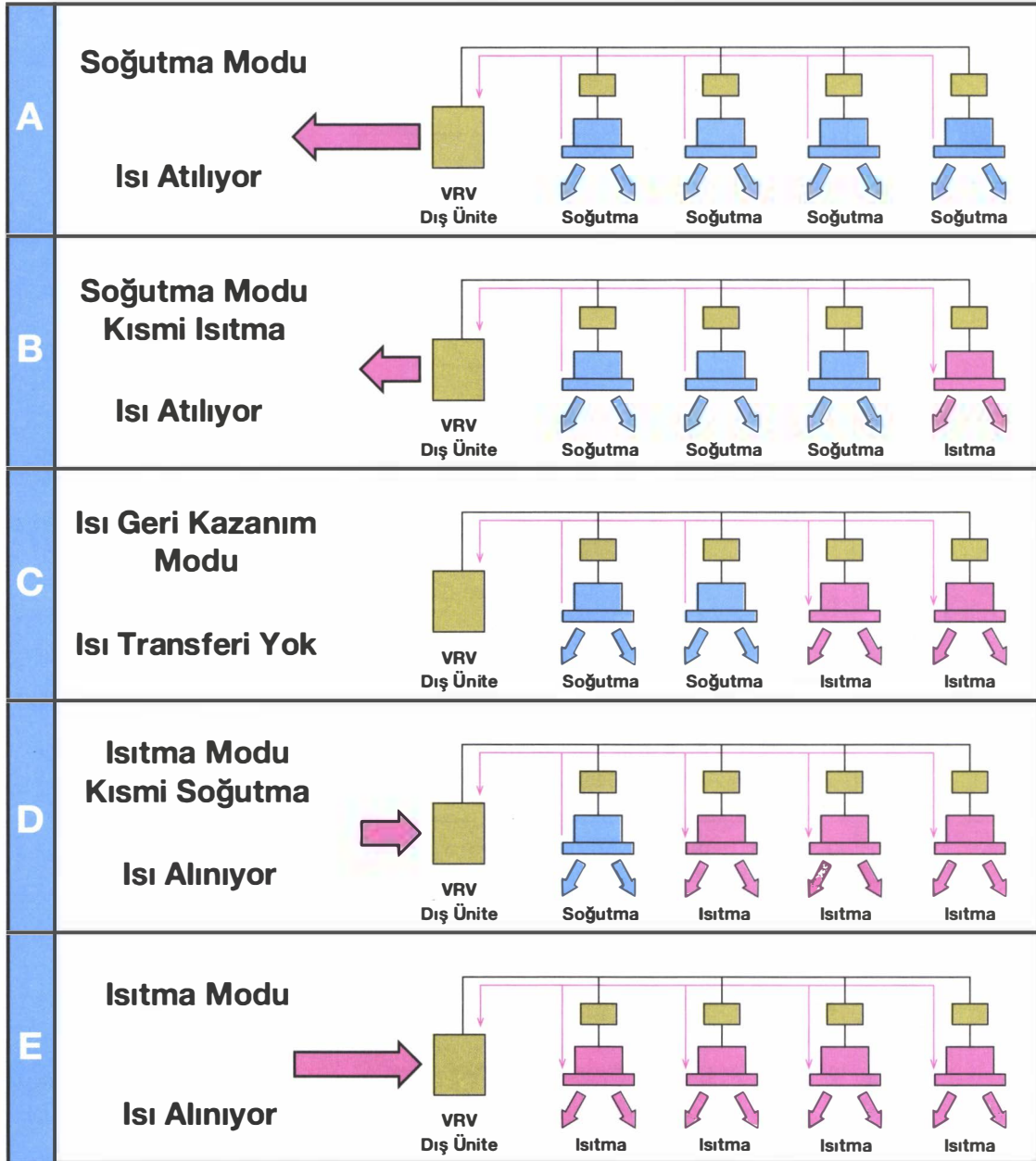


Şekil 6.86. SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM SU TARAfi AÇINIM ŞEMASI

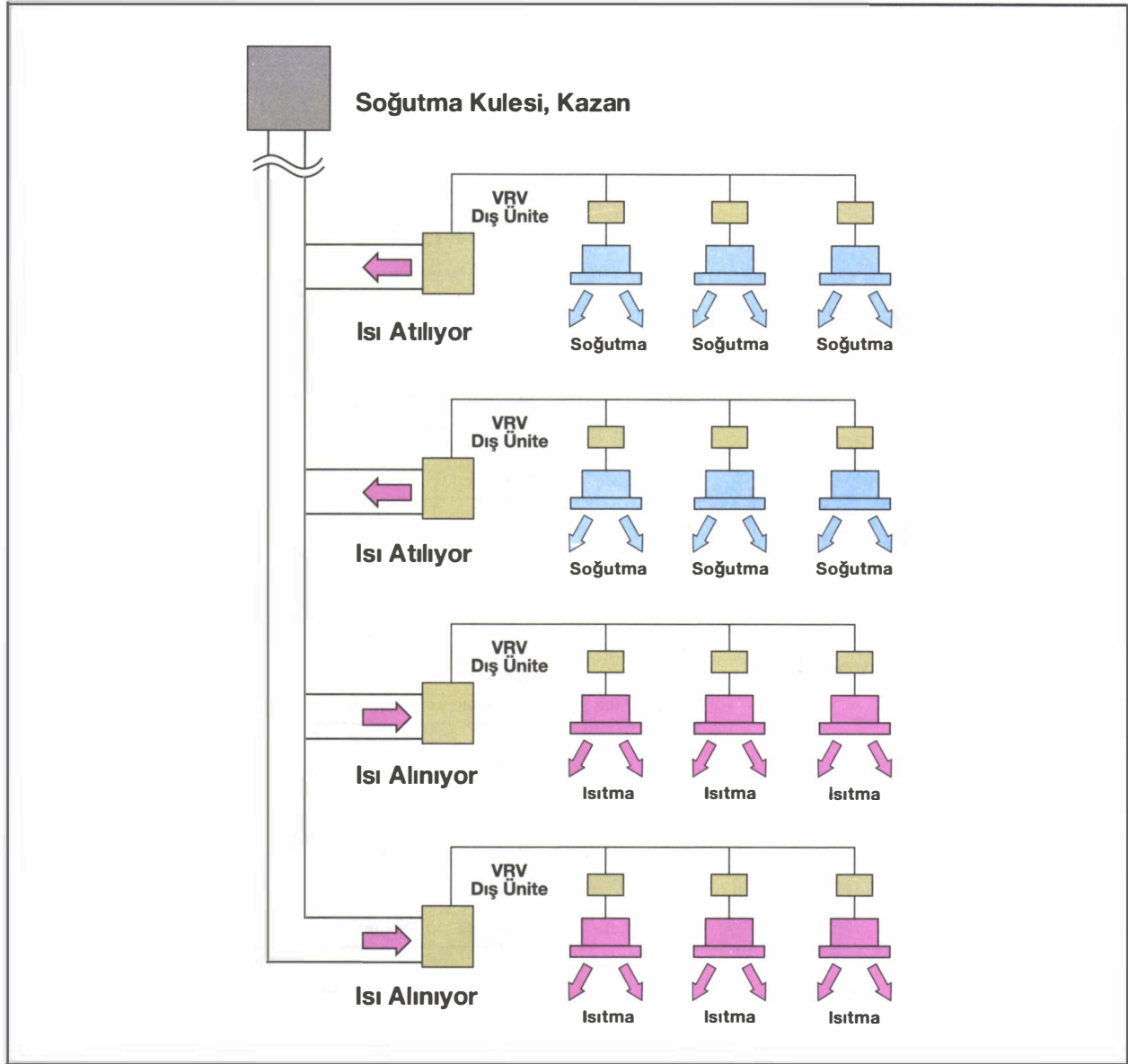


Şekil 6.87. SU SOĞUTMALI VRV

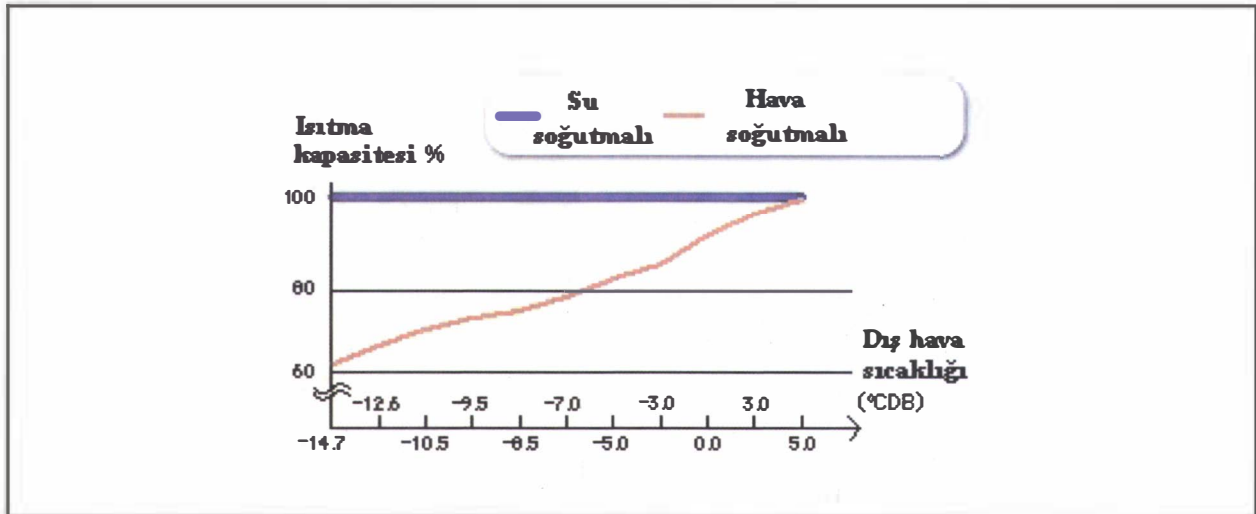
Isı Transferi



Şekil 6.88. ISI GERİ KAZANIMLI SU SOĞUTMALI VRV İLE ISI GERİ KAZANIM



Şekil 6.89. HEAT PUMP SU SOĞUTMALI VRV İLE ISI GERİ KAZANIM



Şekil 6.90. SU SOĞUTMALI VE HAVA SOĞUTMALI SİSTEM DİŞ HAVA SICAKLIĞINA BAĞLI KAPASİTE TABLOSU

6.2.6.5.13. Uygulama Örneği: Koza Plaza (Şekil 6.91)

Şekil 6.92’de Koza Plaza’ya ait ofis katlarının mekanik tesisat projeleri yer almaktadır. Sistem kat bazında çözülmüş ve su soğutmalı (water cooled) VRV sistem kullanılmıştır. Ofislerde gizli tavan tipi iç üniteler kullanılmaktadır (Şekil 6.93). Gizli tavan tipi cihazlar asma tavanda içinde yerleştirilmiş, klimatize edilen hava ortama anemostadlarla verilmektedir (Şekil 6.94A ve B).

Su soğutmalı VRV sistemin dış üniteleri küçük oldukları ve sistem ısı yükünü hava yoluyla gerçekleştirmede için küçük bir alana yerleştirilebilir. Her kat için dört adet su soğutmalı heat pump VRV dış üniteleri şaftlara yerleştirilmiştir (Şekil 6.94). Sistemin su tarafında ısıtma için sıcak su kazanı, soğutma tarafında ise soğutma kulesi kullanılmıştır. Dış ünitelerin soğutması açık çevrimli soğutma kulesiyle yapılmaktadır (Şekil 6.95). Kule açık tip olduğundan kule suyuyla, dış üniteleri soğutan su arasına eşanjör konulmuştur (Şekil 6.93). Buradaki amaç dış üniteleri korumaktır. Sistemdeki ısıtma ve soğutma suyunun sirkülasyonu frekans kontrollü pompalar vasıtasıyla olmaktadır. Sistemin taze hava ve egzoz ihtiyacı gene kat bazında asma tavan içlerine konulmuş olan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları ile çözülmüştür.

6.2.7. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARI

Yaşam mahallerinde soğutma ve ısıtma sezonluk ihtiyaçlar iken, havalandırma ve taze hava ihtiyacı 12 aylık ihtiyaçtır. Yaşam mahallerinden yapılan egzoz ile birlikte atılan iç ortam havası taze havaya göre daha kirli olmasına karşın şartlandırılmış hava niteliğindedir. Yani soğutulmuş/ısıtılmış, filtre edilmiş iç hava direkt egzoz edilmesi durumunda dış ortama atılmaktadır. Bunun yanı sıra taze hava ihtiyacı direkt olarak karşılanmak istenirse dışarıdan alınan taze havanın önce filtre edilmesi sonra şartlandırılması (ısıtma-soğutma) gerekecektir. Dolayısıyla taze havanın ya iç ünitelere direkt olarak alınması (Örneğin gizli tavan tipleri ile) ya da ısı geri kazanım cihazları ile hem dışarı atılan egzoz havasının üzerindeki soğutma ve ısıtma etkisinin taze havaya transferi hem de alınan taze havanın filtre edilerek iç ortama aktarılması sağlanır. Bazı özel tip ısı geri kazanım cihazları ile alınan taze havanın DX bataryadan geçirilerek şartlandırılması hatta nemlendirilmesi mümkündür. Dolayısıyla ısı geri kazanım cihazları kullanılarak mekanların ihtiyaç duyduğu havalandırma ihtiyacı sağlanırken büyük oranda enerji tasarrufu ve atık enerjinin geri kazanımı mümkün olabilmektedir. Enerjinin geri kazanımı çok önemlidir.

Çünkü; Dünya’daki doğal enerji rezervleri azalırken, petrol ve diğer enerji fiyatları da artmaktadır.

1998 sonlarında petrol 9 USD/varil iken, 2006 yılında petrol fiyatı 78 USD/varil fiyatı gördü. Isı geri kazanımının ekonomikliğini sadece bugünkü enerji fiyatlarını kullanarak hesaplamak yerine, gelecekte artacağını da dikkate almalıyız. Bu nedenle ısı geri kazanım cihazlarının önemi giderek artacaktır.

Özellikle VRV sistemlerde taze hava alınamayan iç ünitelerin seçilmesi durumunda ısı geri kazanım cihazı (Şekil 6.98) havalandırma için zorunludur. İhtiyaca bağlı olarak 150 - 2.000m³/h kapasite aralığında kullanılabilecek modeller mevcuttur. Daha büyük ihtiyaçlar doğduğunda birden çok ısı geri kazanımlı havalandırma cihazı kullanılabilir. Yüksek verimli ısı geri kazanım hücresi sayesinde %75’e varan seviyede ısı transferi verimine ve %65’e varan seviyede nem transfer verimine ulaşılmıştır. Isı geri kazanım cihazları tavan arasına yerleştirilen ünitelerden ibaret olduğu için uygulamalarda yükseklikler oldukça önemlidir. Dolayısıyla sistem seçiminde ünite yükseklikleri asma tavan içine sığacak şekilde uygulanabilecek cihazlar tercih edilmelidir.

Her kanal uygulamasında olduğu gibi ısı geri kazanımlı cihaz uygulamalarında da uygulanacak kanallar mümkün olduğunca kısa ve minimum statik dirence neden olacak şekilde tasarlanmalıdır. Sessizlik ve esnek uygulama için esnek kanallar tercih edilebilir.

Ayrıca VRV cihaz üreticilerinin bizzat kendilerinin ürettiği, iç ünitelerle birlikte sistemin bir parçası olarak çalışabilen, ortak kumanda sisteminden kontrol edilebilen, ısı geri kazanım cihazları mevcuttur. Sistem çözümlerinde sistemin geneli ile aynı anda çalışabilecek bu tip ısı geri kazanım cihazları, konfor ve havalandırma açısından büyük avantajlar sağlar.

Isı geri kazanım cihazı seçimi yapılırken sistemin çalışacağı şehir, dış ve iç hava sıcaklık farklılıkları, kazanılacak ısı enerjisinin yıllık getirisi ve ısı geri kazanım cihazlarının fanlarının yıl içinde harcadığı toplam enerji miktarına karşılık ısı geri kazanım cihazının kazandıracığı enerjinin çok iyi hesaplanması ve buna göre sistem seçimi yapılması verimlilik açısından önemlidir.

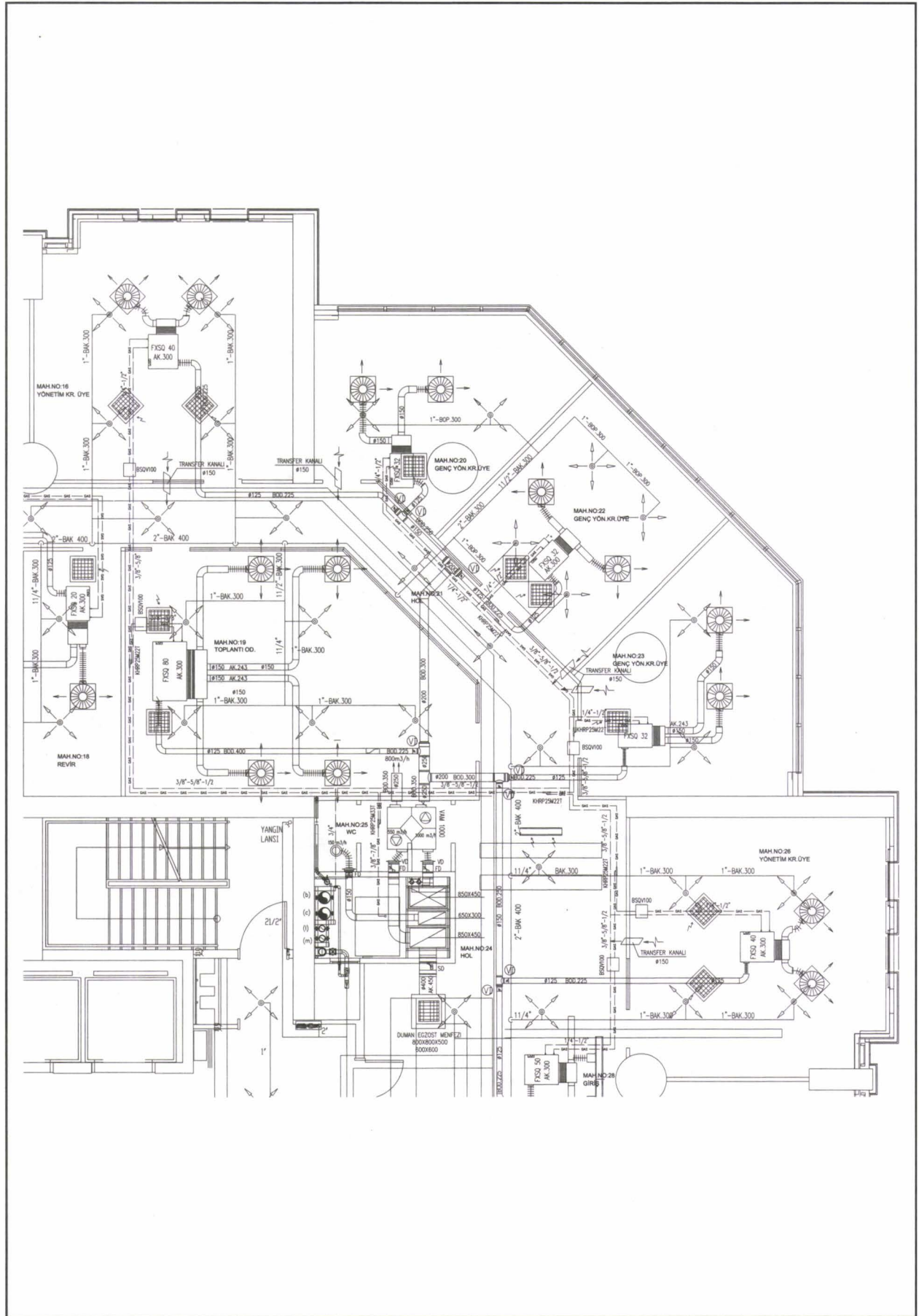
3 tipte HRV cihazı mevcuttur:

- Isı Geri Kazanım Hücreli Tipler: Isı geri kazanım hücresi, üfleme ve egzoz fanlarından oluşur. Dışarıya atılan egzoz havası ile içeri alınan taze hava arasında ısı transferi yaparak enerji tasarrufu sağlar.
- Isı Geri Kazanım Hücreli ve DX Bataryalı Tipler: Isı geri kazanım hücresi, üfleme ve egzoz fanları ve DX bataryadan oluşur. VRV sisteme bağlanarak ortam şartlarında içeriye taze hava verilmesi için uygundur.
- Isı Geri Kazanım Hücreli, DX Bataryalı ve Nemlendirici Tipler: Isı geri kazanım hücresi, üfleme ve egzoz fanları, DX bataryadan ve nemlendirme hücresinden oluşur. DX bataryalı tipe ek olarak ayrıca nemlendirici hücresine sahiptir.

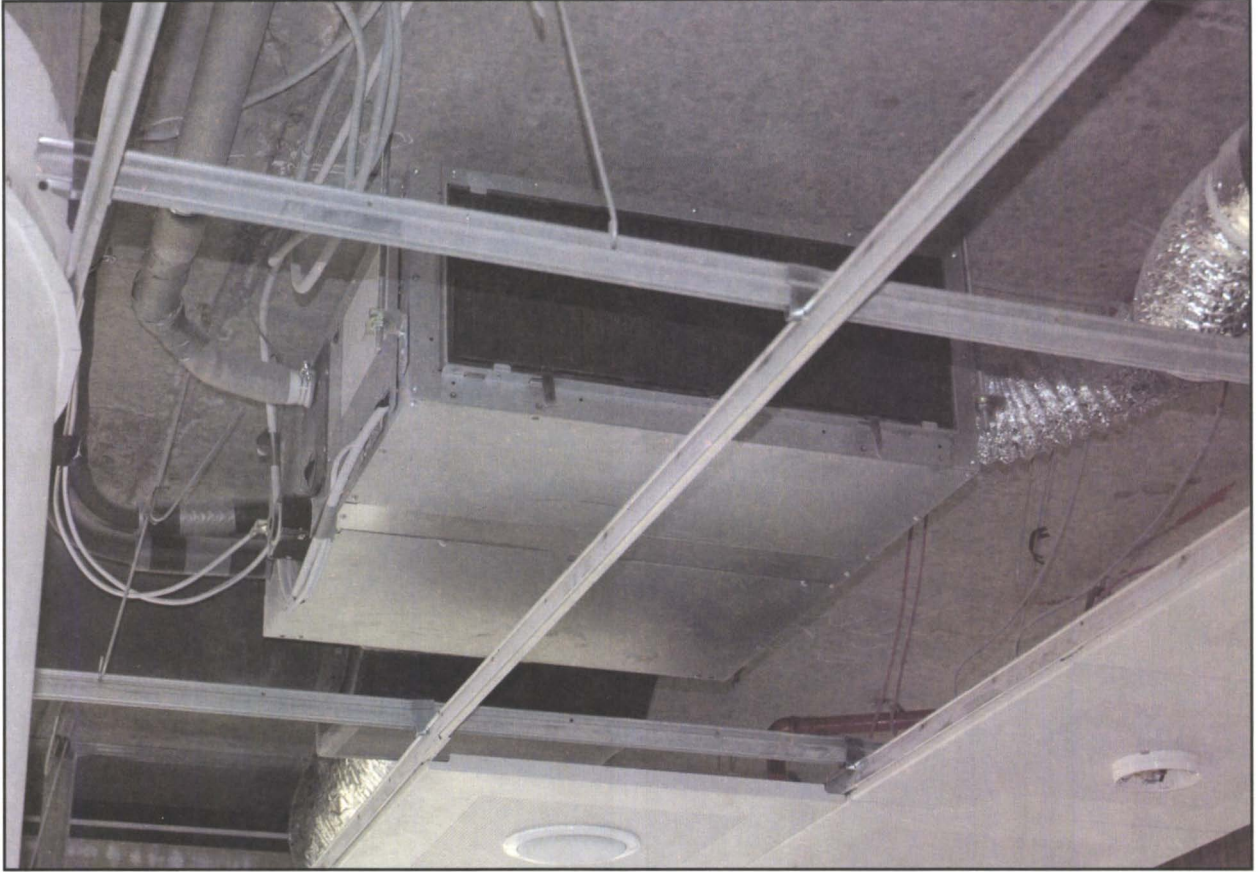


Şekil 6.91. Koza Plaza SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM UYGULAMASI

215



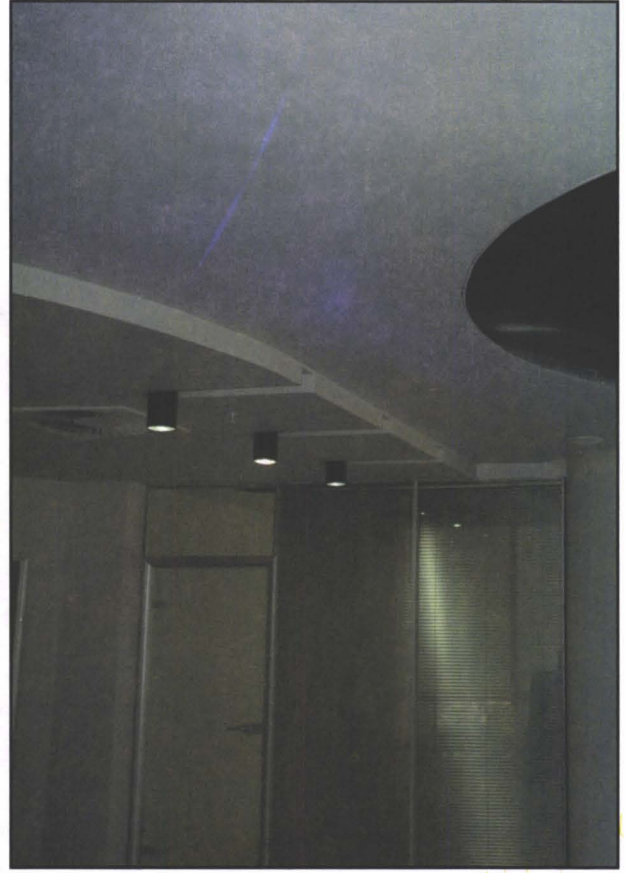
Şekil 6.92B. Koza Plaza KAT PLANI DETAY



Şekil 6.93A. Koza Plaza OFİSLER - 1



Şekil 6.93B. Koza Plaza OFİSLER - 2



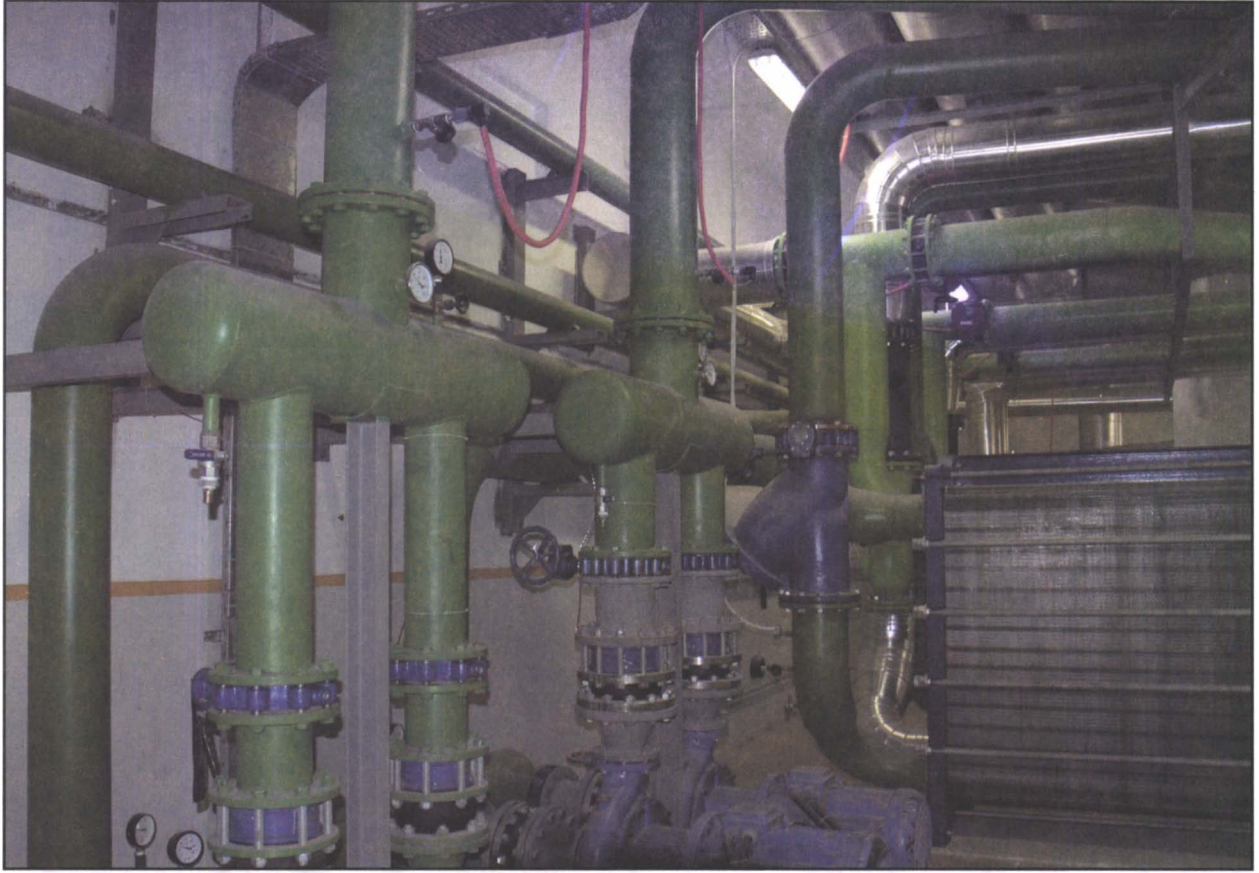
Şekil 6.94. Koza Plaza VRV GİZLİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTELERİN ASMA TAVAN İÇİNDEKİ YERLEŞİMİ



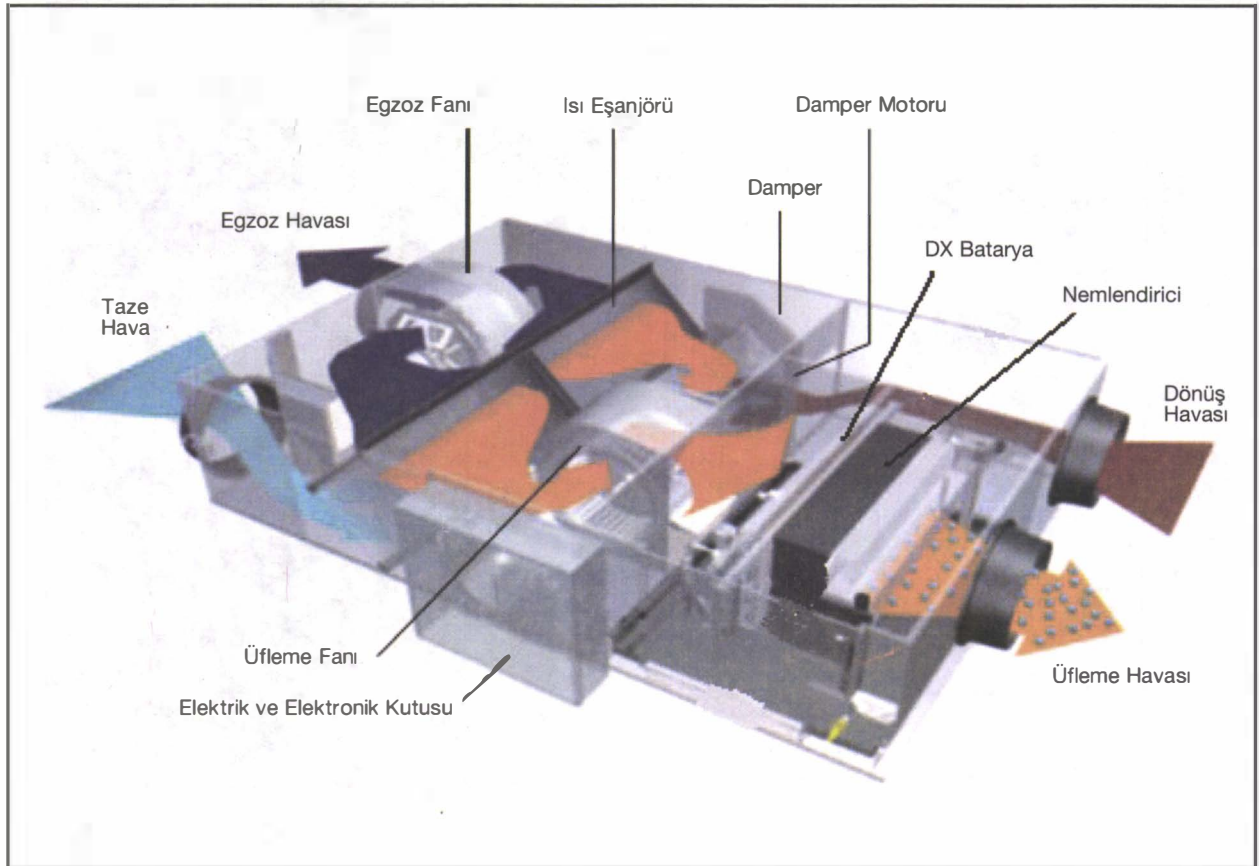
Şekil 6.95. Koza Plaza SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM-DIŞ ÜNİTELER



Šekil 6.96. Koza Plaza SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM - SOĞUTMA KULESİ



Şekil 6.97. Koza Plaza SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM - EŞANJÖRLER



Şekil 6.98. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZI (HRV)

6.3. KONUT OLARAK KULLANILAN YÜKSEK YAPILARDA KLİMA SİSTEMLERİ

6.3.1. GENEL

Bilinen tüm sistemler ile her bina ısıtılıp, soğutulabilir. Ancak önemli olan hangi sistemin binanın işletme senaryosuna en uygun olabileceğinin belirlenmesidir. Seçilen sistem ortalama 20 yıldan fazla süre kullanılabacağına göre, işletme maliyeti (ekonomik olup olmadığı), sessiz ve sorunsuz çalışması, havalandırma yeteneği, vb sistem seçim kriterlerindeki beklentilere ne kadar karşılayabileceği irdelenmelidir.

Mimari açıdan bina cephesinin sistem seçiminden ne kadar etkileneceği çok önemlidir. Mimari sistemleri ve sistemlerin performanslarını bilmeli ve mimari tasarımı bu faktörleri mutlaka dikkate almalıdır. Ancak tesisat mühendisleri de mimarların hayal güçlerine ve tasarımına sınırlamalar getirebilecek baskılar oluşturmamalıdır. Mimari projeye, mal sahibinin isteklerini de dikkate alarak en uygun olacak klima sistemini tasarlayıp, projelendirmeliyiz.

6.3.1.1. Bina Cephesinde Yer İhtiyacı ve Sistemin Bina Cephesine Olan Etkisi

Yüksek yapıli konutlarda binanın dış cephesi seçilen sistem ile değişmekle birlikte klima uygulamalarından çok etkilendir. Örneğin soğutma ve/veya ısıtma için hava soğutmalı kondenserler tercih ediliyorsa, bina cephesinde bu dış ünitelerin görünür halde kalması istenmez. Bu nedenle bina içlerinde dış üniteler için yer ayrılması gerekir. Kondenserler bina içine yerleştiriliyorsa kondenser havasının dış ortama atılması ve kondenserin soğuması için dış ortam havasının dış ünitelerin bulunduğu yere alınması gerekir. Bunun için bina cephesinde belirgin şekilde panjurlara ihtiyaç duyulur. Eğer sistem hava soğutmalı değilse, buna ihtiyaç yoktur.

Ayrıca yaşam mahallerinin şartlandırılmasında havalandırma çok önemlidir (Taze hava + egzoz). Bunun için bina cephesinde taze hava ve egzoz menfezleri için yer ayrılması gereklidir. Şaftlardan taze hava ve egzoz kanalları çekilerek havalandırma ihtiyacından kaynaklı yer işgali engellenebilir. Bu tip yapılarda çatı, teras, bahçe veya bina alt katları ünite yerleşimleri için oldukça uygundur (Bkz. karşılaştırma tablosu (A9) nolu kriter).

6.3.1.2. Çevre Zon ve Çekirdek Zon Faktörü

Yüksek bloklar yer sıkıntısından ötürü bina yüksekliğinin zeminde kapladığı yere oranı oldukça büyük tasarlanmış binalardır. O yüzden bu yapılarda radyasyonla ısı kazancı gün içinde farklı cephelerde büyük farklılıklar gösterir. Aynı şekilde bu dizayn sebebiyle bina çevresinde dışa bakan çok büyük yüzeyler (çevre zon) varken ortada dışarı ile

hiç ilişkisi olmayan çekirdek hacimler yer alır. Çevre zonda güneşin, dış hava sıcaklığının, rüzgarın etkisiyle sürekli değişen bir ısı yükü varken, çekirdek zonda ise yükler değişik saatlerde farklılık göstermez ve sabittir. Genelde çekirdek zonda elektrikli cihazlar, aydınlatma, insan faktörü sebebiyle yaz-kış sabit bir soğutma ihtiyacı vardır. Ancak konutlarda bu bölgeler daha çok daire içinde wc-banyo vb, dairelerin dışında ise asansör önündeki boşluk, dairelere ulaşım koridoru, vb hacimlerden oluşur.

Bu yüzden konutlarda sistem tasarlanırken; genellikle farklı yönlerdeki çevre zonları daha fazla önem kazanır.

6.3.1.3. Rüzgar Hızı ve Bina Cephesindeki Basınç Etkisi

Bu yapılarda rüzgar hızı da önemli bir faktördür. Üst katlara çıkıldıkça rüzgar hızı artar. Rüzgar hızına bağlı olarak binanın rüzgar yönündeki cephesinde pozitif basınç meydana gelirken, ters yönde negatif basınç oluşur. Bina cephesindeki açıklıklardan rüzgar hızına bağlı olarak sızan hava miktarı çok fazladır.

Özellikle üst katlarda sıcak havanın aşağıdan yukarı yönelmesi ve özellikle üst katlardan dışarıya doğru bina cephesindeki açıklıklardan dışarıya doğru yoğun enfiltrasyon nedeniyle alt katlar negatif basınçta kalabilmektedir.

Ayrıca soğuk havanın daha yoğun olması sebebiyle aşağıya doğru çökeceği, sıcak havanın ise yukarı doğru çıkma eğilimi göstereceği düşünülürse hava sıcaklığından kaynaklı basınç etkisinin binanın alt katlarında daha yoğun olacağı tasarımda göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle yüksek yapılarda lobi ve ana bina girişlerinin ayrıca şartlandırılmış yoğun taze hava ile pozitif basınçta tutulması gerekir. Öte yandan hem yangın güvenliği açısından hem de rüzgarın bina cephesindeki etkilerinden dolayı oluşabilecek by pass riskinin engellenmesi açısından egzoz atışları ve taze hava alışı menfezleri binanın farklı cephelerinde olmalıdır.

6.3.1.4. Baca Etkisi

Baca etkisi; havanın sıcaklığı ve yoğunluk farkı nedeniyle sıcak ile soğuk havanın yer değiştirme eğilimine verilen addır. Özellikle yüksek yapılarda merdiven boşlukları gibi bölgelerde (katlar arasında ilişkili olan boşluklarda) bu etki oldukça sık görülür. Bu etki nedeniyle sıcak hava merdiven boşluğundan üst katlara çıkarken, soğuk hava alt katların olduğu bölgeye çöker. Soğuk dış hava ile sıcak iç hava; merdivenlerde ve şaftlarda yukarı doğru hareket oluşturur.

Bu nedenle baca etkisinin önüne geçebilmek, homojen sıcaklık dağılımı sağlamak, yangın güvenliği için merdiven basınçlandırması ve basınç dengesinin sağlanması gereklidir.

6.3.1.5. Enerji Ekonomisi

Tüm bu faktörler gözönüne alındığında tesisat mühendisi soğutma ihtiyacının en aza indirilmesi için şunlara dikkat etmelidir;

- Bina içinde ısı yayan cihazların seçiminde enerji tüketimleri ve ısı yayma kapasiteleri olabildiği kadar en düşük olanların tercih edilmesi,
- Binanın yönünün seçimi,
- Güneş kesiciler ve yansıtıcı cam yüzeylerin kullanılması,
- Enerjinin taşıma mesafesinin kısaltılması,
- Enerjiyi taşıma sırasındaki kayıpların (hava kanalı ve borulardaki basınç kayıpları dahil) en aza indirilmesi,
- Soğuk enerjiyi üretmek ve taşımak için kullanılan pompa, fan, vb cihazlar olabildiği kadar yüksek verimli seçilmelidir.

Diğer taraftan ısıtma ihtiyacının en aza indirilmesi için şunlara dikkat edilmelidir:

- Isı yalıtımlarının ideal yapılması,
- Isıtma sezonu daha uzun olan yörelerde yön tayininin ısıtmaya göre yapılması,
- Sıcak enerjinin üretilmesinde ve taşınmasında yüksek verimli cihazların kullanılması,
- Gaz yakıt kullanılacaksa mutlaka; yoğunmalı kazanlar ve oransal brülörler (frekans kontrollü) kullanılması birkaç örnek olabilir.

6.3.2. ISITMA SİSTEMİ

Statik ısıtma diğer sistem alternatiflerine göre daha konforlu bir sistemdir. Şartlandırılan ortamda filtre temizliği, bakım gibi servis ihtiyacı olmaz, ortam sessizdir. Ortamda hava hareketi olmaz. Hissedilen oda sıcaklığı yüksek olur. Eğer ısıtma, hava ile yapılırsa; ortamda hava hareketi oluşur, ses ve gürültü riski vardır. Daha yüksek iç ortam sıcaklığı gerekir. Daha fazla enerji harcanır. Sıcaklık katmanları oluşur. Nemlendirme ihtiyacı artar. Aydınlatma armatürlerinin ısıtma etkisinden faydalanılamaz.

Isıtma sistemi merkezi veya bireysel yapılabilir. Bireysel veya merkezi sistemlerin her ikisinde de yoğunmalı tip kazan ve kombiler kullanılmalıdır. Sistem maliyeti değerlendirilirken, kuruluş maliyeti ile birlikte işletme maliyeti açısından, hatta ömür boyu maliyet açısından değerlendirilmelidir. Bu nedenle bireysel sistem seçiminde yoğunmalı kombi, merkezi sistemlerde ise yoğunmalı kaskad sistem kullanılmalıdır. Merkezi sistem uygulamalarında ihtiyaç duyulan kazan sayısı iki adet ise, bunlardan birisi yoğunmalı olmalı, üç adet ise en az ikisi yoğunmalı olmalıdır.

Enerji verimliliği açısından seçilen tüm kazanların yoğunmalı olması önerilir.

- a. Bireysel sistemde her daire için hermetik bacalı kombi uygulaması tartışılmalıdır. Kombi hermetik bacalarının duvardan dışarıya çıkartılıp, her katta baca egzozunun dışarıya verilmesi;
 - Bina cephesinde çirkin görünüm oluşturmaktadır.
 - Baca gazları ve oluşan dış hava hareketi ile dış cephe boyası kirlenir ve renk değiştirir.
 - Üst katta oturanların pencerelerinden içeriye gaz sızıntısı oluşur ve iç hava kalitesi bozulur. Sonuç olarak kombi bacasının duvarı delip dışarıya bağlanması çirkin ve sağlıksız bir görünüm oluşturur.

Kombi bacalarının düşey veya düşey hermetik bacalar ile bağlanması daha uygundur. Yüksek yapılarda özellikle bireysel ısıtma sistemlerinin tercih edildiği uygulamalarda bina cephesi hermetik bacaların her kat arasından dışarıya çıkma zorunluluğu nedeniyle çok fazla etkilenir (Şekil 6.99).

- b. Kombi bacaları düşey veya düşey hermetik bacalar ile bağlandığında ise yükseklik sınırlamaları söz konusudur. Yüksek yapılarda her daireye doğalgazlı kombi uygulamasının ne kadar güvenli olduğu da tartışma konusudur. Deprem riski yüksek olan Türkiye’de, deprem anında gaz bağlantılarının yüksek yapılarda ne kadar esneklik gösterebileceği ve emniyet açısından oluşacak risk faktörü de göz önüne alınmalıdır.

- c. Yüksek yapılarda kombi uygulamasının kaç kata kadar (veya yüksekliğe) yapılabileceğini açıklayan bilinen bir standart da yoktur.

Önerimiz ;

- Bacalar her binada düşey (veya düşey hermetik) yapılmalı ve baca gazları çatıdan dışarıya atılmalıdır.
- Kombi sistemi (düşey baca yapılması kaydı ile) beş kata kadar olan yapılarda uygulanabilir, on kattan daha yüksek binalarda ise bize göre uygulanmamalıdır (Konu tartışmaya açıktır).
- Kombi ile ısıtılan binalarda, döşemelerde ve komşu duvarlarda ısı yalıtımı mutlaka yapılmalıdır (Isı kayıplarını azaltmak için). Döşemelerdeki ısı yalıtımları ayrıca ses, gürültü geçmesini de önleyecektir.
- d. Merkezi sistem ile ısıtma yapılan binalarda her dairenin ısı tüketimleri kalori sayaçları kullanılarak hesaplanabilir. Ancak radyatörlerini kapatıp tatile gidenler de bir minimum kullanım bedeli ödemelidirler.

Minimum kullanım bedeli:

- Merkezi sistemden dairelere kadar olan taşıma maliyeti (kazanların ısıtım ve durma kayıpları, borulardaki ısı kayıpları, pompalama enerjisi, vb)



- 1- Binanın cephesinde görüntü kirliliği oluşur.
- 2- Çıkan egzoz gazları üst katlara girerek iç hava kalitesi bozulur (insanları az veya çok zehirler).
- 3- Bina cephesinde boya bozulur, rengi değişir.

Sonuçta cephe görüntüsü daha çirkin olur.

SONUÇ: Hermetik baca uygulaması düşey bağlantı şeklinde yapılmalıdır.

Yani kombi bacaları çatıdan çıkmalıdır.

Şekil 6.99. KOMBİ BACALARI CEPHE GÖRÜNTÜSÜ

- Diğer dairelerden geçen ısı kazançları
- Diğer işletme maliyetlerini (personel vb) kapsamalıdır.

Minimum kullanma bedeli; birim enerji bedeline ilave edilerek tahsil edilmeli böylece normal kullananlar için ilave bir bedel istenmemelidir.

- Bu nedenle bu tip yapılarda bireysel çözümlerin yanı sıra merkezi ısıtma sistemleri de oldukça güçlü alternatiflerdir. Bireysel sistem tercih edilse dahi bacaların bina cephesinden çıkmadan çatıya kadar ayrıca çekilmesi çok daha uygundur. Her konut bölümündeki ısıtma cihazı hermetik olarak bağlanabilir ve tek bir merkezi hermetik baca sistemi ile çatıya kadar çıkarılabilir (*Şekil 6.100A ve 100B*).
- Merkezi uygulamalarda yoğunlaşmış kaskad sistemler dışında yer tipi üflemlili brülörlü kazanların tercih edilmesi durumunda kazanların üzerine monte edilecek olan brülörlerin baca çekişine, ısıtma ihtiyacına ve istenilen kazan suyu sıcaklıklarına göre modülasyon (kapasite kontrolü) yapabilme özelliğine sahip, frekans konvertörlü özelliğe sahip olması ömür boyu maliyet açısından büyük önem taşır. Üflemlili brülörlerin kapasite kontrollü ve modülasyonlu olmaması durumunda özellikle büyük kapasiteli uygulamalarda yüksek ses seviyelerine neden olabileceği tasarımda göz önünde tutulmalı, frekans konvertörlü ve modülasyonlu brülörlerin standart brülörlere göre çok daha sessiz olacağı bilinmelidir.
- Binanın planlamasına, kullanım amacına, mimarın tasarımına ve mal sahibinin isteğine bağlı olarak merkezi kazan daireleri, binaların çatılarına çatı kazan dairesi olarak uygulanabilmektedir. Çatı kazan dairesi uygulaması ile enerjinin daha rahat ve daha az kayıpla taşınması, daha kısa kazan bacaları ve baca için ihtiyaç duyulacak hacimler için avantajlı olmakla birlikte, birçok binada üst katların daha değerli olması, binanın statik hesaplamalarında binanın projelendirilmesi aşamasında hesaplara dahil edilmesi gerekliliği açısından bazı handikaplar oluşturur.
- Isıtma sistemlerinde merkezi ısıtma sistemi tercih edildiğinde, bireysel sistemden farklı olarak kullanma sıcak suyu için ayrıca merkezi ya da bireysel çözüm geliştirme gereksinimi ortaya çıkar. Eğer merkezi ısıtma sistemi ile birlikte kullanma sıcak suyu sistemi de merkezi olarak çözülürse;
 - Tüm gün boyunca sıcak su ihtiyacı olmasa dahi tesisatta sürekli olarak sıcak su dolaştırılacaktır. Bu esnada tesisatta dolaşan suyun üzerinden önemli miktarda ısı kayıpları gerçekleşecektir.
 - Merkezi kullanma sıcak suyunun ne kadar kullanıldığının hem miktar hem de ısı enerjisi harcama yönünden hassas şekilde ölçülerek dağıtılması oldukça zordur.

- Sıcak su kullanım alışkanlığının her insan ve aile için farklılıklar oluşturduğu, sıcak su kullanım miktarının, konutlarda yaşayan insan sayısına ve konutun kullanım zamanlarına göre değiştiğini göz önünde bulundurmak gerekir. Söz konusu muhtemel sorunlar nedeniyle ısıtma merkezi sistem ile yapılsa dahi, kullanma sıcak suyu temininde bireysel kullanım için elektrikli termosifon, elektrikli şofben veya kombi tercih edilmelidir (Şebeke kayıpları nedeniyle birim maliyetler yüksektir.).

6.3.3. KLİMA (VE HAVALANDIRMA) SİSTEMİ

6.3.3.1. Konutlarda Soğutma Kapasitesinin Değişkenliği ve Enerjinin Paylaşımı

Yüksek katlı konutlar genel anlamda klima kullanıldığı için lüks konutlar olarak adlandırılır. Bu tür konut sahiplerinin bina ile ilgili tüm beklentileri yüksektir. Bu tür konutlar kendi kendine yeten ve mükemmel konfor şartlarını sağlayan türde yapılar olmalıdır. Bu nedenle sistem seçiminde başlangıçta tasarlanan sistemin olabildiğince uzun ömürlü, beklentileri karşılayabilecek bakım ve yenileme gerektirmeyen sistemler olmasına özen gösterilmelidir. Tüm bunların yanı sıra: bu konutların kullanımı yazın %1 ile %100 arasında değişmektedir. Başka bir deyişle konutların kullanımı çok değişkendir. Bu yüzden binalarda enerjinin paylaşımı çok önemlidir. Bu değişkenlik seçilecek klima tesisatının tipini de büyük ölçüde etkiler. Örnek vermek gerekirse soğutulmuş su devrelerinde kalori sayaçları ile enerji paylaşımının ölçülmesi pratikte zordur. Çünkü su sıcaklık farkları çok düşüktür. Konut uygulamalarında klima sistemlerinden yararlanma sürelerinin daireler bazında çok değişken olması ve enerji maliyetlerinin paylaşımındaki zorluklar nedeniyle, merkezi sistem yerine bireysel sistem seçimi genellikle daha avantajlıdır. Bu tip konutlarda soğutma kapasitesinin çok değişken olmasının sebepleri;

- Yaz sezonu başlangıcı ile tatil sezonu da başlar. Ailelerin yaklaşık %40'ı yazlık evlerine gider.
- Diğer taraftan ailelerin yaklaşık %25'i ise ortalama 1 ay boyunca evlerinin dışında başka şehirlerde tatil yaparlar.
- Hiçbir şekilde tatil yapmayanlar ise en azından soğutma yükünün çok fazla olduğu gündüz saatlerinde iş yerinde ya da akşam saatlerinde, eş dost gezisi, alışveriş, lokanta, sinema vs gibi nedenlerle konutlarda bulunmazlar.
- Konutlarda; ısıtmanın aksine her odada sürekli soğutma istenmez. Çünkü dış ve iç ortam sıcaklık farkları ısıtmada olduğu gibi fazla değildir.
- Ayrıca günün her saatinde her odada soğutma istenmez (Ör: Gündüz saatlerinde yatak odası ya da gece saatlerinde salon, çalışma odaları).



Şekil 6.100A. MERKEZİ YOĞUŞMALI KASKAD SİSTEM UYGULAMASI (HERMETİK BACA BAĞLANTISI) - ÇATI ISI MERKEZİ

- İnsanlar gece yatak odalarında uyurken genellikle soğutma için klimalarını çalıştırmak istemezler. Yani yatak odaları kullanılsa dahi çoğu zaman kullanım esnasında soğutmaya ihtiyaç duyulmaz.
- Isıtılmayan bir evin ısınma süresi: Hafta sonu evlerinde yaklaşık 24 saat, sabah kapatılıp akşam ısıtılan kombili evlerde birkaç saattir. Soğutmada ise klima çalıştıktan sonraki en fazla yarım saat içinde konfor şartları oluşmaya başlar. İçerideki nem alınmış, sıcaklık konfor değerlerine yaklaşmış olur.

6.3.3.2. Havalandırma İhtiyacı

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler. Araştırmalar rahatlık ve konfor bozukluğundan başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Özellikle yüksek yapılarda binanın basınç dengesinin de bozulmaması için pencere doğramalarının sızdırmazlığı ve kontrolsüz açılmasının engellenmesi önem verilen hususlardan birisidir. Ayrıca rüzgar etkisi nedeniyle, yüksek yapılarda pencerelerin açılması istenmez. Bu nedenle doğal havalandırma genellikle gerçekleşemediğinden mekanik havalandırma sistemleri ile havalandırma yapılması gerekmektedir. Binaların iyi izole edilmiş binalar olması nedeniyle yaşam

mahallerinde taze hava ihtiyacı oldukça önemli hale gelmiştir. Bina içerisindeki eşyalar, boya - badana, halı, dolap ve kitaplardan çıkan gazlar da iç hava kalitesini bozmakta, havalandırma ihtiyacını arttırmaktadır. İnsanlardan solunum yoluyla çıkan karbondioksit, kapalı hacimlerde içilen sigara gibi unsurlar da havalandırma ihtiyacını arttırmaktadır. Havalandırma ve ısı konforunun iyi olmasının şartlarından biri de oda içindeki hava hareketinin sağlanmasıdır. Havalandırma sistemi 12 ay kullanıldığı ve temiz hava insanların en önemli gereksinimi olduğu için soğutmadan da önce gelen bir ihtiyaçtır. Yaşam mahalleri için olabildiğince fazla taze hava alınması iç hava kalitesi açısından önemli olmakla birlikte aşırı havalandırmanın da enerji maliyetlerini arttıracak unutulmamalıdır. Havalandırma sistem tasarımı yaparken yaşam mahallerinin (salon, oturma odası, vb) pozitif basınçta, tuvalet, banyo gibi hacimlerin ise negatif basınçta (egzoz) tutulması iç hava kalitesi için zorunludur. Yaşam mahallinin genelini pozitif basınçta tutulması ilkesi taze hava miktarının belirlenmesinde oldukça önemlidir (Ancak istenmeyen kokuların dairelerden birbirine geçme olasılığına karşı hava basıncının dengelenmesi gerekir. Yapılabilirse asansör önündeki hol ve buradan dairelere kadar olan geçiş koridorların artı basınçta tutulması genellikle daha uygundur.).



Şekil 6.100B. HERMETİK BACA SİSTEMİ ÇATI UYGULAMASI

6.3.3.3. Konutlarda Tavsiye Edilen Taze Hava Miktarları

6.3.3.3.1. Avrupa Standartları

Tablo 6.101A'da benzer iklim şartlarındaki ülkelerin standartlarla belirlenmiş, konutlarda sağlanması gereken minimum taze hava miktarları verilmiştir. Burada dikkat çeken konu, çoğu ülkede sadece banyo/WC ve mutfaklardan yapılan aspirasyon miktarlarının ya da yaşam mahallerindeki taze hava miktarlarının belirlendiğidir. Her ikisi için de, ev içinde hava dolaşımını sağlayacak şekilde belirlenmiş ayrı değer vardır. *Tablo 101A*'da verilmiş değerler, doğal havalandırma yapılmayan binalarda gerekli olan minimum taze hava miktarlarıdır. Birçok Avrupa ülkesi bir araya gelip,

“Konut havalandırma sistemlerinde dizayn ve boyutlandırma” (Design and Dimensioning of Residential Ventilation Systems) konusunda bir çalışma yapmıştır (*Tablo 6.101B*).

Almanya'da konutlarda ihtiyaç duyulan taze hava miktarları DIN 1946-6 ve DIN 18 017-3 “Doğal havalandırmaya sahip olmayan mutfak, banyo ve tuvaletlerde havalandırma direktifleri” ile belirlenmiştir. Farklı bina tipleri için, bu normlarda tavsiye edilen taze hava miktarları ve hava değişim oranları *Tablo 6.101C*'de verilmiştir. DIN 1946-6'da konutlarda hava değişim oranı (Evdeki tüm odaların hacmini göz önünde bulundurarak) $\geq 0,5/h$ olarak tavsiye edilmektedir. Yine aynı normda tavsiye edilen taze hava miktarı $\geq 30 \text{ m}^3/(h.P)$

Ülke	Standart	Antre	Mutfak	Banyo/WC	Oturma Odası	Yatak Odası
Danimarka	Building Regulations 95	≥ 0,5/h; 1,26 m³/(h.m²)	72 m³/h	54 m³/h; WC: 36 m³/h	1,26 m³/(h.m²)	
Finlandiya	Nat. Build. Code '87		72 - 180 m³/h	55 m³/h; WC: 36 m³/h	1,8 m³/(h.m²)	14,4 m³/(h.P)
Fransa	Arrete 27.3.1983		72 - 135 m³/h	15...30 m³/h		
İngiltere	BS 5925 : 1991	29 - 43 m³/(h.P)	36 m³/(h.m²)			
Hollanda	NEN 1087		75 m³/h	50 m³/h	3,6 m³/(h.m²)	
Norveç	NBC ch 47-87		60 m³/h			
Avusturya	Ö-Norm M 7636, 10.83	≥ 0,5/h	≥ 0,5 m³/(h.m²)	≥ 0,4 m³/(h.m²)		
İsveç	BFS 1988: 18 ch 4:1	≥ 1,26 m³/(h.m²)	36 m³/h	36 m³/h + 3,6 m³/(h.m²)	≥ 1,26 m³/(h.m²)	
İsviçre	SIA 382 u. 384		80 - 120 m³/h	30 - 60 m³/h		
Almanya	Tablo 6.101 C'de verilmiştir.					
Not: Eski Standartlar						

Tablo 6.101A. KONUTLARDA SAĞLANMASI GEREKEN MİNİMUM TAZE HAVA MİKTARLARI (AVRUPA ÜLKELERİNDE UYGULANAN STANDARTLAR)

Faktör	Sağlık riskini azaltmak için gerekli tavsiye edilen taze hava miktarı m^3/h	Havanın ağırlaşmasını	İnşaat etkilerini	Notlar
Ortamdaki Nem	-	-	20 - 40	Dış hava şartlarına bağlı olarak değişebilir.
Vücut Kokusu	-	15 - 30	-	
Sigara Dumanı	30 - 60	-	-	Ortamdaki kişilerin %40'ının saatte 1,5 sigara içtiği kabul edilmiştir.
Karbondiyoksit	-	15 - 30	-	0,1 Vol % CO_2
	-	12 - 15	-	0,15 Vol % CO_2
Organik Partiküller, Mikroorganizmalar, Yanıcı Malzemeler	Değer belirtilmemiştir.			Emisyon değerlerini azaltmak için havalandırma ek önlem olabilir.

Tablo 6.101B. KONUTLARDA TAVSİYE EDİLEN TAZE HAVA MİKTARLARI

Ev Grubu	Alan	Kişi Sayısı	Taze Hava Miktarı (m^3/h)		Saatlik Hava Değişim Oranları (1/h)	
			Doğal Havalandırma	Mekanik Havalandırma	Doğal Havalandırma	Mekanik Havalandırma
I	≤ 50	≤ 2	60	60	$\geq 0,45$	$\geq 0,45$
II	> 50	≤ 4	90	120	$\leq 0,70$	$\leq 0,90$
	≤ 80				$> 0,45$	$> 0,60$
III	> 80	≤ 6	120	180	$\leq 0,60$	$\leq 0,85$

Tablo 6.101C. DIN 1946-6'DA KONUTLARDA TAVSİYE EDİLEN TAZE HAVA MİKTARLARI

olarak verilmiştir. Ortamdaki nem oranına bağlı olarak bu miktarlar artırılıp azaltılabilir. Temelde taze hava miktarı evin alanı ve kişi sayısına bağlı olarak belirlenmektedir. Kişilerin sürekli olarak bulunmadığı mekanlarda sabit havalandırma yeterli olmaktadır. Daha fazla kişinin bulunduğu, yoğunluğun fazla olduğu mekanlarda ise taze hava miktarının artırılması tavsiye edilmektedir. Bu tip yerlerde hava değişim katsayısı 0,6/h ile 0,9/h arasında alınabilir. DIN 1946-6'da belirtilen farklı mahallerden yapılması gereken egzoz oranları ise *Tablo 6.101D*'de verilmiştir.

6.3.3.3.2. Amerikan (ASHRAE) Standartları (Konutlarda Tavsiye Edilen Taze Hava Miktarları)

Amerikan Standartlarında konutlarda tavsiye edilen taze hava miktarları *Tablo 6.101E*'de verilmiştir.

6.3.3.3.3 Sonuç

- Standartlar taban (minimum) değerleri belirler.
- Konutlarda iç havayı kirleten faktörlerin en aza indirilmesi, taze hava miktarından daha önemlidir (Halı, boya, badana, tutkal vb malzemelerden çıkan kimyasal gaz cinsleri ve miktarları).
- Taze hava miktarlarının belirlenmesinde:
 - Önce insan sayısı ve konutun toplam alanına bağlı taze hava ihtiyacı belirlenmelidir.
 - Sonra banyo ve mutfaktan yapılacak egzoz miktarları hesaplanmalıdır. Banyo ve mutfak egzozunun "sürekli veya ihtiyaç anında kullanım"dan hangisinin seçileceğine karar verilmelidir.
 - Hesaplanan taze hava miktarının, hesaplanan egzoz miktarından daha fazla olup olmadığı kontrol edilmelidir.
 - Taze hava miktarının belirlenmesinde konutların kalite standardı ve kullanıcıların beklentisi de dikkate alınmalıdır.
 - Örnek olarak: Bizim deneyimimiz, kullanıcı memnuniyetini sağlamak için yaklaşık 150 m² lüks konutlarda taze hava miktarının ≥ 300 m³/h olmasıdır.

6.3.3.4 Konutlarda Klima Sisteminden Beklentiler

a. Havalandırma sistemi yapılmalıdır.

Mahal	Egzoz Miktarı m ³ /h	
	Çalışma Süresi	
	$\geq$ Saat/gün	Sürekli
Mutfak , düşük yükte	40	60
Mutfak , yoğun yükte	200	200
Banyo	40	60
Tuvalet/WC	20	30

Tablo 6.101D. DIN 1946-6'DA BELİRTİLEN FARKLI MAHALLERDEN YAPILMASI GEREKEN EGZOZ HAVASI MİKTARLARI

Dairelere taze hava verilmelidir (ASHRAE minimum 0,35 değişim/h önermektedir. Ancak daha iyi konfor şartları için 1 değişim/saat daha alınabilir). En azından banyo ve mutfaklarda egzoz sistemi yapılmalıdır ve mutfak egzozu mutlaka müstakil olmalıdır (ayrı bir fanla).

- Bireysel sistemler aşağıdaki nedenlerle daha avantajlıdır:
 - Kullanım esnekliği,
 - Enerji maliyetlerinin paylaşım kolaylığı,
 - Merkezi sistemdeki kayıplardan ve işletme maliyetlerinden kurtulma,
 - Enerjiyi taşıma maliyetlerinin en az olması,
 - Merkezi sistemdeki arızanın tüm sistemi etkilememesi, vb
- Her dairenin dış ünitesi (mümkünse);
 - Aynı katta dış cephedeki bir balkona monte edilmelidir (Enerjiyi taşımanın maliyetini azaltmak için).
 - Katlardaki dış ünitenin olduğu hacme merdiven-asansör sahanlığından giriş olmalıdır (Dış ünitelere servis ve bakım yapan teknisyenin dairenin içerisine girmesine gerek kalmaz).
 - Dış ünitelerin olduğu alanın ön yüzeyi (bina cephesinde) bir panjur sistemi ile kapatılabilir (Mimari tasarıma uygun ise).
- Soğuk hava mümkünse tavan seviyesinden odaya üflenmelidir (soğutma konforu).
- Isıtma sistemi cam önlerindeki ısıtıcılarla aşağıdan yapılmalıdır. Radyatörlerde termostatik vanalar mutlaka kullanılmalıdır. (Kuru hava etkisi, ses vb konfor şartları) Statik ısıtma (radyatörler) hava ile ısınmaya göre daha konforludur. Özellikle yatak odalarında (çok kaliteli cihaz da kullanılsa) ses istenmez. Isıtma gece de ihtiyaç olduğu için (Isıtma sezonu ayrıca daha uzundur) statik ısıtma daha konforlu ve avantajlıdır.
- Daha geniş kapsamlı bilgi için kitap içindeki klima sistem karşılaştırılması tablolarından yararlanılabilir.

2001 ASHRAE Handbook	Alan	Kişi
Taze Hava Miktarı	0,36 m³/h (m²) + 25,0 m³/h (kişi)	
150 m², 4 kişilik bir ev için toplam minimum taze hava miktarı	154 m³/h	
2005 yılında taze hava miktarları Amerika'da azaldı!		
2005 ASHRAE Handbook	Alan	Kişi
Taze Hava Miktarı	0,18 m³/h (m²) + 12,6 m³/h (kişi)	
150 m², 4 kişilik bir ev için toplam minimum taze hava miktarı	77 m³/h	

Tablo 6.101E. AMERİKAN STANDARTLARINDA KONUTLARDA TAVSİYE EDİLEN TAZE HAVA MİKTARI

6.3.4. YÜKSEK YAPILARDA KLİMA ALTERNATİFLERİ

6.3.4.1. Mini Split + Statik Isıtma

6.3.4.2. Multi veya Super Multi Sistemler

6.3.4.3. Hava Kanallı Split Sistemler

6.3.4.4. Otel Odası Kliması

6.3.4.5. Fan Coil Sistemler

a. Dört borulu Fan Coil

b. İki borulu Fan Coil

c. İki borulu Fan Coil + Statik Isıtma

6.3.4.6. Kat Klima Santrali Sistemi

6.3.4.7. Hava Soğutmalı VRV

a. Isı Geri Kazanımlı Heat Pump VRV

b. Heat Pump VRV

c. Yalnız Soğuk VRV + Statik Isıtma

6.3.4.8. Su Soğutmalı VRV

a. Isı Geri Kazanımlı Heat Pump VRV

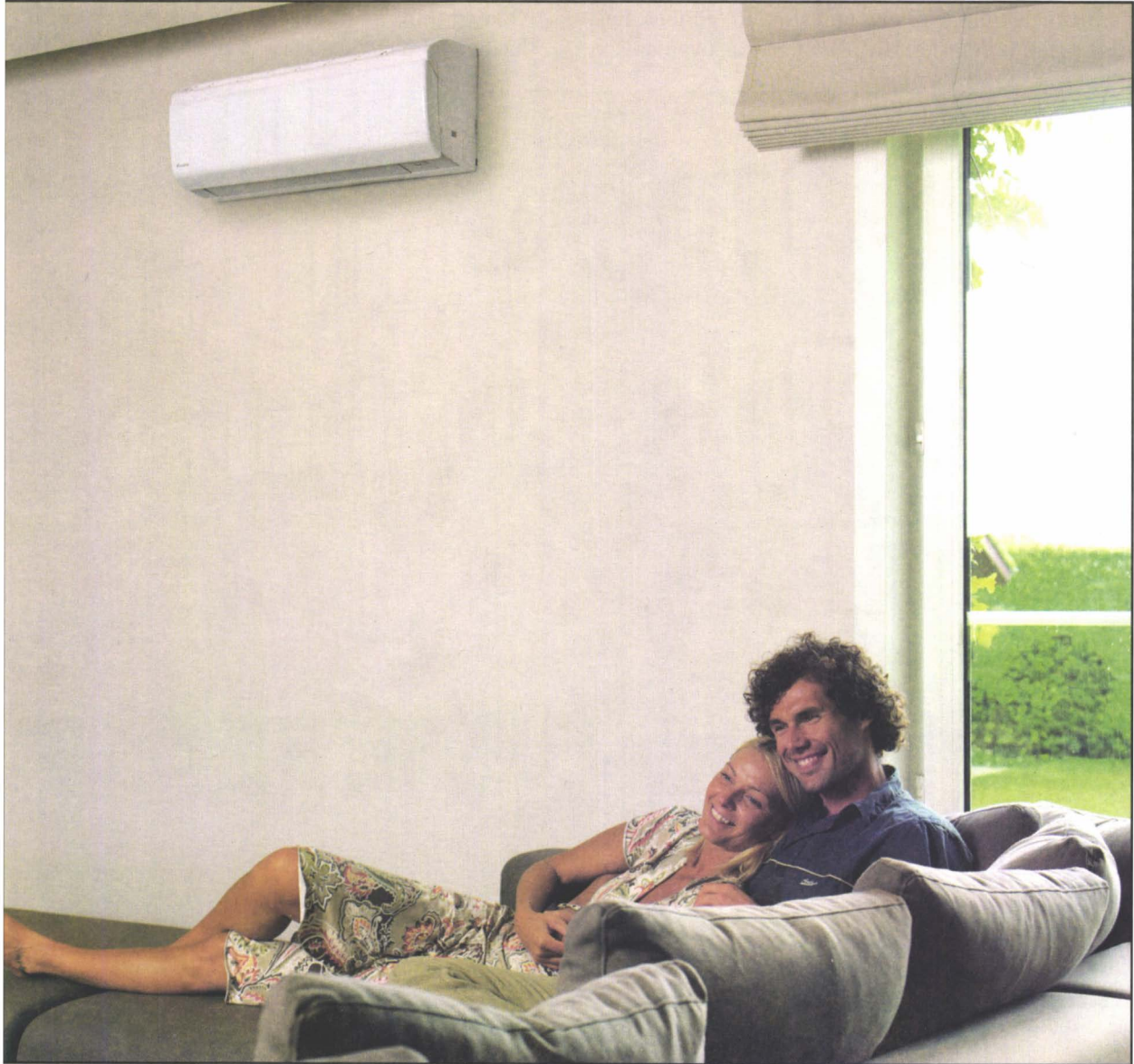
b. Heat Pump VRV

6.3.4.1. Mini Split + Statik Isıtma

(Şekil 6.102)

Bir iç ve bir dış üniteden oluşan klima sistemlerine “mini split klima” sistemleri denir.

Her bir iç ünite için ayrı bir dış ünite gereksinimi duyulduğu için bina dış cephelerinde çok sayıda dış ünite için uygun yerlerin proje aşamasında düşünülmesi gerekir. Bununla birlikte mini split cihazlarda genişleme vanaları dış üniteye olduğu için bakır borulama mesafeleri diğer klima sistemlerine göre daha sınırlıdır. Bu yüzden mimaride iç ve dış ünite yerleri seçilirken çeşitli kısıtlamalar söz konusu olur. Türkiye şartlarında hemen her bölgede kışın dış hava sıcaklığının 10°C'nin altına sıklıkla düştüğü düşünülürse, yalnız heat pump mini split cihazlar ile ısıtma çözümünün iyi bir fikir olmayacağı kolaylıkla görülecektir. Çünkü bilindiği gibi heat pump sistemler ısıtma esnasında soğutucu akışkan yardımıyla dış ortam havası üzerinden



Şekil 6.102. MİNİ SPLIT + STATİK ISITMA UYGULAMASI

ısı çekip, iç ortama aktarırlar. Cihaz performansı direkt olarak dış ortam sıcaklığına bağlı olduğundan ve dış ortam sıcaklığı düştükçe cihaz verimi de düşeceğinden (COP), soğutmanın mini split cihazlar ile ısıtmanın ise statik ısıtma sistemleriyle yapılması en doğru çözüm olacaktır.

Diğer taraftan soğutma mini split, ısıtma radyatör ile yapıldığında bireysel çözüm seçildiğinden enerji maliyetlerinin paylaşımlı problemi ortadan kalkar.

Sistem seçim kriterlerine göre mini split sistem kullanılarak;

- Isıtma radyatör ile, soğutma sadece soğutma yapan model ile,
- Isıtma radyatör ile, soğutma heat pump özellikli klima ile farklı çözümler üretilebilir. Heat pump split klima cihazları ile statik ısıtmaya ihtiyaç duyulmayan mevsim geçişlerinde kısa süreli ısıtma ihtiyaçları karşılanabilir.

Genellikle mini split uygulamalarında kullanıcı ve mimar bakır boruların ve drenaj tesisatının görünür halde olmasını istemezler. Bu yüzden birçok uygulamada

bakır borular ve drenaj boruları ankastre şekilde duvar içine gömülür. Ancak hem drenaj suyunun soğuk olması nedeniyle izole edilmesi gerekir, hem de bakır boruların içinden geçen akışkanın sıcaklık farkları nedeniyle ısı genleşmeden kaynaklanan hareket etme ihtimalleri ankastre uygulamalarda dikkate alınmalıdır. Ayrıca herhangi bir servis ihtiyacı ya da kaçak durumunda ankastre uygulamalarda boruların geçtiği duvarın kırılma zorunluluğu ortaya çıkabilir.

6.3.4.1.1. Enerji Ekonomisi

Mini split sistem seçiminde enerji tasarrufu ve daha hassas oda sıcaklık kontrolü açısından seçilen cihazlar inverter kapasite kontrollü olmalıdır. Inverter cihazlar;

- İç hava sıcaklığı ile talep edilen sıcaklık arasındaki farka bakarak, kapasitesini %8-100 arasında kademesiz olarak ayarlayabilir.
- Oda sıcaklık kontrolü özelliği standart on-off cihazlara göre çok daha hassastır.



Şekil 6.103A. MİNİ SPLİT DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ
YERLEŞİM DAĞINIK, GÖRÜNÜM KÖTÜ,
SERVİS VERMEK ZOR VE RİSKLİ.

- Cihazlar sürekli açılıp kapanmak yerine (fazla şalt sayısı) sabit oda sıcaklığı sağlayarak, kapasitelerini minimum düzeye çekip %80'lere varan enerji tasarrufu ve yüksek verimlilik sağlar.
- İnverter cihazlar, standart kompresörlü cihazlara göre daha uzun ömürlü ve daha sessizdir.
- Kullanılan komponentleri standart cihazlara göre daha yüksek kalitededir.

Ayrıca yeni nesil soğutucu akışkanlar (R410A) ile çalışan cihazların seçimi; daha küçük çaplarda boru tesisatı, daha küçük tesisat şaftları, daha az miktarda akışkan kullanımı ile daha yüksek verimli sistemler elde edilmesini sağlar.

6.3.4.1.2. Yer İhtiyacı ve Montaj Yeri Tespiti

Genellikle kapasite sınırlamalarından dolayı bir daire veya kat bazında çözüm için birden fazla dış ünite ihtiyacı olur. Bu da dış cephede yer ihtiyacının çok fazla olmasına neden olur ve dış cephede görüntü kirliliğine yol açar (Şekil 6.55).

Tesisat limitleri kısa, kot farkları azdır. Dolayısıyla

dış üniteler çatı, zemin gibi yerlere de konulamaz. Kat aralarına dış ünite montajı yapılsa bile çok fazla sayıda dış ünite için fazla yer ihtiyacı vardır. Dış ünite sayısı arttıkça dış ünite kompresörleri ve kondenser fanlarından kaynaklanan sesin de artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Mini split uygulamalarının, binanın dış cephesine etkisinin yanı sıra dış ünitelerin montajı, devreye alınması veya servis verilmesi esnasında teknisyene hayati risk oluşturmayacak ve kolayca servis verilecek bir yere monte edilmesi gereklidir.

6.3.4.1.3. Mini Split Sistem Yüksek Yapılı Konutlar Uygulama Örnekleri

Şekil 6.103A ve B'deki uygulamalarda dış ünitelere servis vermek, sökmek, bakımını yapmak ve ulaşmak oldukça zordur. Herhangi bir müdahale gerektiğinde servis teknisyeninin düşme ve/veya yaralanma riski vardır.

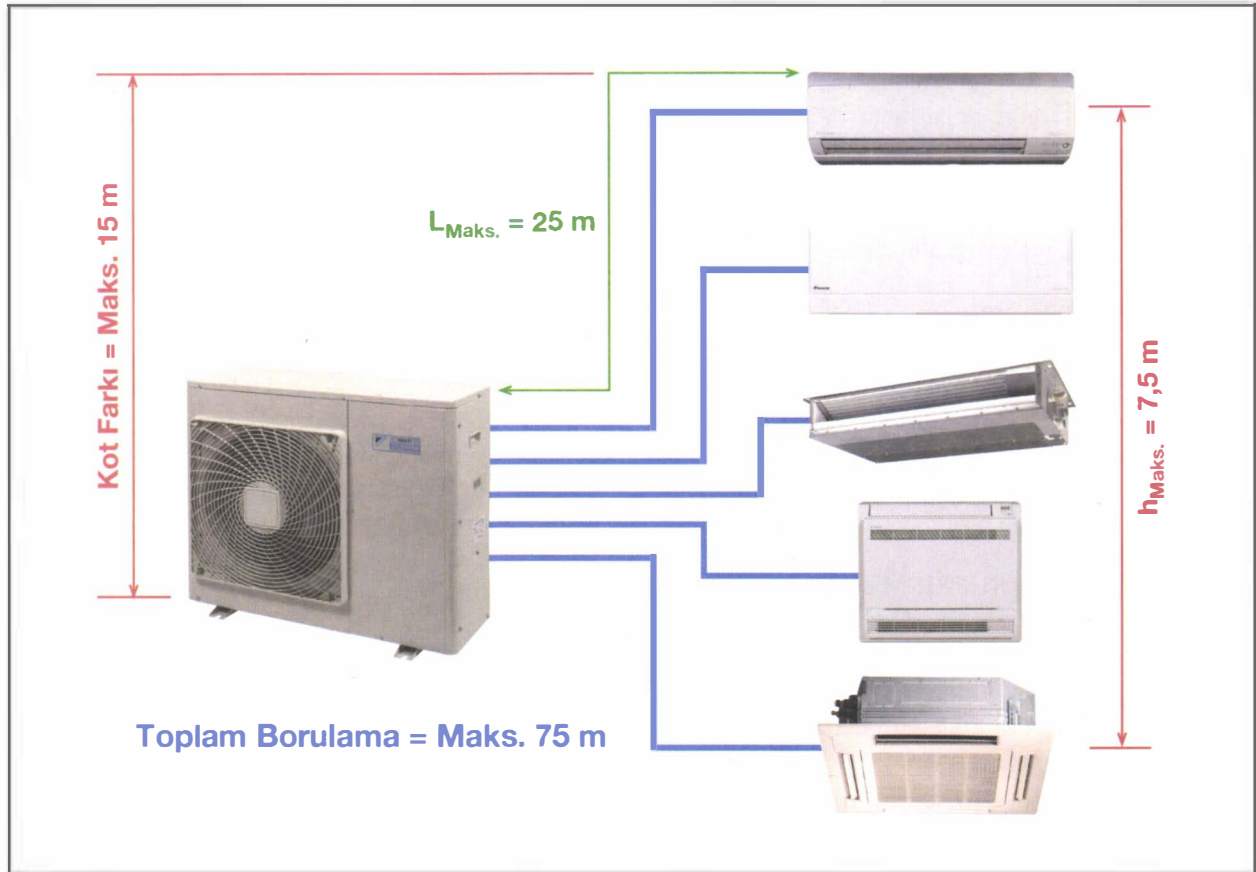
Şekil 6.103C'deki uygulama ısıtmanın statik olarak bireysel kombi sistemi ile, soğutmanın ise yine bireysel



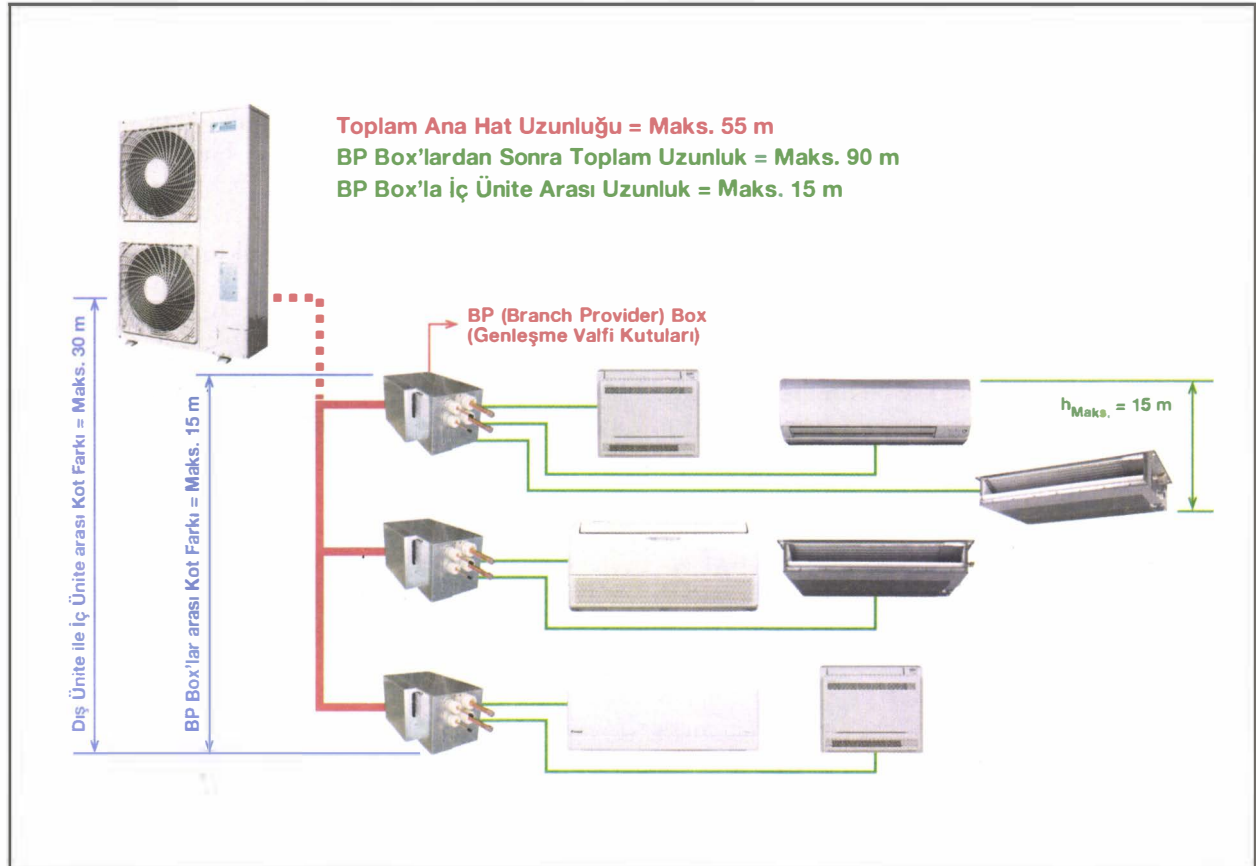
Şekil 6.103B. MİNİ SPLIT DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ
DÜZENLİ VE ESTETİK YERLEŞİM YAPILMIŞ, AMA SERVİS VERMEK ZOR.
(SERVİS TEKNİSYENİ İÇİN ÇOK RİSKLİ. DIŞ ÜNİTELER ARASINDA DA YETERLİ SERVİS AÇIKLIĞI YOK)



Şekil 6.103C. MİNİ SPLIT DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ
DÜZENLİ YERLEŞİM
(SERVİS TEKNİSYENİ İÇİN RİSKLİ)



Şekil 6.104A. MULTİ SİSTEM BAKIR BORULAMA LİMİTLERİ



Şekil 6.104B. SUPER MULTİ SİSTEM BAKIR BORULAMA LİMİTLERİ

olarak mini split klimalar ile yapıldığı bir çözüm örneğidir. Cihazlara gerekli servis müdahaleleri, dış üniteler cam önlerinde bulunduğundan dolayı diğer örnek uygulamaya göre daha rahat ve kolaydır. Ancak dış ünite balkon, teras ya da bahçe gibi rahatça servis verilecek yerlerde olmadığı ve servis teknisyeni açısından gerekli önlemler alınmadığı sürece servis elemanı için hayati risk oluşturur.

6.3.4.1.4. Taze Hava İhtiyacı

Mini split + statik ısıtmalı sistemlerde taze hava ihtiyacı genellikle karşılanamamaktadır. Taze hava ihtiyacı ilave bir havalandırma sistemi ile çözümlenmelidir. Örneğin ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları veya kanal bağlanabilen iç üniteler ile şartlandırılarak ortama yeterli miktarda taze hava alınabilir.

6.3.4.2. MULTİ veya SÜPER MULTİ SİSTEMLER

Bir dış üniteye birden çok iç ünite bağlanabilen klima sistemlerine “multi split klima” sistemleri denir. Genel anlamda çoklu split klimalar çevrimdeki elektronik genleşme vanalarının yerine göre isimlendirilir. Elektronik genleşme vanaları dış ünite üzerinde olan çoklu klima sistemleri, MULTİ SİSTEMLER olarak anılmaktadır. Bazı sistemlerde ise elektronik genleşme vanaları dış ünite ile iç üniteler arasında belli bir mesafede gaz dağıtım kutuları (BP (Branch Provider) BOX) içinde yer almaktadır. Bu şekilde cihazların maksimum borulama mesafeleri arttırılmıştır, neticede daha büyük ölçekteki alanlar sorunsuz bir şekilde şartlandırılmaktadır. Bu sistemler SÜPER MULTİ olarak adlandırılmıştır.

Multi sistemlerde bir iç ünite ile dış ünite arasındaki maksimum boru uzunluğu yaklaşık 25 m civarındadır (Şekil 6.104A). Bu değer dış ünite ile iç ünitenin yerleştirileceği yer açısından önem taşır. Eğer dış ünite ile iç ünite arasında ihtiyaç duyulan bakır boru mesafesi sınır değerlerin üzerinde ise elektronik genleşme valflerinin ara kutulara aktarıldığı ve bu özelliği sayesinde multi cihazlara göre yaklaşık dört kat daha uzun bakır borulamaya izin veren super multi sistemler uygun çözümler yaratacaktır (Şekil 6.104B). Multi olarak adlandırılan cihazların dış ünitesine en çok 5 adet iç ünite bağlanabilirken, super multi olarak adlandırılan cihazlara 9 adede kadar iç ünite bağlanabilmektedir.

Bununla birlikte multi cihazlarda her bir iç üniteye dış üniteden ayrı ayrı bakır boru hattı getirilmesi gerekirken, super multi sistemlerden tek bir bakır boru hattı çıkarak ara dağıtım kutuları ile (her bir kutudan maksimum 3 iç üniteye kadar) bağlanabilmektedir.

Sistem seçim kriterlerine göre multi sistem kullanılarak aşağıdaki çözümler üretilebilir;

- Isıtma radyatörle, soğutma multi veya super multi sistem (sadece soğutma yapan model) ile

- Isıtma ve soğutma multi sistem (heat pump model) ile

6.3.4.2.1. Enerji Ekonomisi

Multi ve super multi cihazların tamamı inverter kompresörlüdürler. Inverter kompresörlere komut veren oldukça hassas elektronik kontroller ve akışkan kontrolörleri, enerji paylaşımı ve kapasite kontrolü için bu sistemin en önemli bileşenleridir. Her odanın ihtiyacına, odadaki ayar sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farka, çalışan iç ünite sayısına, yani tüm kullanıcı taleplerine göre hassas kontroller enerji ekonomisine büyük katkı sağlar. Isıtma mevsiminde tüm hacimler aynı anda ısıtılmaya ihtiyaç duyarken (ısınma hissi için duvarların ve eşyaların tam olarak ısınması ve hacimler arasında sıcaklık farkı olmaması gerekir), soğutmada hangi hacim kullanılıyorsa sadece o hacme ait iç ünitenin çalışması yeterlidir. Çünkü soğuk hava sıcak havaya göre daha yoğun ve daha hissedilir özelliktedir. Dolayısıyla cihazların kapasite kontrollü olması soğutmanın multi veya super multi cihazlarla, ısıtmanın ise statik olarak yapıldığı sistemlerde önemli düzeyde enerji ekonomisi sağlar.

6.3.4.2.2. Yer İhtiyacı

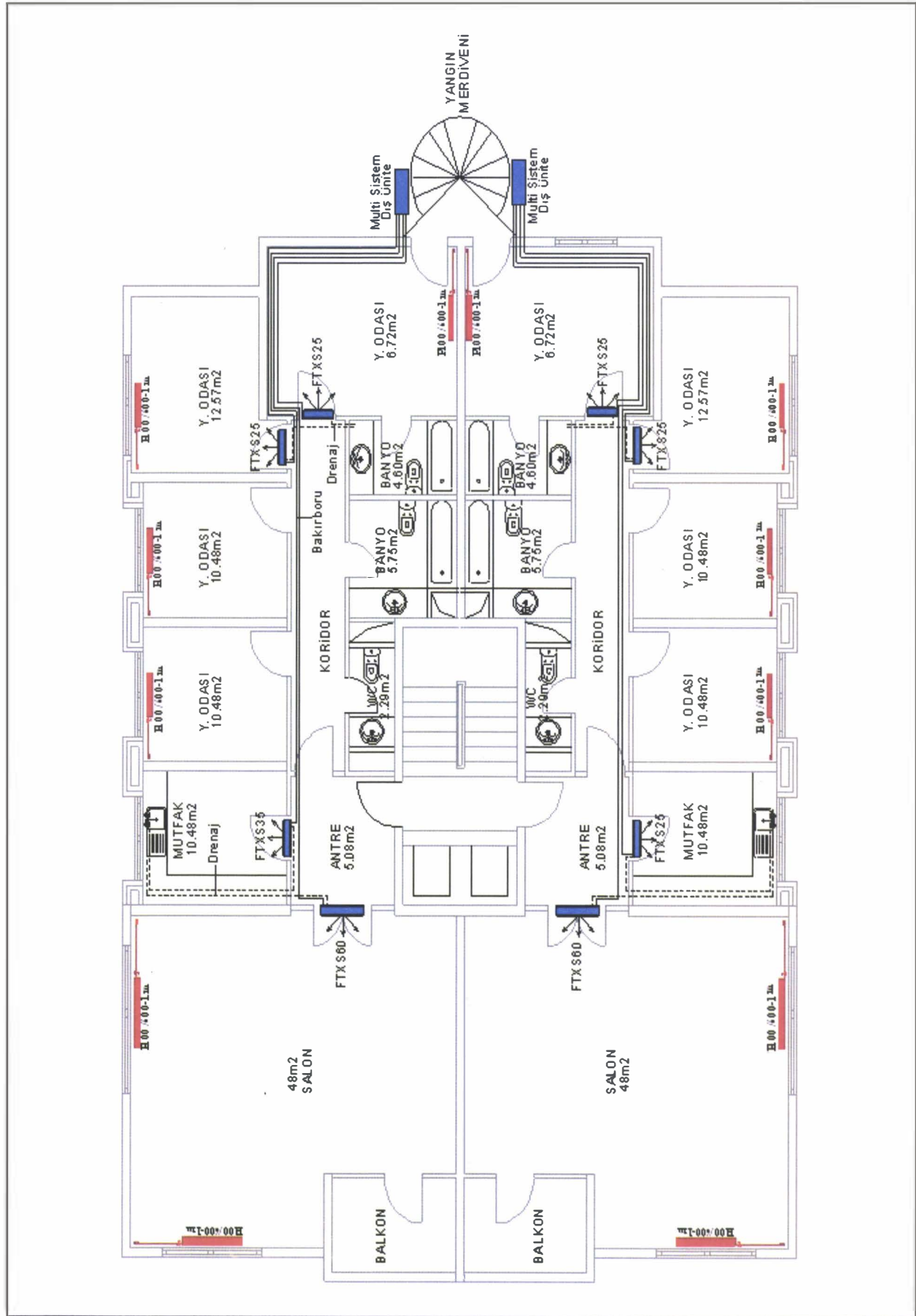
Tek bir dış üniteden multi sistemlere 5 adede kadar, super multi sistemlere ise 9 adede kadar iç ünite bağlanabildiğinden tek bir merkezden konut ya da kat bazında çözümler geliştirilebilir. Bu nedenle mini split sistemlere göre dış ünite anlamında çok az yer kaplar. Uygun dış ünite yeri bulunduğu sürece split sistemlere nazaran bina cephelerinde görünümü çok daha az etkiler.

6.3.4.2.3. Kapasite Dağılım Faktörü (Diversite Faktörü)

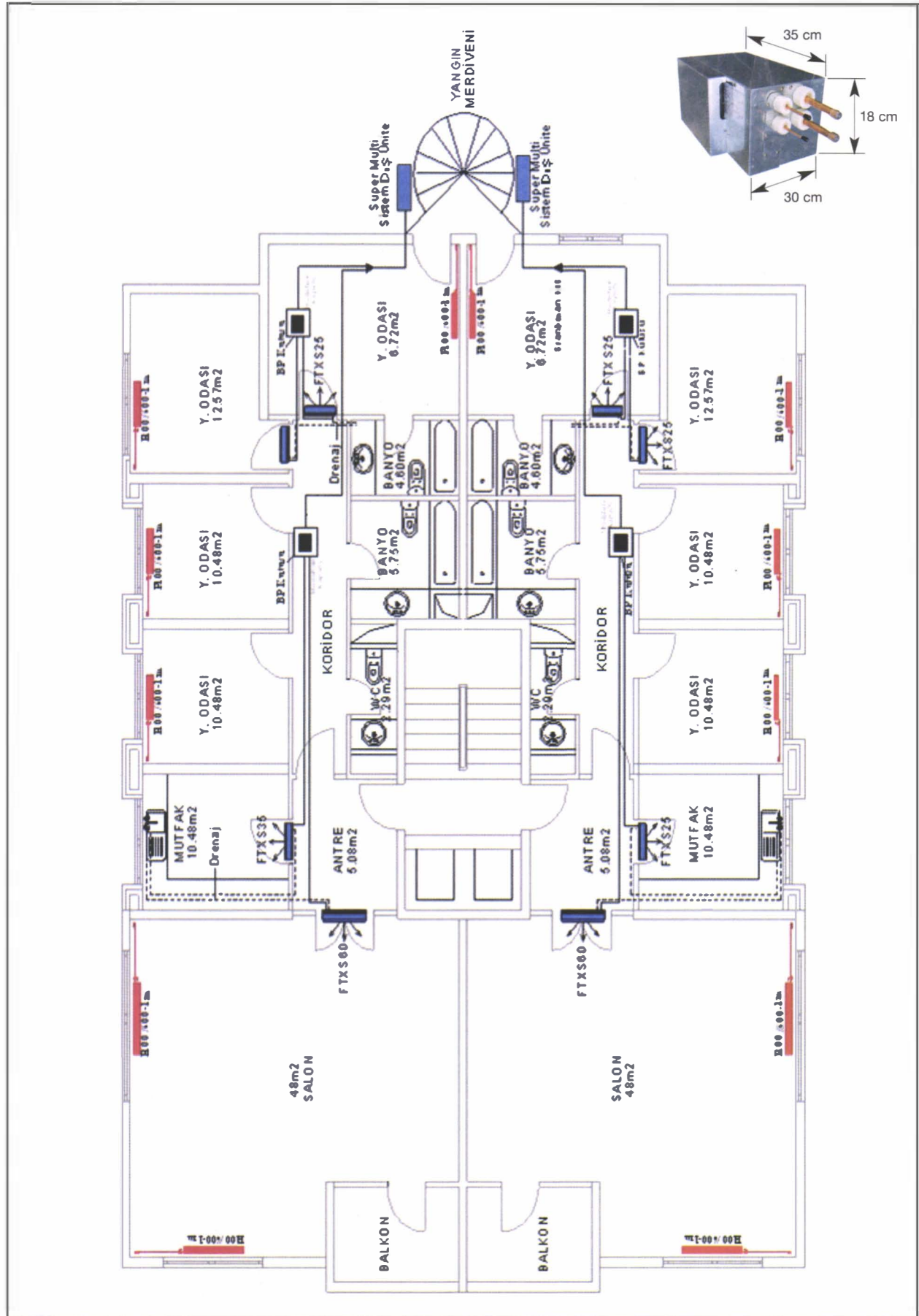
Multi veya super multi sistemlerin uygulandığı yapılarda, yaşam mahalli için ihtiyaç duyulan tüm ısı kazancını karşılayacak kadar yüksek kapasitede dış ünite seçimine özellikle konut uygulamaları için gerek yoktur. Çünkü konutlarda yatak odaları, mutfak ve salon gibi hacimler günün farklı saatlerinde ve farklı yoğunluklarda kullanılırlar. Yani kapasite ihtiyacı bölümlerin kullanım zamanına ve yüküne göre dağıtılarak ihtiyaç duyulan kapasite kadar iç ünite, dağılıma göre ise dış ünite seçimi yapılabilir. Örneğin dış ünite kapasitesi 8 kW iken, 13 kW'lık iç üniteler aynı dış üniteye bağlanabilmektedir (Şekil 6.105, 106 ve 107).

6.3.4.2.4. Taze Hava İhtiyacı

Multi split (veya super multi split) ve statik ısıtmalı sistemlerde taze hava ihtiyacı genellikle karşılanamamaktadır. Taze hava ihtiyacı ilave bir havalandırma

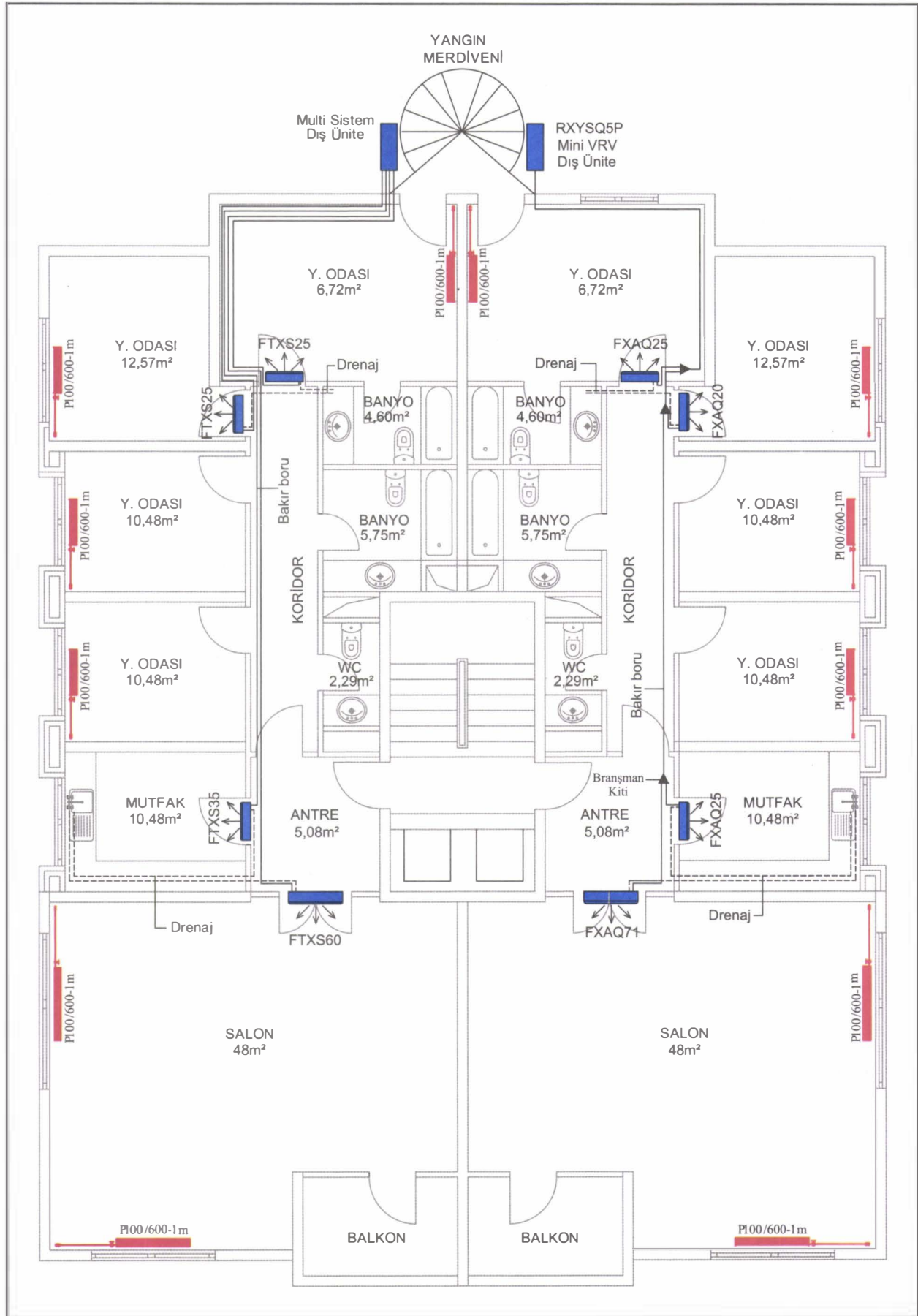


Şekil 6.105. MULTI SPLIT SİSTEM + Statik Isıtma UYGULAMASI



Şekil 6.106. SUPER MULTI SPLIT SİSTEM + Statik Isıtma UYGULAMASI

237



Şekil 6.108. MULTI SPLIT - MINI VRV SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 6.110. MULTİ SİSTEM DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM ÖRNEĞİ
SERVİS TEKNİSYENİ İÇİN TEHLİKELİ. YANGIN MERDİVENİNE MONTAJ DA DOĞRU DEĞİL

sistemi ile çözülmelidir. Örneğin ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları veya kanal bağlanabilen iç üniteler ile şartlandırılarak ortama yeterli miktarda taze hava alınabilir.

6.3.4.2.5. Örnek Bir Konutta Sistem Karşılaştırmaları

Konut olarak kullanılan örnek bir yüksek yapı için alternatif klima sistemleri *Şekil 6.105 - 109*'da incelenmiştir. Bir katta iki daire bulunan örnek projenin kat planında klima sistemlerinin uygulamaları gösterilmiştir. *Şekil 6.105*'te multi, *Şekil 6.106*'da süper multi ve *Şekil 6.107*'de ise mini VRV sistem uygulamaları gösterilmiştir.

Şekil 6.108'de karşılaştırma yapılabilmesi için, sol dairede multi sistem, sağ dairede ise mini VRV sistem çözümü gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi her iki sistemde de tek dış ünite bulunmaktadır. Ama multi sistemde her iç üniteye ayrı bir hat çekilmesi gerekmektedir.

Bu duvar içlerinde daha fazla yer ihtiyacı gerektirmektedir. Ama daha önemlisi ısı kazancı tüm boru yüzeylerinin toplamından olacağından işletme maliyeti mini VRV sistemine göre çok daha yüksek olacaktır.

Şekil 6.109'da ise karşılaştırma yapılabilmesi için, sol dairede süper multi sistem, sağ dairede ise mini VRV sistem çözümü gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi her iki sistemde de tek dış ünite ve tek ana bakır boru hat bulunmaktadır. Fakat süper

multi sistemde tek hat ana dağıtım kutularına kadar gelmekte sonra her iç ünite için ayrı hat gitmektedir. Her üç iç ünite için bir dağıtım kutusu gerekmektedir. Bu dağıtım kutusunu bina içinde ulaşılabilir bir yere yerleştirilmelidir. Bu da yer kaybına neden olacaktır. Bir kutu 300 x 350 x 180 mm ölçülerindedir. Dış ünite ise üç sistemde tek olup, dış ortamda bir yere yerleştirilmelidir.

Multi sistemde bir dışa maksimum 5 iç ünite bağlanabilirken, süper multi ve mini VRV sistemde bir dış üniteye 9 iç ünite bağlanabilmektedir. Örnek proje olarak incelenen Dokuz Palmiye evlerinde dış üniteler yangın merdivenin yanına yerleştirilmiştir (*Şekil 6.110*). Şekilde de net olarak görüldüğü gibi çok doğru bir uygulama değildir.

Hem servis verilmesi zor olacağından hem de yangın merdivenin başka bir amaçla kullanılmasının sakıncalı olabileceğinden dolayı tavsiye edilmez. Üç sistem karşılaştırıldığında teknik olarak mini VRV avantajları ile öne çıkmaktadır. Hem estetik açıdan hem de işletme maliyeti açısından çok daha uygun bir sistemdir. Diğer taraftan multi sistem ise, karşılaştırılan sistemler arasında en uygun ilk yatırım maliyetine sahip olan sistemdir. Süper multi sistem ise iki sistem arasında kalmaktadır. Her projede birebir bakılarak bu sistemlerden birine karar verilmesi daha doğru olacaktır. Karar aşamasında en önemli kriterlerden biri de bakır boru mesafeleri olacaktır. Sistemlerde çekilebilecek maksimum bakır boru mesafeleri *Tablo 6.111*'de verilmiştir.

Sistem Tip	Minimum / Maksimum				Modeller
	Kapasite (Btu/h)	İç-Dış Ünite Arası Borulama (metre)	Toplam Borulama (metre)	İç-Dış Ünite Arası Kot Farkı (Dış Ünite Yukanda) (metre)	
Split Klimalar	8.500 - 24.000	10 - 30		8 - 20	Duvar, Döşeme, Gizli tavan, Slim gizli tavan, 60x60 kaset, Tavan
Sky Air Serisi Split Klimalar	24.000 - 85.000	50 - 100		30	Duvar, Gizli tavan, Kaset, Tavan, 4 yöne üflemlerli tavan
Multi Split Klimalar	14.000 - 31.000	20 - 25	30 - 75	15	Duvar, Slim gizli tavan, 60x60 kaset, Yer-tavan
Süper Multi Split Klimalar	38.000 - 55.000	115 - 145		30	Duvar, Slim gizli tavan, 60x60 kaset, Yer-tavan
Mini VRV Heat Pump	38.000 - 57.600	150	300	50	600x600 4 yöne üflemlerli kaset, 4 yöne üflemlerli kaset, 2 yöne üflemlerli kaset, Tek yöne üflemlerli kaset, Mini gizli tavan, İnce gizli tavan, Gizli tavan tipi orta st. basınçlı, Gizli tavan tipi yüksek st. basınçlı, Duvar tipi, Asılı tavan tipi, 4 yöne üflemlerli asılı tavan, Kasetli döşeme, Gizli döşeme

Tablo 6.111. SPLIT KLİMALAR İÇİN TESİSAT LİMİTLERİ

6.3.4.3. HAVA KANALLI SİSTEMLER

6.3.4.3.1. Yer Tipi Kanallı Split Cihazlar

Bu sistemler bir iç bir dış üniteden oluşan, şartlandırılacak ortama enerjinin hava ile taşındığı sistemlerdir. Bu sistemlerin iç üniteleri dik tipte olup döşeme üzerine yerleştirilen cihazlardır. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre, kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. Sistem prensip itibarıyla oldukça basit kolay kullanılabilen düşük ilk yatırım maliyetine sahip bir sistemdir (Simple is the Best). İç ünite ile dış ünite soğutucu akışkan boruları ile birbirine bağlıdır. İç ünitelere bağlanan kanal sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere taşınabilir ve çok noktadan üfleme yapılarak homojen dağılım sağlanır. Bu şekilde şartlandırılan mahal içinde her noktada aynı konfor şartı sağlanmış olur. Kanal tipi cihazlar diğer split klima cihazlarına göre, başta havalandırma yapabilme yeteneği olmak üzere, ses, homojen hava dağılımı, kapasite genişliği, taze hava alma kabiliyeti gibi özellikleri nedeniyle avantaj sağlar. Yüksek yapılarda iç ünitelere verilecek taze hava şaftlardan, ya da uygun şekilde tasarlanmış bina cephesi panjurlarından alınabilir. Binalarda havalandırma iklim ve mevsim şartlarından bağımsız olarak yani ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarından da önce gelen 12 ay boyunca süren en birincil ihtiyaçtır. Kanal tipi cihazların en büyük avantajı bu özelliğe sahip olmalarıdır. Bu cihazlar dışardan aldıkları taze havayı filtre edip şartlandırarak ortama vermekte aynı anda soğutma-ısıtma yaparken havalandırmayı sağlamaktadır. Havalandırma yeteneği yanında havanın homojen dağıtılabilmesi, sessizlik, iç ünitenin komşu hacimlere, dış ünitenin yaşam mahalli dışına konularak servis işlemlerinin mahal dışında gerçekleştirilmesi, yüksek kapasite, uzun ömür, iç-dış ünite montaj mesafesinin uzunluğu ve optimum maliyet kanal tipi klimaların diğer avantajlarıdır.

Dış üniteler yeterli hava alış-verişi sağlandığı takdirde kısmen bina içersine (balkon, dış cephesi olan şaft vb) monte edilebilirler.

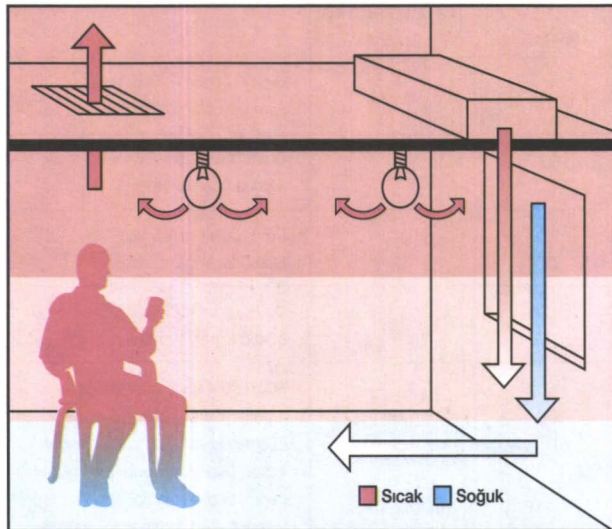
İdeal konfor şartlarının sağlanması için ısıtmanın radyatörlerle statik olarak alt kottan pencere önlerinden, soğutma ve havalandırmanın ise üst kottan kanallar yardımı ile yapılması gerekir. Hava ile ısıtma yapılırsa (Şekil 6.112);

- Ortamda hava hareketi oluşur. Ses ve gürültü riski vardır.
- Daha yüksek iç ortam sıcaklığı gerekir.
- Daha fazla enerji harcanır. Sıcaklık katmanları oluşur.
- Nemlendirme ihtiyacı doğar.
- Besleme havasının bir kısmının egzoz menfezinin by pass olma riski vardır.
- İç ortam tabanında soğuk hava akımı oluşur.
- Aydınlatma armatürlerinin ısıtma etkisinden faydalanılamaz.
- Her hacimde istenen sıcaklık sağlanamaz.

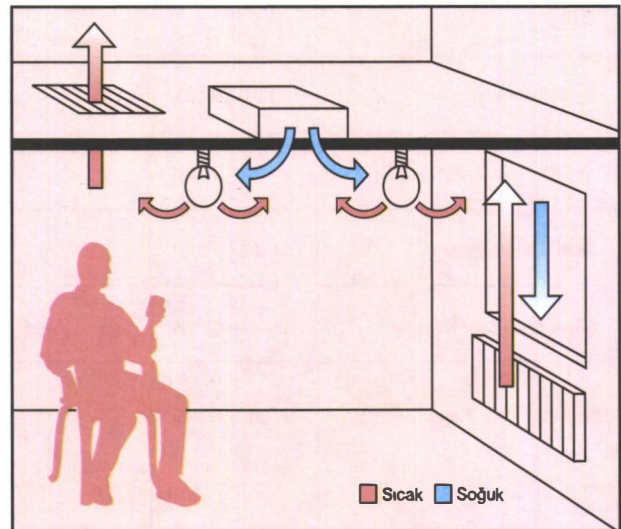
Cam önlerinden statik ısıtma yapılırsa (Şekil 6.113);

- Hava hareketi , ses ve gürültü oluşmaz.
- Daha konforlu bir ortam sağlanır.
- Egzoz menfezinden by pass riski yoktur.
- Tavanda biriken ısıdan yararlanılır. %20 oranında taze hava ısıtılmadan ortama verilebilir. Enerji tasarrufu sağlanır.
- Taze hava ortamdaki hava ile ideal bir şekilde karışır.
- Uniform sıcaklık dağılımı sağlanır.

Not: Mimari tasarımda yere kadar cam yapıldığında cam önlerinden statik ısıtma yapılması zorlaşır, yada konvektörlere ısıtma yapılması ihtiyacı ortaya çıkar. Yer seviyesindeki tozun yukarı kalkması, ses vb gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkar. Tasarımda cam önlerinden radyatörlerle statik ısıtma yapılacağı düşünüülerek bu tür uygulamalardan kaçınılmalıdır.



Şekil 4.25A. STATİK ISITMA YOK
(Hava tavandan sıcak (yazın soğuk) üfleniyor.
Kışın soğuk hava yerde hareket edebilir.
Oda içinde sıcaklık dağılımı homojen değil.)



Şekil 4.25B. STATİK ISITMA
(Radyatörler cam önünde.
Hava tavandan soğuk üfleniyor.
Homojen ısıtma sağlanıyor.)

Hava kanallı split klimalar yüksek kapasiteli olmaları ve tek bir noktadan birden çok hacme kanallar yardımıyla hava dağıtabilme yeteneği nedeniyle fan coil, mini split, multi vb sistemlere göre daha az iç üniteye ihtiyaç duyarlar. Zon kontrolü yapılabilir, ancak oda bazında sıcaklık kontrolü yapılamaz. Şartlandırma evaporatör (iç ünite) yerine menfezler ile sağlandığından sadece kanallı iç ünite için drenaj hattına ihtiyaç vardır. Diğer sistemlere göre daha az sayıda drenaj tesisatı gereklidir.

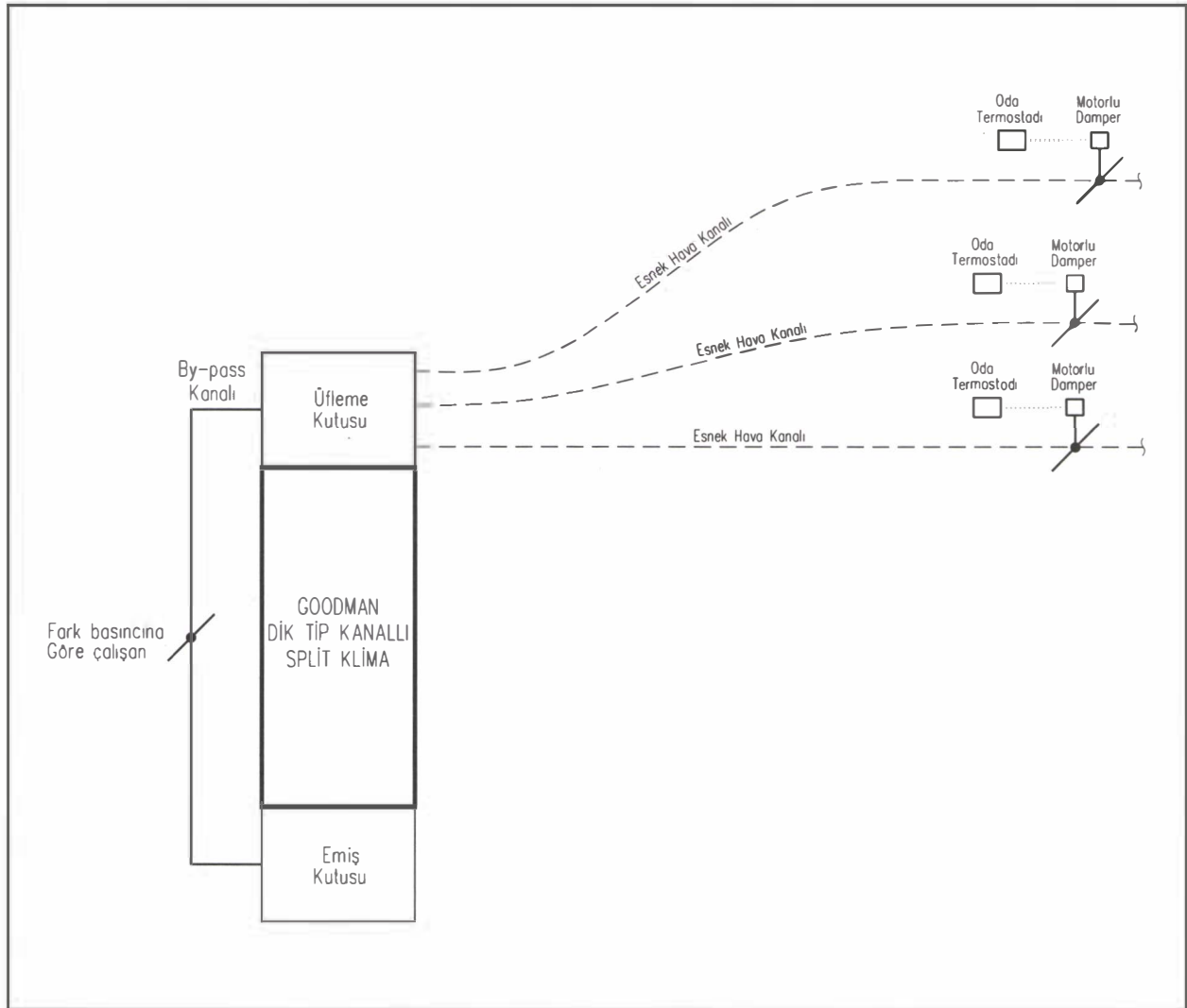
Zon kontrolü: Tek bir iç üniteden birden çok hacmin şartlandırıldığı ve farklı sıcaklık taleplerinin olması durumunda her hacimden ayrı kontroller yapılmasını sağlayan kontrol sistemleridir. Kanallı klimalara bu sistemler kolayca adapte edilebilir. Konut uygulamalarında kanallı klimalarla her odada istenen sıcaklığın sağlanmasında ortaya çıkabilecek sorunlar zon kontrolüyle çözülebilir (Şekil 6.114).

Hava kanallı klimalar ile ilgili detaylı bilgi 6.2.5 bölümünde verilmiştir.

6.3.4.3.1.1. Uygulama Örneği: Trio Konutları (Şekil 6.116)

Yüksek yapılı konut uygulamalarında kanallı klimalar kullanılabilir. İç ve dış ünite arasında 60 m bakır boru çekilebilmesi ve yaklaşık 30 m kot farkı esnekliği olmasına karşın hem tesisatın olabildiğince kısa hem de sınır borulama mesafelerini aşmaması için dış üniteleri monte etmek üzere kat aralarına asansör boşluklarının yanında uygun hacimler yaratılarak kolay servis verilebilir çözümler üretilebilir. Bu tür uygulamalarda dış ünitelerin monte edildiği kapalı hacimlerin yeterli hava alışverişinin sağlanabilmesi için (kondenser havası emiş, sıcak kondenser havası atış) dekoratif panjurlar dış cephede görüntü kirliliği yaratmadan mimariye uygun çözüm üretilmesini sağlar (Şekil 6.117).

Şekil 6.116 - 120 aralığında gösterilen fotoğraflarda Trio konutlarında yapılan kanallı klimala soğutma, radyatörlerle statik ısıtma, dış ünitelerin asansör boşluklarının yanında yaratılmış özel hacimlerde dış



Şekil 6.114. KANALLI KLİMALARDA ZON KONTROLÜ
(ÇOK ÖZEL KOŞULLARDA TERCİH EDİLEBİLİR)

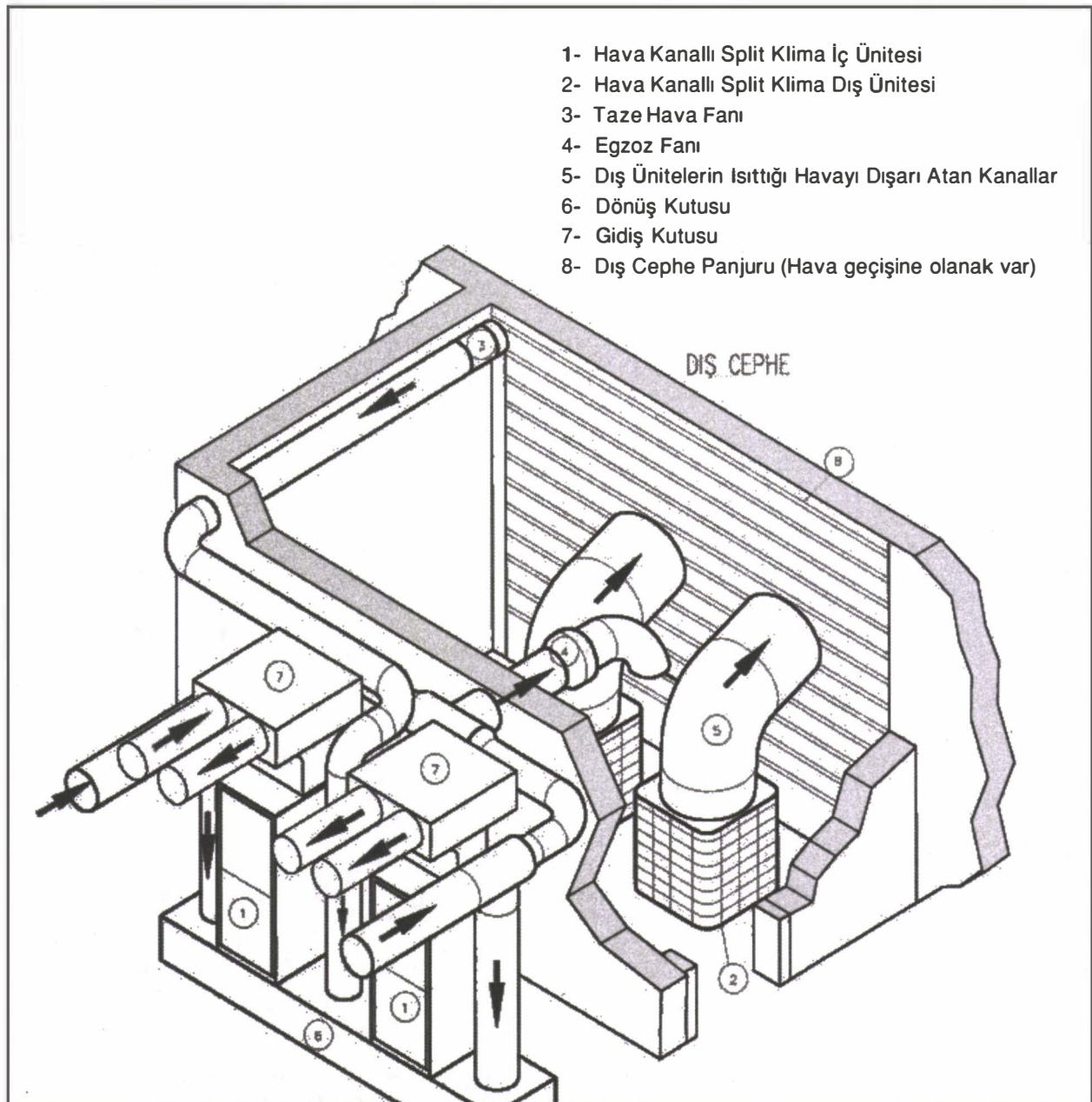
ünitelerin monte edildiği, bina cephesinde dekoratif panjurla kondenserlerin hava alışverişinin sağlandığı uygulama gösterilmektedir. Bu tür uygulamalarda kondenserlerden üflenen sıcak havanın üst katlardaki diğer dış ünitelere by pass yolu ile gitmesi teoride mümkünken, pratikte yapılan ölçümlerde böyle bir riskin olmadığı bu projede de tespit edilmiştir (En alt kat ile en üst kat arasında yaklaşık 1,5°C sıcaklık farkı oluşur.). Ayrıca söz konusu uygulamada dış ünitelere servis ve bakım yapılması için teknisyenin konuta girmesi gerekmemektedir.

İç üniteler dairelerde dolap içine yerleştirilmiştir (Şekil 6.119). İç ünitelerin filtre temizliği dışında sürekli servise ihtiyacı yoktur. Filtre temizliğini de kullanıcı kolaylıkla yapabilmektedir. Ortama klimatize

edilmiş hava slot difüzörlerle verilmektedir (Şekil 6.120). Trio konutları kanal tesisatı Şekil 6.121’de verilmiştir.

6.3.4.3.1.2. Konutlarda Yer Tipi Kanallı İç Ünite Yerleşimi

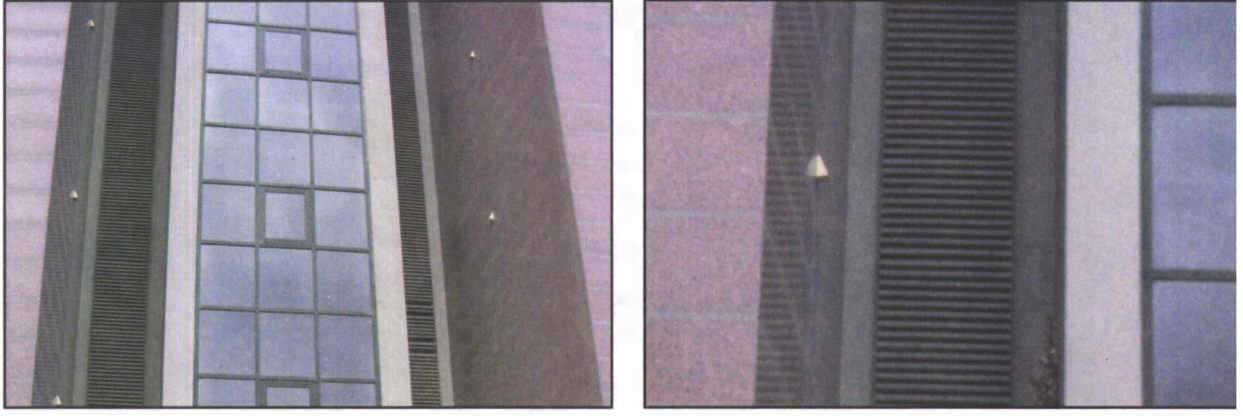
İç ünite yerleşiminde ses ve hava dağıtılacak olan hacme yakınlık en önemli kriterlerdir. Bu tür uygulamalarda cihazlar yere monte edildiği için oldukça kolay müdahale edilebilir durumdadırlar. İç üniteler serbest emişli ve panjur kapılı monte edilebileceği gibi, çok daha sessiz olması için tamamen kapalı dolap içi emiş kanallı (üfleme ve emiş kanallarında esnek kanallar kullanılarak hava sesi tamamen sönmünebilir) ve üfleme dağıtım kutulu uygulama yapılabilir.



Şekil 6.115. YÜKSEK BLOKTA İÇ HACİMDE DİŞ ÜNİTE VE PANJUR UYGULAMASI



Şekil 6.116. Trio Konutları HAVA KANALLI SPLİT + STATİK ISITMA UYGULAMASI



Şekil 6.117. Trio Konutları DIŞ CEPHE - DIŞ ÜNİTELER PANJURUN ARKASINDA



Şekil 6.118. Trio Konutları DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ



Şekil 6.119. Trio Konutları HAVA KANALLI SPLIT KLİMA İÇ ÜNİTE YERLEŞİMİ (DOLAP İÇİ UYGULAMA)

6.3.4.3.1.3. Gizli Tavan Tipi Cihazlar (Şekil 6.122)

Gizli tavan tipi klimalar ince yapıları dolayısıyla asma tavan içine yerleştirilmeye uygun kanallı tip split klimalardır. Gizli tavan tipi split klimalar 200 ile 350 mm arası yüksekliğe sahip olduklarından asma tavan aralığında rahatlıkla uygulanabilirler. Kanal bağlanabilen sistemler oldukları için kanallı klima sistemleri ile birlikte anılırlar. Ancak gerek elektronik kontrolleri gerek akışkan kontrolleri gerekse çalışma mantığı açısından kanallı klimalardan tamamen ayrılırlar. Döşeme tipi (Amerikan tipi) kanallı klimalara göre elektronik kontroller, hassas sıcaklık ayarı, kullanıcı tarafından değiştirilebilen iç ünite fan devirleri, daha küçük kapasiteli iç üniteler gibi özellikleriyle bazı durumlarda üstünlükleri vardır. Kullanım amacı ve şekline göre diğer split klima sistemleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

Tavan arası uygulamalarda kullanıldıklarından filtre temizliği ve servis amaçlı olarak tavanda cihaz ölçüsünde müdahale kapağı bırakmak gerekir.

Bu tür klima cihazları asma tavan içine monte edildiklerinden;

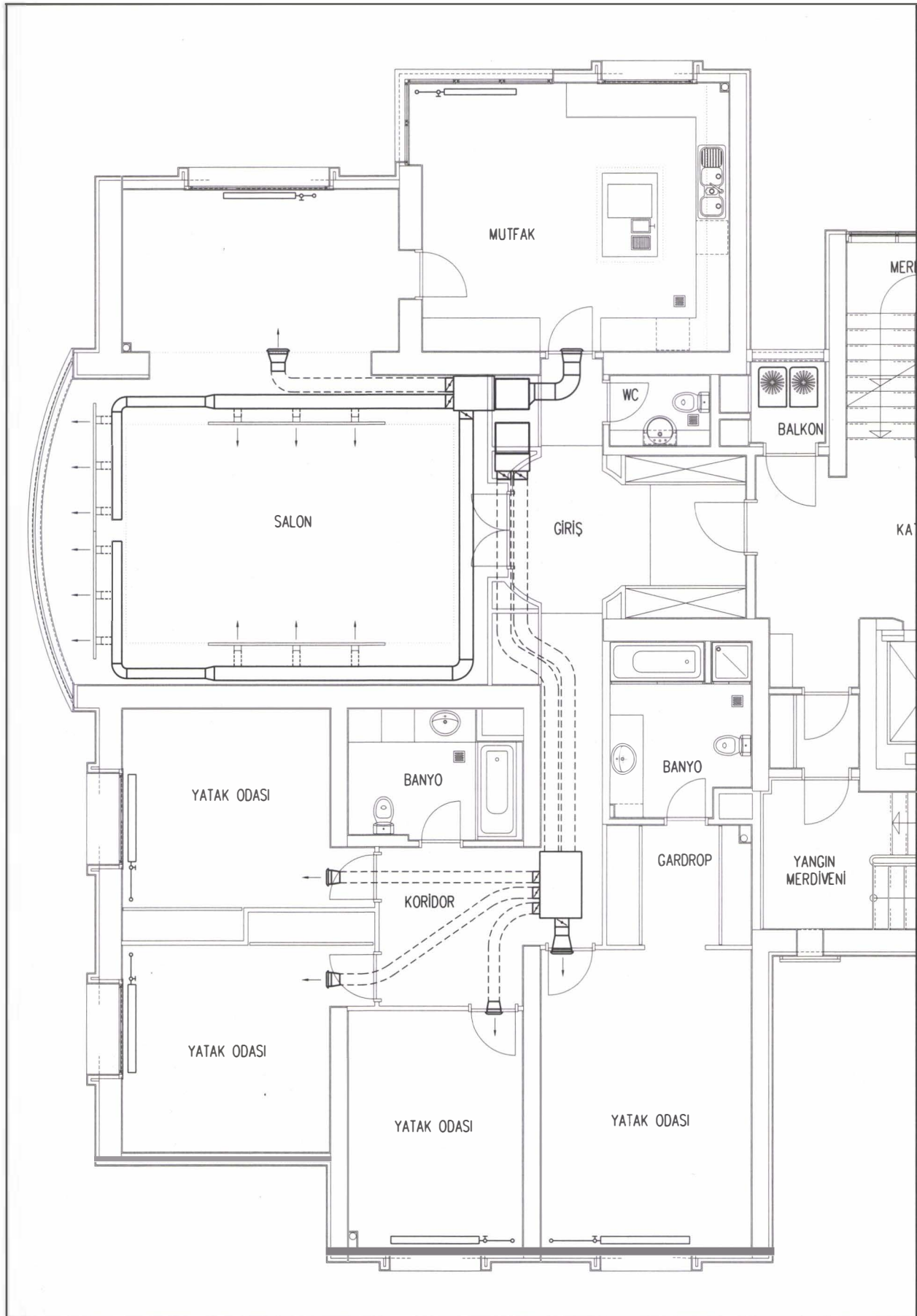
- Yer tipi cihazlara göre servis ve bakımı daha zordur.
- Zor ulaşıldıkları için filtre temizliği, vb işler zamanında yapılmaz.
- Asma tavan içine monte edilen cihazların drenajlarının toplanması daha zordur (Genellikle drenaj pompası veya drenaj pompalı cihazlar kullanılır.).
- Yüksek basınçlı gizli tavan tipi klima cihazlarında ses problemi oluşabilir.

Not: Asma tavan içine yerleştirilen cihazlar olabildiğince koridor gibi yaşam mahalli dışında yerlere yerleştirilmelidir.



Şekil 6.120. Trio Konutları DAİRE - SLOT DİFÜZÖR

Not: Duvar önüne monte edilen radyatörlerden çıkan hava duvarın daha çabuk kirlenmesine neden olur. Radyatörler mümkünse her zaman cam önüne monte edilmelidir.



Şekil 6.121. Trio Konutları KANALLI SPLİT VE RADYATÖR UYGULAMASI KAT PLANI

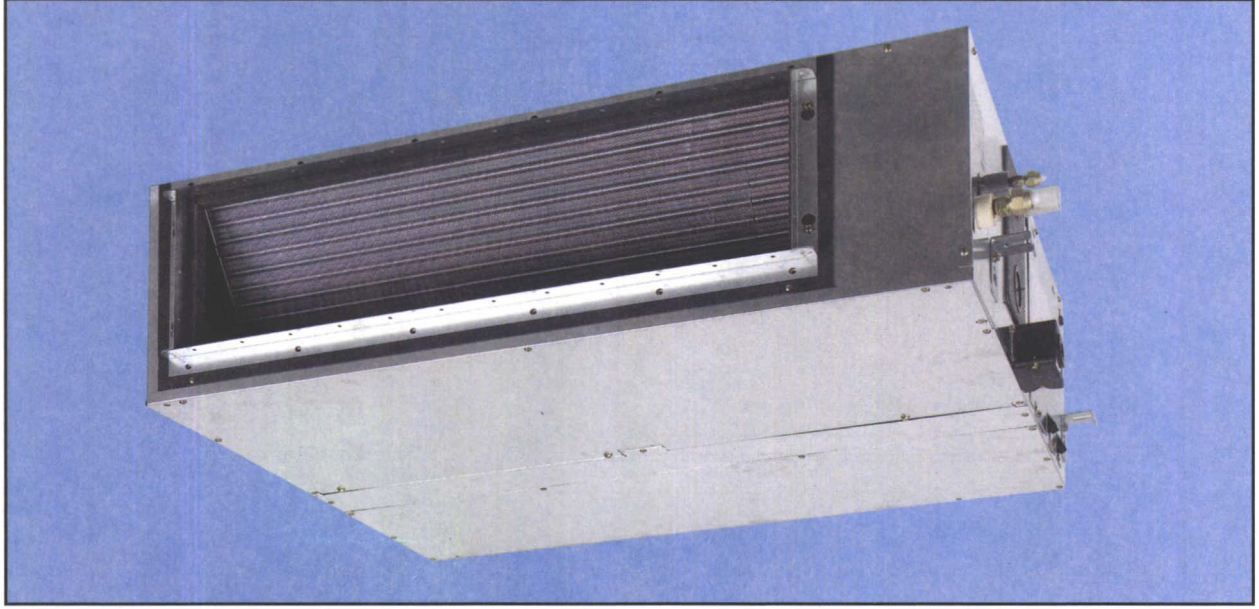
6.3.4.4. Otel Odası Kliması (Şekil 6.123)

Oda tipi paket klimalar grubunda da değerlendirilebilen (PTAC) otel odası klimaları mini split klimaların ve pencere tipi klimaların avantajlarını bünyesinde birleştirebilmiş taze hava alabilme yeteneğine sahip cihazlardır. Kompresör, kondenser, evaporatör, borulama, kontrol elemanları ile cihaz bir paket halinde bir bütündür. Enerji tüketimi ve işletme açısından, küçük ve butik otellerde uygulanabilecek en uygun sistemlerden biridir.

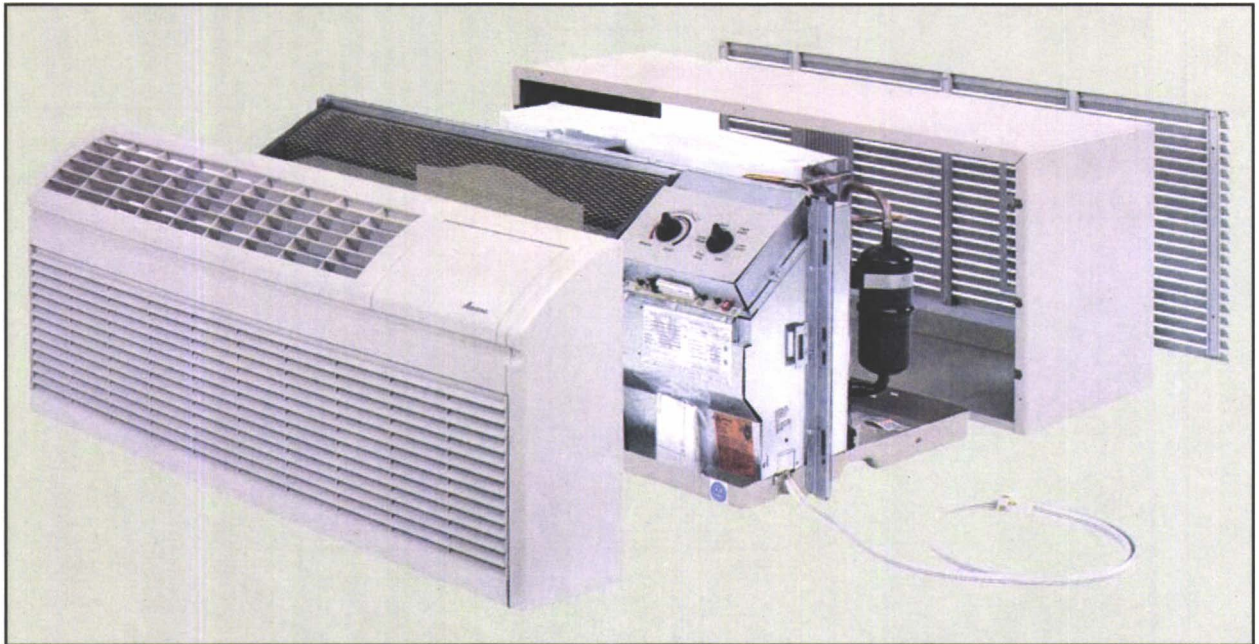
Şekil 6.124 görüldüğü gibi oda dış duvarında oluşturulan özel bir kasa içine yerleştirilir. Cihazın yarısı oda içinde diğer yarısı dış havadadır. Dışta bulunan

kondenser kısmı kendi fanı ile aldığı dış havaya yoğunlaşma ısısını atarken oda içinde bulunan evaporatör kısmı üzerinden bir başka fanla geçirilen hava üzerinden ısı çekilir. Cihaz bu şekilde soğutma yaparken soğutucu akışkan çevrimi ters döndürülerek kışın heat pump modunda ısıtma yapabilir.

Nominal kapasite değerleri sınırlı oldukları için kullanım alanları cihazın maksimum kapasitesine paralel olarak sınırlıdır. Paket tipi cihaz olduklarından önceden rezervasyon bırakılmışsa montajı çok kolaydır. Cihazlarda standart olarak defrost anında devreye girerek soğuk hava üflemesini engelleyen ve/veya çok soğuk havalarda heat pump sistemine ısıtma takviyesi yapabilen



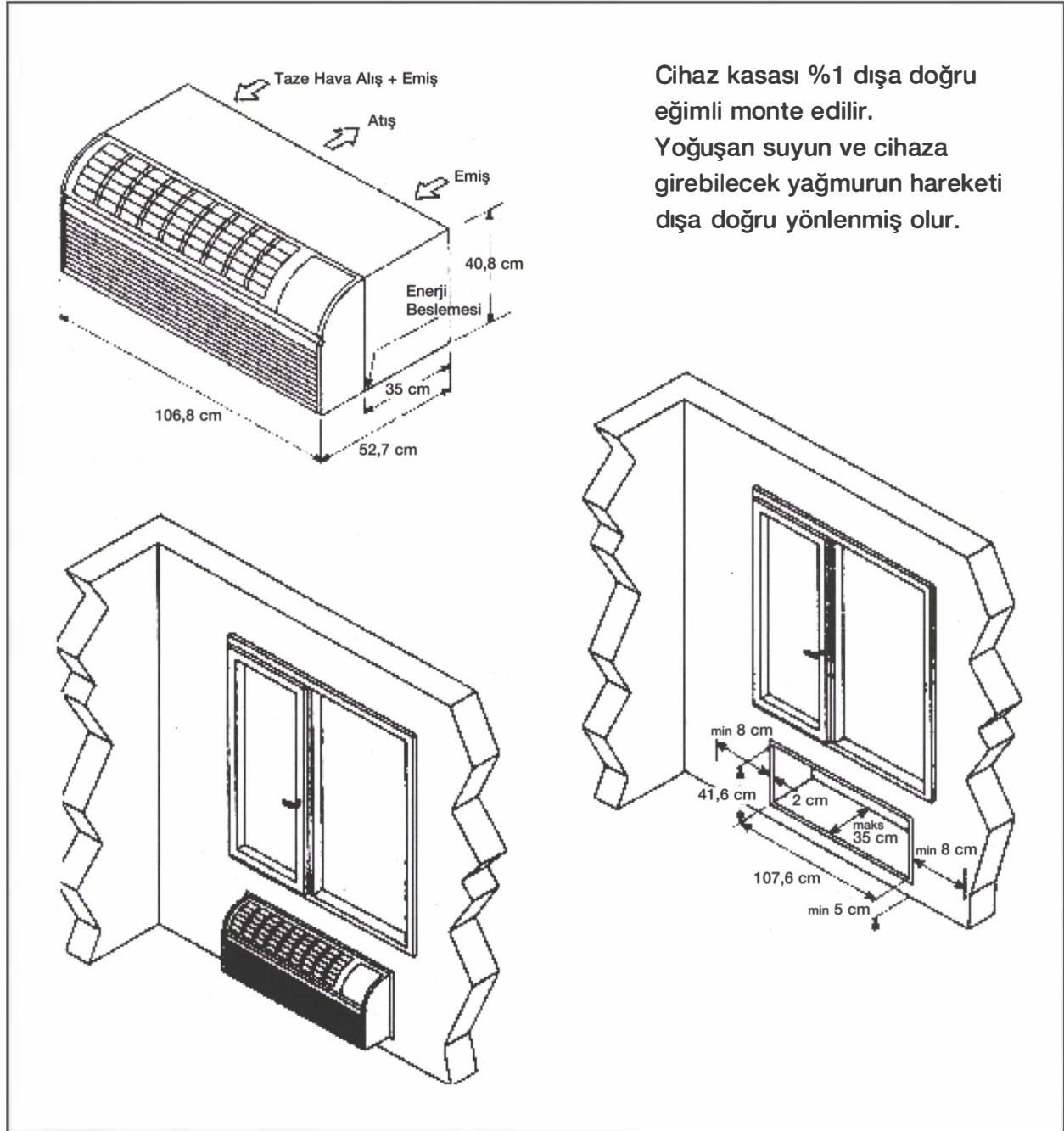
Şekil 6.122. GİZLİ TAVAN TIPI İÇ ÜNİTE



Şekil 6.123. OTEL ODASI KLİMASI

elektrikli ısıtıcı mevcuttur. Cihazlara miktarı ayarlanabilen, 120 m³/h'e kadar taze hava alınabilir. İçeriye taze hava alındığından mini split sistemlere ve fan coil'lere göre oldukça avantajlı sistemlerdir. bu özelliği sayesinde iç hava kalitesinin artmasında ve ortamda pozitif basınç yaratılmasında etkin çözüm sunarlar. Taze hava için ayrı bir filtre olduğundan, iç ortam havası filtresi kirlenmesi ve bakım periyodu süresi uzar. Cihaz özellik olarak kendi yoğuşturduğu drenaj suyunu buharlaştırabilmektedir. Ancak özellikle nemli dış hava şartlarında ilave tedbir olarak drenaj bağlantısı yapılabilir. Isıtma için sıcak su tesisatı bulunan yapılarda cihazların önüne sıcak su bataryası konularak soğutmayı soğutucu

akışkan yardımıyla, ısıtmayı ise fan coil gibi su yardımıyla yapabilme özelliği opsiyonel olarak sağlanabilir. Özellikle yüksek yapılı konutlarda drenaj tesisatına gerek duymaması, split klimalar gibi dış ünite yeri gereksinimi olmaması ısıtma ve soğutmayı (-15°C ile +52°C) tek bir üniteden yapabilmesi, merkezi klima santrali ya da taze hava şaftlarına ihtiyaç duymadan direkt olarak taze hava alarak filtre edip, şartlandırıp iç ortama verilebilmesi ve herhangi bir bakır boru tesisatı ihtiyacı olmaması nedeniyle tercih edilen sistemlerdendir. Şekil 125'te Amerika'da yüksek yapılı konut binalarında yukarıda sözü edilen avantajları nedeniyle kullanımı tercih edilen sistem örnekleri görülmektedir.



Cihaz kasası %1 dışa doğru eğimli monte edilir.
Yoğuşan suyun ve cihaza girebilecek yağmurun hareketi dışa doğru yönlendirilmiş olur.

Şekil 6.124. OTEL ODASI KLİMASI MONTAJ DETAYI



Şekil 6.125A. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ 1 (NEW YORK)



Şekil 6.125B. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ 2 (NEW YORK)



Şekil 6.125C. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ 3 (NEW YORK)



Şekil 6.125D. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ 4 (NEW YORK)

6.3.4.5. FAN COIL SİSTEMLER

6.3.4.5.1. İki Borulu Fan Coil Sistem

6.3.4.5.2. İki veya Dört Borulu Fan Coil + Statik Isıtma Sistemi

6.3.4.5.3. Dört Borulu Fan Coil

6.3.4.5.4. Isıtıcı Yüzeyle Fan Coil (Kombine Sistem)

Fan coil sistemi esas olarak tamamen sulu bir sistemdir. Bir merkezde hazırlanan sıcak su ve/veya soğutulmuş su, bina içine dağıtılmış fan coil cihazlarına dağıtılır. Sıcak su bir sıcak su kazanında, soğuk su ise su soğutma grubunda (çiller) 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/soğutulup sirküle ettirilir. Bu amaçla sirküasyon pompaları kullanılır.

Özellikle çok odalı binalarda her odanın sıcaklık kontrolünün bağımsız olarak yapılmasının istendiği durumlarda ve kanal geçirmek için yeterli hacmin bulunmadığı uygulamalarda tercih edilir. Yüksek yapılı konutların yanı sıra otel, hastane ve ofis binalarında da kullanılan sistemlerdir. Enerji taşınımı su ile yapıldığı için genel olarak işletme giderleri tam havalı sistemlere göre daha düşüktür. Fan coil üniteleri cam önlerine, asma tavan içlerine ya da tavan altına ve döşeme içlerine konulabilir. Buna göre farklı fan coil tipleri geliştirilmiştir. Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa hava kanalları ile izoleli fan coil borularının (drenaj borularının eğimlerine önem verilmelidir.) kesişme noktaları (boru eğimleri ve hava tahliye imkanı da dikkate alınarak) dikkatle kontrol edilmelidir.

Fan coil sistemlerinin genellikle taze hava alma yetenekleri yoktur. Bu nedenle taze hava santralleri, egzoz tesisatı, su soğutma kulesi, soğutma üniteleri (çiller) ve merkezi ısıtma sistemi ile birlikte bir bütün olarak düşünmek, yer seçimi, yerleşim ve projelendirme safhasında tüm sistem ünitelerinin ihtiyaç duyacağı rezervasyonlar önceden bırakılmalıdır.

Klima santralleri tarafından üflenen ve emilen taze hava için şaftlarda uygun kanal boşlukları, soğutma kulesi ve soğutma üniteleri (çiller) için çatı, teras, bahçe ya da bina altında yer ayrılması ve merkezi ısıtma sistemi için de bina altında ya da çatıda kazan dairesi planlanması gerekir.

Sistem elemanlarının normal katlarda makine dairelerinde, bina dışında kaybettirdiği alan ve her birinin ilave maliyeti hesaplanmalıdır. Tüm bunların yanı sıra özellikle yüksek yapılı konutlarda merkezi fan coil sistem tercih edildiğinde sistemi iyi bilen bir veya birkaç teknisyenin sürekli istihdam edilmesi gerekir.

Fan Coil Sistemlerde Enerji Tüketiminin Ölçülmesi ve Paylaşımı: Bölüm 6.2.3'de değinildiği gibi özellikle konut uygulamalarında mekanların kullanım zamanları ofis binaları veya işyerlerine göre

oldukça değişkendir. Bu nedenle herkesin kullandığı enerji miktarının ölçülebilmesi giderlerin paylaşımını kolaylaştıracaktır. Fan coil sistemlerinde ısıtma ve soğutma merkezi olduğundan her kullanıcı için farklı cihazlar kullanılarak sistemlerin tamamen ayrılması prensip olarak mümkün değildir. Ortak ısıtma giderlerinin paylaşımı daha kolay yapılabilirdiği halde, ortak soğutma giderlerinin paylaşımında daha büyük sorunlar yaşanmaktadır. Fan coil sistemlerinde enerji tüketiminin hassas şekilde ölçülebilmesi oldukça zor ve pahalıdır. Enerji tüketiminin ölçülmesi için su tarafına pay ölçerlerin montajı gereklidir. Bu sayede giderlerin büyük bir bölümü paylaşılacak şekilde planlanabilir. Ayrıca her dairenin girişinde ısı sayaçları ile ölçüm yapılsa bile kullanıcının harcadığı ısı enerjisine ilave olarak sistemdeki toplam ısı kayıp ve kazançlarından ortaya çıkan enerji maliyetlerinin de tüm kullanıcılara eşit şekilde paylaşılması gerekir. Bina otomasyon sistemleri ile enerji tüketiminin ölçülmesi, paylaşılması, raporlanması ile enerji tasarrufunun yapılması çok kolaylaşır (Tesisatın buna göre yapılması, işletmede balans ve kalibrasyonların periyodik olarak uygulanması kaydı ile). Hava tarafında (taze hava klima santrallerinde) ölçüm yapmak ve enerji paylaşımı mümkün değildir. Eğer hava debileri proje değerleri ile aynı ise primer hava santral sarfiyatının taze hava oranında paylaşılması ile yaklaşık bir paylaşım yapılabilir. Konut uygulamalarında kullanıcı tercihlerine göre olabildiğince bağımsız sistemler yaratılmalıdır. Kullanıcı istediği anda soğutma veya ısıtma komutlarından birini verebilmeli ve gerçekleştirebilmelidir. Bu nedenle olabildiğince 4 borulu fan coil sistemlerini tercih etmek gerekir.

Havalandırma ve Taze Hava İhtiyacı: Fan coil sistemleri çalışma prensipleri itibarıyla tam sulu sistemlerdir. Merkezi fan coil tesisatlı konut çözümlerinde taze hava kesinlikle ihmal edilmemesi gereken ve fan coil sisteminde yer alması gereken olmazsa olmaz tasarım kriteridir. Klasik fan coil sistemlerinde havalandırma yoktur. Sadece ısıtma ve soğutma yapabilir. Bu eksikliği gidermek amacıyla fan coil sistemlerinde iki uygulama geçerlidir:

- Dış hava, dış duvara yerleştirilen karışımli fan coil cihazları ile doğrudan her ünite tarafından dışarıdan alınır.
- Sisteme ayrıca taze hava (primer hava) besleyen merkezi kanallı bir havalandırma sistemi ilave edilir. Bu sisteme primer havalı fan coil sistemi adı verilir. Primer havalı fan coil tesisatları hem havalı hem sulu sistemlerdir ve başka bir grupta değerlendirilir. Bu sistemlerde taze hava santralında ön şartlandırılan taze hava istenildiğinde belirli ölçüde nemlendirme de yapılabilir. Ancak temel olarak fan coil sistemlerin, primer havalı sistem de olsa, nem kontrolü performansı düşüktür.

Hem dış duvardan hava alan karışımli sistemde hem de primer (taze) havalı sistemde her odadaki hava sirkülasyonu sadece o odaya aittir. Odalar arasında hava geçişi, dolayısıyla koku, duman vs geçişi pratik olarak yoktur. İnsan yoğunluğunun fazla olduğu (dolayısıyla (veya) taze hava oranının fazla olduğu) bazı özel yapılarda, soğutma ihtiyacının büyük bir yüzdesi klima santrallerinden verilen taze hava ile, kalan kısmı ise fan coil'ler ile karşılanabilir. (Fan coil + taze hava kombine sistem). Böylece fan coil cihazları daha kuru çalışacağından kondenser suyu debisi düşer. Isı geri kazanımı kullanıldığında enerji ekonomisi açısından daha iyi bir performans sağlanabilir.

Fan Coil Sistemlerinde Gürültü ve Ses: Konut gibi beklentisinin çok yüksek olduğu konfor tesislerinde ses istenmeyen, gürültü ise hiç istenmeyen bir unsurdur. Fan coil cihaz seçimi yaparken katalogta verilen toplam ses şiddetine (dBA) bakılması genellikle yeterli olmaz. Özellikle düşük frekanslı sesler çok rahatsız edebilir. Son dönemlerde üretilen yeni tip fan coil cihazları genelde eskilere nazaran daha şık ve daha az seslidir. Ancak ilk kullanım anındaki ses seviyesinden ziyade önemli olan cihazın birkaç yıl sonraki ses seviyesidir.

Bir cihazı satın almadan önce, yaklaşık 5 yıl veya daha uzun süre kullanılmakta olan bir tesiste görmek ve dinlemek yararlı olabilir. Bir cihazın sesi, farklı kullanım yerlerinde (arka plandaki ortamın gürültü seviyesine bağlı olarak) değişken etki yapabilir. Örneğin kaliteli bir fan coil'in sesi ofiste hissedilmez. Ancak yatak odasında aynı fan coil'in sesi gecenin sessizliğinde hissedilir, hatta rahatsız edici olabilir.

Cihazlardan kaynaklanan mekanik sesi ve hava sesini ayrı ayrı incelemek gerekebilir.

Sonradan oluşan sesi sönümlemeye çalışmak yerine, önceden:

- Doğru cihaz kapasitesi tayin edilmeli,
- Kaliteli bir marka ve ürün kullanılmalı,
- Uygulama doğru yapılmalı,
- Alınması gereken akustik önlemler ve titreşim yalıtımları titizlikle uygulanmalı,
- Periyodik bakım ve servis yapılmalıdır.

Hava kanalı uygulamalarında mümkün olduğunca düşük direnç oluşturan yuvarlak kesitli kanallar kullanılmalıdır. Esnek (flexible) hava kanalları hareket etme kabiliyetleri ve polyester iç yapıları sayesinde sesi (gürültüyü) büyük oranda sönümleyerek, daha sessiz bir iç ortam sağlanmasına önemli katkılarda bulunur. Fan coil kapasitesi belirlenirken düşük devirlere göre seçim yapılması iyi performans (sessizlik) için önemlidir. Ancak ses değerlendirmesi yapılırken çok kaliteli bir fan coil'in standart bir fan coil'e göre uzun yıllar çok daha sessiz çalışacağı unutulmamalıdır.

Fan coil uygulamalarında ses açısından bir başka önemli konu gece çalışmasıdır. Çoğu fan coil projesinde

kapasiteler yaz mevsimi ve en yüksek soğutma ihtiyacı olan saatler için hesaplanır ve bu değerlerin üzerine çoğu zaman gerçekleşmeyecek toleranslar eklenir.

Fan coil seçimleri de genellikle orta devire göre yapıldığı için fan coillerin birinci devirleri gece kapasitesinin çok üzerinde kalır ve çoğunlukla ses ve hava hareketi bakımından rahatsızlık yaratabilir.

Bu sebepten dolayı fan coil seçimlerinde gece yüklerinin de karşılanmasını sağlayacak devirlerin fan coil cihazında mevcut olması ve bu devirlerdeki kapasite ve gürültü seviyesi özellikle kontrol edilmelidir.

Fan coil sistemlerinin bağlı olduğu mekanik odalarda ki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyeleri için önlemler alınmalıdır (izolasyon, doğru yer seçimi, vb).

Fan Coil Sistemlerinde Drenaj: Fan coil cihazlarının soğutma bataryalarında çiller gruplarından soğutularak (7-12°C) gelen soğutma suyu nedeniyle eşanjör yüzey sıcaklıkları şartlandırılan iç ortam havası içindeki su buharının çığırma noktası (yoğuşma) düzeyinin altına düşmesine neden olur.

Bu nedenle soğutma esnasında fan coil cihazlarından yoğuşmuş ve soğuk iç ortam nemi drenaj hattı ile dışarı tahliye edilmesi gerekliliği ortaya çıkar. Genellikle drenaj hattında tahliye edilecek olan suyun sıcaklığı yaklaşık olarak eşanjör sıcaklığına eşit olacağından drenaj hattının kendisinde de yoğuşma riski ortaya çıkar. Sonuç olarak her fan coil için tesisattan gelen su giriş çıkış boruları ile birlikte; iyi izole edilmiş, doğru çaplandırılmış, gerekli sifon düzenlemeleri yapılmış drenaj hatlarına ihtiyaç vardır.

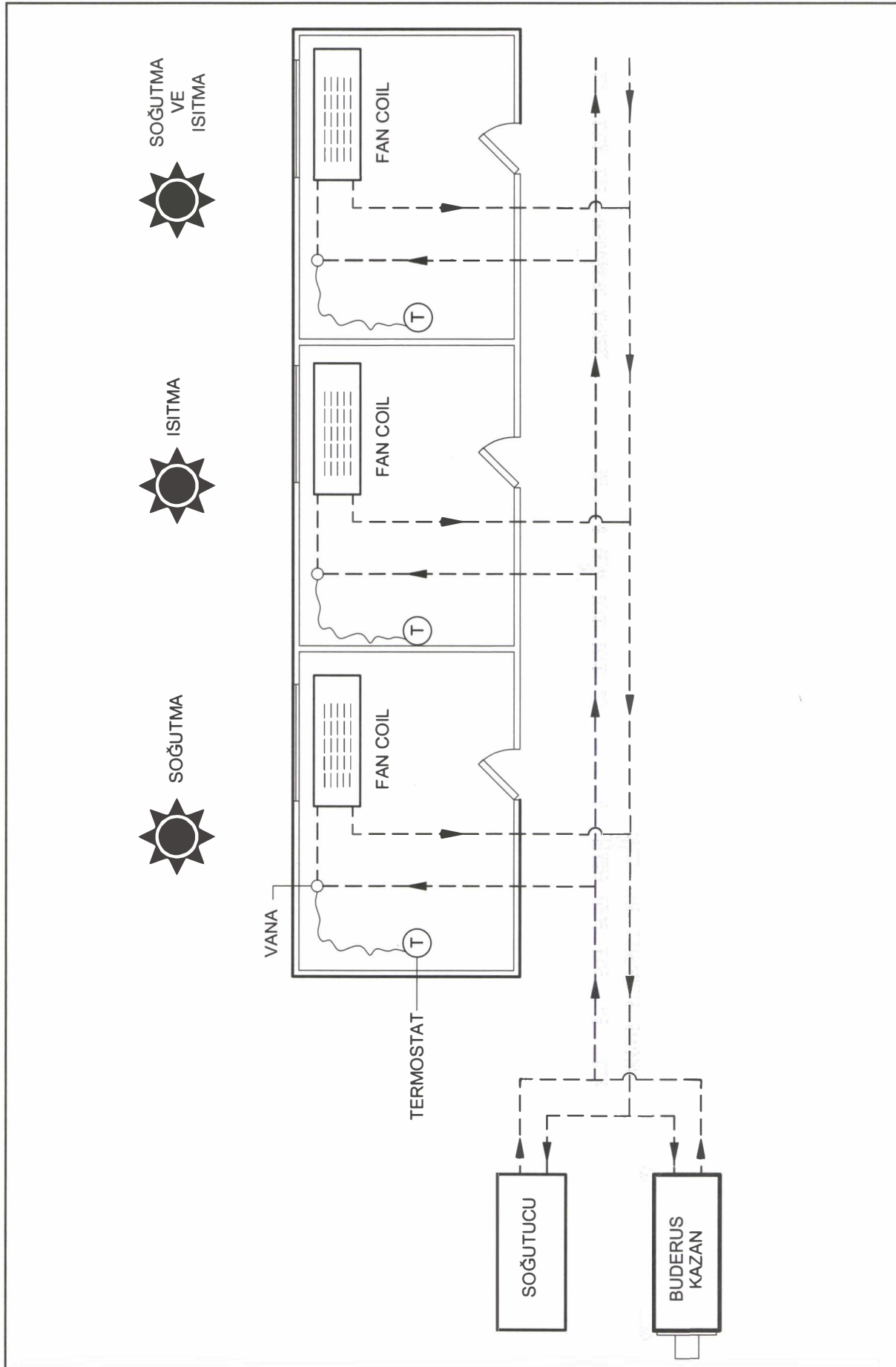
Drenaj hatlarında genelde pompa basıncı olmadığından ve drenaj suyu kendi ataleti ile tahliye edildiğinden en küçük eğim hataları, hatalı çaplandırma, izolasyon eksikleri ciddi sorunların ortaya çıkmasına neden olur.

Drenaj hatları olabilen en kısa yoldan müstakil drenaj hatlarına bağlanmalıdır.

Drenaj hatlarının rezervasyonlarının mimari proje oluşturulması esnasında belirlenmesi gerekmektedir. Eğer mimari olarak müstakil drenaj hatları tahsis edilemiyorsa pis su tesisatı ancak uygun sifon tertibatı kullanılarak tercih edilebilir. Böyle bir uygulamada özellikle kış aylarında ciddi koku riski olduğu kesinlikle unutulmamalıdır.

6.3.4.5.1. İki Borulu Fan Coil

Eğer kullanılan fan coil içinde tek serpantin varsa, kurulan sisteme iki borulu fan coil sistemi adı verilir. Sistemde dağıtım ve toplama yapan iki boru dolaşır. Her fan coil cihazına bir dağıtma borusu, bir toplama borusu bağlanır. Bu durumda bütün sistemde ya soğuk su ya da sıcak su dolaştırılabilir (Şekil 6.126). Yalnızca iki borulu fan coil sistemler ile çözülen projelerde ısıtma için ayrı bir merkezi ısıtma sistemi, soğutma için ayrı bir su soğutma grubu (çiller), soğutma kulesi



Şekil 6.126. İKİ BORULU FAN COIL SİSTEMİ

ve taze hava için klima santrali bulunur. Bu tür sistemlerde soğutma ve ısıtma fan coil bataryalarına merkezi sistemden gelen soğuk ya da sıcak su üzerindeki ısı enerjisi fan coil'lerin fanları vasıtasıyla iç ortama nakledilir. Enerji su ile taşınsa dahi, soğutma ve ısıtma işlemleri hava yardımı ile yapılır. Dolayısıyla bütün sistemde aynı anda ya ısıtma ya da soğutma yapılabilecektir. Bu sistemde tüm fan coil'ler ya soğutma ya da ısıtma konumunda çalışır. Örneğin tüm sistem soğutmada çalışırken kullanıcılardan herhangi birisi genel tercihinden farklı olarak fan coil ünitesini ısıtma konumuna alırsa bu komutu gerçekleştiremez.

İki Borulu Fan Coil Uygulamalarında Isıtma/Soğutma Konforu: İki borulu fan coil sisteminde ısıtma veya soğutma işlemi hava yoluyla gerçekleşir. İki borulu fan coil'lerin döşeme veya tavan tipi yapılmasında sistemin ısıtma veya soğutma öncelikli olması ve mevsimsel iklim şartları büyük önem taşır. "Soğuyan hava çöker, ısınan hava yükselir" temel prensipleri çerçevesinde fan coil için en ideal yer tespit edilmelidir. Hava üflenerek ısıtma yapılan sistemlerde; ısıtıcı yüzeyler açıkta olmadığından, odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ile oda sıcaklığının ortalaması hissedilen sıcaklık olur.

Radyatörle ısıtma ile aynı ısı konforu sağlamak için oda sıcaklığını yaklaşık 1°C artırmak gerekir. Oda sıcaklığının 1°C arttırılması için %10 daha fazla enerji tüketmek gerekir. Oda sıcaklığının artması, az da olsa nemlendirme ihtiyacını ve yakıt tüketimini artırır.

Fan coil kapasiteleri genellikle soğutmaya göre seçildiği için, ısıtma kapasiteleri ihtiyaçtan çok fazladır. Bu nedenle ısıtma mevsiminde fan coil cihazlarına düşük sıcaklıkta su gönderilir. Bununla da kazanlar daha yüksek yıllık verimle çalışır.

a. Döşeme Tipi Fan Coil Kullanılırsa

Yerdeki fan coil'in filtresinin temizlenmesi, servis ve bakımının yapılması daha kolaydır. Ancak yer seviyesinde toz miktarı daha fazla olduğu için yerdeki sistemler daha sık servis, bakım ve filtre temizliği ihtiyacı duyar.

- **Isıtma:** Fan coiller cam önüne monte edilmelidir. Sıcak hava ortama aşağıdan (camın altından) yukarıya doğru verildiğinde en iyi konfor alınır. Aksi halde pencere camı yüzeyinde soğuyan hava zemin bölgesine iner ve yerde rahatsız edici soğuk hava akımı oluşabilir. Dizayn şartlarındaki dış hava ve iç ortam sıcaklık farkı 20°C ve üzerinde ise; cam yüzeylerinin aşağıdan ısıtılması soğuk yüzey etkisini azaltacak ve ısı konforu artıracaktır.
- **Soğutma:** Soğutulmuş hava, ortamdaki havaya göre daha ağırdır. Soğutulmuş hava parapet altından üflenirse, daha ağır olan havayı yukarıya daha yüksek hızla üfleme gerekir. Hava sesi (gürültü) daha fazla olur ve cama yakın oturan insanlar soğuk hava akımından rahatsız olabilir (Yönlendirilebilir menfezler kullanılmalıdır.).

Termal konforu etkileyen bir diğer faktör de ortamdaki hava hızıdır. Sıcaklığa bağlı olarak ortamda 0,1m/s hava hızının altında kalınmalıdır. Aksi halde türbülans ve rahatsız edici hava hareketleri oluşabilir. Soğutma öncelikli yörelerde (Antalya, İzmir vb) ise ısı konfor yönünden yukarıda olması daha uygun olmakla birlikte, servis bakımının yukarıdaki cihaza yapılmasının daha zor olacağı ve diğer faktörler de dikkate alınarak karar verilmelidir.

b. Gizli Tavan / Tavan Tipi Fan Coil Kullanılırsa

- **Isıtma:** Sıcak hava yukarıdan üflenir. Hafif olan sıcak havayı aşağıya daha yüksek hızlarda üfleme gerekir. Cam yüzeyinde soğuyan havanın bir kısmı yere inebilir. Sıcak hava yüksek hızlarda üflendiği için ses seviyesi yüksektir. (Fan daha yüksek devirli çalıştırılır) Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmalıdır.

- **Soğutma:** Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir. Soğutulmuş hava ortama yukarıdan (tavandan) üflendiğinde en iyi konfor alınır. Soğutulmuş hava, ortamdaki havaya göre daha ağırdır. Menfezden çıktıktan sonra oda havasına karışır, yukarıda toplanmış ısıyı alır ve ortamda mükemmel konfor sağlar. Doğal sirkülasyon kullanıldığı için hava hızları düşüktür ve ses - gürültü oluşmaz.

Sonuç olarak en ideal konfor açısından ısıtmanın aşağıdan, soğutmanın yukarıdan yapılması gerekir. Fan coil tercihi yapılarak çözülmüş projelerde bunu sağlamanın en doğru yolu sonraki bölümde ayrıntılı olarak anlatılan iki borulu fan coil ve statik ısıtma sistemini kurmaktır.

6.3.4.5.2. İki Borulu Fan Coil ve Statik Isıtma

İdeal konfor şartlarının sağlanması için ısıtmanın radyatörlerle statik olarak alt kottan pencere önlerinden, soğutma ve havalandırmanın ise üst kottan yapılması gerekir. Bu sistemde yine diğer iki ve dört borulu fan coil sistemleri gibi soğutma grupları (çiller), (eğer gerek varsa) soğutma kulesi, merkezi ısıtma sistemi mevcuttur. En önemli fark ısıtma ve soğutma devresinin birbirinden tamamen ayrılmış olmasıdır. Bu sayede soğutma kapı üstlerinden menfezler yardımı ile üflenerek ve fan coiller koridorlara yerleştirilir. Radyatörler ise cam önlerine monte edilir.

Cam önlerinden radyatörler ile statik ısıtma yapılarak, fan coil'lerle düşük hızda üst kottan soğutma yapılırsa;

- Hava hareketi, ses ve gürültü oluşmaz.
- Daha konforlu bir ortam sağlanır.
- Egzoz menfezinden by pass riski yoktur.
- Tavanda biriken ısıdan yararlanılır.%20 oranında taze hava ısıtılmadan ortama verilebilir. Enerji tasarrufu sağlanır.
- Taze hava ortamdaki hava ile ideal bir şekilde karışır.
- Uniform sıcaklık dağılımı sağlanır.

Ancak fan coil'lerin tavanda (veya tavan arasında) olmasından dolayı cihazlardan hava kanalları ve izolasyonlardan, soğuk drenaj boruları, boru eğimleri ve izolasyon kalınlıkları, enerji besleme kabloları, egzoz tesisatı ve taze hava kanallarından dolayı ciddi oranda tavan arasında boşluklara (250 - 500mm) ihtiyaç vardır.

Tavan tipi fan coil'lere müdahale etmek için, müdahale kapaklarına ihtiyaç vardır.

Teknisyenin servis verebilmesi için müdahale kapaklarının boyutları, cihaz boyutlarından büyük olmalıdır. Kapak detayı bu anlamda dekorasyonu zorlaştırmaktadır.

Asma tavan içinde en az yüksekliğe ihtiyaç gösteren sistem, mekanı kullanan kişilere avantaj sağlar. Oda yüksekliğinin daha fazla olması konfor ve ferahlık hissi verecektir.

İki Borulu Fan Coil + Statik Isıtma Uygulama Örneği: Kanyon Residence

Kanyon'da normal katlar konut olarak kullanılmaktadır. Normal katlar primer taze havalı 2 borulu fan coil ve statik ısıtma sistemi ile ısıtılıp soğutulmaktadır. Çevrede pencere önlerine radyatörler yerleştirilmiştir. Bu radyatörler termostatik vana donanımlı olup, kışın dış cepheden olan temel ısıtma yükünü karşılamaktadırlar. Bu cihazlar sadece ısıtma yapmakta ve camdan olan soğuk hava akımını önlemektedirler.

Fan coil'ler gizli tavan tipi olup, asma tavan içine yerleştirilmişlerdir. Hacimlerin ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Fan coil'ler salonda havayı iç ortamdan emip, alından üfleemektedirler. Sistemin taze hava ihtiyacı kanallarla ortama taşınmakta ve salonda hava pencerelere kadar taşınmakta ve çevre boyunca lineer menfezlerden üflenmektedir.



Şekil 6.127. Kanyon Residence İKİ BORULU FAN COIL + STATİK ISITMA

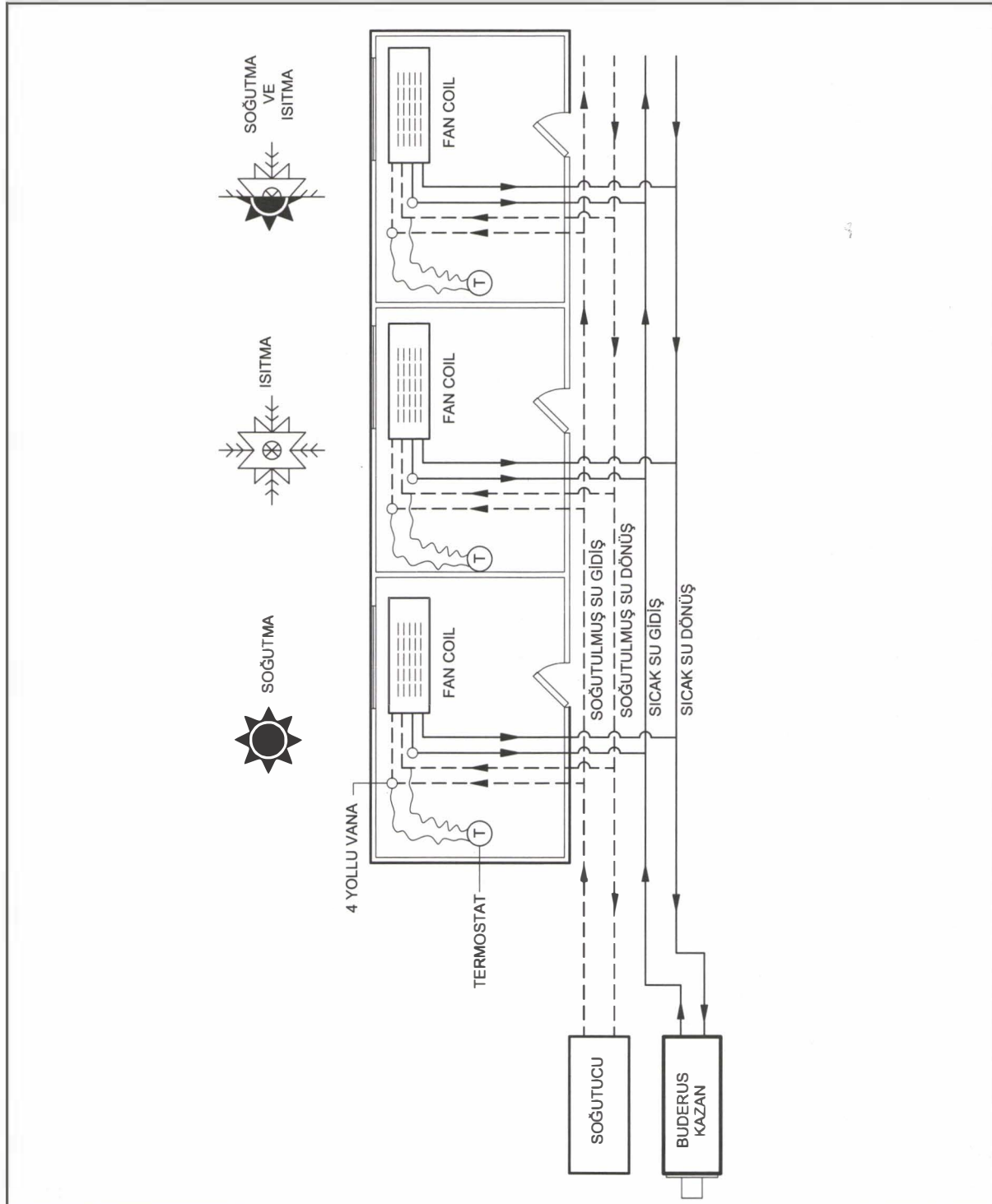
260

6.3.4.5.3. Dört Borulu Fan Coil

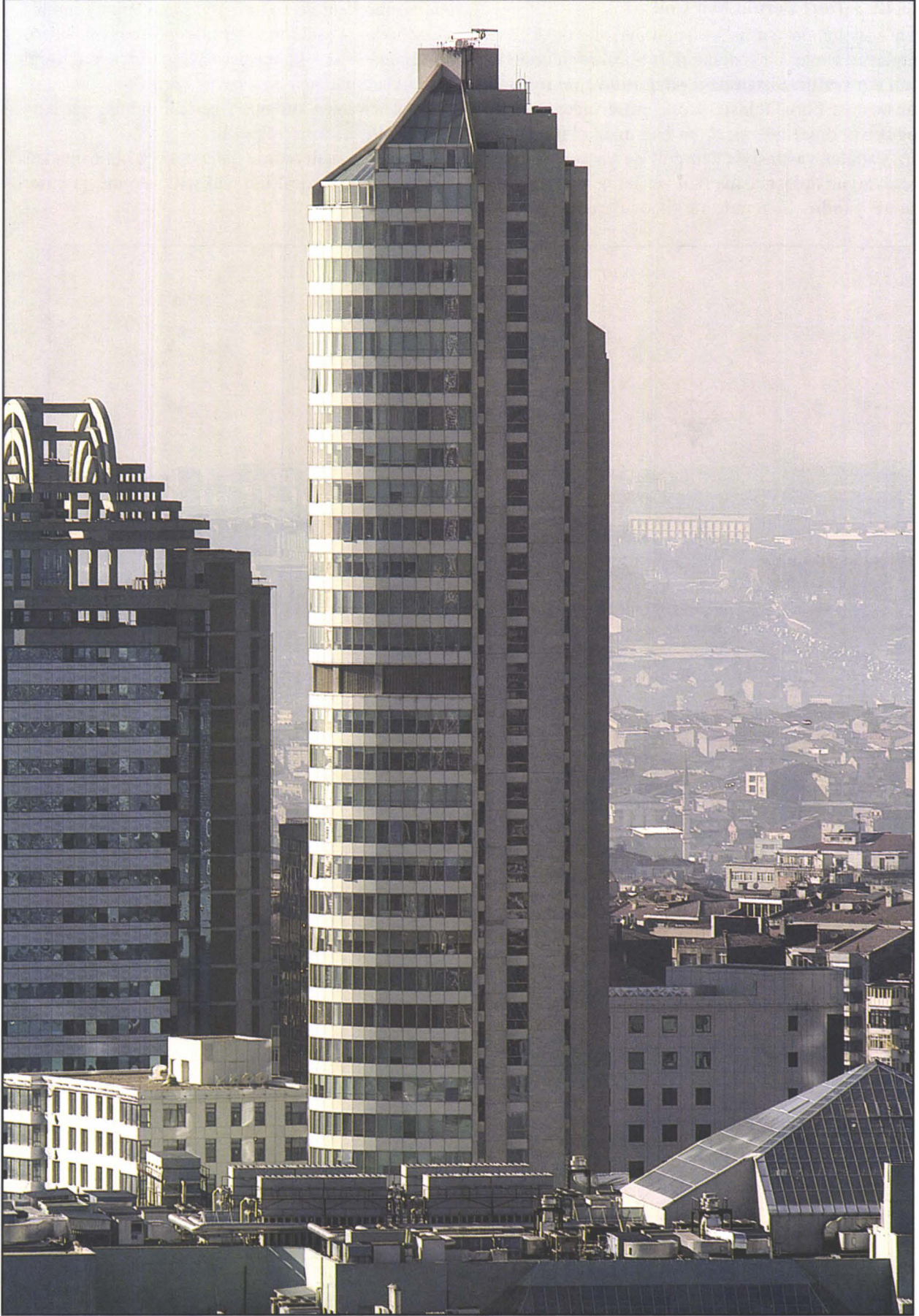
Fan coil içinde ısıtma ve soğutma olarak iki ayrı serpantin varsa bu sisteme dört borulu fan coil sistemi adı verilir. Sistemde iki dağıtım ve iki toplama yapan dört boru dolaşır. Boru çiftlerinden birinde soğuk su, diğerinde sıcak su bağımsız olarak dolaşır. Vanalar vasıtasıyla fan coil'de ya soğuk ya da sıcak suyun dolaşmasına izin verilerek ısıtma ve soğutma yapılır. Sistemde farklı odalarda aynı anda

hem ısıtma hem de soğutma yapmak mümkündür.

- Özellikle geçiş dönemlerinde mükemmel konfor sağlanır. Yaz - kış geçişi oldukça kolaydır. Değişikliklere oldukça hızlı cevap verir.
- Kontrol vanası kullanımı gerekli olduğu için kontrol maliyeti daha yüksektir.
- İlk yatırım maliyetinin daha yüksek olmasına karşın işletme verimliliği yüksek, işletme giderleri düşüktür.



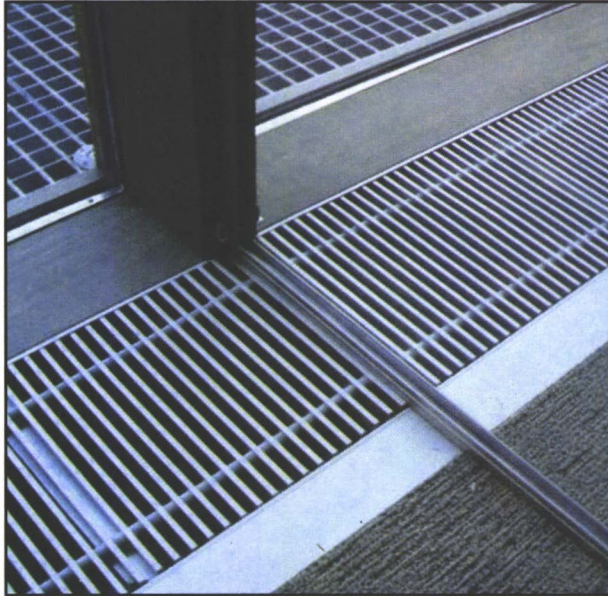
Şekil 6.129. 4 BORULU FAN COIL SİSTEMİ



Şekil 6.130. Elit Residence DÖRT BORULU FAN COIL + STATİK ISITMA

Dört Borulu Fan Coil Uygulama Örneği: Elit Residence (Şekil 6.130)

- Elit Plaza zemin, 32 normal kat, iki ara tesisat katı ve 5 adet bodrum kattan meydana gelmiştir.
- 3, 4 ve 5. bodrumlarda garaj, depo ve tesisat hacimleri bulunmaktadır.
- Normal katlar konut olarak kullanılmaktadır.
- Normal katlar primer taze havalı 4 borulu fan coil sistemi ile klimatize edilmektedir. Çevrede pencere önlerine bakır boru alüminyum kanatlı konvektörler (Şekil 6.131) konulmuştur. Termostatik vana donanımlı olan konvektörler kışın dış cepheden olan temel ısıtma yükünü karşılamaktadır.
- Yapının aneks bölümünde bulunan restoran, mutfak, fitness center, kapalı yüzme havuzu gibi bölümler bağımsız tam havalı klima sistemleriyle veya primer havalı fan coil sistemiyle klimatize edilmektedir.
- Primer hava santralleri hariç bütün klima santralleri ekonomi çevrimi yapabilecek şekilde projelendirilmiştir. Dört borulu fan coil sistemine ait akım şeması dört pafta halinde Şekil 6.132, 133, 134 ve 135'te verilmiştir. Tesisat merkezi 5. bodrum kattadır. Tesisat merkezindeki ısıtma akım şeması Şekil 6.132'de görülmektedir. İki adet sıcak su kazanından üretilen 80/60°C sıcaklıktaki sıcak su dağıtım kolektörüne ulaşmaktadır. Buradaki sirkülasyon pompalarıyla sıcak su 2. tesisat katı dağıtım kolektörüne, klima santrallerine, aneks alanlarındaki fan coil, ısıtıcı ve santrallere beslenmektedir. Suyun kazanlara dönüşü, toplama kolektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır.
- 2. tesisat katındaki sıcak su akım şeması Şekil 6.133'te görülmektedir. Buradaki dağıtım kolektöründen 80/60°C sıcak su yine klima santrallerine, boylere ve ara zon ısıtma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon ısıtma



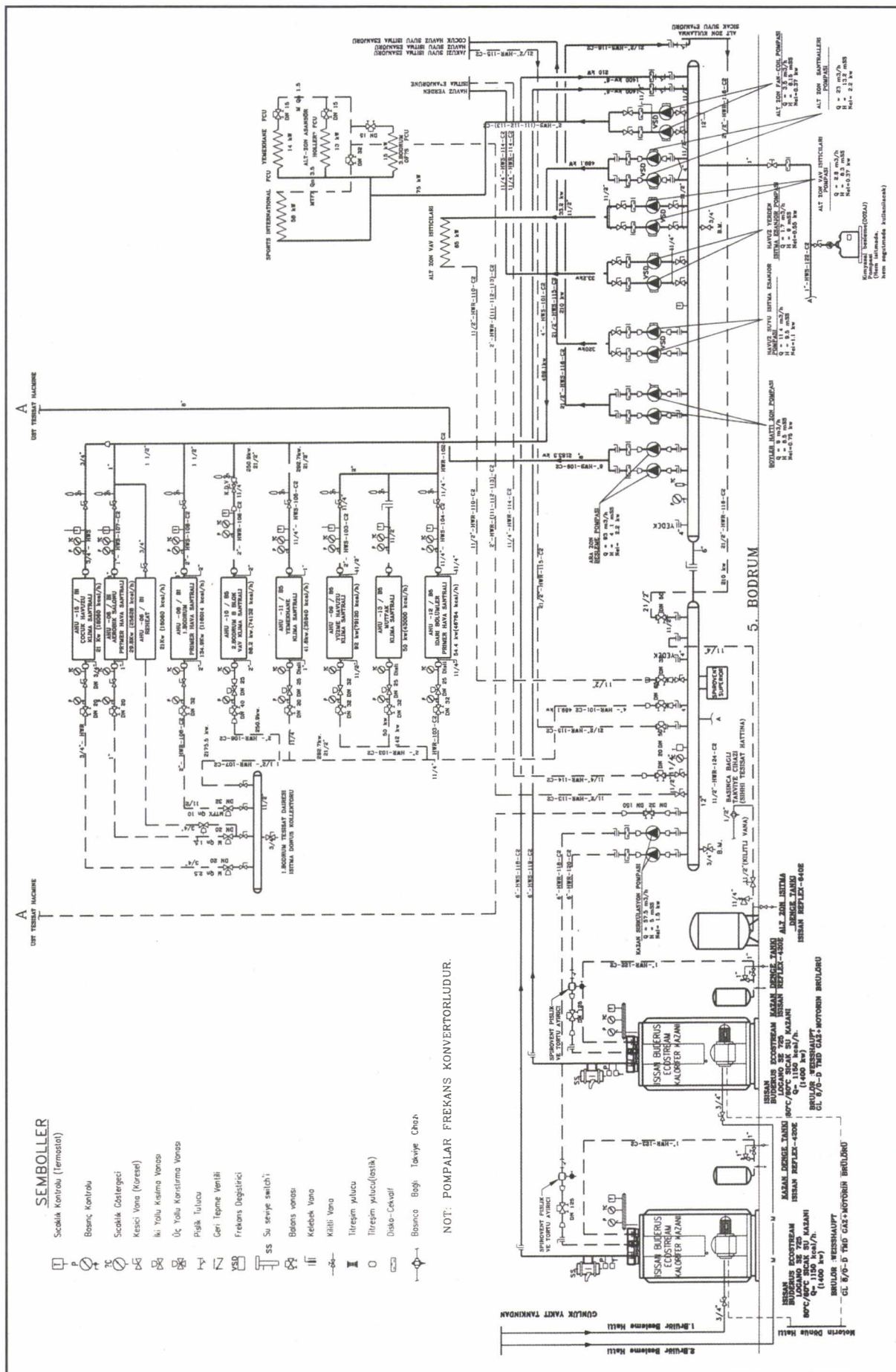
Şekil 6.131. CAM ÖNÜ KONVEKTÖR UYGULAMASI

eşanjöründe elde edilen 75/55°C sıcak su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla, ara zon fan coil devrelerine ve üst zon kolektörüne basılmaktadır. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kolektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Benzer şekilde üst zon kolektöründen su boylere devresine ve üst zon ısıtma eşanjörüne dağıtılmakta ve toplanmaktadır. Bu eşanjörde elde edilen 70/50°C sıcak su ise üst zon Fan coillerine ve çatıdaki primer hava santraline beslenmektedir. Böylece sistemde üç düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki ısıtma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Alt, ara ve üst zonlarda su sıcaklığı her kademedede 5°C azalmaktadır. Aynı sistemin soğuk su şeması ise paralel paftalar halinde Şekil 6.134 ve 135'te verilmiştir. 5. bodrum kattaki tesisat merkezindeki soğutma akım şeması Şekil 6.134'te görülmektedir. Açık havada konuşlanmış iki adet hava soğutmalı soğutma grubunda üretilen 6/11°C sıcaklıktaki soğuk su dağıtım kolektörüne ulaşmaktadır.

Buradaki sirkülasyon pompalarıyla soğuk su 2. tesisat katı dağıtım kolektörüne, klima santrallerine, aneks alanlarındaki fan coil ve santrallere beslenmektedir. Suyun soğutma gruplarına dönüşü toplama kolektöründeki primer pompalar yardımı ile olmaktadır. Ara zon besleme pompaları ve soğutma gruplarına su basan dönüş pompaları döşeme tipi pompalardır. 2. tesisat katındaki soğuk su akım şeması Şekil 6.135'te görülmektedir. Buradaki dağıtım kolektöründen 6/11°C soğuk su yine klima santrallerine ve ara zon soğutma eşanjörüne beslenmektedir. Ara zon soğutma eşanjöründe elde edilen 7/12°C soğuk su ise kendi sirkülasyon pompalarıyla, ara zon fan coil devrelerine ve üst zon kolektörüne basılmaktadır. Suyun eşanjöre dönüşü yine toplama kolektöründeki pompa yardımıyla olmaktadır. Benzer şekilde üst zon kolektöründen su üst zon soğutma eşanjörüne ve primer hava santraline dağıtılmakta ve toplanmaktadır.

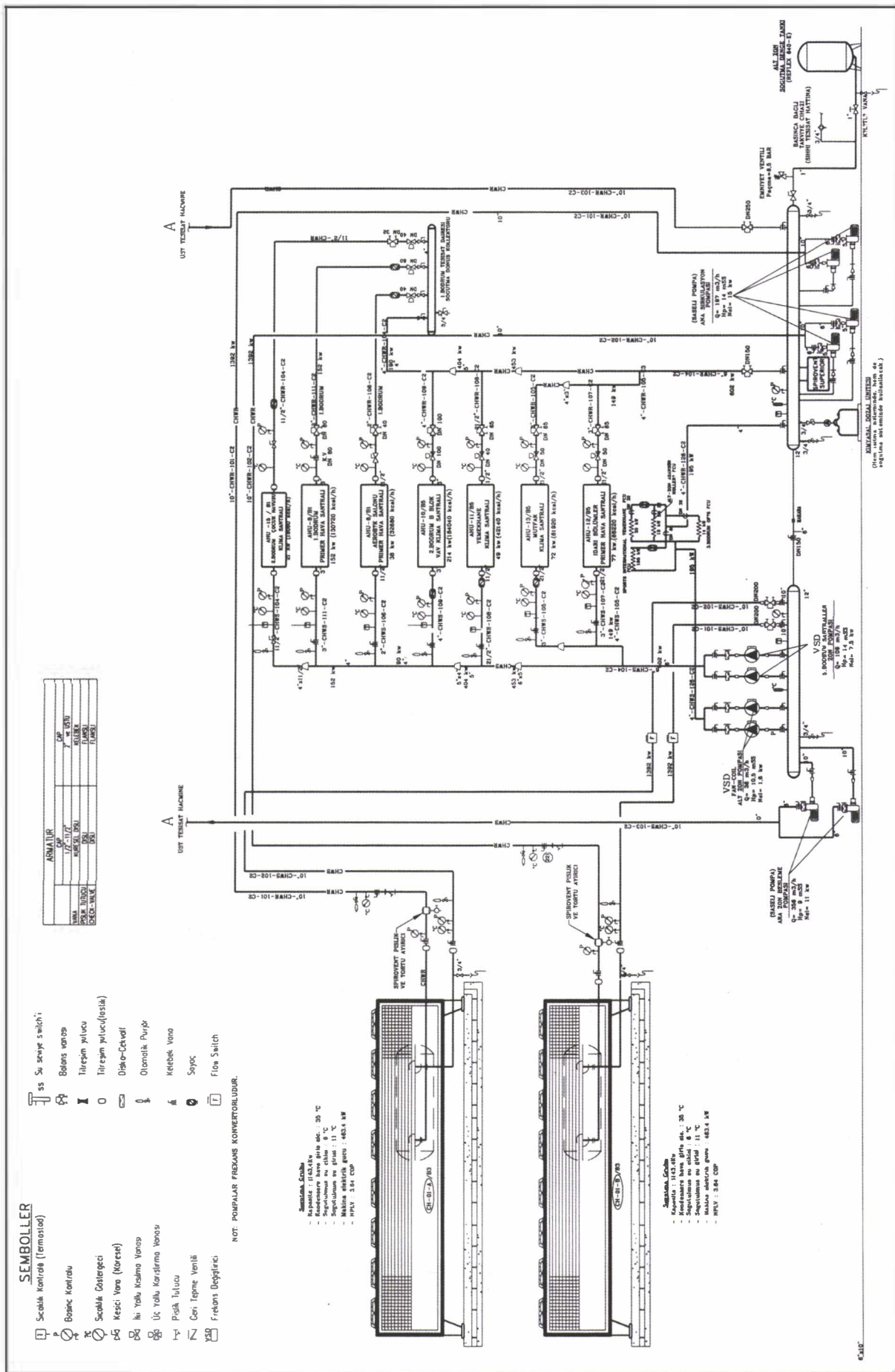
Bu eşanjörde elde edilen 8/13°C sıcak su ise üst zon Fan coil'lerine ve çatıdaki primer hava santraline beslenmektedir. Böylece sistemde sıcak suya paralel olarak üç düşey basınç zonu oluşturulmuştur. Zonlar arası ilişki soğutma eşanjörleri ile sağlanmaktadır. Alt, ara ve üst zonlarda su sıcaklığı her kademedede 1°C artmaktadır.

Şekil 6.136'da normal kat planında boru tesisatı görülmektedir. Bütün çevre boyunca cam dibine konvektörler yerleştirilmiştir. Bu cihazlar sadece ısıtma yapmakta ve camdan olan soğuk hava akımını önlemektedir. Fan coil'ler tavan tipi olup, asma tavan içine yerleştirilmiştir. Hacimlerin ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Fan coil'ler salonda havayı iç bölgelerden emip, çevre zonuna doğru üfleme yapmaktadır. Diğer odalarda ise koridor bölgesindeki cihazlar havayı aynı cepheden emip üfleme yapmaktadır. Şekil 6.137'de normal kat planında kanal tesisatı görülmektedir. Sistemin taze hava ihtiyacı kanallarla ortama taşınmakta ve çevre boyunca difüzörlerden üflenmektedir. Diğer hacimlerde ise hava koridor tarafından menfezlerle odaya verilmektedir.

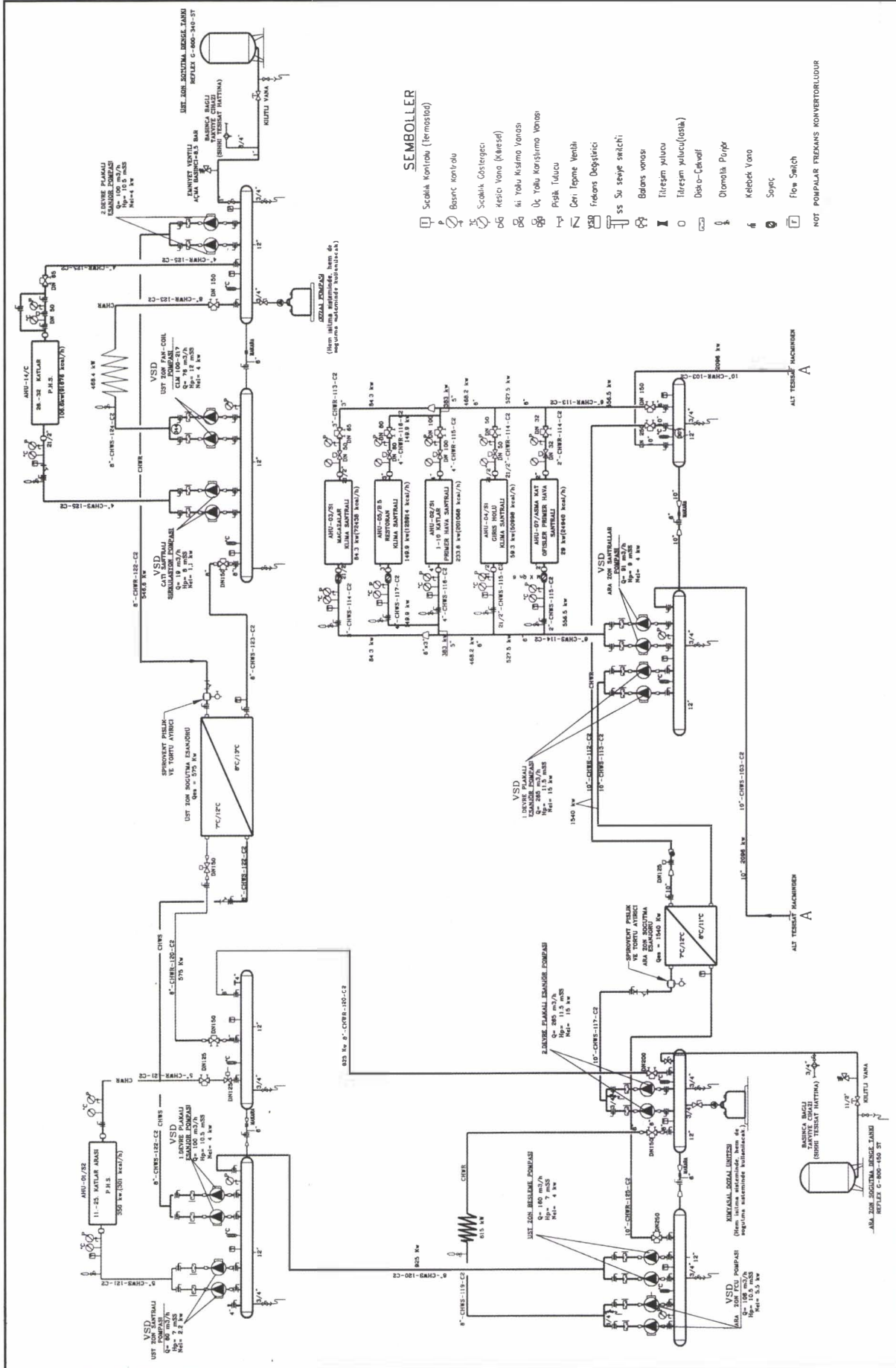


Şekil 6.132. Elit Residence ISITMA AKIM ŞEMASI – 5. BODRUM KAT



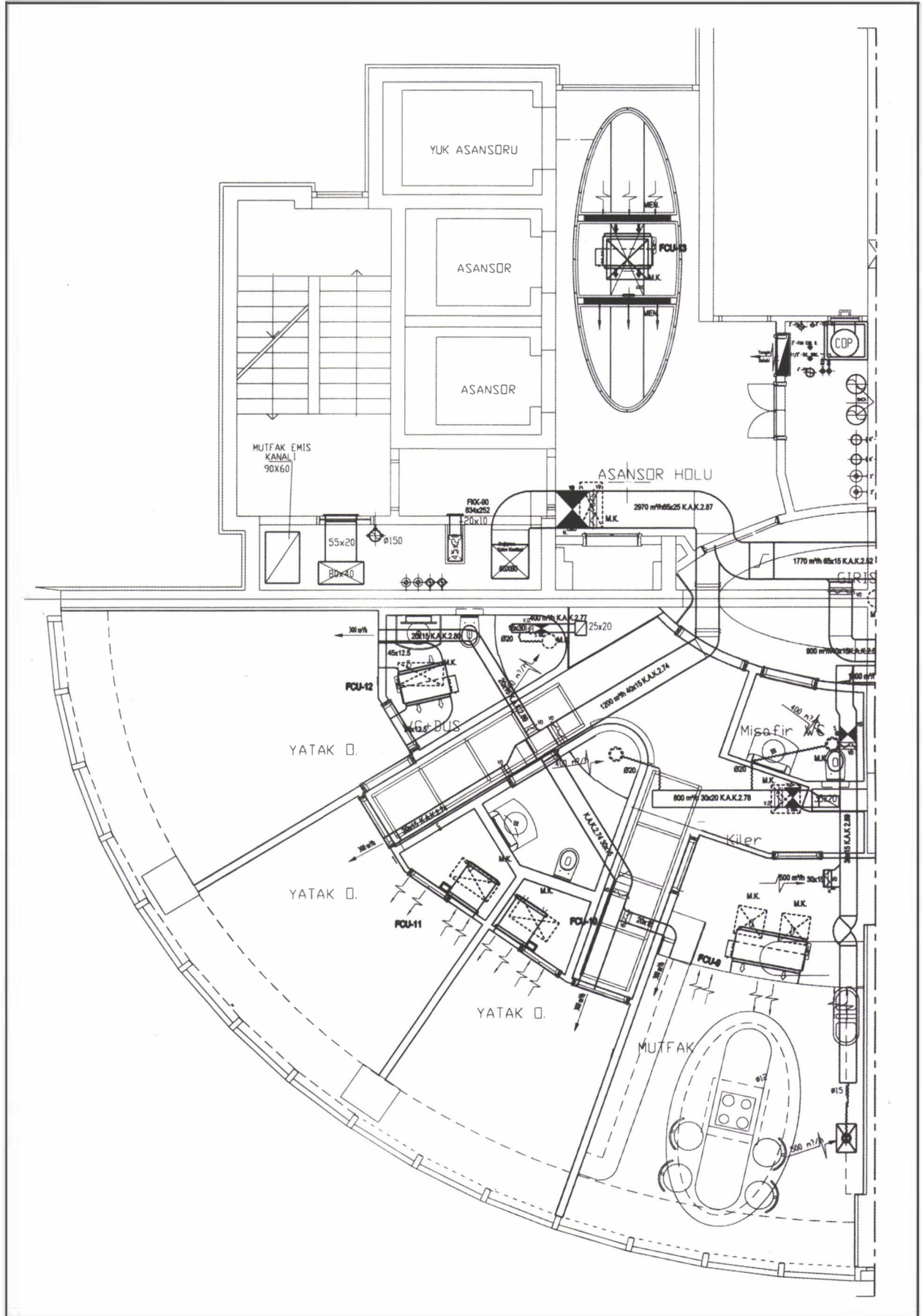


Şekil 6.134. Elit Residence SOĞUTMA AKIM ŞEMASI – 5. BODRUM KAT



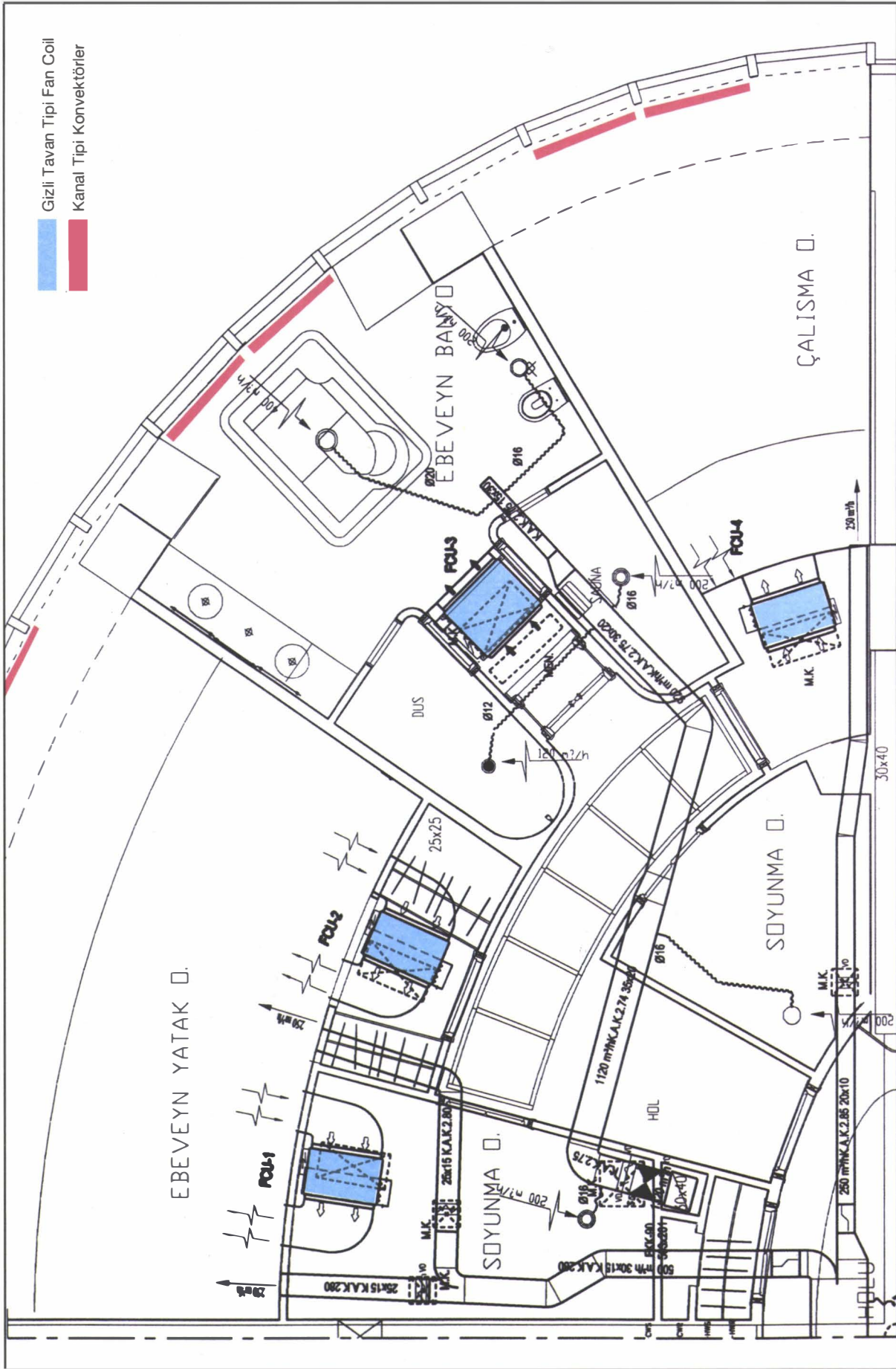
268

269



Şekil 6.137A. Elit Residence HAVALANDIRMA TESİSATI KAT PLANI

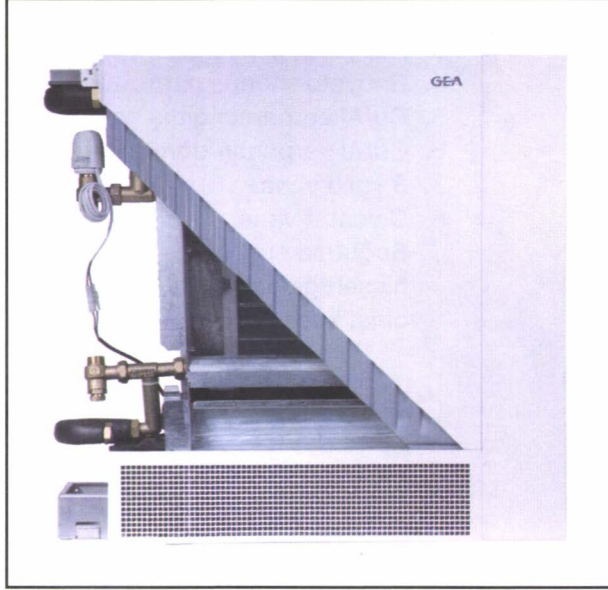
271



Şekil 6.138. Elit Residence HAVALANDIRMA TESİSATI KAT PLANI - DETAY

6.3.4.5.4. Isıtıcı Yüzeyli Fan Coil (Kombine Sistem)

Klasik fan coil ürünlerine alternatif olarak üretilen bu tip cihazlarda iki borulu fan coil sisteminin yanında kasa içerisine entegre edilmiş özel panel radyatör bulunmaktadır (Şekil 6.139). Isıtma rejiminde devreye giren panel radyatör ile statik ısıtma yapılırken mekanda tam sessizlik de sağlanmış olur.

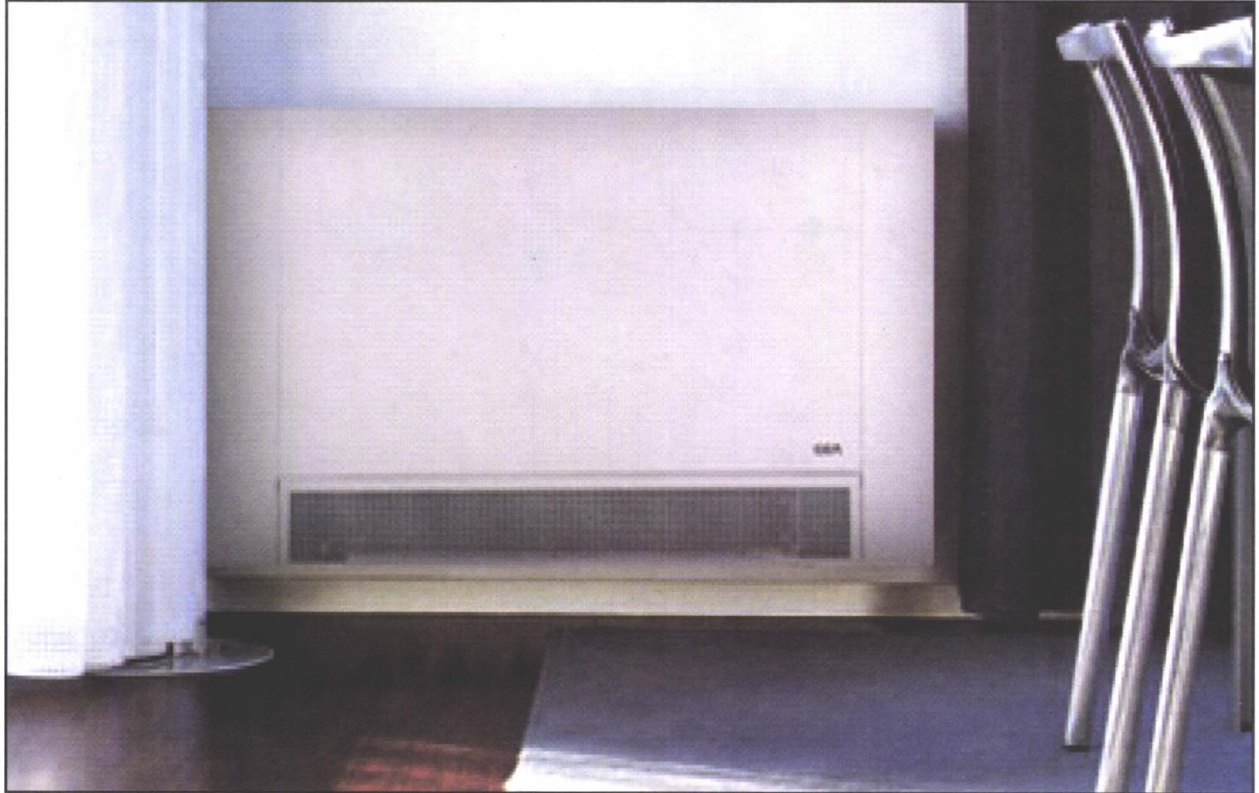


Şekil 6.139. ISITICI YÜZEYLİ FAN COIL (KOMBİNE SİSTEM)

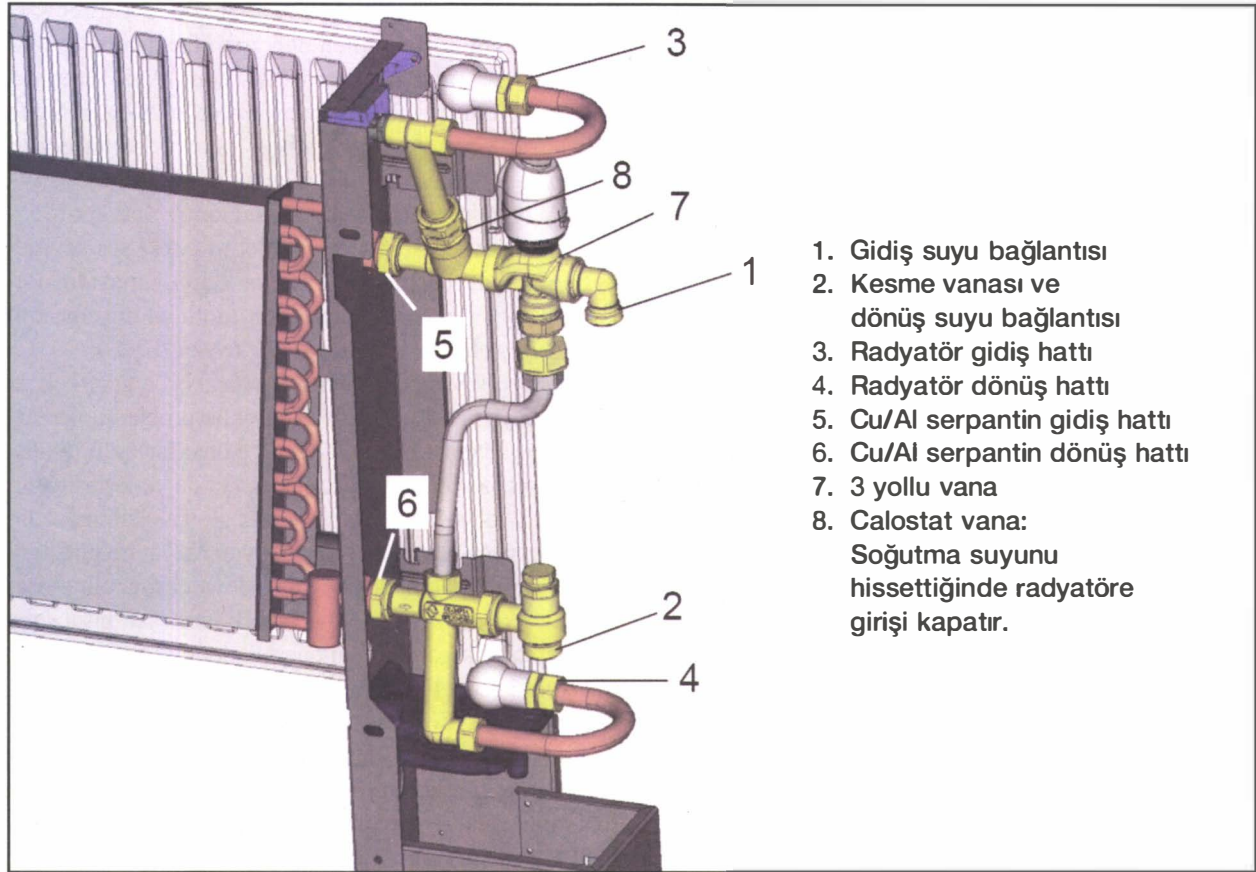
Fan, sadece ani ısıtma ihtiyacı varsa devreye girer. Ortam sıcaklığının set edilen değerden farkına bağlı olarak fan devri otomatik olarak ayarlanır. Ani ısıtma yapılarak ortam sıcaklığı istenen seviyeye yükseldiğinde fan durur ve radyatörle statik ısıtmaya devam edilir. Fanın sadece gerekli durumlarda devreye girmesiyle büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlanır. Statik ısıtmanın bir diğer avantajı ise fan işletimindeki ses seviyelerine ve hava akımlarına maruz kalınmamasıdır. Isıtıcı yüzeyli fan coil cihazlarının mutlaka döşeme tipi ve kabinli olması gerekmektedir (Şekil 6.140).

İnce yapısı sayesinde standart bir fan coil'e göre çok az yer kaplayan bu tip cihazlar yükseklik problemi olan asma tavan uygulamalarında tercih edilen bir ürün olmuştur. Kasetsiz seçildiğinde kaj arkasına da yerleştirilebilir. Soğutma ihtiyacı yine fan yardımı ile karşılanmaktadır. Özel bir vana sayesinde soğuk suyun radyatöre girişi engellenmektedir, dolayısı ile yüzeyde yoğunlaşma olma riski yoktur. Yapısı itibarı ile son derece ince olan bu tür fan coil'ler estetik görünümün önemli olduğu ve yüksek ısıtma konforunun istendiği mekanlarda tercih edilmektedir. Cihaz üstüne veya duvara monteli seçilebilen kontrol panelinin fonksiyonları arasında otomatik fan ve sıcaklık ayarı, grup cihaz kontrolü ve gece işletim seçim imkanı bulunmaktadır. Filtre kirlilik uyarısı da veren kontrol panelleri çalışma durumunu gösteren ikaz lambaları ile muhtemel bir arıza durumunu anında bildirirler.

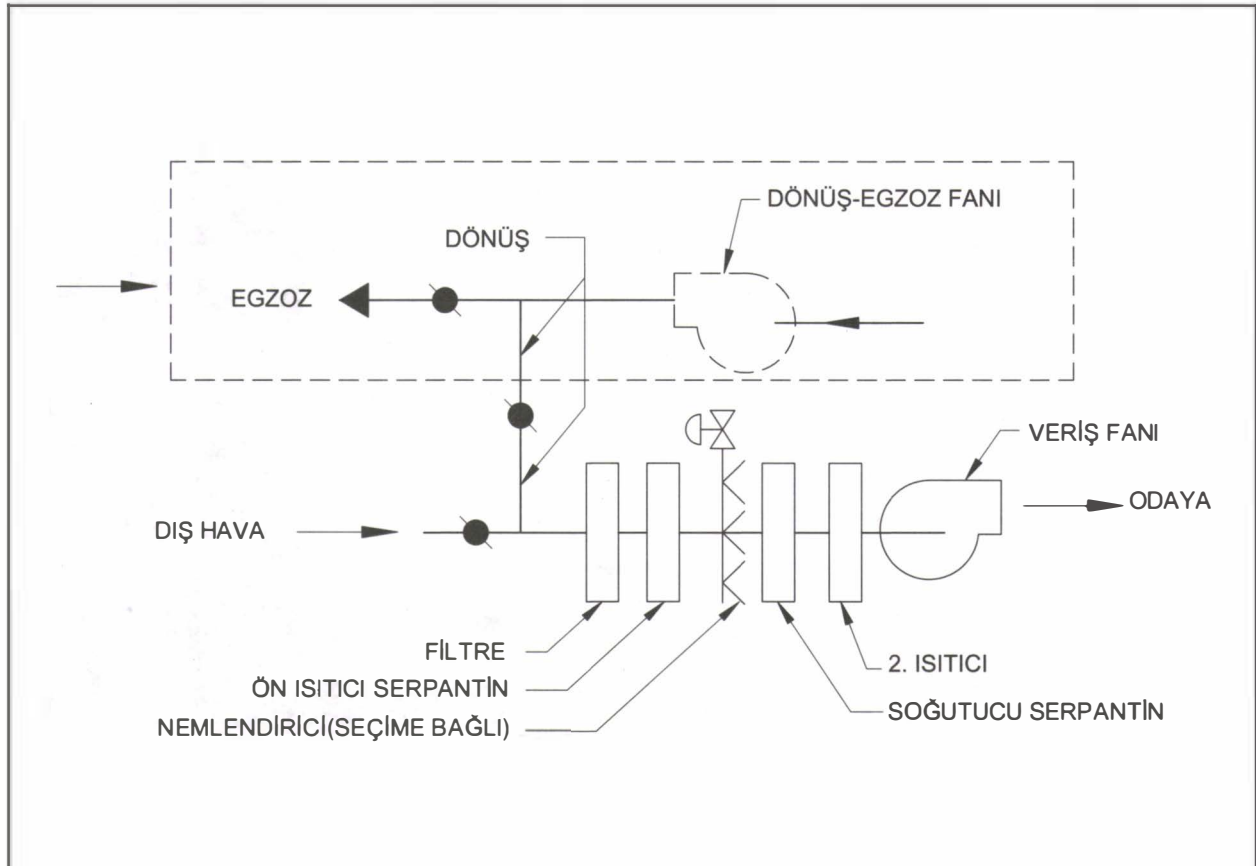
Radyatörlü ve üç yollu vanalı cihaz bağlantı detayı Şekil 6.141'de verilmiştir.



Şekil 6.140. ISITICI YÜZEYLİ FAN COIL UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.141. ISITICI YÜZEYLİ FAN COIL UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 6.142. KAT KLİMA SANTRALİ PRENSİP ŞEMASI

6.3.4.6. Kat Klima Santrali Sistemi

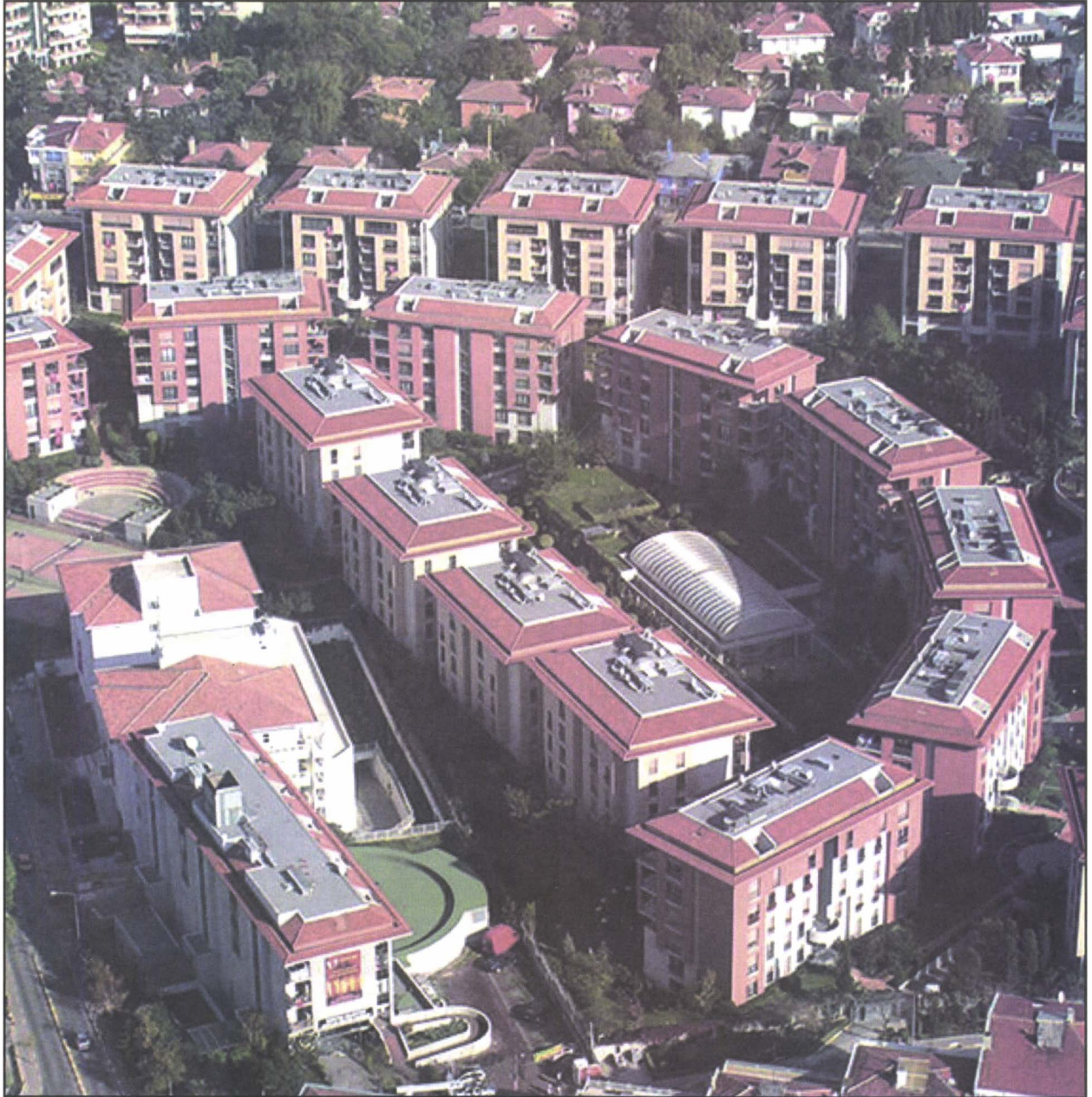
Isı transfer akışkanı olarak havanın kullanıldığı sistemlerdir (Şekil 6.142). Bu sistemler de prensip olarak havalı+sulu sistemler grubundadır. Her katta hatta her dairede ayrı bir kat klima santrali mevcuttur. Diğer HVAC ekipmanları ise (soğutma grupları (çiller) ve ısıtma sistemi ekipmanları) merkezi olarak yerleştirilmiştir. Soğutma işlemi gerçekleştirilirken soğutma gruplarında soğutulmuş su kat klima santralindeki soğutma bataryasına pompalar vasıtasıyla gönderilir. Kat klima santralinin içindeki fan ortam havası ve şaftlardan direkt olarak alınan taze havayı karıştırarak filtre eder, soğutur ve iç ortama üfler. Isıtma çevriminde ise merkezi ısıtma sisteminden santraldeki sıcak su bataryasına gönderilir, soğutma çevriminde olduğu gibi kat klima santralinin içindeki fan ortam havası

ve şaftlardan direkt olarak alınan taze havayı karıştırarak filtre eder, ısıtır ve iç ortama üfler.

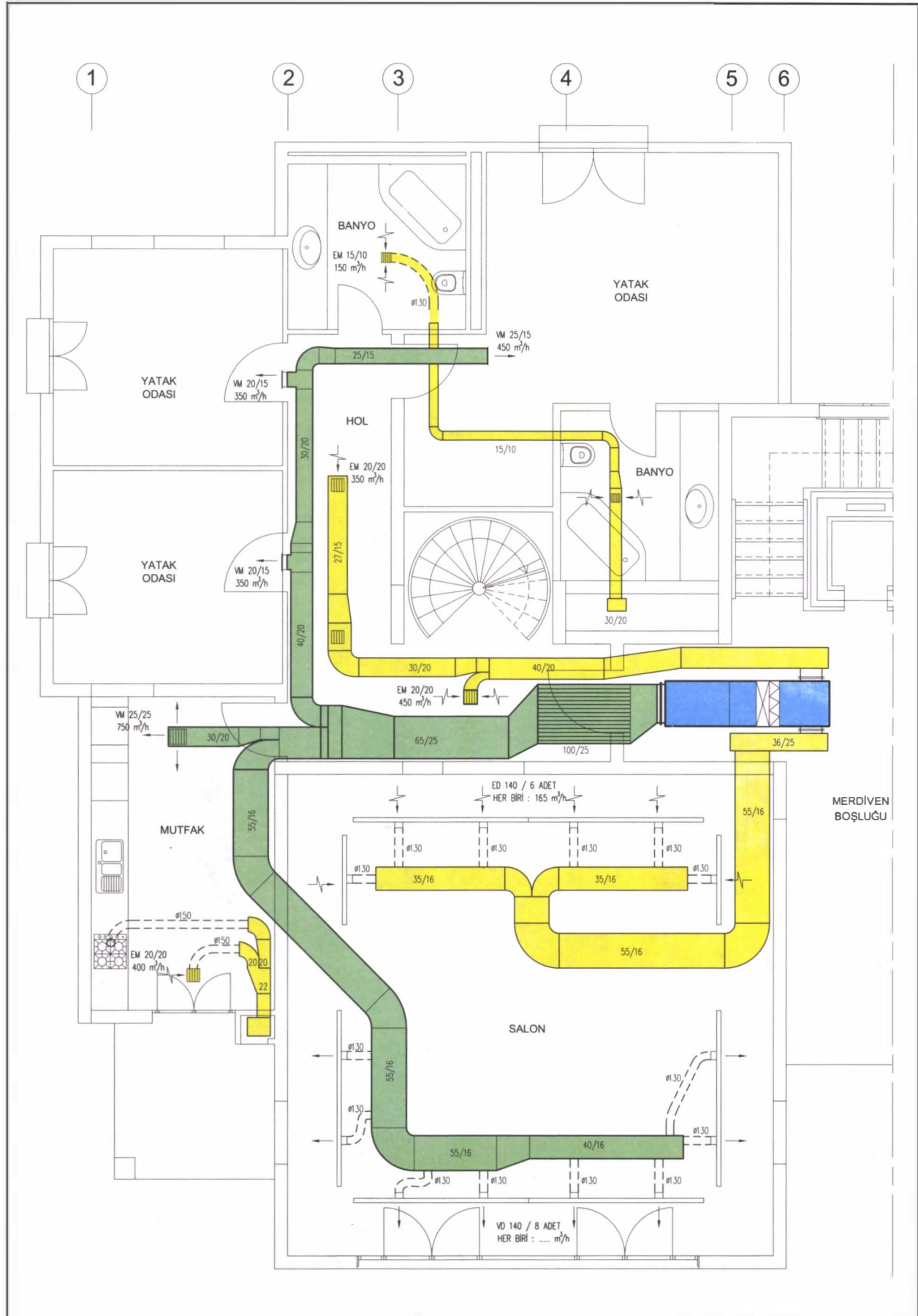
Kat klima santralleri genellikle salona yerleştirilen oda termostatlarından kumanda alır. Bu termostatlar sıcak/soğuk su bataryalarının girişindeki iki ya da üç yollu vanaların bobinlerini kontrol ederler. İstenirse her daire için oda bazında zon kontrol sistemleri adapte edilerek ayrı ayrı mahal kontrolü sağlanabilmektedir.

Ancak enerjinin hava ile taşınmasının maliyeti ve konfora etkisinden daha önceki bölümlerde söz edilmişti. Isıtmanın statik, soğutmanın tavandan kanal yardımı ile yapıldığı sistemlere göre konfor ve uygulama açısından bazı sakıncaları vardır;

- Enerji tüketimi özellikle ısıtma sezonunda daha fazladır (hava ile ısıtma, tavandan sıcak üfleme, vb).



Şekil 6.143. Sarı Konaklar KAT KLİMA SANTRALLİ SİSTEM



Şekil 6.144. Sarı Konaklar KAT KLİMA SANTRALI UYGULAMASI

- b. Odalar arasında genellikle sıcaklık farkı oluşur. Bu yüzden dengeli ısıtma veya soğutma yapılamaz.
- c. Sıcak ve soğuk hava tavan seviyesinden ve aynı menfezden üflendiği için konfor şartları ideal değildir.
- d. Isıtma ve soğutmanın tavadan yapılmış olması soğutma ve ısıtmada farklı fan debisine ihtiyaç duyulmasına neden olur
Isıtmada daha yüksek fan debisi = ses, gürültü
- e. Isıtma ve soğutma aynı sistemden ve hava kanalı yardımı ile yapıldığı için hava kanallarının cam önlerine kadar taşınması zorunludur (konveksiyon etkisi nedeniyle).
- f. Daha fazla kat yüksekliğine ihtiyaç vardır ya da yaşam mahallinde kat yüksekliklerinin düşürülmesi gerekir (250-500mm).
- g. Klima santralleri tavana monte edilen sistemler oldukları için servis ve bakım ihtiyacı duyarlar. Tavandaki cihazlara servis vermek zordur.
- h. Ses ve gürültü; gizli tavan tipi, kanallı ya da fan coil cihazlarına oranla daha fazladır. Susturucu, titreşim yutucu gibi özel önlemler alınması gerekir.
- i. Sistemin ısıtma veya soğutma öncelikli olması hava kanalı tasarımıda önemli rol oynar. Menfez, difüzör, anemostat tiplerinin tayini ve hava üfleme yönlerinin tasarımı istenen konfor düzeyinin oluşturulması için oldukça önemlidir.

Tüm bunların yanı sıra diğer sistemlere göre (fan coil gibi) daha rahat dış hava temini, mekanda pozitif basınç yaratarak toz ve koku girişinin engellenmesi, dış havanın oda sıcaklığından düşük olduğu zamanlarda dış hava ile soğutma olanağı (free cooling), zonlama ve nemlendirme yapılabilmesi, her mevsim için esneklik ve nem kontrol imkanı (opsiyonel) gibi avantajları da bünyesinde barındıran sistemlerdir.

Ancak uygulamada:

- Odalar arasında dengesiz ısıtma,
- Isıtmanın yukarıdan yapılmasının konfor eksikliği,
- Hava ile ısıtmadaki ses sorunu (özellikle gece yatak odalarında)
- Isıtma maliyetlerinin yüksek olması,
- Isıtma ve soğutma enerjisinin taşınmasının maliyeti,
- Teknisyen maliyeti,
- Enerji tüketiminin paylaştırılmasındaki zorluklar (özellikle soğutmada)

Kullanıcıları olumsuz etkileyebilir.

6.3.4.6.1. Uygulama Örneği: Sarı Konaklar (Şekil 6.143)

Şekil 6.144'te Sarı Konaklar'ın bir dairesinin mekanik tesisat projesi görülmektedir. Projede her bir daire için müstakil kat klima santrali kullanılmıştır. Hem ısıtma hem soğutma aynı klima santralinden gerçekleştirilmektedir. Şaftlardan taze hava alınıp, şartlandırılan taze hava kanal yardımıyla iç mahale ortam havası ile karıştırılarak üflenmektedir.

6.3.4.7. Hava Soğutmalı VRV

Hava soğutmalı VRV sistemleri tek bir dış üniteye (veya dış ünite grubuna) tek bir bakır boru hattı ile bağlanabilen çok sayıda iç ünite ile tüm bağımsız mekanlarda ısıtma ve/veya soğutma ve kısmi havalandırma yaparak istenilen iklim koşullarını sorunsuz sağlayan sistemlerdir. Hava soğutmalı VRV genel özellikleri 6.2.6.4'te anlatılmıştır.

6.3.4.7.1. Uygulama Örneği: Metrocity Residence (Şekil 6.145)

Metrocity konut bloklarının toplam ısıtma kapasitesi 4.200 kW, soğutma kapasitesi 3.400 kW'dır. Konutlarda ısıtma ve soğutma VRV tesisatı vasıtasıyla sağlanmaktadır. Sistemin ısı geri kazanımlı konfigürasyonu tercih edilmiş olup seçilen konfigürasyonda aynı dış üniteye bağlı iç üniteler ihtiyaca göre aynı anda ısıtma veya soğutma yapılabilmekte, ısıtma veya soğutma tercihi merkezi olarak değil, bireysel olarak kullanılabilmektedir.

Sistemin dış üniteleri, çatı (Şekil 6.146) ve 2. tesisat katlarına (Şekil 6.147) monte edilmiştir. Enerji ölçümlemesi her bir iç üniteyi ayrı ayrı kontrol edebilen müstakil otomasyon sistemi ile yapılmaktadır.

Konutlarda ayrıca 2. tesisat katlarında bulunan konutlar kazan dairelerinden beslenen kalorifer tesisatı mevcut olup, ısıtmada kullanım tercihleri tamamen konut sakinlerine bırakılmıştır. Her bir konutun 13. katında bulunan birer eşanjör dairesi vasıtasıyla sistem basınç düzeyi sınırlandırılmıştır. Konutların taze hava ve egzoz ihtiyaçları, kış koşullarında konut kazanları tarafından ısıtılan, yaz koşullarında ise soğutulması VRV iç ünitelerine bırakılan dörder adet havadan havaya ısı geri kazanım üniteli, sabit hava debili klima santrali vasıtasıyla karşılanmaktadır.

Daire içlerinde gizli tavan tipi VRV iç üniteler hole yerleştirilmiştir (Şekil 6.148 ve 149). 2 adet yatak odası için 2 ayrı cihaz, salon için de bir adet iç ünite bulunmaktadır. Salona iklimlendirilmiş hava slot difüzörlerden verilmiştir (Şekil 6.150).

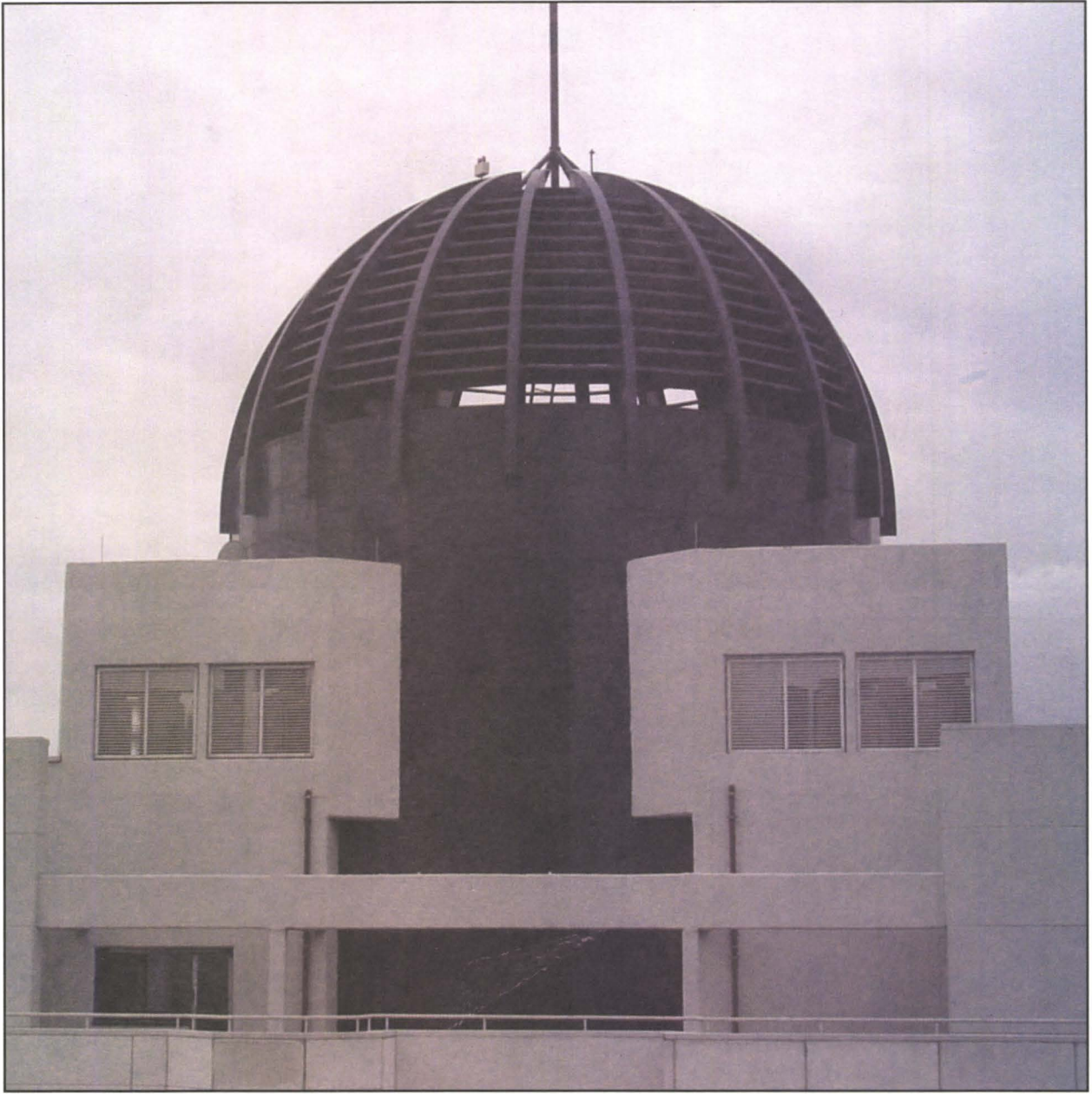
Şekil 6.151, 152 ve 153'te ısı geri kazanımlı VRV sisteminin bir kattaki uygulama detayı örnek olarak verilmiştir. Her bir iç ünite için ayrı gaz dağıtım kutuları vardır. Bu sayede bütün iç üniteler birbirinden bağımsız olarak ısıtma - soğutma modunda kullanıcının isteğine göre çalışabilmektedir.

6.3.4.8. Su Soğutmalı VRV

Su soğutmalı VRV sistemi, VRV sisteminin bütün avantajlarına sahip, sistemde soğutucu akışkan ile dış ortam arasındaki ısı transferini su ile gerçekleştiren bir sistemdir. Sistemin VRV tarafı; kondenser, iç üniteler, soğutucu akışkan ve kontrol ekipmanlarından, sistemin su tarafı; pompalar, valfler, genleşme tankı, ısı transfer üniteleri (kazan,soğutma kulesi), su arıtım cihazlarından oluşur. Su soğutmalı VRV genel özellikleri 6.2.6.5'te verilmiştir.



Şekil 6.145. Metrocity Residence (Konut Blokları)



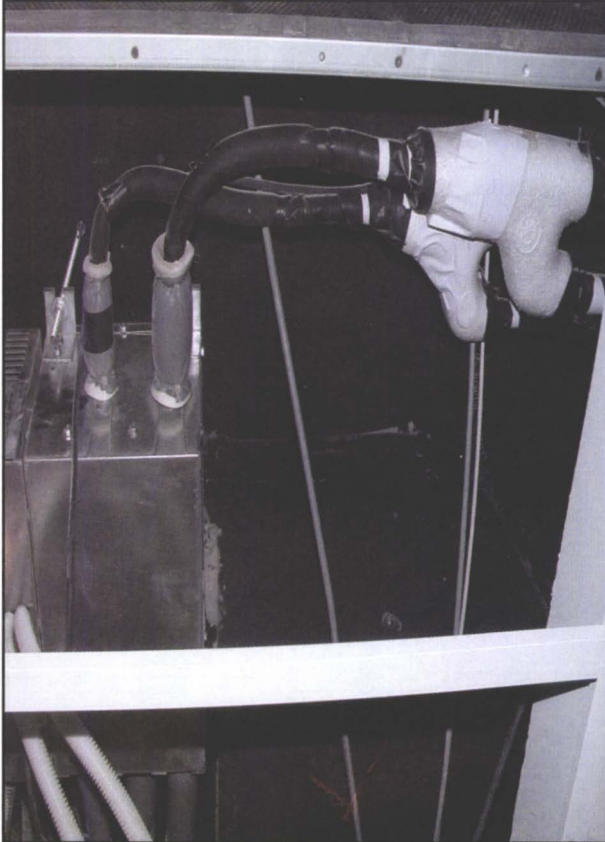
Şekil 6.146. Metrocity Residence HEAT PUMP VRV DIŞ ÜNİTELERİ (ÇATIDA)



Şekil 6.147. Metrocity Residence HEAT PUMP VRV DIŞ ÜNİTELERİ
(TESİSAT KATINDA, ARA KAT UYGULAMASI)



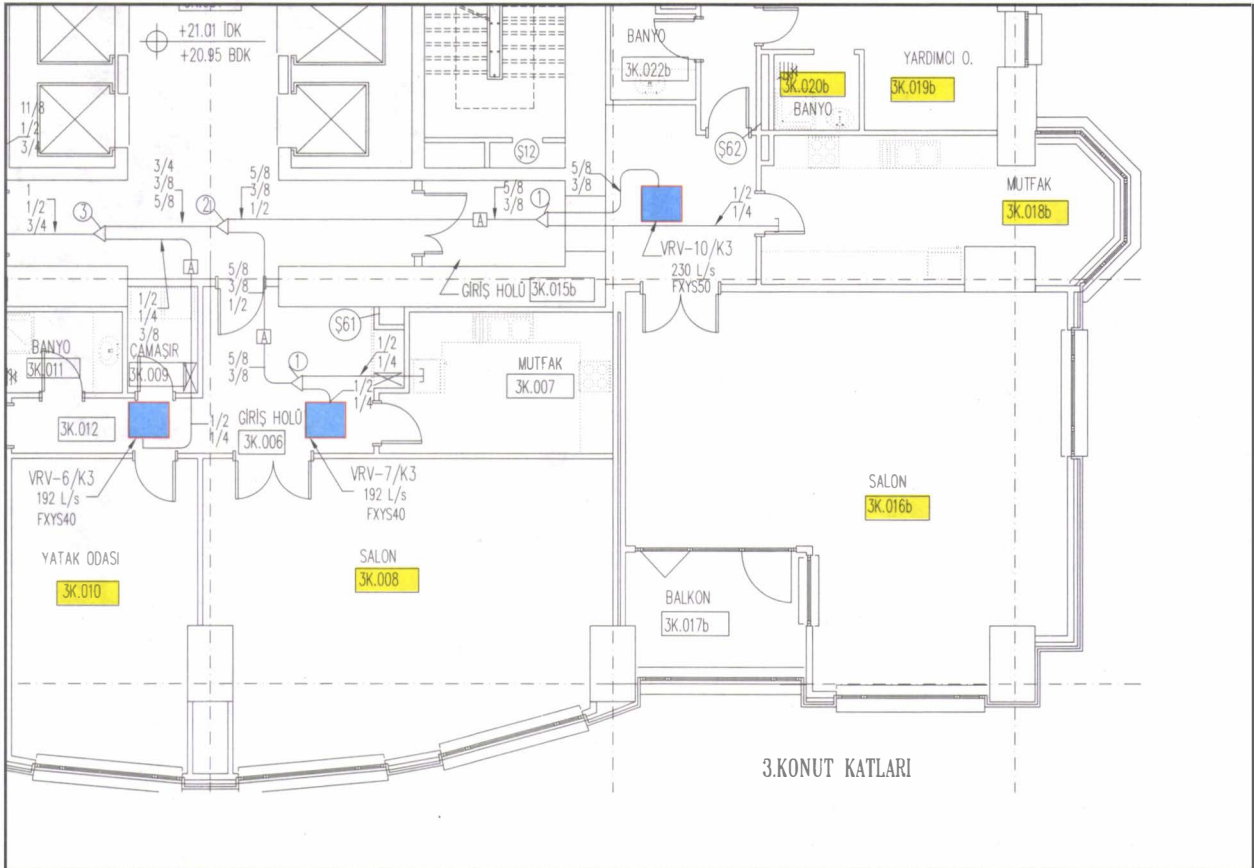
Şekil 6.148. GİZLİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTELER



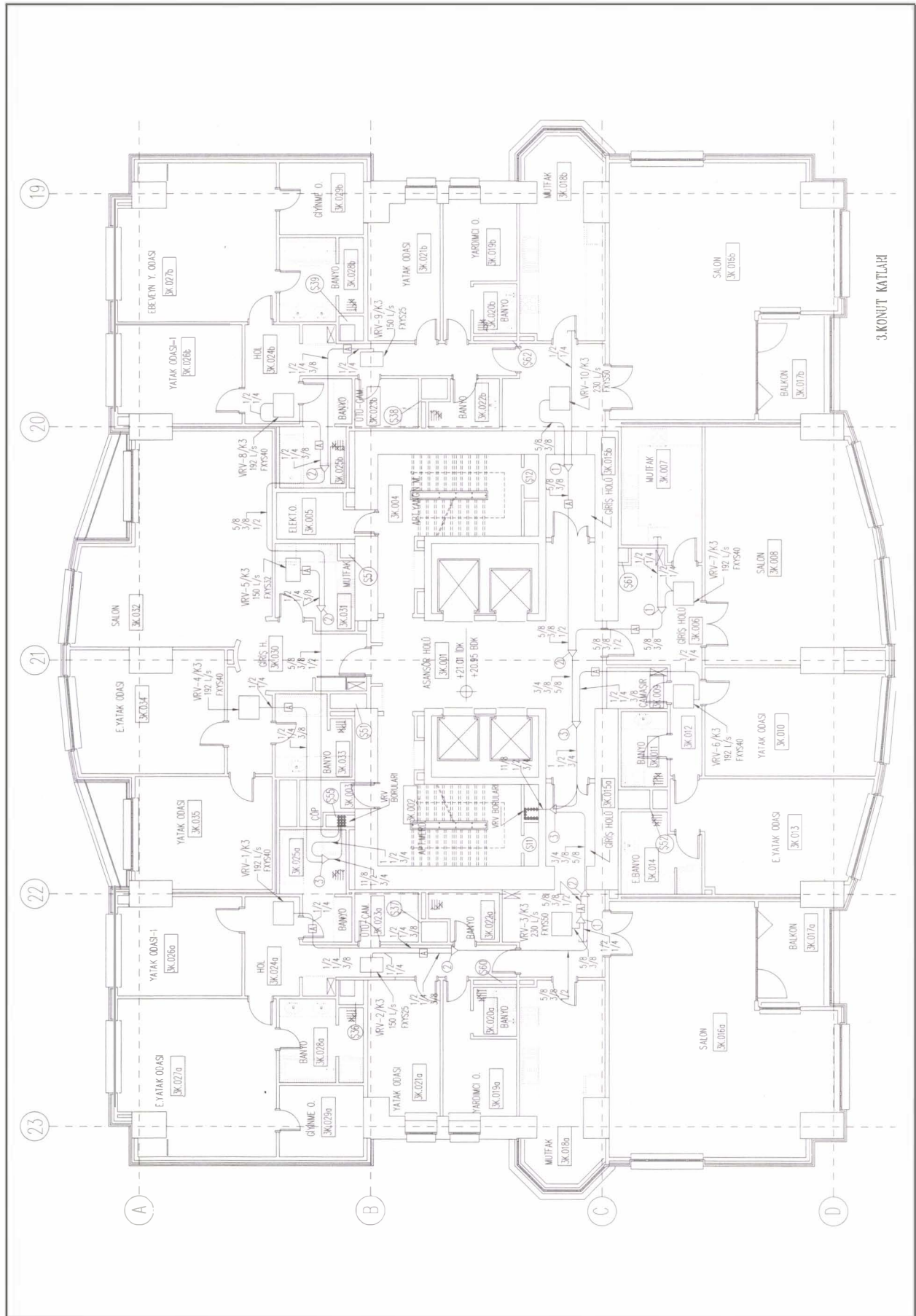
Şekil 6.149. ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ GAZ DAĞITIM KUTULARI VE REFNET (BRANŞMAN KİTLERİ)



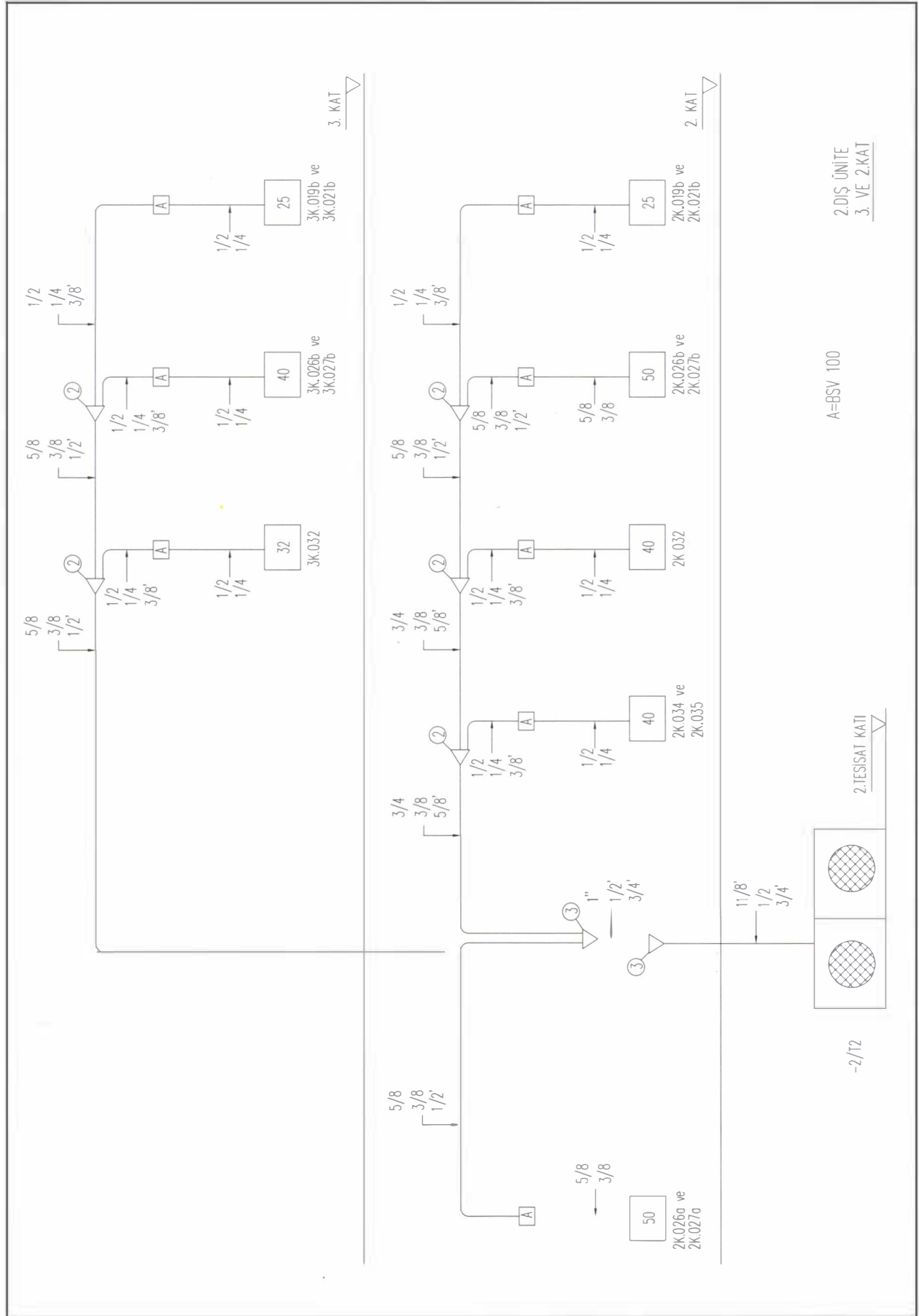
Şekil 6.150. KONUT İÇİ GİZLİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMASI



Şekil 6.152. Metrocit Residence ÖRNEK KAT PLAN DETAYI



Şekil 6.151. Metrocity Residence BLOĞU ÖRNEK KAT PLANI



Şekil 6.153. Metrocity Residence ÖRNEK KAT VRV AÇINIM ŞEMASI

VII. BÖLÜM

SOĞUTULMUŞ SU DEVRELERİ

7.1. SOĞUTULMUŞ SU DEVRELERİNDE BASINÇ

Bir yüksek binanın boru sisteminin tasarımı önemli bir rolü, binanın yüksekliğinin yarattığı hidrostatik basınç oynar. Hidrostatik basınç sadece boru, vana ve bunların fittingslerini değil, binadaki tesisat ekipmanlarını da etkiler. Binadaki hidrolik sistemin (sulu soğutma sisteminin) etkilenen ekipmanları;

- Su soğutma grupları
- Soğutulmuş su pompa gövdeleri
- Havalandırma cihazı içindeki soğutma bataryaları
- Kazanlar ve diğer ısı değiştiriciler
- Fan coiller veya zon ısıtıcıları
- Boru, vana ve fittingsler
- Diğer cihazlar ile ilgili benzer serpantinler
- Kondenserler ve ekipmanları
- Pompalar vb

Binanın yüksekliğinden dolayı meydana gelen hidrostatik basıncın yanında, bir de pompalar tarafından yaratılan dinamik basınç vardır. Dinamik basınç binadaki tüm elemanların çalışma basıncını belirlemek için statik basınca eklenmelidir.

Pompadaki dinamik basıncı oluşturan faktörler:

- Boru ve ilgili vana ve fittingslerdeki sürtünme kaybı,
- En uzaktaki ısı değiştiricinin basınç kaybı (Bu, ekipmanın kontrol vanasındaki basınç düşümünü ve ekipmanın kendi sürtünme kaybı veya basınç düşümünü de kapsar.),
- İlave basınç (emniyet katsayısı).

Binanın çeşitli yüksekliklerinde binanın boru tesisatına bağlı olan boru ve ekipmanların işletme basınçlarının belirlenmesi gereklidir. Bunu yapmanın yolu seçilen noktadaki hidrostatik basınç yüksekliğinin o noktada pompa tarafından üretilen dinamik basınç yüksekliğine eklenmesidir. Düşünülen dinamik basma yüksekliği, pompanın tam hızda maksimumda veya buna yakın bir noktada yarattığı basma yüksekliğidir. Değişken debili pompalar kullanılsa bile pompaları maksimum basma yüksekliğinde tam hızda çalıştırmak mümkündür, bu geçerlidir.

7.2. SOĞUTULMUŞ SU POMPALARI VE DEVRELERİ (Şekil 7.1)

Her projede soğutulmuş su borulaması, tasarımcı deneyimin bir fonksiyonu olarak, projenin yapıldığı bölgede gelişmiş pratikler ve projenin ihtiyacına bağlı olarak alternatif yaklaşımlar ile değerlendirilir. Yüksek yapılarda temelde iki alternatif yaklaşım vardır. Bu her iki temel alternatif de tasarımcı tarafından temel prensipler aynı kalmak kaydı ile çeşitlendirilebilir.

7.2.1. PRİMER POMPALI SİSTEMLER

Bu sistemde pompalar, çiller de soğutulmuş suyu soğutma bataryalarına ve diğer soğutulmuş su ihtiyacı gösteren ısı değiştiricilere gönderir.

Şekil 7.2'de 3 adet su soğutma grubu görülmektedir. Her bir grup bina yükünün 1/3'ünü karşılamaktadır. Bir çok projede ise her biri yükün %50'sini karşılayan iki adet su soğutma grubu kullanılmaktadır (Şekil 7.3).

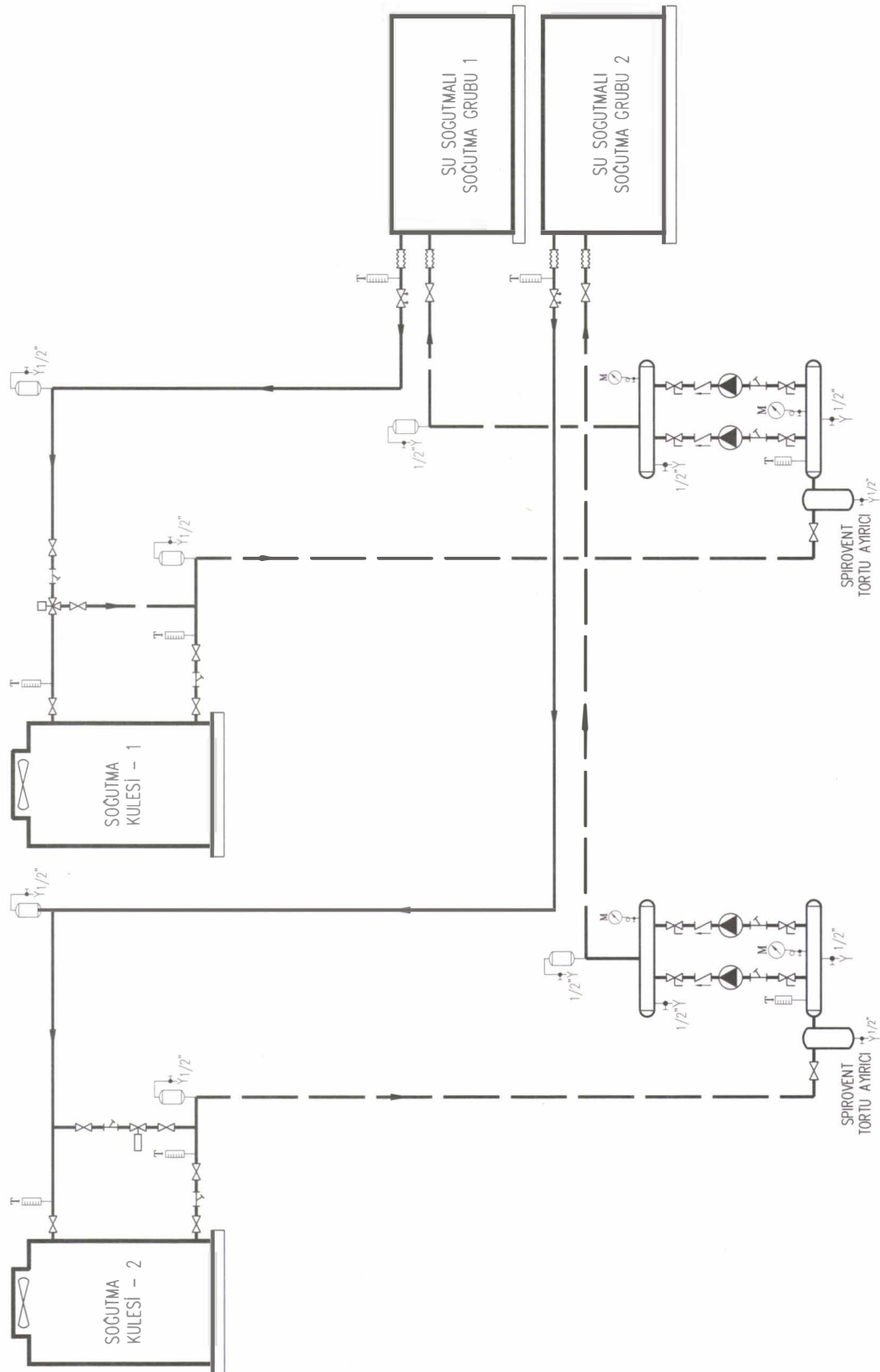
Ancak 4. su soğutma grubunun da konulması çok seyrek değildir. Bu durumda iki grup 1/3, 1/3 karşılarken, diğer iki grup 1/6, 1/6 karşılamaktadır (Şekil 7.4).

Bu şekilde örneğin gece bir bilgi işlem odası gibi küçük yüklerde sistem daha verimli çalışır. Bir binada kullanılacak cihaz sayısı, o binanın kısmi yüklerle ihtiyacı olacağı hafta sonu ve gece çalışmalarındaki ihtiyaçları da dikkate alınarak tasarımcı tarafından belirlenmelidir.

Firmaların servis verme ve yedek parça tedarik etme imkanlarının iyi olduğu yerlerde yedek bir su soğutma grubu bulundurmamak çok gerekli değildir. Dünya üzerinde servis ve yedek parçaya kolay ulaşılabilen bölgelerde, pratikte bir adet yedek cihaz ve belirli bir yedek parça stoku bulundurulması önemlidir.

Şekil 7.2'de 3 grup yanında, 4 adet soğutulmuş su pompası da görülmektedir. Her bir pompa çillerlerden geçecek su debisine göre boyutlandırılmalıdır. Eğer projede, birçok projede olduğu gibi, soğutulmuş su debisi kontrolü ısı transfer cihazlarında (klima santrali serpantini, fan coil, vb) iki yollu vanalar ile yapılıyorsa, pompalanan soğutulmuş su miktarı binanın yüküyle birlikte değişecektir. Bu durumda pompalar değişken debili olarak ve frekans konvertörü ihtiyaç gösterecektir. Serpantin girişlerinde iki yollu oransal vanalar kullanılıyorsa bir by pass hattına ihtiyaç vardır.

Bu projede hem pompalar, hem de çillerler tesisatta paralel bağlanmıştır. Böylece herhangi bir çiller, herhangi bir pompa arıza yaptığında yedek pompa ile çalışacaktır. Sisteme yedek pompa konulması, pompalar zaman zaman arıza ya da bakım veya tamir için devre dışı kaldıklarında yararlı olacaktır. Burada gösterilmese de soğutma cihazlarının kondenser taraflarında da benzer şekilde 3 cihaz için 4 adet pompa konulmuştur ve herhangi bir pompa herhangi bir su soğutma grubu ile çalışabilmektedir. Bu kondenser pompalarında yüke bağlı olarak debi değişimi olmadığından değişken frekanslı konvertörlere ihtiyaç olmayacaktır.



Şekil 7.1. SOĞUTMA KULESİ DEVRESİ

7.2.2. PRİMER VEYA SEKONDER POMPALI SİSTEMLER

Primer pompalı sistemlerde, her çiller kendine ait sabit hız ve sabit debili bir pompa ile çalışmaktadır. Çillerler ve pompaları paralel bağlanıp araya *Şekil 7.2*'deki gibi yedek pompa konulabilir.

Şekil 7.5'te görülen değişken devirli sekonder pompalar suyu havalandırma ve soğutma cihazlarının (klima santrali, fan coil, vb) soğutma bataryalarına ve projede ihtiyaç duyulan diğer ısı transfer ekipmanlarına götürmektedir. Bu uygulamada her çillerden geçen debi sabit olup, soğutma bataryaları ve diğer ısı transfer ekipmanlarındaki kontrol vanaları, ihtiyaç azaldığında soğutulmuş su debisini kısıcaklardır. Birçok çiller üreticisi, çillerin soğutma tarafında genellikle yaklaşık maksimumda 3 m/s, minimumda ise 1 m/s hızla akış olmasını ister. *Şekil 7.3*'teki borulamada akışın sabit olması garanti altındadır ve mümkün olabilecek akış problemleri elimine edilmiştir.

Şekil 7.2'deki uygulamada, eğer soğutma kapasite kontrolü, her ısı transfer ekipmanlarında iki yollu kısma vanaları ile yapılıyorsa, bir by pass hattına ihtiyaç vardır.

Şekil 7.4'teki borulamada akışın sabit olması garanti altındadır ve olası akış problemleri elimine edilmiştir.

Şekil 7.5'te ise sekondevre için by pass hattına ihtiyaç vardır. Her durumda sistem düşük yüklerde ısı transfer ekipmanının istediğinden daha fazla su pompalayacağından, pompalanan fazla suyun geri dönebilmesi için by pass hattı gerekli olacaktır.

Burada önemli bir konu primer ve sekondevre pompalarının basınçları arasındaki farkın fazla olduğu sistemlerde pompaların birbirini etkilememesi için dağıtım kolektörü bir denge kabı gibi boyutlandırılmalıdır. Günümüzde daha çok değişken debili pompalar kullanılmaktadır. Bu sayede debi yüklerle orantılı olarak değişmekte ve by pass ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. *Şekil 7.2* ve *3*'te by pass hattı gösterilmiş olup, değişken debili pompalar kullanıldığında ihtiyaç olmamaktadır. Önce çillerden geçen minimum su debisi garanti altına alınmalıdır.

Primer ve sekondevreli 4 borulu fan coil sistemleri, 3 yollu motorlu vana kontrollü (*Şekil 7.7*) veya 2 yollu motorlu vana kontrollü (*Şekil 7.8*) yapılabilir.

7.3. SU SOĞUTMA GRUPLARININ YERİNİN ETKİSİ

Bir binada soğutma makinelerinin, soğutulmuş su ve kondenser suyu pompalarının konacağı yer konusunda alınacak karar, soğutma ekipmanlarının, pompaların borulamanın, fittings ve vanaların maliyetine etki

edecektir. Su soğutma grupları, bodrumdan çatı katına kadar her kata konabilir. Su soğutma gruplarının bir binada farklı seviyelere konması ile ortaya çıkan etkiyi göstermek üzere, *Şekil 7.9*'da 70 katlı 280 m yüksekliğinde bir binada 3 ayrı alternatif çiller yerleştirme ihtimali gösterilmektedir. Bu alternatifler bodrum kat, bina ortası mekanik oda, çatı mekanik odadır. Her üç alternatifte de binanın çatısında olan genişleme tankı, sistemin en üst noktasında bulunan açık bir tanktır. Eğer kapalı bir genişleme tankı kullanılırsa işletme basıncı da dikkate alınarak bir maksimum basınç yaratılmalıdır. Bir binanın herhangi bir noktasındaki herhangi bir ekipmanın ve vanasının veya fittingsinin çalışma basıncı, o noktadaki suyun hidrostatik yüksekliği ile pompanın o noktada yarattığı dinamik basıncın toplamıdır. Hidrostatik ve dinamik basınçlar metre su sütun olarak belirlenir. Bunların toplamı, referans alınan noktadaki toplam basınç veya çalışma basıncıdır.

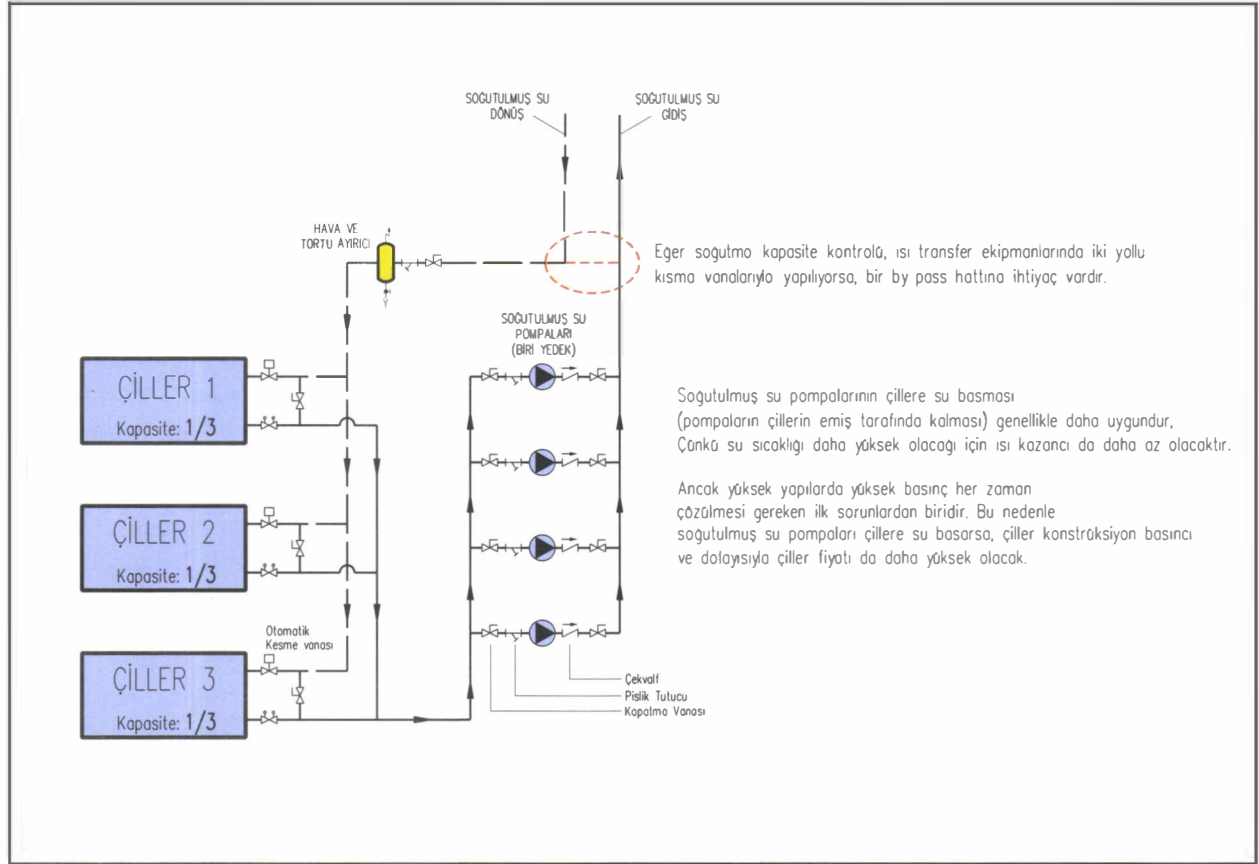
Örneğin *Şekil 7.9*'daki A çözümünde su soğutma grubunun üzerindeki dikey su sütunun yüksekliği 280 m'dir. Suyu çillerlere basan pompanın maksimum basma yüksekliği 40 m'dir. Toplam basınç bu iki basınç toplamı olan 320 m'dir. Bu değere kapalı genişleme deposu kullanılıyorsa genişleme deposunun üst basınç farkı da eklenmelidir.

Büyük üreticilerin ürettiği su soğutma gruplarının (kondenserlerinin de) standart çalışma basıncı 10 bar'dır. Bu gruplar ilave maliyet ile 10 bar'ın üzerinde her türlü işletme basıncında (örneğin 16 bar) çalışabilecek şekilde imal edilebilir. Çalışma basıncı yükseldikçe ilave maliyet de artacaktır. HVAC tasarım mühendisinin görevi, su soğutma grubunun soğutma ve kondenser taraflarındaki işletme basıncını hassas olarak belirlemek ve şartnameye koymaktır.

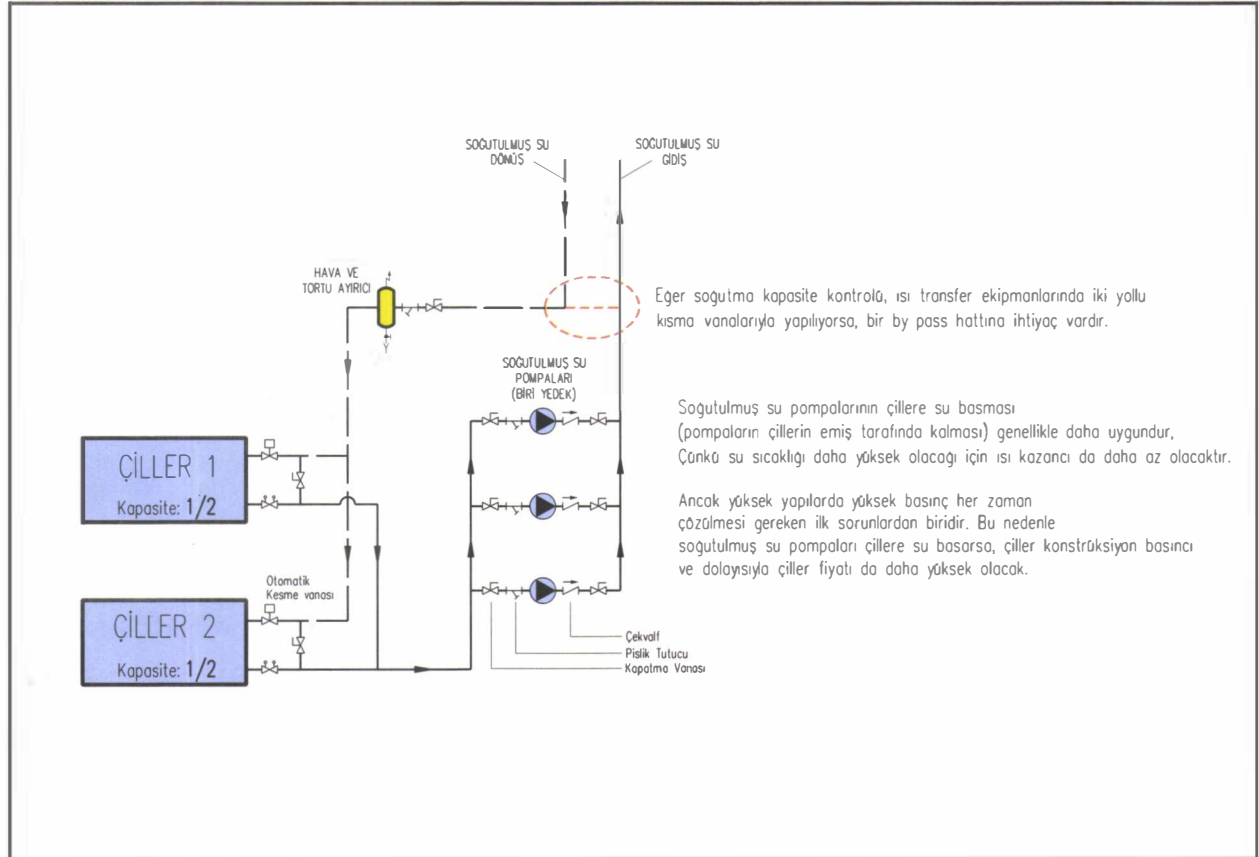
Su soğutma grubundaki çalışma basıncı, soğutulmuş su pompası emişe değil de gidiş hattına konarak düşürülebilir. Eğer bu yapılırsa, kalan pompa basıncı su soğutma grubunda minimum değerdedir. Bu sonuçta su soğutma grubunun maliyetinde azalma sağlanabilir ama pompa gövdesindeki, flanşlarındaki ve gidiş borularındaki basıncı değiştirmez. Bu basınç hala statik ve dinamik basıncın toplamıdır.

7.4. SOĞUTULMUŞ SU SİSTEMLERİNDE BASINCIN AZALTILMASI

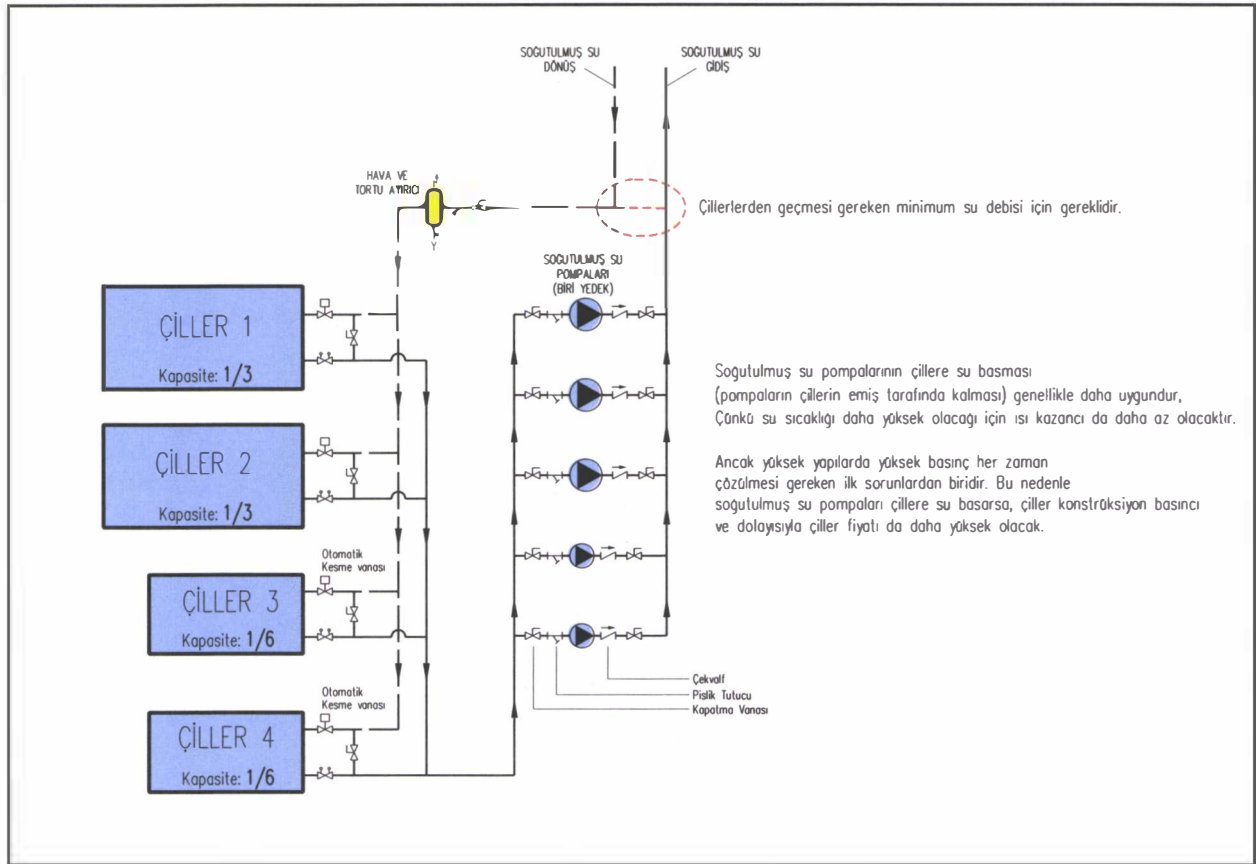
Çalışma basıncının cihazlarda ve borularda artmasıyla, boru, vana, fittings ve soğutma ekipmanlarında maliyetler artacaktır. Soğutma ekipmanlarının üzerine gelen basıncın azaltılması için, ekipmanların yerinin bodrum katının üzerindeki seviyelere çıkartılması gerekir. Ancak bu boru, fittings



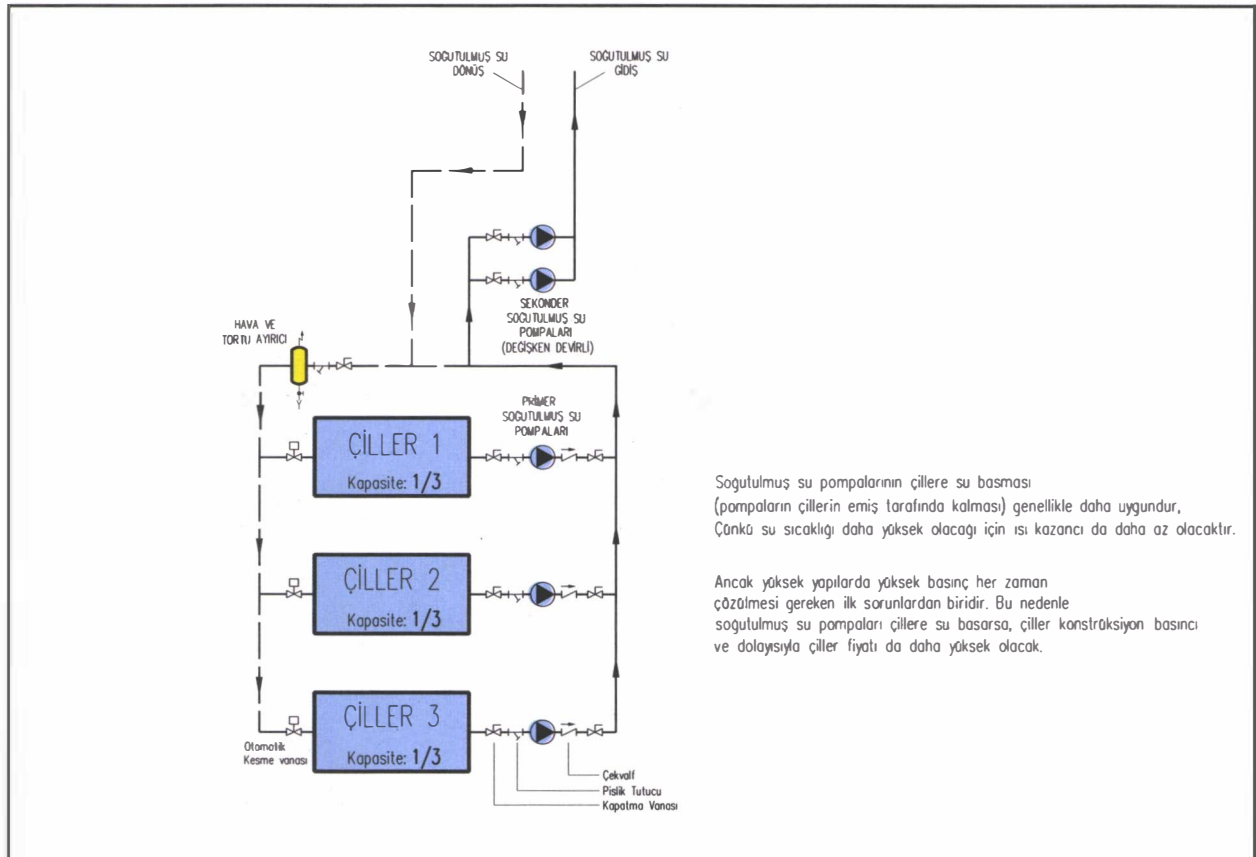
Şekil 7.2. PRİMER POMPALI SİSTEMLER (HER ÇİLLER TOPLAM YÜKÜN 1/3'ÜNÜ KARŞILIYOR)



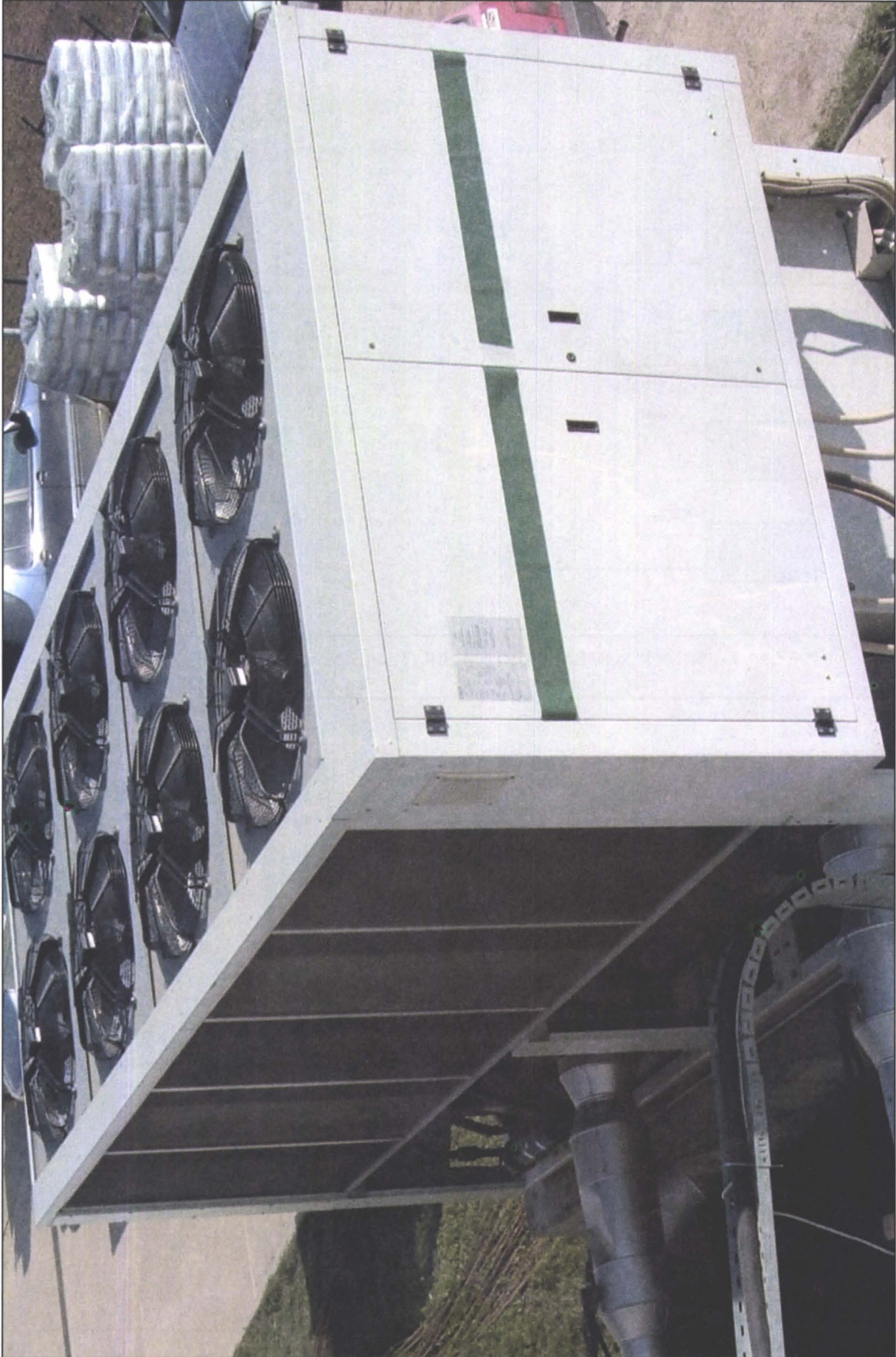
Şekil 7.3. PRİMER POMPALI SİSTEMLER (HER ÇİLLER TOPLAM YÜKÜN 1/2'SİNİ KARŞILIYOR)



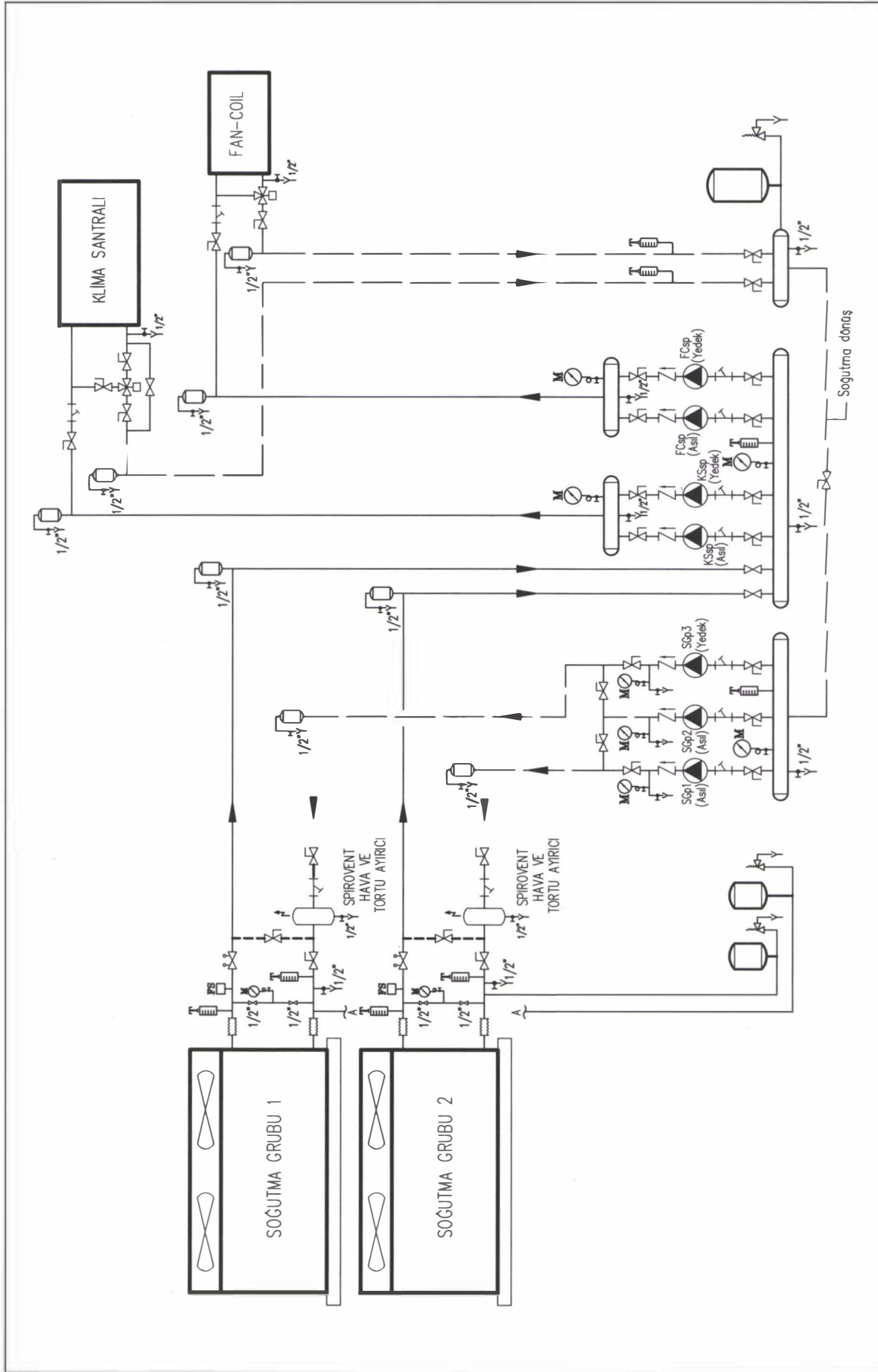
Şekil 7.4. PRİMER POMPALI SİSTEMLER (TOPLAM 4 ÇİLLERLİ SİSTEM)



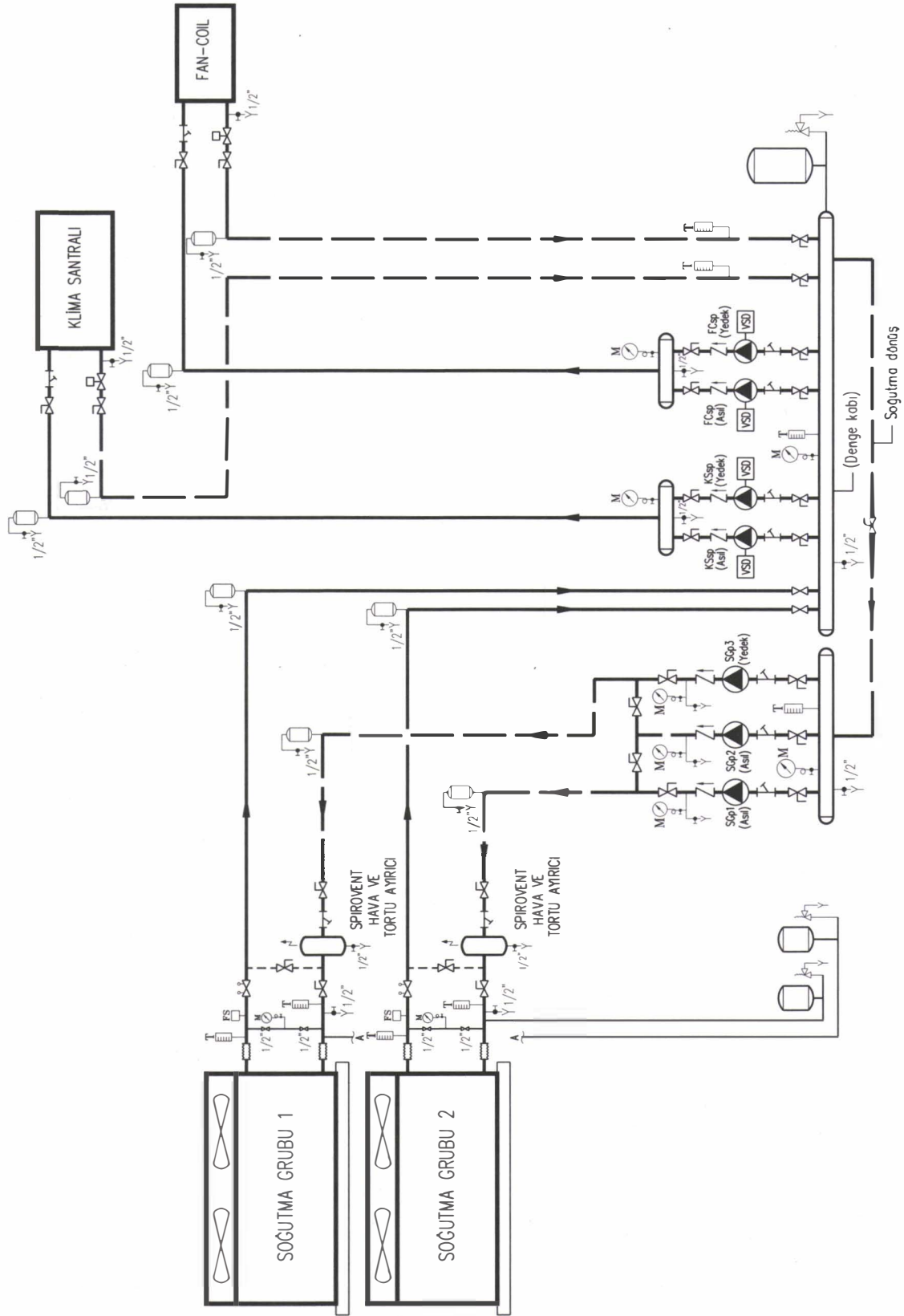
Şekil 7.5. PRİMER VE SEKONDER POMPALI SİSTEMLER



Şekil 7.6. HAVA SOĞUTMALI SOĞUTMA GRUBU (Soğutma Kapasitesi: 430 kW)



Şekil 7.7. PRİMER - SEKONDER DEVRELİ İKİ BORULU FAN COIL SİSTEMİ (3 Yollu Motorlu Vana Kontrolü)
(Soru: 3 yollu vanaya by pass vanası kullanmak ne kadar yararlı?)



Şekil 7.8. PRİMER - SEKONDER DEVRELİ DÖRT BORULU FAN COIL SİSTEMİ (2 Yollu Motorlu Vana Kontrolü)

ve vanaların kullanıldıkları her noktada karşılaşılabilecekleri maksimum basıncı değiştirmeyecektir. Bina içindeki su sistemlerinde basınç zonlamasında hedef kullanılacak yere göre belirlenmelidir:

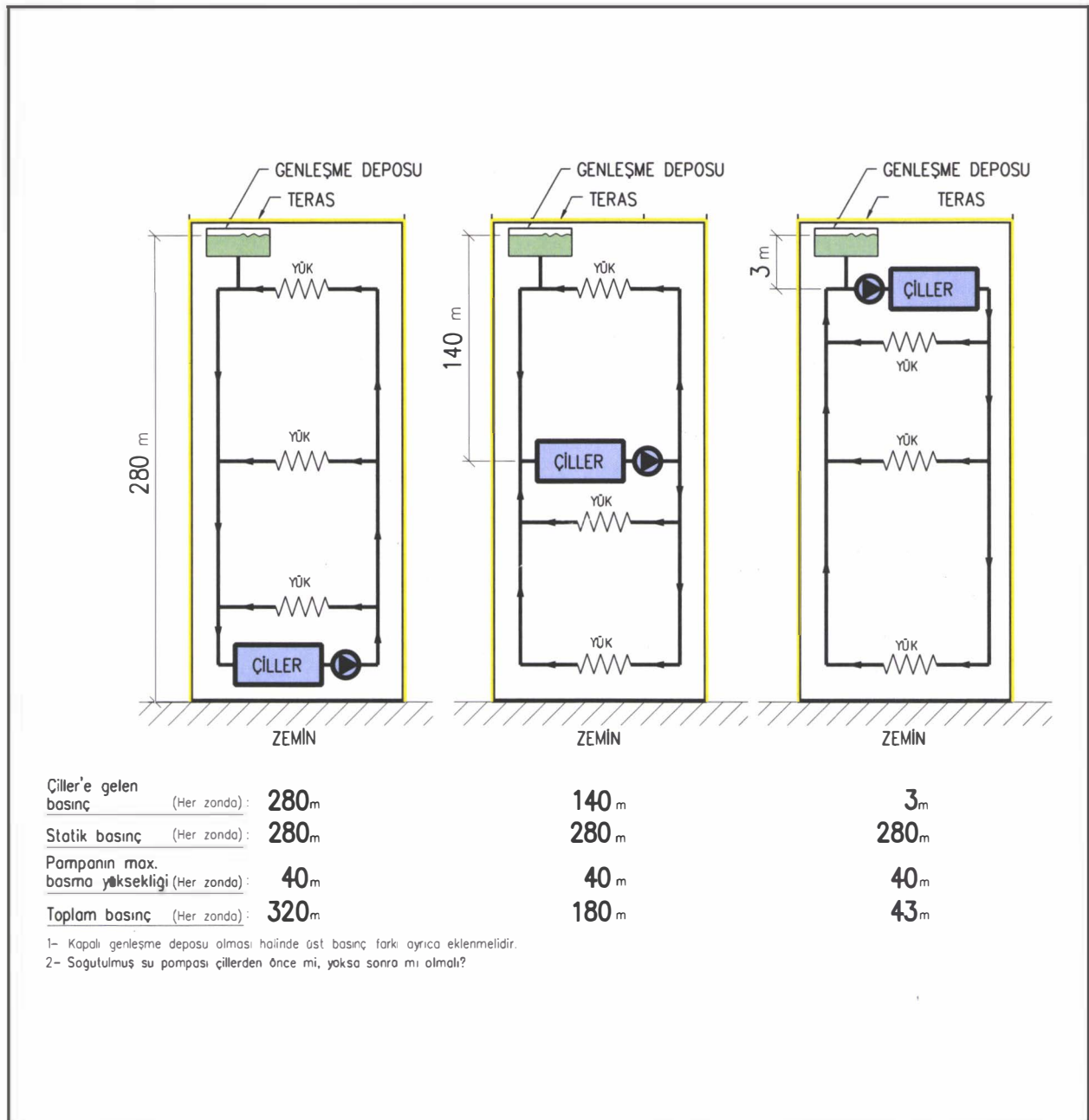
- Maksimum 6 bar
- Maksimum 10 bar
- Maksimum 16 bar

Yine de plakalı ısı eşanjörleri kullanarak soğutulmuş su işletme basıncını hem ekipmanlarda hem de borularda azaltabiliriz. Bu sayede katlar kendi içinde ayrılmış statik basınç zonu haline gelecektir. Örneğin düz plakalı ısı eşanjörleri kullanarak tüm borular, vanalar, fittingsler ve ısı transfer ekipmanlarındaki statik basıncı azaltabiliriz.

Primer su sıcaklığından 1°C veya daha az farkla sekonder su sıcaklığı elde etme imkanı veren plakalı eşanjörler sayesinde, ikincil dağıtım sistemlerinin kullanımı, primer ve sekonder su sıcaklığı arasındaki farkın da $4,5^{\circ}\text{C}$ ile sınırlı olduğu borulu eşanjörlerin kullanıldığı dönemde olmayan, gelişmeye açık bir opsiyon olarak kullanılabilir.

Su soğutma grubu zemin katında olan 280 m yüksekliğinde bir binanın soğutma suyu tesisatını Şekil 7.10'da görüldüğü gibi 3 ayrı zona bölmek mümkündür. Her bir zon bina toplam yüksekliğinin $1/3$ 'ü kadar statik basınç altındadır (93 m).

Tüm pompalar soğutma cihazlarının ya da sekonder devre ısı değiştiricilerin çıkışlarına yerleştirilmiştir.



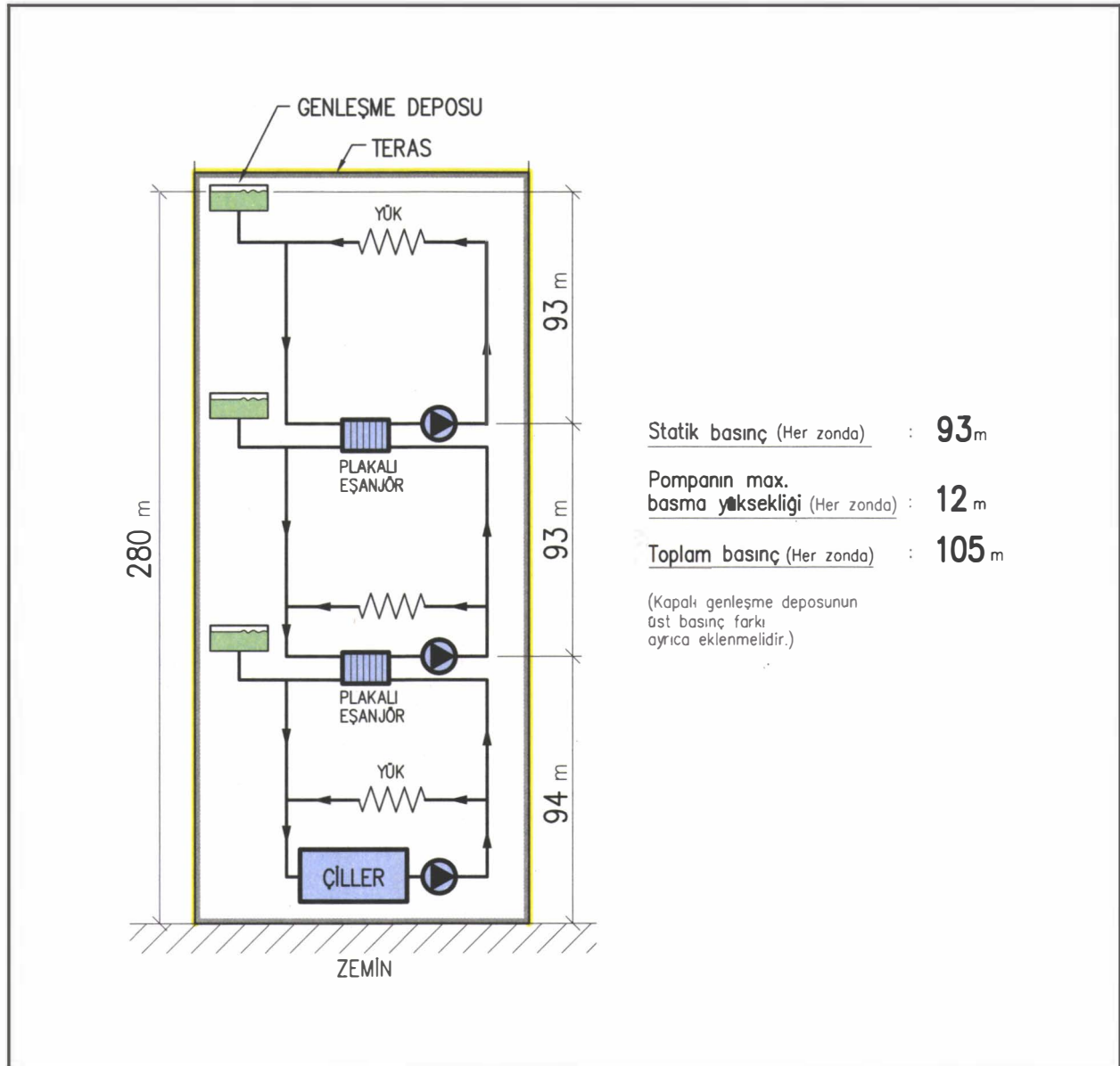
Şekil 7.9. SU SOĞUTMA GRUPLARININ YERİNİN ETKİSİ (70 Katlı Bina)

Bunun sonucunda her zondaki maksimum basınç, izin verilen maksimum basınç olan 10 bar'ın altında gerçekleşmektedir.

Sekonder sistemlerin olmadığı yerlerde, primer soğutulmuş su pompasının basma yüksekliği istenilen-den bağımsız olarak değişmeyecektir, çünkü primer soğutulmuş su pompası plakalı eşanjörün basınç kaybını da yenmek zorundadır. Buna ilaveten her sekonder ısı eşanjörüne pompalar ilave edilmiştir. Sonuçta iki ilave zonun sisteme eklenmesi ve soğutma su sıcaklığının yükselmesi ile üst katlardaki sistemde dolaşan suyun debisi artacaktır. Bundan dolayı basıncın azalmasının avantajları olsa da, ekipman, vana, boru ve fittingslerdeki işletme basıncını düşürmek için kullanılan plakalı eşanjörlerin ve ekipmanlarının ilave kuruluş maliyeti ve işletme maliyetinin, hatta

sistemin verimliliğinin çok iyi analiz edilmesi gerekir.

- Zonlama: Hidrolik sistemdeki basıncı azaltmak için yapılır.
 - Avantajı: Su soğutma grubu, pompalar, vanalar, borular ve fittingsler daha düşük basınçta seçilir.
 - Dezavantajı:
 - Her zon için ilave pompalar eklenir. Pompalar plakalı eşanjörlerin basınçlarını da yenmek zorundadır ve ilave enerji tüketir.
 - Her ilave zonda su sıcaklığı yükseltmek zorundadır. Bunun sonunda klima santrali, fan coil, vb cihazların kapasiteleri artırılmak zorundadır.
 - Pompalar da daha büyük debide seçilir. Kuruluş ve işletme maliyeti artar. Yer kaybı oluşur.
- Plakalı ısı eşanjörlerinin kullanımı ve soğutma suyu sistemindeki yeri, alternatif uygulamaların ilk yatırım



Şekil 7.10. SOĞUTULMUŞ SU SİSTEMLERİNDE ZONLAMA - 3 ZONLU SİSTEM (70 Katlı Bina)
3 zonlu, 2 plakalı eşanjörlü bu sistem nadiren ekonomik olabilir.

maliyetlerini ve işletme maliyetlerindeki değişimleri içeren maliyet analizi açısından önemlidir.

Şekil 7.10'da gösterildiği gibi iki plakalı eşanjör ve üç pompa grubundan oluşan sistem nadiren ekonomik olabilir ve bu nedenle nadiren tercih edilir.

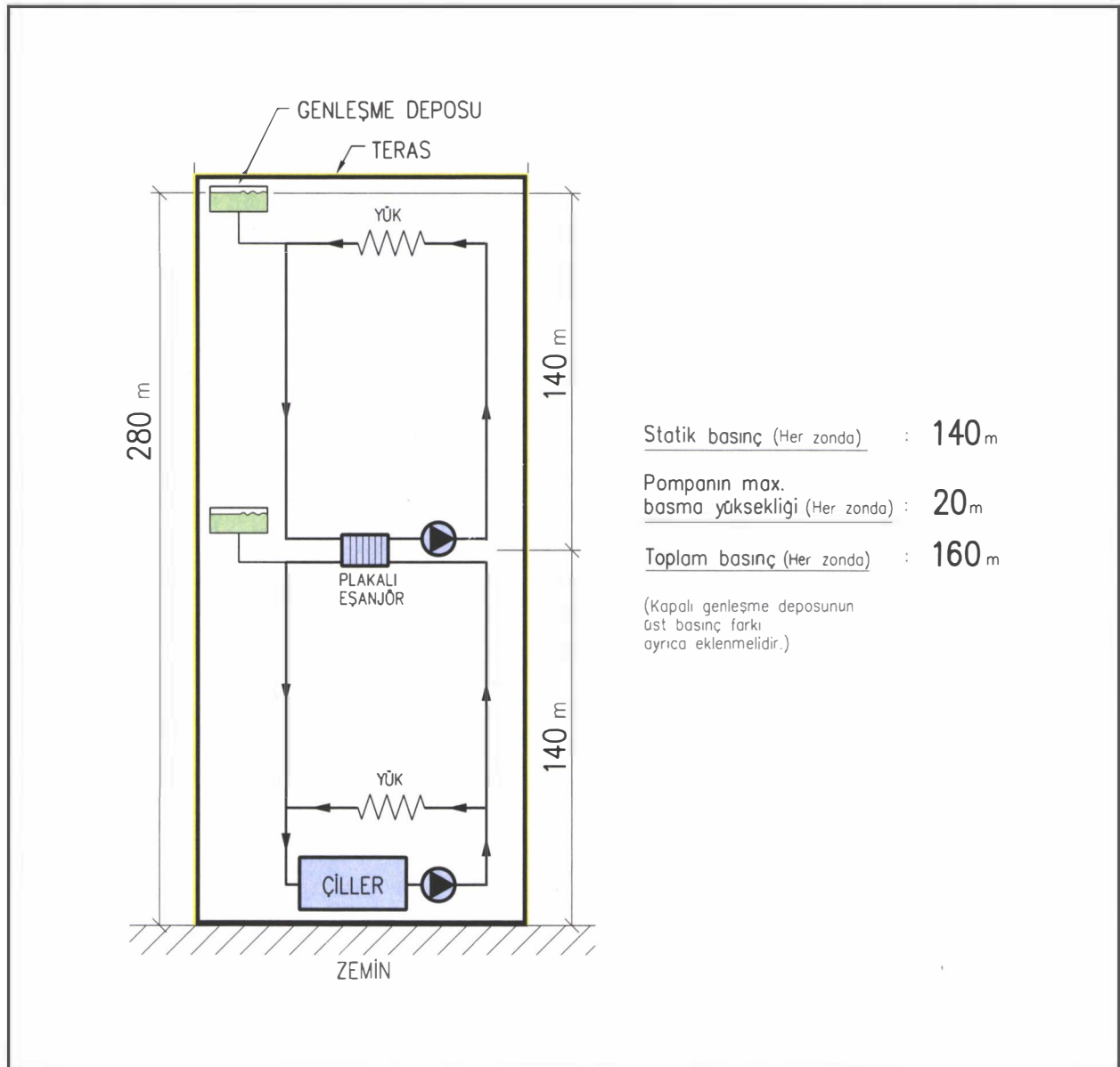
Genelde uygulanan borular, vanalar ve ısı transferi ekipmanlarının maliyetlerini düşürecek şekilde tüm soğutma suyu sisteminin basıncını belli değerde düşürecek tek bir eşanjörün kullanılmasıdır (Şekil 7.11).

Kondenser su borulaması genellikle tek bir şaftta minimum dirsek ile (veya dirseksiz olarak) ve çok az fittings ile bağlandığından, su soğutma grubunun kondenser tarafında işletme basıncında düşme elde etmek için plakalı eşanjör kullanımı genelde düşünülmez. Su soğutma gruplarının en üst seviyeye (çatı katına)

montajı binanın statik yapısı açısından sorun değilse daha uygun çözüm olabilir. Bu durumda soğutma grubu (çiller ve kondenser) aşırı basınç altında kalmayacağı için özel imalat ihtiyacı olmaz ve satın alma maliyeti artmaz. Ayrıca soğutulmuş suyun düşey yönde aşağıya doğru gönderilmesi de doğal sirkülasyon içinde avantaj olacak, basınç kayıpları azalacaktır.

Sonuç olarak: Zon sayısı konusu çok iyi analiz edilmelidir. Kuruluş ve işletme maliyetleri birlikte irdelenmelidir.

Kondenser su borulaması genellikle tek bir şaftta minimum dirsek ile ve çok az fittings ile bağlandığından, kondenser tarafındaki işletme basıncının azaltılması için plakalı eşanjör kullanımı genelde düşünülmez.



Şekil 7.11. SOĞUTULMUŞ SU SİSTEMLERİNDE ZONLAMA - 2 ZONLU SİSTEM (70 Katlı Bina)
Bu yükseklikteki binalar için 2 zonlu, tek plakalı eşanjörlü sistem genellikle daha ekonomiktir.

7.5. BORU TESİSATI TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Boru tesisatının tasarımı esnasında, binanın çelik konstrüksiyonu üzerinde etki eden borulardaki genleşme, büzüşme ve borulara etki eden statik ve dinamik yükler göz önüne alınmalıdır. Bina inşa edildikten sonra yapılacak periyodik denetlemelere dayanarak binanın konstrüksiyonunda düzenlemeler yapılabilir ve boru tesisatı üzerine kompensatörler, sabitleyiciler ve sismik emniyet elemanları yerleştirilebilir.

Hava sıcaklığındaki değişimlere veya pompalanan sıvının sıcaklığına bağlı olarak boruların uzayıp kısalmasına ek olarak betonarme binalarda karşımıza başka bir problem çıkabilir. Bu problem zamanla betonun büzülmesi ve bina iskeletinin daralmasıdır. Betonarme binalar zaman içinde kat başına 3 mm kadar büzülebilirler. Oldukça küçük gözükse de bu kısalma 70 katlı bir binada 225 mm'ye ulaşmaktadır. Bu boru hattı tesisatının tasarımı yapılırken, tasarımcının boruların altına ve üstüne, sabit noktalar arasına, boruların binanın iskeletine göre yeterli esnekliği sağlaması gerektiğini göstermektedir. Boru hattı tasarlanırken, inşaat mühendisinden betonun büzüşmesi sonucu borunun maruz kalabileceği daralma bilgisi alınarak tesisat ona göre yapılmalıdır.

7.5.1. BORULARDAKİ GENLEŞME VE BÜZÜŞME

Boru tesisatının farklı işletme dönemlerindeki hareketleri HVAC tasarım mühendisi tarafından önceden tahmin edilmelidir. Bu analizde boruların inşaat esnasındaki hareketi de dikkate alınmalıdır. Boruların hareketinin getirdiği yük önemli olduğundan, boruların hareketinin binanın inşaat projesi yapılırken dikkate alınması çok önemlidir. İnşaat esnasında bina ne ısıtılıp ne de soğutulacağından, borular çok fazla değişen dış hava sıcaklıklarına maruz kalacaklar ve bu yüzden inşaat esnasında borular üzerinde sık ve uzun süreli yüksek yükler olacaktır. HVAC tasarım mühendisi, inşaat mühendisine, boruların akışkan dolu ağırlığını da dikkate alarak, borularda beklenen statik ve dinamik yükleri (boruların genleşme ve büzüşmeleri sırasında ortaya çıkan kuvvetlerin değerlerini) vermelidir. Özellikle sabit noktalar için statik mühendisinin ilave önlemler alması gerekebilir.

7.6. SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN EKONOMİSİ

Su soğutma gruplarının seçiminde:

- Çiller su girişi ve çıkışı arasındaki sıcaklık farkı: 5,0 - 7,0°C

- Kondensere su girişi ve çıkışı arasındaki sıcaklık farkı: 5,0 - 5,5°C alınabilir.

Bu yaklaşım, proje maliyetine etkisi az olduğu için, küçük binalarda uygundur.

Ancak büyük ve özellikle yüksek ticari binalarda bu konuda değişik bir perspektiften bakılabilir. Bu tip projelerde, daha yüksek sıcaklık farkları ve daha düşük su debisi ile boru çaplarında da buna bağlı olan azalma ile boru, vana ve fittingslerin ilk yatırım maliyeti, su soğutma gruplarının işletme giderlerinde bir miktar artış ile önemli oranda azaltılabilir.

7.6.1. ÖRNEK PROJE

Soğutma kapasitesi: 14.000 kW

- Soğutulmuş su sıcaklık farkı 5,6°C veya 2,4 galon/ton (0,04 mL/J) ise soğutma sistemindeki debi: 600 L/s olacaktır. 5,6°C sıcaklık farkındaki boru çapı 20" (500 mm) ve hız 3,0 m/s'nin altında olacaktır.
- Eğer sıcaklık farkı olarak 8,9°C veya 1,5 galon/ton (0,027 mL/J) kullanılırsa soğutma sistemindeki debi: 380 L/s olacaktır. Sıcaklık farkı 8,9°C olduğunda; boru çapı 16" (400 mm) ve hız yine 3,0 m/s'nin altında olacaktır.
- Daha yüksek sıcaklık farklarında boru maliyetlerinden daha fazla tasarruf söz konusu olacaktır.
- Bundan öte, soğutma gruplarında kW/ton her iki koşulda da çalışılması gereken bir konu olduğundan, aynı çıkış sıcaklığında işletme enerji tüketimi büyük olasılıkla değişmeyecektir.
- 14.000 kW soğutma kapasiteli tesisatta, kondenser devresinde sıcaklık farkı 5,6°C alındığında, su debisi 760 L/s olacaktır.
- Eğer sıcaklık farkı 8,3°C'e çıkartılırsa kondenser debisi 500 L/s'ye düşecektir. Boru çapı 760 L/s debi için: 24" (600 mm), 500 L/s için boru çapı: 20" (500 mm) olacaktır. Yine bu değişiklik ilk yatırım maliyetinde ciddi bir düşme getirecek, bu düşme ancak soğutma makineleri ve soğutma kulesi arasındaki mesafenin fonksiyonu olarak değişecektir.

Soğutma sisteminin soğutma bölümünde ve kondenser bölümünde yüksek sıcaklık farklarının öngörülmesi, tüm ticari yüksek bina projelerinde değerlendirmeye değer bir konudur.

Bu sayede soğutma sisteminin parçaları olan boru, fittings ve vanalarda ciddi tasarruflar elde edilebilir. Ancak bu tercihlerde binanın yıllık enerji tüketimi de hesaplanarak değerlendirme yapılmalıdır.

Artan petrol fiyatları nedeniyle binaların enerji tüketimlerinin gelecekte çok daha yüksek maliyetler oluşturabileceği de unutulmamalıdır.

VIII. BÖLÜM

KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Enerji maliyetlerinde son otuz yıl içinde önemli artışlar olmuştur. 1960'lı yıllarda varili 2 USD olan petrol günümüzde 60 - 80 USD/Varil aralığında seyretmektedir. Bu büyük değişim enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı kavramlarını getirirken, bir yandan da teknolojik gelişmeler insanların konfor beklentilerini artırmıştır.

Bir başka önemli problem ise çevrenin ve yaşadığımız mekanların kirlenmesidir. Dünya'daki su, hava, ormanlar gibi doğal kaynaklar hızla kirlenmekte ve tüketilmektedir. Gelecek kuşaklara tükenmiş bir Dünya bırakmanın endişesi yaşanmaya başlamıştır ve bu doğrultuda sürdürülebilirlik kavramı gündemdedir. Son 15-20 yılda ortaya çıkan bir başka önemli kavram ise, iç hava kalitesi kavramıdır.

Sonuç olarak HVAC tesisatında sistemlerin bir yandan daha ekonomik olması, soğutma ve ısıtmanın daha ekonomik olarak yapılması istenirken, bir yandan da sistemlerin daha az arıza yapması, daha sessiz olması, çevreyi kirlenmemesi, daha az yakıt tüketmesi ve bakımı ve

işletmesinin daha kolay ve ucuz olması istenmektedir. Isıtmanın aşağıdan, soğuk yüzey önlerinden ve mümkün olduğunca ışıınım yolu ile yapılması ana konfor prensibidir. Isı kaybı yoğunluğu fazla olan dış yüzeyler (ki genellikle cam yüzeylerdir) önlerine konulacak radyatör gibi statik ısıtıcılarla ısıtılmalıdır. Böylece soğuk dış yüzey sıcaklıkları dengelenir.

Mahallin içindeki insanlar hava sıcaklığı ile mahalli çevreleyen yüzey sıcaklıklarının ortalamasını hissederekler. Bu konudaki kuralları *Tablo 8.1* 'deki gibi özetlemek mümkündür.

Sistem seçiminde mutlaka yeni kavramlar göz önüne alınmalı, ortaya çıkan yeni eğilimlere ve gelişmelere uyulmalıdır. Tecrübe birikimi sistem seçimine aktarılmalıdır. Bunun için genel kavramlar çerçevesinde klima sistem hedefi belirlenir ve buna uygun sistem alternatifleri ortaya konur. Bu alternatif sistemler arasında seçim ise, teknik ve ekonomik kriterlerin hangi ölçüde sağlandığına bağlıdır. Bu kriterler açısından sistemlerin karşılaştırmasının en akılcı yollarından biri karşılaştırma tablolarıdır.

1. Eğer ısı kaybı, duvarın her metre genişliği için 1.476 Btu/h (429 Watt) değerini geçiyorsa, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılmalıdır**.
2. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820-1.476 Btu/h (238-429 Watt) arasında ise, soğuk havanın aşağı doğru akışını engellemek için yine, pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması doğrudur**.

Bu koşullarda hava üst kottan dış duvara bitişik yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Bu çözümde hava direkt olarak aşağıya doğru, soğuğa maruz kalan duvar ve pencereleri bohçalayacak şekilde üflenmelidir.

Yorum 1:

Aynı difüzörlerden yazın da soğuk havanın verileceği unutulmamalıdır. Soğuk hava ağır olduğu için, aşağıya doğru çok hızlı inerek rahatsızlık verebilir.

3. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 Btu/h (238 Watt)'dan az ise, yine pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması tavsiye edilir**. Ancak bu koşullarda hava dış duvara bitişik veya çok yakın yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Hava bu çözümde dışa bakan duvar/pencereye doğru üflenir veya hem duvar/pencereye doğru ve hem de açığa doğru çift yönde üflenir.

Yorum 2:

a) Yaşanılan hacimlerde: ısıtmanın her zaman cam altından yapılması (statik ısıtma) tavsiye edilmektedir.

b) İnsanların kısa süreler kaldığı yerlerde: (fuaye, giriş vb) ise;

Isı kaybı 429 Watt/m değerini aşıyorsa, alttan ısıtma yapılmalıdır.

Isı kaybı 238 - 429 Watt/m değerleri arasındaysa ve alttan ısıtma yapılamıyorsa, sıcak hava yukarıdan özel difüzörler kullanılarak üflenebilir.

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

Tablo 8.1. ISI KAYBINA GÖRE ISITMA ŞEKLİ SEÇİMİ

8.1 KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ

8.1.1 SİSTEM DÜZEYİNDE SEÇİM

Yeni bir klima sistemi veya yenileme için klima sistemi seçimi yapıldığında, üç seviyede seçimden söz edilebilir: klima sistemi, ekipman ve cihazlar.

- **Klima Sistemi Düzeyi:** Bu düzeydeki seçim örneğin VAV (değişken hava debili) paket bir sistem ve fan-coil sistem arasındaki tercihin yapılması ile ilgilidir.
- **Hava sistemi, su sistemi, merkezi soğutma ve ısıtma tesis sistemi ve kontrol sistemi düzeyi.** Örneğin, VAV paket sistem için sistemin tek zonlu VAV hava karışımı; çok zonlu VAV tekrar ısıtmalı veya fan tahrikli VAV hava karışımı sistem olması tanımlanmalıdır. Paket sistemde soğutma sistemi daima DX sistemidir. Ancak burada pistonlu veya scroll bir kompresör seçimi söz konusudur. Isıtma; gazlı ısıtıcı veya cihaz elektrik değerlerinin düşük olduğu yerlerde heat pump (ısı pompası) veya elektrikli ısıtıcı ile yapılabilir. Sulu sistem için de alternatifler vardır: Fan-coil sistemi için sıcak sulu ısıtma veya elektrikli ısıtma seçilebilir. Yüksek kapasiteli bir fan-coil sisteminde genellikle santrifuj veya vidalı kompresörlü çiller, ve küçük kapasiteli sistemlerde ise vidalı veya scroll kompresörlü çiller kullanılır. Oda tipi klima cihazları ve küçük kapasiteli paket sistemler dışında, genellikle direkt dijital kontrollü (DDC) kontrol sistemleri (EMCS) düşük maliyetlidir. Spesifik bir proje için kontrol zonları, noktaları ve genel ve spesifik kontrol fonksiyonları optimum olmalıdır.
- **Ana Sistem Bileşenleri Düzeyi:** Hava sistemleri için aşağıdaki gibi ana cihazların seçimi söz konusudur:
 - Öne eğik kanatlı santrifuj, (airfoil) kanatlı santrifuj, eksenel besleme fanları
 - Besleme-egzoz fanı kombinasyonu veya besleme ve dönüş fanı kombinasyonu
 - CO₂ tabanlı talep kontrollü havalandırma, veya plenum basınç kontrolü ile havalandırma
 - Hava veya su ekonomizörü, ısıl tambur, run-around serpantinli veya ısı borulu hava-hava ısı geri kazanım sistemi
 - Frekans kontrollü değişken hızlı sürücü, girişteki yönlendirici kanatlar, veya giriş konisinde statik basınç düşümü ile debi kontrolü
 - Karışımli akış, tabakalı karışımli akış, veya yer değiştirmeli akış biçimleri ve besleme çıkışları ve dönüş girişlerinin tip ve yerleşimi. Sulu sistemlerin ana cihaz seçimi için aşağıdakiler düşünülebilir:
 - Merkez - bina ayrı luplar veya merkez ve bina tek lup
 - Merkez - bina ayrı luplu sistemde balans vanalarının kullanımı

- Merkez ve bina tek luplu sistemde bypass kısmalı akış, pompalı akış veya değişken debili akış kontrolü sistemi
- Açık veya membranlı kapalı genleşme deposu seçimi
- Soğutma sistemi için aşağıdaki ana cihazların seçimi söz konusu olabilir:
 - Isıyı atmak için hava soğutmalı, su soğutmalı veya evaporatif soğutmalı bir kondenser kullanımı
 - Santrifuj fanlı çiller için, iki ya da üç kademeli kompresör ve değişken devirli sürücü veya giriş yönlendirici kanatlı kapasite kontrolü seçenekleri
 - Pistonlu veya scroll kompresörlü soğutma sistemleri için, değişken devirli, iki kademeli hızlı, silindir yüksüzleştirmeli veya on/off kapasite kontrolünden birinin seçimi

8.2 SEÇİM HEDEFLERİ

Sistem seçimi yapılırken öncelikle hedef belirlenmelidir. Daha doğrusu klima sistemi bir hedefe yönelik olarak kurulur. Burada hedef, "Neden klima yapıyorum?" sorusunun cevabıyla ilgilidir. Şüphesiz klima hedefleri başında insan konforu gelir. Klima ile sağlanmak istenen başlıca hedefler aşağıdaki gibi sayılabilir:

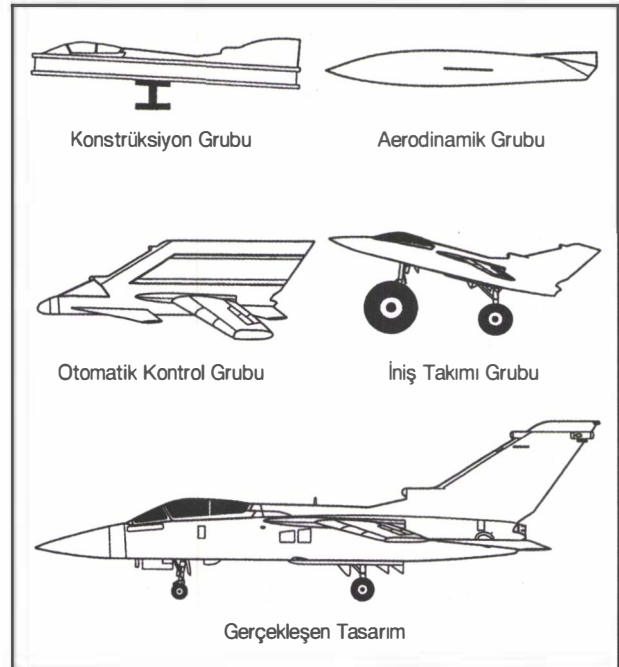
- **Konfor:** İnsanlar ancak belirli çevre koşullarında kendilerini rahat hissederler. Konfor şartları adı verilen bu şartlar klima sayesinde mekanik olarak temin edilebilir. Bunun için insanların yaşadığı her yerde (konutlar, iş yerleri, alışveriş merkezleri, kurumlar vs) klimanın hedefi konfordur. Pek çok faktöre bağlı olarak değişken olan konfor şartlarının sürekli olarak temini kolay değildir ve problem dinamik olarak ele alınmak zorundadır.
- **Proses:** Endüstride klima genellikle proses gereksinimi nedeniyle yapılır. Bu tür, hedefi prosesi gereği gibi yapabilmek olan, klima uygulamalarından en bilinenlerden biri temiz oda tekniğidir. İlaç üretimi, elektronik endüstrisi gibi dallarda üretim hollerinde mikrop, toz vs havada asılı tanecik sayısı belirli sınır değerlerin üzerine çıkmamalıdır. Burada klimanın amacı bu filtrasyonun sağlanmasıdır. Tekstil endüstrisinde hedef belirli bağıl nem değerlerinin sabit tutulması veya bazı hallerde aynı zamanda sıcaklıkların da kontrol edilmesidir. Bu örneklere gıda ve kimya endüstrisinden başkaları da katılabilir.
- **Koruma:** Özellikle gıda saklanması, değerli koleksiyonların saklanması, askeri malzeme saklanması, tarihi yapıların korunmasında ortam havasının belirli şartlarda tutulması; özellikle nemin kontrolü gerekir. Bu klimayla gerçekleşir. Burada uygulanan klimanın hedefi korumadır.

- **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 değeriyle ilgilidir. Mal sahibi mülkünün kıymetini artırmak ve daha yüksek bir fiyatla satabilmek veya kiraya verebilmek üzere klima sistemi kurdurmak isteyebilir. Bu hedeflerden her birinde seçilecek klima sisteminin aranan özellikleri farklı olacaktır.

8.3 SİSTEM SEÇİMİNDE ÖNCELİK

- Yukarıdaki kriterler arasında değinildiği gibi, uygulama yapılacak yerin iklim şartları sistem seçiminde büyük önem taşır. Hiç bir sistem bütün avantajları bünyesinde toplayamayacağı için; “ısıtma öncelikli veya soğutma öncelikli sistem seçimi” ilk adımda gözönüne alınmalıdır. Örneğin Antalya’da ısıtma mevsimi 2,5 ay mertebesinde iken, soğutma mevsimi 7,5 ay mertebesinde. Böyle bir iklimde soğutma öncelikli sistem seçimi gerekir. Isıtma soğutmaya göre daha az önemlidir. Antalya ve benzer iklimlerdeki bölgelerde sistem seçimi ve dizaynında ağırlık soğutmadadır. Böyle bir yerde soğutulmuş havanın üst kottan (tavan seviyesinden) verilmesi düşünülmelidir. Tavan seviyesinden verilen soğuk havanın yoğunluğu fazla olduğu için ortamdaki havaya karışımı ideal konforu sağlayacaktır. Heat Pump (Isı pompası) tipi cihaz seçimleri uygundur. Buna karşılık İstanbul’da ısıtma mevsimi yaklaşık 6,5 ay, soğutma mevsimi 3-4 ay mertebesinde. Erzurum’da ise bu değerler ısıtma yönünde daha fazla değişmektedir. Böyle iklimlerde ısıtma öncelikli sistemler seçilmelidir. Isıtma öncelikli sistemde ısıtmanın aşağıdan yapılması ve vantilatör vb ses yapabilen cihazların kullanılmaması avantajlıdır. Isıtmanın cam önlerine konan ısıtıcılar ile yapılması konforu artıracaktır. Villa sahipleri genelde en iyi konforu isterler. Villalarda; ısıtmayı cam önlerine konulan radyatörler (termostatik vanalı) ile, soğutmayı ise hava kanallı split cihazlarla yapıp, ayrıca klima cihazına yaklaşık %10 oranında taze hava alınmalıdır. Bu durumda ortam havalandırılacak, taze hava ortamı artı basınçta tutacağı için dışarıdan toz girişi önlenecektir.
- Sistem seçiminde öncelik açısından, dış ortamdaki nem oranı da önemlidir. Kurak iklimlerde evaporatif soğutma prensibinden yararlanılabilir. Bu büyük avantaj sağlar (Diyarbakır vb şehirlerde). Ayrıca kuru ve soğuk iklimlerde kışın nemlendirme mutlaka sağlanmalıdır. Buna karşılık nemli iklim ve ortamlarda tam tersine nem alıcı öncelikli sistemler seçilmelidir.

- Sistem seçimindeki önceliklerden birisi de uygulama alanı ile ilgilidir. İş yerlerinde aydınlatma, makineler ve insanlar dolayısı ile ısı kazancı daha fazladır. Bu nedenle konutlarla karşılaştırıldığında, daha fazla soğutma yükü gereklidir. Soğutma ihtiyacı da yıl içinde konutlara göre daha uzun sürelidir.
- Sistem seçiminde bir başka öncelik ise mimari sınırlamalarla ilgilidir. Seçilecek HVAC sisteminin boyutları mimari yapıya uygun olmalıdır. Ayrıca mimarinin estetik anlayışı ve sistem fonksiyonları; seçilecek difüzör, menfez vs gibi elemanların tiplerini belirler. Bu çerçevede sesle ilgili sınırlamaları da gözönüne almak mümkündür. Sağlanması gerekli ses düzeyi bazı uygulamalarda sistem seçimini belirleyen ana öncelik olabilir.
- Soğutma yapılacak binalarda güneşin camlardan içeri girmesini engelleyecek önlemler (güneş kesici dış perdeler, saçak çıkıntılarının uzatılması, dış panjur, yansıtıcı özelliği olan cam vb) alınması enerji ekonomisi sağlar. Ancak bu önlemlerin bir kısmı kalıcı olduğunda, ısıtma sezonunda dezavantaj yaratabilir. Bir başka sakınca ise sağlık açısından yararlı olan güneş ışınlarının önlenmiş olmasıdır. Bu çelişkili durum ısıtma ve soğutma sürelerinin gözönüne alınması suretiyle tercih yapılması, hareketli elemanların kullanılması gibi yollarla çözülebilir. Mal sahibi, mimar, mühendisler, yeni projeye alacak bütün ilgililer bir araya gelmeli ve ortak karar almalıdır (Şekil 8.2).
Özetle, sistem seçimi Tablo 8.4’te verilen kriterlerin ve faktörlerin pek çoğuna bağlıdır.



Şekil 8.2. ÇEŞİTLİ GRUPLAR TARAFINDAN BİR UÇAĞIN TASARIMI



Şekil 8.3. ÖRNEK VRV KLİMA SİSTEMİ UYGULAMASI (İÇ ÜNİTE VE DIŞ ÜNİTE GÖRÜNÜMÜ)

8.4 KLİMA SİSTEMLERİ KARŞILAŞTIRMA TABLOLARI

Bu kısımda pratikte geniş ölçüde kullanılan klima sistemleri, yukarıdaki esaslar çerçevesinde birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Burada daha önemli olan karşılaştırma kriterleridir. Kriterlerin mümkün olduğu kadar kapsamlı ve detaylı bir biçimde hazırlanmıştır. Buna karşılık çeşitli sistemler için yapılan değerlendirmeler sonuçta belirli ölçüde bizim bakış açımızı yansıtmaktadır ve sübjektif olarak kabul edilebilir. Bu örnek tablolardan yararlanarak kendi karşılaştırma tablolarını hazırlayanlar kendi önceliklerine göre, sistemleri buradakinden farklı değerlendirebilirler. Sonuçta verilmeye çalışılan değerlendirmeler değil yöntemdir. *Tablo 8.4*'te 7 farklı klima sistemi, 63 ayrı kriter açısından karşılaştırılmıştır.

- Sistem seçimi başlığı altında, çok kullanılan 7 sistem değerlendirilmiştir.
- Burada amaç:
 - Tesisat mühendislerinin klima bilgilerinin artırılması,
 - Değerlendirme için önceliklerin kolayca belirlenmesi,
 - Konuyu tartışmaya açıp, eleştirileri değerlendirerek daha fazla geliştirmektir.
- Hiçbir sistem avantajların tamamını sağlayamaz.
 - Mal sahibinin beklentileri ve olanakları,
 - Binanın kullanım amacı ve şekli,
 - Bina ölçeği: Bina kullanım alanı, yatay ve düşey büyüklüğü,
 - Bölgenin iklim koşulları dikkate alınarak en uygun sistem seçilmelidir.
- Sistemler değerlendirilirken iyi-kötü ya da siyah-beyaz olarak bakılmamalı, iyilerin içinde en uygununun araştırıldığı bilinmelidir. Çünkü her sistemin ideal olarak kullanılabileceği yapılar vardır.
- Kriterler de gruplanarak sunulmaktadır (Mimari, Performans, İşletme Maliyeti vs).
- Kriterin önemi bölümü; beklentileri ve önerileri karşılaşılabilecek sorunları kapsamaktadır.
- Karşılaştırmalar her kriter için ayrı ayrı yapılmıştır.
- Ancak her kriter aynı derecede önemli değildir ve yatırımcıların beklentisine göre de değişir. Bu anlamda proje bazında her kritere bir bir önem puanı verilerek (kriterlerin önem puanlarının toplamı 100 veya 1.000 alınabilir), her sistem aldığı toplam puan ile değerlendirilebilir.
- Yatırımcı için maliyet değerlendirmesi yapılırken:
 - Mal sahibinin beklentilerini karşılayamayan, bina tipine ve imkanlarına uygun olmayan sistemler elenip,
 - Son kriter olarak verilen "ÖMÜR BOYU TOPLAM MALİYET" en önemli kriter olarak dikkate alınabilir.
- Klima sistemleri seçimi (karşılaştırma tabloları) iş merkezleri için hazırlanmıştır. Çarşı, konut, otel, hastane ve özel yapılar için de bazı değişiklikler ve ilaveler yapılarak kullanılabilir.

- Enerji maliyetleri hesaplanırken, genellikle güncel yakıt ve elektrik fiyatları kullanılır.
 - Isı geri kazanımlı, enerjiyi daha az tüketen, yüksek verimli sistemler olabildiğince tercih edilmeli ve ısı geri kazanımından yararlanılmalıdır.
 - Gelecekte enerji maliyetlerinin artabileceği dikkate alınarak, tahmini bir düzeltme faktörü kullanılmalıdır.
 - Ancak enerji maliyetlerinin gelecekte beklenenden de fazla artabileceği olasılığı da dikkate alınmalıdır.
 - Enerjiyi doğru kullanmak, bir mühendislik etiğidir.
 - Seçim yapılırken aşağıdaki konular belirlenmelidir:
 - Üfleme havası sıcaklığı,
 - Yaşanılan hacim içerisindeki hava hareketleri,
 - Hava kanallarındaki hızlar,
 - Menfez yerleşimi ve tipleri,
 - Klima santrallerinin kapasite büyüklükleri,
 - Hava kanallarının yükseklikleri (borular ve kablo kanalları vs ile kesişme noktaları da dikkate alınarak). Asma tavan içindeki cihaz yükseklikleri (tavan tipi F/C, VAV kutuları, tavan tipi split cihaz vb varsa),
 - Mekanik hacimlerin toplam alan ve hacimleri, iç hava proje şartları.
 - Mal sahipleri büyük bedeller ödeyerek binalar yaptırmaktadır. Harcamaların nereye ve nasıl yapılacağı proje yapılırken belirlenmektedir. Mal sahiplerinin daha kaliteli projeye, daha fazla ödemesi; yatırımı daha ekonomik kılacak ve beklentilerinden daha iyisi gerçekleşecektir.
 - Kiracıların, kira bedeli kadar binanın aylık harcamalarına da dikkat ettikleri unutulmamalıdır. Bu nedenle seçilen sistemin işletme ve bakım masraflarının en az olması ve esnek kullanım imkanı çok önemlidir.
 - Verimlilik, kalite, kapasite ve performans kavramlarının güncel olması çok önemlidir. Çünkü her şey sürekli değişmekte ve gelişmektedir.
- Tablo 8.4* genel değerlendirme amaçlı, birçok açıdan bakılarak sistem seçiminde mimarlara, mühendis ve tasarımcılara, işletmecilere ve son kullanıcıya kılavuz olması amacı ile hazırlanmıştır. Olabildiğince farklı açılardan bakılarak ele alınan bu çalışma;
- a. Karşılaştırmaya konu olan tüm sistemlerde kaliteli ürünler kullanılacağı kabul edilmiştir.
 - b. Tablodaki her kriter bir fonksiyondur. Her fonksiyonda birçok değişkenin olduğu düşünülmelidir.
 - c. İşin özelliğine, projeye, beklentilere, mal sahibinin isteklerine ve tabloda belirtilen tüm durumlara göre karşılaştırma tablosunda değerlendirmeye tabi tutulan kriterlere farklı yaklaşımlar geliştirilebilir, tartışılabilir, her kritere yönelik olumlu/olumsuz eleştiri ve yorum getirilebilir.
 - d. Grinin tonlarındaki farkları belirlemeye çalıştığımız bu tablolardaki her kriter ve değerlendirme tartışmaya açıktır.

KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMA TABLOSU İNDEKSİ		Sayfa No
A	Performans	304
A 1	Havalandırma Yeteneği	304
A 2	Soğutma Konforu	306
A 3	Isıtma Konforu	308
A 4	Mevsim Geçiş Kolaylığı	310
A 5	İç Hava Kalitesi	312
A 6	Filtrasyon Yeteneği ve Hijyen	314
A 7	Merdiven Basınçlandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)	316
A 8	Isıtmada Oda Sıcaklık Kontrolü	318
A 9	Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme	320
A 10	Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)	322
A 11	Kışın Aynı Zamanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılatabilme Yeteneği	324
A 12	Gürültü-Ses	326
A 13	Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk	326
A 14	Basınçlandırma	328
B	İşletme Maliyeti	330
B 1	Enerji Maliyeti	330
B 2	Yıllık Verim (Yıllık Maliyet)	332
B 3	İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	332
B 4	Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isının Isıtma Sezonunda Faydalı Kullanımı, Aydınlatma Armatürlerinin Ömrü	334
B 5	Ön Soğutma (Cool Down)	336
B 6	Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?	338
B 7	Isı Geri Kazanımı	340
B 8	Yüksek Hızlarda (veya Yüksek Basıncı) Hava Transferinin Maliyeti	342
B 9	Hava Kanallarının ve Boruların (Isı Yalıtımları da Dahil) Boruların ve Soğutucu Akışkanın Toplam Maliyeti	344
B 10	Esneklik Çalışma Saatleri Dışında (Gece, Hafta Sonu, Tatil Günleri vb)	344
B 11	Binadaki Katların Aynı Aynı Kullanımı veya Her Katı Aynı Kiralayabilme (İşletme Masraflarını Paylaşım Kolaylığı)	346
B 12	Seminer Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırabilme Olanağı	348
B 13	Kapasite Kontrol İmkânı	350
B 14	Isıtmada Kullandığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti	350
C	Sistem İlk Yatırım Maliyeti	352
C 1	Sistem İlk Yatırım Maliyeti	352
C 2	Kullanma Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin Ayrıca Kalorifer Kazanına İhtiyaç Var mı?	352
C 3	Ekonomik Ömür	354
C 4	Tesisat İçin Ayrılan Alan ve Hacimlerin Toplam Maliyeti	354
C 5	Ömür Boyu Toplam Maliyet	356
D	Servis-Bakım-Onarım ve İşletme	358
D 1	Filtre Adedi Temizleme Sıklığı ve Kolaylığı	358
D 2	Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerektiren Elemanlar Var mı?	360
D 3	Servis, Bakım Sıklığı	360

Tablo 8.4. KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ

D 4	Asma Tavan İçinden Geçen Su Boruları (Su Kaçağı Riski ve Asma Tavan Etkisi)	362
D 5	Servis, Bakım, Onarım Maliyeti	364
D 6	İşletme Güvenirliği ve Arızanın Etkisi	364
D 7	Yedekleme Yeteneği	366
D 8	Genişleyebilme (Kapasite Arttırımı)	366
E	Mimari	368
E 1	Mal Sahibi Yatırımı Nasıl Değerlendirecek?	368
E 2	Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best"	368
E 3	Asma Tavan İçinde Gerekli Olan Net Yükseklik İhtiyacı	370
E 4	Estetik, Görünüş	370
E 5	Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	372
E 6	Döşemede Yer İhtiyacı	374
E 7	Şaft Gereksinimi	374
E 8	İç Dekorasyon Esnekliği	376
E 9	Teraslarda veya Bina Dışında ve Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	376
F	Planlama ve Montaj	378
F 1	Enerji Tüketiminin Ölçülebilmesi ve Paylaşımı	378
F 2	Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi)	380
F 3	Montaj Süresi ve Kolaylığı	382
F 4	Kontrol İmkânı	382
F 5	Kontrol Tipi	384
F 6	Bina Yönetim Sistemine Uygunluk	384
F 7	Sistemin Kullanılabileceği Kapasite Aralığı	386
F 8	Standartlara Uygunluk	386
G	Emniyet ve Riskler (Sağlık vb)	388
G 1	Sistemde Kullanılan Toplam Soğutucu Akışkan Hacminin Yaşam Mahalleri Hacmine Oranı	388
G 2	(Yangın Emniyeti İçin) Duman Tahliyesi Yeteneği (Duman Tahliyesi İçin İlave Hava Kanalı İhtiyacı)	390
G 3	Emniyet (Yangın, Patlama vs Riski)	392
G 4	Duman Kontrolü	392
H	KONUT Uygulamalarına Uygunluk (Yüksek ve Alçak Bloklar)	394
H 1	Konutlarda Uygulanan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması	394
I	Diğer	-
I 1	Dış Ünitelerin Yer Kaybı	-
I 2	Dış Ünitelerin Ses Seviyesi	-
I 3	Inverter Kontroller	-
I 4	Uzaktan Erişim ve İnternet Bağlantısı ile Sistemin Kontrol İmkânı	-
I 5	Bilgisayar Destekli Servis İmkânı	-
I 6	Bilgisayar Yolu ile Cihaza Bağlanarak Geçmiş Görebilme İmkânı	-
I 7	Soğutucu Akışkan Miktarını Tespiti ve Doğru Oranda Şarj Edilebilme Kontrolü	-
I 8	Soğutucu Akışkan Miktar ve Kaçak Kontrolü, Akışkan Takip Yeteneği	-
I 9	Uzun Mesafelere Tesisat Çekebilme Yeteneği ve Performansı	-

Tablo 8.4. KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ (Devamı)

Önemli Kriterler	A - PERFORMANS			Kriterlerin Önemi			Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması			VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi			Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi		
	Havalandırma Yeteneği			Kötü Performans			Orta/İyi Performans			İyi Performans			Yüksek Performans		
1	1- Binalarda kaliteli ve hava sızdırmayan doğramalar uygulanmaya başlandıktan sonra iç hava kalitesi çok önem kazandı. 2- Bina içerisindeki eşyalar, boya-badana, halı,dolap ve kitaplardan çıkan gazlar iç hava kalitesini bozmakta, havalandırma ihtiyacını arttırmaktadır. 3- Sonuçta ağır rahatsızlıklar baş ağrısı ve işyeri sendromu (hasta bina sendromu) oluşabilmektedir. 4- İnsanların solunum yoluyla çıkan karbondioksit vb (bir insan, saatte 16-17 kg hava) diğer gazlar terleme sonucu deriden yayılan koku da ortamdaki havayı kirletir. 5- Kapalı hacimlerde sigara içilmesine kesinlikle izin verilmemelidir. İç hava kalitesi her koşulda olumsuz etkilenir. Ancak izin veriliyorsa, bu durumda taze hava miktarı en az 2 kat artırılmalıdır (Kişi başına yaklaşık 110 m³/h gibi i). 6- Havalandırmanın çok iyi olmadığı ortamlarda, grip vb virüsler daha yoğun hale gelmekte ve bulaşma riski artmaktadır. 7- Tuvalet, mutfak vb farklı koku yayılan hacimlerin egzoz tesisiati bağımsız yapılmalı ve bu hacimlerde ekşi basınç oluşturulmalıdır. 8- Binanın havalandırma tesisiati standardı belirlenirken; a- Tasarruflu havalandırma (standart havalandırma), b- Orta havalandırma, c- Yüksek kaliteli havalandırma tercihi mal sahibi ile birlikte yapılmalıdır. 9- Doğal havalandırma, a- Binaların giriş, balkon, teras kapıları ve doğramaların aralıklarından hava dışarıya veya içeriye sızar. b- Çok soğuk ve sıcak günlerde iç ve dış havanın sıcaklık farkı arttığı için, klimate edilen binalardan dışarıya hava sızıntısı da artar. c- Bu nedenle; klimate edilen ve havalandırma tesisiati kalitesi sınırlı olan yerlerde, çok sıcak ve soğuk günlerde içeride daha temiz bir hava olmasına karşın, ara mevsimlerde iç hava kalitesinin daha kötü olduğu fark edilir. 10-Bina içinde sigara içmenin maliyeti, a- Kişi başına yaklaşık olarak 2 kat daha fazla taze hava ve egzoz havası kullanılır. b- Enerji tüketimi, iç ve dış ortam şartlarına bağlı olarak yaklaşık %10-20 oranında artar. c- İlk yatırım maliyeti, dizayn şartlarına ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak yaklaşık %5-10 artar. d- İç hava kalitesi (yüksek kaliteli havalandırma standartları kullanılsa bile) az veya çok düşer. 11-Havalandırma konforu ve ısı konforun iyi olmasının şartlarından biri de oda içinde yeterli hava hareketinin sağlanmasıdır. Tam havalı sistemlerde taze hava dönüş havası ile karıştırılarak ortama verildiği için; a- Taze hava ortama daha düzgün dağılır ve havalandırma kalitesi artar. b- Üfleme havası sıcaklığı ortam sıcaklığına (sulu sistemlerin odadaki cihaz çıkışındaki hava sıcaklığına göre) daha yakın olabileceği için, ısı konfor da artar. 12-Sonuç: Taze hava, kontrollü ve cihaz üzerinden geçirilerek mekana alınmalıdır. Havalandırma sistemi 12 ay kullanıldığı ve temiz hava insanların en önemli gereksinimi olduğu için, soğutmadan da önce gelen bir ihtiyaçtır. Çalışma veriminin artırılması, grip olma riskinin azaltılması vb avantajları sağlar. Sağlıklı bir ortamda yaşamak ve sağlıklı kalmak için, havalandırma tesisatının çok kaliteli yapılması gerekir. Ancak aşırı havalandırmanın enerji maliyetini artıracığı da unutulmamalıdır.			Genelde taze hava verilmiyor. Kısmi olarak taze hava bağlanabilen bazı özel tip cihazlar mevcuttur.			a- Taze hava gizli tavan tipi, kaset tipi gibi iç ünitelerle direkt olarak şartlandırılarak alınabilir. b- Taze hava alınmayan iç üniteler kullanıldığı zaman, egzoz hava çıkışı üzerine ekonomizör (ısı geri kazanım cihazları) ilavesi ile enerji ekonomisi sağlanarak gerçekleştirilebilir. Ancak soğuk bölgelerde veya günlerde ekonomizörden geçen taze hava ortama (direkt olarak) verileceği için düşük üfleme havası sıcaklığı rahatsız edebilir. Benzer durum aşırı sıcak ve nemli bölgeler ve günler için de kısmen geçerlidir. Yeni uygulamalarda bu sorunun çözümü ekonomizör çıkışına monte edilen bir DX bataryanın merkezi VRV sistemine bağlanarak istenen konfor şartlarını sağlanmalıdır. Ayrıca daha fazla taze hava istenen yerler için de, geniş sistemlerde %100 taze hava ile çalışabilen DX bataryalı klima santralleri kullanılabilir. Bu klima santralleri dış hava entapsine bağlı olarak taze hava miktarını %10 - %100 arasında değiştirerek ekonomi modunda çalışabilme yeteneğine sahiptirler. Önemli Not: 1- Isı geri kazanım cihazında çok sıcak ve çok soğuk olmayan günlerde (özellikle ara mevsimlerde) taze hava ısı değiştiriciden geçirilmeden by-pass yapılarak ortama verilebilir ve egzoz yapılabilir. Bu şekilde; a- Isı değiştirici direnci ortadan kaldırılır. b- Fan motoru daha az enerji tüketir. c- Taze hava daha verimli kullanılır. d- Free-cooling ve cool-down performansı artar.			1- Taze hava her cihazı ayrı ayrı alınıbilir. 2- Taze hava, genellikle dönüş havası ile karıştırılarak ortama verilir. Dış hava sıcaklığı 0°C olduğunda bile, ortama tavandaki anemostatlardan üflenen karışım havasının sıcaklığı (karışım oranına bağlı olarak) ~18°C olacaktır. a- Bu olanak sayesinde, kış aylarında bile taze havayı ayrıca ısıtmaya dahi ihtiyaç kalmaz. b- Tavandan üflenen havanın sıcaklığı oda sıcaklığından biraz daha düşük olduğu için, verilen hava aşağıya doğru doğal olarak ve düşük hızla iner. İdeal hava sirkülasyonu ve havalandırma sağlanır. c- Odaya üflenen hava, oda içinde az da olsa yukarıya kaçan ısı ve aydınlatma armatürlerinden yayılan ısıyı da alarak düşük hızda aşağıya doğru iner. d- Dış hava sıcaklığı çok düşük ise veya taze hava oranı çok fazla ise, bazı günlerde heat-pump cihaz havayı ısıtarak verme imkânına da sahiptir. 3- Taze hava roof-top vb bir veya birkaç cihaz (HP ve gaz ısıtıcı) ile iç ünitelere dağıtılabilir. Bu cihazlarda entalpi kontrolü yapılarak, çok soğuk ve sıcak günlerde damper kontrolü ile dönüş havası, dış hava ile karıştırılır, ara mevsimde ise taze hava miktarı artırılıp iç üniteler üzerinden ortama verilir. 4- Egzoz havasından ekonomizör kullanımı ile ısı geri kazanımı yapılarak roof-top cihaza verilerek enerji ekonomisi de sağlanabilir. 5- İstanbul ve daha soğuk iklim bölgelerinde doğal gaz veya LPG varsa; roof-top cihazlar heat-pump yerine gaz ısıtıcı seçmek daha verimli ve doğru olabilir. a- Standart Uygulama:			b- Entalpi kontrollü roof-top cihazlar ile,		

Not: Bu karşılaştırma tabloları konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

A - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırmada konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi						
A 1 Havalandırma Yeteneği	Proje şartlarında belirlenen gerekli miktarda taze hava ortama verilir.				a- Aşırı sıcak ve soğuk günlerde proje şartlarında öngörülen min. taze hava (yaklaşık %20) ile çalışır. Ara mevsim ve diğer günlerde ise; ısıtma ve soğutma yapmaksızın, %100'e kadar artan taze hava oranı ile çalıştığı için yıllık ortalama havalandırmaya yeteneği mükemmeldir. b- Otomasyon sistemi; klima santrali vantilatörünün debisini değiştirirken, aynı hava değişimini aspiratörde de gerçekleştirir. c- Klima santralının taze hava alış miktarının, proje şartlarında belirlenen en düşük değerin altına inmesine izin verilmez (Otomasyon sistemi ile). d- Dönüş kanallarına da VAV kutusu konması, çok hassas hacimler için (yüksek hijyen şartlarını sağlamak vb amaçlar için) gerekli olabilir.	a- Genellikle klima santralından çıkan havanın sıcaklığı simple VAV'ye göre daha düşük seçilir. Klima santralından VAV kutularına gelen hava miktardan, simple VAV sisteme göre daha az olduğu için, ara mevsimde havalandırmaya yeteneği simple VAV sistemden daha düşüktür.	a- Taze hava gizli tavan tipi, kaset tipi gibi iç ünitelerle direkt olarak şartlandırılarak alınabilir. b- Taze hava alınmayan iç üniteler kullanıldığı zaman egzoz hava çıkışı üzerine ekonomizör (ısı geri kazanım cihazları) ilavesi ile enerji ekonomisi de sağlanarak gerçekleştirilebilir. Ancak soğuk bölgelerde veya günlerde ekonomizörden geçen taze hava ortama (direkt olarak) verileceği için düşük ısıtma havası sıcaklığı rahatsız edebilir. Benzer durum aşırı sıcak ve nemli bölgeler ve günler için de kısmen geçerlidir. Direkt genleşmeli (DX) bataryalı ısı geri kazanım cihazlarının sisteme entegre edilmesi ile rahatsız edici hava akımları engellenebilir ve maksimum konfor sağlanabilir.
	İnsan yoğunluğunun fazla olduğu [dolayısıyla (veya) taze hava oranının fazla olduğu] bazı özel yapılarda, soğutma ihtiyacının büyük bir yüzdesi klima santralından verilen taze hava ile, kalan kısmı ise fan coil'ler ile karşılanabilir (F/C + taze hava kombine sistem). Böylece F/C cihazlar daha kuru çalışacağından kondenser suyu debisi düşer. Isı geri kazanımı kullanıldığında enerji ekonomisi açısından daha iyi bir performans sağlanabilir.				Yüksek Performans	İyi Performans	Yeterli Performans

2

A - PERFORMANS			
Önemli Kriterler	Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.		
	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi	
	A- Fan coil asma tavan içine mi, parapet altına mı monte edilmelidir? a- Mimari imkanlar öncelik kazanacaktır. b- Yerdeki fan coil'in filtresinin temizlenmesi, servis ve bakımının yapılması daha kolaydır. Ancak yer seviyesinde toz daha fazla olduğu için yerdeki sistemler daha sık servis, bakım ve filtre temizliği ihtiyacı duyarlar. c- Tavandaki fan coil'den su damlatma ve kaçak riski daha fazla hasara yol açabilir. d- Asma tavan içindeki drenaj boruları F/C alt noktasına yakın bağlanır, eğimli olarak monte edilir ve yoğunlaşmaya karşı ısı yalıtımı yapılır. Özellikle büyük hacimlerde veya uzun mesafelerde eğimli olarak döşenmesi zorunlu olan drenaj boruları nedeniyle, asma tavan içinde daha fazla yüksekliğe ihtiyaç duyulabilir. e- İstima süresi daha fazla olan iklim bölgelerinde (Erzurum, İstanbul vb) ısıtma konforu daha önemlidir ve fan coil'in ısı konfor yönünden aşağıda olması daha uygundur. f- Soğutma öncelikli yörelerde (Antalya, İzmir vb) ise ısı konfor yönünden yukarıda olması daha uygun olmakla birlikte, servis bakımının yukarıdaki cihaza yapılmasının daha zor olacağı ve diğer faktörler de dikkate alınarak karar verilmelidir. g- Otel odalarında ise, oda girişinde asma tavan içine fan coil montajı (altında komple söküler servis kapağı olması halinde) genellikle en uygun çözüm olabilir. h- Fan coil'lerin 3 devirli olarak çalıştırılması; gerek hava dağıtımı, gerekse üfleme havası sıcaklığı açısından kontrol ve konfor avantajı sağlar. Yeterli ısı konforun sağlanabilmesi için odada saatte 4 – 5 hava hareketi sağlanmalıdır. j- Fan coil üfleme havası sıcaklığının, limitlenmesi yararlıdır. Aksi halde üfleme menfezlerinde kondenzasyon oluşabilir. (Özellikle düşük devirde)	1- Ara mevsimde de soğutma yapılabilirdi için avantajlıdır. 2- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmaktadır.) 3- Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir.	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmaktadır.) 2- Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir.
	İyi Performans	İyi Performans	
	2- Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir.	3- Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir.	Yüksek Performans
	Yüksek Performans		
	B- Oransal Kontrol ve Sabit Oda Sıcaklığı Konforu:	B- Oransal Kontrol ve Sabit Oda Sıcaklığı Konforu:	B- Oransal Kontrol ve Sabit Oda Sıcaklığı Konforu:
	VAR	VAR	VAR

A - PERFORMANS		Konforu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissedebilir ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çağın verimliliğini azaltmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		
A3	Isıtma Konforu	1- Sıcak hava ortama aşağıdan (camın altından) yukarıya doğru verildiğinde en iyi konfor alınır. Aksi halde pencere camı yüzeyinde soğuyan hava zemin bölgesine iner ve yerde rahatsız edici soğuk hava akımı oluşabilir. 2- Dizayn şartlarındaki dış hava ve iç ortam sıcaklık farkı 20°C ve üzerinde ise; cam yüzeylerinin aşağıdan ısıtılması soğuk yüzey etkisini azaltacak ve ısı konforu artıracaktır. 3- Klimatize edilen konfor yapılarının dış yüzeylerinin bir metresinin ısı kaybı yaklaşık olarak 240 W/m değerini aşarsa, o yüzeyi aşağıdan ısıtmak gerekir (Daha detaylı bilgi için Bkz. Tablo 8.1). İstanbul ikliminde çok iyi ısı yalıtımı yapılmış binalarda çift camlı bir doğrama da olsa cam altından ısıtma yapılması daha iyi ısı konfor sağlar. 4- Statik ısıtma yapılması idealdir. Cam altına yayılmış ince tip radyatörler veya gömme tip konvektörlerin kullanılması ve termostatik radyatör vanası ile oda sıcaklığının kontrol edilmesi uygundur. Bu durumda cam yüzeylerde soğuyarak aşağı doğru inen hava akımı radyatörlerde ısınarak hafifler ve tekrar yükselir. Doğal sirkülasyon ile ortamda ısıtma için en iyi konfor sağlanır. Ses - gürültü oluşmaz. 5- Sıcak hava ortama yukarıdan verilirse; sıcak hava ortamdaki havaya göre daha hafif olduğu için yukarıda asılı kalır. Sıcak havanın aşağıya indirilebilmesi için özel difüzörler kullanılması ve yüksek hızlarda üflenmesi gerekir. Bu durumda ses oluşur. Sıcak havanın yukarıdan üflendiği hacimlerde; dış hava sıcaklığının 10°C'nin altında olduğu günlerde, soğuk hava cam yüzeylerden aşağıya doğru daha hızlı iner ve genellikle yerde (döşeme üzerinde) rahatsız edici hava akımı oluşabilir. 6- ISIL KONFOR Isıtmada ısı konforundan bahsedebilmek için, öncelikle ısı kayıplarının olabildiği kadar azaltılması gerekir. Hissettiğimiz sıcaklık oda sıcaklığı ile odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığının ortalamasıdır. (Hafta sonu evine gittiğiniz gün evdeki eşyalar, duvarlar soğuktur. Oda sıcaklığını 26 °C yaparsanız dahi yüzeyler ısınmadan iyi bir ısı konfor hissedemezsiniz.) Dış duvarlar, iç yüzey sıcaklığı yaklaşık 18 °C olacak şekilde yapılmalı ve ısı yalıtımlı doğramalar kullanılmalıdır (Oda sıcaklığı ile dış duvarın iç yüzey sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı 3K'i aşmamalıdır.) Isı yalıtımının çok iyi yapıldığı binalarda dış duvarların yüzey sıcaklığı daha yüksek olacağı için; döşemeye inen soğuk hava akımı çok azalır. Isı yalıtımının iyi olduğu binalarda daha iyi ısı konfor sağlanır. 7- Düşük sıcaklık ısıtması yapılması da ısı konforu arttıracaktır. a- Cam altından daha yaygın ısıtıcı yüzeyi oluşacağı için, homojen sıcaklık dağılımı sağlanır. b- Cam önlerinden statik ısıtma yapılırsa ısıtıcı yüzeylerinde toz yanması olmaz. c- Isıtıcı yüzeyinde ısınan havanın hareketi daha yavaşlar, toz vs hareketi azalır.	A- Hava üflenerek ısıtılan sistemlerde; ısıtıcı yüzeyler açıkta olmadığından, odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ile oda sıcaklığının ortalaması hissedilen sıcaklık olur. Radyatörle ısıtma ile aynı ısı konforu sağlamak için oda sıcaklığını yaklaşık 1°C arttırmak gerekir. Oda sıcaklığının artması az da olsa nemlendirme ihtiyacını ve yakıt tüketimini artırır. Değişken soğutucu akışkan debili (VRV) sistemlerde; a- Yüksek COP b- Oransal kontrol c- Akışkan sıcaklığına bağlı fan devir ayarı bulunmaktadır. 1- Döşeme tipi iç ünite kullanıldığında sıcak hava cam altından yukarıya doğru üflenir. İstenen konfor sağlanır. İyi Performans 2- Heat-pump sistemde tavan tipi iç ünite kullanılıyorsa; (radyatör yoksa) a- Sıcak hava yukarıdan üflenir. Hafif olan sıcak havayı aşağıya daha yüksek hızlarda üfleme gerekir. b- Cam yüzeyinde soğuyan havanın bir kısmı yere inebilir. c- Sıcak hava yüksek hızlarda üflendiği için ses seviyesi yüksektir (fan daha yüksek devirli çalışılır); d- Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmalıdır. Düşük Performans 3- Nemlendirme yapabilen split cihazlar da vardır. 4- Tavan, kaset vb tipler (yalnız soğuk veya heat pump sistem) kullanılıyorsa, radyatör ile ısıtma yapılarak performans iyileştirilebilir. Yüksek Performans B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı VAR Inverter cihazlarda oransal kontrol ve sabit oda sıcaklığı mevcuttur.	A- Hava üflenerek ısıtılan sistemlerde; ısıtıcı yüzeyler açıkta olmadığından, odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ile oda sıcaklığının ortalaması hissedilen sıcaklık olur. Radyatörle ısıtma ile aynı ısı konforu sağlamak için oda sıcaklığını yaklaşık 1°C arttırmak gerekir. Oda sıcaklığının artması az da olsa nemlendirme ihtiyacını ve yakıt tüketimini artırır. Değişken soğutucu akışkan debili (VRV) sistemlerde; a- Yüksek COP b- Oransal kontrol c- Akışkan sıcaklığına bağlı fan devir ayarı bulunmaktadır. 1- Döşeme tipi iç ünite kullanıldığında sıcak hava cam altından yukarıya doğru üflenir. İstenen konfor sağlanır. İyi Performans 2- Tavan tipi iç ünite kullanılıyorsa; Hafif olan sıcak havayı aşağıya daha yüksek hızlarda üfleme gerekir. b- Cam yüzeyinde soğuyan havanın bir kısmı yere inebilir. c- Sıcak hava yüksek hızlarda üflendiği için ses seviyesi yüksektir (fan daha yüksek devirli çalışılır); d- Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmalıdır. Orta Performans B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı VAR Oda sıcaklığı ayar aralığı ± 0,5°C	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi A- Isıtma: 1- Statik ısıtma yapıldığı için ısıtma aşağıdan yapılır. 2- Radyatörler açıkta ise, ortalama yüzey sıcaklığı ısı konforu artırır ve daha düşük sıcaklıkta aynı ısıtma konforu alınır. Oda sıcaklığı diğer sistemlerden yaklaşık 1°C daha düşük sıcaklığa ayarlanarak, aynı ısı konforu alınır. Böylece; Daha az ısıtma enerjisi tüketilir. Kışın nemlendirme ihtiyacına ihtiyaç biraz daha azalır. Yüksek Performans 3- Heat-pump sistemle ısıtma yapıp, radyatör kullanılıyorsa; Sıcak hava yukarıdan üflenir. Hafif olan sıcak havayı aşağıya daha yüksek hızlarda üfleme gerekir. b- Cam yüzeyinde soğuyan havanın bir kısmı yere inebilir. c- Sıcak hava yüksek hızlarda üflendiği için ses seviyesi yüksektir (fan daha yüksek devirli çalışılır); d- Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmalıdır. e- Dış hava sıcaklığının çok düşük olduğu günlerde belli aralıklarda cihazların defrost yapması konforu etkileyecektir. f- Defrost etkisini azaltmak için cihazlara elektrikli ısıtıcı takviyesi ya da defrost esnasında fanı durdurma devresi ilave edilmesi tavsiye edilir. Orta Performans B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı YOK Oda sıcaklığı ayar aralığı 1°C

A - PERFORMANS		Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissedebilir ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi	
	1- Ara mevsimlerde (genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında) sabah saatlerinde binada ısıtma gerekiyorsa, öğleden sonra soğutma ihtiyacı oluşabilir. 2- Isıtma mevsiminin içinde de bazı günlerde soğutma ihtiyacı oluşabilir. 3- Bir cephede soğutma ihtiyacı oluşabilir. 4- Çevre zonda ısıtma gerekirken, çekirdek zonda soğutma ihtiyacı oluşabilir. 5- Binalarda aydınlatma için daha fazla armatür kullanılması ve bilgisayar, faks gibi ısı yayan cihazların sayısının artması sonucunda ara mevsimde soğutma ihtiyacı olan gün sayısı giderek artmaktadır. Bazı binalar için ara mevsim (hem ısıtma, hem de soğutmanın gün içinde veya hafta içinde kullanıldığı süre) 5-6 ay olabilmektedir. 6- Toplantı odaları, seminer salonları vb yerlerde kış mevsiminde de soğutma ihtiyacı oluşabilir. 7- Mevsim geçişlerinde zamanın büyük bir kısmında dış hava şartları, iç ortamı şartlandırmak için uygun entalpiye sahiptir. Eğer taze hava alabilen ve dış hava şartlarına göre oransal ayar yapabilen (ekonomizör) sistemler seçilirse, hem taze hava ihtiyacı karşılanabilir hem de enerji ekonomisi sağlanabilir.	(Mevsim geçişlerinde esnek) Yüksek Performans Not : Genelde taze hava yok. İlave hava verilmiyorsa performans kötüdür.	(Mevsim geçişlerinde esnek) Yüksek Performans a- 3 borulu heat recovery sistemler tercih edilmelidir. b- Eğer standart VRV sistemler seçildi ise farklı zonlama yapılarak sistem tercihleri yapılmalıdır. Bu sayede bir zonda (mekanlarda) ısıtma yapılabilirken, diğer bir zonda (mekanlarda) soğutma yapılabilir. Soğutma yapılabilmektedir. ısıtmadan soğutmaya geçiş daha ekonomik ve hızlıdır. (Tesisatta su yerine soğutucu akışkan dolaşır, sıcaklık değişimleri daha hızlıdır.)	(Mevsim geçişlerinde esnek) Yüksek Performans a- Kontrollü ve sürekli taze hava alınabilir. b- Dış hava entalpisine göre kontrol yapabilen ekonomizörler sisteme kolayca adapte edilebilir. c- Radyatörle statik ısıtma yapılırken havalandırma ihtiyacı karşılanabilir.	

Önemli Kriterler	A - PERFORMANS			
	Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
4	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	
	İki Borulu Fan Coil Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	
Mevsim Geçiş Kolaylığı	Bu sistem ya soğutmaya ya da ısıtmaya çalışacağından mevsim geçişlerinde iyi bir konfor ortamı sağlayamaz. Ayrıca ekonomi çevriminin yoğun olarak kullanılabileceği bu dönemde (ara mevsimde) bu sistemde böyle bir yetenek yoktur. (Mevsim geçişlerinde esnek değil)		Mevsim geçişlerinde hem ısıtma, hem de soğutma sistemi devrededir. Enerji kullanımını fazladır. Sistemin free-cooling yapma yeteneği sınırlıdır. (Mevsim geçişlerinde esnek)	
	Düşük Performans Bina cepheleri kuzey - güney yönlerinde ise; geçiş dönemlerinde kuzey cephede ısıtma, güney cephede soğutma yapılabilecek önlemler alınabilir. Elektrikli ısıtıcı opsiyonu mevsim geçişlerinde avantaj sağlayabilir. Ancak enerji tüketim değerleri iyi hesaplanmalıdır.		Yüksek Performans Elektrikli ısıtıcı opsiyonu mevsim geçişlerinde avantaj sağlayabilir. Ancak enerji tüketim değerleri iyi hesaplanmalıdır.	
4	Yüksek Performans Mevsim geçişlerinde son derecede ekonomik bir sistemdir. Devamlı soğutmaya çalışıldığından serbest soğutma yapılabilir. (Mevsim geçişlerinde esnek)		Yüksek Performans Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	
	Yüksek Performans Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi (Mevsim geçişlerinde esnek) a- 3 borulu heat recovery sistemler tercih edilmelidir. b- Eğer standart VRV sistemler seçildi ise farklı zonlanma yapılarak sistem tercihleri yapılmalıdır. Bu sayede bir zonda (mekanlarda) ısıtma yapılabilirken, diğer bir zonda (mekanlarda) soğutma yapılabilir. c- Soğutmadan ısıtmaya veya ısıtmadan soğutmaya geçiş daha ekonomik ve hızlıdır. (Tesisatta su sadece kondens ünitelerine taşınır, iç ünitelerde ise soğutucu akışkan dolaşır, bu sayede sıcaklık değişimleri sulu sistemlere göre daha hızlı gerçekleşir.)		Yüksek Performans Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	

A - PERFORMANS		Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissedebilir ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi	
5	İç Hava Kalitesi	Kapalı binalarda yorgunluk, baş ağrısı vb şikayetler oluşmaktadır. Bunların yaklaşık %45'i havalandırma (iç hava kalitesi) ile ilgilidir. 1- Enerji tüketiminin az olmasını sağlamak için sulu sistemlerin klima santralına taze hava sınırlı oranda (proje şartlarında belirlenen ekonomik oranda) alınır, filtre edilir, ısıtılarak veya soğutulurak ortama verilir. Bina yılın 12 ayında da projede öngörülen min. taze hava ile yetinmek zorundadır ve iç hava kalitesi bu miktarla sınırlıdır. 2- Taze havanın, dönüş havası ile karıştırıldıktan sonra klimatize edilerek ortama verildiği sistemlerde (tam havali sistemler) ise, ara mevsimlerde taze hava miktarları artırılır, hatta %100'e kadar çıkarılabilir ve ortama filtre edilerek verilir. Böylece ideal havalandırma sağlanır ve iç hava kalitesi en üst düzeye çıkar. Ayrıca ara mevsimde ısıtma ve soğutmada enerji kullanılmadığı için, çok büyük oranda enerji tasarrufu sağlar. Not: Bir binada iç hava kalitesinden bahsedebilmek için; yapının dıştan su ve ısı izolasyonunun çok iyi yapılmış olması zorunludur. Isı yalıtımı ve su yalıtımı iyi olmayan binaların ıslak yüzeylerindeki mantarlaşma ve bakteri oluşumu, binanın iç hava kalitesini de çok ciddi oranda bozar. 3- Hava kanalları belli periyotlarla bütün dünyada temizlenmektedir. Hava kanallarının proje ve montajı buna imkan verecek şekilde yapılmalıdır. 4- Egzoz tesisi: a- Yeterli egzoz havası da bina dışına atılarak (ısı geri kazanımından yararlanarak) havalandırma sağlanmalıdır. b- Tuvalet, mutfak vb hacimlerde ekşi basınç sağlanarak, istenmeyen kokuların bina içine dağılması önlenmelidir. c- Ofis, tuvalet, mutfak vb hacimlerden dışarıya atılan toplam hava miktarından daha fazla toplam hava binaya verilerek (klima santrali filtrelerinin kirlenmesini de dikkate almak gerekir), yapının artı basınçta kalması sağlanmalıdır (Toz girişini önlemek için). 5- By-pass riski: a- Tüm havali sistemlerde taze hava dönüş havası ile karıştırılıp bina içerisine verilerek mükemmel karışım sağlanır. b- Taze havanın ortama ayrıca verildiği sistemlerde ise, taze havanın tamamı oda havasına karışmadan egzoz menfezinden by-pass yapma riski oluşabilir. Projelendirmede daha dikkatli olmak gerekir. 6- İç Hava Kalitesi: Yerden 1,830 mm yükseklik Yandan 600 mm mesafe İçinde kalan hacim için araştırılır. 7- Doğal havalandırmadan da (toz, gürültü vb risklere dikkat ederek) olabildiğince yararlanılmalıdır. Enerji maliyetleri arttıkça, doğal havalandırmadan daha çok yararlanma zorunluluğu oluşacaktır. Basit bir uygulama örneği olan; "evlerin salonlarındaki kontrollü bir doğal havalandırma bacası" çok işe yarayabilir.	Genelde taze hava verilmiyor. Kötü Performans Taze hava alınabilen bazı özel split klima modelleri tercih edilirse ; Orta Performans	İç ünite seçiminde taze hava alabilen modeller tercih edilmelidir. (Gizli tavan tipi, kaset tipi, vs) Orta Performans İlave sistemler kullanılarak iç hava kalitesi daha da iyileştirilebilir. a- Yüksek bloklarda ve merkezi uygulamalarda her kat için dış ortamdaki duvarı delerek taze hava alınmayabilir. Merkezi bir klima santrali yardımıyla şartlandırılan taze hava şaftlardan her kattaki cihazlara veya ısı geri kazanım cihazlarına bağlanabilir. b- Isı geri kazanım cihazları ilave edilebilir. Eşanjörlü (DX bataryalı), By-pass damperli, Tüm sistem ile aynı anda kontrol edilebilen, Nemlendirme yapabilen. İyi Performans	a- Taze hava her cihaza ayrı ayrı verilir. b- Taze hava miktarı damper kontrolü ile veya fan kapasitesi değiştirilerek ayarlanabilir. Standart uygulama Yeterli Performans c- Taze hava roof-top vb bir veya birkaç cihaz (HP ve gaz ısıtıcı) ile iç ünitelere dağıtılabilir. Bu cihazlarda entalpi kontrolü yapılarak; çok soğuk ve sıcak günlerde damper kontrolü ile dönüş havası dış hava ile karıştırılır, ara mevsimde ise taze hava miktarı artırılıp iç üniteler üzerinden ortama verilir. Yüksek Performans

A - PERFORMANS					
Önemli Kriterler	Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.				
	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi		
	İki Borulu Fan Coil Sistemi				
İç Hava Kalitesi	Yeterli Performans	Yeterli Performans	Yüksek Performans	İyi Performans	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi İç ünite seçiminde taze hava alabilen modeller tercih edilmelidir. (Gizli tavan tipi, kaset tipi, vs)
					Yeterli Performans
					İlave sistemler kullanılarak iç hava kalitesi daha da iyileştirilebilir.
					a- Yüksek bloklarda ve merkezi uygulamalarda her kat için dış ortamdan dış duvarı delerek taze hava alınmayabilir. Merkezi bir klima santrali yardımıyla şartlandırılan taze hava şaftlardan her kattaki cihazlara veya ısı geri kazanım cihazlarına bağlanabilir. b- Isı geri kazanım cihazları ilave edilebilir. Eşanjörlü (DX bataryalı), By-pass damperli, Tüm sistem ile aynı anda kontrol edilebilen, Nemlendirme yapabilen.
					Yüksek Performans

A - PERFORMANS		Konforu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azaltmasından başka, hastalıklara riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalısız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi	
1- İç havanın, dış hava ile karıştırılarak mahallere verildiği tam havalı sistemlerde; ortamdaki havanın tamamı klima santrali filtresinden saatte ortalama 6 -10 defa geçirilir (veya %100 filtre edilen taze hava ile ortam havası karışımı saatte 6 -10 defa değiştirilir). a- Klima santralinde isteğe ve ihtiyaca bağlı olarak en iyi kalitedeki filtreler kullanılabilir. b- Alman Yönetmeliği VDI 6022 hijyenle ilgili olarak; konfor tesislerinin klima santrallerinde çift kademeli hava filtreleri kullanılması öngörülmektedir. c- Hijyen şartlarını sağlayabilme yeteneği daha iyidir (Kullanılacak filtre tipine bağlı olarak). d- Klima santrallerinin taze hava alışı: Kalorifer, tuvalet ve mutfak egzoz bacalarından uzakta, hakim rüzgar yönünde ters tarafa ve mümkün olduğunca üst kotta olmalıdır. Soğutma kulelerinden olabildiği kadar uzakta ve hakim rüzgar yönünde ters tarafa yapılmalıdır (Legionella riskini azaltmak için). e- Çevrede koku yayan kaynaklar varsa ve taze hava alışı için başka imkan yoksa, ayrıca karbon filtreler kullanılmalıdır (Karbon filtre kullanımı halinde klima santralinin alın hızı 2 m/s'den küçük olmalıdır). f- Elektrostatik filtre kullanımına ihtiyaç varsa; ön filtre de kullanılmalıdır. Elektrostatik filtrelerin; düşük basınç kayıpları, yüksek ayırma kapasiteleri ve çok az bakım gereksinim avantajları vardır. 2- Sulu sistemlerde ise; hava, büyük oranda oda içerisindeki cihazlardan geçirilir ve sınırlı kalitede filtre edilir. Daha küçük orandaki dış hava ise; klima santrali tarafından dışardan alınıp filtre edilerek ortama verilir. Klima santrali filtrelerinin kalitesini arttırmak mümkündür. 3- Sonuçta; tüm havalı sistemlerde ortama daha iyi filtre edilmiş hava sağlamak mümkündür. Elektrostatik filtre, ultraviyole filtre, polen filtresi, karbon filtre vb gibi özel filtreler kullanılabilir. 4- Genel not: a- Havanın gerekli olduğu kadar iyi filtre edilmesi ile; dış havadaki toz, sinek, alerjik vb'lerin binaya girmesi önlenir. Temiz bir ortam oluşur. Bu ortamdaki insanlar alerjik rahatsızlıklara neden olabilecek (özellikle yazın) toz ve (özellikle ilkbaharda) polenlerden büyük oranda korunur. (Bkz. A14 Basınçlandırma 6. Tozun Maliyeti) b- Filtre malzemesinin yüksek hava nemine maruz kalması mutlaka engellenmelidir. Filtre üzerindeki nem (sıcaklıktan bağımsız olarak) yaklaşık%80'den fazla olduğunda filtre yüzeyinde bakteri ve mantar oluşumuyla sağlığı tehdit edici riskler oluşabilir. c- Soğuk iklimlerde filtrelerin donmasını veya kar ile bloke olmasını önlemek için, filtrelerin önüne düz boru tipi donma koruma serpantinini (kanatlı serpantinler filtreden önce monte edilirse pislikle tıkanabilir) kullanılmalıdır. d- Filtreler doğru seçilmediği takdirde gereksiz direnç kaynağı ve dolayısı ile kapasite düşüm nedeni olduğu unutulmamalıdır. e- Filtreler periyodik olarak temizlenmeli, kontrol edilmeli ve değiştirilmelidir.	1- Split cihazlar üzerindeki standart filtreler ile hava filtre edilir. Düşük Performans 2- Ultraviyole filtre, polen filtresi vb filtreye sahip split cihazlar ile filtrasyon yeteneği ve hijyen kalitesi artırılabilir. Orta Performans	1- Split cihazlar üzerindeki standart filtreler ile hava filtre edilir. Düşük Performans 2- Ultraviyole filtre, polen filtresi vb filtreye sahip split cihazlar ile filtrasyon yeteneği ve hijyen kalitesi artırılabilir. Orta Performans 3- Ekonomizörlü sistemde taze hava alınıp, egzoz havası da dışarı atılır. Yeterli Performans	1- Ortamda sirküle eden havanın tamamı filtre edilir. İyi Performans 2- Taze hava bir merkezden dağıtılabilir. İyi Performans 3- Sisteme elektrostatik filtre vb özel filtre sistemleri ilave edilebilir. Yüksek Performans		

Önemli Kriterler	A - PERFORMANS			
	Konfortu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederek ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalığına veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da azalmasını konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	
İki Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması		Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	
	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi			
A6 Filtresyon Yeteneği ve Hijyen	İyi Performans	İyi Performans	1- Tam havallı sistem a- Bu sistemde odada sirküle edilen havanın tamamı klima santralinin filtresinden geçirilir. b- Oda ısıtma ve soğutma yüküne göre hava miktarı değişir ve hava miktarı genellikle minimum hava debisinden daha yüksektir. c- Mevsim geçiş dönemleri ve yaz döneminde yüksek oranda taze hava miktarı ile çalışır. Dış havanın çok soğuk ve sıcak olduğu günlerde ise azaltılır. Performans, kullanılan filtrelerin özelliğine ve sayısına da bağlıdır.	1- Karışım havallı sistem a- Bu sistemde klima santral filtresinden geçirilen hava oda havası ile karıştırılarak verilir. b- Klima santralinden gelen havanın sıcaklığı (ve dolayısıyla hava debisi) simple VAV'ye göre daha düşüktür. c- Fan powered VAV girişindeki hava damperleri, ısıtma veya soğutma ihtiyacına göre klima santralinden gelen havayı kısar ve odadan aldığı havayı artırır (ya da tersi). d- Mevsim geçiş dönemleri ve yaz döneminde yüksek oranda taze hava miktarı ile çalışır. Dış havanın çok soğuk ve sıcak olduğu günlerde ise azaltılır.
			F/C cihazları üzerindeki standart filtreler ile hava filtre edilir. Klima santrali vasıtasıyla sisteme alınan taze hava filtre edilerek ortama verilir. Klima santralinde kullanılan filtre sınıfı, kalitesi ve sayısı sistemin filtrasyon yeteneğini belirler.	1- Split cihazlar üzerindeki standart filtreler ile hava filtre edilir. Düşük Performans 2- Ultraviyole filtre, polen filtresi vb filtreye sahip split cihazlar ile filtrasyon yeteneği ve hijyen kalitesi artırılabilir. Yeterli Performans 3- Ekonomizörlü sistemde taze hava alınıp, egzoz havası da dışarı atılır. İyi Performans Not: Sistemin su çevrimi tarafında açık tip soğutma kuleleri tercih edilmiş ise, su filtrasyonuna dikkat edilmeli, mutlaka özel su arıtım sistemleri kullanılmalıdır.

A - PERFORMANS	Kriterler	Önemli	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split) + Radyatör Isıtması + Egzoz Sistemi
7	Merdiven Basınçlandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)	7	Binalardaki merdiven boşlukları baca etkisi yaparak alt katlardaki havayı yukarıya doğru hareketlendirir. 1- Yukarıya hareketlenen hava ile birlikte, ısı da yukarıya kaçır. Bina içindeki sıcaklık dengesi bozulur ve ısı kaybı artabilir. 2- Katlar arasında koku transferi oluşabilir. Mutfaklarda davlumbazlardan yanlara kaçan hava, koku ve nemle birlikte merdiven boşluğuna yönelir ve koku (mutfak, tuvalet vb hacimlerden) katlar arasında yayılır. İç hava kalitesini ve konforu olumsuz etkiler. 3- Özellikle mutfakta yemek pişirme veya hazırlama sırasında oluşan koku, bina içine yayıldığında çalışanların konsantrasyonunu da bozar, erken acıkma hissi ile çalışma veriminin düşmesine de neden olabilir. 4- İki katlı bir villada dahi yemek kokularının evin içerisine dağılmasını önlemek için mutfakta iyi bir davlumbaz ve aspirasyonun yapılması yeterli olmaz. Merdiven boşluğuna yukardan %100 taze hava da vermek gerekebilir. 5- Yüksek yapılarda ise baca etkisi çok daha fazla olduğu için giriş kapılarından bina içine doğru aşırı hava girişi oluşur. 6- Amerika'da yüksek yapılarda merdivenler; güvenlik, alışkanlık vb nedenlerle yangın dışında kullanılmamaktadır. Yangın merdivenleri güvenlik açısından tek yönlü kullanılır ve merdivenden gelen kişi normalde diğer katlara giremez. Oysa Türkiye'de bir veya birkaç kat çıkmak veya imkân isteyenlerin büyük bölümü merdivenleri kullanmakta, böylece merdivene açılan geçiş kapıları ile katlar arasındaki hava transferi oluşmaktadır. 7- Çözüm: Gün içinde kullanılan merdiven boşluğuna %100 taze hava verilmesi, merdivenlerin baca etkisini önleyecektir. Böylece koku ve ısı transferi önlenerek, konfor artacak ve bina içinde istenilen sıcaklık dengeleri sağlanabilecektir.	Merdiven basınçlandırma için taze hava olanakları yok.	a- Klasik uygulamada Orta Performans b- Merdiven için dış hava ile çalışan DX cihazlar ayrıca kullanılır.	1- Merdiven basınçlandırma için genellikle roof-top cihazlar kullanılmaktadır. Kanallı ve gazlı ısıtıcı cihazlarla da istenilen oranda basınçlandırma gerçekleştirilebilir. 2- Merdiven basınçlandırılması için, %100 taze havalı sistemler tercih edilmelidir. Bu nedenle %100 taze hava ile çalışmaya uygun sistemler tercih edilmelidir. 3- Cihaz kapasiteleri dış hava sıcaklığına ve nemine göre değişeceğinden sistem seçiminde dış hava sıcaklıkları ve nem değerleri dikkate alınmalıdır. Yüksek Performans

A - PERFORMANS	Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalıkların ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.				
	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		
Önemli Kriterler	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Orta Performans Yüksek Performans

7 A Merdiven Basınçlandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)

A - PERFORMANS				
Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.				
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
A 8	Isıtmada Oda Sıcaklık Kontrolü	Isıtma sistemleri mutlaka dış hava sıcaklığını hissederek çalışmalıdır. Ayrıca oda sıcaklığına da göre kontrol yapılması da çok yararlıdır. Örneğin Avrupa ülkelerinde termostatik radyatör vanası kullanımı zorunlu kılınmıştır. 1- Isıtma mevsiminde oda sıcaklıklarının aynı ayrı kontrol edilmesi; a- Konforu artırır. b- Yakıt ekonomisi sağlar. c- Sağlıklı bir ortamda yaşama imkanı sağlar. Oda sıcaklığı arttığında (kış) ise, hava daha kuru olur ve grip olma riski artar. Oda sıcaklığının düşük olması rahatsız eder. 2- Isıtmada dış hava ve iç ortam sıcaklık farkı Türkiye genelinde (Akdeniz kıyıları hariç) çok fazladır. Örneğin; İstanbul'da dış hava hesap sıcaklığı -3°C, iç ortam 22°C ise, sıcaklık farkı 25°C dir. İç ve dış ortam sıcaklık farkının büyük olması da oda sıcaklık kontrolünün önemini artırır. 3- Oda sıcaklığını etkileyen faktörler de fazladır: a- Aydınlatma b- Güneş etkisi Türkiye'de güneşli gün sayısı oldukça fazla olup gündüz saatlerinde bulutlu havalarda da güneş etkisi ile binalarda ciddi oranda ısı kazancı oluşur. c- İnsan sayısı d- Faks, bilgisayar vb cihazlar. 4- Türkiye koşullarında oda sıcaklığının ısıtma mevsiminde bir termostat veya termostatik radyatör vanası ile kontrol edilmesi pratik ve ekonomik olup konforu da artırır. 5- Sonuç: Isıtma sisteminde, hem dış hava, hem de oda sıcaklığı kontrol edilmelidir. Yalnız oda sıcaklığının kontrol edilmesi ile ekonomik çalışma sağlanamaz. 6- Isıtma soğutucu akışkanlı sistemler ile gerçekleştiriliyorsa ; a- Dış hava sıcaklığının düşük olması durumunda belli dönemlerde defrost nedeni ile cihazlar durabilir. b- Defrost esnasında iç ve dış ünite fanları mutlakla durmalıdır. c- Dış hava sıcaklığı düştüğünde performans düşer. Çok düşük dış hava sıcaklıklarında istenen iç ortam sıcaklığı sağlanmayabilir. Elektrikli ısıtıcı takviyeli cihazlar veya yüksek COP değerli inverter sistemler tercih edilebilir. 7- Oda içindeki homojen sıcaklık dağılımı da performansı etkileyen faktörlerden biridir.	1. Bu sistemlerde elektronik kontroller oldukça gelişmiştir; a- Akışkan sıcaklığına bağlı iç ünite fan devir ayarı, b- Talebe bağlı kompresör elektrik tüketim kontrolü (inverter) imkanı, c- Elektronik akışkan ayar valfleri ve hassas sensörler ile akışkan basınç ve miktar kontrolü yapılarak hassas oda sıcaklık kontrolü ile birlikte maksimum enerji tasarrufu elde edilir.	1- Kalorifer kazanı dış hava sıcaklığına göre ısıtma suyu sıcaklığını ayarlar. 2- Termostatik radyatör vanaları ile her odanın sıcaklığı farklı ayarlanabilir. Kullanılmayan odaların sıcaklığı düşürülebilir veya kapatılabilir. 3- Kanalılı cihaz termostatları ile istenen noktalardan sıcaklık ölçümü yapılarak iyi bir sıcaklık kontrolü sağlanabilir.
		Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans

A - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar.

Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalarımıza konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi					
8 Isıtmada Oda Sıcaklık Kontrolü	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava sıcaklık değişimlerine bağlı olarak hassas kontrol yapmak mümkün değildir.	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava sıcaklık değişimlerine bağlı olarak ucuz ve uygun oda kontrolü yapmak mümkündür.	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava sıcaklık değişimlerine bağlı olarak ucuz ve uygun oda kontrolü yapmak mümkündür.	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava sıcaklık değişimlerine bağlı olarak hassas oda kontrolü yapmak mümkündür. b- Oda sıcaklığı oransal olarak kontrol edilir.	a- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, statik çevre ısıtmasına da aynı kontroler tarafından kumanda edilebilir ve oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulamak mümkündür.	1. Bu sistemlerde elektronik kontroler oldukça gelişmiştir; a- Akışkan sıcaklığına bağlı iç ünite fan devir ayarı, b- Talebe bağlı kompresör tüketim kontrolü (inverter) c- Elektronik akışkan ayar valifleri ve hassas sensörler ile akışkan basıncı ve miktar kontrolü yapılarak hassas oda sıcaklık kontrolü ile birlikte maksimum enerji tasarrufu elde edilir.
	b- Cam önüne konulan fan Coil cihazlarında oransal kontrolü otomatik vanalar kullanılarak kontrol yapılmaktadır. Aksi halde tabii konveksiyon ile hacimde aşırı ısınma olur.	b- Cam önüne konulan fan Coil cihazlarında oransal kontrolü otomatik vanalar kullanılarak kontrol yapılmaktadır. Aksi halde tabii konveksiyon ile hacimde aşırı ısınma olur.	b- Cam önüne konulan fan Coil cihazlarında oransal kontrolü otomatik vanalar kullanılarak kontrol yapılmaktadır. Aksi halde tabii konveksiyon ile hacimde aşırı ısınma olur.	b- Oda sıcaklığı oransal olarak kontrol edilir.	b- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, statik çevre ısıtmasına da aynı kontroler tarafından kumanda edilebilir ve oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulamak mümkündür.	
	c- Fan coil iki yollu motorlu vana ile kontrol ediliyorsa; 1- Frekans konvertörü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörü pompalar düşük voltajda sorun çıkarabilir. Bu nedenle voltaj düşümüne ve dalgalanmalarına karşı önlem alınmalıdır.	c- Fan coil iki yollu motorlu vana ile kontrol ediliyorsa; 1- Frekans konvertörü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörü pompalar düşük voltajda sorun çıkarabilir. Bu nedenle voltaj düşümüne ve dalgalanmalarına karşı önlem alınmalıdır.	c- Fan coil iki yollu motorlu vana ile kontrol ediliyorsa; 1- Frekans konvertörü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörü pompalar düşük voltajda sorun çıkarabilir. Bu nedenle voltaj düşümüne ve dalgalanmalarına karşı önlem alınmalıdır.	c- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, statik çevre ısıtmasına da aynı kontroler tarafından kumanda edilebilir ve oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulamak mümkündür.	c- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, statik çevre ısıtmasına da aynı kontroler tarafından kumanda edilebilir ve oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulamak mümkündür.	
	d- Kış sezonu çalışması süresinde uygun oda kontrolü yapmak mümkündür. Ancak fan coil kapasitesi, seçilen soğutmaya göre yapıldığı için ısıtmada ihtiyaç olan kapasitelerin çok üzerindedir. Bu nedenle ısıtma kontrolü dört borulu fan coil'e göre daha zordur.	d- Kış sezonu çalışması süresinde uygun oda kontrolü yapmak mümkündür. Ancak fan coil kapasitesi, seçilen soğutmaya göre yapıldığı için ısıtmada ihtiyaç olan kapasitelerin çok üzerindedir. Bu nedenle ısıtma kontrolü dört borulu fan coil'e göre daha zordur.	d- Kış sezonu çalışması süresinde uygun oda kontrolü yapmak mümkündür. Ancak fan coil kapasitesi, seçilen soğutmaya göre yapıldığı için ısıtmada ihtiyaç olan kapasitelerin çok üzerindedir. Bu nedenle ısıtma kontrolü dört borulu fan coil'e göre daha zordur.	d- Dört borulu fan coil sistemine göre daha pahalı kontrol cihazlarına ihtiyaç duyar.	d- Dört borulu fan coil sistemine göre daha pahalı kontrol cihazlarına ihtiyaç duyar.	

İyi Performans

Yüksek Performans

Yüksek Performans

Yüksek Performans

Yüksek Performans

A - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalasma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Kriterlerin Önemi

1- Nemlendirme

- a- Nemlendirme ile kış aylarının özellikle çok soğuk günlerinde konfor artırılır ve daha sağlıklı bir ortam oluşur.
- b- Özellikle karasal iklimde dış havanın nem sıcaklığı, hem de nem oranı düşük olduğu için nemlendirme yararlıdır.
- c- Nemlendirimin buharlı tip paket cihazlarla yapılması daha sağlıklıdır. Buhar hijyen şartlarını sağladığı için Legionella vb bakteriyel taşıma riski de yoktur (Bkz. Lejyoner hastalığına karşı önlemler Bölümü: XIV).
- d- Ancak nemlendirme işletme maliyeti çok fazla olan bir sistem olduğu için İstanbul gibi dış havadaki nem oranı yüksek ve dış hava sıcaklığı yılda 2-3 hafta gibi kısa sürelerde düşük olan bölgelerde (çok lüks yapılar dışında) genellikle kullanılmamaktadır.

2- Nem alma

- a- Aşırı nem, insanları yüksek sıcaklıktan daha fazla rahatsız eder.
- b- Yaz aylarında nemin alınması soğutucu yüzeylerden geçen havanın yoğunlaştırılması ile sağlanır.
- c- Denize yakın şehirlerde dış havanın nem oranı genellikle daha yüksek olduğu için yaz aylarında nemin alınması, soğutma sisteminin en önemli fonksiyonlarından biridir.
- d- Bina içinde de insanlardan (solumun yoluyla ve deri yüzeyinden) varsa bitkilerden ve ıslak yüzeylerden ortama nem eklenir.
- e- Hava içindeki fazla nemin alınması için (gizli ısı) çok fazla enerji tüketilir. Bu nedenle yaz aylarında soğutma yapılan yerlerde, su buharı oluşturulan hacimlerden (mutfak, çay ocağı, çamaşırhane vb) çok iyi egroz yapılmalıdır.
- f- Hava kanallı veya hava kanalsız split cihazlarda soğutma bataryasının yüzey sıcaklığı daha düşük olabildiği için nem alma yetenekleri biraz daha fazla olabilir.

- 3- **Hacimlerde nem kontrolü**, konfor açısından önemli olduğu kadar, özellikle elektronik ekipmanların olduğu mekanlarda rutubetin az olması statik elektriklenmeyi artırarak cihazlarda arıza ve hasara neden olabilir. Nisbi nem bu ortamlarda hiçbir zaman %30 - 35'in altına düşmemelidir. (Üst sınır değer olarak da %70'i de aşmamalıdır.)

- a- Nem değerinin yüksek olması, hissedilen sıcaklık değerini artırır. Terlemeye ve aşırı efor sarf edilmesine neden olur.
- b- Nem alma prosesi sadece soğutma ile sağlanamaz. Havanın önce soğutulması, bu esnada içindeki su miktarının azaltılması, sonra ısıtarak bağıl neminin düşürülmesinden sonra ortama verilmesi gerekmektedir. Eğer nem alma prosesi tam olarak işletilecekse (çok hassas nem kontrolü gerektiren özel uygulamalarda) buna uygun sistemler tercih edilmelidir.

A9 Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme

Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egroz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egroz Sistemi
1- Nemlendirme a- Nemlendirme ile kış aylarının özellikle çok soğuk günlerinde konfor artırılır ve daha sağlıklı bir ortam oluşur. b- Özellikle karasal iklimde dış havanın nem sıcaklığı, hem de nem oranı düşük olduğu için nemlendirme yararlıdır. c- Nemlendirimin buharlı tip paket cihazlarla yapılması daha sağlıklıdır. Buhar hijyen şartlarını sağladığı için Legionella vb bakteriyel taşıma riski de yoktur (Bkz. Lejyoner hastalığına karşı önlemler Bölümü: XIV). d- Ancak nemlendirme işletme maliyeti çok fazla olan bir sistem olduğu için İstanbul gibi dış havadaki nem oranı yüksek ve dış hava sıcaklığı yılda 2-3 hafta gibi kısa sürelerde düşük olan bölgelerde (çok lüks yapılar dışında) genellikle kullanılmamaktadır. 2- Nem alma a- Aşırı nem, insanları yüksek sıcaklıktan daha fazla rahatsız eder. b- Yaz aylarında nemin alınması soğutucu yüzeylerden geçen havanın yoğunlaştırılması ile sağlanır. c- Denize yakın şehirlerde dış havanın nem oranı genellikle daha yüksek olduğu için yaz aylarında nemin alınması, soğutma sisteminin en önemli fonksiyonlarından biridir. d- Bina içinde de insanlardan (solumun yoluyla ve deri yüzeyinden) varsa bitkilerden ve ıslak yüzeylerden ortama nem eklenir. e- Hava içindeki fazla nemin alınması için (gizli ısı) çok fazla enerji tüketilir. Bu nedenle yaz aylarında soğutma yapılan yerlerde, su buharı oluşturulan hacimlerden (mutfak, çay ocağı, çamaşırhane vb) çok iyi egroz yapılmalıdır. f- Hava kanallı veya hava kanalsız split cihazlarda soğutma bataryasının yüzey sıcaklığı daha düşük olabildiği için nem alma yetenekleri biraz daha fazla olabilir. 3- Hacimlerde nem kontrolü, konfor açısından önemli olduğu kadar, özellikle elektronik ekipmanların olduğu mekanlarda rutubetin az olması statik elektriklenmeyi artırarak cihazlarda arıza ve hasara neden olabilir. Nisbi nem bu ortamlarda hiçbir zaman %30 - 35'in altına düşmemelidir. (Üst sınır değer olarak da %70'i de aşmamalıdır.) a- Nem değerinin yüksek olması, hissedilen sıcaklık değerini artırır. Terlemeye ve aşırı efor sarf edilmesine neden olur. b- Nem alma prosesi sadece soğutma ile sağlanamaz. Havanın önce soğutulması, bu esnada içindeki su miktarının azaltılması, sonra ısıtarak bağıl neminin düşürülmesinden sonra ortama verilmesi gerekmektedir. Eğer nem alma prosesi tam olarak işletilecekse (çok hassas nem kontrolü gerektiren özel uygulamalarda) buna uygun sistemler tercih edilmelidir.	1- Nemlendirme Primer santral ile hacimlere verilen taze hava nemlendirilebilir. Bu şekilde, ancak odada sirküle eden havanın küçük bir bölümü (büyük debi iç ünite fanı ile sağlanır) nemlendirilebilir. Yeterli Performans	1- Nemlendirme Odada sirküle eden havanın tamamı nemlendirilebilir. Yüksek Performans	1- Nemlendirme Odada sirküle eden havanın tamamı nemlendirilebilir. Yüksek Performans
	2- Nem Alma Yüksek Performans	2- Nem Alma Yüksek Performans	2- Nem Alma Yüksek Performans
	Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işlemi sırasında havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanamaz. Soğutulmuş havanın nemli olduğu unutulmamalıdır.	Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işlemi sırasında havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanamaz. Soğutulmuş havanın nemli olduğu unutulmamalıdır.	Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işlemi sırasında havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanamaz. Soğutulmuş havanın nemli olduğu unutulmamalıdır.

A - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalarımıza riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi						
A 9 Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme	1- Nemlendirme Yalnız taze hava miktarı kadar hava nemlendirilebilir.	1- Nemlendirme a- Yalnız taze hava miktarı kadar hava nemlendirilebilir. b- Micro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi ve uygun hissediciler kullanıldığında nem kontrolü uygulamak mümkündür.	1- Nemlendirme a- Odada sirküle edilen havanın tamamı nemlendirilebilir. b- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi ve uygun hissediciler kullanılarak statik çevre ısıtmasının aynı oda kontrolüne bağlanması şartı ile nem kontrolü uygulamak mümkündür.	1- Nemlendirme a- Merkezi santralden gönderilen hava nemlendirilebilir. b- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi ve uygun hissediciler kullanıldığında nem kontrolü uygulamak mümkündür.	1- Nemlendirme Primer santralle hacimlere verilen taze hava nemlendirilebilir. Bu şekilde, ancak odada sirküle edilen havanın küçük bir bölümü (büyük debi iç ünite fanı ile sağlanır) nemlendirilebilir.	1- Nemlendirme Primer santralle hacimlere verilen taze hava nemlendirilebilir. Bu şekilde, ancak odada sirküle edilen havanın küçük bir bölümü (büyük debi iç ünite fanı ile sağlanır) nemlendirilebilir.	1- Nemlendirme Primer santralle hacimlere verilen taze hava nemlendirilebilir. Bu şekilde, ancak odada sirküle edilen havanın küçük bir bölümü (büyük debi iç ünite fanı ile sağlanır) nemlendirilebilir.
	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans

Drenajsız fan coil sistem:

Dış havanın çok nemli (veya normal), iç ortamın nem kazancının az olduğu yerlerde uygulanabilir.

a- Soğutulmuş su 5 - 6°C sıcaklıkta klima santrallerinin soğutma serpantinlerine gönderilir.

b- Serpantinlerden dönen su ikinci pompa ile (gerekirse F/C dönüşünden karışım yapılarak) yaklaşık 13°C sıcaklıkta (veya yoğunlaşmanın olmayacağı proje şartlarında) F/C tesisatına gönderilebilir.

c- Böylece gizli ısı klima santralleri ile, duyulur ısı da büyük oranda F/C cihazları ile alınır. F/C cihazlarında drenaj sistemi (böyle bir ihtiyaç varsa) ortadan kalkar.

d- Bu uygulama ancak çok özel şartlarda yapılabilir.

Not :

Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işleminde havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanmadan azalır. Soğuk havanın nemli olduğu unutulmamalıdır.

A - PERFORMANS Konforu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; gelişme veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.	
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi
A 10 Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)	Soğutma yükünü oluşturan faktörler, 1- Nem: Soğutma sistemlerinde nemin alınması, soğutma mevsimindeki konfor şartının yaklaşık %50'den fazlasını sağlar. 2- Güneş etkisi: Güneş ışınları ile binaya giren ısı, günün farklı saatlerinde cephelerde farklı ısı kazançları oluşturur. Soğutma sistemlerinde her odanın sıcaklık kontrolü ayrı ayrı yapılmıyorsa, zıt cephelerde mutlaka zon kontrolleri yapılmalı veya zıt cepheler için ayrı klima cihazları kullanılmalıdır. Bu durumda insan sayısının ve iç ısı kaynaklarının çok değiştiği toplantı odaları vb hacimler dışında, her oda için ayrı ayrı sıcaklık kontrolü yapılırsa zon kontrolleri ile de iyi bir konfor şartı sağlanabilir. 3- İnsan sayısı: İnsan sayısının çok değiştiği hacimlerin (insanlardan yayılan ısı, o hacmin toplam ısı kazancına oranı dikkate alınarak) ayrı ayrı kontrol edilmesi gerekir. 4- İnsanların (az da olsa) farklı sıcaklık beklentileri, oda sıcaklıklarının soğutmada ayrı ayrı kontrol edilebilmesi ile karşılanır. 5- Büyük binalarda genellikle oda sıcaklıklarının kontrolü; (kullanıcıların rasgele ayar yapmaları, enerji tüketimini bilinçsizce arttırmaları vb nedenlerle) bina otomasyon sistemi ile merkezden planlanmalı ve yapılmalıdır. 6- Soğutma sisteminde her odada fan coil ve benzeri cihazlar yoksa; farklı cepheler (özellikle zıt cepheler) için farklı cihazlarla soğutma yapılması iyi bir soğutma konforu sağlamaktadır. 7- İnsan sayısı çok değişken olan (boş, kısmi dolu, tam dolu olabilir) toplantı salonu, seminer salonu vb bölümler ayrı cihazlarla soğutulmalı veya oda sıcaklığı ayrıca kontrol edilebilmelidir.
	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması Yüksek Performans
	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi İyi Performans
	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi İyi Performans

A - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar.

Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalarımıza konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi				Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması			
Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava değişimlerine bağlantılı olarak hassas kontrol yapmak mümkün değildir. b- Cam önüne konulan F/C cihazlarında oransal kontrollü otomatik vanalar kullanılarak kontrol yapılmalıdır. Aksi halde, kullanılmayan odalarda (fan çalışmıyorsa), tabii konveksiyon ile hacimdeki F/C'nin altından yere soğuk hava dökülür. c- Fan coil iki yollu motorlu vana ile kontrol ediliyorsa; 1- Frekans konvertörü sirkülasyon pompaları kullanılmamalı; 2- Frekans konvertörü pompalar düşük voltajda sorun çıkarabilir. Bu nedenle voltaj düşümüne ve dalgalanmalarına karşı önlem alınmalıdır. d- Yaz sezonu çalışması süresinde uygun oda kontrolü yapmak mümkündür. Oransal kontrol daha uygundur.	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava değişimlerine bağlantılı olarak uygun oda kontrolü yapmak mümkündür.	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki bağlantılı olarak hassas oda kontrolü yapmak mümkündür. b- Oda sıcaklığı oransal olarak kontrol edilir. c- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, statik çevre ısıtmasına da aynı kontrol cihazı tarafından kumanda edilebilir ve oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulamak mümkündür. d- Dört borulu fan coil sistemine göre daha pahalı kontrol cihazlarına ihtiyaç duyar.	1- %200'e kadar kapasite artırımı nedeni ile seminer salonu vs için ayrı sistemlere gerek duyulmaz. a- Zonlama imkanı oldukça fazladır. Ancak bu sistem normal VRV sistemine göre genellikle daha az iç ünite bağlama imkanına sahiptir. Dolayısıyla bu daha az sayıda zonlama imkanı demektir. b- Heat Recovery'li (üç borulu) sistemlerle aynı anda soğutma ve ısıtma yapan sistemler mevcuttur. 2- Bu tür sistemler genellikle hassas sıcaklık ve akışkan kontrol devrelerine sahiptirler.		
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans		Yüksek Performans	Yüksek Performans

A - PERFORMANS				
Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.				
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
	Kriterlerin Önemi Özellikle ofis vb büyük yapılarda: 1- Binanın orta kısmındaki ısı kaybı olmayan bölgede (çekirdek zonda) aydınlatma ve diğer ısı kazançları nedeniyle kışın da soğutma ihtiyacı oluşur. 2- Oysa aynı dönemde, binanın dış cephesindeki hacimlerin ısıtma ihtiyacı vardır. Ofis vb birçok binada iç zonda kışın ısı kaybı olmadığı için ısıtma yapmaya da (sabah saatlerinde kısa bir süre dışında) genellikle ihtiyaç yoktur. Oysa bu çekirdek zonun kışın da soğutma ihtiyacı oluşur. 3- Çekirdek zondaki soğutma ihtiyacı kış ve bahar aylarında soğutma kompresörleri çalıştırılmadan, karışım havasının taze hava oranları artırılarak yapılabilirse; konfor ve enerji tasarrufu birlikte sağlanmış olacaktır.	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Yüksek Performans 2- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik karşılayabilme yeteneği: YOK	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Heat Recovery'li (üç borulu) sistemler ile ; Yüksek Performans 2- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik taşıyabilme yeteneği: Orta Performans 3- Sisteme direkt olarak entegre edilebilen ve termostat kontrollü ısı geri kazanım cihazları ile kompresör çalıştırmadan ihtiyacı ekonomik taşıyabilme; Yeterli Performans	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Yüksek Performans 2- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik karşılayabilme yeteneği: Çekirdek zona ayrı cihaz kullanarak veya merdiven basınçlandırmasından yararlanarak free-cooling ile sağlayabilir. 3- Taze hava roof-top vb bir veya birkaç cihaz (HP veya gaz ısıtıcı) ile iç ünitelere dağıtılabilir. Bu cihazlarda entalpi kontrolü yapılarak; çok soğuk ve sıcak günlerde damper kontrolü ile dönüş havası dış hava ile karıştırılır, ara mevsimde ise taze hava miktarı artırılıp iç üniteler üzerinden ortama verilir. İyi Performans
A 11 Kışın Aynı Zamanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılayabilme Yeteneği				
11				

A - PERFORMANS				
Önemli Kriterler	Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar; çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	
	İki Borulu Fan Coil Sistemi			
A 11 Kışın Aynı Zamanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılatabilme Yeteneği	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği İç zona taze hava veren ayrı klima santrali monte edilerek, ara mevsimdeki soğutma ihtiyacının küçük bir bölümü karşılanabilir.	Düşük Performans	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: 1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği:	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Heat Recovery'li (uç borulu) sistemler ile ;
	2- İç zon için kış mevsiminde kullanılabilecek su soğutma grubu tesis edilebilir. Bu zondaki F/C'ler sadece soğutma amaçlı kullanılır.	Düşük Performans	2- İç zonda soğutma, dış zonda ısıtma (veya farklı cephelerde) yapıldığında konfor artar. Ancak enerji tüketimi de artar.	2- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik taşıyabilme yeteneği:
	3- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik karşılayabilme yeteneği:	Düşük Performans	3- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik karşılayabilme yeteneği: Çevre zondaki dört borulu F/C'ler ısıtma yaparken, çekirdek zondaki iki borulu fan coil'ler soğutma ihtiyacını karşılar. Öncelikle taze hava soğuk üflenerek (14°C kadar) soğutma ihtiyacı karşılanır. Yetersiz kalırsa F/C'ler soğutma yapar.	3- Sisteme direkt olarak entegre edilebilen ve termostat kontrollü ısı geri kazanım cihazları ile kompresör çalıştırmadan ihtiyacı ekonomik taşıyabilme:
	Düşük Performans	Düşük Performans	Yüksek Performans	İyi Performans

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Konfor tesislerinde ses istenmeyen, gürültü ise hiç istenmeyen bir unsurdur. 1- Cihaz seçimi yaparken katalogta verilen toplam ses şiddetine (dBA) bakılması genellikle yeterli olmaz. Özellikle düşük frekanslı sesler çok rahatsız edebilir. 2- Yeni cihazlar genelde şık ve daha az seslidir. Önemli olan cihazın birkaç yıl sonraki ses seviyesidir. Bir cihazı satın almadan önce, yaklaşık 5 yıl veya daha uzun süre kullanılmakta olan bir tesiste görmek ve dinlemek yararlı olabilir. 3- Bir cihazın sesi, farklı kullanım yerlerinde (arka plandaki ortamın gürültü seviyesine bağlı olarak) değişken etki yapabilir. Örneğin kaliteli bir fan coilin sesi ofiste hissedilmez. Ancak yatak odasında aynı fan coilin sesi gecenin sessizliğinde hissedilir, hatta rahatsız edici olabilir. 4- Cihazlardan kaynaklanan mekanik sesi ve hava sesini ayrı ayrı incelemek gerekebilir. 5- Sonradan oluşan sesi sönmülemeye çalışmak yerine, önceden : Doğru cihaz kapasitesi tayin edilmeli, Kaliteli bir marka ve ürün kullanılmalı, Uygulama doğru yapılmalı, Alınması gereken akustik önlemler ve titreşim yalıtımları titizlikle uygulanmalı, Periyodik bakım ve servis yapılmalıdır. 6- Mekanik odalarda ve merkezlerde özel önlemler öngörülmüştür. Ses geçirilmeyen çift cidarlı ve contalı çelik kapılar, kalın ve ağır duvarlar kullanılmalı, akustik önlemler alınmalıdır. 7- Hava kanalı uygulamalarında mümkün olduğunca düşük direnç oluşturan yuvarlak kesitli kanallar kullanılmalıdır. 8- Esnek (Flex) hava kanalları hareket etme kabiliyetleri ve polyeşter iç yapıları sayesinde sesi (gürültüyü) büyük oranda sönmüleyerek, daha sessiz bir iç ortam sağlanmasına önemli katkılar bulunur.	1- Oda içerisindeki iç ünitelerin kalitesine, hangi devirde kullanıldığını, bakım ve yaşına göre ses (gürültü) oluşur.	1- Genelikle Sessiz ve yüksek kaliteli iç ünitelere sahiptirler.	1- Odalarda genellikle cihaz yoktur. Hava kanallarının proje ve montajının doğru yapılması halinde (mimari olanaklar yeterliyse) kullanılan hacimlerde istenilen sessizlik sağlanır. 2- Doğru tipte (Flex-Esnek) ve doğru çaplandırılmış hava kanalları, doğru emiş ve üfleme kutuları ile çok sessiz iç mekanların yaratılması mümkündür.	1- Odalarda genellikle cihaz yoktur. Hava kanallarının proje ve montajının doğru yapılması halinde (mimari olanaklar yeterliyse) kullanılan hacimlerde istenilen sessizlik sağlanır. 2- Doğru tipte (Flex-Esnek) ve doğru çaplandırılmış hava kanalları, doğru emiş ve üfleme kutuları ile çok sessiz iç mekanların yaratılması mümkündür.
Yüksek Performans 2- İç üniteler ayrı hacimlere (mekanik odalara) monte edilebileceği gibi, çalışan insanların olduğu odalara veya koridorlar üzerinde gizli tip (dolap içine) monte edilebilir. Dönüş havası asma tavandaki menfezlerden fleksible hava kanalları ile toplandığında çok sessiz bir ortam yaratılabilir.	Yeterli Performans 2- Dış ünitelerin kalitesi bina dışındaki gürültü seviyesini belirler. a- Bu tür sistemler kapasite kontrolü (inverter) kompresörleri sahiptirler. b- Kondenser fanları, boyutları, dış ünite tasarımları ve elektronik kontroler sistem dış ünite ses seviyesini de düşük tutmak için tasarlanmıştır.	Düşük Performans 2- Dış ünitelerin kalitesi bina dışındaki gürültü seviyesini belirler. a- İstendiği zaman dış ünite ses azaltma fonksiyonu olan, b- Inverter kontrolü ve inverter kompresörler ile;	Orta Performans	İyi Performans 3- Dış ünitelerin kalitesi, bina dışındaki gürültü seviyesini belirler.
12	A 12	Gürültü-Ses		
1- Dış hava sıcaklığının çok düşük (mevsim normallerinden de düşük) olduğu günlerde yeterli konforu sağlayabilir mi? 2- Dış hava sıcaklığının aşırı yüksek olduğu günlerde yeterli konforu sağlayabilir mi? 3- Zor ve uzun süreli işletme şartlarındaki performansı? 4- Ana cihazların (soğutma grubu, dış üniteler vb) kapasitelerinin belirlenmesinde öngörülen kullanma faktörü, çok sıcak ve soğuk günlerdeki konfor şartlarını etkileyebilir. 5- Zor şartlarda çalışması gereken sistemlerin COP ve EER değerlerinin olabildiğince yüksek olması gerekir. 6- COP ve EER değerleri kontrol edilirken, cihaz verimlerinin yanı sıra, sistem veriminin de yüksek olmasına gayret edilmelidir. Katalog verilen yüksek veriminde sağlanan, hatalı uygulamalarla, "verimsiz" sistemler yaratılmamalıdır. a- COP (coefficient of performance), ısıtma modunda 1 kW elektrik enerjisi ile ne kadar ısıtma gücü alındığını ifade eden değerdir. Ne kadar yüksekse, verim o kadar yüksek demektir. b- EER (energy efficiency ratio), soğutma modunda 1 kW elektrik enerjisi ile ne kadar soğutma gücü alındığını ifade eden değerdir. Ne kadar yüksekse, verim o kadar yüksek demektir.	a- Seçilen cihazların kalitesi çok önemlidir. b- Toleranslar içinde cevap verebilir. c- Sistemin özellikle çok soğuk günlerdeki performansı kriter için esas alınmıştır.	1- Çok sıcak ve özellikle çok soğuk bölgelerde verimlilik ve performans sorun yaratabilir.	1- Bu sistemler oldukça hassas akışkan ve kompresör kontrollerine sahiptirler. Çok düşük ve çok yüksek sıcaklıklarda dahi;	1- Özellikle çok soğuk iklim bölgelerinde ısıtma kapasitelerinin seçiminde daha dikkatli olunmalıdır. Çok soğuk yerlerde ve dış hava oranının çok yüksek olduğu sistemlerde gaz ısıtıcı cihazların kullanılması daha uygun olabilir. 2- Dış ünitelerin kapasitesi, iç ünitelere göre bir uygundur. Kullanma faktörü öngörülmüştür.
13	A 13	Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk		

A - PERFORMANS			
Önemli Kriterler	Konforu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalıklara riskinin ve kaza sıklığının da azalmasını göstermektedir.		
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi	
A 12	1- Oda içerisindeki fan coilin kalitesine, hangi devirde kullanıldığına, bakım ve yaşına göre ses (gürültü) seviyesi oluşur. Çok kaliteli fan coil düşük devirlerde kullanıldığında istenen sessiz ortam elde edilecek ve yıllar sonra da aynı sessizlik korunabilecektir. 2- F/C kapasitesi belirlenirken, düşük devirlere göre seçim yapılması iyi performans (sessizlik) için önemlidir. a- Standart fan coil Orta Performans	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir. Yeterli Performans	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi 1- Genellikle sessiz ve yüksek kaliteli iç ünitelere sahiptir. İyi Performans
	b- Çok kaliteli fan coil İyi Performans	2- Mekanik odalardaki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyelerini azaltmak için önlemler alınmalıdır. Ancak klima santrali fanının yüksek basınçlı olması ve hava kanallarındaki yüksek hızlar nedeni ile ses şiddeti biraz daha fazladır ve daha fazla akustik önlem alınmalıdır. 3- Benzer önlemler hava kanallarındaki yüksek hızlar nedeniyle tesisat shaftlarında da alınmalıdır. 4- Klima santrali fan devrinin değiştiği anlarda ve VAV kutularının girişindeki damperlerin havayı çok kısıtıcı süreler içinde ses seviyesi artar. Bu nedenle, VAV kutularının boyutlandırılması ve akustik önlemlerin alınması çok önemlidir. Kutulardan difüzörlere kadar akustik izoleli hava kanalları yada izoleli tip flexible hava kanalları kullanılmalıdır. 5- Yeterli ses sönümünü sağlamak için; VAV kutuları ile difüzörler arasında yeterince mesafe olmalıdır. Yüksek Performans	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi 1- Oda içerisindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir. Yeterli Performans
	3- Mekanik odalardaki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyeleri için önlemler alınmalıdır. Yüksek Performans	2- Mekanik odalardaki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyelerini azaltmak için önlemler alınmalıdır. Ancak klima santrali fanının yüksek basınçlı olması ve hava kanallarındaki yüksek hızlar nedeni ile ses şiddeti biraz daha fazladır ve daha fazla akustik önlem alınmalıdır. 3- Benzer önlemler hava kanallarındaki yüksek hızlar nedeniyle tesisat shaftlarında da alınmalıdır. 4- Klima santrali fan devrinin değiştiği anlarda ve VAV kutularının girişindeki damperlerin havayı çok kısıtıcı süreler içinde ses seviyesi artar. Bu nedenle, VAV kutularının boyutlandırılması ve akustik önlemlerin alınması çok önemlidir. Kutulardan difüzörlere kadar akustik izoleli hava kanalları yada izoleli tip flexible hava kanalları kullanılmalıdır. 5- Yeterli ses sönümünü sağlamak için; VAV kutuları ile difüzörler arasında yeterince mesafe olmalıdır. Yüksek Performans	2- Dış üniteler oldukça sessizdir. Düşük sesin çok önemli bir kistas olduğu projelerde özellikle su soğutmalı VRV sistemi, yaz modunda çok sessiz çalışan soğutma kuleleri ile, kış modunda ise ihtiyaç olan ısıyı genelde kazan-boylar sistemi ile aldığı için önemli bir alternatif oluşturur. Yüksek Performans
12			
A 13	a- Seçilen cihazların kalitesi önem kazanır. b- Toleranslar içinde cevap verebilir. c- Sistemin özellikle çok soğuk günlerdeki performansı kriter için esas alınmıştır.		
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans
13	a- Bu sistemlerde yaz modunda sistem kontrolünde, ısı transferi soğutma kuleleri ile yapılır. İhtiyaç olan ısı kapasitesine göre kontrol paneli vasıtasıyla soğutma kulesi fan ve pompaların kontrolü, kondens ünitesi pompa kontrolü yapılır. Kış modunda ise ısı transferi kazan boylar sistemi ile gerçekleşir. Yine kontrol paneli vasıtasıyla ihtiyaç olan ısı miktarına göre, kondens ünitesi pompa kontrolü, boylar sıcaklık kontrolü sağlanır. Kış modunda defrost nedeniyle konfor eksikliği yoktur. Tüm bu olanaklar ile çok düşük ve çok yüksek dış sıcaklıklarda dahi; Yüksek Performans		

A - PERFORMANS	Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
		Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissedebilir ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma ortamının azaltılmasından başka, hastalıklara riskinin ve kazaya sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.			
A 14	Basmaçlandırma	1- Dış havadaki rüzgar etkisine bağlı olarak binaların sızdırabilir pencere ve kapı doğrularından (kapalı konumdayken bile) bina içerisine hava ile birlikte toz da girer. Bunun için yapının genelde pozitif basınç altında tutulması gerekir. 2- Akdeniz vb iklim kuşağındaki ülkelerde bitki örtüsü daha az olduğu için, havadaki toz miktarı da daha fazladır. 3- Kiş aylannda katı ve sıvı yakıt kullanımına bağlı olarak yanma artıkları (kurum vb) da dış havada bulunur. 4- Dış havadaki toz miktarı yağışlı günlerde daha az, kuru ve rüzgarlı günlerde ise daha da fazladır. Rüzgarlı havada binaların rüzgar alan cephelerinden hava ve toz girişi de dış basınç etkisiyle daha fazla olacaktır. 5- Binaların giriş kapıları da dış havanın içeriye giriş yerlerinden biridir. Döner kapılar binaya girişin az olduğu saatlerde hava girişini ve ısı transferini azaltır. Ancak büyük binalarda sabah ve akşam saatlerinde insanların binaya giriş ve çıkışları yoğunlaşır. Bu saatlerde döner kapılar çok hızlı döner ve binaya adeta bir vantilatör gibi dış havayı basar. Büyük iş merkezi vb yapılarda giriş ve çıkışın yoğun olduğu saatlerde yan kapılar kullanılmamalıdır. Yan kapıların üzerine hava perdesi monte edilmelidir. Hava perdesi içeriye dış havanın girmesini, ısı transferini ve toz girişini büyük oranda azaltır. 6- Tozun Maliyeti a- İç hava kalitesi bozulur (sağlık) b- Daha sık temizlik gerekir. c- Temizlik maliyeti (iş gücü dahil) artar. d- Halı vb yer kaplamalarının ömrü azalır. e- Masa, sehpa vb eşyalar daha fazla çizilir ve ömürleri kısılır. f- Bilgisayar, faks, telefon vb cihazların arıza riski ve bakım maliyeti artar, ömürleri kısılır. 7- Basmaçlandırma a- Yapının içinde farklı fonksiyonlara sahip hacimlerde basınç kontrolü yapılmalıdır. Ofis, konferans salonu, depo, elektrik pano odaları, vb pozitif basınçta kalmalıdır. Yemekhane gibi hacimler diğer hacimlere göre negatif, mutfakta göre pozitif basınçta olacak şekilde dizayn edilmelidir. b- Mutfak, tuvalet vb hacimler mutlaka eksi basınçta olmalıdır. c- Klima tesisatında binaya verilen hava miktarı; çeşitli yerlerden egzoz edilen hava miktarından daha fazla alınarak, bina içinde pozitif basmaçlandırma sağlanır. Hava doğrularından, dış kapı vb yerlerden dışarıya sızar. Bu şekilde binaya kontrolsüz dış hava girişi önlenmiş olur. d- Ayrıca giriş ve çıkışların sık olduğu binaların giriş kapıları üzerine hava perdesi monte edilmelidir. e- İç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki farklılıklar basınç farkı yaratır. f- Özellikle soğutma esnasında ortam sıcaklığı dış havadan daha düşük olduğu için dış hava basınç ve sıcaklık farkı nedeni ile ortama girmeye daha fazla meyilli olacaktır. Bu nedenle ısıtma ve soğutma esnasında cihaza taze hava alınması basınç dengesi açısından çok önemlidir.	Eğer taze hava alınmıyorsa; Basmaçlandırılmaz. Kötü Performans Taze hava alabilen bazı özel tip split klimalar mevcuttur. Orta Performans	1- İç ünite seçiminde taze hava alabilen modeller tercih edilmelidir. (Gizli tavan tipi, kaset tipi, vs) Yüksek Performans 2- ısı geri kazanım cihazları kullanıldığı takdirde; ısıtma ve egzoz fan devir ayarı yapılarak basınç dengesi sağlanır. Yeterli Performans	Kanalı split cihazların taze havası için hava kanallı heat pump cihazlar kullanılır. Çok soğuk bölgelerde ise: a- Gaz ısıtıcı roof-top cihazlar kullanılması daha uygun olabilir. b- Cihaz çatıya monte edilirse, taze hava için, yukarıdaki toz miktarı daha az olacağı için filtrelerin temizlenmesi daha uzun sürelerde yapılabilir. Yüksek Performans

A - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanlar kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar.

Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalanma riskinin ve kaza sıklığının da havalandırma konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Istisması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
	Santral vasıtasıyla sisteme alınan taze hava ortamda pozitif basınç yaratır. Ayrıca aspiratörlerle mutfak, tuvalet vb hacimlerden egzoz havası dışarı atılır.	Klima santralı vasıtasıyla sisteme alınan taze hava ortamda pozitif basınç yaratır, ayrıca aspiratörlerle mutfak, tuvalet vb hacimlerden egzoz havası dışarı atılır.	Dönüş kanalında da VAV kutusu kullanılmadığında, dönüş havasında küçük oynamalar meydana gelir. Pozitif basınç bazen kaybolabilir.	Yüksek Performans	1- İç ünite seçiminde taze hava alabilen modeller tercih edilmelidir. (Gizli tavan tipi, kaset tipi, vs) 2- Isı geri kazanım cihazları kullanıldığı takdirde; ısıtma ve egzoz fan devir ayarı yapılarak basınç dengesi sağlanır.

B - İŞLETME MALİYETİ	
Önemli Kriterler	Enerji Maliyeti
Kriterlerin Önemi	
1- Yıllık yakıt tüketimini hesaplanmalı (Enerji maliyeti her zaman sistem seçiminde önemli kriterlerden -belki de en önemli- biridir. 1999'da 10 USD/Varil olan petrol 2006 yılı başlarında 7,5 katından fazla artarak 78 USD/Varil oldu. Gelecekte daha da artabilir. 2- Fan ve sirkülasyon pompası motorlarının yıllık elektrik tüketimi hesaplanmalı, 3- Soğutma cihazlarının yıllık ortalama elektrik tüketimi (soğutma grubu, soğutma kulesi veya kondenser fanları dahil) hesaplanmalıdır. Seçilen sistemdeki soğutma kompresörlerinin (ve kule-kondenser fanı vs) binanın soğutma ihtiyacı olduğu tüm sürelerde çalıştırılmaya ihtiyaç olup olmasının elektrik tüketimindeki en etkin faktör olduğu görülecektir. 4- Free-cooling (kompresörleri çalıştırmadan, dış havayı kullanarak soğutma yapılması) ve cool-down (gece havalandırması) avantajlarının en çok kullanılabileceği sistemler tam havalı sistemlerdir. Bunun için klima santrallerinin taze hava çıkışına göre boyutlandırılması unutulmamalıdır. 5- Sistemlerin enerji tüketimlerini hesaplayan simülasyon programları kullanılabilir. 6- Sistemin kat, zon veya oda bazında bağımsız kullanılabime yeteneği de enerji tüketimini azaltabilme imkanı sağlayabilir. 7- Öneriler a- Performansı yüksek cihazların kullanılması yararlıdır. b- Yeni yapılacak yapıların ısıtma, soğutma ve havalandırması için gerekli enerji ihtiyacının, bugün için geçerli olan standartlara göre %30 oranında azaltılması hedeflenmektedir. c- Doğal aydınlatmadan olabildiğince yararlanılması, güneş şiddetinin en fazla olduğu saatlerde elektrikli aydınlatmadan gelen ısı kazancını azaltacaktır. Doğal aydınlatmanın etkisi arttıkça, elektrik armatürlerinin ışık şiddeti otomatik olarak azaltılabilir. d- Bina çevresine mümkünse yüksekliği fazla olan ve kışın yapraklarını döken tip ağaçlar dikilmelidir. Yaz aylarında ağaçların gölgeleme etkisinden yararlanılacağı gibi, ayrıca yapraklarının evaporatif soğutma etkisi bina dış çevresindeki sıcaklığı azaltacaktır. e- Gelecekte binaların cephelerinde, güneşin çok etkin olduğu saatlerde güneş ışınlarını kesecek otomatik jalu, vb önlemlerin yaygınlaşacağı düşünülmektedir. Ancak güneş ışınlarına binayı sürekli kapatmak anlamında bir uygulama da yapılmamalıdır. Çünkü güneş ışınları kışın ısıtma ihtiyacına yardımcı olduğu gibi, aynı zamanda sağlıklı yaşamın en önemli gereksinimlerinden biridir. f- İklim duyarlı ve akıllı binalar planlanmalıdır. 8- Sistemi işletmek için mühendis, teknisyen vb teknik kadro gerekli mi? 9- Sistemi, uzman olmayan bir kullanıcı düğmeye basarak kolaylıkla çalıştırıp durdurabilir mi? (Dışarıdaki bir yetkili servis firması ile yıllık bakım anlaşması yapma kaydı ile) 10- Teknik kadronun maliyeti, işletme maliyetine eklenmelidir.	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması 1- Tüm cihazlar kullanılıyorsa; Yüksek Maliyet 2- Ancak, gerçek yaşamda; a- Bireysel kullanım dikkati önemli avantajlardan biridir. b- İç dış üniteler arası mesafenin genellikle kısa olması (enerjiyi taşımanın maliyeti düşük) c- Kaliteli inverter cihazlarda kullanılırsa; Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması 1- Tüm cihazlar kullanılıyorsa; Yüksek Maliyet 2- Ancak, gerçek yaşamda; a- Bireysel kullanım dikkati önemli avantajlardan biridir. b- İç dış üniteler arası mesafenin genellikle kısa olması (enerjiyi taşımanın maliyeti düşük) c- Kaliteli inverter cihazlarda kullanılırsa; VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi a- İç ünite fanları sürekli çalıştırılır. b- Soğutma veya ısıtma için kompresörler ve kondenser fanları çalıştırılmak zorundadır. c- Genelde free-cooling ve cool-down imkanı yok. d- Esnek çalışma imkanı var. e- Kapasitesi ayarlanabilen inverter sistemlerdir. f- Kanala bağlanabilen iç üniteler ile taze hava da alınabilir. g- Kademesiz güç kontrolü vardır. h- İç ünitelerin akışkan kontrolörlü sürekli kapasite ve ihtiyaç kontrolü mümkündür. i- Hassas sıcaklık kontrol sistemleri sayesinde ihtiyaca bağlı kapasite kontrolü mümkündür. j- Zonlama ve diversite yapabile özelliği ile gerekmedikçe sistem çalışmaz. Orta Maliyet* *Ancak iç hava kalitesi düşük. Free cooling imkanı yok. Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi 1- Isıtma mevsiminde ve ara mevsimlerde kompresör çalıştırılmadan havalandırma yapılabilir. 2- Taze hava ile karıştırılan dönüş havası, kışın da ısıtılmadan tavan seviyesinden (yaklaşık 18°C sıcaklıkta) verilir. İdeal ekonomizör görevi yapar (Amerikan sistemin havalandırma yeteneği) 3- Standart uygulamalarda, sınırlı oranda free-cooling ve cool-down yapılabilir. 4- Entalpi kontrolü ile taze hava miktarı, dış havanın sıcaklık ve nem değerlerine bağlı olarak değiştirilebilir. Böylece konfor ve enerji ekonomisi birlikte sağlanabilir, free-cooling ve cool-down yapılabilir. 5- Mesai saatleri dışında da esnek çalışma imkanı var. Orta Maliyet* *Bireysel sistem avantajlarının büyük bölümüne sahip.
	GÜNCEL ENERJİ MALİYETLERİ DE DİKKATE ALINARAK HER PROJE İÇİN AYRI AYRI HESAPLANMALIDIR.

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi					
Enerji Maliyeti	Klima santralî fan motoru, VAV sistemin klima santralî fan motoruna göre daha küçük kapasitelidir. Ancak F/C fanlarının ve soğutulmuş su sirkülasyon pompalarının da sürekli çalıştığı dikkate alındığında; fan ve pompa motorlarının toplam enerji tüketimi VAV sisteme göre daha fazladır.	Orta Maliyet*	1- Isıtma mevsiminde ve ara mevsimde kompresörler çalıştırmadan havalandırma yapılabilir. 2- İklim şartlarına bağlı olarak yılın 3 ila 6 ayında free-cooling yapılabilir. 3- Soğutma mevsiminde gece havalandırması (cool-down) yapılabilir. 4- Klima santralî fan basıncı yüksektir. Ancak; oluşan anlık ihtiyaca göre değişken devirlerde kullanıldığı için, motorun kullandığı elektrik tüketimi yıllık ortalamada daha düşük olur ve enerji tasarrufu sağlanır.	Düşük Maliyet*	a- İç ünite fanları sürekli çalıştırılır. b- Soğutma için soğutma kulesi fan ve pompaları, kondens ünitesi pompası ısıtma için boyler pompası, kondens ünitesi pompası çalıştırmak zorundadır. c- Genelde Free-cooling ve Cool-down imkanı yok. d- Esnek çalışma imkanı var. e- Kapasitesi ayarlanabilen inverter sistemlerdir. f- Kanala bağlanabilen iç üniteler ile taze hava alınabilir. g- Kademesiz güç kontrolü vardır. h- İç ünitelerin akışkan kontrolörle sürekli kapasite ve ihtiyaç kontrolü mümkündür. i- Hassas sıcaklık kontrol sistemleri sayesinde ihtiyaca bağlı kapasite kontrolü mümkündür. j- Zonlama ve diversite yapabilmek özelliği ile gerekmedikçe sistem çalışmaz.		
						Yüksek Maliyet*	Düşük Maliyet*
*Enerjiyi taşımanın maliyeti yüksek (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajlarından biri).	*Enerjiyi taşımanın maliyeti düşük, konforu yüksek.	*Enerjiyi taşımanın maliyeti yüksek (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajlarından biri).	*Enerjiyi taşımanın maliyeti düşük, konforu yüksek.	*Cihaz verimleri yüksek. Bireysel sistem avantajlarına sahip. Su soğutmalı kondenserli olduğu için COP çok yüksek. Free-cooling ve cool-down olanakları sınırlı.			
GÜNCEL ENERJİ MALİYETLERİ DE DİKKATE ALINARAK HER PROJE İÇİN AYRI AYRI HESAPLANMALIDIR.							

B - İŞLETME MALİYETİ				
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
	1- Üretici firmalar genellikle, cihazlarının en iyi koşullarda sağladığı verimi belirtir veya öne çıkarırlar. 2- Cihazların kısmi yüklerdeki verimleri de incelenmelidir. 3- Cihazların ve özellikle sistemin yıllık enerji tüketimi hesaplanarak istenilen yıllık verime ulaşıp ulaşılmadığına bakılmalıdır. 4- Yakıt ve elektrik tüketiminin yıllık toplamı hesaplanmalıdır. 5- Yıllık enerji maliyeti ve sistemin ilk yatırım maliyeti birlikte değerlendirilmelidir. Böylece; Sistem seçimi daha kolay yapılabilir. Seçilen sistemin de ekonomik işletilebilmesi için gerekli önlemlerin önceden alınması teşvik edilmiş olur. Soğutma grubu tipi belirlenmelidir (Özet bilgi aşağıdadır.). 6- Isı geri kazanım cihazlarının verimi; binanın bulunduğu bölgenin ısıtma öncelikli (ısıtma periyodunun uzunluğu) veya soğutma öncelikli (soğutma periyodunun uzunluğu) olmasına göre değişir. Örneğin Erzurum'da verimi yüksek ısı geri kazanım cihazları kullanmak yıllık verimi çok olumlu etkileyecektir. Buna karşın Antalya'da ise; ısı geri kazanım cihazlarından çok daha az yararlanılabilir. 7- Su soğutma grupları (su soğutmalı tip) Yıllık verim yüksektir. Ancak aşağıdaki dezavantajlar vardır: a- Su maliyeti (yumuşak su kullanılır), b- Su teminindeki güçlükler, c- Kimyasal madde maliyeti (suyun pH değeri kontrolü, legionella bakterisi vb riskler için), d- Açık sistemlerde suyun sorunları (pislik ayırıcı bakımı vs), e- Pompa, boru vb ilave maliyetleri, önemli dezavantajlar olarak sıralanabilir. 8- Hava soğutmalı su soğutma gruplarının, su soğutmalı gruplara göre; a- İşletmesi daha kolaydır. b- Enerji tüketimi yazın daha fazladır. c- Ara mevsimde ve kışın verim yüksektir. 9- DX Sistemlerde; a- DC inverter kontrollü R410A'lı sistemler, b- AC inverter kontrollü cihazlar, c- Yüksek COP ve E.E.R verimine sahip sistemler tercih edilmelidir. d- Mümkün olduğunca farklı zonlarda farklı cihazlar kullanılmalıdır. 10-Isı Geri Kazanım Cihazları soğutucu eşanjörlü sistemle çalışabilen, dış hava sıcaklıkları uygun olduğu zaman by-pass damperleri ile direkt iç ortama havayı alabilen, sıcaklık kontrollü sistemler tercih edilmesi, taze hava kalitesini arttıracaktır.	Bazı özel cihazlar haricinde; a- Inverter kompresörlü sistemler, b- Düşük dış hava sıcaklıklarda ısıtma ve soğutma yapabilen R410A'lı cihazlar düşük enerji tüketimi ve kesintisiz konfor sağlayabilir.	Yüksek Maliyet	Düşük Maliyet*
B 2	Yıllık Verim (Yıllık Maliyet)	Not: 1- Soğutma ve ısıtmadaki COP değerleri R410A gaz rejimi ile çok yükseldi. Kısmi yüklerde çok daha yüksek performans söz konusudur. 2- Büyük kondenserli sistemler tercih edilmelidir. 3- Özellikle büyük kapasiteli sistemlerde mümkün olduğunca çok sayıda dış ünite tercih edilmesi; düşük yüklerdeki (özellikle ara mevsimlerdeki) sistem verimini artırır. *İç ve dış üniteler arasındaki mesafeye bağlı olarak enerji taşımanın maliyeti yüksek olabilir. (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajları.)	a- Yeni nesil soğutucu akışkanlar DC inverter teknolojisini ile kademesiz kapasite kontrolleri b- %8 - 100 aralığında kapasite ayarı yapabilen sistemler c- Yüksek COP/EEER verimli, d- Yüksek COP/EEER verimli, e- Hassas elektronik kontrollere ve sıcaklık ölçümleri, f- Isı geri kazanımlı tiplerin kullanılması koşullarında işletme maliyetleri çok azalır.	a- Taze hava cool-down, free-cooling imkanı ile sistem verimi yükseltilebilir. b- Büyük kondenserli sistemler tercih edilmelidir.
16		1- Teknik kadroya ihtiyaç yok 2- Uzman olmayanlar da işletebilir	1- Teknik kadroya ihtiyaç yok 2- Uzman olmayanlar da işletebilir	1- Teknik kadroya ihtiyaç yok 2- Uzman olmayanlar da işletebilir
B 3	İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	1- Sistemi işletmek için mühendis, teknisyen vb teknik kadro gerekli mi? 2- Sistemi uzman olmayanlar düğmeye basarak kolaylıkla çalıştırıp durdurabilir mi? (Dışarıdaki bir yetkili servis firması ile yıllık bakım anlaşması yapmak kaydı ile) 3- Teknik kadronun maliyeti, işletme maliyetine eklenmelidir.	1- Teknik kadroya ihtiyaç yok 2- Uzman olmayanlar da işletebilir	1- Teknik kadroya ihtiyaç yok 2- Uzman olmayanlar da işletebilir
17				

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 2 Yıllık Verim (Yıllık Maliyet)	a- Primer klima santral fanları, aspiratörler, fan coiller sürekli çalışır. b- Hava tarafında ısı geri kazanımı kullanılarak verimlilik artırılabilir. c- Ekonomi çevrimi uygulanamaz. d- Soğutma kulesi devresi üzerine plakalı eşanjör monte edilerek veya kapalı tip kule kullanarak; kışın da soğutma ihtiyacı olan iç hacimlere (kompresörler çalıştırılmadan) soğutulmuş su sağlanabilir.	Orta Maliyet*	a- Klima santral fanları ve aspiratörler sürekli çalışır. b- Mevsim geçişlerinde ekonomi çevrimi uygulanabilir. (Free-cooling, cool-down imkanları veya karışım havası kullanılarak) c- Enerjiyi hava ile taşımanın maliyeti yüksektir.	a- Yeni nesil soğutucu akışkanlar DC inverter teknolojisi ile kademesiz kapasite kontrolleri b- %10 - %100 aralığında kadar kapasite ayarı yapılabilen sistemler c- Hassas akışkan kontrol d- Yüksek COP/EER verimli, e- Hassas elektronik kontroller ve sıcaklık ölçümleri,	a- Yeni nesil soğutucu akışkanlar DC inverter teknolojisi ile kademesiz kapasite kontrolleri b- %10 - %100 aralığında kadar kapasite ayarı yapılabilen sistemler c- Hassas akışkan kontrol d- Yüksek COP/EER verimli, e- Hassas elektronik kontroller ve sıcaklık ölçümleri,
	Enerji taşımanın maliyeti yüksek. (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajları.)		Düşük Maliyet	Yüksek Maliyet*	Not: Soğutma ve ısıtmadaki COP değerleri R410A gaz rejimi ile çok yükseldi. Kısmi yüklerde çok daha yüksek performans söz konusudur. a- İç ve dış ünitelerin arasındaki mesafeye, b- Soğutma kulesi devresinin büyüklüğüne c- Isıtma mevsiminin süresine (kazanların çalışma süresi) bağlı olarak değişir.
B 3 İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli
B 3 İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir
B 3 İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	Teknik kadro olmadan çalıştırılmaz	Teknik kadro olmadan çalıştırılmaz	Teknik kadro olmadan çalıştırılmaz	Teknik kadro olmadan çalıştırılmaz	Teknik kadro olmadan çalıştırılmaz

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isının İstima Sezonunda Faydalı Kullanımı, B 4	1- Aydınlatma armatürleri sürekli ısı yaydığı için, yeterince soğutulmazlarsa ömürleri daha kısa olacaktır. 2- Kullanılan hacimlerde oluşan ısının (ısıtmadan, insanlardan, faks, bilgisayar vb) bir bölümü de (az veya çok) yukarıda toplanır. Sonuçta, asma tavana yakın seviyede yukarıya kaçan ısı ve aydınlatma armatürlerinden gelen ısı nedeniyle sıcaklık biraz daha fazladır. 3- Statik ısıtma yapılan binalarda; taze hava ve dönüş havası karışımı (karışım havalı sistemlerde) yukarıdan oda sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta (16 - 18°C) üflenir. Böylece özellikle ısıtma mevsiminde: a- Yukarıda toplanan ısıyı kullanarak (ideal ekonomizör) büyük oranda enerji ekonomisi sağlanır. (Aksi halde egzoz havası sıcaklığı daha fazla olacaktır.) Isı geri kazanım cihazları kullanımı ile kayıplar daha da minimize edilebilir. b- Kışın ortama (16 - 18°C) sıcaklıkta tavan seviyesinden üflenlen hava, yukarıdaki ısınmış hava ile karışıp aşağıya doğru hareket eder. Ortamda ideal hava sirkülasyonu ve konfor sağlanır. c- Soğutulmuş hava yukarıdan verilerek yazın da ideal konfor şartları sağlanır. d- Aydınlatma armatürleri de daha iyi soğutulduğu için daha uzun ömürlü olacaktır. 4- Asma tavan için plenum olarak kullanılabilmesi halinde: a- Dönüş havasının bir bölümü aydınlatma armatürleri üzerinden çekilerek egzoz edilebilir. (Air return lighting fixtures) Eğer yetmiyor ise, ayrıca dönüş hava menfezleri tavana yerleştirilir. Böylece armatürlerden hacime giren ısı yükü %40'a varan oranlarda azaltılabilir. Klima santralına dönüş havası olarak alınıyorsa, ısı kazancı soğutma cihazının kapasitesine eklenmelidir. b- Aydınlatma armatürlerinin ömrü daha uzun süreli olacaktır. c- Aydınlatma armatürlerinden yayılan ısının yaklaşık %30 - 40'ı tavan arasına geçer, odaya ulaşmaz. Dönüş hava kanalı veya egzoz ile dışarıya atılır. Böylece odaya verilecek soğuk hava miktarı azaltılabilir. Enerji tasarrufu sağlanır, ilk yatırım maliyeti de az da olsa düşer.	a- Yer/ tavan, tavan veya kaset tipi iç üniteler tercih edilmelidir (4 yöne üfleme, 2 yöne üfleme, tek yöne üfleme ve düşük tavan tipli modeller)	a- Hava kanalına bağlanabilen iç üniteler, b- Yer/ tavan, tavan veya kaset tipleri, (4 yöne üfleme, 2 yöne üfleme, tek yöne üfleme ve düşük tavan tipli modeller) c- Isı Geri kazanım cihazları, kullanıldığında ;	Yüksek Performans* *Taze hava (dış hava) ve dönüş havası karıştırılıp, genellikle yaklaşık %10-20 oranında taze hava alınır. Ortama ısıtılmadan üflenebildiği için (bakınız kriterin önemi).

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 4 Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isının İstima Sezonunda Faydalı Kullanımı, Aydınlatma Armatürlerinin Ömrü	Düşük Performans	Düşük Performans	Yüksek Performans*	Yüksek Performans*	Düşük Performans
	Ancak ; a- Hava kanalına bağlanabilen iç üniteler, b- Yer/ tavan, tavan veya kaset tipi iç üniteler (dört yöne üfleme, iki yöne üfleme, tek yöne üfleme ve düşük tavan tipi modeller), c- Isı kazanım cihazları kullanıldığında sistem performansı artar. Bu durumda:	Orta Performans			
			Yüksek Performans*	Yüksek Performans*	Orta Performans

Düşük Performans

Ancak ;
a- Hava kanalına bağlanabilen iç üniteler,
b- Yer/ tavan, tavan veya kaset tipi iç üniteler (dört yöne üfleme, iki yöne üfleme, tek yöne üfleme ve düşük tavan tipi modeller),
c- Isı kazanım cihazları kullanıldığında sistem performansı artar. Bu durumda:

Orta Performans

a- Büyük ofis alanlarında; iç bölgelerde oluşan ısıyı, çevre zona basarak ekonomi sağlayabilir.
b- Ancak katlardaki iç zonda ayrı hacimler (bölünerek) oluşturulmuşsa bu avantajdan yararlanılmaz.

Yüksek Performans*

*Taze hava (dış hava) ve dönüş havası karıştırılıp, genellikle yaklaşık %10-20 oranında taze hava alınır. Ortama ısıtılmadan üflenebildiği için (bakınız kriterin önemi).

Yüksek Performans*

*Taze hava (dış hava) ve dönüş havası karıştırılıp, genellikle yaklaşık %10-20 oranında taze hava alınır. Ortama ısıtılmadan üflenebildiği için (bakınız kriterin önemi).

Orta Performans

Düşük Performans

Ancak ;
a- Hava kanalına bağlanabilen iç üniteler,
b- Yer/ tavan, tavan veya kaset tipleri, (4 yöne üfleme, 2 yöne üfleme, tek yöne üfleme ve düşük tavan tipi modeller)
c- Isı Geri kazanım cihazları, kullanıldığında;

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Gece Havalandırması: Yaz aylarında gece (özellikle sabaha yakın saatlerde) dış hava sıcaklığı düşüktür. Sabahın çok erken saatlerinde %100 dış hava ile çalışabilen cihazların sadece fanları çalıştırılarak bina içine serin hava verilir. (Aşırı nemli bölgelerde ise; havanın çok nemli olmadığı geceler uygulanabilir.) Gece havalandırmasının zaman ayarlı entalpi kontrolü yapılarak uygulanması daha doğrudur. Böylece 1- Bina içinde ısı basıncı oluşturulur. 2- Bina içerisindeki eşya, boya vs'den gece boyunca çıkan gazlar dışarıya atılır, bina içinde işbaşı saatinde çok temiz bir hava oluşur. 3- Pazartesi Sendromu: Hafta sonu kapatılan sistemlerde, Pazartesi ve uzun resmi tatil günlerinden sonraki ilk iş gününde iç hava genellikle ağır ve kalitesizdir. Gece havalandırması yapılması bu soruna da ekonomik ve pratik çözüm getirecektir. 4- Serin dış hava bina içine verildiği için; a- Bina içerisinde birikmiş olan ısı dışarıya atılır. b- Bina içerisindeki havanın ve yüzeylerin sıcaklığı da düşürülür. c- Böylece soğutma kompresörleri daha geç devreye girer ve enerji tasarrufu sağlanmış olur. 5- Gece havalandırması yapılırken fanların elektrik tüketimi hesaplanmalıdır. Ön soğutma yapılmasının getirdiği ekonomi ve iç hava kalitesini artırmanın avantajları dikkate alındığında, gece havalandırmasının ne kadar yararlı olduğu görülecektir.	1- Standart Uygulama: Taze hava roof-top cihazlar ile sağlanıyorsa ve merdiven basınçlandırma vb taze havalı sistemler kullanılıyorsa, daha yüksek performans sağlanabilir. Programlanabilir termostat kontrolü sayesinde belli sıcaklıklarda ve istenilen saatlerde cihaz çalıştırılabilir.	YOK	1- Standart Uygulama: 1- Standart Uygulama: 2- Gizli tavan tipi, taze hava alabilen sistemler + Isı Geri Kazanım Cihazları ile birlikte kullanılır. Isı geri kazanım cihazı cool-down ve free-cooling modunda ısı değiştiriciyi by-pass ederek çalıştırılabilir. Programlanabilir veya uzaktan kontrol edilebilir kontrol sistemler ile mekanların kullanılmadığı zaman aralıklarında istenilen sıcaklık aralığında, istenilen komutta cihazların çalıştırılması ve takibi mümkün olabilir. Cool-down kontrolü ve gece işletmeleri mevsimsel şartlara ve duruma göre uzaktan takip edilebilir.	1- Standart Uygulama: Taze hava roof-top cihazlar ile sağlanıyorsa ve merdiven basınçlandırma vb taze havalı sistemler kullanılıyorsa, daha yüksek performans sağlanabilir. Programlanabilir termostat kontrolü sayesinde belli sıcaklıklarda ve istenilen saatlerde cihaz çalıştırılabilir.

Ön Soğutma (Cool Down) B 5

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 5 Ön Soğutma (Cool Down)	1- Standart Uygulama: Düşük Performans 2- Taze hava oranı fazla olan yerlerde: Orta Performans Klima santralleri gece havalandırması için daha uzun süreler çalıştırılarak, performans artırılabilir.		1- Standart Uygulama: Yüksek Performans 2- Taze hava oranı fazla olan yerlerde: Yüksek Performans	1- Standart Uygulama: Orta Performans 2- Taze hava oranı fazla olan yerlerde: Yüksek Performans	1- Standart Uygulama: Düşük Performans 2- Eğer havalandırma ayrı bir klima santrali veya kanal sistemi ile sağlanıyorsa ve taze hava miktarı yüksekse veya gizli tavan tipi, taze hava alabilen sistemler + Isı Geri Kazanım Cihazları ile birlikte kullanılabilir. Isı geri kazanım cihazı cool-down ve free-cooling modunda ısı değiştiriciyi by-pass ederek çalıştırılabilir. Orta Performans 3- Gizli tavan tipi, taze hava alabilen sistemler + Isı Geri Kazanım Cihazları ile birlikte kullanılan programlanabilir veya uzaktan kontrol edilebilir kontrol sistemleri ile mekanların kullanılmadığı zaman aralıklarında istenilen sıcaklık aralığında, istenilen komutta cihazların çalıştırılması ve takibi mümkün olabilir. Cool down kontrolü ve gece işletmeleri mevsimsel şartlara ve duruma göre uzaktan takip edilebilir. İyi Performans

B - İŞLETME MALİYETİ

Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split) + Radyatör Isıtması + Egzoz Sistemi
Seçilen klima sisteminin, soğutma kompresörlerinin kış aylarında (soğuk depo vb yerler hariç) çalıştırılmasına ihtiyaç olması, işletme maliyetini artırır. 1- Sistem kışın soğutma için çalışıyorsa; a- Ofis binalarının orta kısımlarında; büyük çarşıların dükkân ve gezinti hollerinde, ofis binalarındaki UPS odaları, sistem odaları ve elektrik pano odalarında kış aylarında da soğutma ihtiyacı vardır. b- Tam havallı sistemlerde ilkbahar ve sonbahar gibi ara mevsimlerde klima santrallerinin taze hava oranı %100'e kadar artırılarak, kış mevsiminde ve çok soğuk günlerde ise dönüş havası - taze hava oranı değiştirilerek (soğutma kompresörleri çalıştırmadan) soğutma yapılabilir. Büyük oranda enerji ekonomisi sağlanır ve iç hava kalitesi de (taze hava miktarı artırıldığı için) yükselir. c- Soğutma grubunun veya soğutma kulesinin kar yağarken çalıştırıldığı binalardaki (soğuk odalar sistemi vb hariç) aşırı enerji tüketimi dışarıdan da görülür (Soğutma kulesinden buhar çıkar). d- Kışın soğutma cihazları ile (DX) soğutma yapılması durumunda, eğer kompresörlerde akışkan kontrollerinde ve kondenser fan devir ayarında özel önlemler yoksa (kış kiti gibi) Likit akışkanın kompresöre gelmesi Kompresör arızaları İç ünitelerde buzlanma Su akıtma gibi sorunlar oluşabilir. Kışın soğutma yapacak cihazların mümkün olduğunca inverter kapasite kontrollü ve devir ayarlı kondenser fanlı olması önerilir. 2- Sistem kışın ısıtma için çalışıyorsa (Heat-pump sistemlerde) Heat-pump vb sistemler soğuk günlerde ısıtma için çalışıyorsa: a- Dış hava sıcaklığı (nem oranına da bağlı olarak) yaklaşık 5°C ve altında ise dış üniteye karlanma başlayacaktır. b- Daha soğuk günlerde ve kar yağdığında ise dış ünitelerin serpantin yüzeylerinde aşırı karlanma olacaktır. c- Dış üniteye karlanma olduğunda; Kompresör ile bina ısıtması durdurulup, dış ünite kompresörü çalıştırılarak ısıtılacak (defrost işlemi) ve büyük oranda enerji tüketilecektir. Ayrıca defrost işlemi sırasında bina içine üflenen havanın ısıtılması ise elektrikli ısıtıcılar ile sağlanacaktır. Elektrik enerjisi ile ısıtmanın doğalgaza göre maliyeti (bugün için) 3 kat daha pahalıdır. Heat-pump cihazın sıfırın altındaki sıcaklıklarda kapasitesi yetersiz kalacak ya da düşük verimle çalışacaktır. Kışın kar yağın bölgelerde ısıtmayı heat-pump cihazlarla yapmanın ne kadar yararlı ve konforlu olduğu da sorgulanmalı, enerji bilançosu yapılmalıdır.	Kompresörler mutlaka çalıştırılmak zorundadır. Kötü Performans	Kompresörler çalıştırılmak zorundadır. Kötü Performans a- 3 borulu heat recovery'li sistemler b- Kapasite kontrollü dış üniteler c- Düşük dış hava sıcaklıklarında dahi soğutma yapabilen sistemlerle iyi sonuçlar elde edilebilir. Bu durumda: İyi Performans d- Bir binada ısıtma mevsiminde aynı anda dış cephede ısıtma, iç kısımlarda soğutma ihtiyacı oluşuyorsa 3 borulu heat-recovery VRV sistemler büyük avantaj sağlayabilir. Yüksek Performans	Kompresörler çalıştırılmak zorundadır. Kötü Performans	a- Taze hava, dönüş havası ile karıştırılarak verilebiliyor. b- Roof-top cihazlar ile merdiven basınçlandırma ve iç zona %100'e kadar artan oranlarda taze hava verilebiliyor. c- Isıtma radyatörler ile yapıldığında sorun olmaz. Çalışma dış hava şartları ile ilişkili değildir. d- Isıtma işlevini Doğalgaz/LPG ile gazlı ısıtma yapabilen, soğutmayı soğutucu akışkanlar yardımı ile yapabilen sistemler tercih edildiğinde kışın ısıtma amaçlı olarak kompresör çalışmasına gerek kalmaz. Yüksek Performans

20

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 6 Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?	a- Klasik sistemlerde Düşük Performans b- Taze hava ısıtmadan veya daha az ısıtılarak, (konfor şartları sınırları içindeki) düşük sıcaklıklarda ortama verilerek performans artırabilir (Taze hava miktarına bağlı olarak) Daha iyi çözüm ise, iç ve çevre zon için ayrı hava kanalları ve klima santrali kullanmak olabilir (imkan varsa). Soğutma kulesi su devresine plakalı eşanjör monte edilerek, iç bölgeler ayrı zon olarak planlanabilir. Orta Performans	a- Klasik sistemlerde Düşük Performans b- Soğutma kulesi tarafında ısı geri kazanımı kullanılırsa: Soğutma kulesi varsa, kule suyu devresi üzerine plakalı eşanjör monte edilerek, dış hava sıcaklığının yaklaşık 8°C ve altında olduğu günlerde free-cooling yapılabilir. Soğutulan su çekirdek zondaki fan coilere gönderilir. Dış hava sıcaklığı yaklaşık 16°C olduğunda ofis binalarında çevre zonda soğutma ihtiyacı oluşmaktadır. Taze havayı ısıtmadan, düşük sıcaklıkta ortama üfleme ve plakalı eşanjör uygulaması ile performans iyileştirilebilir. (Taze hava miktarına bağlı olarak) İyi Performans	Yüksek Performans	Orta Performans	Kompresörler çalıştırılmak zorundadır. a- 3 borulu heat recovery'li sistemler b- Kapasite kontrollü dış üniteler c- Düşük dış hava sıcaklıklarında dahi soğutma yapabilen sistemlerle iyi sonuçlar elde edilebilir. Orta Performans d- Bir binada ısıtma mevsiminde aynı anda dış cephede ısıtma, iç kısımlarda soğutma ihtiyacı oluşuyorsa 3 borulu ısı geri kazanımlı (heat recovery) VRV sistemler büyük avantaj sağlayabilir. Yüksek Performans

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Dünyadaki doğal enerji rezervleri azalırken, petrol ve diğer enerji fiyatları da artmaktadır. 1998 yılı sonlarında petrol 9 USD/varil iken, 2006 yılı içinde petrol fiyatı 78 USD/varil oldu. İsı geri kazanımının ekonomikliğini sadece bugünkü enerji fiyatlarını kullanarak hesaplamak yerine, gelecekte artacağını da dikkate almalıyız. 1- Gaz yakıt kullanılıyorsa; yoğunlaşma tip kazanların kullanılması, 2- Sıvı yakıt kullanılıyorsa, ekonomizör kullanılması, 3- Taze havaya egzoz havasından ısı geri kazanımının ekonomikliğini artırılması yararlıdır. 4- Ofis vb binalardan kışın 22-24°C, yazın da yaklaşık 24-25°C sıcaklıktaki havayı egzoz sistemi ile bina dışına atmak yerine, bu enerjinin büyük bölümünün tekrar kullanılabilceği alternatifleri araştırmalıyız. 5- Havadan havaya ısı geri kazanımında eşanjör-tambur vb cihazların kullanılması halinde; sistemdeki egzoz ve taze hava fanlarının basıncını (motor güçlerini) ne kadar arttırmak gerektiğine de bakılmalıdır. 6- İskandinav ülkelerinde V₂1000m³/h olan tüm havalandırma tesislerinde ısı geri kazanımı kullanmak zorunludur. Dolayısıyla enerji tüketiminin az olması için, yüksek verimli ısı geri kazanımı gerekmektedir. Böyle sistemlerde havadan havaya plaka tipi ısı geri kazanma ünitesi ile %90 (ısıtma halinde) civarında verim alınabilmekte, bu da sadece geçiş dönemlerinde değil, aynı zamanda ısıtma ve soğutma dönemlerinde de binalara daha fazla taze hava (ek enerji istemeden) verme imkanı sağlamaktadır. Karışım havalı sistemlerde ilave otomatik kontrol (damper kontrolü, entalpi kontrolü) kullanılması ile işletme ve servis kolaylığı sağlanır. Manuel olarak dış hava oranının kontrol edilmesi uygun değildir. 7- Sistemde kullanılan taze hava miktarını dış hava sıcaklığına göre değiştirerek; a- Ekonomik çalışma sağlanabilir. b- Dış hava sıcaklığına bağlı olarak dış hava miktarının arttırıldığı günlerde ise; Soğutma kompresörleri çalıştırmadan, iç havaya göre daha düşük sıcaklıktaki dış hava karıştırılarak soğutma yapılır (free-cooling), içeriye daha fazla taze hava verildiği için iç hava kalitesi arttırılmış olur. 8- ısı geri kazanımı kullanıldığında, ilk yatırım maliyetinde ve işletme maliyetindeki azalmalar da dikkate alınmalıdır. 9- ısı geri kazanımı: (Tüm boyutları ile hedeflenmelidir). a- Hava tarafı ekonomizörleri kullanımı, b- Su tarafı ekonomizörleri kullanımı, c- Egzoz edilecek havanın başka bir hacimde kullanılabilmesinin araştırılması yapılmalıdır. Ofis egzozlarının kapalı garajlara (yangın damperi kullanılarak), asansör makine dairelerine vb yerlerde ikinci kullanım gibi hava soğutmalı klima cihazlarının dış ünite üzerine ya da soğutma kulelerinin hava emisyonlarına verilerek soğutma cihazlarının verimi arttırılabilir. 10-Ancak ısı geri kazanım cihazlarına ilave motor güçleri nedeni ile ara mevsimlerde yarıdan çok zaran olabilir. Bu nedenle yıllık (±) değerlendirme yapılmalıdır.	YOK	Orta Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 7 Isı Geri Kazanımı	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	a- Üç borulu Heat Recovery'li sistemlerle yüksek verimli soğutucu akışkan çevrimli ısı geri kazanımı sağlanabilir. b- VRV sistemlere bağlanabilen, otomasyon sistemi ile paralel çalışabilen, yüksek verimli soğutma çevrimine bağlı çalışan ısı eşanjörlü ısı geri kazanım cihazları kullanıldığında yüksek verim elde edilebilir. c- Dış hava şartları uygun olduğunda ısı geri kazanım yapmadan, havayı direkt olarak iç ortama aktarabilecek by-pass sistemi bulunan cihazlarda hava miktarı ve sistem verimi artar. d- Bir binada ısıtma mevsminde aynı anda dış cephede ısıtma, iç kısımlarda soğutma ihtiyacı oluşuyorsa üç borulu heat-recovery VRV sistemler büyük avantaj sağlayabilir.
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Orta Performans
					Yüksek Performans

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Yüksek Hızlarda (veya Yüksek Basıncılı) Hava Transferinin Maliyeti	Klima sistemlerinde ENERJİYİ fan motorları tüketiyor gibi görünsede, gerçekte HAVA KANALLARI TÜKETİR; 1-Hava kanalı kesitleri seçilirken daha az basınç kaybedecek şekilde projelendirilmelidir. Hava kanallarının kesitleri yüksek hava hızlarına göre seçildiğinde direnç artacaktır. Arttırılan veya azaltılan direncin karşılığı da enerji tüketimini belirler. 2-Yüksek basınçlı hava dağılımı sistemlerinde ise; hava kanallarındaki hızlar yüksek olduğu için doğal olarak basınç kayıpları da fazladır. 3-Yüksek basınçlı hava dağıtım sistemlerinde, aynı kalitedeki hava kanalı kullanılan düşük basınçlı sistemlere göre hava kanallarındaki kaçaklar da daha fazla olacaktır (Sızdırmazlık kalitesi arttırılmalıdır). 4-Hava kanallarındaki hızlar, cihaz çıkışından menfeze doğru sürekli olarak azalarak gitmelidir. Hızın azalıp tekrar artması büyük ve gereksiz basınç kayıplarına neden olur. 5-Bu cihaza bağlı hava kanallarındaki en yüksek basınç kaybına göre fan seçmek yerine, bazen direncin yüksek olduğu bölgelerde destekleme fanı (booster fan) kullanmak, optimum enerji tüketimi sağlayabilir. 6-Klima cihazları çıkışındaki ani dönüşler, cihaz çıkışındaki fanın dönme yönüne ters yönde yapılan bağlantılar, yanlış menfez ve kutu bağlantıları aşırı basınç kaybına ve gürültüye neden olabilir. Hava hızları yüksek ise, bu tip (doğru veya yanlış yapılan) dönüşlerde dirençler de çok daha fazla artacaktır. Sistemlerde hava dağıtımının dengelenmesini kolaylaştırmak için olabildiğince az sayıda debi ayar damperi kullanılmalıdır. Bunun için kanal sistemlerinde zonlama yapılmalıdır (basınç kaybı, ses problemi, servis kapakları vb).	Havalandırma Yok	Düşük Maliyet	Düşük Maliyet
			Yeterli havalandırma düşük hızlarda yapılabilir. Düşük hızlar kullanılabilir.	Yeterli havalandırma düşük hızlarda yapılabilir.

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 8 Yüksek Hızlarda (veya Yüksek Basıncılı) Hava Transferinin Maliyeti	Düşük Maliyet	Düşük Maliyet	1- Hava kanallarındaki: a- Hızlar ve basınç genellikle çok yüksek, b- Basınç kayıpları fazla, c- Yüksek basınç nedeniyle hava kaçakları riski ve maliyeti daha fazladır. 2- Artan enerji maliyetleri ve gürültü oluşumu nedeniyle daha düşük hızların seçilmesi (mimari olanaklar varsa) daha uygun olacaktır. Şöyle ki: Ana şaftlarda : 9 m/s VAV kutusuna kadar : 7 m/s VAV kutusundan sonra : 4 m/s hızların kullanılması daha uygun olabilir. Ancak şaft kesitleri müsait değilse, hız zorunlu olarak artırılabilir. Bu durumda gürültü, hava kaçakları ve basınç kayıplarının artacağı unutulmamalıdır. Hava kanalları kesitler büyüdükçe, aynı hızlarda daha küçük kesitli kanallara göre basınç kayıpları daha az olacaktır. 3- VAV kutusundan sonraki hava kanallarının akustik izoleli yapılması veya izoleli flex kanal kullanılması ile ortamda istenen sessizlik sağlanabilir.	Yüksek Maliyet	Yeterli havalandırma düşük hızlarda yapılabilir.

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
B 9 Hava Kanallarının ve Soğutucu Akışkanın (Isı Yalıtımları da Dahil) Boruların ve Soğutucu Akışkanın Tutarlılığı	1- Hava kanalları kesinlikle sızdırmaz tipte seçilmeli ve montajında sızdırmazlık ile ilgili önlemler alınmalı ve sızdırmazlık testi yapılmalıdır. 2- Hava kanallarının izolasyonu, ısı kaybını en aza indirecek ve yoğunlaşmaya imkan vermeyecek şekilde yapılmalıdır. 3- Yüksek basınçlı sistemlerde hava kanallarının kesitleri, diğer tüm havalı sistemlere göre daha düşüktür. 4- Merkezi klima santrallerinin kapasiteleri ve sayıları da hava kanalı toplam maliyetini büyük oranda etkiler. Daha fazla sayıda klima santrali kullanmakla, klima santrallerinin toplam maliyeti ve yer kayıpları artırmakla birlikte (genellikle); a- Hava kanalı maliyeti azalır, b- Tesisat şahtılarının kesitleri (ve yer kaybı) azalır. (Özellikle yeni deprem yönetmelikleri statik projede tesisat şahtılarının oluşturulmasını daha pahalı kılmakta ve sınırlamalar getirmektedir). c- Hava kanallarındaki basınç kayıpları da genellikle azalır. d- Böylece fan enerji tüketiminde az da olsa enerji tasarrufu sağlanır. e- Mekanik tesisat odaları için daha yüksek hacim oluşturma zorunluluğu ortadan kalkar. f- Yüksek yapılarda ve konfor tesislerinde klima santrallerinin kapasitelerini 25.000 m3/h civarında seçmek uygun olabilir (Bu bir üst sınır değer değildir. Proje bazında incelenmelidir). g- Ancak bir kapalı spor salonu klima santrali kapasitesi 200.000 m3/h seçilebilir (Özel santral). h- Kullanılan soğutucu akışkanının türüne göre, bakır boru et kalınlıkları değişir. Maliyeti etkileyebileceği düşünülmelidir. i- Multi veya VRV sistem tercihine göre bakır boru maliyetleri ve işçilik maliyetleri farklılıklar gösterebilir.	Hava kanalı maliyeti: Düşük Bakır boru maliyeti: Yüksek Soğutucu akışkan maliyeti: Yüksek Yüksek Maliyet	Hava kanalı maliyeti: Düşük Bakır boru maliyeti: Düşük Soğutucu akışkan maliyeti: Yüksek Orta Maliyet	Hava kanalı maliyeti: Orta seviyede (Esnek izoleli kanallar kullanılarak maliyet azaltılabilir. Esneklik ve akustik avantaj da sağlanabilir). Soğutucu akışkan maliyeti: Düşük Düşük Maliyet
B 10 Esneklik Çalışma Saatleri Dışında (Gece, Hafta Sonu, Tatil Günleri vb)	Binanın sadece bir kısmının soğutulması, havalandırılması ve ısıtılması imkanı işletmede ekonomi sağlayabilir, kullanışlı olabilir. 1- İşyerlerinde; Akşam 18.00'den sonra ofiste kalan veya cumartesi, pazar ve tatil günlerinde ofiste çalışmak isteyenler için tüm binanın klima tesisatının çalıştırılması pahalı işletme maliyeti oluşturur. İşletme teknisyeni olmadığında için tesisat çalıştırılması mümkün olmayabilir. Her ikisi de istenmeyen durumlar yaratır. 2- Aynı şekilde evlerde kullanılmayan hacimler soğutulmayabilir; a- Gece salon, mutfak gibi hacimleri, b- Gündüz ise yatak odaları katını (veya kısmını) klimatize etmeyerek ekonomi sağlanabilir. 3- Bina eğer farklı firmalara kiralanacak veya satılacak ise; ilk taşınma aylarında veya sonrasında da bazı katlar bir süre için boş veya kullanılmıyor olabilir. Bu durumda sistemin esnek olması, işletme masraflarını azaltacak ve ihtiyaca cevap verebilecektir.	Uygun	Uygun	Uygun

B - İŞLETME MALİYETİ				
Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi		
B 9 Hava Kanallarının ve Borularının (Isı Yalıtımları da Dahil) Boruların ve Soğutucu Akışkanın Toplam Maliyeti	Hava kanalı maliyeti: Düşük Borulama maliyeti: Yüksek Soğutucu akışkan maliyeti: Düşük Düşük Maliyet	Hava kanalı maliyeti: Düşük Borulama maliyeti: Yüksek Soğutucu akışkan maliyeti: Düşük Orta Maliyet	Hava kanalı maliyeti: Düşük Borulama maliyeti: Yüksek Soğutucu akışkan maliyeti: Düşük Yüksek Maliyet	Hava kanalı maliyeti: Düşük Borulama maliyeti: Yüksek Soğutucu akışkan maliyeti: Düşük Düşük Maliyet
B 10 Esneklik Çalışma Saatleri Dışında (Gece, Hafta Sonu, Tatil Günleri vb)	Esnek değil Merkezi Sistem çalıştırılması gerekir	Esnek değil Merkezi Sistem çalıştırılması gerekir	Esnek değil Merkezi Sistem çalıştırılması gerekir	Esnek değil Merkezi Sistem çalıştırılması gerekir Uygun

B - İŞLETME MALİYETİ

Kriterlerin Önemi

- Her kat (veya bağımsız bölüm) ayrı ayrı kullanılacak veya kiralanacaktır;
- 1- Tüm ısıtma-soğutma sistemleri her bağımsız bölüme ayrı planlanabilir. Ancak bu çok pahalı ve kullanışsız olabilir.
 - 2- İş merkezlerinde ısıtma sistemi ile merdiven vb ortak hacimlerin aydınlatma, ısıtma ve havalandırma vb ihtiyaçlar ortak karşılanabilir. Her katın soğutma ihtiyacı için ayrı sistemler kullanılabilir.
 - 3- Isıtma-soğutma ve havalandırma ihtiyaçlarının tamamının merkezi sistem ile karşılanması halinde;
 - 4- Binaya ilk taşındığı dönemde bir veya birkaç kat sahibi (veya kiracı) taşındığında, çok pahalı işletme şartları oluşur, idari sorunlar ve çatışmalar olabilir.
 - 5- Zaman içinde de (kriz ortamı, talep yetersizliği, vb dönemlerde) bazı katların boşaltılması aynı sorunları oluşturabilir.
- a- Aynı binadaki firmaların çalışma saatlerinin başlangıç bitiş saatleri ve cumartesi günü çalışma isteği farklı olabilir.
- b- Ayrıca binaların tek firma tarafından kullanılması halinde de; bir veya birkaç kişinin büroya daha erken gelmesi, fazla mesaiye (geç saatlere kadar) kalması, hafta sonu veya tatil günlerinde çalışma isteği sorun yaratabilir. Komple merkezi sistem çalıştırılırsa çok pahalı işletme şartları oluşur. Klima santralleri ve pompalar mutlaka frekans konvertörlü kontrolü tip seçilmelidir.
- c- Bağımsız kat sistemleri kullanılmıyorsa, klima santralleri ve pompalar mutlaka frekans kontrolü tip seçilmelidir.
- Bina otomasyon sistemi, kullanılmayan kat damperlerini kapatabilmelidir. Böylece soruna az da olsa çözüm sağlanabilir.
- Pay ölçerler ısıtma ve soğutma suyu devrelerinde kullanılıp, enerji tüketimi değerlendirilebilir. Ancak büyük bir binanın %80'i kullanılmıyorken bu paylaşım mantıklı olduğu halde, binanın %10'u kullanıldığında ödenmesi gereken enerji maliyetleri (ana sistemin büyüklüğü nedeniyle hantallaşır) çok pahalı olacaktır.

Bina'daki Katların Ayrı Ayrı Kullanımı veya Her Katı Ayrı Kiralayabilme (İşletme Masraflarını Paylaşım Kolaylığı)

B 11

25

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
Binadaki Katların Ayrı Ayrı Kullanımı veya Her Katı Ayrı Kiralayabilme (İşletme Masraflarını Paylaşım Kolaylığı)	Merkezi Sistem	Merkezi Sistem	Merkezi Sistem	Merkezi Sistem	Uygun
B 11	Her kata ayrı ayrı sistem yapılabilir. Ancak pahalı ve zor bir çözüm olur.				
25					

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
1- Seminer ve konferans salonları yazın genellikle kullanılmaz. Çalışanların ve müşterilerin yıllık izinleri ve tatil programları nedeniyle seminerler genellikle sonbahar, kış ve ilkbahar mevsiminde yapılır. a- Kış mevsiminin çok soğuk günlerinde, seminer salonu klima santralının taze hava oranı artırılarak (üfleme havası sıcaklığı kontrol edilmek kaydıyla) soğutma ihtiyacı karşılanabilir. b- Ancak ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ya da dış havanın çok sıcak olmadığı günlerde ofislerin soğutma ihtiyacı olmadığı halde; seminer salonlarındaki soğutma ihtiyacını (birim hacimdeki aşırı insan yoğunluğu nedeniyle) karşılamak için merkezi soğutma sistemini çalıştırmak gerekir. c- Yazın da seminer salonları genellikle kullanılmadığı halde; seminer salonunun soğutma ihtiyacı soğutma sistemine (soğutma grubu, soğutma kulesi, pompalar, borular, elektrik tesisatı vs) ilave edildiği için kullanılmayan bir aşırı kapasite söz konusudur. d- Seminer salonları mevsim içinde de az kullanılan (sürekli kullanılmayan) hacimlerdir. e- Pratik çözüm, seminer ve toplantı salonlarında paket tip (roof-top vb) cihazlar kullanmak olabilir.	2- İlk Yatırım Maliyeti a- Roof-top vb paket cihazların kullanılması halinde sistemin ilk yatırım maliyeti, merkezi sisteme bağlı olarak çalışan bir klima santralına göre (klima santral + merkezi sisteme ilave maliyeti + bağlantılar) yaklaşık olarak %50 daha ucuz olabilir. b- İşletme maliyeti açısından daha ekonomik, işletme de daha kolay ve pratik kullanılabilir olacaktır. c- Roof-top cihaz sayısı iki veya daha fazla seçilerek; salonun doluluk oranına göre devreye alınır ve kısmi yedekleme sağlanabilir. 3- Paket cihazlar ile genellikle işletme maliyeti daha düşük, kapasite kontrolü de daha kolaydır. Ayrıca kademeli olarak devreye giren, entalpı kontrolü ile taze hava miktarını değiştirebilen paket tip cihazlar tercih edilmelidir. 4- Seminer - Konferans - Balo salonları tasarım şartları için hatırlatmalar: a- Kişiler genellikle güzel giyinirler. Erkekler genellikle ceket ve kravat, kadınlar ise takım giyerler. b- Sistem ısıtmadan soğutmaya geçebilecek şekilde yapılmalıdır. c- Salon boş, az sayıda kişi, kısmen dolu veya tam dolu olabilir. Sistem kısmi yüklerde de çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır. d- Salon boşken, insanlar içeriye toplu girebilir ve ısı kazancı çok hızla artabilir. Otomasyon çok kısa sürede bu kapasite artışına cevap verebilmelidir. e- Hava hareketi insanların keskinlikle rahatsız etmemeli (mimaride yeterli tavan yüksekliği sağlanmalı), hava dağıtımı ve difüzör seçimleri özenle yapılmalı, difüzörlerden hava çıkış hızları (ses oluşumuna izin vermeyecek) düşük hızlarda olmalıdır. f- Seminer salonlarında sıcaklık kontrolü ile birlikte, iç hava sensörü ile de taze hava miktarı kontrolü yapılması yararlıdır.	a- Seminer salonu ve büyük toplantı odaları için bağımsız cihazlar kullanılmaktadır. Soğuk veya serin olduğu günlerde (Entalpı kontrolü ile) taze hava sıcaklık kontrolü dışında iç hava kalitesi sensörü de kullanılabilir. Havalandırma imkanı olmadığı için ayrı bir sistem gerekir. Uygun Değil	Seminer salonlarında taze hava oranı çok fazladır. Hava kanallı tip ayrı bir sistem yapılması kaydıyla kullanılabilir. Bağımsız çalışma olanağı VAR	Kanallı splitler veya paket tip roof-top cihazlarla pratik çözüm getirilir. Sıcaklık ve nem kontrolü, entalpı kontrolü ve iç hava kalite sensörü kullanılabilecek imkanları da var. Bağımsız çalışma olanağı VAR
2- İk Yatırım Maliyeti a- Roof-top vb paket cihazların kullanılması halinde sistemin ilk yatırım maliyeti, merkezi sisteme bağlı olarak çalışan bir klima santralına göre (klima santral + merkezi sisteme ilave maliyeti + bağlantılar) yaklaşık olarak %50 daha ucuz olabilir. b- İşletme maliyeti açısından daha ekonomik, işletme de daha kolay ve pratik kullanılabilir olacaktır. c- Roof-top cihaz sayısı iki veya daha fazla seçilerek; salonun doluluk oranına göre devreye alınır ve kısmi yedekleme sağlanabilir. 3- Paket cihazlar ile genellikle işletme maliyeti daha düşük, kapasite kontrolü de daha kolaydır. Ayrıca kademeli olarak devreye giren, entalpı kontrolü ile taze hava miktarını değiştirebilen paket tip cihazlar tercih edilmelidir. 4- Seminer - Konferans - Balo salonları tasarım şartları için hatırlatmalar: a- Kişiler genellikle güzel giyinirler. Erkekler genellikle ceket ve kravat, kadınlar ise takım giyerler. b- Sistem ısıtmadan soğutmaya geçebilecek şekilde yapılmalıdır. c- Salon boş, az sayıda kişi, kısmen dolu veya tam dolu olabilir. Sistem kısmi yüklerde de çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır. d- Salon boşken, insanlar içeriye toplu girebilir ve ısı kazancı çok hızla artabilir. Otomasyon çok kısa sürede bu kapasite artışına cevap verebilmelidir. e- Hava hareketi insanların keskinlikle rahatsız etmemeli (mimaride yeterli tavan yüksekliği sağlanmalı), hava dağıtımı ve difüzör seçimleri özenle yapılmalı, difüzörlerden hava çıkış hızları (ses oluşumuna izin vermeyecek) düşük hızlarda olmalıdır. f- Seminer salonlarında sıcaklık kontrolü ile birlikte, iç hava sensörü ile de taze hava miktarı kontrolü yapılması yararlıdır.	a- Hava verimliliği kaydı ile Düşük Konfor b- İlk Yatırım Maliyeti: a- Havalandırma yeteneği olmadığı için ilave sistem gerekir. b- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir.	a- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir. b- Birim alandaki insan sayısı fazla olduğu için daha fazla havalandırmaya ihtiyaç vardır. c- Havalandırma için kanallı tip ilave iç ünite gerekir.	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor
3- İk Yatırım Maliyeti a- Roof-top vb paket cihazların kullanılması halinde sistemin ilk yatırım maliyeti, merkezi sisteme bağlı olarak çalışan bir klima santralına göre (klima santral + merkezi sisteme ilave maliyeti + bağlantılar) yaklaşık olarak %50 daha ucuz olabilir. b- İşletme maliyeti açısından daha ekonomik, işletme de daha kolay ve pratik kullanılabilir olacaktır. c- Roof-top cihaz sayısı iki veya daha fazla seçilerek; salonun doluluk oranına göre devreye alınır ve kısmi yedekleme sağlanabilir. 3- Paket cihazlar ile genellikle işletme maliyeti daha düşük, kapasite kontrolü de daha kolaydır. Ayrıca kademeli olarak devreye giren, entalpı kontrolü ile taze hava miktarını değiştirebilen paket tip cihazlar tercih edilmelidir. 4- Seminer - Konferans - Balo salonları tasarım şartları için hatırlatmalar: a- Kişiler genellikle güzel giyinirler. Erkekler genellikle ceket ve kravat, kadınlar ise takım giyerler. b- Sistem ısıtmadan soğutmaya geçebilecek şekilde yapılmalıdır. c- Salon boş, az sayıda kişi, kısmen dolu veya tam dolu olabilir. Sistem kısmi yüklerde de çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır. d- Salon boşken, insanlar içeriye toplu girebilir ve ısı kazancı çok hızla artabilir. Otomasyon çok kısa sürede bu kapasite artışına cevap verebilmelidir. e- Hava hareketi insanların keskinlikle rahatsız etmemeli (mimaride yeterli tavan yüksekliği sağlanmalı), hava dağıtımı ve difüzör seçimleri özenle yapılmalı, difüzörlerden hava çıkış hızları (ses oluşumuna izin vermeyecek) düşük hızlarda olmalıdır. f- Seminer salonlarında sıcaklık kontrolü ile birlikte, iç hava sensörü ile de taze hava miktarı kontrolü yapılması yararlıdır.	a- Hava verimliliği kaydı ile Düşük Konfor b- İlk Yatırım Maliyeti: a- Havalandırma yeteneği olmadığı için ilave sistem gerekir. b- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir.	a- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir. b- Birim alandaki insan sayısı fazla olduğu için daha fazla havalandırmaya ihtiyaç vardır. c- Havalandırma için kanallı tip ilave iç ünite gerekir.	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor
4- İk Yatırım Maliyeti a- Roof-top vb paket cihazların kullanılması halinde sistemin ilk yatırım maliyeti, merkezi sisteme bağlı olarak çalışan bir klima santralına göre (klima santral + merkezi sisteme ilave maliyeti + bağlantılar) yaklaşık olarak %50 daha ucuz olabilir. b- İşletme maliyeti açısından daha ekonomik, işletme de daha kolay ve pratik kullanılabilir olacaktır. c- Roof-top cihaz sayısı iki veya daha fazla seçilerek; salonun doluluk oranına göre devreye alınır ve kısmi yedekleme sağlanabilir. 3- Paket cihazlar ile genellikle işletme maliyeti daha düşük, kapasite kontrolü de daha kolaydır. Ayrıca kademeli olarak devreye giren, entalpı kontrolü ile taze hava miktarını değiştirebilen paket tip cihazlar tercih edilmelidir. 4- Seminer - Konferans - Balo salonları tasarım şartları için hatırlatmalar: a- Kişiler genellikle güzel giyinirler. Erkekler genellikle ceket ve kravat, kadınlar ise takım giyerler. b- Sistem ısıtmadan soğutmaya geçebilecek şekilde yapılmalıdır. c- Salon boş, az sayıda kişi, kısmen dolu veya tam dolu olabilir. Sistem kısmi yüklerde de çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır. d- Salon boşken, insanlar içeriye toplu girebilir ve ısı kazancı çok hızla artabilir. Otomasyon çok kısa sürede bu kapasite artışına cevap verebilmelidir. e- Hava hareketi insanların keskinlikle rahatsız etmemeli (mimaride yeterli tavan yüksekliği sağlanmalı), hava dağıtımı ve difüzör seçimleri özenle yapılmalı, difüzörlerden hava çıkış hızları (ses oluşumuna izin vermeyecek) düşük hızlarda olmalıdır. f- Seminer salonlarında sıcaklık kontrolü ile birlikte, iç hava sensörü ile de taze hava miktarı kontrolü yapılması yararlıdır.	a- Hava verimliliği kaydı ile Düşük Konfor b- İlk Yatırım Maliyeti: a- Havalandırma yeteneği olmadığı için ilave sistem gerekir. b- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir.	a- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir. b- Birim alandaki insan sayısı fazla olduğu için daha fazla havalandırmaya ihtiyaç vardır. c- Havalandırma için kanallı tip ilave iç ünite gerekir.	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 12 Seminar Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırılabilme Olanğı	a- Seminar salonu ve büyük toplantı odaları için klima santrali (kombi tip) bağımsız olmalıdır. Böylece soğuk veya serin günlerde taze hava miktarı artırılarak soğutma sağlanabilir. Entalpi kontrolü ile dış hava sıcaklığının düşük olduğu günlerde free-cooling imkanı vardır. İç hava kalite sensörü ve sıcaklık sensöründen alınan bilgi ile besleme fanı frekans konverteri tahrik edilerek, istenen debi ve iç sıcaklık ekonomik olarak temin edilir. Ancak ara mevsimde dış hava sıcaklığının 14°C'nin üzerinde olduğu günlerde (toplantı salonunun doluluk oranına ve ısı kazancına bağlı olarak) genellikle su soğutma sisteminin çalıştırılması gerekir.	Bağımsız çalışma olanağı YOK	Bağımsız çalışma olanağı YOK	Bağımsız çalışma olanağı YOK	a- Seminar salonu ve büyük toplantı odaları için bağımsız cihazlar kullanılmalıdır. Dış havanın soğuk veya serin olduğu günlerde (Entalpi kontrolü ile) taze hava sıcaklık kontrolü dışında iç hava kalitesi sensörü de kullanılabilir. Seminar salonlarında taze hava oranı çok fazladır. Hava kanallı tip ayrı bir sistem yapılması kaydıyla kullanılabilir.
	b- Küçük toplantı odalarının (genellikle iç kısımdadır) kullanılmadığı sürelerde taze hava girişini kısımlama imkanı sağlanmasi enerji tasarrufu sağlayacaktır.	Bağımsız çalışma olanağı YOK	Bağımsız çalışma olanağı YOK	Bağımsız çalışma olanağı YOK	b- Gerektiğinde bu tip özel hacimler için ayrı bir dış ünite ile şartlandırılabilir. c- Küçük toplantı odalarının (genellikle iç kısımdadır) kullanılmadığı sürelerde taze hava girişini kısımlama imkanı sağlanmasi enerji tasarrufu sağlayacaktır.
	Esnek Değil	Kullanılmayan toplantı odalarının soğutma veya ısıtması kapatılabilir. Taze hava girişi oransal damper kontrolü ve bina otomasyonu ile kısımlabilir.	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor
	2- İlik Yatırım Maliyeti	2- İlik Yatırım Maliyeti	2- İlik Yatırım Maliyeti	2- İlik Yatırım Maliyeti	2- İlik Yatırım Maliyeti:
B 12 Seminar Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırılabilme Olanğı	Düşük Konfor	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor	a- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir. b- Birim alandaki insan sayısı fazla olduğu için daha fazla havalandırmaya ihtiyaç vardır. c- Havalandırma için kanallı tip ilave iç ünite gerekir.
	Yüksek Maliyet	Yüksek Maliyet	Yüksek Maliyet	Yüksek Maliyet	Orta Maliyet

B - İŞLETME MALİYETİ			
Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
Önemli	Kapasite Kontrol İmkani	1- Yapıda kullanılacak ısıtma ve soğutma kapasitesinin yıl içinde hangi oranlarda değişeceği hesaplanabilir. a- Binanın toplam soğutma kapasitesi nedir? b- Kullanılacak en küçük kapasite nedir? c- Cihazın kapasite kontrol imkanı? (verimin; kapasite kontrol ile alınmalıdır.) 2- Cihazın kullanılabileceği kapasite aralığındaki alt sınır ile yukarıdaki b/a oranının karşılaştırılması yapılmalıdır. 3- Büyük yapılarda her kullanım yerinin merkezden soğutulması kesin şart olmamalıdır. Aksi halde kapasite kontrolünde sorun oluşabilir veya kurulu atıl kapasiteler oluşabilir. 4- Örnek: İş merkezlerindeki seminer salonlarının soğutma yükü eklenerek soğutma grubu seçilmiştir. Oysa yaz aylarında tatiller vb nedenlerle genellikle seminer yapılmaz. Seminerlerin yapıldığı ilkbahar, kış ve sonbahar aylarında ise merkezi sistemin soğutma grubunu çalıştırmaya genelde gerek olmadığı halde yaz seminer salonunu soğutmak için çalıştırılır. Kışın soğuk günlerinde taze hava karışımı yeterli olsa da ara mevsimde soğutma ihtiyacı oluşur. 5- Seminer salonu gibi az kullanılan yerleri paket cihazlarla soğutup havalandırmak işletmede daha pratik, kuruluştaki da %50'ye varabilecek kadar ekonomik olabilir.	Kompresörleri kapasite kontrolü inverter'lardır. Inverter kapasite kontrolü cihazlar ile %8- %100 arasında kapasite kontrolü yapılabilir. Değişken yüklerle ve farklı zamanlarda kullanılabilecek mekanlara göre sistem tasarımı ve seçim olanağı vardır. Her iç ünite 0-2000 arası ayar yapabilen elektronik expansion (genleşme) valfleri sayesinde her iç ünite bazında kontrol mümkündür
	B 13	Uygun	Uygun
27	İstisnada Kullanıldığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti	Düşük Maliyet Radyatör kullanılmadığı durumlarda; (split klima ile ısıtmada yapılıyorsa) 1- Yalnız elektrik kullanılır COP değerine göre enerji maliyeti değişir. 2- Soğuk bölgelerde verim daha düşük olacaktır. 3- Soğutucu akışkan türüne kompresör kapasite kontrol mantığına göre (AC veya DC inverter, kademeli kompresör sabit ve inverter devirli çalışan kompresör sayısına) enerji verimi değişir. 4- Defrost süresi ve defrost kayıpları hesaba katılmalıdır.	1- Yalnız elektrik kullanılır. COP değerine göre enerji maliyeti değişir. 2- Soğuk bölgelerde verim daha düşük olacaktır. 3- Soğutucu akışkan türüne kompresör kapasite kontrol mantığına göre (AC veya DC inverter, kademeli kompresör sabit ve inverter devirli çalışan kompresör sayısına) enerji verimi değişir. 4- Defrost süresi ve defrost kayıpları hesaba katılmalıdır.
28	B 14	Yüksek Maliyet	Orta Maliyet
	Düşük Maliyet		

B - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
B 13 Kapasite Kontrol İmkânı	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Uygun
B 14 Isıtmada Kullanıldığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	1- Sistemin yaz modunda yalnız elektrik kullanılır. COP değerine göre enerji maliyeti değişir. a- Isıtma modunda ise, Kullanma sıcak suyu için boyler varsa ısıtma kazanında ucuz veya uygun yakıtlı sistem tercih edilebilir. b- Isıtma, cam altındaki radyatörlerle de yapılarak yüksek ısıtma konforu ve enerji ekonomisi birlikte sağlanabilir. 2- Soğuk bölgelerde verim dış hava ile ilintili olmadığından asla düşmeyecektir. 3- Soğutucu akışkan türüne kompresör kapasite kontrol mantığına göre (AC veya DC inverter, kademeli kompresörler sabit ve inverter devirli çalışan kompresör sayısına) enerji verimini değiştir. 4- Sistemin kurulduğu ortamda diğer alternatif enerji kaynakları (yer altı suları vs) mevcut ve sisteme dahil edilebiliyor ise enerji maliyeti çok büyük ölçüde azalacaktır.

C - SİSTEM İLK YATIRIM MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
1- Genelikle en önemli kriterlerdir. (Yakıt, işletme, elektrik, bakım maliyetleri ile birlikte ayrıca değerlendirilmelidir.) 2- Karşılaştırılabilirlik için en pahalı sisteme 100 toplam maliyet yazılmıştır. Diğer sistemlerin yaklaşık maliyetleri, en pahalı sistem maliyetine oranla verilmiştir. 3- Sadece ön fikir vermek amacıyla orta büyüklükte bir işyeri için değerlendirilmiştir. 4- Bina tipine, büyüklüğüne ve tasarım kriterlerine göre çok değişiklendirebilir. 5- Her sistemin çalışabilmesi için gerekli elektrik tesisatı, güçlerin bina içindeki dağılımı ve kullanılacak toplam güç farklıdır. Bu nedenle, elektrik kabloları ve elektrik panoları maliyetleri de sistem ilk yatırım maliyetine eklenmelidir. 6- Sistemdeki cihaz sayısı arttıkça, elektrik tesisatı maliyeti de artacaktır. 7- DX sistemlerde kullanılacak bakır boru miktarı, et kalınlığı, ayırım ve dağıtım elemanları ve sarf edilecek işçilikler ve bedelleri ilk yatırım maliyetinde çok etkilidir.	1- Radyatör, vb statik ısıtma yapılmıyorsa: (30) 2- Radyatör, vb statik ısıtma eklendiğinde: (45)	(80)	(50)	BİR FIKIR VERMEK İÇİN HAZIRLANMIŞTIR. HER PROJE İÇİN HESAP YAPILMALIDIR.
C 1 Sistem İlk Yatırım Maliyeti 29	1- Birçok binada, ısıtmada kullanılan kalorifer kazanının kapasitesi artırılmadan sıcak su temin edilebilir. Konut, ofis, vb binalarda sıcak su kullanım süresi, günlük toplamda bir saatten daha azdır ve gün içine dağılır. Isıtma için seçilen kazanın kapasitesi genellikle sıcak su ihtiyacını da karşılar. 2- Isıtma ihtiyacı için seçilen kalorifer kazanı kapasitesi artırılarak, sıcak su ihtiyacı karşılanabilir. Not: 0,35 – 580 kW'ın üzerindeki kapasitelerde ısıtma kazanı olan büyük binalarda boyler de varsa; a- kazan kapasitesini bölerek bir kazan yerine her biri yarı kapasitede iki kazan kullanılabilir. b- veya atmosferik brülörlü kazan kullanılarak yaz aylarında küçük kapasite ile boyler ısıtması yapılabilir. (60 kW'dan büyük kapasiteli atmosferik brülörlü kazanlar iki kademeli, 400 kW ve üzeri atmosferik kazanlar dört kademeli seçilebilir.) c- 580 kW ve daha küçük kapasitelerde ısıtma kazanı olan yerlerde yoğunlaşma tip kazanlarla kaskad uygulaması yapılabilir. 3- Isıtma için kalorifer kazanı kullanılmayan sistemlerde ise; (yeterli güneş enerjisi kullanımı vb olanaklar da yoksa) kullanıma sıcak suyu için ayrıca kurulması gereken kalorifer kazanı ve ekipmanları da önerilen sistem maliyetine eklenecektir.	1- Radyatör, vb statik ısıtma yapılmıyorsa: Var 2- Radyatör, vb statik ısıtma eklendiğinde: Yok	Var	Yok
C 2 Kullanıma Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin Ayrıca Kalorifer Kazanına İhtiyaç Var mı? 30				

C - SİSTEM İLK YATIRIM MALİYETİ					
Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
C 1 Sistem İlk Yatırım Maliyeti	(75)	(90)	(95)	(100)	(80)
	BİR FIKİR VERMEK İÇİN HAZIRLANMIŞTIR. HER PROJE İÇİN HESAP YAPILMALIDIR.				
29					
C 2 Kullanma Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin Ayrıca Kalorifer Kazanına İhtiyaç Var mı?	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
30					

C - SİSTEM İLK YATIRIM MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
31	Sistemin ekonomik ömrü: a- Gerçekçi olarak hesaplanmalı, b- İlk yatırım maliyeti ile birlikte dikkate alınmalı, c- Sistemin kendi içinde ömrünü kısaltabilecek faktörler azaltılıp, daha uzun süre kullanılmasını sağlayabilecek önlemler proje ve uygulama safhalarında sisteme ilave edilmelidir. d- Ömür cihaz kalitesine göre çok değişir. e- Kaliteli cihazların kullanıldığı kabul edilmiştir.	Özellikle kompresörler bütün yıl çalışmaları için ömürleri daha kısa olacaktır. 15 yıl	20 yıl	20 yıl
32	1- Sistemin elemanlarının: a- Normal katlarda, b- Makine dairelerinde, c- Bina dışında 2- Tesisat şaşıtlarının a- Yer kaybı, b- Betonarmeye ilave maliyeti, c- Daha sonraki yıllarda boru vs değişimlerinin yapılabilmesine uygun kapı, kapak, komple sökülebilir kaplama vb elemanların maliyeti ayrı ayrı hesaplanmalıdır. 3- Bazı durumlarda alan kaybının inşaat ve arsa maliyetleri dışında da ilave bedeli olabilir.	Az	Az	Orta

C- SİSTEM İLK YATIRIM MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
c 3 Ekonomik Ömür	20 yıl	20 yıl	20 yıl	20 yıl	20 yıl
	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Az
c 4 Tesisat İçin Ayrılan Alan ve Hacimlerin Toplam Maliyeti					

31

32

C - SİSTEM İLK YATIRIM MALİYETİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
1- Sistemin; a- Kuruluş, b- Enerji, c- Servis, d- Bakım, e- Onarım, f- Diğer İşletme, g- Finansman maliyetlerinin toplamıdır. 2- Bu toplam maliyeti, sistem ömrüne (toplam yıl olarak alınır) bölerek yıllık toplam maliyet bulunur. 3- Yıllık toplam maliyet, sistem performansı (elde edilebilecek toplam konfor) ile karşılaştırılarak sistem seçilir. Sonuçta mal sahibi ne kadar harcayarak, neleri elde edebileceğinin tercihini yapabilir.				GÜNCEL ENERJİ MALİYETLERİ DE DİKKATE ALINARAK HER PROJE İÇİN AYRI HESAPLANMALIDIR.

C - SİSTEM İLK YATIRIM MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			

c 5 Ömür Boyu Toplam Maliyet

GÜNCEL ENERJİ MALİYETLERİ DE DİKKATE ALINARAK HER PROJE İÇİN AYRI HESAPLANMALIDIR.

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
D 1 Filtre Adedi Temizleme Sıklığı ve Kolaylığı	1- Tam havalı sistemlerde (simple VAV, Amerikan sistem, vb) filtre sadece klima santrallerinde kullanılır. a- Filtre sayısı azdır. b- Cihazlar mekanik hacimlerde dir. c- Filtre temizliği kolaydır. 2- Primer havalı sistemlerde (fan coil, split, VRV, su kaynaklı ısı pompası, vb sistemlerde) ise; a- Merkezi klima santrallerinde yalnız taze havayı çok iyi filtre etmek mümkündür. b- Kullanılan hacimlerdeki cihazların (split, fan coil vb) üzerindeki filtrelerin kapasitesi sınırlıdır ve yaşam mahalli içindedir. c- Çok sayıda cihazların (split, fan coil vs) filtrelerine temizlik ve servis işlemi fazla zaman alır. 3- ÖNERİLER a- Klima santrallerinin taze havaları olabildiği kadar üst kottardan alınmalıdır. Yere ve yola yakın seviyelerde toz daha fazladır. Yukarıya doğru toz konsantrasyonu azalır (Ancak egzoz havası çıkışlarından uzak olmalı). b- Klima santrallerinin filtre yüzeyleri olabildiği kadar büyük seçilmeye çalışılmalı, iki kademeli ve kaliteli filtreler kullanılmalıdır. Hız $\leq 1,5$ m/s seçilir. Mümkünse torba tip filtreler kullanılmalı ve hız 1m/s nin altına (hatta 0.8 m/s) kadar düşürülmeye çalışılmalıdır. Böylece filtrenin sık temizlenmesi gerekmez, klimanın fan enerjisi kayıpları azalır, enerji tasarrufu sağlanır, filtrenin tıkanması nedeni ile iç hava kalitesinin bozulma riski azaltılmış olur. c- Klima santrallerinin taze hava alışları kalorifer bacaları, tuvalet ve mutfak egzoz bacalarından olabildiğince uzakta olmalıdır. d- Taze hava alış noktalarında koku olma olasılığı varsa aktif karbon filtre kullanılmalıdır. Aktif karbon filtre kullanılması halinde cihazdaki alın hızı $<1,8$ m/s olmalı ve aktif karbon filtre en azından EU4 kalitesinde bir filtre tarafından korunmalıdır. (uzun ömürlü olması açısından) Not: Klima santrallerinin taze hava alışları, koku olan bölgeden kesinlikle belli uzaklıklarda olmalıdır. Aktif karbon filtrenin zorunlu durumlarda kullanılan son çözüm olduğu unutulmamalıdır. e- Klima santrallerinde iki kademeli filtreler kullanılmalıdır. Filtrelerin toplam direnci : 1. kademeli filtre G3 veya G4 kalitede, 2. kademeli filtre ortamda istenen şartlara bağlı olarak F6 - F7 veya F8/9 standardında olmalıdır. 1. kademeli filtre temiz direnci : 64Pa - 80Pa kırılı direnci : 250Pa 2. kademeli filtre temiz direnci : 61Pa - 84Pa - 150Pa kırılı direnci : 450Pa değerlerini aşmayacak şekilde projelendirilmesi ve işletilmelidir. f- Elyaf esaslı filtrelerin yıkanamadığı ve belli periyotlarda değiştirilmesi gerektiği düşünülmelidir. g- Yıkanebilir filtreler özel bir şart yoksa tercih edilebilir.	Taze hava genelde yok	Primer havalı sistem iç ünite sayısı fazla	Tam havalı sistem iç ünite sayısı orta

Filtre adedi diğer split sistemlerden daha az, simple VAV sisteminden fazla

a- Filtre adedi fazla
b- Filtreler yaşam mahalli içinde

a- Filtre adedi çok fazla
b- Filtreler yaşam mahalli içinde

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
Filtre Adedi Temizleme Sıklığı ve Kolaylığı	Primer havalı sistem İç ünite sayısı fazla	Primer havalı sistem İç ünite sayısı fazla	Tam havalı sistem	Tam havalı sistem	Primer havalı sistem İç ünite sayısı fazla
	a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahalli içinde	a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahalli içinde	a-Filtre adedi az ve temizlemek kolay b-Filtreler mekanik hacimlerde	a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahalli içinde ve tavanda (Temizlemek zor) c-Cihaz sayısı fazla	a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahalli içinde

Fan coil'ler parapet altına monte edilmiş ise, yer seviyesinde olduğundan, yerde olmayan diğer sistemlere göre daha fazla filtre temizlik ihtiyacı ortaya çıkabilir.

Fan coil'ler parapet altına monte edilmiş ise, yer seviyesinde olduğundan, yerde olmayan diğer sistemlere göre daha fazla filtre temizlik ihtiyacı ortaya çıkabilir.

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME		Kriterlerin Önemi		Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör ısıtması) + Egzoz Sistemi
D 2 Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerekli Elemanlar Var mı? 35	Önemli Kriterler	1- Yaşam mahalline servis teknisyeninin girmesi kullanıcıyı az da olsa rahatsız edebilir. a- Teknisyen, çalışması sırasında istemeden etrafı kirlitebilir. b- Özellikle asma tavan içindeki cihazların servisi daha zor ve risklidir. c- Mahremiyet vb nedenlerle, yaşam mahalline servis gereksinimi olan cihazların monte edilmesinden olabildiğince kaçınılmalıdır. d- Filtre temizliği, otomatik kontrol bakımı, yağuşma tavaasının damlatması vb nedenlerle hem servis, hem de servis sonrasında ek maliyetler oluşabilir. (Hali ve ağışapların ıslanması, çizilmesi vb) 2- Radyatör, hava kanalı vb sistem elemanlarının (kaliteli imalat ise) servis gereksinimi sifra çok yakındır. 3- Sistemdeki cihaz sayısı (merkezde ve odalardaki toplam cihaz sayısı) servis gereksinimini ve sayısını etkiler. 4- Yağuşma tavaası sayısının fazla olması; Su damlatma riski, ıslak yüzey sorunları (bakteri oluşumu, terleme vb), drenaj borularının bina içinde yaygın kullanımı vb sorunları arttıracaktır.	İç ünitelerin tamamı yaşam mahallinde (Parapet altında, kaç içinde veya asma tavan içinde). Hava kanalı bağlanabilen tip iç üniteler için tavan arasında servis vermek zorluğu yaşanabilir.	İç ünitelerin tamamı yaşam mahallinde (Parapet altında, kaç içinde veya asma tavan içinde). Hava kanalı bağlanabilen tip iç üniteler için tavan arasında servis vermek zorluğu yaşanabilir.	a- İç üniteler, kanallı splitlerde normal katlarda servis hacimlerinde. b- Yaşam mahallinde genellikle cihaz yok. c- Çatı tipi cihazlar ise çatıya veya bina dışına monte edilir. d- Hava kanallı iç üniteler yerde, kolay ulaşılabilir ve kolay servis verilebilir seviyede olduğundan, kolayca ve kısa sürede servis verilebilir.	Servis gereksinimi YOK
D 3 Servis, Bakım Sıklığı 36	Önemli Kriterler	1- Cihazların; a- Kalitesi, b- Tipi, c- İçerisindeki hareketli parça, motor vb ekipmanların sayısı, d- Kullanım süresi servis bakım sıklığını belirleyen faktörlerdir. 2- Toplam cihaz, Toplam kompresör, Toplam yağuşma tavaası, Toplam filtre sayıları ile, kompresörlerin yıllık çalışma süreleri yıllık toplam servis ihtiyacını oluşturan diğer faktörlerdir. 3- Ayrıca cihazların ulaşılabilir yerlerde olması, yeterli servis boşluklarının bırakılması vb etkenler de servis kalitesini etkiler. Örnek olarak yer tipi bir cihazın servis ve bakımı, asma tavan içindeki bir cihaza göre daha kolaydır. 4- Bir cihazın servisi ve bakımı kolay yapılabiliyorsa; anıza riski azalır ve işletme maliyeti düşer.	Cihaz sayısı çok fazla. Çok sayıda yağuşma tavaası var.	Cihaz sayısı çok fazla. Çok sayıda yağuşma tavaası var.	Cihaz sayısı az. Yağuşma tavaası sayısı az.	1- Servis için yaygın ve kalifiye ekip kolay bulunabiliyor. Maliyeti düşük. 2- İşletme için kadroya gerek yok. Dışardan servis alınabilir. 3- Cihazlar genellikle yere kapalı dolap içine veya teknik hacme monte ediliyor. 4- Tavan tiplerinde servis daha zor. 5- Döşeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yağuşma tavaası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
D 2 Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerekli Elemanlar Var mı?	Fan coil'ler yaşam mahallii içinde (parapet altında, kaj içinde veya asma tavan içinde); Servis gereksinimi ORTA Genişliği 5 metreyi geçen yapılarda, iç zonlara tavan tipi F/C cihazı monte edildiğinde yoğunlaşma ve damlama problemini en aza indirecek önlemler alınmalıdır. (Cihaz sayısı ve yoğunlaşma tavası adedi fazla)		Yaşam mahallinde asma tavan içinde; a- VAV kutuları, damper ve motorları var. b- Filtre yok. Servis gereksinimi AZ	Yaşam mahallinde asma tavan içinde; a- VAV kutuları, damper ve motorları var. b- Filtre var. c- Fan ve motor var. d- Sulu veya elektrikli ısıtıcılar ve kontrol donanımları var. Servis gereksinimi AZ	Yaşam mahallinde asma tavan içindeki cihazların; a- Filtre, b- Fan, c- Kompresör (bütün yıl çalışıyor) d- Soğutma ekipmanları e- Otomatik kontrol donanımı var. Servis gereksinimi ORTA
35	1- Servis için gerekli kalifiye ekibin maliyeti yüksek. 2- İşletme için kadro gerekli. 3- Odalarda çok sayıda motorlu vana (F/C girişlerinde) var. 4- Odalardaki fan coil'ler filtre temizliği dışında fazla bakım gerektirmiyor. 5- Yoğuşma tavası, filtre ve fan sayısı fazla. 6- Kompresörler soğutma mevsiminde çalışıyor ve kompresör sayısı çok az. 7- Yer tipi F/C bakımı kolay. 8- Tavan tipi F/C bakımı biraz daha zor. 9- Merkezdeki cihazlara periyodik bakım ve kontroller gerekli.		1- Servis için gerekli kalifiye ekibin maliyeti yüksek. 2- İşletme için kadro gerekli. 3- Tavanındaki VAV kutularına servis vermek (asma tavan içinde olduğu için) biraz daha güç. 4- Yoğuşma tavası sayısı çok az. 5- Kompresör sayısı az, kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor. 6- Merkezdeki cihazlara periyodik bakım ve kontroller gerekli. 7- Odalarda asma tavan içindeki VAV kutularında yalnız damper motoru var.	(Cihaz sayısı ve yoğunlaşma tavası adedi fazla)	Cihaz sayısı fazla. Yoğuşma tavası sayısı fazla.
D 3 Servis, Bakım Sıklığı	1- Servis için gerekli kalifiye ekibin maliyeti yüksek. 2- İşletme için kadro gerekli. 3- Odalarda çok sayıda motorlu vana (F/C girişlerinde) var. 4- Odalardaki fan coil'ler filtre temizliği dışında fazla bakım gerektirmiyor. 5- Yoğuşma tavası, filtre ve fan sayısı fazla. 6- Kompresörler soğutma mevsiminde çalışıyor ve kompresör sayısı çok az. 7- Yer tipi F/C bakımı kolay. 8- Tavan tipi F/C bakımı biraz daha zor. 9- Merkezdeki cihazlara periyodik bakım ve kontroller gerekli.		1- Servis için gerekli kalifiye ekibin maliyeti yüksek. 2- İşletme için kadro gerekli. 3- Cihazlar genellikle tavanında. 4- Çok sayıda cihazın servis ve bakım gereksinimi fazla. 5- Yoğuşma tavası, filtre ve fan sayısı çok fazla. 6- Kompresör sayısı çok fazla 7- Kompresörler bütün yıl çalışıyor.	1- Servis için gerekli kalifiye ekibin maliyeti yüksek. 2- İşletme için kadro gerekir. 3- Cihazlar genellikle tavanında. 4- Çok sayıda cihazın servis ve bakım gereksinimi fazla. 5- Yoğuşma tavası, filtre ve fan sayısı çok fazla. 6- Kompresör sayısı çok fazla 7- Kompresörler bütün yıl çalışıyor.	SERVİS adedi fazla* *Fan ve filtre sayısı
36	SERVİS adedi fazla* *Fan ve filtre sayısı		SERVİS adedi az* *Fan ve filtre sayısı	SERVİS adedi fazla* *Fan ve filtre sayısı	SERVİS adedi fazla* *Fan ve filtre sayısı

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Asma Tavan İçinden Geçen Su Boruları (Su Kaçağı Riski ve Asma Tavan Etkisi) Asma tavan içerisinden geçen su borularının daha sonraki yıllarda delinme ve su kaçırma riski her zaman için vardır. Damlatan veya aktıran su boruları, altındaki ve etrafındaki mobilya ve eşyaları kullanılmaz duruma getirebilir. 1- İdeal olan, asma tavan içinden sprinkler sistemi dışında boru geçirmemektir. 2- Asma tavan içinden geçmesi gereken borular varsa; sökülebilir tavan içinden kolay ulaşılabilir yerlerden, koridor vb yerlerin tavan arasına döşenmelidir. 3- Çarşılarda dükkanların tavanından ısıtma, sıhhi tesisat, temiz su, pis su vb boruların döşemekten özellikle kaçınılmalıdır. Çürüyen borulardan su kaçağının oluşturacağı sorunlar, servis ve bakım gereksinimi vb nedenlerle; zorunlu ihtiyaçlar (sprinkler boruları vb) dışında asma tavan içinden su ve gaz boruları montajından kaçınılmalıdır. Örneğin, büyük alışveriş merkezlerinin dükkanlarındaki VAV kutularının çıkışına sulu ısıtıcı yerine, elektrikli ısıtıcı monte edilebilir. Bu durumda tavan içinden geçen ısıtma borusu da olmayacaktır. Büyük çarşılarda tavan içinden sabah erken saatlerde günde yarım saat veya en fazla bir saat süreyle ısıtmaya ihtiyaç duyulabilir. VAV sistemlerde, sabah ilk ısıtma klima santralinden yapılabilir. Ayrıca elektrikli ısıtıcı da her yerde gerektirebilir. Böylece "elektrik pahalı" savı da ortadan kalkar. Kısa süreli elektrikli ısıtma yapılsa dahi, sonunda atık ısı oluşmayacak; çabuk tepki ve ısıtma birlikte sağlanacaktır. 4- Ayrıca soğuk günlerin sabah saatlerinde klima santrali çok kısa bir süre için ısıtmaya çalışacağından ekonomi de sağlanmış olacaktır. 5- Asma tavan içinden geçen soğutulmuş su boruları ise daha tehlikelidir. - a- Yanlış izolasyon veya izolasyonun sonradan bozulması nedeniyle borular üzerinde aşırı yoğunlaşma olabilir ve aşağıya damlayabilir. - b- Soğutulmuş su borularının ömrü (yoğuşma az da olsa) ısıtma borularına göre daha azdır. 5- Çürüyen borularla ilgili notlar için Madde 45 "İşletme Güvenilirliği ve Arızanın Etkisi" bölümüne bakınız.	YOK Not: Kaset tipi veya gizli tavan tipi cihazlar seçilmiş ise, asma tavan içinde drenaj boruları olacaktır.	YOK Not: Kaset tipi veya gizli tavan tipi cihazlar seçilmiş ise, asma tavan içinde drenaj boruları olacaktır.	YOK	YOK

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
D 4 Asma Tavan İçinden Geçen Su Boruları (Su Kaçağı Riski ve Asma Tavan Etkisi)	a- Döşeme tipi F/C kullanılıyorsa; F/C boruları genellikle düşey sistem yapılır veya parapet önünden, F/C arkasından monte edilir Asma tavan içinde boru YOK		a- Simple VAV sistemde elektrikli ısıtıcılar kullanılır ve asma tavan içinde ısıtma boruları yoktur. Asma tavan içinde boru YOK		Sistemde su sadece kondenser ünitelerine girer. Yaşam mahallerinde su dolaşmaz, soğutucu akışkan dolaşır. Asma tavan içinde boru YOK
	b- Tavan tipi F/C kullanılıyorsa; Asma tavan içinden gelen boruların montajı, testleri ve özellikle yoğunlaşma riskine karşı ısı yalıtımları çok daha fazla özenle yapılmalıdır. Asma tavan içinde boru VAR 3 boru: Gidiş + dönüş + drenaj	Asma tavan içinde boru VAR 5 boru: (Isıtma + soğutma) gidişler + dönüşler + drenaj	b- VAV kutuları üzerinde sulu ısıtıcılar varsa, (ki çok özel nedenler dışında kullanılmaktan kaçınılmalıdır) asma tavan içindeki ısıtma boruları ve testleri çok daha özenle yapılmalıdır. Asma tavan içinde boru VAR 2 boru: Isıtma gidiş + dönüş		Not: Kaset tipi veya gizli tavan tipi cihazlar seçilmiş ise, asma tavan içinde drenaj boruları olacaktır

37

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
D 5 Servis, Bakım, Onarım Maliyeti	1- Cihazların işletmeye alındıktan sonraki bir yıl ve beş yıl içerisinde hangi yedek parçalara ihtiyacı olabileceği sorulmalıdır. 2- Tavsiye edilen yedek parça listesi fiyatlandırılmış olarak istenmelidir. 3- İşletme personeli maliyeti; a- Sistemi işletmek için gerekli mühendis sayısı, b- Sistemi işletmek ve bakım onarım için gerekli teknisyen sayısı, c- Dışarıdan gelecek uzman teknisyen ihtiyacı belirlenip, yıllık brüt maliyeti hesaplanmalıdır. 4- Sistemdeki toplam cihaz sayısı da servis, bakım ve onarım maliyetini önemli ölçüde etkiler.	Düşük Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet
38				
D 6 İşletme Güvenliği ve Arızanın Etkisi	1- Sistem fazla karışık mı? 2- Sistemi çalıştıran kişi ve kişiler izine çıktığında (veya firmadan ayrılırsa) işletme durur veya aksar mı? 3- Sistemin (veya benzerlerinin) arıza yapma riski nedir? 4- Arıza yapan cihaz ile tüm sistem veya sistemin büyük bölümü etkilenir mi? 5- Tesisatta, çürüyen borular ileride sistemin sık sık kesintiye uğramasına neden olur. Boruların çürümesini önlemek ve uzun ömürlü olmalarını sağlamak için; a- Piyasada bulunabilen en kaliteli borular kullanılmalı, b- Kaliteli kapalı tip genleşme depoları kullanılmalı, c- Tesisatın üst noktalarında biriken havayı almak için hava tüpü ve pürjörler yerleştirilmeli, d- Hava ve tortu ayırıcılar kullanılmalı, e- Tesisatta, su doldurma ve boşaltma işleminin sık yapılmasından kaçınılmalı (Yapılan her su doldurma işlemi ile birlikte tesisata yeniden oksijen girecektir.), f- Soğutulmuş su borularında ısı ve nem yalıtımı çok iyi yapılmalı, g- Tesisatta tadilat yapılırken, boru birleşmelerindeki kaynaklı birleşmeler yapılmalıdır. h- ısı ve nem yalıtımının kötü yapılması halinde; boru yüzeyinde yoğunlaşma ile oluşan su, boru eğimleri yönünde akarak korozyona neden olabilir. i- Tesisata doldurulan suyun kalitesine mümkün olduğu kadar dikkat edilmelidir.	Tamamen lokaldır.	Dış üniteye kompresörlerden biri arızalansa dahi, arızalanan kompresör devre dışı bırakılarak sistem çalışmaya devam eder. Sistemdeki iç ünitelerden biri arızalansa dahi, arızalanan iç ünite devre dışı bırakılarak sistem çalışmaya devam eder.	Tamamen lokaldır.
39		Esnek	Esnek	Esnek

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
D 5 Servis, Bakım, Onarım Maliyeti	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet
38					
D 6 İşletme Güvenliği ve Arızanın Etkisi	1 - Merkezi sistemde tam veya kısmi yedeklemeler yapılması kaydıyla 2- Klima santrallerindeki arıza (bu çok düşük bir olasılıktır) sistemi etkiler. 3- Sulu sistemlerdeki borular çürüdüğünde, teorik olarak zon vanaları kapatılarak arıza lokalize edilebilir. Ancak eski tesisatların vanaları genellikle tam kapatmaz ve bir bölgedeki arıza, tüm sistemi etkileyebilir.				
39	Sistemin su tarafında herhangi bir nedenle bir arıza meydana geldiği takdirde, sistemin bütünü çalşamaz. Soğutucu akışkan tarafında ise kompresörlerden biri arızalansa dahi, arızalanan kompresör devre dışı bırakılarak sistem çalışmaya devam eder. Sistemdeki iç ünitelerden biri arızalansa dahi, arızalanan iç ünite devre dışı bırakılarak sistem çalışmaya devam eder.				

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
40	D 7 Yedekleme Yeteneği: Arıza olduğunda; 1- Sadece küçük bir bölüm mü etkileniyor ? 2- Tüm sistem mi etkileniyor ? 3- Arıza yapabilecek cihazları yedekleme imkanı var mı? 4- Yedeklemenin maliyeti nedir?	Esnek	Esnek	Esnek
41	D 8 Genişleyebilirlik (Kapasite Artırımı) İhtiyaçların artması halinde ilave cihaz veya cihazların kullanılması ile kapasite artırılabilir mi?	Esnek	Esnek	Esnek

D - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi					
D 7 Yedekleme Yeteneği	Merkezi sistemde yedekleme yapılırsa; Esnek					
D 8 Genişleyebilme (Kapasite Artırımı)	Sistem planlanırken daha sonraki yıllarda oluşabilecek ihtiyaçlar da dikkate alınmalıdır. Esnek					

E - MİMARİ				
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
E 1 Mal Sahibi Yatırımını Nasıl Değerlendirecek? 1- Yatırım amacı: a- Kendisi kullanacak, b- Satacak, c- Kiraya verecek, d- Bir bölümünü kendisi kullanacak, diğer bölümünü satacak, e- Bir bölümünü kendisi kullanacak, bir bölümünü kiraya verecek. 2- Bina nasıl kullanılacak: a- Yalnız mesai saatleri içinde mi kullanılacak? b- Mesai saatleri dışında da kullanılacak bazı ofisler, kafeterya, çarşı, sinema, toplantı, konferans salonları vb bölümler var mı? c- Hafta sonu kullanılabilir mi? 3- Mal sahibinin bu iş için ayracağı finansman imkanı nedir? 4- Bina kiraya verilecek bile olsa, ekonomik işletme çok önemlidir. Çünkü kiracılar kira bedeline aidat ödemelerini ekleyerek, aylık toplam ödemelerini hesaplarlar. 5- Yapının gelecekte kullanım amacı değişir mi? 6- Yapının büyüklüğü (kat alanları ve bina yüksekliliği) de sistem seçimini etkileyecektir.	E 2 Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best" En iyisini hedeflerken, (otomatik kontrolün bile mükemmelini planlarken de) "Basit iyidir" sloganını dikkate almalıyız. Sistemden beklentilerimizi, istediğimiz konforu elde etmek kaydıyla daha sade ve ekonomik olarak gerçekleştirebiliriz. b- Kullanıcı davranışlarını da her zaman hesaba katmalıyız.	1- Birebir split cihazlar için; Her bir iç ünite ayrı ayrı kontrol edilir, tek bir merkezden bütün zonlar kontrol edilemez. Her bir cihazın kontrolü basittir, ancak sistemin bütününün kontrolü zordur. 2- Multi split cihazlar için; a- Her bir iç ünite ayrı ayrı kontrol edilirken, tüm iç üniteler genellikle tek bir dış üniteye bağlandığında sistemi bütün olarak kontrol etmek mümkündür. Sistem kısmi olarak merkezi ve temel olarak basit bir kontrol sistemine sahiptir. b- Multi cihazlar; farklı kullanıcı davranışı ve talep değişikliklerine kolayca adapte olabilir. Dışardan karmaşık müdahale ve kontrollere gerek kalmadan, sadece açma kapama ve istenen sıcaklık ayarının yapılmasıyla enerji ekonomisi ve cihaz ömrüne yönelik birçok kontrolü kendiliğinden yapılabilir.	Merkezi sistemlere alternatif oldukları halde daha basit bileşenlerden oluşurlar. Merkezi ve bireysel sistemlerin avantajlarının büyük bölümünü bu sistem bünyesinde topladığı halde işletmesi basit ve kolaydır.	Sistemin kendisinin ve termostatlarının kullanımını genellikle basit, sade ve kolaydır.
42				
43				

E - MİMARİ

E - MİMARİ					
Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
E 1 Mal Sahibi Yatırımı Nasıl Değerlendirecek?	Mal sahibinin beklentileri ve imkanları en önemli etken olacaktır.				
E 2 Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best"	Mal sahibinin beklentileri ve imkanları en önemli etken olacaktır. Merkezi sistemlere alternatif oldukları halde daha basit bileşenlerden oluşurlar.				
42					
43					

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
44 E 3 Asma Tavan İçinde Net Yükseklik İhtiyacı	1- Toplam ihtiyaçlar dikkate alınarak tarif edilmelidir. a- Cihazlar, b- Hava kanalları ve izolasyon kalınlığı, c- ısıtma - soğutma, drenaj boruları, boru eğimleri ve izolasyon kalınlıkları (varsa), d- Yangın, sprinkler vb boruları ve ekipmanları, e- Elektrik kablo ve tesisatı, lambalar vb f- Duman tahliyesi için sisteme ilave olarak hava kanalı vb tüm ihtiyaçlar ve kesime noktaları dikkate alınarak, asma tavan içinde gerekli olan NET yükseklik ihtiyacı belirlenmelidir. 2- Mimariye yeterli şaft boşlukları, asma tavan yükseklikleri, mekanik hacimlerin alan ve yükseklikleri ile ilgili şartlar sağlanamıyorsa; a- Yüksek hava hızları nedeni ile oluşabilecek ses, b- Performans kayıpları, c- Fazla enerji tüketimi, d- Servis ve bakımın daha zor yapılabileceği, e- Tavanda müdahale kapaklarına ihtiyaç olacaktır. Bu müdahale kapaklarının boyutları cihaz boyutlarından büyük olmalıdır ki, teknisyen servisi de yapabilsin. Kapak detayı bu anlamda dekorasyonu zorlaştırmaktadır. f- Maliyetlerin artacağı hatırlatılmalı ve alternatif sistemler üzerinde tekrar görüşülmelidir. 3- Asma tavan içinde en az yükseklik gerektiren sistem, mekanı kullanan kişilere avantaj sağlar. Oda yüksekliğinin daha fazla olması, konfor ve ferahlık hissi verecektir.	a- Asma tavan içindeki yüksekliği, iç ünitenin ölçüleri, tipi ve bakır borular belirler. b- Tavan (kasetli veya gizli tavan) tipi cihaz kullanıldığında cihaz yüksekliği, drenaj borularının eğimleri, boru ve cihaz kesime noktaları dikkate alınmalıdır. c- Gizli tavan tipi gibi tavan arasına monte edilen iç üniteler aynı hacime konumlanıyor ise filtre temizliği, servis ve bakım işlemleri için kontrol kapağına ihtiyaç olacaktır. Kaset tipi Gizli tavan tipi iç ünite için: iç ünite için: 23-35 cm 20-40 cm	a- Asma tavan içindeki yüksekliği, hava kanalı kesitleri ve iç ünite ölçüleri belirler. b- Genellikle 25-35 cm. c- Duman tahliye sistemi yükseklik yeterli olur. varsa (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliği biraz daha artabilir. d- Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. e- Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı: Kaset tipi Gizli tavan tipi iç ünite için: iç ünite için: 23-35 cm 20-40 cm e- Duman egzoz kanalı müstakil olmalıdır.	a- Asma tavan içindeki yüksekliği, hava kanalı kesitleri belirler. b- Genellikle 25-35 cm. c- Duman tahliye sistemi yükseklik yeterli olur. varsa (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliği biraz daha artabilir. d- Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. e- Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı: Yer tipi Gizli tavan tipi iç ünite için: iç ünite için: 23-35 cm 35-50 cm
45 E 4 Estetik, Görünüş	1- Bu soru yapı ile ilgili: a- Mimara, b- Dekoratöre, c- Mal sahibine sorulmalıdır. 2- Görünür cihazların fotoğrafları (ya da örneği) ve cihazın dış yüzey boyası renklerinin mimariye uyumu incelenmelidir. 3- Asma tavan olmayan yerlerde yuvarlak hava kanalları doğal renginde veya fırın boyalı olabilir. Böylelikle müdahale de kolay olacaktır. 4- Cihaz, armatür, boru ve damperlere servis verebilmek için gerekli kapak, kapı vb elemanların yerleri ve detayları belirlenmelidir. 5- Duman dedektörleri, sprinkler, duyar elemanlar vb malzemelerin örneklerinden seçim yapılmalı ve bu elemanların yerleri belirlenmelidir. 6- Doğal aydınlatmadan olabildiğince yararlanılması, güneş şiddetinin en fazla olduğu saatlerde elektrikli aydınlatmadan gelen ısı kazancını azaltacaktır. Doğal aydınlatmanın etkisi arttıkça, elektrik armatürlerinin ışık şiddeti otomatik olarak azaltılabilir. 7- İklima duyarlı ve akıllı binalar planlanmalıdır.	Estetik görünüşün önemli olduğu yerlerde farklı tip ve görünümde cihazlar mevcuttur.	Estetik görünüşün önemli olduğu yerlerde farklı tip ve görünümde cihazlar mevcuttur.	Görünen sistem elemanları menfezlerdir.

E - MİMARİ				
Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi		
Asma Tavan İçinde Net Yükseklik İhtiyacı a- Asma tavan içindeki yüksekliği hava kanalı kesitleri belirler. b- Tavan tipi F/C kullanılıyorsa, hava kanalları ile izoleli F/C borularının (drenaj borularının eğimlerine önem verilmelidir.) kesişme noktaları (boru eğimleri ve hava tahliye imkanı da dikkate alınarak) dikkate kontrol edilmelidir. c- VAV sisteme göre daha az yüksekliğe ihtiyaç vardır. d- Genelde duman tahliye sistemi (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliğini belirler. e- Derinliği fazla olan yapılarda döşeme tipi yerine, tavan tipi F/C kullanılması gerekecektir. Dolayısıyla asma tavan yüksekliğini F/C boyutları da etkiler. f- Asma tavan içinde net yükseklik ihtiyacı:	Döşeme tipi F/C için duvarda açıklık: 15-35 cm Tavan tipi F/C için gerekli olan asma tavan için net yükseklik: 25-50 cm Not: Yüksekliği 15 cm'den az olan fan coil'ler vardır. Ancak asma tavan içi yüksekliğini egzoz, duman, primer hava kanalları ve soğutulmuş su borularının kesitleri etkiler.	Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı: 40-55 cm Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı: 55-60 cm Hava kanallarının ve izoleli ısıtma borularının (boru eğimleri ve hava tahliye imkanı da düşünülerek) kesişme noktalarında, asma tavan içinde gerekli olacak yükseklik ihtiyacı ayrıca kontrol edilmelidir.	Asma tavan içindeki yüksekliği, hava kanalı kesitleri ve iç ünite ölçüleri belirler. Genelde duman tahliye sistemi (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliğini belirler. Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı:	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi a- Asma tavan içindeki yüksekliği, hava kanalı kesitleri ve iç ünite ölçüleri belirler. Genelde duman tahliye sistemi (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliğini belirler. Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı:
44	E 3 Asma Tavan İçinde Net Yükseklik İhtiyacı		E 4 Estetik, Görünüş	
45	Görünen sistem elemanları menfezlerdir.		Estetik görünüşün önemli olduğu yerlerde farklı tip ve görünümde cihazlar mevcuttur.	

Kriterlerin Önemi

Klasik yapılarda, binanın dış cephesi klima uygulamalarından çok etkilenir;
 a- Kondenser için;
 Hava soğutmalı kondenserler bina içine yerleştiriliyorsa kondenser havasının dış ortama atılması ve kondenserin soğuması için dış ortam havasının alınması gerekir. By-pass'a dikkat edilmelidir.
 Bunun için bina cephesinde belirgin şekilde panjurlara ihtiyaç duyulur. Hava soğutmalı olmayan sistemlerde buna ihtiyaç yoktur.
 b- Kat havalandırması için;
 Yaşam mahallerinin şartlandırılmasında havalandırma çok önemlidir. Havalandırma; taze hava almak ve egzoz yapmak şeklinde olur. Bunun için bina cephesinde taze hava ve egzoz menfezleri için yer ayrılması gerekir. Şaftlardan kanallar yardımıyla taze hava ve egzoz kanalları çekilerek bina cephesinde yer işgali engellenebilir.

Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması

1- Bire bir split (bir iç bir dış) çözümü;
 a- Dış üniteler için bina cephesinde yer ayrılması gerekir.
 Bire bir ünitelerde her bir iç üniteye bir dış ünite gerekeceğinden yer ihtiyacı oldukça fazladır.
 b- Dış üniteler bina içine yerleştiriliyorsa;
 Bina dış cephesinde dış ünite sayısına bağlı olarak büyük ölçekli panjurlara ihtiyaç duyulur.

Yer ihtiyacı fazla

2- Multi çözümü;
 Çoğunlukla bir dış üniteye 9 adete kadar iç ünite bağlanabildiğinden az sayıda dış üniteye ihtiyaç duyulur.

Yer ihtiyacı az

VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi

1- Çok sayıda iç ünite tek bir dış ünite devresine bağlanabilir.
 2- Kat aralarına dış üniteler yerleştirilebilir.
 3- Taze hava ısı geri kazanım cihazlarıyla ya da iç ünitelerle bina cephesinden ya da şaftlardan alınabilir.

Yer ihtiyacı az

4- Uzun bakır boru hattı çekilebilmesi nedeniyle çatı, teras ya da bahçe uygulaması yapılabilir. Taze hava şaftlardan alınabilir.

Yer ihtiyacı yok

Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi

1- Tüm hacimler olabildiğince tek bir iç üniteden gelen havayla şartlandırılır. Dolayısıyla az sayıda dış üniteye ihtiyaç duyulur.
 2- Taze hava bina cephesinden ya da şaftlardan alınabilir.
 3- Dış üniteler kat aralarına bakır boru mesafeleri izin verdiği sürece çatı, teras ve bahçeye monte edilebilir.

Yer ihtiyacı az

E - MİMARİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
E 5 Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	1- Soğutma kulesi ve su soğutma üniteleri (çiller) çatı, teras, bahçe ya da bina altındaysa, 2- Taze hava ve egzoz şaftlardan alınıyorsa ve atılıyorsa,		Yer ihtiyacı yok	Yer ihtiyacı yok	1- Kondenserler su soğutmalı olduğu için bina dışında panjur ve havalandırma boşluklarına ihtiyaç duymazlar. Kazan ve soğutma kuleleri çatı, kazan dairesi gibi yerlerde yerlerdedir. Taze hava şaftlardan iç ünitelere ya da ısı geri kazanım cihazlarına alınabilir. Yer ihtiyacı yok

E - MİMARİ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör ısıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör ısıtması) + Egzoz Sistemi
E 6 Döşemede Yer İhtiyacı	1- Sistem elemanlarının: a- Normal katlarda, b- Makina dairelerinde, c- Bina dışında, kaybettirdiği alan ve her birinin ilave maliyeti hesaplanmalıdır. 2- Bazı durumlarda alan kaybının inşaat ve arsa maliyetleri dışında da ilave bedeli olabilir. 3- Kazan dairelerinde: a- Serbest hava girişi sağlanmalıdır. Kazan dairelerinde klima santrali, aspiratör vb cihazlar ile ısıtma kazanları aynı hacmin içinde planlanmamalıdır. b- Klima santral hücreleri arasında veya hava kanallarımdan içeriye ve dışarıya hava kaçakları sonucunda vakum oluşabilir. Ya da ortamdaki hava basıncı fanların çalışma ve durma süreleri içinde değişir. Bu ortamdaki brülörlerin fanların kazana bastıkları hava miktarları değişir ve yanma verimi bozulur. Bu tip kazan dairelerindeki kazanlarda genellikle çok sık kurum bıraktığı için; Brülör anızaları, Fazla yakıt tüketimi, Yangın riski oluşmaktadır. c- Kazan dairesi için doğal havalandırma (serbest hava giriş ve çıkış imkanı) yoksa, kazan dairelerine fan ile hava verilmeli ve serbest hava çıkış bacası mutlaka yapılmalıdır. d- Mekanik havalandırma yapılan kazan dairelerinde ex-proof fanlar kullanılmalıdır.	1- Döşeme tipi iç üniteler kullanılıyorsa, yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Var 2- a- Tavan tipi iç üniteler kullanılıyorsa, yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Yok b- Radyatörler için döşemede yer ihtiyacı: Var 3- Taze hava ve egzoz sistemi genelde yok. Sınırlı oranda taze hava alabilen bazı özel tip iç üniteler mevcuttur. Mekanik oda ihtiyacı yok Mekanik oda ihtiyacı yok 4- Soğutma merkezi için yer ihtiyacı : Yok 5- Radyatörler için döşemede yer ihtiyacı var. Var	1- Döşeme tipi iç üniteler kullanılıyorsa, yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Var 2- Tavan tipi iç üniteler kullanılıyorsa, yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı : Yok 3- Taze hava ve egzoz için mekanik oda ihtiyacı: Isı geri kazanımlı taze hava üniteleri kullanılmaktadır. Yok Mekanik oda ihtiyacı yok Mekanik oda ihtiyacı yok 4- Soğutma merkezi için yer ihtiyacı : Yok 5- Dış ünite için yer ihtiyacı: Var	1- Döşeme tipi iç üniteler kullanılıyorsa; yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Var 2- Tavan tipi iç üniteler kullanılıyorsa; yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Yok 3- Döşeme tipi cihazlar katlara veya mekanik odalara monte edilebilir. Taze hava ve egzoz sistemi merkezi yapılırsa mekanik oda ihtiyacı var. Basit çözümlerde mekanik oda ihtiyacı yok. Mekanik oda ihtiyacı: Merkezi (taze hava+egzoz) Yok Yok Yok 4- Soğutma merkezi için yer ihtiyacı : Yok 5- Radyatörler için döşemede yer ihtiyacı var. Yok
E 7 Şaft Gereksinimi	1- Tesisat şaftlarının a- Yer kaybı, b- Statik yapıyı zedeleme riski (özellikle sonradan açılan şaftlarda), c- Deprem yönetmeliği şartlarına uygunluğunun sağlanması, d- Daha sonraki yıllarda boru ve değişimlerinin yapılabilmesine uygun kapı, kapak, komple sökülebilir kaplama vb detaylarının çözümleri ve maliyet hesaplan yapılmalıdır. e- Tesisat şaftı ihtiyacının daha az olması, o sisteme bir avantaj daha sağlamış olur. 2- Tesisat şaftlarının yangında baca etkisi yapmaması için gerekli önlemler dikkate alınmalıdır. (Bakınız 2006 yangın yönetmeliği) 3- Tesisat şaftının tasarımı yapılırken, hava kanallarının giriş-çıkışı için şaftın iki yanında (veya dördörtgen şaft ise, geniş kenarda) komple açılabilir kapılar bırakılmalıdır. 4- Şaftlarda çalışma esnasında (kullanmak için ve ileride bakım gerekir düşüncesiyle) platformlar ve can güvenliğini sağlayacak korkuluklar yapılmalıdır.	Çok az	Az	Az

E - MİMARİ				
Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi		
E 6 Döşemede Yer İhtiyacı	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Var		1- Yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Radyatörler için Var	1- Kondenser üniteleri iç ortama monte edildiği için, ayrıca döşeme tipi iç üniteler de kullanılıyorsa; Var 2- Tavan tipi iç üniteler kullanıldığında ise, kondenser ünitelerinden dolayı yaşam mahallerinde döşemede küçük de olsa yer ihtiyacı: Var 3- Taze hava ve egzoz için mekanik oda ihtiyacı: Isı geri kazanımlı taze hava üniteleri kullanılmaktadır. Mekanik oda ihtiyacı yok 4- Bina içinde soğutma merkezi için yer ihtiyacı: Yok
	2- Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Yok		3- Mekanik odalarda yer ihtiyacı: Klima santralleri ve aspiratörlerin boyutları, F/C sisteme göre daha büyüktür. Var	
	3- Mekanik odalarda yer ihtiyacı (pompa, klima santrali vb) : Var		4- Bina içinde soğutma merkezinde yer ihtiyacı: Var	
	4- Bina içinde soğutma merkezinde yer ihtiyacı: Var			
E 7 Şaft Gereksinimi	Az	Az	En Fazla	Fazla Az
Su tesisatı ve havalandırma kanalı için şaft ihtiyacı:				

E - MİMARİ				
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
E 8 İç Dekorasyon Esnekliği	1- İç bölmelerin yerleri değiştiğinde sistem kolaylıkla adapte edilebilir mi? a- Gerekirse cihazların yerleri değiştirilebilir mi? b- Hava kanallarında ve menfezlerde tadilat kolaylıkla yapılabilir mi? c- Borularda tadilat kolaylıkla yapılabilir mi? 2- Mahalin kullanma amacı değiştiğinde kapasite arttırımı yapılabilir mi? 3- Hava kanalı uygulamalarında kanal tesisatı olabildiğince uzak mesafelere minimum direnç kaybı ile taşınabiliyor mu? Not: Esnek hava kanalı veya metal hava kanalları ile istenilen her noktaya havayı taşımak mümkündür.	a- Mini split sistemler için; Drenaj probleminin çözülmesi ve iç ile dış ünite arasındaki bakır boru mesafeleri izin verdiği sürece, b- Multi split sistemler için; Bir dış üniteye bağlanabilecek iç ünite sayısı ve toplam kapasite için belli sınırlar vardır. Bu sınırlar aşılmadığı takdirde iç ünite ilavesi ve bakır boru tesisatında tadilat kolaylıkla yapılabilir.	a- İhtiyaç durumunda sisteme iç ünite ilavesi kolaylıkla yapılabilir. b- Bakır boru tesisatında tadilat yapmak diğer boru tesisatlarına göre daha kolaydır.	a- Hava kanalı tesisatında esnek kanalların kullanılması daha fazla esneklik sağlayabilir
49		Uygun	Uygun	Uygun
E 9 Teraslarda veya Bina Dışında ve Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	1- Terasa veya bina dışında yer ihtiyacı var mı? Varsa ne kadar? 2- Terasdaki cihaz (veya cihazlar) çalıştığında oluşacak ses (gürültü), yakındaki binalarda ve cihazın olduğu binadaki insanlara rahatsızlık verir mi? 3- Çatıdaki veya bina dışındaki cihazlarda: a- Donmaya karşı önlemlerinin alınması, b- Hayvanların zarar vermeleri sonucunda oluşabilecek hasarların, vb risklerin önlenmesi, (Teraslardaki, sac veya alüminyum kaplama yapılmayan, kauçuk esaslı malzemeleri kuşlar parçalayabiliyor. Ve başka riskler?) c- Otomatik kontrol elemanları, MCC (Motor Control Centres) güç kumanda panoları vb cihazları yağmurdan koruma önlemleri ve detayları belirlenmelidir. d- Güneşin UV ışınlarına dayanıklı cihazlar kullanılmalı veya önlem alınmalıdır. (Bazı plastikler güneş altında bozulabiliyor). 4- Bina çevresine mümkünse yüksekliği fazla olan ve kışın yapıpraklarını döken tip ağaçlar dikilmelidir. Yaz aylarında ağaçların gölgeleme etkisinden yararlanılacağı gibi, ayrıca yapıpraklarının (evaporatif) soğutma etkisi bina dış çevresindeki sıcaklığı azaltacaktır. 5- Gelecekte binaların cephelerinde, güneşin çok etkin olduğu saatlerde güneş ışınlarını kesecek otomatik jalu vb önlemlerin yaygınlaşacağını düşünüyoruz. Ancak güneş ışınlarına binayı sürekli kapatmak anlamında bir uygulama da yapılmamalıdır. Çünkü güneş ışınları kışın ısıtma ihtiyacına yardımcı olduğu gibi, aynı zamanda sağlıklı yaşamın en önemli gereksinimlerinden biridir.	a- Mini split sistemler için; Her bir iç üniteye bir adet dış ünite gereklidir. b- Multi split sistemler için; Bir tek dış üniteye; markaya göre değişmekle birlikte 9 adet iç üniteye kadar bağlanabilen multi sistemler mevcuttur. Bu nedenle mini splitlere göre dış üniteler için ihtiyaç duyulan alan daha azdır. Duman egzoz fanları için de yer ihtiyacı vardır.	Split cihazlara göre çok daha az yer kaplar. Yüksek kapasitelerde dahi daha az yer kaplar. Birden çok dış üniteyi aralarında mesafe olmaksızın tek bir sistem olarak çalıştırabilme imkanı sağlar. Kapasite yükseldikçe ihtiyaç duyulan alan oransal olarak azalır. Sisteme çok sayıda iç ünite bağlandığında yer ihtiyacı daha da azalır. Duman egzoz fanları için de yer ihtiyacı vardır.	Fazla
50		Fazla	Az	Fazla

50

F - PLANLAMA VE MONTAJ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Enerji Tüketiminin Ölçülebilmesi ve Paylaşımı	Binanın farklı kişi veya kurumlara satılması veya kiralanması halinde: 1- Herkesin kullandığı enerji miktarının ölçülebilmesi giderlerin paylaşımını kolaylaştırır. 2- Her kullanıcı için farklı cihazlar kullanılarak, sistemlerin tamamen ayrılması çok daha iyi bir çözüm olabilir. 3- Ortak ısıtma giderlerinin paylaşımı daha kolay yapılabildiği halde ortak soğutma giderlerinin paylaşımında çok daha büyük sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle farklı kişi veya kurumların kullandığı binalarda soğutma sistemleri mümkün olduğunca bağımsız planlanmalıdır. 4- Lüks apartman dairelerinin olduğu konutlarda ise merkezi soğutma sistemlerinin giderlerinin paylaşımında daha büyük sorunlar yaşanmaktadır. - a- Yaz aylarında yazlık evlerine gidenler ve yıllık tatilini şehir dışında kullananlar nedeniyle, bu tip apartmanların soğutma mevsimlerinde doluluk oranı %50'nin altında kalmaktadır. - b- Apartmanda kalanların ise, bir bölümü soğutma ihtiyacının fazla olduğu gündüz saatlerinde işte veya ev dışında olduğu için gereksiz tüketimler oluşmaktadır. - c- Kullanılan kapasite %30 (hatta %10'lara) düştüğünde, verimsiz çalışan merkezi sistemlerin aşırı enerji tüketimi, kullanıcı bazında tüketimin ölçülebildiği yerlerde bile yüksek işletme maliyetleri nedeniyle genellikle sorunlara neden olmaktadır. 5- Özellikle tamamı kullanılmayan, kısmen kiralanmış veya satılmış binalardaki merkezi sistemlerin enerji maliyetlerinin paylaşımında ciddi sorunlar oluşmaktadır.	a- Isıtma sistemi enerji tüketimi ortak ödenebilir veya ısıtma için pay ölçerler ya da bağımsız ısıtma sistemleri kullanılarak tamamen müstakil olabilir. b- Soğutma için split klimalar kullanıldığında bağımsız çözümler sağlanabildiği için enerji paylaşımı hesabına gerek yoktur.	Merkezi havalandırma ve egzoz tesisatının masrafları ortak ödenir veya her bağımsız bölüm için ayrı havalandırma sistemi planlanabilir. Bilgisayardan kontrollü özel programlar sisteme adapte edilerek; Toplam enerji harcaması, Her iç ünitenin çalışma süresi, Ünite başına harcanan enerji miktarı, İç ünitelerin çalışma eğrileri, kolayca grafik halinde elde edilebilmekte ve bu sayede doğru paylaşım sağlanabilmektedir.	a- Isıtma sistemi enerji tüketimi ortak ödenebilir veya ısıtma için pay ölçerler ya da bağımsız ısıtma sistemleri kullanılarak tamamen müstakil olabilir. b- Bağımsız klima kullanıldığı için enerji paylaşımı hesabına gerek yoktur.

Kolay

Kolay

Kolay

F - PLANLAMA VE MONTAJ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
Enerji Tüketiminin Ölçülebilmesi ve Paylaşımı	a- Su tarafına pay ölçerlerin montajı gerekir. b- Sistem, giderlerin büyük bir bölümü paylaşılacak şekilde planlanabilir. c- Bina otomasyon sistemleri ile enerji tüketiminin ölçülmesi, paylaşılması, raporlanması ile enerji tasarrufunun yapılması çok kolaylaşır (Tesisatın buna göre yapılması, işletmede balans ve kalibrasyonların periyodik olarak uygulanması kaydı ile). d- Hava tarafında ölçüm yapmak mümkün değildir. e- Enerji tüketimi ilave yatırım ile mertebe olarak ölçülebilir.		Uygun Değil	Uygun Değil	Merkezi havalandırma ve egzoz tesisatının masrafları ortak ödenir veya her bağımsız bölüm için ayrı havalandırma sistemi planlanabilir. Ünitelerin gelişmiş elektronik özellikleri sayesinde; Toplam enerji harcaması, Her iç ünitenin çalışma süresi, Ünite başına harcanan enerji miktarı, İç ünitelerin çalışma eğrileri, kolayca grafik halinde elde edilebilmekte ve bu sayede doğru paylaşım sağlanabilmektedir.
	ÖLÇMEK ZOR	Uygun Değil	Uygun Değil	Uygun Değil	Kolay

F - PLANLAMA VE MONTAJ

Kriterlerin Önemi

- 1- Sistemin yıl içerisindeki;
 - a- Isıtma
 - b- Soğutma
 - c- Diş hava miktarı artırılarak (%100'e kadar) soğutma (free - cooling) için çalışma süreleri, sistem tercihinin çok önemli kriterleridir.
- 2- Binanın tipi, kullanma amacı ve bulunduğu bölgenin iklim koşulları sistemin ısıtma ve soğutma sezonundaki çalışma sürelerini belirler.
- 3- Erzurum'daki bir yapıda yukarıdan ısıtma, Antalya'da bir yapıda ise aşağıdan soğutma yapılması konforu olumsuz etkiler. Bu nedenle Erzurum'da ısıtma öncelikli (pencere altından ısıtma), Antalya'da ise soğutma öncelikli (soğutulmuş havanın yukarıdan verilmesi) sistem avantajlıdır. İstanbul'da da konfor yapılarında ısıtma süresi altı aydan fazladır ve ısıtma öncelikli sistemler avantajlıdır.
- 4- Sonuç olarak ısıtmayı pencere altından, soğutmayı ise; yukarıdan yaparak ve olabildiği kadar free - cooling (diş hava oranını artırarak soğutma) avantajını kullanmak, ideal konfor ve ekonomiyi sağlar.
- 5- Aşırı nemli bölgeler (Adana gibi) veya aşırı kuru yaz iklim şartları olan (Diyarbakır gibi) bölgeler için ise, diş hava sıcaklık faktörü ile birlikte diş havanın nemi de dikkate alınmalıdır.
- 6- Aşırı soğuk bölgelerde;
 - a- Diş hava girişindeki damperler üzerinde elektrikli ısıtıcılar olmalı,
 - b- %100 taze hava almak yerine, mümkünse karışım havası kullanılması tercih edilmelidir.
 - c- Klima santralleri taze hava girişinde ısı geri kazanım ünitesi (12 ay görev yapacak) monte edilmelidir. Moskova'da tüm klima santrallerinde bu sistemin kullanılması zorunludur. Aksi halde klima santrali girişinde buzlanma olur.
 - d- Sulu ısıtıcıdan önce elektrikli ısıtıcılar kullanılabilir.
 - e- Isıtma devresinde sistemin kullanılmadığı (gece, tatil günleri vb) sürelerde de su sirkülasyonu sıcaklık kontrollü olarak devam etmeli,
 - f- Diş hava panjurlarında ısıtıcı olmalı ve damperler kapalıyken sızdırmazlık sağlanmalıdır.
 - g- Filtrenin donmasını veya kar ile bloke olmasını önlemek için, filtrelerin önüne düz boru tipi donma koruma serpantini (kanatlı serpantinler filtreden önce monte edilirse pislikle tıkanabilir) konmalıdır.
 - h- Otomatik kontrol ve bina otomasyon sistemleri donma riskini oluşturmayacak özelliklere sahip olmalıdır (Donma, filtreleme, entalpi vb kontroller).
 - 7- Aşırı soğuk bölgelerde, mümkünse gaz ile ısıtma, direkt genleşme ile soğutma yapan (dry cooler) cihazların kullanılması (donma riskini önlemek için) avantajlıdır.
 - 8- Global ısıtma nedeniyle, iklim verilerinin de zaman içinde değişebileceği dikkate alınarak (veya alınmayarak) toleranslar belirlenmelidir (Tartışmaya açık!).

F 2 Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi)

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
		1- Isıtma ve soğutma için Yalnız heat-pump cihaz kullanıldığında (Soğuk bölgelerde dezavantajlı); Bu tip uygulamalarda yüksek COP'li (verimli) inverter kompresörlü sistemler tercih edilmektedir. Düşük Performans 2- Isıtma, radyatör ile soğutma, heat - pump veya yalnız soğuk cihaz ile yapılıyorsa; a- Soğuk enerjiyi taşımanın maliyeti genellikle düşük olacaktır. (Kısa mesafelere dış ünite monte edilebiliyorsa) b- Cihazın COP değerine bakılmalıdır. Orta Performans	a- Isıtma yukarıdan yapıldığında dezavantajı daha fazla. Isıtma hava ile yapılıyor. Orta Performans b- Soğuk bölgelerde yıllık ısıtma verimi düşüktür. Ancak projede kapasite kullanımı (düzeltme) faktörlerinin çok sağlıklı olarak alınması durumunda yüksek performans elde edilebilir. Her merkezi sistemde olabildiğinden de daha iyi performans alınabilir. Orta Performans c- Soğutma: Yalnız soğuk tip cihazlar kullanılarak da yapılabilir. Isıtma: Radyatör + termostatik radyatör vanası ile yapıldığında; Yüksek Performans	Isıtma aşağıdan, soğutma yukarıdan yapılıyor. Statik ısıtma kullanılması konfor şartlarını iyileştirir, yıllık verimi artırır. Yüksek Performans

F - PLANLAMA VE MONTAJ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
Bölgenin iklim koşullarına göre ısıtma veya soğutma önceliği tercih edilmelidir. Isıtma öncelikli yörelerde F/C 'nin parapet altına, soğutma öncelikli yörelerde ise tavana montajı, ısı konfor için daha uygun çözüm olabilir.	Orta Performans		Yüksek Performans	Orta Performans	a- Isıtma yukarıdan yapıldığında dezavantajı daha fazla. Isıtma hava ile yapılıyor. Orta Performans b- Isıtmada bölgenin iklim koşullarından bağımsızdır, o sebeple: Yüksek Performans c- Soğutmada su soğutma kulesinin performansı etkiler. Yüksek Performans d- Yalnız soğuk tip soğutucu akışkan debili sistemler ile soğutma, radyatörlerle de ısıtma yapılabilir. Yüksek Performans

F 2 Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi)

F- PLANLAMA VE MONTAJ

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör ısıtması) + Egzoz Sistemi	
F 3	Montaj Süresi ve Kolaylığı	Yaşanılan hacimlerdeki her iç ünite için drenaj borusu ve elektrik bağlantısı gerekli.	a- Yaşanılan hacimlerdeki her iç ünite için drenaj borusu ve elektrik bağlantısı gerekli. b- Bakır borunun diğer boru türlerine göre daha kolay işlenebilmesi ve tek bir hattın dağıtım yapılabilmesinden dolayı montajı kolay ve süresi kısadır.	Flexible hava kanalları kullanılarak montaj süresi kısaltılabilir.	
53		Kısa sürede kolay montaj	Kısa sürede kolay montaj	Kısa sürede kolay montaj	
F 4	Kontrol İmkânı	Isıtma 1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü YOK 3- Kat Kontrolü YOK 4- BYS'ye Uygunluk Genelde YOK 5- Uzaktan Erişim YOK	Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR Üretici firmaların kendi BYS'leri mevcuttur. 5- Uzaktan Erişim VAR	Isıtma 1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR	Soğutma 1- Oda Kontrolü YOK 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR
54					

F - PLANLAMA VE MONTAJ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi			VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi				
F 3 Montaj Süresi ve Kolaylığı	Yaşanılan hacimlerdeki her fan coil için drenaj borusu ve elektrik bağlantısı gerekli.	Yaşanılan hacimlerdeki her fan coil için drenaj borusu ve elektrik bağlantısı gerekli.	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	a- Yaşanılan hacimlerdeki her iç ünite için drenaj borusu ve elektrik bağlantısı gerekli. b- Bakır borunun diğer boru türlerine göre daha kolay işlenebilmesi ve tek bir hatttan dağıtım yapılabilmesinden dolayı montajı kolay ve süresi kısadır. c- Sistemin su çevrimi tarafında da çelik, paslanmaz çelik, veya bakır boru alternatiflerinden biri kullanılabilir.
	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA
F 4 Kontrol İmkânı	Isıtma Soğutma	Isıtma Soğutma	Isıtma Soğutma	Isıtma Soğutma	Isıtma Soğutma	Isıtma Soğutma
	1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü YOK 3- Kat Kontrolü YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR	1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR	1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR	1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR	1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR	1- Oda Kontrolü VAR 2- Zon Kontrolü VAR 3- Kat Kontrolü VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR 5- Uzaktan Erişim VAR

F - PLANLAMA VE MONTAJ				
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
F 5	Kontrol Tipi	1- Oda, zon veya kat bazında sistemler aşağıdaki kontrol tipleri kullanılarak kontrol edilir. a- İki konumlu (on/off) Kontrol b- Oransal Kontrol c- Merkezi Kontrol d- Uzaktan Kontrol 2- Zon veya kat bazında sistemlerin zamana bağlı olarak çalıştırılıp - durdurulmasında iki konumlu kontrol tercih edilir. 3- Bağımsız zon veya oda oransal olarak kontrol edilirse; kontrol edilen mahalde hassas ölçü ve kontrol değerleri elde etmenin yanı sıra, enerji tasarrufu iki konumlu kontrole göre daha fazla sağlanır. 4- Kontrol tipine bağlı olarak, fiziksel değişkenlerin ölçümü mekanik, elektromekanik, analog veya doğrudan sayısal (dijital) olabilir. 5- Kullanım kolaylığı ve pratikliği için: a- Bina yönetim sistemine bağlantı yapılabilir mi? b- Bireysel kumanda ile kontrol kolaylığı yapılabilir mi? c- Herkes kolayca müdahale edip şartları değiştirebiliyor mu? d- Sadece yetkili kişinin müdahalesi istenen durumlarda kontrol önceliği sağlanabiliyor mu?	Oransal Kontrol Ayrıca oda sıcaklık ayar diferansı $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ Kompresör kapasite kontrol imkanı Sürekli verim kontrol imkanı	On-Off Kontrol
F 6	Bina Yönetim Sistemine Uygunluk	1- BYS kullanımı aşağıdaki avantajları sağlar a- Yıl boyunca 24 saat mükemmel işletme sağlanabilir. b- Enerji tasarrufu yapılması, c- Daha az teknik kadro ile işletme imkanı, d- İşletmenin kolay yapılması, e- Tüm cihazları ve performanslarını izleme olanağı, f- Tüm hacimleri (sıcaklık - nem) izleme olanağı, g- Arıza, performans vb bilgiler istenilen zaman dilimlerinde anılabilir veya raporlanır, h- Bakımın ve servisin programlanması, i- Güvenlik	Uygun değil	Uygun a- Bu sistemlerin üreticileri aynı zamanda kendi bina yönetim sistemlerini de üretmekte ve gerektiğinde kolayca sisteme adapte edilebilmektedirler. b- Taze hava kontrolü dış hava ve iç havanın sıcaklık ve nem değerlerini (entalpilerini) izleyerek yapılabilir. Ayrıca ısı geri kazanım ünitesinin de ekonomi avantajı kullanılabilir.

F - PLANLAMA VE MONTAJ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
F5 Kontrol Tipi	a- Fan coil kapasiteleri genellikle soğutmaya göre seçilir ve ısıtma kapasiteleri odanın ısıtma ihtiyacının çok üzerindedir. Bu nedenle fan coil devresine ısıtma için gönderilen su sıcaklığı genelde 60°C ve altındadır. Yoğuşmalı kazanların kullanılması ile yıllık verim çok artar. b- Merkezdeki ısıtma çıkışına üç yollu vana montajı yapılarak, fan coil devresine düşük sıcaklıkta su gönderilmelidir. c- F/C devrelerinde çok sayıda iki veya üç yollu motorlu vanalar vardır. d- F/C cihaz kontrol elemanları kullanılarak hız ve üfleme sıcaklığı kontrol edilmelidir. e- Dört borulu sistemde oda sıcaklığı ayar noktasının çok üzerinde ise; motorlu vana tam açık konumda, fan 3. devrede çalışmaya başlamalıdır. Ortam sıcaklığı ayar noktasına ulaştığında orta, gerektiğinde 1. devrede çalışmalıdır. Ancak motorlu vana, üfleme ağzında yoğuşma olmayacak şekilde ayarlanmalıdır. f- Kapasite kontrolü su tarafında da yapılmalıdır. Bunu için F/C girişinde iki yollu vanalar ile oransal olarak debi kontrol edilmelidir. Sirkülasyon pompaları ise buna bağlı olarak devir ayarı yapabilen, frekans konverterli tip olmalıdır.		Oransal Kontrol	Oransal Kontrol	Oransal kontrol
55	Genellikle Oransal Kontrol		Ayrıca; merkezi yetki ile müdahale alternatifi de var.	Ayrıca; merkezi yetki ile müdahale alternatifi de var.	Ayrıca; merkezi yetki ile müdahale alternatifi de var.
F6 Bina Yönetim Sistemine Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
56					Bu sistemlerin üreticileri aynı zamanda kendi bina yönetim sistemlerini de üretmektedir. Gerekirse bina yönetim sistemine (BYS) kolayca adapte edebilir.

F - PLANLAMA VE MONTAJ					
Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi		Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
	Her sistemin optimum performansta kullanılabileceği bir alt ve üst kapasite mevcuttur. Bu kapasite değerlerinin altında veya üzerindeki aşırı kullanımlar aşağıda belirtilen dezavantajları beraberinde getirecektir. 1- Yüksek işletme maliyeti, 2- Yüksek ilk yatırım maliyeti, 3- Cihazlar ve ekipmanlar için aşırı yer ihtiyacı, 4- Daha fazla tesisat şaflu ihtiyacı, 5- Standartlara uyumsuzluk (binanın içerisinde aşırı soğutucu akışkan kullanımı vb).		Uygun	Uygun	Uygun
F 7	Sistemlin		1- Yapılan işler standartlara (TSE, Avrupa ve Amerikan Standartlarına) uygun mu? 2- Standartlar yapılması mutlaaka gerekli olan işleri tarif eder. Yani tabandır, tavan değildir. İşin özelliğine ve müşterinin isteğine bağlı olarak, standartlardan çok daha iyisini yapmaya çalışmalıyız. 3- Standartlar da sürekli değişmektedir. Güncel (geçerli) standartları kullanmalıyız. 4- Verimlilik, kalite, kapasite ve performans kavramlarının güncel olması çok önemlidir, çünkü her şey sürekli değişmekte ve gelişmektedir. 5- Soğutucu akışkanlarla çalışan sistemler kullanılacak ise, mümkün olduğunca soğutucu akışkan içeren sistemler tercih edilmektedir. Not: R410A ile çalışan sistemler, R407C ve R22 türü akışkan ile çalışan sistemlere göre ortalama %40-50 daha az soğutucu akışkan içerirler. 6- Akışkanların çevreye olan zararı, ozon tabakasına etkileri, global ısınmaya etkileri gibi konulara sistem seçiminde önem verilmelidir. AKIŞKANLARIN OZON TÜKETME FAKTÖRLERİ (R11=1 ise); R-22 = 0,055 R-407C = 0 (Ozon Tabakasına bilinen zararı yok.) R-410A = 0 (Ozon Tabakasına bilinen zararı yok.) 7. Standartların sürekli olarak yükseldiği günümüz koşullarında sistemlerin tüm parçalarının ömürlerini doldurmasının ardından, geri dönüşürlülebirl nitelikte olması gerekmektedir. Avrupa'da 2006 Temmuz ayında zorunlu hale gelen RHOS direktiflerine göre, özellikle elektronik kart ve entegrelerde kullanılan A-Metaller geri dönüşümü mümkün olmadığı için kullanılamayacaktır. Sistem seçimi yapılırken geri dönüşürlülebilen malzemelerin imal edilen ürünler tercih edilmelidir. 8. ASHRAE Standart 34-2004 ve ANSI/ASHRAE Standard 34-1992'e göre soğutucu akışkanlar; A1, A2, A3, B1, B2, B3 şeklinde altı gruba ayrılmıştır, (A1 en az zehirleyici olan B3 en çok zararlı olan). A sınıfı olan akışkanlar "zamana göre ortalama zehirlilik sınırları-değeri" (TLV-TWA) 400ppm'den düşük olan konsantrasyonda zehirlilik göstermeyenler, B sınıfı olanlar da gösterebilenler olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre; R-407C ve R410A türü akışkanlar A1 sınıfında olup, zehirleyici gazlar arasında yer almamaktadır. 9. ASK378-1'e göre tüm akışkanlar için havada bulunması gereken maksimum limit 1000 ppm'dir. Akışkanların moleküler ağırlıklarına göre, hacimlerde bulunması gereken g/m³ değerleri C1 nolu kriterde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.	a- İç ünitelerin toplam kapasitesi dış ünitelerin kapasitesinden genellikle %30 fazla seçilebilir. Özel durumlarda ise, iç ünitelerin toplam kapasitesi, dış ünitelerin iki katına kadar çıkarılabilir. Yani: %8 - 100 aralığında kullanılabılır. b- Dış Ünite ilavesi ile sistem kapasite aralığı kolaylıkla değiştirilebilir.	Uygun
F 8	Standartlara Uygunluk		1. Toplam soğutucu akışkan hacminin standartlara uygunluğu kontrol edilmelidir. Bkz EN378-1:2000 ve ASHRAE Standart 34-2004 2. Klima cihazlarında kullanılan soğutucu akışkanlar, tamamen emniyetli, zehirli olmayan ve yanmayan türdendir. Ancak yüksek miktarda (20 kg veya daha fazla) miktarda soğutucu akışkan içeren sistemlerde, küçük hacimlerin ani ve büyük akışkan kaçaklarına karşı havalandırılabilir özellikte olmasında yarar vardır. Not: 1- Birebir split sistemlerde ya da Multi split cihazlarda böyle bir risk yoktur. Genellikle bu tür cihazlar maksimum 10 kg akışkan içerirler. 2- Soğutucu akışkanların gaz/buhar ağırlığı havadan fazladır. Bu yüzden özellikle zemin seviyesinde toplanırlar. Büyük kapasiteli sistemlerin uygulandığı hacimlerde kapı altlarından ya da alt seviyeden havalandırma yapılarak risk minimize edilebilir.	1- Toplam soğutucu akışkan hacminin standartlara uygunluğu kontrol edilmelidir. Bkz EN378-1:2000 ve ASHRAE Standart 34-2004 2- Klima cihazlarında kullanılan soğutucu akışkanlar, tamamen emniyetli, zehirli olmayan ve yanmayan türdendir. Ancak yüksek miktarda (20 kg veya daha fazla) miktarda soğutucu akışkan içeren sistemlerde, küçük hacimlerin ani ve büyük akışkan kaçaklarına karşı havalandırılabilir özellikte olmasında yarar vardır. Not: Soğutucu akışkanların gaz/buhar ağırlığı havadan fazladır. Bu yüzden özellikle zemin seviyesinde toplanırlar. Büyük kapasiteli sistemlerin uygulandığı hacimlerde kapı altlarından ya da alt seviyeden havalandırma yapılarak risk minimize edilebilir.	1- Bu tip sistemlerin iç üniteleri genellikle koridor gibi oldukça geniş hacimlere monte edilirler. Bu nedenle akışkan kaçakları gerçekleşse dahi, hemen hemen tüm uygulamalarda sınır akışkan hacmi akışkanlarla uygun standartlarla uygun durumda kalır. 2- Bakır boru tesisatı sadece dış ünite ile iç ünite arasında yapılır. Tek bir iç üniteye hitap eden bakır boru tesisatı ile tüm odalar hava kanalları ile şartlandırılır. Akışkan hacmi ile ilgili hiçbir sorun bu nedenle oluşmaz. 3- Taze hava sağlanabilmesi, havanın sürekli yenilenmesi, homojen hava dağılımı gibi avantajları nedeni ile özellikle Amerika'da yoğunlukta bu sistemler kullanılır (UL UNDERWRITERS LABORATORIES'in Amerika ile ilgili yaptığı pazar araştırmalarına ve, ASHRAE, ARI verilerine göre). 4- Dünya pazarında tüketilen kanallı klimaların %96'sı yine Amerika'dadır.

F - PLANLAMA VE MONTAJ				
Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi		
F 7 Sistemin Kullanılabileceği Kapasite Aralığı	Merkezi sistem cihaz seçimleri yapılırken, kullanılabileceği kapasite aralığına dikkat edilmelidir.			Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi a- İç ünitelerin toplam kapasitesi, dış ünitelerin kapasitesinden genellikle %30 fazla seçilebilir. Özel durumlarda ise iç ünitelerin toplam kapasitesi, dış ünitelerin iki katına kadar çıkarılabilir. Yani: %8 - %200 aralığında kullanılabilirler. b- Dış ünite ilavesi ile sistem kapasite aralığı kolaylıkla değiştirilebilir. Uygun
F 8 Standartlara Uygunluk	Seçilen sistemin proje, uygulama ve malzeme seçimlerinde standartlara uygunluğu dikkate alınmalıdır.			1- Kondenserler su soğutmalı olduğu için gerekli toplam soğutucu akışkan miktarı hava soğutmalı sistemlere göre düşüktür. 2- Daha küçük kondenser yüzeyi ve R410A gazı sayesinde sistem toplam gaz hacmi genellikle sınır değerlerin altında kalır. 3. Klima cihazlarında kullanılan soğutucu akışkanlar, tamamen emniyetli, zehirli olmayan ve yanmayan türdendir. Ancak yüksek miktarda (20 kg. veya daha fazla) miktarda soğutucu akışkan içeren sistemlerde, küçük hacimlerin ani ve büyük akışkan kaçaklarına karşı havalandırılabilir özellikte olmasında yarar vardır.

G - EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
1- Klima cihazlarında kullanılan soğutucu akışkanlar tamamen emniyetli, zehirli olmayan, yanmayan türden gazlardır. Ancak yine de, maksimum konsantrasyon sınırları göz önünde bulundurulacak olası ani gaz kaçaqları durumunda mahaldeki oksijen miktarının azalması nedeni ile oluşabilecek riskleri göz önünde bulundurmak gerekir. 2- Soğutucu akışkanlarla çalışan sistemler içinde, mümkün olduğunca az soğutucu akışkan içeren sistemler tercih edilmektedir. 3- R-410A ile çalışan sistemler, R-407C ve R-22 türü akışkan ile çalışan sistemlere göre ortalama %40-50 daha az soğutucu akışkan içerirler. 4- Akışkanların çevreye olan zararı, ozon tabakasına etkileri, global ısınmaya etkileri gibi konulara sistem seçiminde önem verilmelidir. AKIŞKANLARIN OZON TÜKETİME FAKTÖRLERİ (R11=1 ise); R-22 = 0,055 R-407C = 0 (Ozon Tabakasına zararı yok.) R-410A = 0 (Ozon Tabakasına zararı yok.) 5- ASHRAE Standart 34-2004 ve ANSI/ASHRAE Standard 34-1992'e göre soğutucu akışkanlar; A1, A2, A3, B1, B2, B3 şeklinde altı gruba ayrılmıştır, (A1 en az zehirleyici olan B3 en çok zararlı olan). A sınıfı olan akışkanlar "zamana göre ortalama zehirlilik sınırı (eşik) - değeri" (TLV-TWA) 400ppm'den düşük olan konsantrasyonda zehirlilik göstermeyenler, B sınıfı olanlar da gösterebilenler olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre; R-407C ve R-410A türü akışkanlar A1 sınıfında olup, zehirleyici gazlar arasında yer almamaktadır. 6- Sistemde kullanılan toplam soğutucu akışkan kütlesinin, yaşam mahallerinin toplam (ve her birindeki) hacmine oranı olabildiğince küçük olmalıdır. Maksimum soğutucu akışkan yüklem durumu ve soğutucunun maksimum konsantrasyonunun hesaplanması kaçağın olduğu yerdeki insanların yaşadığı ortam ile doğrudan ilgilidir. 7- Avrupa Standartlarına göre tüm akışkanlar için havada bulunması gereken maksimum limit: 1000 ppm. Akışkanların moleküler ağırlıklarına göre, hacimlerde bulunması gereken g/m³ değerleri hesaplanabilir. Buna göre; konsantrasyon ölçüm ve hesap birimi g/m³ olarak anılır ise; (1 m³'lük yaşam alanı hacmindeki gram cinsinden akışkan ağırlığı) 8- EN-378-1:2000'e göre ; kapalı hacimlerin yaşam mahallerinde iklimlendirme sistemlerinde kullanılacak soğutucu akışkanın kütlesel yoğunluğu soğutucu akışkan olarak: R410A kullanılıyorsa : 440 g/m³ R407C kullanılıyorsa : 310 g/m³ HCFC-22 kullanılıyorsa : 300 g/m³ miktarlarının altında olmalıdır. m³ = yaşanılan hacim büyüklüğü Kütlesel yoğunluk = Toplam soğutucu akışkan kütlesinin, soğutma yapılan mahallin toplam hacmine oranıdır. 9- Amerika'da (ASHRAE Standart 34-2004), Avrupa ülkelerinde (EN-378-1) ve Japonya'da (Kimyasal Maddelerin Yönetimi Yasası 2002) bu standartlar uygulanmaktadır. 10- Akışkan hacimlerinin limit değerlerinin üzerine çıktığı durumlarda: özellikle küçük odalardan geçen bakır borular, iç içe geçirilerek, dıştaki boru açık havaya kadar uzatılırsa (bir havalandırma kanalı gibi); olası gaz kaçaqlarının ortaya girme riski akışkan dışına kendiliğinden boşaltılarak önlenmiş olur. Ancak bu çok özel durumlar için geçerlidir.	a- Genellikle soğutucu akışkan olarak R-22 kullanılmakla birlikte, farklı soğutucu akışkan tipleri ile çalışan cihazlar mevcuttur. b- Birim cihaz bazında sistemdeki toplam gaz hacmi normal seviyededir. Ancak çoklu cihaz uygulamalarında ve multi uygulamalarda toplam cihaz sayısı düşünüldüğünde akışkan miktarı arttığı için kontrol edilmelidir. Ancak tek bir sistemde bulunan akışkan miktarı temel riski oluşturacağından, genellikle sınır değerlerin altında kalınır. c- Akışkan miktarı fazla da olsa, her bir cihazın akışkanını kendi içinde ve bağımsız olduğundan risk oluşturmazlar.	a- Sistemdeki toplam gaz hacmi kapasiteye ve akışkan türüne göre değişkendir. Akışkan miktarını belirleyen en önemli unsur akışkanın türüdür. b- R410A türü akışkanlar ile çalışan sistemlerdeki akışkan miktarı diğer R-22 ve R-407C'li sistemlere göre yaklaşık %50 oranında daha azdır. c- Sistemde aşırı bir gaz kaçağı olması halinde otomasyon sistemi bunu fark eder. d- Akışkan hacimlerinin limit değerlerinin üzerine çıktığı özellikle küçük odalardan geçen bakır borular, iç içe geçirilerek dıştaki borunun açık havaya bırakılacak şekilde uygulamalar ile risk tamamen ortadan kaldırılabilir. e- VRV sistemlerde, soğutucu akışkan sızıntı kontrol özelliği mevcuttur. Bu kontrol sürekli olarak sıcaklık ve basınç değerleri ölçülerek yapılmaktadır. Ancak ani gaz kaçaqlarında devreyi kesian bir mekanizma yoktur. Eğer uygulamaya yapılan hacimler çok küçük ve sistem akışkan miktarı 20 kg.'dan fazla ise otomatik gaz kesici ve gaz kaçağ dedektörünü akışkan hattına adapte etmek mümkündür. EN-378-1 ve ASHRAE Standart 34-2004 göre kontrol edilmeli.	Kontrol Edilmeli	Uygun

G - EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
g 1 Sistemde Kullanılan Toplam Soğutucu Akışkan Hacminin Yaşam Mahalleri Hacmine Oranı	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	a- Sistemdeki toplam gaz hacmi kapasiteye ve akışkan türüne göre değişkendir. Akışkan miktarını belirleyen en önemli unsur akışkanın türüdür. b- R-410A türü akışkanlar ile çalışan sistemlerdeki akışkan miktarı diğer R-22 ve R-407C'li sistemlere göre yaklaşık %50 kat daha azdır. c- Su soğutmalı kondenser ünitelerine sahip olduğu için diğer VRV ünitelere göre çok daha az soğutucu akışkan miktarı ihtiva eder. d- Akışkan hacimlerinin limit değerlerinin üzerine çıktığı özellikle küçük odalardan geçen bakır borular, iç içe geçirilerek dıştaki borunun açık havaya bırakabilecek şekilde uygulamalar ile risk tamamen ortadan kaldırılabılır.
	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Genellikle Uygun Ancak Kontrol Edilmeli

G- EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)



G-EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)		Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalısız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Önemli Kriterler	g 2 (Yangın Emniyeti İçin) Duman Tahliyesi Yeteneği (Duman Tahliyesi İçin İlahe Hava Kanal İhtiyacı)	1- Yangın çıkan binalarda ölen insanların çoğu zehirlenerek veya dumandan boğularak yaşamalarını yitirdiler. 2- Seçilen klima sisteminin dönüş veya egzoz kanalı kesitleri, yangın sırasında duman tahliyesi yapmak için yeterli ise, ilave hava kanalı maliyeti vs oluşmaz. 3- Hava kanallarının malzemesi, bağlantı şekli, sızdırmazlık sınıfı ve yalıtımının doğru olması çok önemlidir. 4- Bu kanalların yangına dayanım sınıfı, malzeme açısından da kontrol edilmelidir. (Cam yünü veya poliüretan hava kanalı kullanılmamalıdır.) 5- Dönüş ve egzoz fanlarının hücreli, radyal tip seçilmesi halinde, 120°C dayanıklılık üst limitidir. Bu fan standartları belirlenmelidir. (400°C sıcaklığa 2 saat dayanıklı fanlar da üretilemektedir.) 6- Tahliye edilen dumanın tekrar bina içerisine girmesi önlenmelidir. 7- Sadece yangın merdivenleri değil, yangın kaçış koridorları da basınçlandırılmalıdır. 8- Bak (Bölüm 6) "Duman Tahliye Sisteminin Esasları" Duman Tahliyesi Dizayn Esasları a- Bir yangın esnasında, mevcut iklimlendirme ve havalandırma sistemi duman tahliye sistemi olarak da hizmet vererekse, mekanik duman tahliye sistemi için istenilen bütün hususlar iklimlendirme ve havalandırma sistemine uygulanmalıdır. b- Kanal kaplama malzemesi yanmaz malzeme olmalıdır. Bununla birlikte yanabilir malzeme kullanılması zorunlu olduğunda malzemenin yüzey alev geçikirmesi olmalı, yangın esnasında az miktarda duman ve zehirli gaz çıkarmalı ve malzeme yangın damperinden en az bir metre uzakta olmalıdır. c- Duman tahliye kanalları yangın merdivenlerinden ve yangın güvenlik hacimlerinden geçmemelidir. Elde olmayan nedenlerden dolayı kanalları bu bölümlerden geçmesi durumunda, geçtiği bölümün yapsal olarak yangına dayanım süresi kadar yangına dayanacak bir malzeme ile kaplanmalıdır. d- Kanal bir duvarı geçerek bölüm içerisine giriyorsa, duvar geçişlerinde yangın damperleri kullanılmalıdır. e- Aynı hava santrali ile birden fazla mahalin havalandırılması ya da iklimlendirilmesi yapıyorsa, mahaller arası geçişlerde, dönüş ve toplama kanallarında yangın damperi kullanılmalıdır. f- Toplumla açık özel önlem isteyen yapılarda havalandırma kanalı içine, damperlere kumanda eden kanal tipi duman dedektörleri konulmalıdır. g- Asma tavan arası, yükseltilmiş döşeme altı gibi mahallerin plenum olarak kullanılması durumunda, bu bölümler içerisinden sadece; mineral, alüminyum veya bakır zırlı kablolar, rijit metal borular ve esnek metal borular geçirilmelidir. h- Duman tahliye kanalları yangın zonu duvarlarını delmemelidir. Kanalları bir yangın zonu duvarını veya katını geçmesi durumunda, kanal üzerine yangın zonu duvarını veya katını geçtiği yerde yangın damperi konulmalıdır. i- Eğer havalandırma kanalı, korunmuş bir çatı içinden geçiyorsa çatıya giriş ve çıkışta yangın damperi kullanılmalıdır. j- Basınçlandırma sistemine ait kanallarda yangın damperi kullanılmaz. k- Duman tahliye sistemi bina yangın alarm sistemi tarafından otomatik olarak aktive olmalıdır. İlahe olarak, uzaktan el ile kumanda için çalıştırma/durdurma imkanı bulunmalıdır. l- Yangının yayılmasında rol oynayan tesisat bacası ve kanalları, yangın bölmeleri hizasında, tesisat dışında, çatı tarafı en az sekiz milimetre saçla kapatılmış ve arası yalıtılmış olmalıdır. m- Dizel motorlu pompa ve acil durum jeneratörünü çalıştırmak için mekanik havalandırmanın gerekli olduğu yerlerde, bu bölümlerin duman tahliye sistemleri diğer bölümlere hizmet veren sistemlerden bağımsız olarak dizayn edilmelidir. n- Hava doğrudan dışardan ve herhangi bir egzoz çıkış noktasından en az 5 metre uzaktan alınmalı ve mahalin egzoz çıkışı da doğrudan dışarıya ve herhangi bir hava giriş noktasından en az 5 metre uzağa atılmalıdır. o- Otel, restoran, kafeterya benzeri yerlerin mutfaklardaki pişirme alanlarının mekanik egzoz sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve egzoz kanalları korunmamış yanabilir malzemelerden en az 0,5 metre açıkta geçmeli, egzoz doğrudan dışarıya atılmalı ve herhangi bir hava giriş açıklığından en az 5 metre uzakta olmalıdır. p- Mutfak egzoz kanallarına yangın damperi konulmamalıdır. r- Toplam alanı 1.0900 m²'yi aşan bodrumlardaki otomobil park alanları için mekanik duman tahliye sistemi zorunludur. Duman tahliye sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 9 hava değişimi sağlamalıdır. s- Duman egzoz, merdiven basınçlandırma fanları vb yangında kullanılacak cihaz motorlarının kabloları yüksek sıcaklığa dayanabilecek tipte seçilmelidir. t- Yangın tesisatı, duman tahliyesi vb sistemlerin projelendirilmesi ve uygulamasında çok deneyimli bir uzman ile birlikte çalışılması gereklidir.	YOK	a- Duman tahliyesi sistemi için genellikle egzoz hava kanalları kesitleri büyütülmek zorundadır. b- Duman tahliyesi için ayrıca bir kanal sistemi yapılması da bir alternatif olabilir. İlave hava kanalı maliyeti var	Dönüş hava kanalı kesitleri genelde yeterlidir. Zonlama yapılarak, duman egzoz fanı ve yangın damperleri eklenerek kullanılır. YOK

G - EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
g 2 (Yangın Emniyeti İçin) Duman Tahliyesi Yeteneği (Duman Tahliyesi İçin İlave Hava Kanalı İhtiyacı)	a- Duman tahliye sistemi için, genellikle egzoz hava kanalları kesitleri büyütülmek zorundadır. b- Duman tahliyesi için ayrıca bir kanal sistemi yapılması da bir alternatif olabilir.	İlave hava kanalı maliyeti var	Genellikle dönüş hava kanalı kesitleri, duman tahliyesi için yeterli olur.	Uygun	a- Duman tahliyesi sistemi için genellikle egzoz hava kanalları kesitleri büyütülmek zorundadır. b- Duman tahliyesi için ayrıca bir kanal sistemi yapılması da bir alternatif olabilir.
					İlave hava kanalı maliyeti var

G - EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
G 3 Emniyet (Yangın, Patlama vs Riski)	1- Emniyet şartı en iyi şekilde sağlanmalı ve standartlara uygun olmalıdır. 2- Hem yapılan tesisatın, hem de işletmenin iş ve işçi sağlığı genel hükümlerine uygunluğu kontrol edilmelidir. 3- Tesisat şartlarının: a- Ustaların inşaat sırasında rahat ve güvenli çalışmalarını sağlayacak şekilde donatılması, b- Derinliği fazla olan shaftlarda tesisat montajı yapılırken çalışabilecek bir platform oluşturmak için karşı kenardaki beton perdede kolon veya profili oturabilecek çıkıntı yüzeyinin bırakılması, c- Yangında baca etkisi yapmaması için gerekli önlemler dikkate alınmalıdır.	Uygun	Uygun	Uygun
G 4 Duman Kontrolü	Özellikle açık atriyumu olan binalardaki duman kontrolü çok önemlidir. Uzman firmalarla görüşülmelidir. Atriyumlar genellikle çatısı camla kaplanan hacimlerdir. Çatısına yeterli sayıda otomatik duman tahliye klapesi monte edilecek şekilde planlanmalıdır.	a- Klasik uygulamalarda; YOK Ancak sisteme eklenmelidir.	1- Klasik uygulamalarda; 2- Özel uygulamalarda; ilave sisteme duman egzoz kanalları eklenerek sağlanabilir. YOK	Tam havali sistem olduğu için; Uygun

G - EMNİYET VE RİSKLER (SAĞLIK VB)

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
G 3 Emniyet (Yangın, Patlama vs Riski)	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
	Genellikle ilave duman egzoz kanalı sistemi ile sağlanır.	Genellikle ilave duman egzoz kanalı sistemi ile sağlanır.	Tam havalı sistem ilave duman egzoz kanalı genellikle gerekmez.	Tam havalı sistem ilave duman egzoz kanalı genellikle gerekmez.	1- Sisteme duman egzoz kanalları eklenerek sağlanır.
G 4 Duman Kontrolü	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun

H - KONUT UYGULAMALARINA UYGUNLUK (YÜKSEK VE ALÇAK BLOKLAR)

Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split) + Radyatör Isıtması + Egzoz Sistemi	
Önemli	Genel: Konutların ısıtma ve soğutma (klima) sistemlerinin seçiminden önce merkezi veya bireysel sistemlerden hangisinin kullanılacağı kararlaştırılmalıdır. Seçilecek olan klima ısıtma sisteminin bina cephesini ne kadar etkileyebileceği mimari büro ile mutlaka konuşulmalıdır.	1- Isıtma tesisatı kat bazında kombi ya da doğuşmalı kazan ile, soğutma split sistemler ile (Eğer kat aralarında dış ünite yerleşimi yapılabilecek boşluklar ayrıldı ise)	1- 4 HP (40.000 Btu/h)-54 HP (520.000 Btu/h) arası kapasitelerde tek bir sistem olarak çalıştırılabilirler.	1- Isıtma tesisatı kat bazında kombi ya da doğuşmalı kazan ile, soğutma kanallı cihazlar ile yapılabilir.	
	A- Soğutma Sistemi: 1. Klima sistemi kullanılabileceği için bu yapılara Türkiye koşullarında lüks konutlar diyebiliriz. Ancak lüks konutlarda yazın klimanın kullanımı %60 ile %100 arasında değişmektedir. Bu sistem seçiminde çok önemli kriterlerden biridir. Soğutma kapasitesinin çok değişken olması ve soğutulmuş su devrelerinde düşük su sıcaklık farklarının kalori sayılarıyla ölçülmesinin pratikte çok zor olması konutlarda merkezi sistemleri dezavantajlı, bireysel sistemleri daha avantajlı kılmaktadır. 2. Klima sisteminin kullanılabileceği yaz mevsimi başlangıcında (okullar tatil olduğunda) tatil sezonu da başlar. a- Ailelerin ortalama %30'dan fazlası yazlık evlerine taşınırlar ve genellikle okulların tekrar açıldığı Eylül ortasına kadar yazlık evlerinde kalırlar. Bu kişilerin kullandığı daireler hemen hemen tüm yaz aylarında boş kalır ya da çok az sürelerde kullanılır. Yazlık evi olmayanların da çok büyük bir bölümü yaz tatillerini (ortalama bir ay) genellikle başka şehirlerde geçirirler. Bu süreye hafta sonu veya uzatılmış hafta sonu tatilleri de eklendiğinde yazlığa gitmeyenlerin de yaz sezonunda yaklaşık %40 oranında apartmanda olmadıklarını söyleyebiliriz. b- Yaz aylarında apartmanda kalan insanlar ise iş, alışveriş, gezinti, arkadaşlarla buluşma, ev dışında yemek vb nedenlerle klima yükünün en fazla olduğu gündüz saatlerinde veya akşamları çoğunlukla ev dışındadırlar. c- Evde olan insanlar da evin tüm odalarını her an soğutmaya ihtiyaç duymazlar. Oysa ısıtma genellikle evin tüm odaları farklı sıcaklıklarda olsa da ısıtılır. Soğutmada bunun yapılmasının nedenleri: Oda arası sıcaklık farkı ısıtma olduğu gibi yüksek değildir. Klima çalıştırdıktan sonraki beş-on dakika içinde genellikle konfor hissedilmeye başlanır. d- Herkesin evde olduğu gündüz saatlerinde genellikle yatak odalarının hiçbirinde klima çalıştırılmaz. e- Gece yatmadan bir saat önce yatak odalarının klimalarının çalıştırılıp yataktan klimanın kapatılması Antalya, Adana, vb iller için yetersiz olsa da İstanbul, Ankara, vb şehirler için yeterli olmaktadır. Çünkü, ısıtılmayan bir evin kazancı çalıştırıldıktan sonraki ısıtma süresi yaklaşık 1 gün, gündüzleri soğutulmayan bir odanın split cihaz çalıştırdıktan sonraki soğutma süresi yaklaşık 15 dakikadır. Gündüzden odada biriken ısıtma tamamı ise klimanın çalıştırıldığı yaklaşık 1 saat içinde dışarı atılır. Gece saatlerinde (uyku sırasında) dış hava, sıcaklığı genellikle klimanın çalıştırılmasını gerektirmeyecek sıcaklığa ulaşmaktadır. İnsanlar uyurken soğuk havanın odaya üflenmesinden ve düşük de olsa sesden (düşük seviyede de olsa) rahatsız oldukları için gece uyuduktan sonra evlerde klima cihazlarını genellikle çalıştırmazlar. 3- Kullanılan enerjinin paylaşımı kolay yapılabilirliği. 4- Sistemin kesintiye uğraması riski değerlendirilmelidir. 5- Havalandırma ihtiyacının hangi oranda karşılanabildiği ve iç hava kalitesi de sorgulanmalıdır.	2- Bireysel split cihazlar ile soğutma yapılması istenirse ; a- Bakır boru mesafeleri genellikle bu tür yapılarda uygulama yapmaya izin vermez. b- Dış üniteler bu nedenle istenilen yere uygulanamazlar. c- Kat aralarında monte edilebilir bile her daire için çok sayıda dış ünite gereksinimi olacağından bina içinde çok büyük alanlara ihtiyaç duyulur. d- Kondensatörün sesi ve ürettiği ısı sıcak/soğuk havanın direkt bina dışına tahliyesi sorun olur.	2- Bina yüksekliklerine ve konut sayısına bağlı olarak, kolaylıkla teras, garaj, bahçe gibi yerlere dış üniteleri monte edilebilir. Kat aralarında dış üniteler için ihtiyaç duyulan alan azdır. 4- Kondensatörler bina içine konulduğunda bir kanal yardımı ile kondenser yardımcı kanallar yardımı ile atılabilir. Genellikle dış ünite fanları cihaz dışı statik basınca dirençlidir. 5- Split sistemlere ve kapasitelerine göre sessiz sistemler olmakla birlikte, belli saatlerde daha da sessiz seçimi yapılabilecek özel sistemler mevcut olduğundan ses sorunu yaşanmaz. 6- Bu sistemlerin kompresörleri ve kondenser fanları frekans kontrollü (Inverter) olduğundan yüksek enerji tasarrufu sağlarlar. 7- Soğutma VRV Sistem ile, ısıtma statik, ısıtma soğutma VRV sistem ile yapılabilir. 8- Taze hava ısı geri kazanım cihazları ile şaftlardan iç hacme alınabilir. Kanal bağlanabilen iç üniteler yardımı ile şaftlardan alınabilir.	2- Her konut/daire bölümünü 1 ya da maksimum 2 iç-dış ünite ile tamamen şartlandırmak mümkündür. 3- Dış ünite için gerekli yer ihtiyacı azdır. Kat aralarına gerekli şartlar sağlanarak monte edilebilir. 4- Toplam bakır boru mesafesi 60 m'ye kadar çekilebilir. Bu aralıktaki dış üniteler en uygun olan yere monte edilebilir. 5- Taze hava direkt iç ünitelere şaftlardan getirilerek alınabilir. 6- Yukarıdan kanal yardımı ile soğutma, radyatörlerle ısıtma, sürekli şartlandırılmış ve filtre edilmiş taze hava olanağı vardır. 7- Isıtma ve soğutma statik ısıtma olmadan aynı kanal sisteminden yapılması isteniyorsa ; a- Heat-Pump kanallı cihazlar, (gerektiğinde ısıtma için elektrikli ısıtıcı takviye edilebilir) b- Hava kanallı split yalnız soğuk klima cihazı+sıcak su bataryalı sistemler, c- Gaz furnace (LPG veya doğalgaz ile ısıtma yapan cihazlar) ile ısıtma + (soğuk evaporatör ve dış ünite ilavesi ile soğutma) yapan sistemler tercih edilebilir.	
		Uygun	Uygun	Uygun	

H - KONUT UYGULAMALARINA UYGUNLUK (YÜKSEK VE ALÇAK BLOKLAR)

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	KONUT UYGULAMALARINA UYGUNLUK (YÜKSEK VE ALÇAK BLOKLAR)		
		Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
H 1	Konutlarda Uygulanan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması	B- Isıtma Sistemi 1- Cam altlarından statik ısıtma (radyatör + termostatik radyatör vanası, konvektör vb) yapılması ısıtma için genellikle en konforlu çözümdür. Ancak statik ısıtma; diğer alternatif ısıtmalara (fanlı sistemlere) göre konutlar için çok daha konforlu olan ısıtma sistemidir. a- Sessiz ortam (çok düşük ses seviyesinde bile olsa çalışan bir fan yoktur) b- Odalarda servis gerektiren bir cihaz yoktur. (Filtre temizliği bakım, vb servis ihtiyacı yoktur.) c- Hava hareketi oluşmaz. d- Hissedilen oda sıcaklığı daha yüksektir. Bu nedenle ısıtma ihtiyacı azalır. Yakıt tüketimi (Bölgeye göre değişimle birlikte) ortalama %10 gibi daha düşüktür. e- Çalışan fan olmadı için; fanların çektiği elektrik enerjisi tüketimi de yoktur. 2- Isıtma sistemi merkezi veya bireysel yapılabilir. Ancak bireysel yapıldığında a- Alt kattaki komşu dairesini ısıtmadığında; üst kattaki döşeme soğuk olacak ve üst kattaki konfor bozulacaktır. b- Alt, üst veya yan dairelerdeki komşulardan biri dahi dairesini ısıtmazsa kombisini kullanan dairenin yakıt tüketimi artacaktır. c- Çok yüksek olmayan (yaklaşık 10 kata kadar olan) yapılarda kombiler teknik olarak düşey hermetik bacalara bağlanabilir. Ancak yüksek yapılarda veya klasik binalarda kombiler hermetik bacalar ile en yakın dış duvardan dışarıya çıkarmak pratik ve ucuz çözüm olsa da bu çok iyi bir çözüm değildir. (Yangın riski açısından) Bina cephesini olumsuz etkilemektedir. Görüntü kirliliği oluşturmaktadır. Bir üst katta yaşayanların pencerelerinden içeriye egzoz gazı girip iç hava kalitesini bozabilir. Çok katlı binalarda çok sayıda kombi kullanılması yangın riskini de artırabilir. d- Yüksek olmayan yapılarda kombi kullanılacak ise : Döşemelerde ve komşu duvarlarda ısı yalıtımı yapılmaktadır. Kombi bacaları düşey hermetik tip seçilmeli ve çatı üzerine çıkarılmalıdır. e- Kombi kullanılması, merkezi sisteme göre ilk yatırımı daha pahalı, işletmede ise bireysel kullanım faktörüne bağlı olarak daha ucuzdur. f- Isıtma sisteminin apartmanlarda merkezi yapılması ve kullanılması daha konforludur. Merkezi ısıtma sistemi; yakıt bedelinin toplanmasında sorun yaşanması ve bireysel kullanım dikkatinin daha az olması dezavantajlarını taşır. Ancak yakıt bedelinin paylaşımı için kalori sayaçlarının kullanılması yararlıdır. C- Havalandırma İhtiyacı Soğutma ve ısıtma sezonluk ihtiyaçlar olmasına karşın, havalandırma 12 ay ihtiyaçtır. Yüksek blok uygulamalarında, taze hava cam açılarak alınmayacağından ve binanın basınç dengesi çok önemli olduğundan binada taze hava için şaftlar bırakılmalı, klima santralleri ile ya da kanal yardımı ile iç mahallere seçilen klima ve/veya ısı geri kazanım cihazları ile şartlandırılarak yaşam mahallerine alınmalıdır.		

H - KONUT UYGULAMALARINA UYGUNLUK (YÜKSEK VE ALÇAK BLOKLAR)

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi					
Konutlarda Uygulanan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması	1- Bu sistemler kullanıldığında genellikle ısıtma ve soğutma merkezi olarak çözülür. Ancak enerjinin soğutma ve ısıtmada paylaşımı (özellikle soğutmada) zordur. 2- Isıtma merkezi ya da kombi ile bireysel sistem ile yapıp, soğutma ise hava soğutmalı mini çillerle yapıldığında ise; a- Sistem bireysel kullanıcı için çok komplice (karışık) ve işletmesi zor olacaktır. b- Kuruluş maliyetleri çok pahalıdır. 3- Yaşam mahalleri içine gidiş ve dönüş için 2 ayrı tesisat borusu + drenaj borusu çekilir. (Toplam 3 boru) 4- Fan coil ile ideal şartlandırmanın yapılabilmesi için, her odaya ayrı fan coil cihazı montajı yapılması gerekir. a- Gizli tavan tipi fan coiller tavan arasındadır. Filtre temizliği, bakım ve arıza için tavan arasındaki üniteye servis vermek zordur. Teknisyenin servis verdiği yerde iz (leke) bırakabileceği gerçeği unutulmamalıdır. b- Yer tipi fan coiller, yukarıdaki cihazlara göre daha sık filtre temizlik gereksinimi duyarlar. 5- Konut uygulamalarında ses/gürültü önemli bir kriterdir. 6- İki borulu fan coil sistemlerinde aynı anda tüm sistem ısıtma ya da tüm sistem soğutma yapabilecek şekilde çalışır. Mevsim geçişlerinde ya da bina yüklerine göre farklı modlarda çalışma ihtiyacına tam olarak cevap veremez.	1. Bu sistemler genellikle ısıtma ve soğutma merkezi olarak çözülür. Enerjinin soğutma ve ısıtmada paylaşımı önemli ve zordur. 2. Isıtma merkezi ya da kombi ile bireysel sistem ile yapıp, soğutma ise hava soğutmalı mini çillerle yapıldığında ise; a- Sistem bireysel kullanıcı için çok komplice (karışık) ve işletmesi zor olacaktır. b- Kuruluş maliyetleri çok pahalıdır. 3. Yaşam mahalleri içine gidiş ve dönüş için 4 ayrı tesisat borusu + drenaj borusu çekilir (Toplam 5 boru). 4. Fan coil ile ideal şartlandırmanın yapılabilmesi için, her odaya ayrı fan coil cihazı montajı yapılması gerekir. a- Gizli tavan tipi fan coiller tavana arasındadır. Filtre temizliği, bakım ve arıza için tavan arasındaki üniteye servis vermek zordur. Teknisyenin servis verdiği yerde iz (leke) bırakabileceği gerçeği unutulmamalıdır. b- Yer tipi fan coiller, yukarıdaki cihazlara göre daha sık filtre temizlik gereksinimi duyarlar. 5. Konut uygulamalarında ses/gürültü önemli bir kriterdir. 6. 4 Borulu sistemleri, farklı zonlarda ihtiyaca bağlı soğutma ya da ısıtma konumlarından birinde çalıştırılma imkanı vardır.	1- Hava kanalları için geniş alanlara ihtiyaç duyarlar. 2- Enerjinin paylaşımı zordur. 3- Faklı zamanlarda, farklı kullanımların olmalarına karşın, mahaller kullanılmaya dahi enerji harcamaya devam ederler. 4- Yüksek kat aralıklarına ihtiyaç duyarlar.	1- Hava kanalları için geniş alanlara ihtiyaç duyarlar. 2- Enerjinin paylaşımı zordur. 3- Faklı zamanlarda, farklı kullanımların olmalarına karşın, mahaller kullanılmaya dahi enerji harcamaya devam ederler. 4- Yüksek kat aralıklarına ihtiyaç duyarlar.	1- Bina cephesi bu sistemin seçilmesi halinde etkilenmez. Hava soğutmalı kondensörlerin kat aralıklarına yerleştirilmesi durumunda ihtiyaç duyulan cephe panjurları ve diğer rezarvasyonlara ihtiyaç duymazlar. Kondenser üniteleri yüksek kapasitelerine rağmen küçük hacimlere kolaylıkla yerleştirilebilirler. 2- Her konut/daire için bağımsız bir sistem olarak kullanılabilirler. 3- Birden fazla küçük daireye bir kondenser ünitesi seçilmesi halinde ise, her dairenin kullanımı miktarı ayrıca ölçülebilir. 4- Kondensörler su soğutmalı olduğundan kondenser üniteleri için geniş hacimler gerektirmezler. 5- Farklı tiplerde iç ünite seçenekleri ile mekana bağlı çok sayıda çözüm üretilebilen sistemlerdir. 6- Heat-Pump ve 3 Borulu Heat Recovery'li sistemler tercih edilerek aynı sistemden ısıtma ve soğutma yapılabilir. 7- Kompresörler inverter olduğu için ihtiyaca bağlı kapasite ayar yapılabilirler. 8- Enerji paylaşımı için toplam sistem çalışma süresine bağlı olarak hesaplanabilen özel bir sistemleri mevcuttur. 9- Isıtma için kazan ve soğutma için soğutma kulesine ihtiyaç duyarlar. 10- Kule ve kazandan gelen su tesisatları sadece kondenser ünitesine kadar gelir. Kondensörden sonra yaşam mahallerine giren tüm borular bakır borulardan ibaret olup, su yaşam mahalleri içinde dolaştırılmaz.	
	H 1	Soğutmada kullanılan enerjinin paylaşımı çok zor olduğu için konutlarda özellikle bu kriter nedeniyle de çok uygun olmayabilir.				

IX. BÖLÜM

DIŞ BASINÇ ETKİSİ (YIĞILMA VE TERS YIĞILMA)

Dış hava sıcaklığının binanın içindeki sıcaklıktan çok daha düşük olduğu durumlarda, yüksek binalarda yığılma etkisi denilen olay söz konusu olmaktadır. Yığılma etkisi, yüksek binaların soğuk havalar da baca gibi çalışması böylece havanın doğal olarak alt katlardan binaya girmesi, binanın içinde yukarı doğru hareket etmesi ve üst katlardan binayı terk etmesidir. Yığılma etkisinin sebebi, bina dışındaki soğuk hava ile bina içindeki sıcak havanın yoğunluk farkıdır. Yığılma etkisi ile oluşan basınç farkı binanın yüksekliğine ve dışa hava sıcaklığı ile bina içindeki havanın sıcaklığı arasındaki farka bağlıdır.

Eğer binanın dışındaki havanın sıcaklığı, binanın içindeki havadan daha sıcak ise, yığılma etkisi ters çalışacaktır. Bunun anlamı çok sıcak iklimlerde dış hava binaya binanın üst katlarından girecek, aşağı doğru akacak ve binayı alt katlardan terk edecektir. Havanın böyle ters yönde akmasına ters yığılma etkisi denir. Ters yığılma etkisinin sebebi de yine bina içindeki havanın yoğunluğu ile bina dışındaki havanın yoğunluğu arasındaki farktır. Bu durumda daha ağır ve yoğun olan hava bina içindeki havadır. Sıcak iklimlerde ters yığılma etkisi ciddi bir problem yaratabileceği düşünülse de, bu genelde böyle değildir. Bunun sebebi, sıcak iklimlerdeki dış hava ile iç hava sıcaklığı arasındaki yoğunluk farkının, soğuk iklimlerdeki yoğunluk farkından daha az olmasıdır. Bu yüzden soğuk iklimlerde ortaya çıkan yığılma etkisinin meydana getirdiği problemlere daha çok yoğunlaşılmalıdır.

9.1. YIĞILMA ETKİSİNİN TEORİK İNCELENMESİ

Teorik yığılma etkisinin hesaplanmasında bina içindeki sıcaklık ile bina dışındaki sıcaklık arasındaki farklar dikkate alınmaktadır. Bir binada, verilen bir sıcaklık farkında, iç ve dış basıncın aynı olduğu noktada Denge Basınç Noktası (DBN) diye adlandırılır. Bir binadaki denge basınç noktasının yeri, o binanın duvarlarının geçirgenliğine, iç bölümlere, binanın yapısına, merdivenlerin ve şaftların (asansör ve tesisat şaftları dahil) geçirgenliğine bağlıdır. Binanın klima sistemi de denge basınç noktasını etkiler. Egzoz sistemleri binanın denge basınç noktasını daha yüksek katlara çıkarmaya (binanın alt bölümlerinde oluşan toplam basınç farkını yükseltir) meyillidir. Klima sistemlerinde dış havanın, egzoz havasından daha fazla olduğu durumlar binanın denge basınç noktasını daha alçak katlara indirmeye meyillidir (binanın alt bölümlerinde oluşan toplam basınç farkını azaltır).

Şekil 9.1 şematik olarak havanın bina içine ve bina dışına akımının soğuk iklimlerde (yığılma etkisi) ve sıcak iklimlerde (ters yığılma etkisi) durumunu gösterir. Gösterilmeyen ise havanın bina içindeki yukarı veya aşağı hareketidir. Denge Basınç Noktasında hava, ne binaya girer ne de binadan dışarı çıkar. Havanın bina içindeki düşey hareketi şaftlarda, merdivenlerde, iyi izole edilmemiş açık noktalarda veya düşey boru hatları boyunca olur. Havanın içeri ve dışarı hareketinin, denge basınç noktasından uzaklaştıkça arttığı şekilde görülmektedir.

Bir binada, verilen bir yükseklikte ve verilen bir iç-dış hava sıcaklık farkında oluşacak toplam teorik basınç farkını hesaplamak mümkündür.

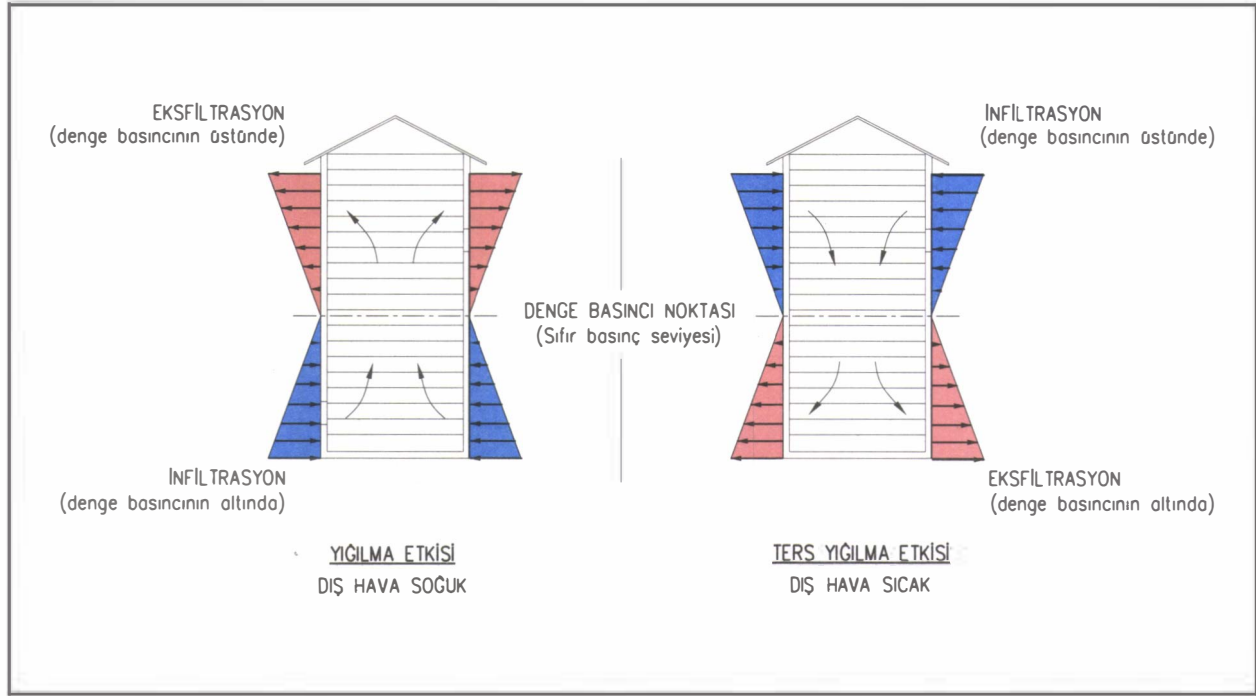
2003 Ashrae El Kitabı-Uygulamalar'da verilen formüller kullanılarak, çeşitli bina yükseklikleri ve sıcaklık farkları için hesaplanan teorik yığılma etkisi basınç gradyanı Şekil 9.2'de görülmektedir. Diyagram, bina ile dış hava arasında oluşabilecek maksimum potansiyel diferansını göstermek amacıyla ki rakamlar dikkat çekicidir. Fakat rakamlar iç ara bölümleri olmayan bir bina için hesaplanmıştır. Dolayısıyla grafik, bina içinde hava hareketine hiçbir direnç karşılığı içermemektedir. Ayrıca, dış duvarın geçirgenliği, rüzgar etkisi, klima cihazlarının ve fanların çalışması da teorik değeri etkileyecektir. Bu yüzden diyagram problemin yaklaşık büyüklüğünü gösteren bir çalışma olarak kabul edilmeli, her bina için gerçek rakamlar olarak kabul edilmemelidir. Herhangi bir binadaki gerçek yığılma etkisini ve denge basınç noktasını bulmak zordur, eğer pratik bakılmazsa neredeyse imkansızdır. Ancak böyle bir nokta vardır ve problem yaratacaktır. Dolayısıyla bir projenin tasarım dokümantasyonunda bunun olası etkileri dikkate alınmalıdır.

9.2. YIĞILMA ETKİSİNİN PRATİK OLARAK İNCELENMESİ

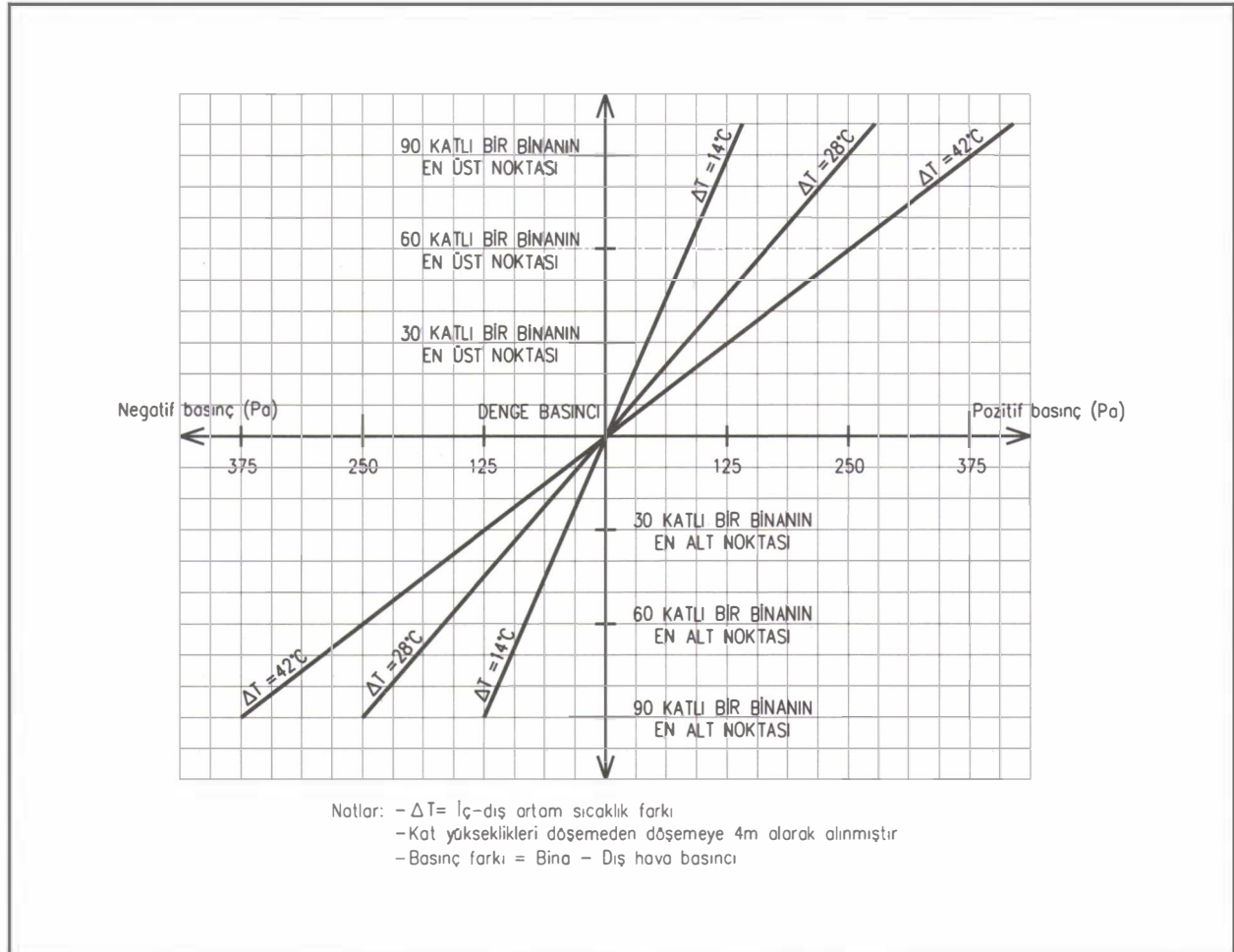
Yüksek binalarda yığılma etkisi ciddi problemleri beraberinde getirir.

Dönen kapıların çarpması, asansör kapılarının kapanmaması ve giriş katlarının ısınmaması gibi sorunlar oluşur. Asansör kapılarının zor kapanmasının sebebi kapıların iki tarafı arasında basınç farkı olması ve kapıların bu basınç farkını yenecek yeterli gücü oluşturamamasıdır.

Isıtma problemlerinin sebebi ise alt katlarda (giriş katlarında) kapılardan ve geçirgenliği tasarım şartlarından daha yüksek olduğu için bina dış duvarlarından içeri giren soğuk havadır. Isıtma problemi,



Şekil 9.1. YÜKSEK YAPILARDA YİĞİLMA VE TERS YİĞİLMA ETKİSİYLE HAVA AKIŞI



Şekil 9.2. ÇEŞİTLİ BİNA YÜKSEKLİKLERİNDE ALTERNATİF SICAKLIK FARKLARINA GÖRE TEORİK YİĞİLMA ETKİSİ BASINÇ GRADYANI

sprinkler sistemindeki ve sirkülasyon olmadığı durumlarda soğutma bataryalarındaki suyu donduracak kadar ciddi sorunları beraberinde getirebilir.

Dış cephedeki açılır doğramalardan izin verilebilecek maksimum hava sızıntısı 75 Pa için 300 cm²/m³'dir. Yığılma etkisi özellikle dış hava sıcaklığı -7°C ve altına indiğinde yoğun olarak hissedilir.

Çözüm: Giriş katlarına ısıtılmış dış hava verilmesi ve merdiven sızdırmazlığının sağlanmasıdır.

9.3. YIĞILMA ETKİSİNİN AZALTILMASI

Yığılma etkisinin yaratacağı potansiyel problemlerin minimize edilmesi için atılacak adımlar vardır ve tasarım esnasında dikkate alınmalıdır. Gerekli adımlar hem mimar hem de mekanik tesisat mühendisi tarafından atılmalıdır.

Alınacak tedbir binanın içine ve dışına doğru hava sızdırmasının minimize edilmesidir. Bir binayı tam sızdırmaz hale getirmek mümkün olmayacağından, problem minimize edilebilir.

- Dış havanın bina içine gireceği noktalar:
 - binanın giriş kapıları,
 - yükleme alanlarının kapıları,
 - taze hava alım panjurları,
 - egzoz panjurları,
 - dış duvarlardaki çatlaklar,
 - giriş katının hemen üzerinde bulunan ve sızdırmazlığı sağlanmayan çıkmalardır.
- Havanın bina içerisinde düşey hareket ettiği noktalar:
 - yangın merdivenleri,
 - asansör şaftları,
 - kanal ve boru şaftları,
 - dış duvarların döşeme ile birleştiği yerde olabilecek düşey sızıntı noktaları

Yığılma etkisini azaltmak için,

- Tüm bu noktalara dikkat edilmelidir.
- Mümkün olduğunca sızdırmaz dış duvarlar yapılmalıdır.
- Şaftlar kapatılmalı, sızıntı noktaları sızdırmaz yapılmalıdır.
- Yükleme bölümlerinde iki kapılı antreler veya hava kilitleri oluşturulmalı, buradaki kapılarda iyi contalar kullanılmalıdır.

Bina genelinde:

- Doğramalardaki sızıntı en aza indirilmelidir.
- Giriş katının üst katlarla olan bağlantısı kapılarla kesilmelidir.
- Giriş katındaki merdivenlere sızdırmaz kapı konulmalıdır.
- Asansör boşluklarının sızdırmazlığı sağlanmalıdır. (Asansör kapılarının aralıkları da sızdırmaz olmalıdır.)

- Normal katlardaki kapıların da sızdırmazlığı sağlanmalıdır.

- Döner kapının kalitesine dikkat edilmelidir.
- Giriş hacmine (lobiye) %100 taze hava ile çalışın ayrı klima santrali kurulmalıdır. Bu santral çok soğuk havalarda taze hava miktarını azaltabilecek şekilde kademeli olabilir. Özellikle sabah ve akşam saatlerinde çift kapı da açıkken (personel giriş - çıkışı maksimum iken) taze hava miktarı azaltılabilir.

- Çok soğuk günlerde sadece döner kapı kullanılmalıdır.
- Tesisat şaftlarının sızdırmazlığı kontrol edilmelidir.
- Asansör şaftına yukarıdan hava basılabilir.
- Bina havası yaklaşık %5 gibi artı basınçta olmalıdır. Merdivenlerde artı basınç kapılar kapalıyken 25 Pa, kapılar açıkken 12,5 Pa gibi hesaplanabilir.

Soğuk iklimlerde yüksek binaların giriş kapıları mutlaka döner kapı olmalıdır. Bu tip kapılar, eşit basınçla dengelenmiş olduğundan, döndürmek için özel bir çabaya gerek göstermeyen basit yapıları sebebiyle önemlidirler.

Aynı zamanda iyi kaliteli contaları sayesinde her zaman sızdırmazlık da sağlarlar.

Yeterince ısıtması olan iki kapılı antreler, iki kapı arasındaki mesafenin, kapılardan biri kapanmadan diğerini açmaya imkan vermeyecek şekilde ayarlanması şartıyla yükleme yerlerinde kullanılabilir.

Ancak iki kapılı antrelerin insanların içeri girdiği yerlerde uygun olmadığı ispatlanmıştır, çok sayıda insan girip çıktığında, her iki kapının da açık kalması sonucu ciddi miktarda hava da binaya girmiş olacaktır. Soğuk iklimlerde iki kapılı antreler ile projelendirilen binalarda problem çıkması engellenemez. Yüksek binalarda, insanların binaya giriş noktalarında döner kapıların kullanımı ciddi olarak tavsiye edilir.

Asansör şaftlarına olası bir hava akımının kontrol edilmesi için, asansör bölümlerinin girişlerindeki kapıların kapalı tutulması düşünülmelidir. Bu şekilde her katta bir asansör antre bölgesi oluşur ve açık olan asansör kapılarından hava geçmesi minimize edilir.

Merdivenlerde sızdırmazlığı iyi kapıların kullanımı bina içinden geçen hava akımını azaltma yönünde faydalı olacaktır. Bu, tüm bina yüksekliği boyunca giden yangın merdivenlerinde daha da önemlidir. Yangın merdivenine giriş yapan kapılardaki contaların çok iyi olması gereklidir. Asansör şaftları, en tepe noktasında bir açıklığa ihtiyaç göstereceğinden problem yaratabilir.

Tüm şaftlar dikey yüzleri boyunca sızdırmaz yapılarak havanın şaft içinde en üstteki açıklığa doğru gitmesi minimize edilir.

Son önemli nokta da mümkün olduğunca sızdırmaz dış duvar tasarımı yapılması, işin çok iyi bir müteahhide

verilmesi, iyi inşaat ekipleri ile yapılması ve iyi bir kontrolden geçirilmesidir.

Yukarıda bahsedilenlerin tümünde mimar da sorumluluk almalıdır.

Mekanik tesisat mühendisi, basınçlandırmayı garanti etmek için, egzozdan daha fazla taze hava alan bir klima sistemi sağlamalıdır.

Buna ilaveten (standartlarda da vardır ve uygulanması beklenir) iyi bir duman kontrolü için, giriş lobisinin sistemini ayırmakta fayda vardır.

Her zaman gerek duyulmayacak olsa bile, sistem çok soğuk havalarda da %100 dış hava ile çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu hava ile lobi bölgesi basınçlandırılacak ve bu da yığılma etkisini minimize etme yönünde faydalı olacaktır.

Projelendirme safhasında göz önüne alınması gereken diğer başlıklar:

- Statik basınç ve dikey zonlama yapılmalıdır.
- Tasarımda optimizasyona özen gösterilmelidir.
- En küçük yer kaybı bile olmamalıdır. Tesisat şaftları özenle kullanılmalıdır.
- Her şeyin başarısı mekanik tesisata bağlıdır.
- Cam açılmadığı için mekanik havalandırma hayati önem taşır.
- Yangın güvenliği en büyük problemdir. Bu konuda hiçbir risk alınmaz. Her ilave edilen kat aynı oranda riski artırır.
- Optimizasyon ve riski azaltma çabası her türlü yapıda gerekli olmakla birlikte, yüksek yapıda sonuçları çarpıcıdır.



Şekil 9.3. HARİCİ TİP KARIŞIM HAVALI KLİMA SANTRALİ - 20.000 m³/h
(Enerji kaybını engellemek için kanal ve serpantin bağlantıları alttan)

X. BÖLÜM

AYDINLATMA OTOMASYON SİSTEMİ

10.1. AYDINLATMA YÖNETİMİ

Yapılan araştırmalar, bir otomasyon sisteminin tam anlamı ile uygulanması ve teknik elemanların programlı bakımlarda aldığı önlemler sonucunda yıllık enerji tüketiminin %40 azaltılabileceğini göstermektedir.

Bunun sağlanabilmesi için aşağıda sıralanan noktalara dikkat etmek gerekir:

- Uygun balast kullanılması
- Gün ışığı şartlarına uygun DİM yapılması (Işığın kısılıp açılması)
- Camların standart cam olması
- Her elemanın kendisine ait bölgeyi istediği ışık şartlarına uygun aydınlatılabilmesi
- Teknik bölümün programlı bakımlarda ampulleri değiştirmesi, ampul ömür eğrilerindeki garanti edilen zamanın dışına çıkılmaması
- Sadece gerekli bölümlerin kendiliğinden devrede kalması, diğerlerinin söndürülmesi
- Kısa süreli çalışmalardan dolayı uzayan ampul ömürleri, yanı sıra sıcaklık kontrolü konusunda tasarrufa katkıları
- Uygun aydınlatmanın (ve ısıtmanın) çalışan üzerindeki psikolojik etkisi (İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nün yaptığı araştırma kişiye göre değişen konforlu aydınlanma şartlarının sağlanması durumunda %22 - 25 arasında kişisel verim artışı olduğunu göstermektedir).

Yukarıdaki gibi sıralanabilecek pek çok örnek yanı sıra telefon ya da bilgisayar ağı üzerinden sisteme kumanda verebilmek sonucunda özel nitelikli anahtarlardan ve işçilikten yapılan tasarruf ve tüm bu kontroller sonucunda kullananların memnuniyeti sonucu ortaya çıkan verim artışı göz ardı edilmemelidir.

Aslında alınan önlemler genel enerji tasarrufuna ciddi olarak yansımaktadır. Camlarda kullanılan ışık ve radyasyon kırma özellikli camlar ısı kazançlarını azaltıp klimaların elektrik tüketimini düşünürken, aydınlanmanın da azalması nedeniyle fazladan yakılan lambalar ilave yükler getirmektedir.

İşte bu durumda aydınlatma sisteminin yüksek çözünürlük ile kontrol edilebilmesinin enerji tasarrufu açısından ciddi faydaları ortaya çıkmaktadır. Şunu da unutmamak gerekir ki mimari kaygılar ile aydınlatma sisteminin tasarrufu düşünülmemektedir. Kullanılan armatür sayılarındaki fazlalık, armatürlerden elde edilebilecek aydınlanmanın etkinlik katsayısının düşüklüğü ve daha çok sayıda kontrol noktası demektir. Yine unutulmaması gerekir ki insanoğlunun ihtiyacı

olan konfor sağlandığında elde edilecek verim artışı da önemlidir. Şimdiye kadar yapılan işlerde, sadece hesaplanan elektriksel tasarruf miktarları için doğrudan şirketlerden alınan değerler *Tablo 10.1*'de verilmiştir.

Yukarıdaki bilgilere ek olarak üretici firmaların teknolojiyi ne kadar iyi takip ettiklerine dair imaj kaygılarını da eklemek gerekir.

Hepsini bir araya toparlasak 3 değişik bakış açısıyla seçim yapılabilir:

- Tamamen mimari kaygılarla
- Teknolojik ve mimari kaygılar birlikte (Mimari ve günümüz teknolojisinin getirdiği otomasyon mühendisliği, elektrik/HVAC/bilgisayar ile)
- Saf tasarruf kaygısıyla (Elektrik + İnşaat + Makine [HVAC])

Sistemler, binalara prestij için özellikle konulduğunda ve randımanlı kullanılmadığında geri ödeme süreleri uzarken, iyi düşünülmüş uygulamalarda (kullanıcılarındaki ve çalışanlardaki verim artışı hariç) 3 sene zarfında yatırımı geri ödeyebilmektedir.

Örnek bir uygulamadaki tüketim ve otomasyon ile sağlanan tasarruflar *Şekil 10.2*, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 ile *Tablo 10.3* ve *10*'da verilmiştir.

10.2. AYDINLATMA KONTROL SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ

Ofis alanları için aydınlatma kontrol sistemi geniş monitör ve raporlama imkanlarını da içeren bir aydınlatma yönetim sisteminden oluşmaktadır.

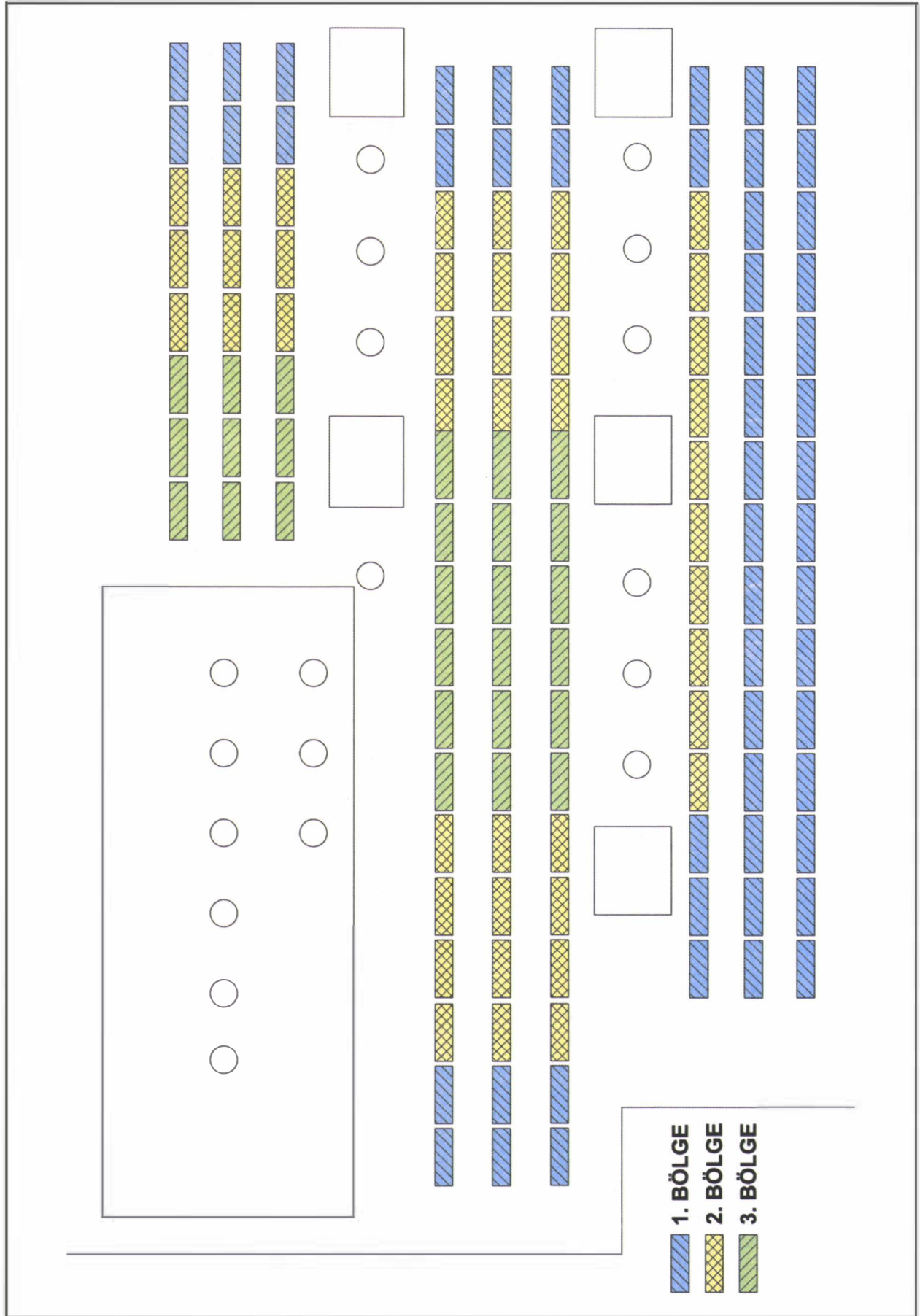
Bilgisayar aracılığı ile sağlanacak komple merkezi yönetimin kullanıcı kontrolü ile birleşmesinden oluşan bu sistem, telefonlardan ve yerel anahtarlardan bağımsız olarak çalışacaktır. Sistem kontrolün tamamen esnek olmasını gerektirmektedir. Her bir armatür ya da line bir röle vasıtasıyla ya da DALI protokolü ile birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilecektir.

Açıp kapama ile ilgili tüm değişiklikler tavandaki modüllerin açılmasına gerek olmadan, bilgisayar terminalinden yönlendirilebilecektir.

Sistem hem donanım hem de donanıma açıp kapama ile ilgili talimatları iletmelidir. Sistem operasyonunun merkezi programlama ile yapılmasını sağlayan yazılımı da içermelidir.

YKB Gebze Otomasyon Merkezi	>%30
Şişe Cam Genel Müdürlük Binası	>%23
Hugo BOSS	>%20

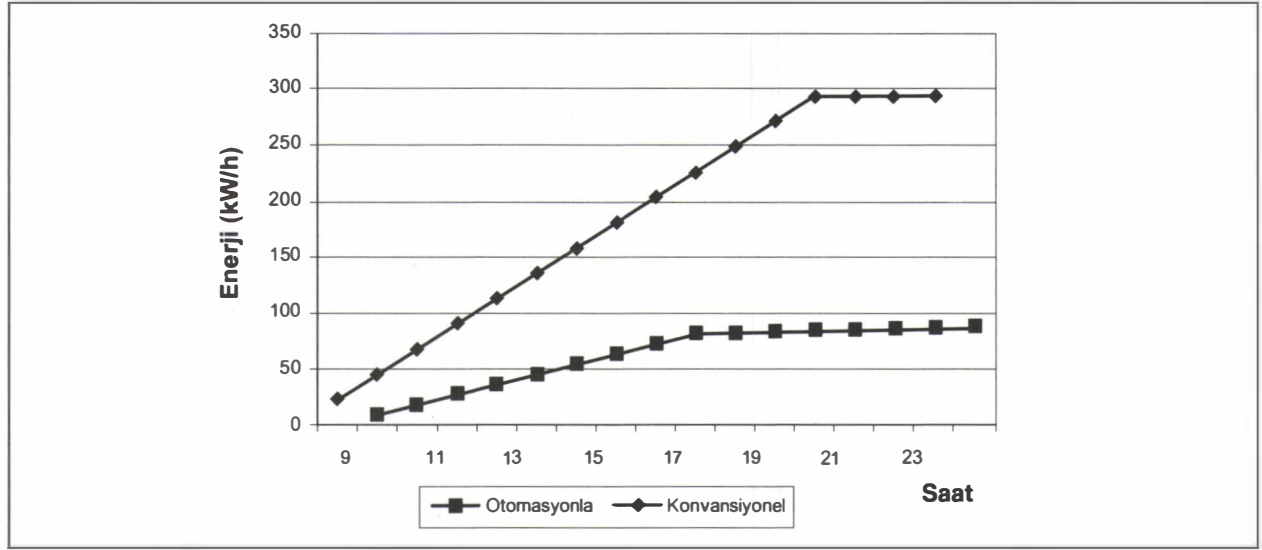
Tablo 10.1. ÖRNEK TASARRUF MİKTARLARI



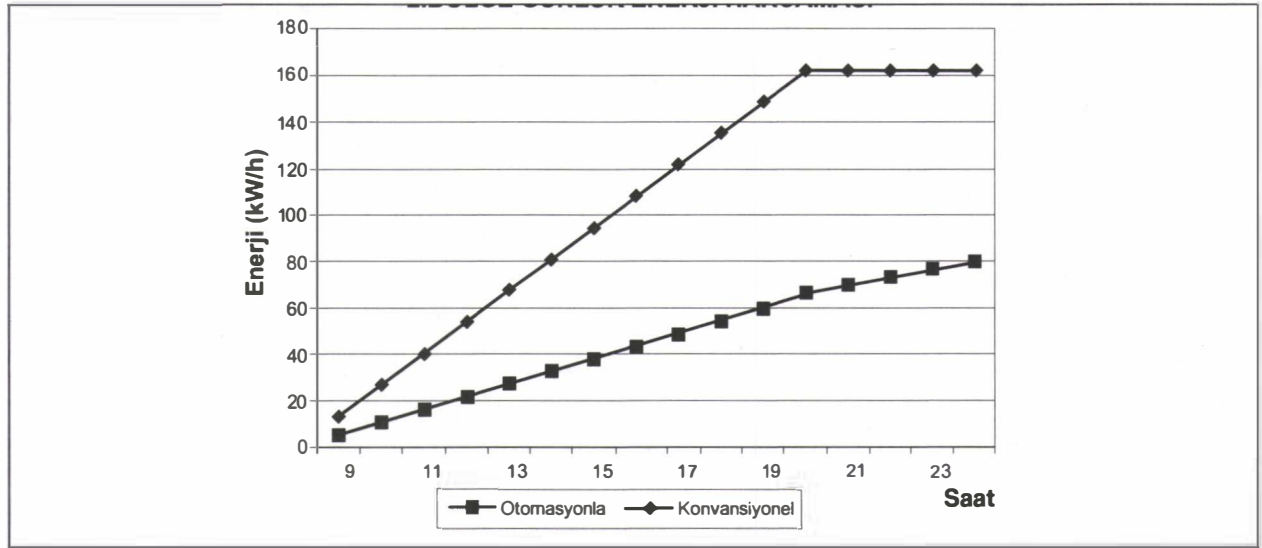
Şekil 10.2. AYDINLATMA BÖLGELERİ

	Konvansiyonel Kümülatif Enerji	Anılan Saatte Kullanılan Armatür Yüzdesi	İndirgenmiş Kullanılan Lamba Sayısı	Anılan Saatte Koaraksiyonel Kullanımında Çekilen Güç	Kış Diliindeki Tasarruf	Anılan Saatte Kış için Tasarruf Edilmiş Değer	Yaz Diliindeki Tasarruf	Anılan Saatte Yaz için Tasarruf Edilmiş Değer	Otomasyonla Yaz Kış Ortalaması	Otomasyonla Yaz Kış Kümülatif	Otomasyonla Anılan Saatte Harcanan Yıllık Enerji	Otomasyonla Anılan Saatte Harcanan Kümülatif Enerji
1. BÖLGE												
9:00	23	100	750	22,5	% 60	13,5	% 40	9,0	kWh/gün 9,0	kWh/gün 9,0	1.980	1.980
10:00	45	100	750	22,5	% 60	13,5	% 40	9,0	9,0	18,0	1.980	3.960
11:00	68	100	750	22,5	% 50	11,3	% 40	9,0	9,0	27,0	1.980	5.940
12:00	90	100	750	22,5	% 50	11,3	% 40	9,0	9,0	36,0	1.980	7.920
13:00	113	100	750	22,5	% 50	11,3	% 40	9,0	9,0	45,0	1.980	9.900
14:00	135	100	750	22,5	% 50	11,3	% 40	9,0	9,0	54,0	1.980	11.880
15:00	158	100	750	22,5	% 50	11,3	% 40	9,0	9,0	63,0	1.980	13.860
16:00	180	100	750	22,5	% 50	11,3	% 40	9,0	9,0	72,0	1.980	15.840
17:00	203	100	750	22,5	% 60	13,5	% 40	9,0	9,0	81,0	1.980	17.820
18:00	225	20	150	4,50	% 20	0,90	% 20	0,9	0,9	81,9	198	18.018
19:00	248	20	150	4,50	% 20	0,90	% 20	0,9	0,9	82,8	198	18.216
20:00	270	20	150	4,50	% 20	0,90	% 20	0,9	0,9	83,7	198	18.414
21:00	293	20	150	4,50	% 20	0,90	% 20	0,9	0,9	84,6	198	18.612
2. BÖLGE												
9:00	14	100	450	13,5	% 60	8,10	% 40	5,4	kWh/gün 5,4	kWh/gün 5,40	1.188	1.188
10:00	27	100	450	13,5	% 60	8,10	% 40	5,4	5,4	10,8	1.188	2.376
11:00	41	100	450	13,5	% 50	6,80	% 40	5,4	5,4	16,2	1.188	3.564
12:00	54	100	450	13,5	% 50	6,80	% 40	5,4	5,4	21,6	1.188	4.752
13:00	68	100	450	13,5	% 50	6,80	% 40	5,4	5,4	27,0	1.188	5.940
14:00	81	100	450	13,5	% 50	6,80	% 40	5,4	5,4	32,4	1.188	7.128
15:00	95	100	450	13,5	% 50	6,80	% 40	5,4	5,4	37,8	1.188	8.316
16:00	108	100	450	13,5	% 50	6,80	% 40	5,4	5,4	43,2	1.188	9.504
17:00	122	100	450	13,5	% 60	8,10	% 40	5,4	5,4	48,6	1.188	10.692
18:00	135	100	450	13,5	% 80	10,8	% 40	5,4	5,4	54,0	1.188	11.880
19:00	149	100	450	13,5	% 80	10,8	% 40	5,4	5,4	59,4	1.188	13.068
20:00	162	100	450	13,5	% 80	10,8	% 50	6,8	kWh/gün 6,8	kWh/gün 66,2	1.485	14.553
3. BÖLGE												
9:00	9	100	300	9,00	% 60	5,40	% 40	3,6	kWh/gün 3,6	kWh/gün 3,60	792	792
10:00	18	100	300	9,00	% 60	5,40	% 40	3,6	3,6	7,20	792	1.584
11:00	27	100	300	9,00	% 50	4,50	% 40	3,6	3,6	10,8	792	2.376
12:00	36	100	300	9,00	% 50	4,50	% 40	3,6	3,6	14,4	792	3.168
13:00	45	100	300	9,00	% 50	4,50	% 40	3,6	3,6	18,0	792	3.960
14:00	54	100	300	9,00	% 50	4,50	% 40	3,6	3,6	21,6	792	4.752
15:00	63	100	300	9,00	% 50	4,50	% 40	3,6	3,6	25,2	792	5.544
16:00	72	100	300	9,00	% 50	4,50	% 40	3,6	3,6	28,8	792	6.336
17:00	81	100	300	9,00	% 60	5,40	% 40	3,6	3,6	32,4	792	7.128
18:00	90	100	300	9,00	% 80	7,20	% 40	3,6	3,6	36,0	792	7.920
19:00	99	100	300	9,00	% 80	7,20	% 40	3,6	3,6	39,6	792	8.712
20:00	108	100	300	9,00	% 80	7,20	% 50	4,5	kWh/gün 4,5	kWh/gün 44,1	990	9.702

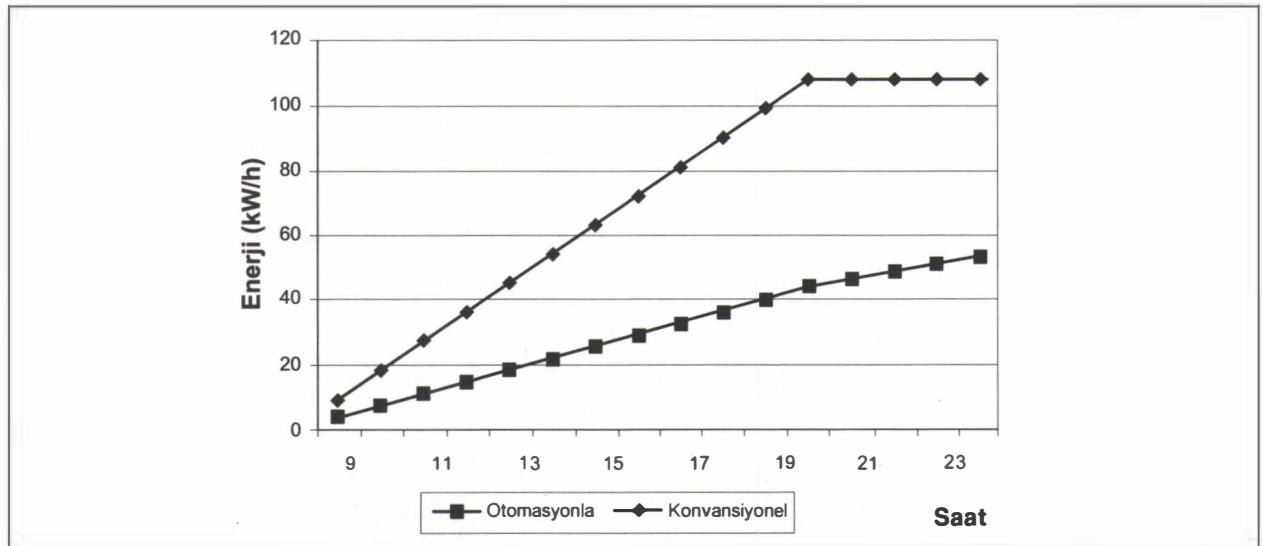
Tablo 10.3. OTOMASYONLA YAPILAN TASARRUFUN HESAPLANMASI



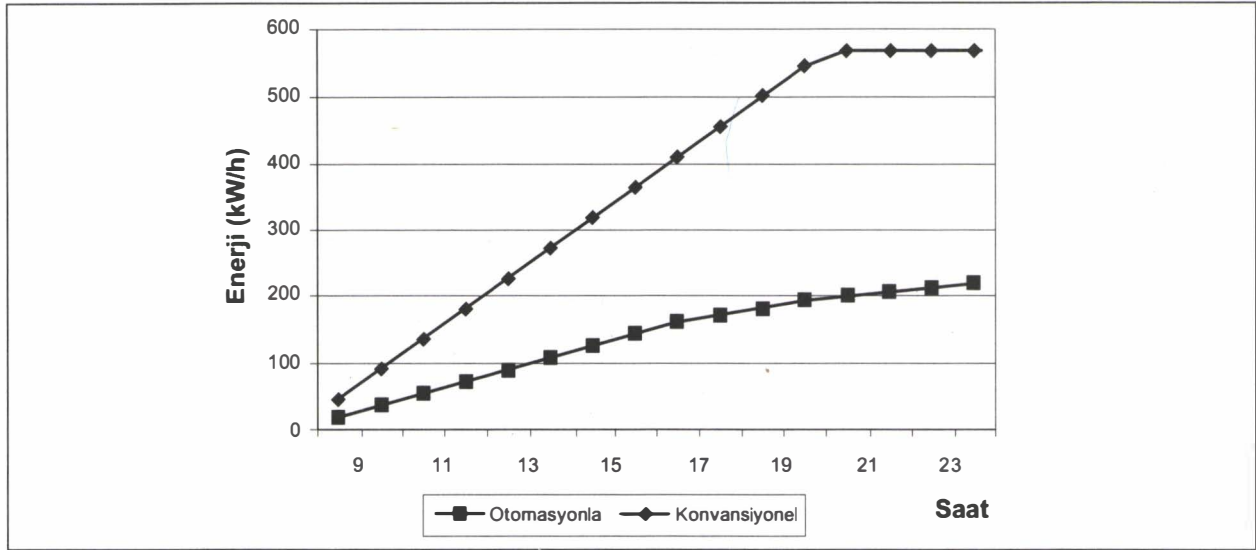
Şekil 10.4. 1. BÖLGE GÜNLÜK AYDINLATMA ENERJİ TÜKETİMİ



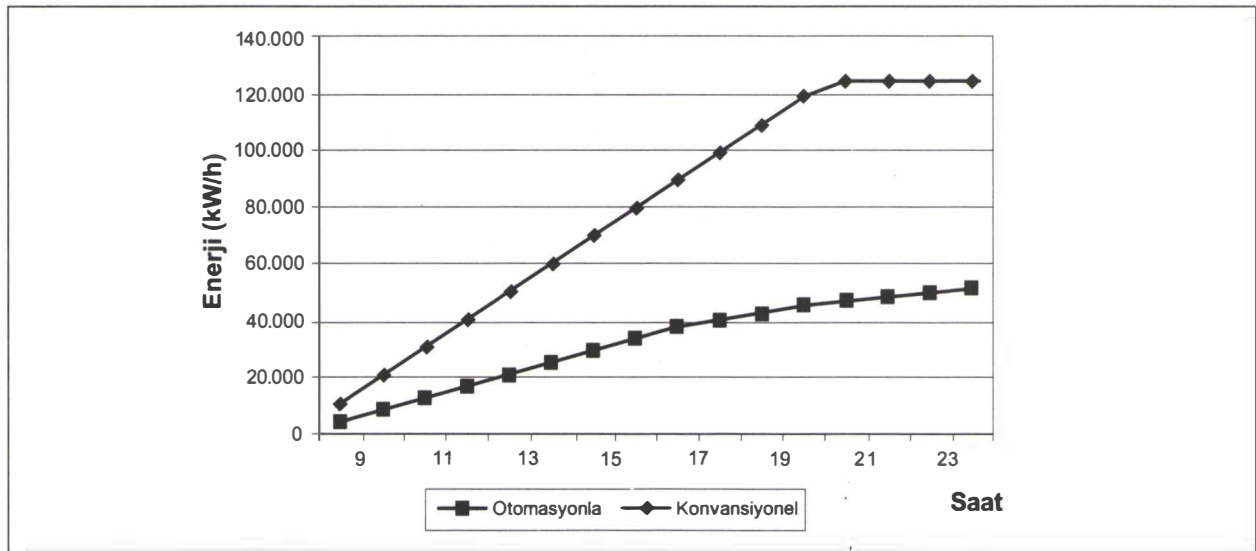
Şekil 10.5. 2. BÖLGE GÜNLÜK AYDINLATMA ENERJİ TÜKETİMİ



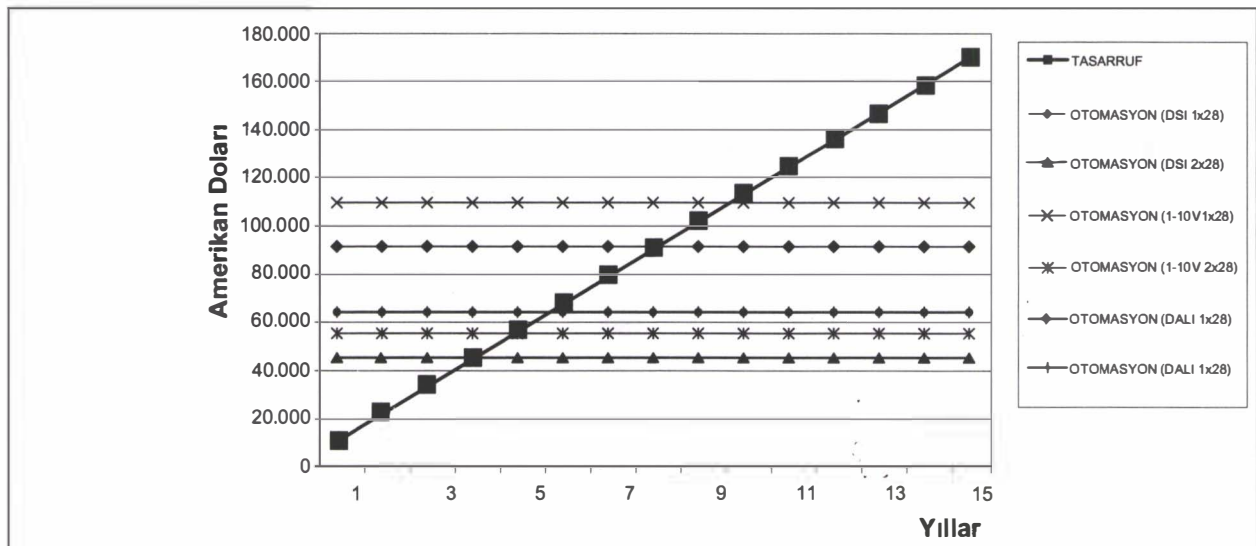
Şekil 10.6. 3. BÖLGE GÜNLÜK AYDINLATMA ENERJİ TÜKETİMİ



Şekil 10.7. AYDINLATMA TOPLAM GÜNLÜK TÜKETİMİ



Şekil 10.8. AYDINLATMA TOPLAM YILLIK TÜKETİMİ



Şekil 10.9. 15 YILLIK DÖNEM ÖZETİ

Aydınlatma yönetim sistemi bir merkezi bilgisayar kontrolörü, aydınlatma kontrol modülleri ve bölgesel kontrol araçlarından oluşmalıdır.

PABX Call Logger aracılığıyla bir telefon ara yüzü ile telefon üzerinden sisteme kontrol edilebilecek altyapı olmalıdır.

Bilgisayar sistem operasyonunu gözeterek, otomatik komutlar iletecek ve aydınlatmanın merkezi manuel kontrolünü de sağlayacak şekilde programlanmalıdır. Komutlar her katta “outstation” olarak görev yapan yer kontrolörleri aracılığıyla aydınlatma kontrol modülüne iletilecek ve aydınlatma merkezi veya yerel komutlar vasıtasıyla yönlendirilmiş olmalıdır. Tüm ofis aydınlatma kontrol modülleri birbirinin aynı ve birbirinin yerine kullanılabilir nitelikte olmalıdır.

Mühendisin sistemi genişletebilmesi veya ilave kontrol imkanları ekleyebilmesi için % 10 yedek çıkış temin edilmelidir.

İlave modüllerin eklenmesi aydınlatma sisteminin adreslenmiş nodlarının yeniden programlanmasını gerektirmemelidir.

10.2.1. LOKAL KONTROL

Aydınlatma her grup/kişi tarafından network üzerinden

idare edilebilecektir. Bunun yanı sıra istenirse anahtar kontrolü de uygulamaya alınacaktır.

Anahtarlama için sistem;

PIR detektör (Infra-red hareket sensörü), anahtar, günışığı sensörü, vb cihazlardan sinyal alabilecektir.

10.2.2. ANAHTARLAR

Anahtarlar “momentary” kontak tipi seçilecektir.

10.2.3. NETWORK ÜZERİNDEN BİLGİSAYAR KONTROLÜ

Merkezi bilgisayar sistemi üzerinden bağlantı kurularak gerektiğinde yazılımın her kullanıcı için 4 bölgede ışıklarını kontrol etmesi için yöntem belirlenecektir.

10.2.4. GÜN IŞIĞI DETEKTÖRLERİ

Ortamdaki ışık şiddeti bilgisini dijital olarak sisteme iletebilecek ve seviye yazılımdan değiştirilebilecektir.

10.2.5. HAREKET DETEKTÖRLERİ

Pasif infrared detektörler 6 m çapında bir alanı kontrol edebilmeli buradan gelen bilgi ile ışıkların ayarlanabilir bir gecikme ile söndürülmesi (8, 15 veya 30 dakika) sağlanabilecektir.

	Konvansiyonel Kullanımda Toplam Günlük Harcama	Otomasyonlu Kullanımda Toplam Günlük Harcama	Konvansiyonel Kullanımda Yıllık Harcama	Otomasyonlu Kullanımda Yıllık Harcama	Konvansiyonel Kullanımda Yıllık Enerji Bedeli	Otomasyonlu Kullanımda Yıllık Enerji Bedeli
1. KADEME	kWh	kWh	kWh	kWh	USD	USD
9:00	45	18	9.900	3.960	1.485	594
10:00	90	36	19.800	7.920	2.970	1.188
11:00	135	54	29.700	11.880	4.455	1.782
12:00	180	72	39.600	15.840	5.940	2.376
13:00	225	90	49.500	19.800	7.425	2.970
14:00	270	108	59.400	23.760	8.910	3.564
15:00	315	126	69.300	27.720	10.395	4.158
16:00	360	144	79.200	31.680	11.880	4.752
17:00	405	162	89.100	35.640	13.365	5.346
18:00	450	172	99.000	37.818	14.850	5.673
19:00	495	182	108.900	39.996	16.335	5.999
20:00	540	194	118.800	42.669	17.820	6.400
21:00	563	200	123.750	44.105	18.563	6.616
22:00	563	207	123.750	45.540	18.563	6.831
23:00	563	214	123.750	46.976	18.563	7.046
00:00	563	220	123.750	48.411	18.563	7.262

Tablo 10.10. OTOMASYONLA YAPILAN TASARRUFUN
1. BÖLGE İÇİN ÖZETİ

XI. BÖLÜM

DÜŞEY TAŞIMA (ASANSÖRLER)

Yüksek binaların yapımı, asansörün ve asansör güvenlik sistemlerinin geliştirilmesi ve bu sayede insanların hızlı bir şekilde binanın çeşitli katlarına taşınması sonucunda mümkün olmuştur. Mekanik tesisat projecisi, asansörlerin binaya yerleştirilmesinden ziyade, asansör şaftının yada mekanik odanın havalandırılması ve hassas elektronik operasyon cihazlarının bulunduğu asansör mekanik odalarının soğutulması ile ilgilenir.

11.1. SİSTEM ALTERNATİFLERİNİN TEMELİ

Bütün yüksek binaların düşey taşıma sistemine ihtiyacı vardır. Düşey taşıma sistemi asansörleri ve yürüyen merdivenleri kapsar. Yürüyen merdiven bazı sınırlı ve özel ihtiyaçları karşılamak için kullanılır. Örneğin binanın giriş katından yukarıda bulunan lobiye yada aşağıda bulunan kafeteryalara çok miktarda insan taşımak için kullanılır. Ancak her binada yürüyen merdiven kullanılması zorunlu değildir.

Asansörlerin seçimi ve çekirdekteki yerinin tespiti mimar için çok kritik bir öneme sahiptir. Aşağıda bahsedilen kurallara göz gezdirdiğimizde, konsept tasarım amaçları, alana bağlı olan asansör sayısı, binadaki popülasyonun çeşitliliği gibi kuralların uygulanmasının her zaman yüksek binaların güncel tasarımlarına uymadığı, ancak çoklu uygulamalar, asansör tipleri ve mümkün olan çözümlerin doğasındaki karmaşıklığın, güncel tasarıma uygulanabildiği görülebilir. Tasarım ekibini bir arada tutan müteahhit, asansör müşavirinin neler istediğini bilmelidir. Bir bina bitirildiği zaman binada kurulan asansör sisteminin performansını değiştirmek veya geliştirmek mümkün olamaz.

Asansör sistemi, asansör sayısı, kabin yerleşimi, kabin kapasitesi ve buna bağlı olarak bir kerede kaç kişinin kabinde bulunabileceği, asansör hızı gibi bir çok husus göz önüne alınarak hesaplanır. Bunların dışında binanın kat sayısı, değişik katlardaki nüfus, özel kullanım alanlarının (örneğin kafeterya) yerleşimi ve inşa edilen binanın kullanım şekli de önemlidir. Bir şirket veya tek kullanıcı bina ile çoklu kullanıcı bir bina kıyaslandığı zaman farklı asansör alternatifleri oluşur.

Çeşitli bina tiplerindeki nüfus düşey taşıma müşavirleri ve binadaki kullanılabilir yere göre asansör üreten firmalar ve çoklu binalardaki güncel nüfusun analizi ile hesaplanır.

Bu çalışmalar sonucunda yaklaşık olarak her 14 - 15 m²'de bir insan bulunacağı hesaplanmıştır. Daha özel

odalar örneğin eğitim ve seminer salonları daha yoğun olur ve yaklaşık 6,5m²'de bir insan bulunacağı düşünülür. Avrupa ve Asya'da Amerika'ya oranla daha çok insan bulunur.

Asansör hesabında kullanılan nüfus yoğunluğu, mekanik tesisat hesaplarında kullanılan yoğunluktan farklıdır. Mekanik tesisat hesabında sınırlı bir yerde, maksimum insan sayısı üzerinden hesap yapılır. Eşdeğer kullanıma bakılmaz. Ofislerde mekanik tesisat hesaplarında 9,3 m²'de bir insan alınmasından bu yana, bu iki hesap için farklar ortaya çıkmaktadır.

Bir projede, bu kurallar mimarın çekirdeğin konsept tasarımında kaç adet asansör olabileceğine karar vermesine yardımcı olur, bu da 3.700 - 4.600 m²'ye bir asansör (brüt) veya 225 - 250 kişiye bir asansör şeklindedir. Bu kurallar asansör danışmanının kesin asansör sayısı tespiti için çok önemlidir.

Binanın nüfusu belli olduğunda, asansör danışmanı, asansör sayısını ve hangi katlara hizmet verileceğini, asansör hızını, her kabinin platform kapasitesini ve bunların ağırlığını saptayabilir. Bu saptamalar genel olarak kabul edilmiş 2 kategorideki standartlar tarafından oluşur.

- İdare kapasitesi:

5 dakikada asansörlerin hizmet verdiği nüfusun yüzdesidir.

- Gönderim yoğunluğu:

En yoğun zamanda asansörün en alt kattan (lobi) kaç saniyede bir gönderildiğidir.

Bir ofis binasındaki idare kapasitesi o binanın asansör danışmanının o binanın kullanımına göre verdiği sınırlar içerisinde kalır. Bina bir müteahhidin yaptığı (yap - sat) bina ise %12,5, binanın sahibinin kendisinin bina ise %15'tir.

Kabul edilebilen gönderim yoğunluğu ise binanın sahibinin kendisinin kullandığı binada 25 veya daha az, çok kullanıcı yap - sat binada ise 30 veya daha azdır. Bu iki kavram (idare kapasitesi ve gönderim yoğunluğu) tecrübeye dayanan bazı varsayımlarla elde edilir. Bu varsayımlar, asansörlerin hizmet ettiği insan sayısının temini ile başlar, en yüksek kullanım zamanında (genelde insanların işe geldiği sabah saatlerinde) asansör kullanım sayısı, her turda kaç insan taşındığı, asansörün kaç defa durduğu ve varsayılan asansör hızı ile devam eder. Bu varsayımlarla yapılan hesaplamalarda bazı iterasyonlar yapılır; asansörlerin hizmet ettiği katlardaki değişiklik, bir asansör grubundaki asansör sayısı, her asansörün kapasitesi, her asansörün alternatif hızları vb. Bu hesap şekline Türkiye'de trafik hesabı denilmektedir.

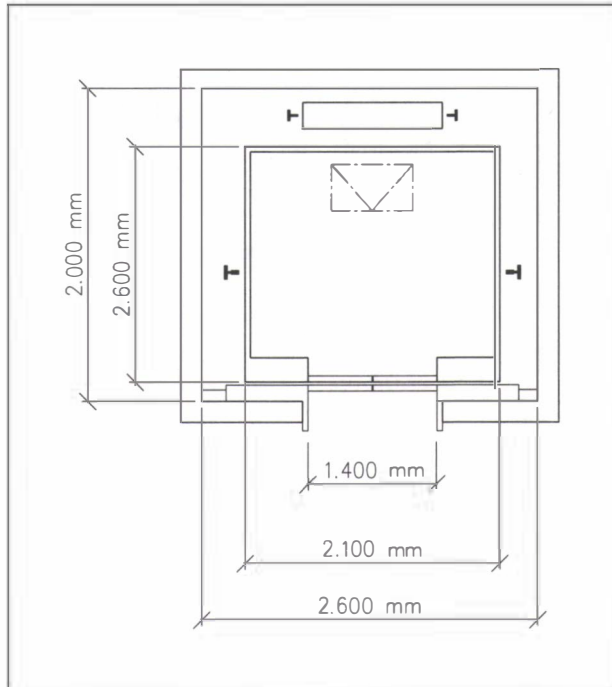
11.2. ALTERNATİF ASANSÖR UYGULAMALARI

Yüksek ticari binalarda (ofis binaları için elde edilen İdare kapasitesi ve gönderim yoğunluğu) ihtiyacı karşılayabilmek için çoklu asansör gruplarına gereksinim duyulur. Kabul edilen bazı standartlar vardır:

- Amerika'da 1. sınıf ofis binaları için platform taşıma kapasitesi 1.600 kg ile 1.800 kg aralığında olmalıdır. Genelde platform ölçüleri, yolcuların rahat giriş çıkış yapabilmesi için, genişlik derinlikten daha büyük olacak şekilde tasarlanmalıdır. *Şekil 11.1'*de tipik bir 1.600 kg'lık asansör gösterilmiştir.
- Bir projedeki her grup için İdare kapasitesi ve gönderim yoğunluğu yaklaşık olarak eşit olmalıdır. Gruplar arası kıyaslama yapıldığında her iki kriter de birbirinden en fazla %10 farklı olmalıdır.
- Bir grupta olabilecek maksimum asansör sayısı 8 ile sınırlandırılmıştır. 4 - 4 zıt yönlerde iki gruba ayrılıp her talebe cevap verilebilecek şekilde yerleştirilir (Bu şekilde zıt yönde yapılan yerleşim şekli, mimariyi statik hesaplar açısından zorlamaktadır. Çift yönlü deprem yükleri, bu tür binalarda asansör perdeleri ile daha rahat alınmaktadır.).
- 4 veya 6 asansör var ise aynı şekilde 2'li veya 3'lü iki grup halinde yerleştirilir.

Yerleşimler *Şekil 11.2'*de gösterilmiştir.

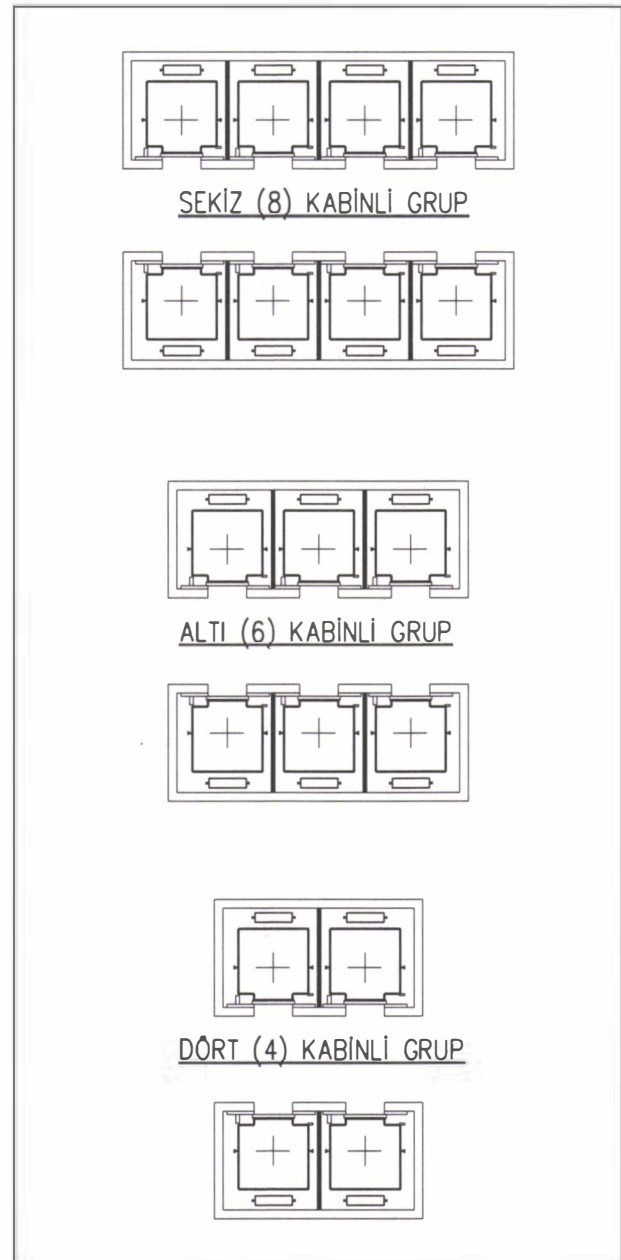
Yukarıdaki standartlar, verilen özelliklerde göreceli olarak eşit idare kapasitesi ve gönderim yoğunluğuna gereksinim duyarlar. Bunun sonucunda ise her grup



Şekil 11.1. TİPİK YOLCU ASANSÖRÜ ÖLÇÜLENDİRMESİ (1.600 kg)

eşit sayıda kata hizmet veremez. Bunun sonucunda yüksek katlara hizmet veren gruplar daha uzun yol kat ederler yolculuklarını da doğal olarak daha uzun zamanda bitirirler. Buna bağlı olarak, yüksek katlara hizmet veren gruplar daha seyrek katlara hizmet vererek, yolculuk zamanını azaltarak gönderim yoğunluğunu yaklaşık olarak eşitler.

Bu prensiplerle, asansör danışmanı bina için gerekli asansörleri seçebilir ve ayarlayabilir. Bu aynı zamanda mimarla beraber bir görüş alışverişi süreci içerir çünkü mimar çekirdek tasarımına asansör seçimini de dahil eder. Fakat bu süreçte alternatif asansör seçimleri yapılabilir, farklı platform büyüklüklerinde, farklı hızlarda değişik çözümler elde edilebilir.



Şekil 11.2. TİPİK ALTERNATİF YOLCU KABİNİ UYGULAMALARI

11.2.1. SÜPER YÜKSEK BİNALAR İÇİN ÖZEL ÇÖZÜMLER

Son yıllarda asansör tiplerindeki yenilikler, süper yüksek binalardaki özel ihtiyaçları karşılayacak düzeye gelmiştir. Süper yüksek bina tanımı, bir binanın minimum 60 kattan oluşmasıdır. Asansör üreticileri iki özel çözüm ortaya koymuşlardır. Bunlardan ilki ara lobi yaklaşımı, diğeri ise çift - kabinli asansördür.

11.2.1.1. Ara Lobi Kavramı

Bu kavramda, yolcular giriş seviyesinden, yüksek hızda ve kapasitede, bir asansör grubu ile ara lobiye ulaşılır ve oradan da ikinci bir asansör grubu ile ara lobinin üzerindeki katlarına çıkarlar.

Şekil 11.3'te tek bir ara lobili yüksek binanın asansör yerleşimi gösterilmektedir. Binanın alçak olan yarısına lokal asansörler hizmet etmektedir. Bunlar alçak (low-rise), orta (mid-rise), yüksek (high-rise) gibi gruplara ayrılırlar. Bunların dışında bir ekspres asansör, insanları tekrar bir asansör grubuna ulaşabilecekleri ara lobiye çıkarır. Burada, aynı girişte olduğu gibi, alçak (low-rise), orta (mid-rise), yüksek (high-rise) grup asansörler vardır. Bu konfigürasyon aslında iki adet standart binanın üst üste konulmasıdır.

Bu proses 80 - 90 katlı veya daha fazla katlı binalarda, üç standart bina üst üste bulunuyormuş gibi düşünümlü uygulanabilir ve ikinci bir ara lobi kullanılabilir. Her bina kendi içerisinde lokal asansörlere sahip olur ve yüksek katlara gitmek isteyenler ekspres asansörler ile ara lobilere ulaşılır.

11.2.1.2. Çift - Kabin Kavramı

Bu kavramda, binada çekirdekte bulunan asansör şaftlarında belirli bir oranda yer azalması olacaktır. Buradaki bir asansör sadece tek sayılı katlara diğeri ise çift sayılı katlara hizmet eder. Girişteki iki kata ulaşım yürüten merdivenler ile sağlanır. Sonuç olarak iki asansör de aynı asansör şaftını kullanırlar ve daha verimli bir bina çekirdeği tasarımı yapılabilir. Bu da asansör masraflarını azaltır.

Şekil 11.4 çift - kabin uygulamasını gösterir.

Çift-kabin kavramı genellikle sınırlı yerlerde uygulanır. Tek kullanıcı ve yüksek nüfusa sahip binalarda veya binadaki şaft boşluğunun sınırlı olduğu yerlerde kullanılır. En çok rastlanan çift - kabin uygulaması genelde süper yüksek binalarda ara lobi uygulaması ile beraber görülür. Bu uygulamada ara lobiye çıkan asansörlerin hepsi çift - kabin asansördür. Bu şekilde bir düşey taşıma sistemi seçildiğinde, insanları doğru katlara çıkabilmek için binecekleri asansörlere götürecek yürüyen merdivenlerin kullanılması gereklidir. Bunun dışında her ara lobi de de aynı şekilde yürüyen merdiven kullanımı gereklidir (Şekil 11.4).

11.3. SERVİS ASANSÖRÜ

23.000 m²'ye kadar olan geniş ticari ofis binalarında servis asansörü ve servis lobisinin tasarım esnasında düşünülmesi gerekir.

Eğer bina boyutları 28.000 - 32.500 m² arasında ise binanın tasarımına mutlaka servis asansörü ilave edilmelidir. Servis asansörünün platformunun büyüklüğü, yolcu asansöründen farklı olarak onun kullanımına bağlıdır. Platformun derinliğinin enden büyük olması lazımdır. Asansörün giriş kapısı ise binadaki tek parke halindeki en büyük ekipmandan büyük olmalıdır. Şekil 11.5'te 2.800 kg'lık bir servis asansörünün ebatları vardır.

Servis asansörünün platformunun ideal ölçülerini bazen yapısal çerçeveye uydurmak gerekebilir. Binada servis asansörü bulunduğu zaman, binadaki mekanik tesisat odası dahil her kata hizmet verebilecek şekilde her katta servis lobileri bulunmak zorundadır. Bir yolcu asansörü ihtiyaç anında servis asansörüne dönüştürülebilir, ancak yüksek binalar için bu uygun değildir. Yüksek binaların çok geniş bir alana sahip olması, idare kapasitesi ve gönderim yoğunluğunun karşı etkisinden yüksek binalarda yolcu asansörü servis asansörü olarak kullanılamaz. Bunun dışında bir yolcu asansörünün servis asansörü olarak kullanılması demek, o asansörün her kata (buna mekanik oda da dahil) hizmet verememesi demektir.

11.4. DÜŞEY TAŞIMA İLE MEKANİK TESİSAT İLGİSİ

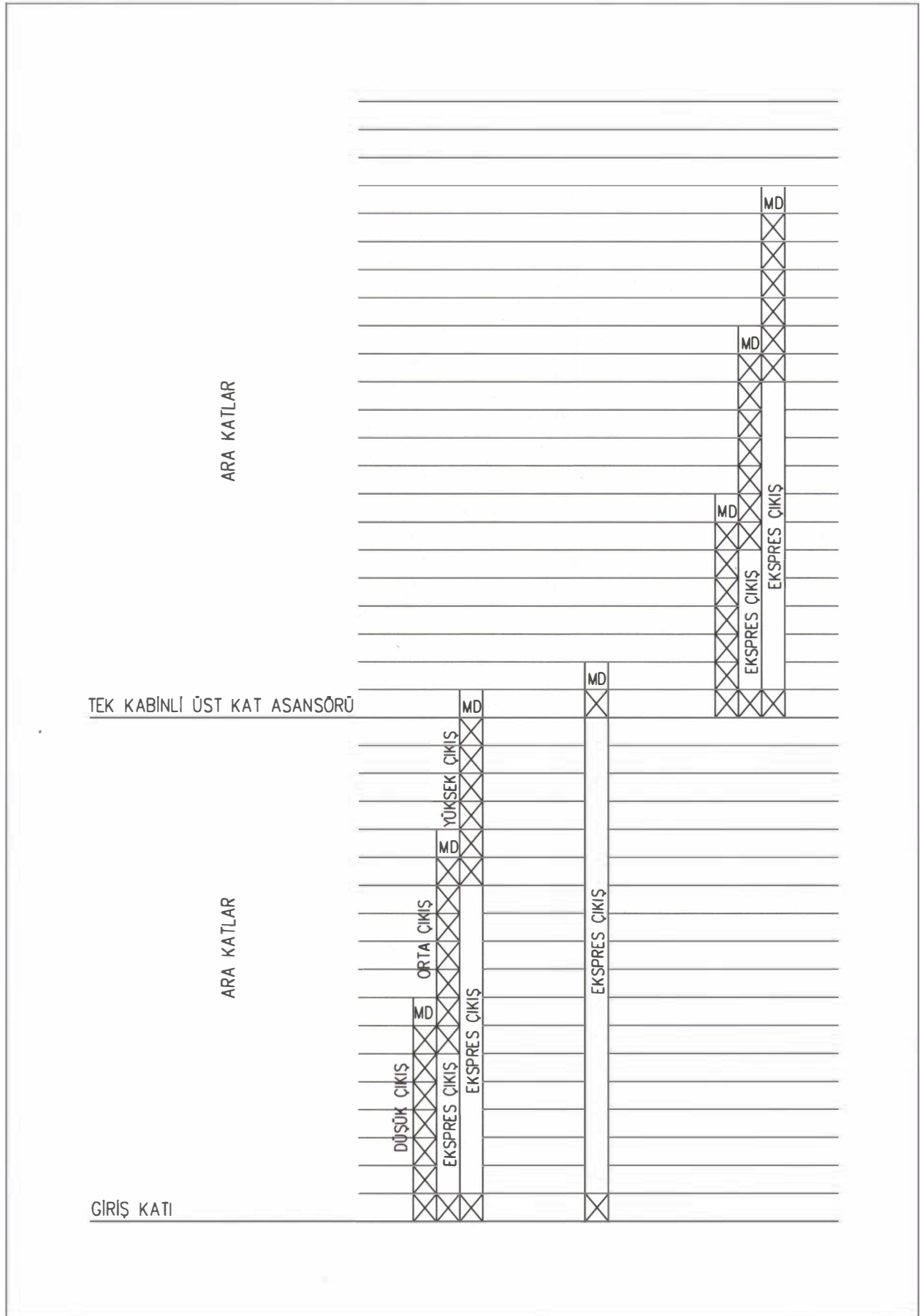
Mekanik tesisat tasarımcısının düşey taşıma ile olan ilgisi çok sınırlıdır. Standartlara uygun olarak sadece asansör mekanik odasını soğutmak, ve şaftı havalandırmakla görevlidir.

Asansör mekanik odasının her şaftın üzerinde olması ve her asansör mekanik odasının aynı zamanda binanın mekanik odası olarak kullanılması durumunda soğutma gerekli olan havalandırma ihtiyaçları basitleştirilmiş olur.

11.4.1. ASANSÖR MEKANİK ODASI SOĞUTMASI

Asansör mekanik odalarındaki soğutma sadece asansörün yukarı çekip indiren elektrik motoru için gerekli değildir. Aynı zamanda ısı üreticisi olan elektronik kontrol cihazları için de gereklidir. Asansör mekanik odası yazın en çok 27°C, kışın ise en az 16°C olmalıdır. Asansör mekanik odasını bu sıcaklıklar arasında tutabilmek için paket tipi su soğutmalı direkt genleşmeli cihaz gereklidir.

Fakat operasyonel bazı kısıtlamalardan bu su ünitesi kullanılamayabilir. Müteahhit ile birlikte alternatiflere bakılması gerekir.



Şekil 11.3. SÜPER YÜKSEK BİNALAR İÇİN ARA LOBİ UYGULAMASI

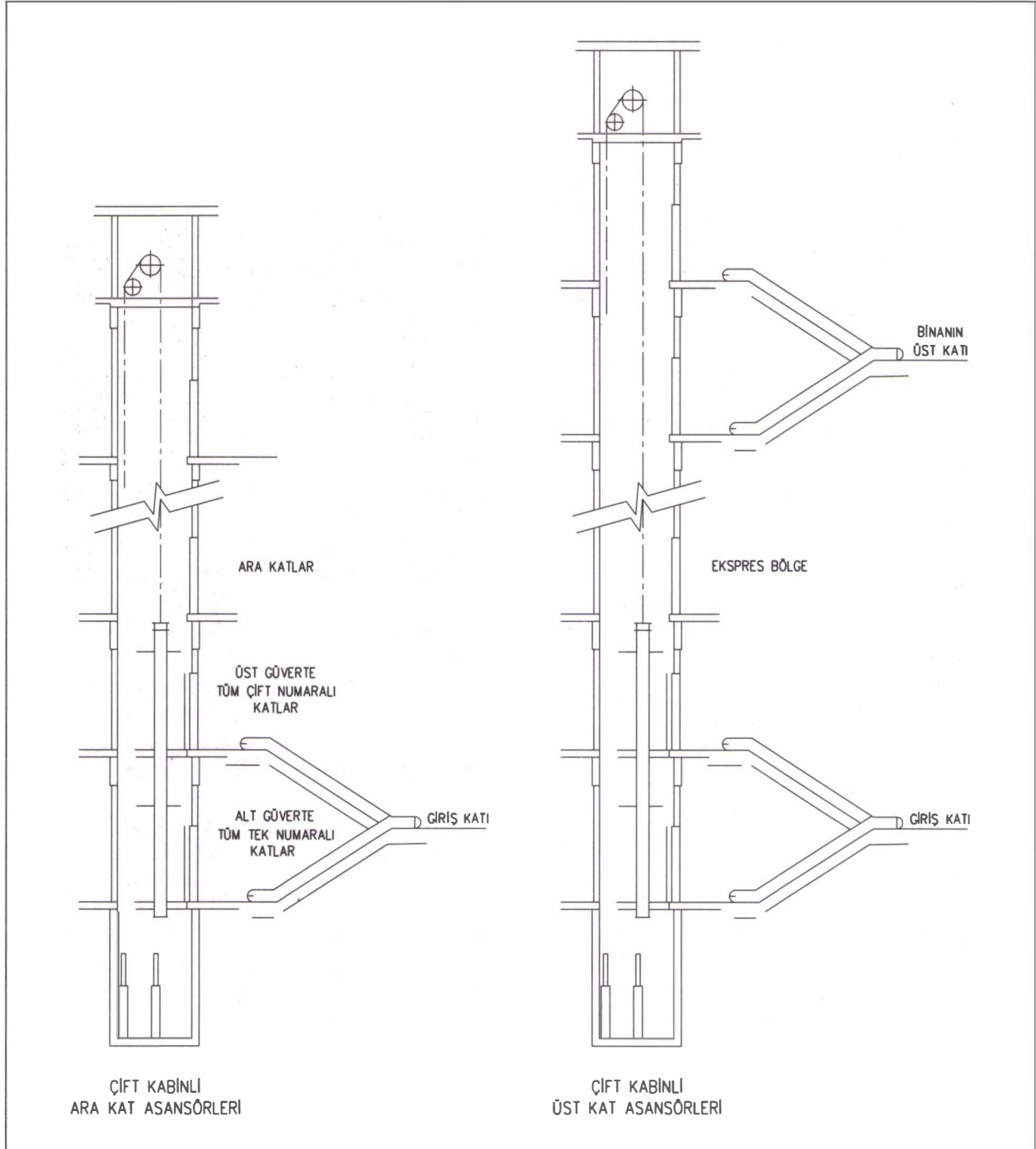
Alçak (low-rise), orta (mid-rise) asansörlerde paket tipi su soğutmalı direkt genişmeli cihaz kullanılması gerekli olabilir; çünkü asansör mekanik odaları binanın orta seviyesindedir. Hava soğutmalı direkt genişmeli cihaz ancak binanın üst katlarına hizmet veren asansörlerin mekanik odaları için kullanılabilir.

Su soğutmalı veya hava soğutmalı direkt genişmeli cihazın son boyutu asansör üreticisi firmadan alınan bilgiler doğrultusunda oluşturulur. Başlangıç tasarım evrelerindeki tasarım devamı için gereken genel bilgiler asansör danışmanı tarafından belirlenir. Soğutma

ihtiyacı içerideki elektronik aletler ve motorların kesinleşmesi ile belirlenir. Şu anki asansör tasarımları 35 - 52 kW veya daha büyük kapasitedeki direkt genişmeli cihazlara gereksinim duyar.

11.4.2. ASANSÖR BACASI VE MEKANİK ODASI HAVALANDIRMASI

Çoğu standartta olan bir gereksinim her asansör şaftının tepesinde bir havalandırma boşluğu olmasıdır. Bu boşluk asansör bacasının %3,5 alanına eşdeğer veya her asansör için 0,27 m² olmalıdır.



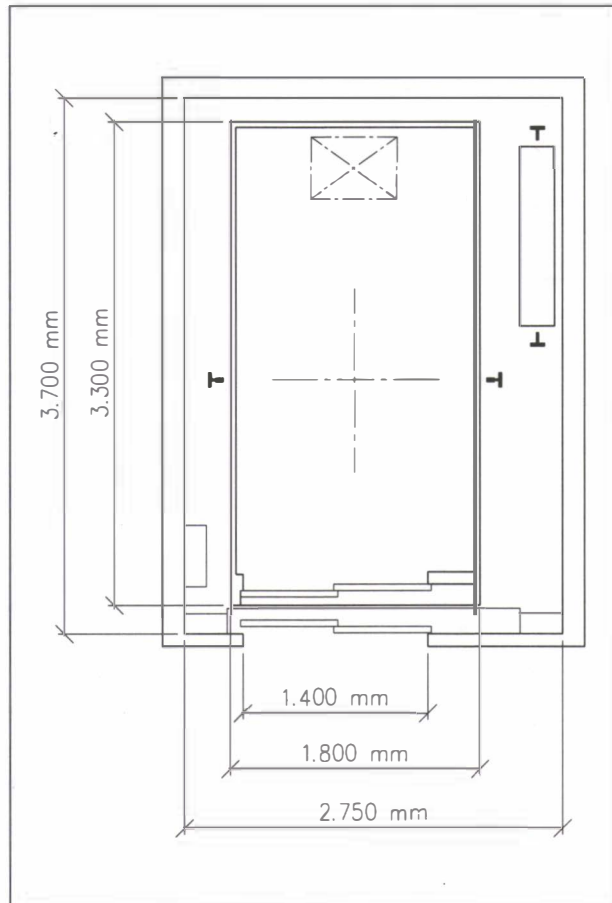
Şekil 11.4. YÜKSEK BİR BİNA İÇİN ÇİFT KABİN UYGULAMALARI

Bunun temel mantığı çok açık değildir, fakat binada bir yangın esnasında çıkan dumanın egzoz yapılması için olduğu muhtemeldir. Mekanik tesisat proje tasarımı atmosferde yapılması gereken egzoz bir kanal vasıtası ile yapılır. Bu binanın tepesinde kolaydır fakat asansör mekanik odası, mekanik cihaz odası olmayan alçak (low-rise), orta (mid-rise) asansörlerde bu kanal bağlantısı sıkıntı yaratır.

Asansör hızı 7 m/s'den fazla olan süper yüksek binaları tasarlarken, standartların isteği doğrultusunda, asansör aşağıya doğru hareket ederken yangın esnasındaki hızlı hava atışını sağlamak için havalandırma en alttan yapılır.

IBC Uluslararası Bina Standardının da içinde bulunduğu çoğu standartta olduğu gibi artık ticari ofis binaları tamamıyla sprinklerden oluşur. Bu yüzden yolcu asansörlerindeki egzoz ve bunun atmosfere atılması gereksiniminden vazgeçilebilir.

Fakat atmosfere egzoz servis asansörleri için halen bir gereksinimdir. Bu aslında daha kolay halledilir çünkü servis asansörü her kata hizmet verdiği için çatıdan bu işlem yapılır. IBC'ye ek olarak egzoz deliği bir otomatik damper vasıtası ile kapatılabilir. Bu damper asansör lobilerindeki duman sensörleri dumanı hissettiği zaman açılır.



Şekil 11.5. TİPİK SERVİS ASANSÖRÜ
ÖLÇÜLENDİRMESİ

11.5. ACİL DURUM ASANSÖRÜ (İTFAİYE ASANSÖRÜ)

Kullanımı doğrudan bina söndürme ve kurtarma ekiplerinin veya itfaiyenin denetimi altında olan ve ek korunum uygulanmış özel asansördür.

11.5.1. YANGINA MÜDAHALE ASANSÖRÜ TESİSATLARI

- Bir yangına müdahale asansörü (genellikle yangın asansörü olarak adlandırılır) bir yapı içinde, yangına müdahale ekiplerinin ve bunların kullandıkları ekipmanın üst ve alt katlara makul bir emniyet tedbiri dahilinde hızlı bir şekilde taşınmasını ve böylece de zor ve uzun yangına müdahale / kurtarma görevleri için yeterli enerjiyi korumasını sağlamak üzere tesis edilir.
- Asansör aynı zamanda normal koşullarda binada bulunanlar tarafından da kullanılabilir, ancak bir yangın acil durumunda, asansörün kontrolü genellikle asansörün yanında yangın hizmeti erişim düzeyinde bulunan yangına müdahale asansörü anahtarını kullanan yangına müdahale ekiplerine geçer.
- Asansör, dumanın ve yangının asansör kabinine ve / veya asansör kuyusuna girişi olasılığını minimize etmek için korumalı bir lobi içerisinde bulunabilir. Asansörün hızı herhangi bir kata çok kısa bir sürede erişilmesine olanak vermemelidir.
- Yangına müdahale asansörünün diğer bir amacı bir yangın acil durumu ortaya çıktığında özürlü insanların tahliye edilebilmesidir.
- Bir yangın asansörünün korumalı bir merdiven kenarına yerleştirilmesi gerekir, böylece asansörde bir arıza olması halinde, yangına müdahale ekipleri yaşamı tehdit edici bir bölgeye geçmek zorunda kalmaksızın merdivenleri kullanabilir. Bu amaca ulaşılabilmesi için, asansörün ve merdivenlerin korumalı bir shaft içerisinde bulunması ve asansörü / merdivenleri her bir kat düzeyinde barınma alanından (yangın / duman alanı) ayıran bir lobi olması iyi bir uygulama olarak kabul edilir.
- Artan sıcaklıkta bile görevini sürdürebilmelidir.
- Elektriksel bileşenleri sudan zarar görmeyecek (yangın kontrolü / yangına müdahale eden) şekilde tasarlanmalıdır.
- Yangına müdahale edenler ve kurtarma ekiplerinin nakli için yangın halinde asansörle bina içerisinde emniyetli ve güvenilir bir geçişin temin edilmesi gerekir.
- Ana güç kaynağının arızası halinde fonksiyonunu koruyabilmelidir.
- Acil durum iletişim tesisatına sahip olmalıdır.
- Bir Acil durum iletişim sistemi, yapı içinde, itfaiyeye, yangın durumunda görev yapan bina personeline veya eğitilmiş kullanıcılara bilgi iletim tesislerinin sağlanması amacıyla tesis edilebilir.

XII. BÖLÜM

TESİSATLARIN SİSMİK KORUMASI

12.1. GİRİŞ

17 Ağustos 1999 günü sabahı ülkemiz büyük bir acıyla uyandı. 17 binin üzerinde ölü, 30 bini aşkın yaralı ve yaklaşık 500 bin evsiz insanımız. Bu bilanço daha acısız olabilir miydi veya tıpkı ABD ve Japonya'daki gibi bizde de bu acı olay daha az kayıpla sonuçlanabilir miydi sorularının cevabı hiç şüphesiz “Evet”.

Depremlerdeki kayıpların %80'e varan payı deprem sonrası bina ve tesisatta oluşan hasarlar sebebiyle meydana geliyor. Yangın koruma sistemi, duman tahliye fanı, acil durum jeneratörü, asansörler vb birçok tesisat donanımı deprem sonrası kesinlikle çalışır durumda olmalı.

Aksi takdirde can ve mal kaybının önüne geçmek olanaksızdır. Çünkü depremler öngörülemez doğal afetlerdir. Hiçbir insan gelecekteki bir depremi önceden bilip bunun sonuçlarından kaçamaz. Bununla birlikte, günümüze kadar gerçekleşmiş olan depremlerden elde edilen gözlemsel veriler doğrultusunda, bundan sonra olacak depremlerin büyüklüklerine dair gözleme dayalı hesaplar yapılabilir. Neticede bu hesaplar, içinde yaşadığımız mekânların, binalarımızın ve tesislerimizin depreme karşı korunmasına bir temel oluşturacaktır.

Günümüzde profesyonel deprem mühendisleri, depreme dayanıklı binalar inşa etmemizi sağlayacak bilgi birikimine ve deneyime sahiptirler. Ancak büyük bir projenin karar vericileri için kabul edilemez bir hata, yapısal olmayan bileşenlerin (özellikle tesisatların) sismik korumasının yaptırılmamasıdır. Söz konusu yapısal olmayan bileşenlerin, özellikle yangın sprinkler boruları, yakıt hatları, acil durum ve enerji sistemleri ve benzerlerinin sismik koruması hayati önem taşımaktadır.

İşlevlerini tam olarak yerine getirebilen mekanik ve elektrik tesisatları olmadan ne yangın koruması, ne enerji beslemesi, ne iletişim ve ne de sağlık hizmetleri sağlanabilir ve böylesi bir durum insan yaşamı ve kamu güvenliği açısından ölümcül sonuçlara sebep olacaktır.

12.2. TEMEL DEPREM BİLGİSİ

12.2.1. DEPREM NEDİR?

Depremi sözlük anlamı “Yer kabuğunun derin katmanlarının kırılıp yer değiştirmesi veya yanardağların püskürme durumuna geçmesi yüzünden oluşan sarsıntı, yer sarsıntısı, hareket, zelzele.” olarak belirtilmiştir. Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin, dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına

“DEPREM” denir. Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapıların da hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır.

Depremlerin meydana gelmesi; yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirlerine sürtünmeleri, birbirlerini sıkıştırmaları, birbirlerinin üstüne çıkmaları veya altına girmeleri gibi jeolojik hareketlerden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla dünyada meydana gelen depremlerin hemen büyük çoğunluğunun, bu levhaların birbirlerini zorladıkları levha sınırlarında dar kuşaklar üzerinde oluştuğu söylenebilir. Günümüzde dünya üzerinde varlığı bilinen ana tektonik levhalar *Şekil 12.1*'de görülmektedir.

Birbirlerini iten veya biri diğerinin altına giren iki levha arasında (*Şekil 12.2A*), harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Bir levhanın hareket edebilmesi için bu sürtünme kuvvetinin giderilmesi gerekir. İtilmekte olan bir levha ile diğer levha arasında sürtünme kuvveti aşıldığı zaman bir hareket oluşur (*Şekil 12.2B*). Bu hareket çok kısa bir zaman biriminde gerçekleşir ve şok niteliğindedir. Sonunda çok uzaklara kadar yayılabilen deprem (sarsıntı) dalgaları ortaya çıkar.

Bu dalgalar, depremin oluş yönünden uzaklaştıkça enerjileri azalmak suretiyle, geçtikleri ortamları sarsarak yayılırlar.

Bu sırada yeryüzünde, bazen gözle de görülebilen, kilometrelerce uzanabilen ve “fay” adı verilen arazi kırıkları oluşabilir (*Şekil 12.2C*).

Ancak bu kırıklar bazen yeryüzünde gözlenemez; tersine yüzey tabakaları ile gizlenmiş olabilir. Bazen de eski bir depremden oluşmuş ve yeryüzüne kadar çıkmış, ancak zamanla örtülmüş bir fay yeniden harekete geçebilir.

Depremler ortaya çıkış nedenlerine göre değişik türlerde olabilir:

- Yanardağların aktif hale geçmesiyle oluşan “volkanik” depremler,
- Yeraltındaki boşlukların çökmesiyle oluşan “çöküntü” depremleri,
- Yukarıda anlatıldığı şekilde yeryüzü levhalarının hareketi sonucu oluşan “tektonik” depremler.

Dünyada meydana gelen depremlerin büyük bir bölümü (%90) yukarıda anlatılan biçimdeki tektonik depremlerdir. Bu depremler çoğunlukla levhaların sınırlarında oluşur ve geniş bölgelerde büyük yıkımlara sebep olur. Türkiye’de olan depremler de büyük çoğunlukla tektonik depremlerdir.

12.2.2. DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ VE ŞİDDETİ

Deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak depremin büyüklüğü (magnitude) tanımı kullanılır.

Gerçekte deprem enerjisinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı yoktur. Bu sebeple depremin büyüklüğü parametresi, 1935 yılında ABD’de Prof. Richter tarafından bulunan bir yöntemle aletsel olarak belirlenen ölçümlere dayandırılmaktadır.

Richter Ölçeği yardımıyla bir depremin büyüklüğünü gözlemlerden ve hasar durumlarından bağımsız olarak saptamak mümkündür. Ancak bir depremin büyüklüğü, depremde meydana gelecek hasarlar ile doğrudan orantılı değildir. Çünkü bir deprem sığ veya derin odaklı olabilir. Büyüklüğü aynı olan iki depremden sığ olanı daha çok hasar yaparken, derin olanı daha az hasar yapacaktır. Buna göre, herhangi bir bina veya tesisat için belirli bir büyüklükteki

depreme dayanabilirlik derecesinden bahsedilemez. Çünkü aynı büyüklükteki depremlerin, diğer parametrelere de bağlı olarak (Şekil 12.3) meydana getireceği hasarlar arasında büyük farklar olabilir.

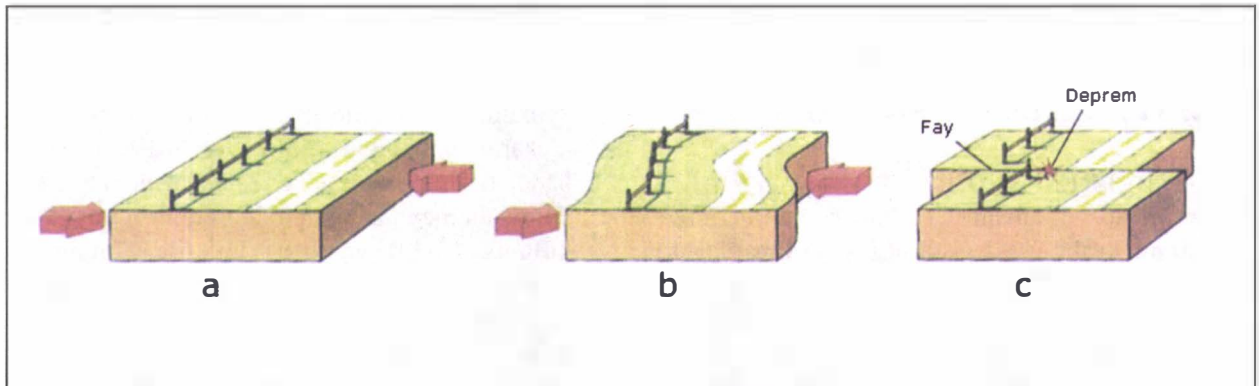
Bir başka deprem terimi olan depremin şiddeti ise herhangi bir derinlikte meydana gelen bir depremin yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır.

Diğer bir deyişle depremin şiddeti onun doğa, yapılar ve insanlar üzerindeki hasarlı etkilerinin bir ölçüsüdür. Bu etkiler depremin büyüklüğüne, odak derinliğine ve dış merkezden uzaklığa bağlı olarak değişiklikler gösterebilir. Şiddet depremin kaynağındaki büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermemekle beraber, deprem dolayısıyla oluşan hasarları yukarıda belirtilen etkenlere bağlı olarak yansıtır.

Depremin şiddeti, bugüne kadar yaşanmış depremlerin gözlenen etkileri sonucunda ve uzun yılların



Şekil 12.1. DÜNYADAKİ ANA TEKTONİK LEVHALAR



Şekil 12.2. FAYLANMA TEORİSİ

vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan Şiddet Cetvelleri'ne göre değerlendirilmektedir. Bir deprem olduğunda, bu depremin herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek için, o bölgede meydana gelen etkiler gözlenir ve gözlemler Şiddet Cetveli'ndeki hangi tanıma uygunsa o şiddet derecesi olarak değerlendirilir.

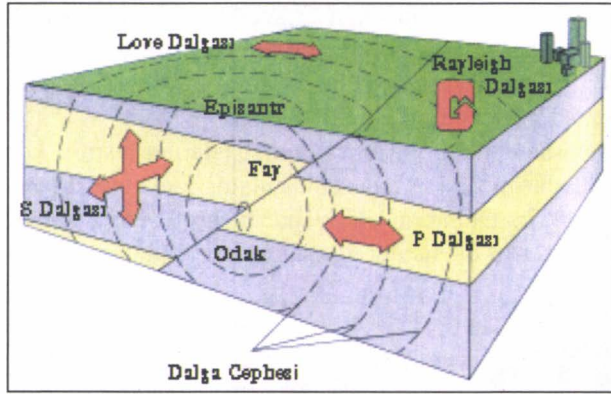
Dolayısıyla herhangi bir bina veya tesisat için belirli bir şiddetteki depreme dayanabilirlik derecesinden de bahsedilemez. Çünkü depremin şiddeti, zaten meydana gelmiş olan hasara göre belirlenir.

12.2.3. TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ

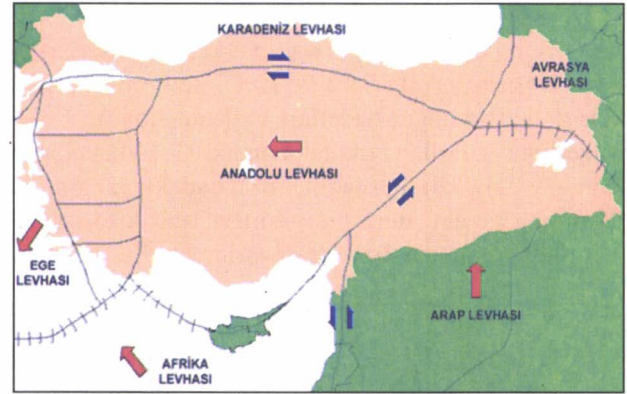
Dünyamızda en büyük ve en çok zarara yol açan depremlerin yaşandığı iki önemli deprem kuşağından biri, Japonya'yı ve Kuzey Amerika kıtasının batısını etkileyen Pasifik Deprem Kuşağı, diğeri ise Türkiye'yi de etkileyen Akdeniz - Himalaya Deprem Kuşağı'dır.

Avrasya - Afrika - Arap ana tektonik levhaları arasında bulunan Türkiye'nin (Şekil 12.1), bu büyük levhalar arasında yer alan nispeten küçük daha fazla sayıda levhadan ötürü neredeyse tamamının deprem kuşağı içinde olduğu bir gerçektir (Şekil 12.4). Türkiye'deki deprem bölgeleri; T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından yayınlanan Deprem Bölgeleri Haritası'nda belirtilmiştir (Şekil 12.5).

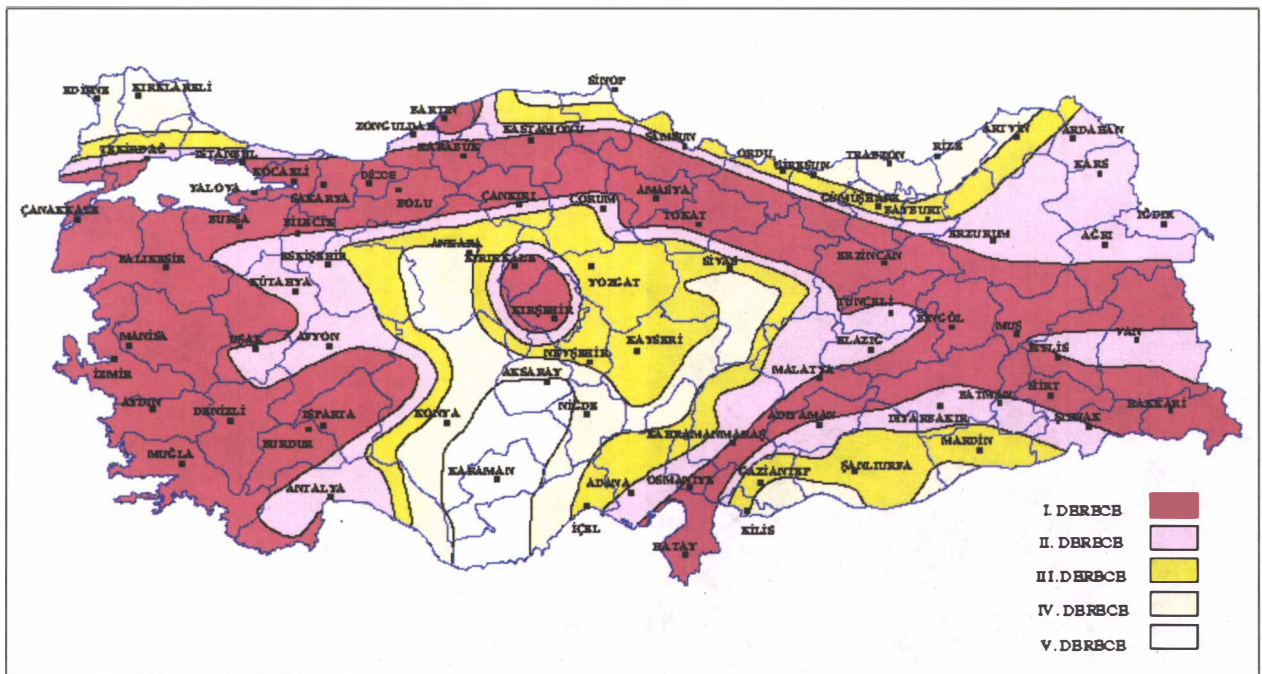
Haritadan da görüldüğü üzere başta Marmara, Ege, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde olmak üzere, özellikle Kuzey Anadolu fay hattının geçtiği bölgeler, deprem riski açısından en tehlikeli kabul edilen birinci derece deprem bölgeleridir. Üstelik ikinci derece bölgelerle birlikte ülkemizin neredeyse tamamının deprem kuşağında olduğu haritada net olarak görülmektedir.



Şekil 12.3. DEPREM PARAMETRELERİ



Şekil 12.4. TÜRKİYE'DEKİ TEKTONİK LEVHALAR



Şekil 12.5. TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI

12.3. TESİSATLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ

12.3.1. TESİSATLARDAN KAYNAKLANAN DEPREM HASARLARI

Depremler insanlık tarihi boyunca yıkıcı hasarlara, mal ve can kayıplarına sebep olmuş doğal afetlerdir. Üstelik antik çağlardan günümüze değin depremlerle ilgili pek fazla değişiklik olduğu da söylemez. Bir başka deyişle günümüzde halen depremler yıkıcı hasarlara, mal ve can kayıplarına sebep olmaktadır.

Ancak önemli bir değişiklik, günümüzde modern binalardaki tesisatların maliyetinin, binaların toplam maliyeti içinde çok büyük oranlara varmasıdır. Yüksek kapasiteli ve teknoloji ağırlıklı cihazlar olan soğutma grupları, soğutma kuleleri, sıcak su kazanları, klima santralleri, pompalar, hidroforlar, jeneratörler vb tesisat ekipmanları, kendi başlarına dahi çok yüksek maliyetler getirmektedirler.

Üstelik bu ekipmanların boru ve kanal tesisatlarına olan bağlantıları ile boru ve kanal hatlarının kendileri de kayda değer bedellere mal olmaktadır.

Maddi kaygılardan çok daha önemlisi ise insanların can güvenliğidir. Örneğin bir binadaki yangından korunma ve acil durum sistemleri, ancak tesisatlar sayesinde çalışır vaziyette olabilmektedir. Nitekim

uluslararası sigorta ve reasürans kurumlarının yaptığı araştırmalara göre, bir deprem sonrasında meydana gelen hasarların ve kayıpların %80'e varan kısmı yangınlardan kaynaklanmaktadır.

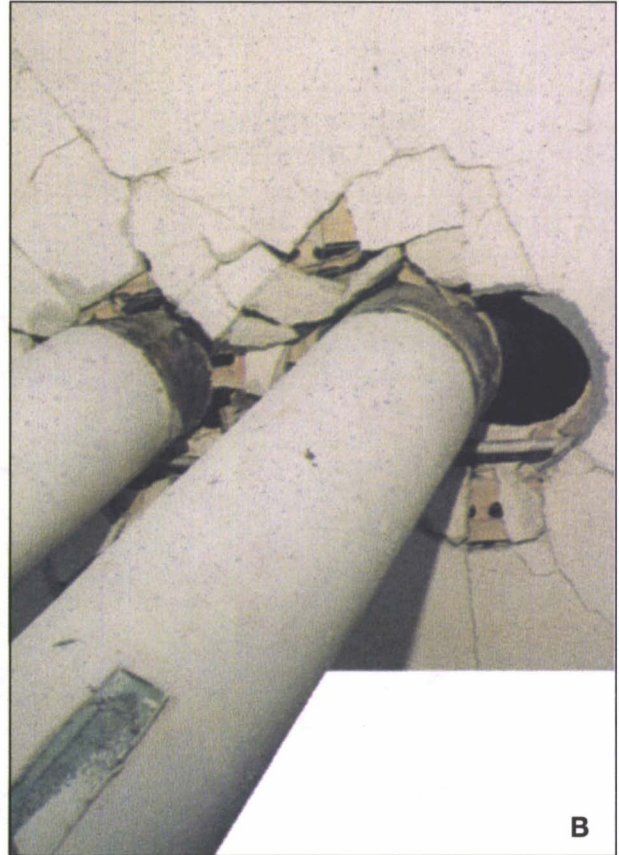
Şekil 12.6A'da kaidesine bağlanmamış bir soğutma kulesinin, depremde sonra devrilmiş hali görülmektedir. Şekil 12.6B'de ise duvar geçişinde tedbir alınmamış boruların depremde hem kendilerinde hem de duvarda meydana getirdikleri hasarlar görülmektedir.

Titreşim yalıtımı yapılmak üzere açık yaylı izolatörler üzerine yerleştirilen ve fakat beraberinde sismik sınırlandırıcı kullanılmamış olan bir çatı tipi paket klima (rooftop) cihazında deprem sonrasında meydana gelen hasarlar Şekil 12.7'de görülmektedir.

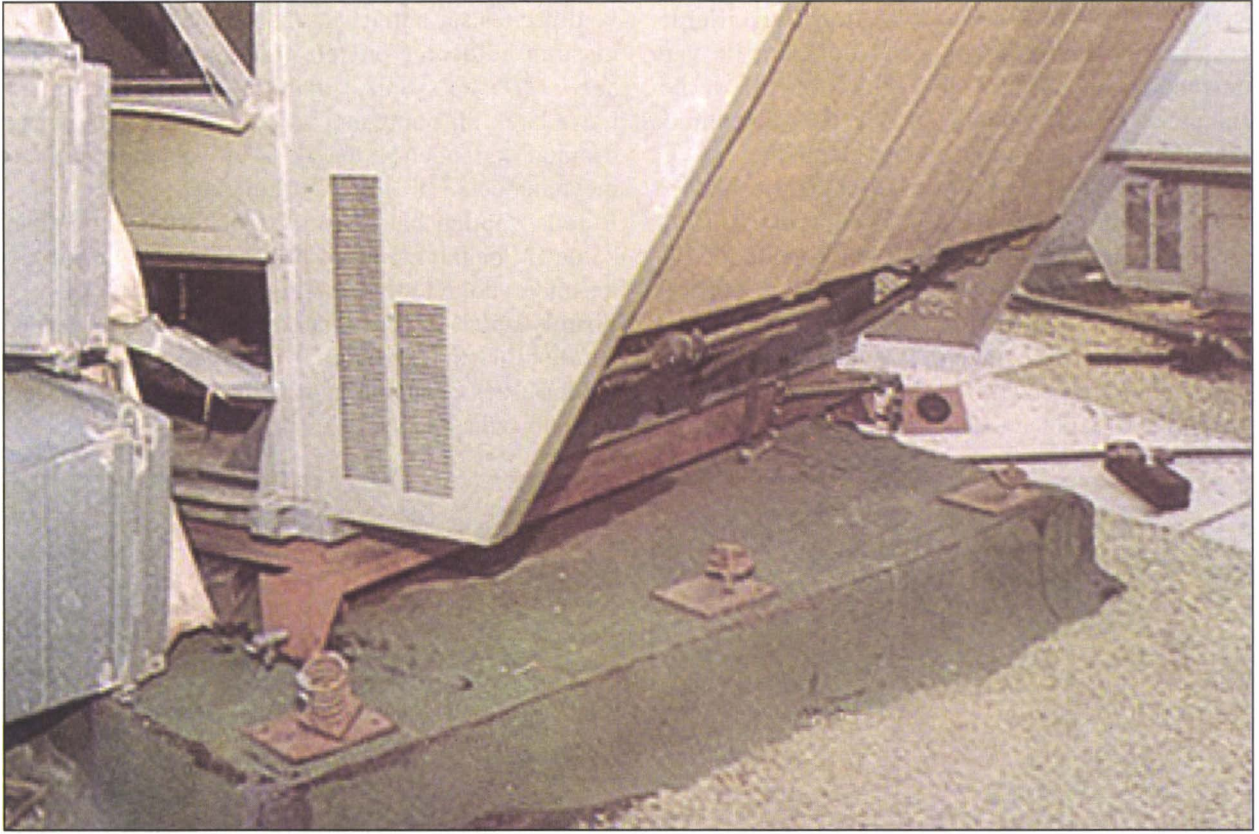
Tesisatlarda kullanılacak sismik izolatör ve/veya sınırlandırıcılar, uygun yöntemlerle belirlenmiş sismik hesaplara göre seçilmelidir.

Genel tesisat deneyimlerine dayanarak sismik izolatör ve/veya sınırlandırıcı seçilmesi halinde meydana gelebilecek hasarlara örnek olarak Şekil 12.8'deki soğutma grubu ve Şekil 12.9'daki pompa şasisi gösterilebilir.

Tesisat donanımlarının kendi başlarına sismik korumalarının yapılması tam anlamıyla yeterli olmayacaktır. Donanıma bağlanacak boru, hava kanalı vs hatların da sismik açıdan uygun olmaları şarttır.



Şekil 12.6. DEPREM KORUMASI YAPILMAMIŞ TESİSAT DONANIMLARINDA HASAR OLUŞUMU



*Şekil 12.7. TİTREŞİM YALITIMI YAPILMIŞ
ANCAK DEPREM KORUMASI OLMAYAN EKİPMANLARDA HASAR OLUŞUMU*



*Şekil 12.8. SİSMİK İZOLATÖRLERİ YANLIŞ SEÇİLMİŞ VE
YANLIŞ MONTE EDİLMİŞ (KAİDEYE BAĞLANMAMIŞ) BİR SOĞUTMA GRUBUNDA
DEPREM SONRASI MEYDANA GELEN HASAR*

Ayrıca sismik koruma amacıyla alınan tedbirlerde, tesisat ekipmanı ve/veya sismik donanım ile yapı arasındaki bağlantıların da uygun yöntemlerle hesaplanmış sismik yüklere karşı yeterli dayanımda olduğundan emin olunması gerekmektedir.

Şekil 12.10'da bir kazanın boru bağlantısında sismik tedbir alınmadığından ötürü deprem esnasında kopmayla meydana gelen hasar görülmektedir. Boru, soğutma grubunun gövdesiyle birlikte koparak ayrılmıştır.

Bu hasar, özellikle mekanik odalarda ve tesisat katlarında sadece tesisat ekipmanlarında değil, ayrıca bunlara bağlanan borularda, hava kanallarında

ve diğer tesisat hatlarında da sismik koruma yapılmasının ne derece önemli olduğunun bir ispatıdır. Şekil 12.11'de sismik izolatörler ile betonarme kaideye bağlı bir pompanın izolatörlerinin deprem esnasında kaideden koparak ayrılmasından dolayı meydana gelen bir hasar görülmektedir.

Burada yapılan hata, sismik izolatörün betonarme kaide ile bağlantısının sismik açıdan uygun olmasından dolayı meydana gelmiştir.

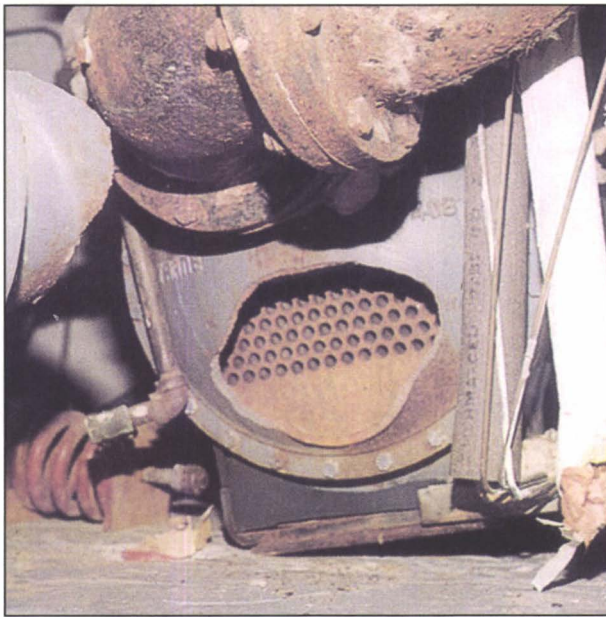
Sismik izolatörlerin beton kaidelere bağlantılarında dübel derinliği ve kenar mesafeleri uygun yöntemlerle hesaplanmadığı taktirde, bu gibi hasarlar kaçınılmazdır.



Şekil 12.9. AÇIK İZOLATÖRLERLE BİRLİKTE KULLANILMAK ÜZERE SEÇİLMİŞ ANCAK GEREĞİNDEN KÜÇÜK BOYUTLANDIRILMIŞ SİSMİK SINIRLANDIRICILAR SEBEBİYLE POMPA ŞASİSİNDE HASAR OLUŞUMU



Şekil 12.11. SİSMİK İZOLATÖR İLE KAİDE ARASI BAĞLANTIDAN KAYNAKLANAN HASAR



Şekil 12.10. KAZANIN TESİSAT BAĞLANTISINDA MEYDANA GELEN HASAR

12.3.2. SİSMİK YÜKLERİN HESAPLANMASI

Bir binanın herhangi bir katında yer alan bir tesisat donanımına deprem anında etkiyen kuvvet, donanımın bulunduğu noktada ortaya çıkan deprem ivmesinin bir sonucudur. Depremin sebep olduğu (a) ivmesine bağlı olarak (m) ağırlığındaki bir tesisat donanımına etkiyen deprem kuvveti (F), klasik fizikteki ($F = m \times a$) denklemiyle hesaplanır (Şekil 12.12). Burada belirlenmesi gereken değer (a) ivmesidir ve bu değer çeşitli uluslararası standartlara göre farklı yöntemlerle belirlenir.

Dünyada 2006 yılı itibariyle yürürlükte olan en geçerli deprem standardı Uluslararası Kod Konseyi (ICC - International Code Council) tarafından yayınlanan Uluslararası Bina Kodu (International Building Code) IBC-2003'tür.

IBC-2003'e göre sismik korumanın gerekli görüldüğü durumlarda, sismik yükler aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$F_p = \frac{0.4 a_p S_{DS} W_p}{\frac{R_p}{I_p}} \left[1 + 2 \frac{z}{h} \right]$$

Burada (F_p) ile gösterilen yatay deprem yükünün hesaplanmasında kullanılan denklem aşağıdaki bileşenleri içermektedir:

- a_p : Bileşen yükseltgeme faktörü (tesisat bileşeninin deprem yükünü artırma oranı)
- S_{DS} : Ani spektral karşılık ivmesi (zemin ivmesi hesabında belirtilir)
- W_p : Tesisat bileşeninin ağırlığı
- z : Tesisat bileşeninin bina içindeki konumunun yüksekliği
- h : Binanın toplam yüksekliği
- R_p : Bileşen karşılık faktörü (tesisat bileşeninin deprem yüküne karşı koyma oranı)
- I_p : Bileşenin önem faktörü

Yukarıdaki denklemde de görüldüğü üzere IBC-2003 yönetmeliği uyarınca tesisat bileşenlerine etkiyen deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak deprem zemin ivmesi değeri, ani spektral karşılık ivmesi (SDS) değerine bağlı olarak sismik tasarımcı tarafından belirlenir. Ayrıca (SDS) değerinin, binanın bulunduğu arazi şartlarını da içermesi sebebiyle, projeye özel çok hassas deprem yükü hesabı yapılması mümkün olmaktadır. Benzer şekilde bileşen önem faktörü (I_p) proje sahibi ve/veya tasarımcı tarafından, ihtiyaca ve beklentilere bağlı olarak belirlenebilmektedir.

Türkiye'de 2006 yılı itibariyle halen yürürlükte olan deprem standardı T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından ilk sürümü 1997 yılında yayınlanmış olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'tir. Bu yönetmeliğin 6.11.2 numaralı maddesi altında mekanik ve elektrik donanımına etkiyen deprem yüklerinin aşağıdaki denkleme göre hesaplanması gerektiği belirtilmektedir.

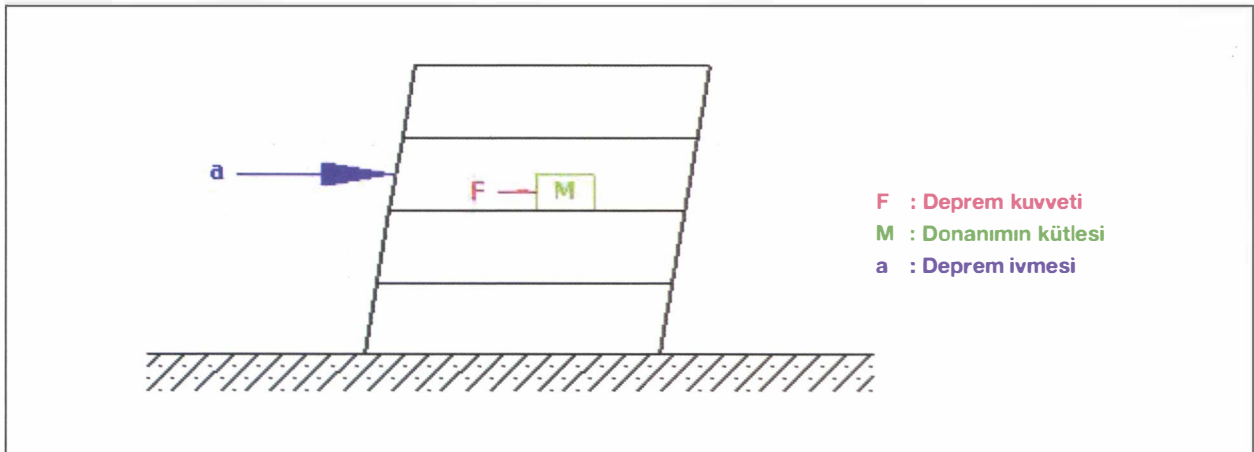
$$f_e = w_e A_o I (1 + H_i / H_n)$$

Burada (f_e) ile gösterilen yatay deprem yükünün hesaplanmasında kullanılan denklem, aşağıdaki bileşenleri içermektedir:

- A_o : Deprem zemin ivmesi
- I : Önem faktörü
- H_i : Tesisat bileşeninin bina içindeki konumunun yüksekliği
- H_n : Binanın toplam yüksekliği

Yukarıdaki denklemde de görüldüğü üzere Türkiye'de yürürlükte olan yönetmelik uyarınca tesisat bileşenlerine etkiyen deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak deprem zemin ivmesi değeri ve önem faktörü, tesisat şartnamesinde belirtilmiş olmalıdır.

Hangi tesisat bileşenlerine sismik koruma yapılması gerektiğine dair detaylı bilgi veren bir bölüm ve/veya madde ise yönetmelikte yer almamaktadır.



Şekil 12.12. TESİSAT DONANIMINA ETKİYEN DEPREM KUVVETİ

12.4. TESİSATLARDA SİSMİK KORUMA UYGULAMALARI

Depreme karşı korunması gereken bir tesisat bileşeni (ekipman, boru, kanal vs) için titreşim yalıtımı yapıp yapılmayacağına bağlı olarak sismik koruma uygulamasının nasıl olması gerektiği, aşağıda çeşitli başlıklar altında anlatılmıştır.

12.4.1. DÖŞEMEYE OTURAN EKİPMANLAR

Teraslarda, mekanik tesisat odalarında vb mekânlarda direk döşeme üstüne ya da beton veya çelik bir kaide üzerine monte ekipmanlar olarak soğutma kuleleri, soğutma grupları, kazanlar, pompalar, hidroforlar, kompresörler, klima santralleri, hücreli ve açık tip fanlar, genleşme tankları ve diğer tanklar, ısı değiştirgeçleri, elektrik panoları, kolektörler vb sayılabilir. Bunlar arasında titreşim yapan ekipmanlar için titreşim yalıtımı yapılması gerekebilir. Sismik koruma ise titreşim yalıtımı yapıp yapılmayacağına bağlı olarak farklılıklar gösterebilir.

Titreşim yalıtımı yapılmayacak bir ekipman doğrudan beton döşeme üzerine monte edilecekse sismik koruma açısından yapılması gereken tek şey, ekipmanın beton döşemeye sabit olarak bağlanmasıdır. Şayet ekipmanın kendi şasisi, hesaplanacak sismik yüklere karşı yeterli dayanımda ise, ekipmanın kendi şasisinden bağlantı yapılabilir. (Şekil 12.13). Burada önemli olan iki noktadan ilki, söz konusu ekipmana etkiyecek sismik yüklerin uygun yöntemlerle hesaplanması; ikincisi ise bu yüklere karşı yeterli dayanımı sağlayacak bağlantının yöntemi, ebatları ve benzeri bilgileri içerecek şekilde detaylı olarak projelendirilmesidir.

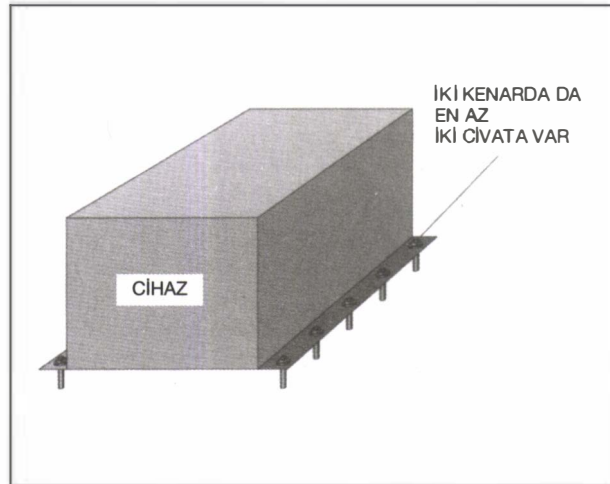
Ekipmanın kendi şasisinin, hesaplanacak sismik yüklere karşı yeterli dayanımda olmadığı durumlarda, ekipman altına ilave bir şasi yapılabilir (Şekil 12.14)

veya ekipmanın etrafına çelik malzemelerden takviyeler kullanılabilir (Şekil 12.15). Her iki durumda da ekipman ile ilave şasi ve/veya takviye arasındaki bağlantının, sismik yüke karşı yeterli dayanımda olduğundan emin olunmalıdır.

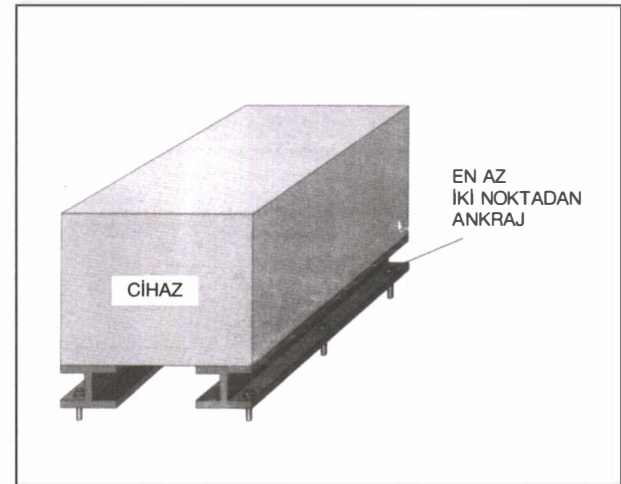
Bir tesisat ekipmanının döşemeye doğrudan bağlanmasında önemli bir nokta olarak, söz konusu ekipmana etkiyecek sismik yüklere karşı yeterli dayanımı sağlayacak bağlantının yöntemi, ebatları ve benzeri bilgileri içerecek şekilde detaylı olarak projelendirilmesinin gerekliliğini belirtmiştik. Buna bir örnek olarak Şekil 12.16'da görülen detay verilebilir. Burada kenarlarından boyulu boyunca değil, sadece köşelerinden ilave takviyelerle desteklenerek sismik koruması yapılan bir ekipman görülmektedir. Köşe takviyelerin ekipmana ve döşemeye sadece birer cıvata ile bağlanması durumunda, herhangi bir sismik hareket esnasında bu noktalarda dönme hareketi oluşabileceğinden ötürü, takviye parçalar bir tarafta en az iki cıvata ile bağlanmalıdır. Bir başka seçenek ise takviye parçasının ekipmana (Şekil 12.17) veya yapıya (Şekil 12.18) kaynatılmasıdır.

Tankların ağırlık merkezlerinin yerden yüksekte olmasından ötürü döşemeye bağlanarak sismik korunması, ancak yapılacak hesaba göre yeterli dayanımda bağlantı parçaları kullanılabildiği takdirde mümkün olacaktır (Şekil 12.19). Aksi takdirde tankın ağırlık merkezinin üstünden halatlarla (Şekil 12.20) veya kuşaklarla (Şekil 12.21) bağlanması veya çevresi boyunca ilave bir çelik veya ahşap kafes içinde hapsedilmesi (Şekil 12.22) gerekebilir.

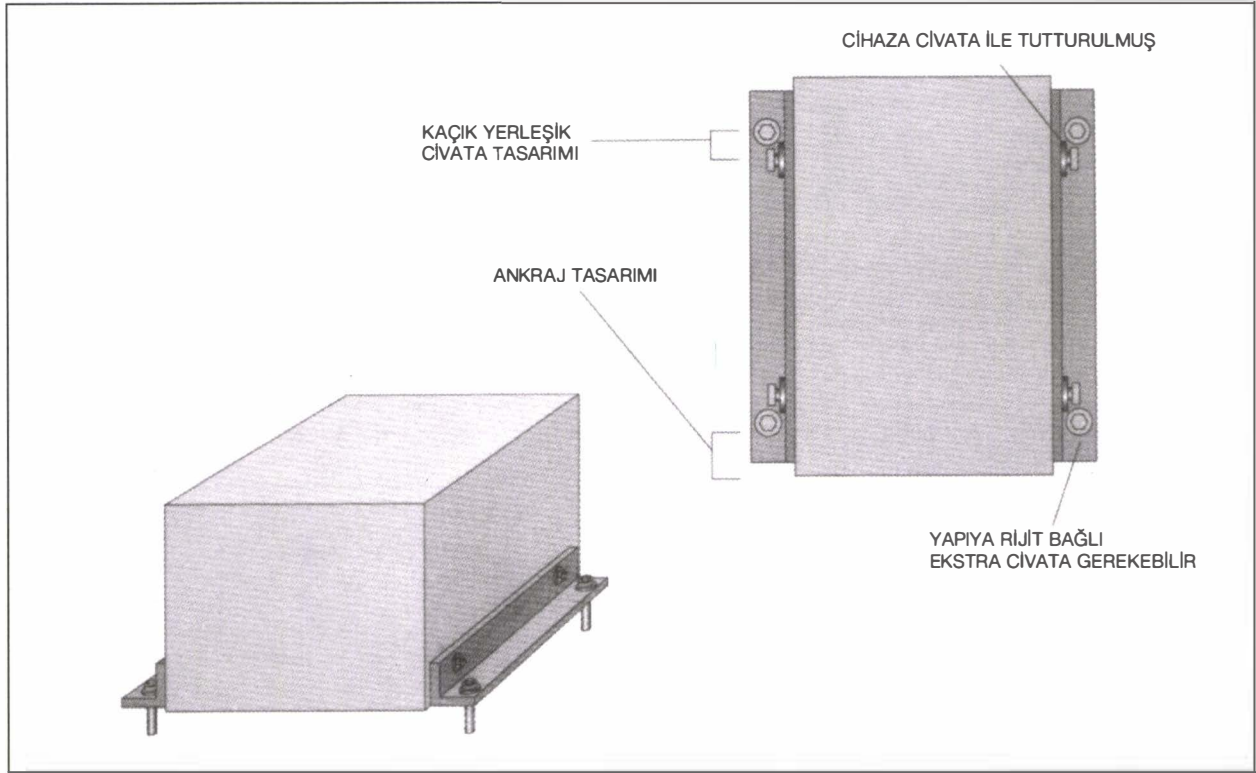
Döşemeye oturan ekipmanlar için özel bir durum, yükseltilmiş döşeme uygulamalarıdır. Özellikle bilgisayara odalarındaki klima cihazları, yükseltilmiş döşeme üzerine monte edildiklerinden ötürü, bu ekipmanların beton zemine bağlı takviyelere bağlanarak sismik koruması yapılmalıdır (Şekil 12.23).



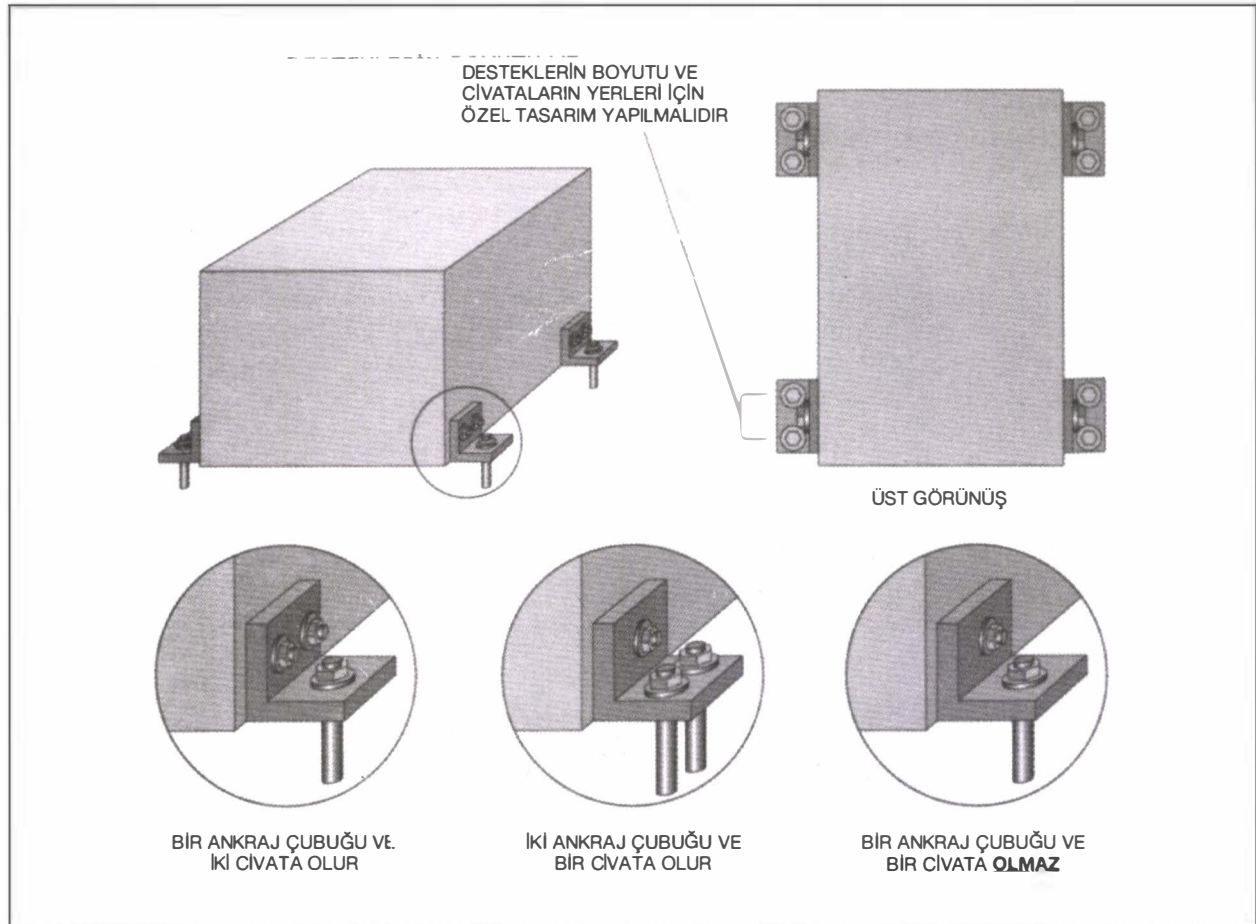
Şekil 12.13. EKİPMANIN KENDİ ŞASİSİNDEN DÖŞEMEYE DOĞRUDAN SABİTLENMESİ



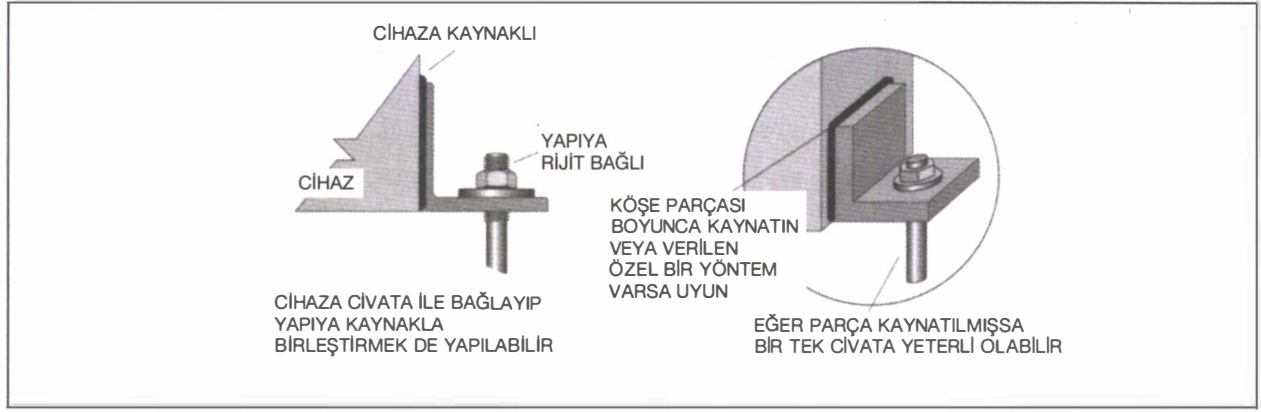
Şekil 12.14. EKİPMANIN ALTINA YAPILAN İLAVE ŞASİDEN DÖŞEMEYE SABİTLENMESİ



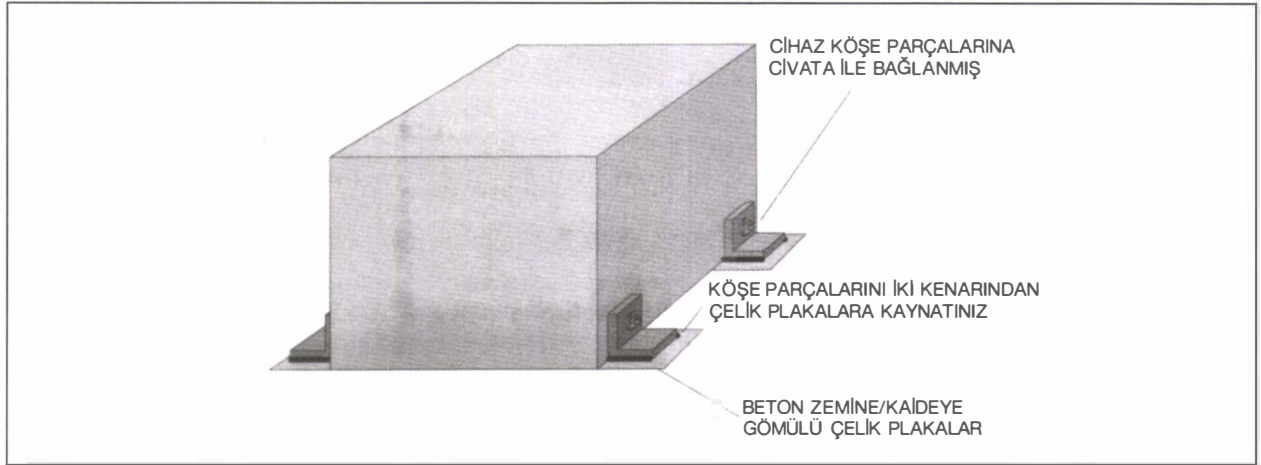
Şekil 12.15. EKİPMANIN İLAVE TAKVİYE İLE DÖŞEMEYE SABİTLENMESİ



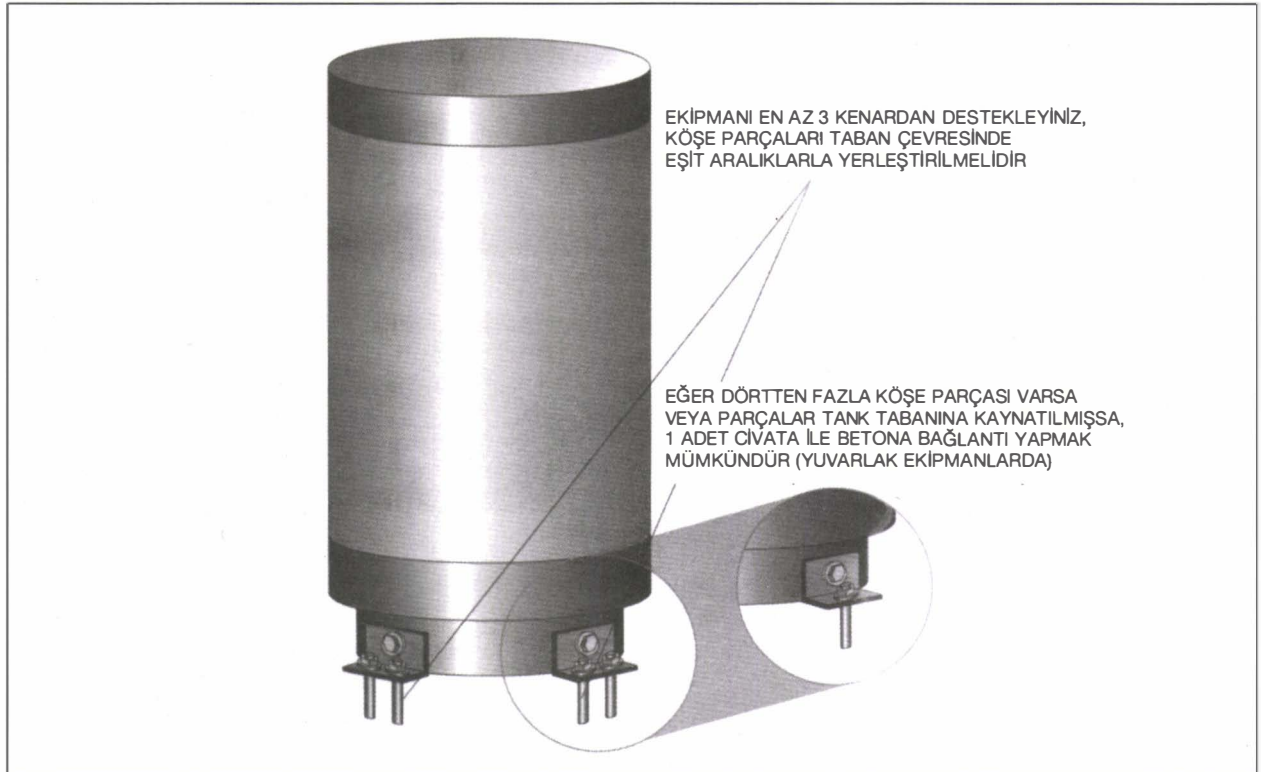
Şekil 12.16. EKİPMANIN KÖŞE TAKVİYE PARÇALARINDAN BAĞLANMASINDA UYGULANMASI GEREKEN DETAY



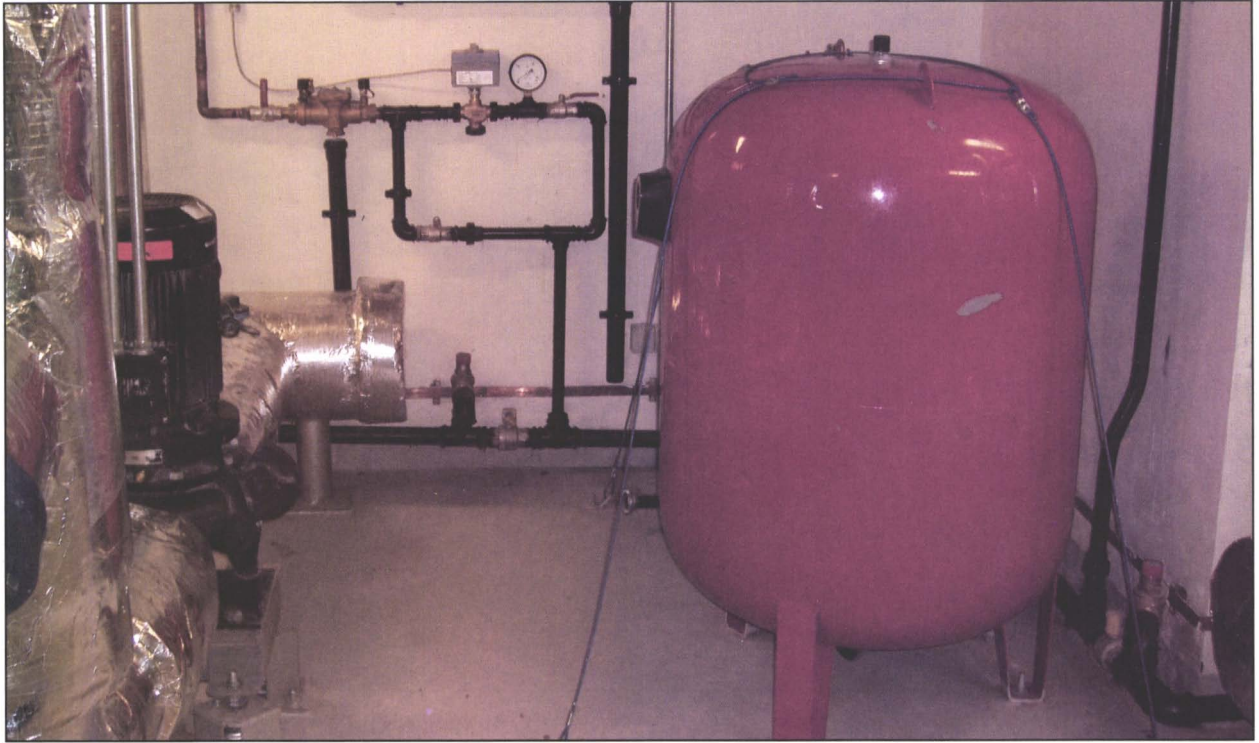
Şekil 12.17. KÖŞE TAKVİYE PARÇASININ EKİPMANA KAYNATILMASI



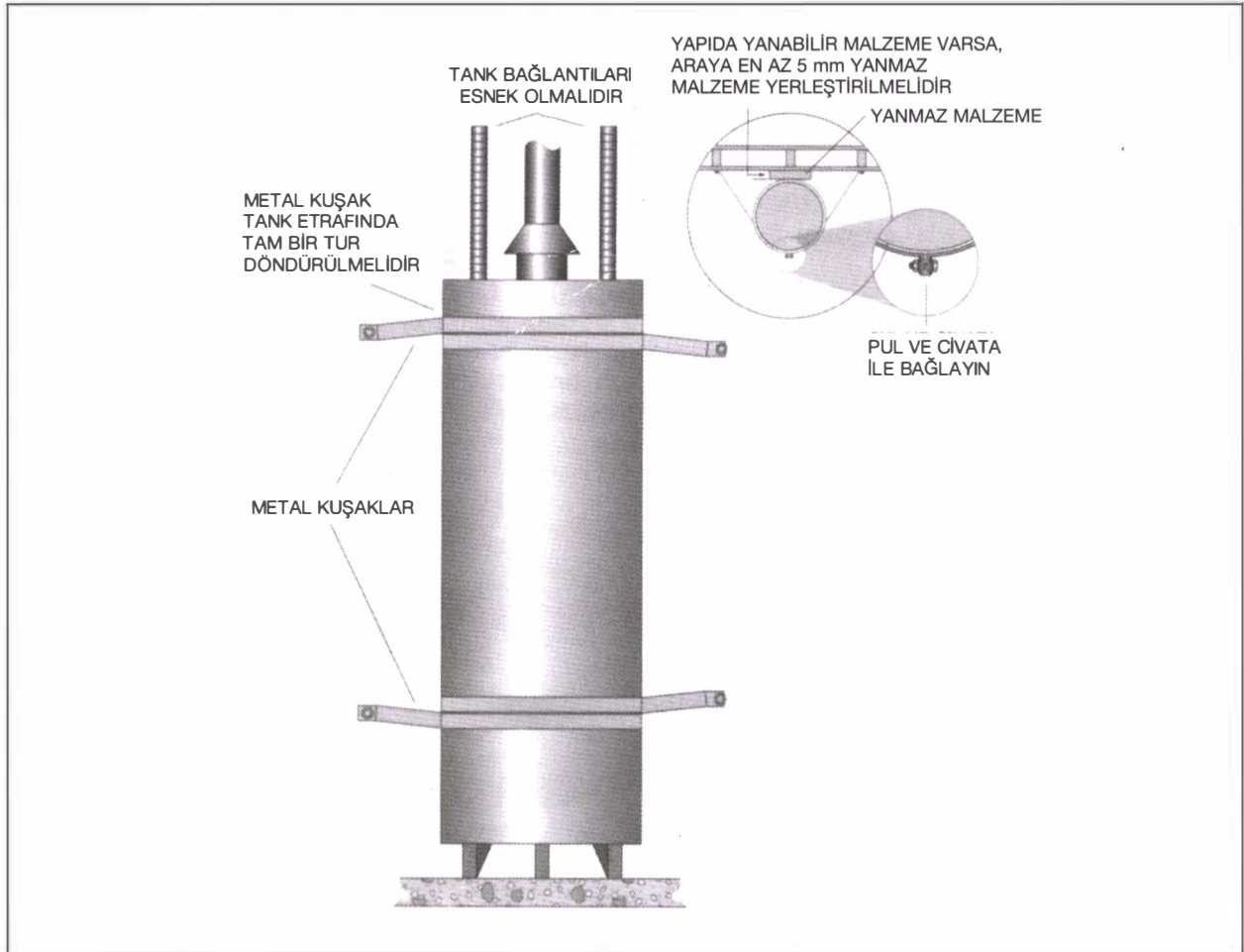
Şekil 12.18. KÖŞE TAKVİYE PARÇASININ YAPIYA KAYNATILMASI



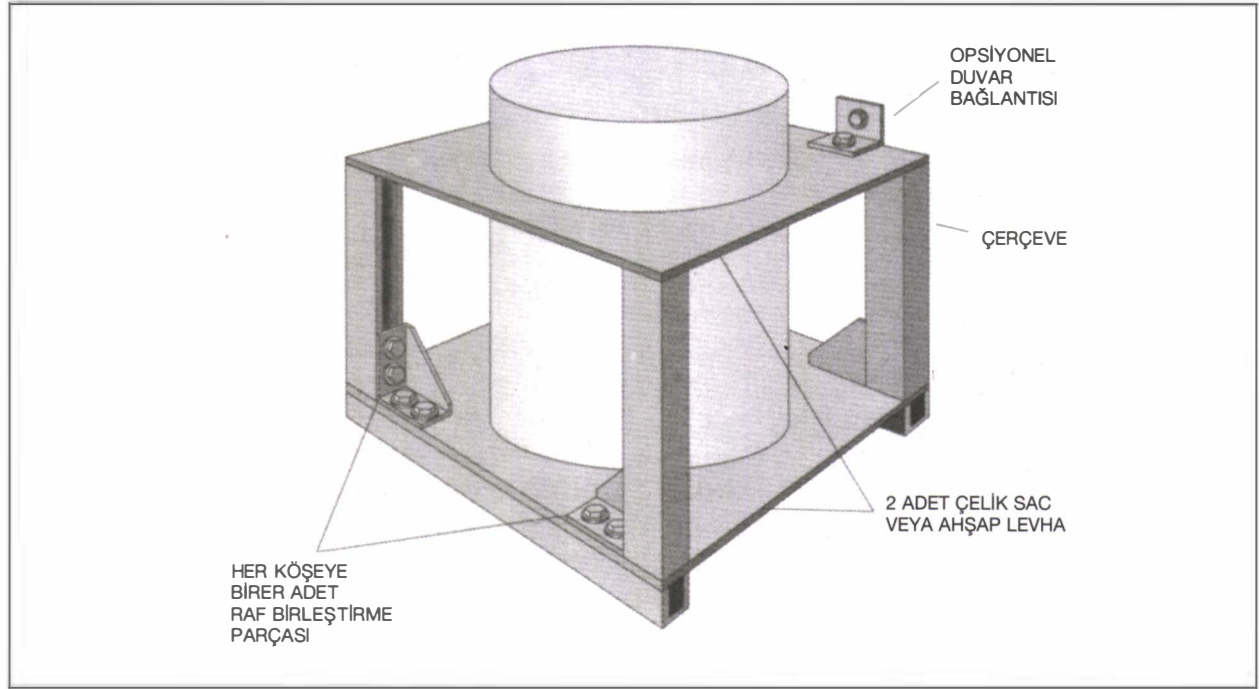
Şekil 12.19. BİR TANKIN DÖŞEMEYE DOĞRUDAN BAĞLANMASI



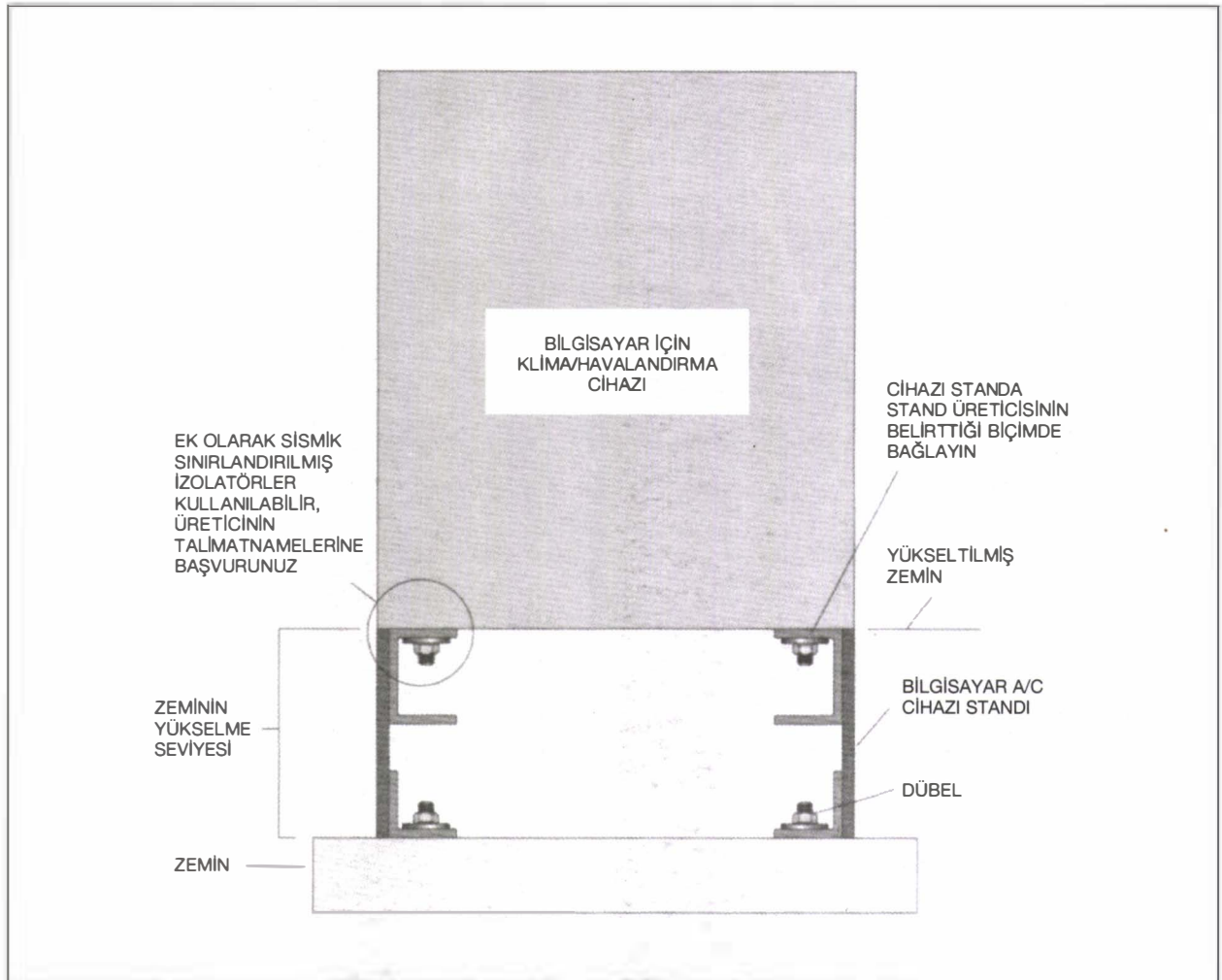
Şekil 12.20. BİR TANKIN AĞIRLIK MERKEZİNİN ÜSTÜNDE BİR NOKTADAN HALATLARLA BAĞLANMASI



Şekil 12.21. BİR TANKIN AĞIRLIK MERKEZİNİN ÜSTÜNDE BİR NOKTADAN KUŞAKLARLA BAĞLANMASI



Şekil 12.22. BİR TANKIN ÇERÇEVESİ BOYUNCA İLAVE ÇELİK VEYA AHŞAP KAFES İÇİNDE HAPSEDİLMESİ



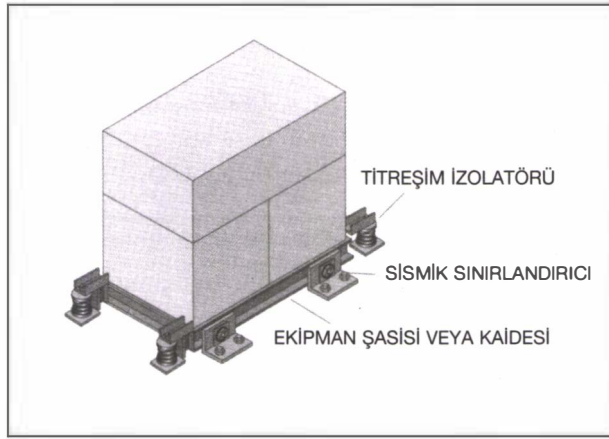
Şekil 12.23. YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEME ÜZERİNDE OTURAN EKİPMANLARIN SİSMİK KORUMASI

Titreşim yalıtımı yapılması gereken bir ekipman beton döşeme veya çelik kaide üzerine titreşim izolatörleri ile monte edilmelidir. Böyle bir durumda sismik koruma için iki seçenek vardır: Açık tip izolatörlerle birlikte sismik sınırlandırıcı kullanılması veya sismik koruma özelliğine sahip kombine izolatörler kullanılması. Şayet ekipman açık tip izolatörler ile monte edilmişse, ilave sismik sınırlandırıcılar kullanılması gerekir (Şekil 12.24). Örneğin jeneratör vb bazı ekipmanlar, üretici firmadan titreşim izolatörleri ile birlikte temin edilebilmektedir. Benzer şekilde, önceden titreşim izolatörleri üzerine monte edilmiş bir ekipman için sonradan sismik koruma istendiği takdirde, ilave sismik sınırlandırıcılar kullanılması gerekir. Burada önemli olan iki noktadan ilki; kullanılacak

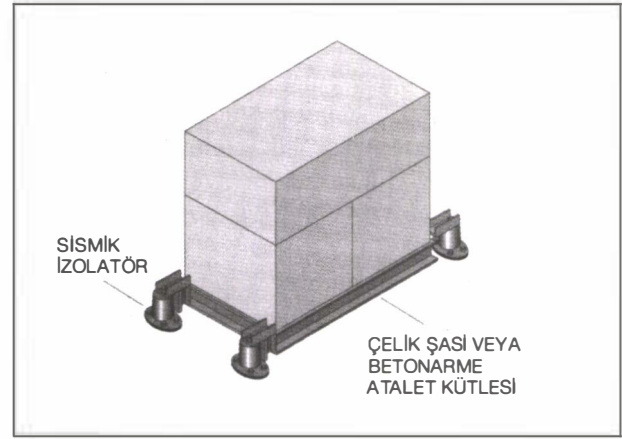
sismik sınırlandırıcının, uygun yöntemlerle hesaplanmış sismik yüklere karşı yeterli dayanımda olduğunun, bağımsız kuruluşlarca verilen sertifikalarla ispatlanması gerekliliğidir.

İkinci önemli nokta ise sismik sınırlandırıcının, uzman mühendislerce belirlenmiş hesaplamalara uygun nitelikte bağlantısının yapılmasıdır. Buna göre bağlantıda kullanılacak cıvataların derinliği ve kenar mesafeleri sismik dayanıma göre projelendirilmelidir (Şekil 12.25).

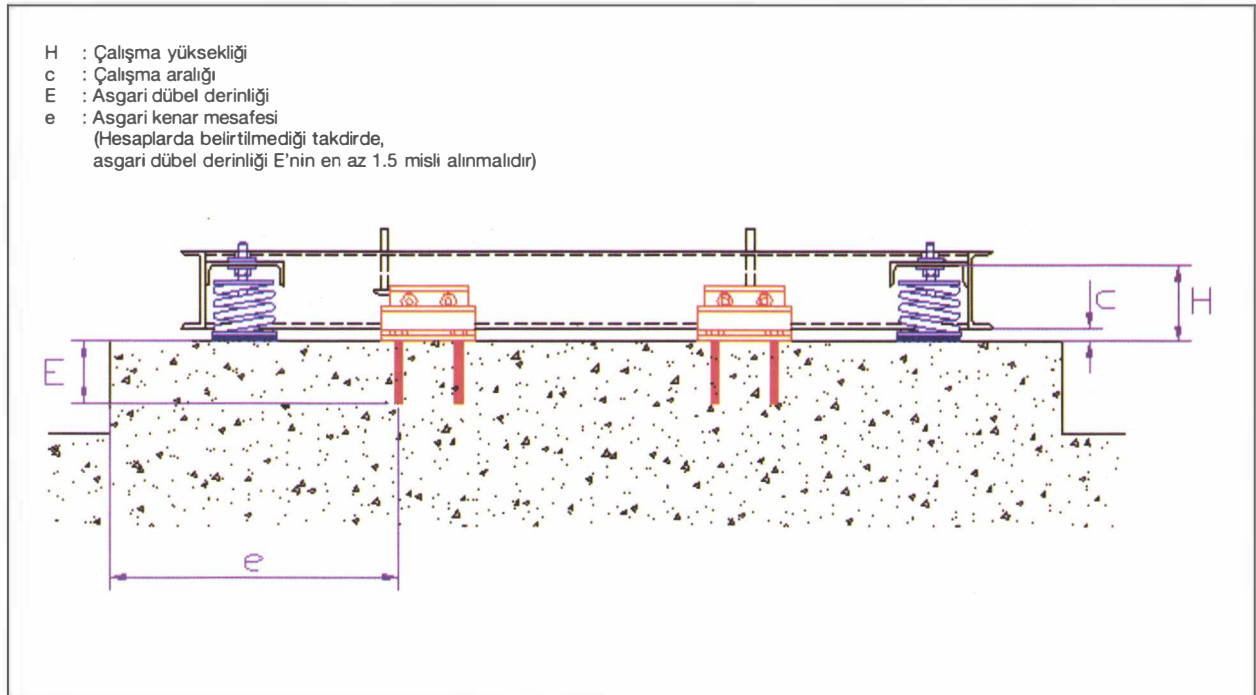
Şayet ekipman monte edilmeden önce sismik projelendirme yapılacaksa, söz konusu ekipman için sismik izolatörler seçilmelidir. Soğutma kuleleri, soğutma grupları, pompalar, hidroforlar, kompresörler, fanlar vb birçok ekipman, sismik korumalı izolatörler ile yapıya bağlanabilir (Şekil 12.26).



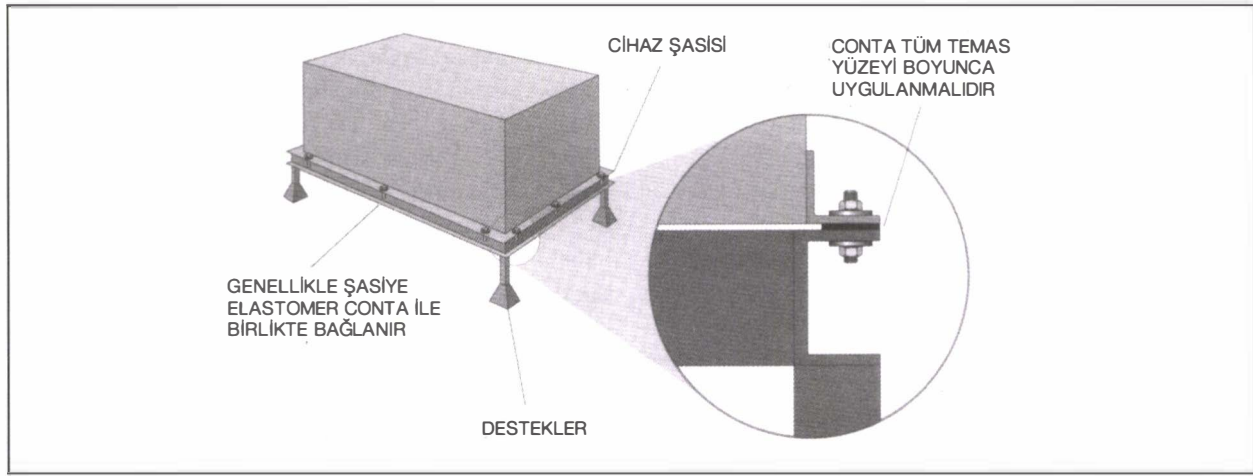
Şekil 12.24. AÇIK TİP
TİTREŞİM İZOLATÖRLERİ İLE BİRLİKTE
SİSMİK SINIRLANDIRICI KULLANILMASI



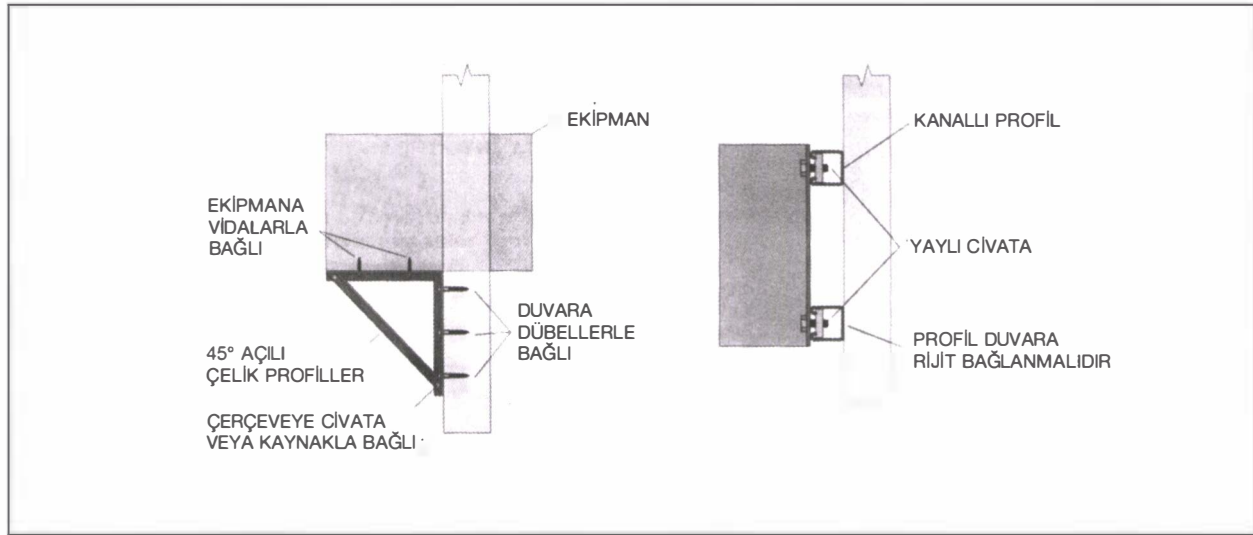
Şekil 12.26.
SİSMİK İZOLATÖRLER İLE
MONTE EDİLMİŞ EKİPMAN



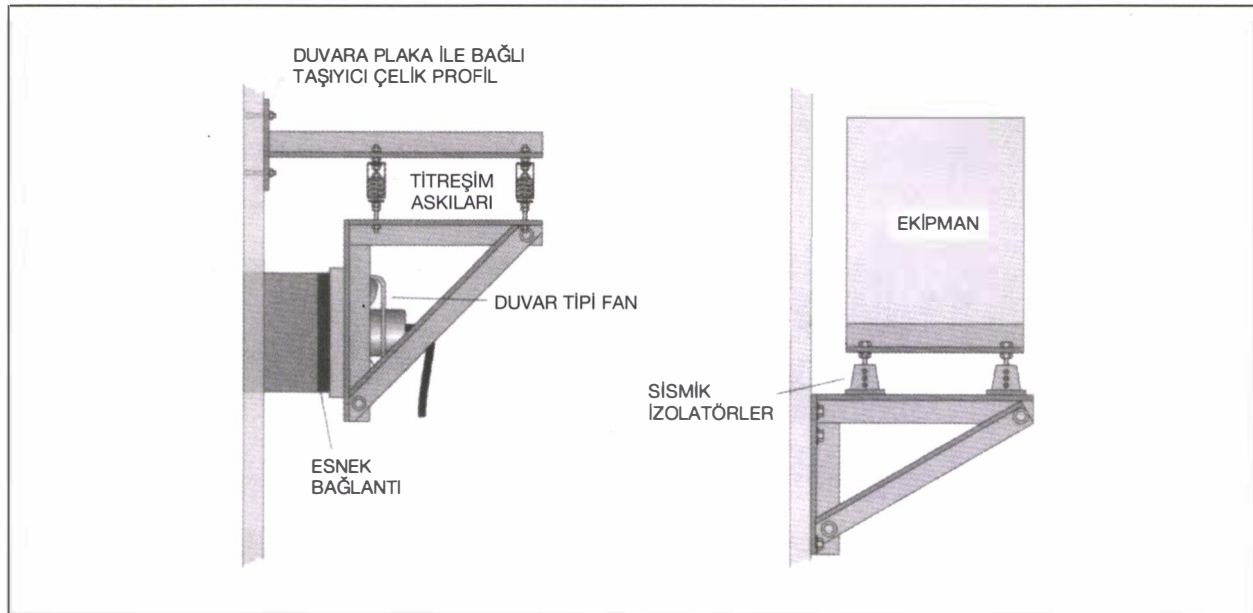
Şekil 12.25. SİSMİK SINIRLANDIRICI BAĞLANTI DETAYLARI



Şekil 12.29. ÇATI ÜZERİNDE YÜKSELTİLMİŞ İLAVE ŞASIYE ELASTOMER CONTALARLA BAĞLI EKİPMAN



Şekil 12.30. DUVARA DOĞRUDAN BAĞLI EKİPMANDA SİSMİK KORUMA



Şekil 12.31. DUVARA BAĞLI EKİPMANDA TİTREŞİM YALITIMI VE SİSMİK KORUMA

12.4.3. TAVANA ASILI EKİPMANLAR

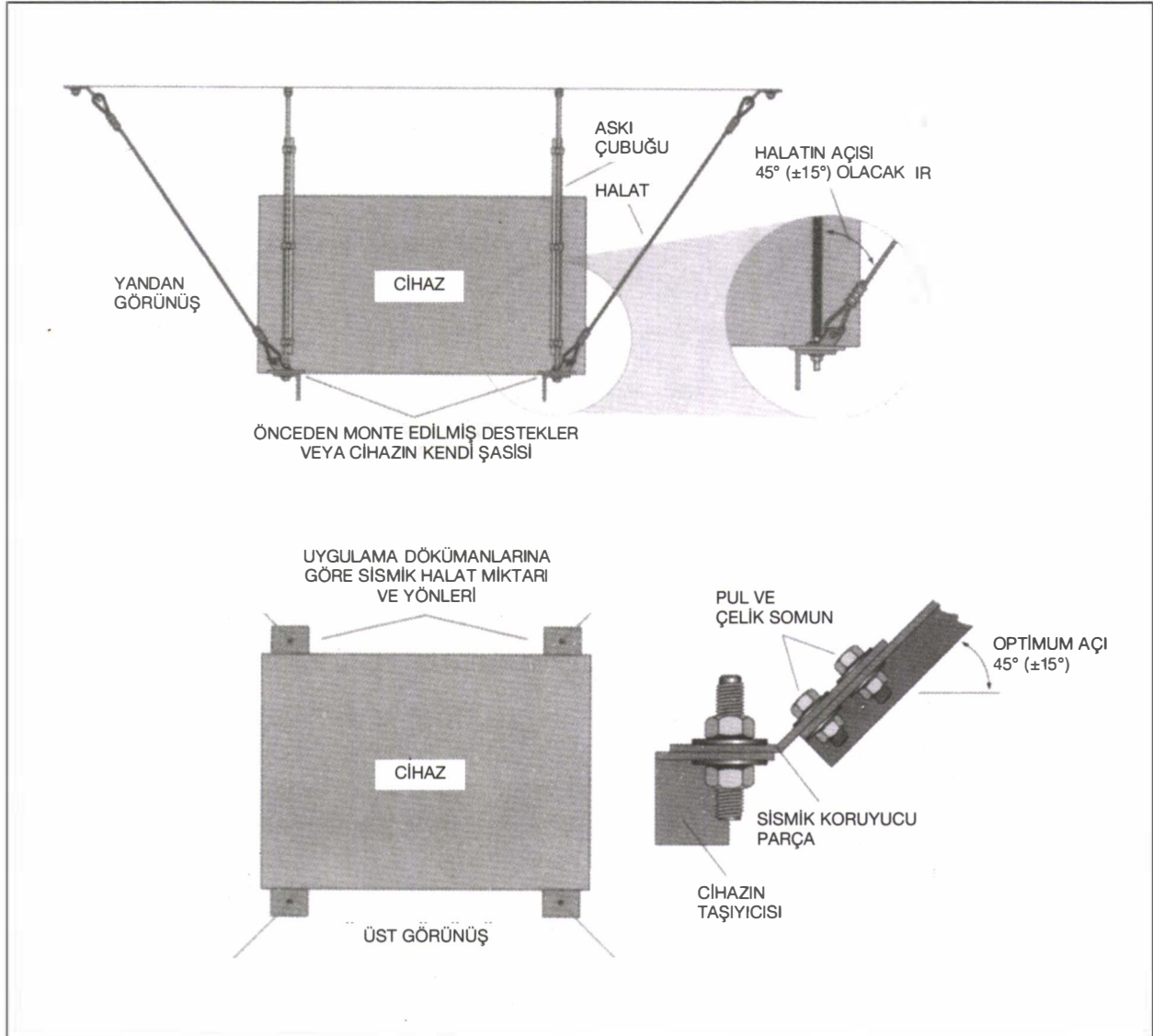
Mekanik tesisat odalarında, koridorların ve hemen her tür mahallin asma tavanlarında asılı olarak monte ekipmanlar arasında fanlı ısıtıcı/soğutucular (fan coil), değişken debili havalandırma (VAV) üniteleri, kanal tipi fanlar ve aspiratörler, elektrikli ve sulu bataryalı ısıtıcılar, susturucular ve hatta klima santralleri vb sayılabilir. Bunlar arasında titreşim yapan ekipmanlar için titreşim yalıtımı yapılması gerekebilir. Sismik koruma ise titreşim yalıtımı yapıp yapılmayacağına bağlı olarak farklılıklar gösterebilir (Asılı boru hattına monte edilen pompa, ısı değiştirgeci, tüpler vb ekipmanlar için 4.5 Borular bölümüne bakınız.).

Titreşim yalıtımı yapılmayacak bir asılı ekipman, askı çubuklarıyla veya çelik profiller ile tavana doğrudan asılacaksa, sismik koruma açısından yapılması gereken şey, ekipmana etkiyecek sismik yüklere karşı yeterli dayanımında bir sismik sınırlandırma yapılmasıdır. Bunun için,

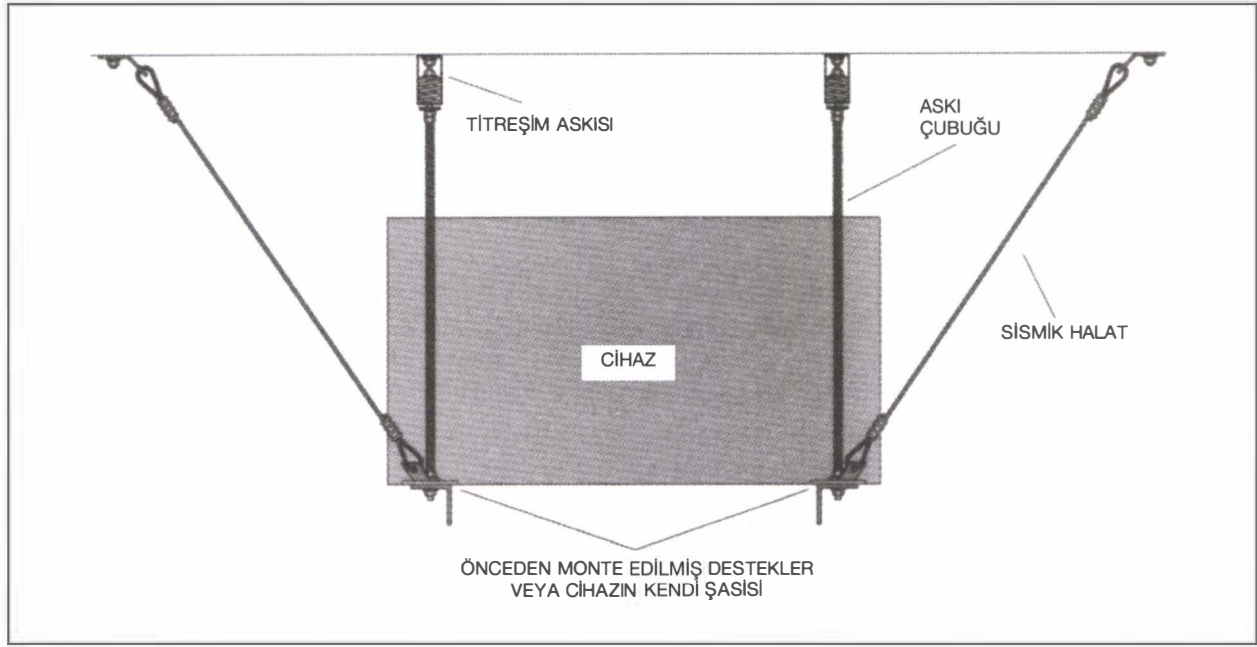
ekipmanın askı çubukları ile yatayda ve düşeyde 45° ($\pm 15^\circ$ tolerans payıyla) açı yapacak şekilde çelik profiller veya sismik halatlar kullanılmalıdır (Şekil 12.32).

Burada önemli olan iki noktadan ilki, söz konusu ekipmana etkiyecek sismik yüklerin uygun yöntemlerle hesaplanması; ikincisi ise bu yüklere karşı yeterli dayanımı sağlayacak çelik profillerin veya sismik halatların ve bunların bağlantı şekillerinin detaylı olarak projelendirilmesidir.

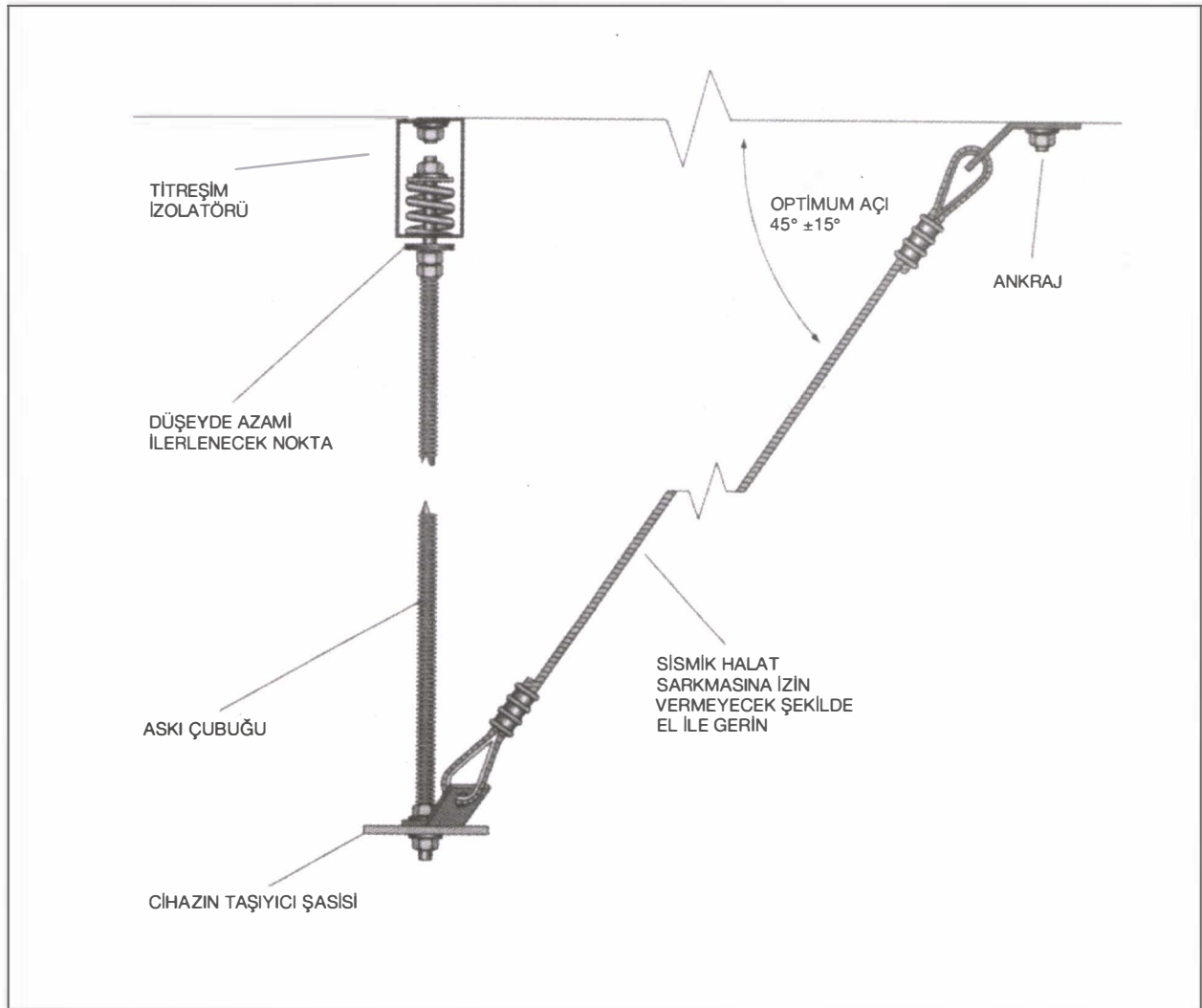
Titreşim yalıtımı yapılacak bir asılı ekipmanın, askı çubuklarıyla veya çelik profiller ile tavana asılmasında titreşim askıları kullanılmalıdır. Böyle bir durumda sismik koruma için katı çelik profillerin kullanılması mümkün değildir; aksi taktirde ekipmanın tüm titreşimi doğrudan yapıya iletilecektir. Dolayısıyla titreşim yalıtımı yapılmış asılı ekipmanların sismik koruması, ancak sismik halatlar kullanılarak yapılabilir (Şekil 12.33 ve 34).



Şekil 12.32. TİTREŞİM YALITIMI YAPILMAMIŞ ASILI EKİPMANDA SİSMİK HALAT VEYA ÇELİK PROFİL İLE SİSMİK KORUMA



Şekil 12.33. TİTREŞİM YALITIMI YAPILMIŞ ASILI EKİPMANDA
TİTREŞİM ASKISI VE SİSMİK HALAT KULLANIMI

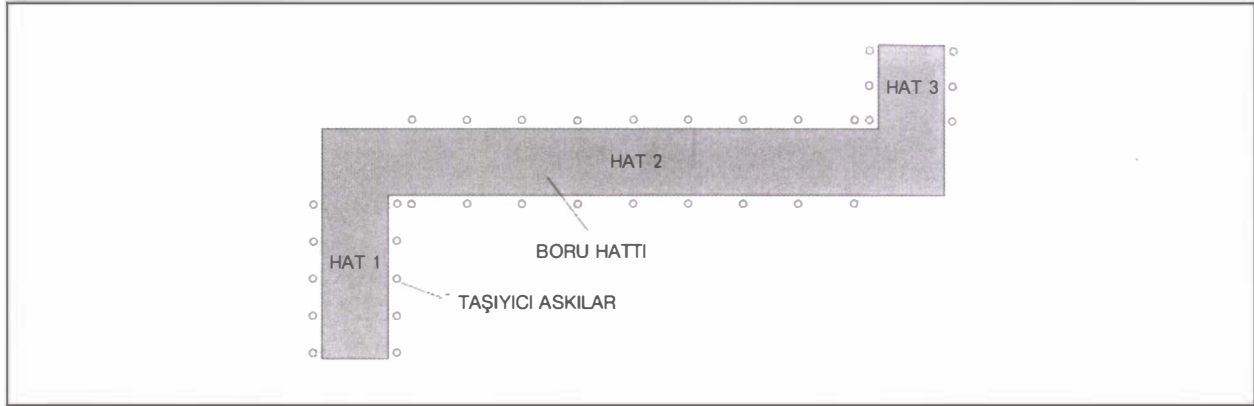


Şekil 12.34. TİTREŞİM ASKISI VE SİSMİK HALAT MONTAJ DETAYI

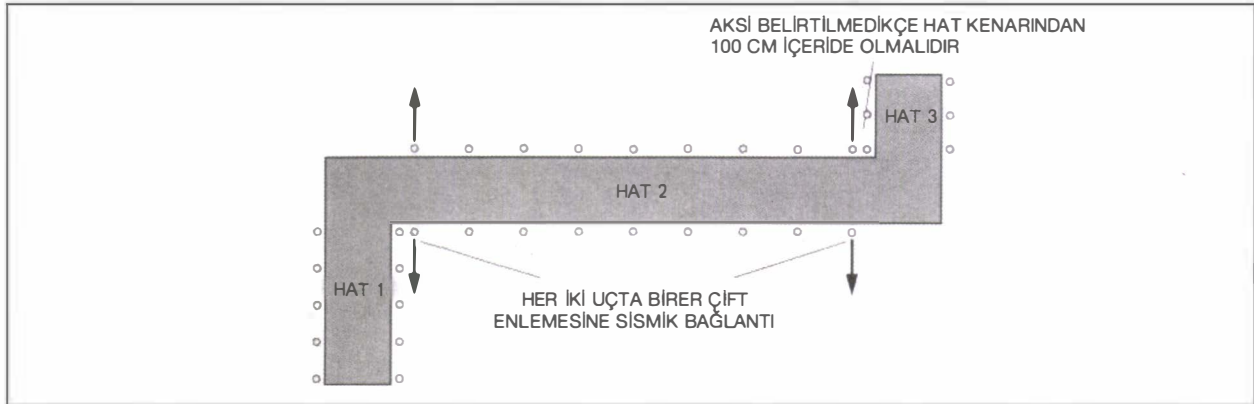
12.4.4. BORULAR

Tesisatlarda sismik koruma açısından en kritik konulardan biri borulardır. Bunun sebebi, çok çeşitli amaçlı ve farklı malzemelerden boruların yatayda, düşeyde, tavana asılı, duvara bağlı, döşeme üzerinde ve daha başka birçok şekilde monte edilebilmesidir. Ayrıca çoğu zaman borularda da titreşim yalıtımı yapılması gerekebilmektedir. Üstelik birçok tesisat borusu, taşıdıkları akışkanın işletme esnasındaki farklı sıcaklıklarından dolayı ısıl boyut değişimlerine maruz kalmaktadır. Tüm bu farklı özelliklerinden dolayı boruların sismik koruması, tüm detaylarıyla ele alınması gereken geniş kapsamlı bir konudur.

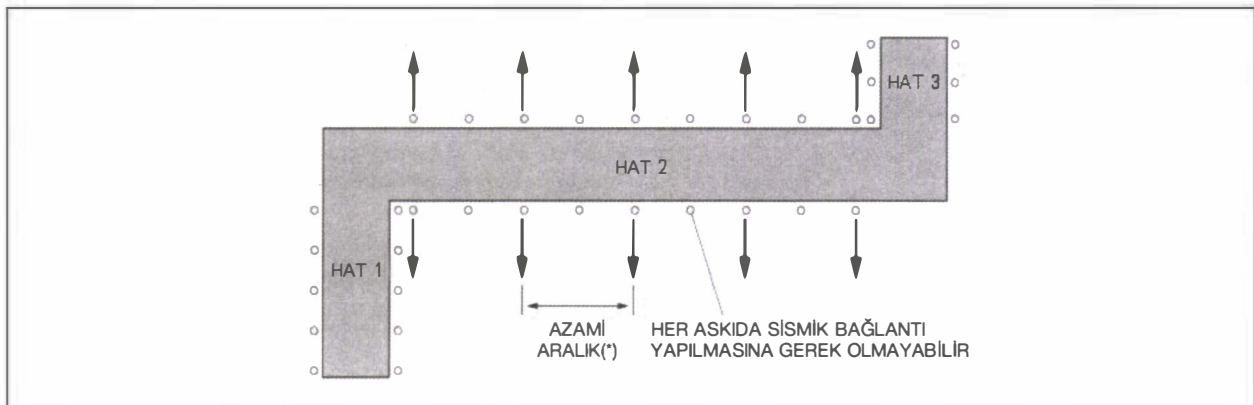
Tavana asılı boru hatları, deprem açısından en kritik borulardır. Bunun sebebi, deprem yüklerinin anlık olmayıp dalgalar halinde farklı büyüklüklerde ve frekanslarda arka arkaya gelmesi neticesinde boru hatlarının rezonansa girme tehlikesidir. Böyle bir durumda çok küçük sismik yükler dahi boru hatlarının kırılıp kullanılmaz hale gelmesine ve daha kötüsü çevresindeki diğer tesisatlara da zarar vermesine sebep olabilir. Üstelik yangından korunma ve benzeri can güvenliği sistemlerinin, boru hatlarının sağlamlığına bağlı olması, borularda sismik korumayı tesisatlar için en önemli konulardan biri yapmaktadır.



Şekil 12.35. BORU HATLARINDA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMLERİ İÇİN NUMARALANDIRMA



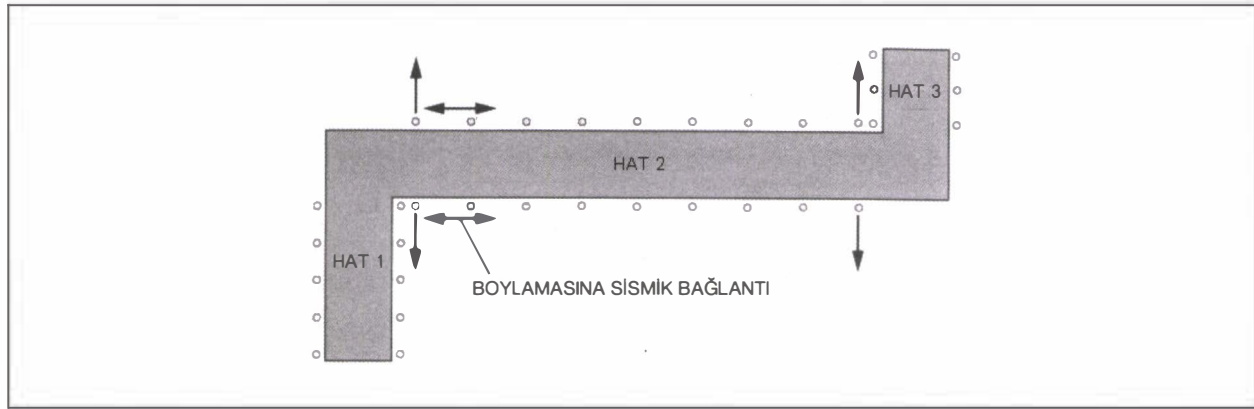
Şekil 12.36. UÇLARDA BİRER ÇİFT ENLEMESİNE SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ



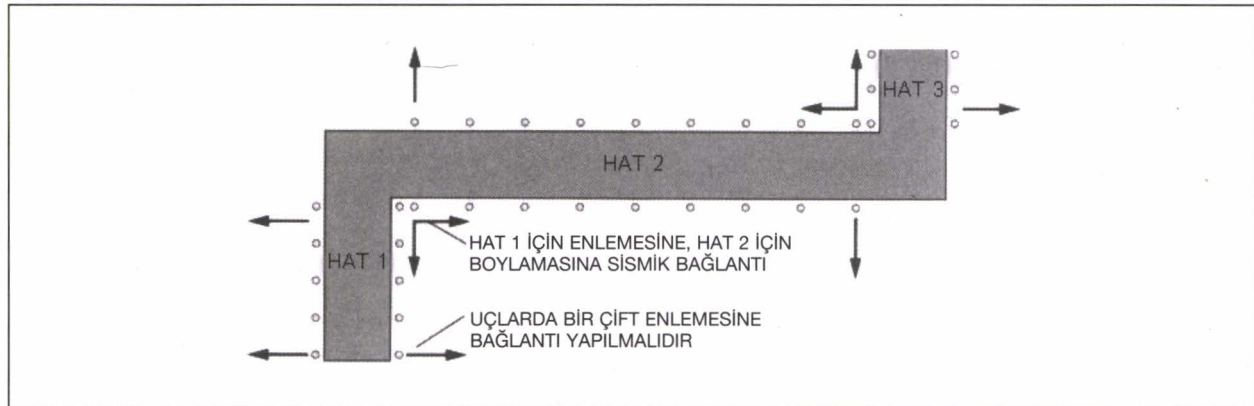
Şekil 12.37. İHTİYACA GÖRE ARALARDA ENLEMESİNE SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ

Asılı boruların sismik koruması, yapılacak sismik projelere bağlı olarak, boru hattı boyunca çeşitli noktalarda enlemesine ve boylamasına sismik sınırlamalar yapılması suretiyle gerçekleştirilir. Bu noktalarının seçimi için öncelikle boru hattına parçalar halinde numaralar verilir (Şekil 12.35). Daha sonra, numaralandırılmış her hat için, uçlarda birer çift olmak üzere asgari 2 çift enlemesine sismik bağlantı noktası seçilir (Şekil 12.36). Farklı yönetmeliklerde farklı değerler belirtilebilmekle birlikte, genellikle her 6 ila 12 metrede bir enlemesine ve her 12 ila 24 metrede bir boylamasına sismik halat bağlantısı yapılması gerekmektedir. Buna

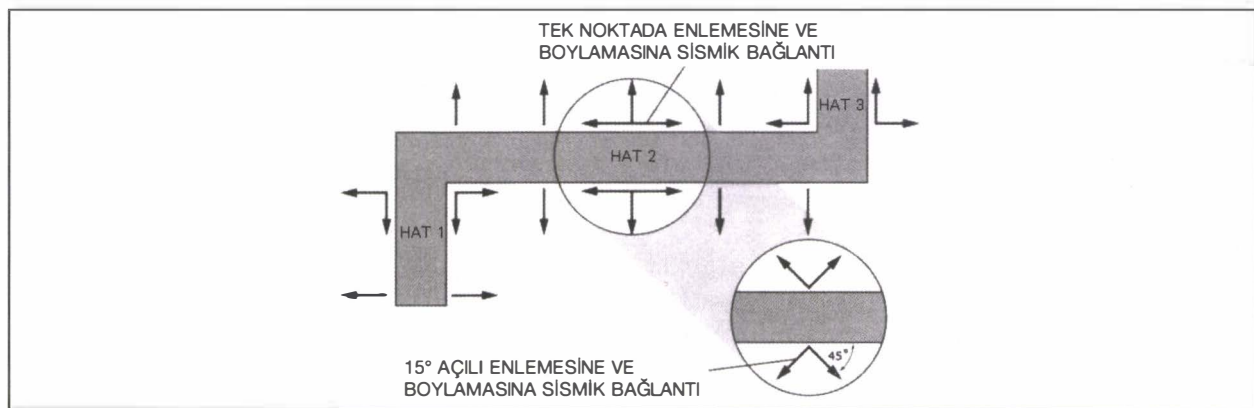
göre, bir hattın uçları arasındaki mesafe belirtilmiş olan sınırı aşıyorsa, aralarda da sismik halat bağlantıları yapılması gerekir (Şekil 12.37). Boylamasına sismik bağlantılar, her bir hat için bir set olabilir (Şekil 12.38). Ayrıca, maliyet azaltıcı bir teknik olarak, hatların dönüş yaptığı köşelerde hem enlemesine hem de boylamasına bağlantı yapılabilir (Şekil 12.39). Böylelikle bir hattın enlemesine bağlantısı, diğer hattın boylamasına bağlantısı olarak vazife görür. Boru hatlarında hem enlemesine hem de boylamasına sismik bağlantı vazifesi gören 45° açılı bağlantılar yapılması durumunda maliyet ve zamandan büyük ölçüde tasarruf yapılabilir (Şekil 12.40).



Şekil 12.38. HER HAT İÇİN BİR SET BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ



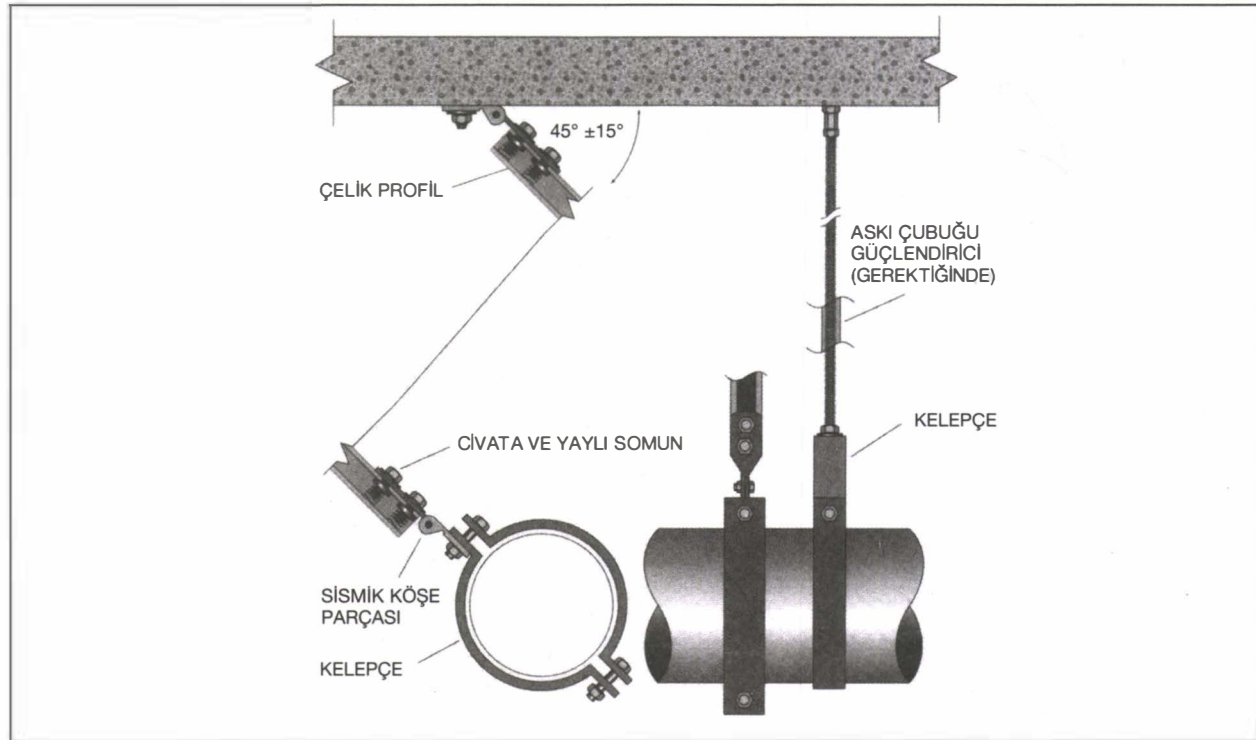
Şekil 12.39. HAT DÖNÜŞÜ KÖŞELERİNDE ENLEMESİNE VE BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ



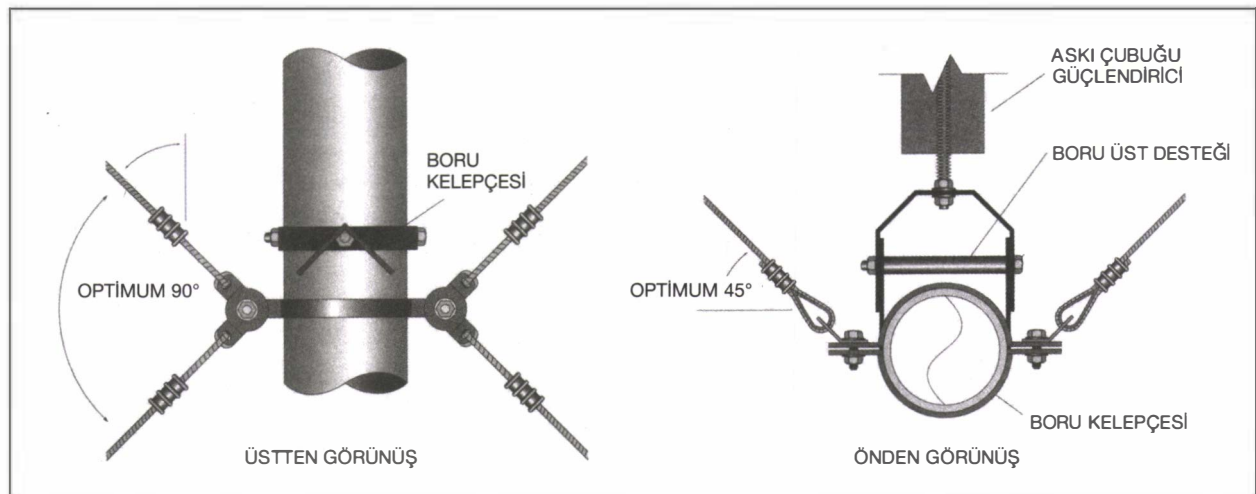
Şekil 12.40. TEK NOKTADA ENLEMESİNE VE BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ

Borulardaki sismik bağlantılar, katı çelik profiller ile yapılabileceği gibi (Şekil 12.41) sismik çelik halatlar kullanılarak da yapılabilir (Şekil 12.42). Ancak titreşim yalıtımı yapılan ve/veya ısı genleşmelere maruz boru hatlarında katı çelik profiller kullanılamaz. Ayrıca sismik çelik halatlar gerek malzeme hafifliği gerekse uygulama kolaylığı açısından, hemen her zaman hem malzemeden hem de işçilik giderlerinden ekonomi sağlamaktadır. Üstelik sismik çelik halatların uluslararası bağımsız kuruluşlar tarafından sertifikalandırılmış olanları da mevcut olup, işverenin veya kontrol mühendisinin güvenlikle ilgili talepleri doğrudan karşılanabilir. Katı profiller hem çekme hem de basma kuvvetlerine karşı gelir. Bu nedenle boru hattının sadece tek

tarafında kullanılırlar ve bundan dolayı askı çubuğunun da sismik yüklere maruz kalmasına sebep olurlar. Bu durum, katı profillerle sismik koruma tasarımını daha kritik yapmaktadır. Çelik halatlar ise sadece çekme kuvvetine karşı çalıştıklarından dolayı, karşılıklı iki halat şeklinde her zaman çift olarak kullanılırlar ve askı çubuğuna yük aksettirmezler. Sismik halatların bu özellikleri hem enlemesine hem de boylamasına bağlantının tek bir noktada yapılmasını sağlayan 45° açılı bağlantılar yapılmasına olanak vermektedir. Bu durum, asma tavan içinde yer sıkıntısı olan projeler için büyük avantajlar sağlamanın yanı sıra işçilik maliyetlerinden de büyük oranda tasarruf edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 12.41. ASILI BORU HATLARINDA ÇELİK PROFİLLER İLE SİSMİK BAĞLANTI



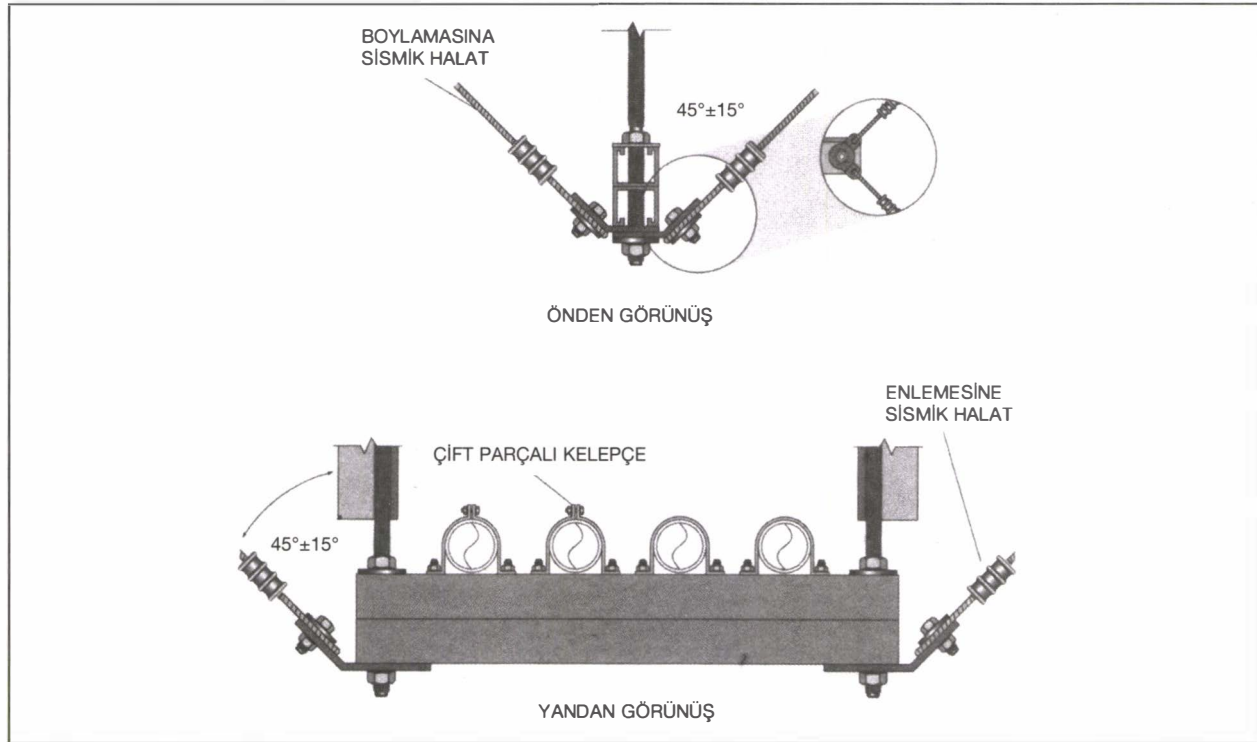
Şekil 12.42. ASILI BORU HATLARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI

Asılı boru hatlarında birden fazla borunun tek bir trapez üzerinde taşınması durumunda, taşıyıcı trapezin sismik olarak bağlanması gerekir. Bu durumda önemli olan nokta, boruların trapez üzerinde sismik yüklere karşı dayanıklı olarak bağlanması gerekliliğidir. Bunu sağlamak üzere boruların U-kelepçeler veya benzeri tipte bağlantılarla trapeze sabitlenmesi gerekir (Şekil 12.43). Tek noktadan bağlanan klasik kelepçeler, bağlantı noktasının bir moment kolu oluşturması ve çoğu zaman bu noktanın yeterli dayanımda olmaması sebebiyle sismik açıdan uygun değildirler.

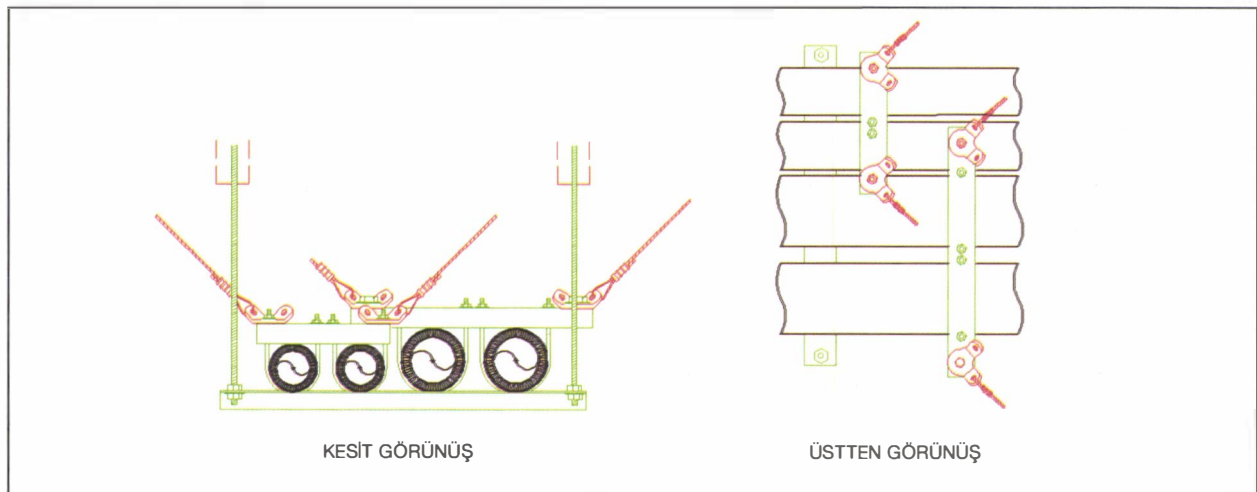
Asılı boru hatlarındaki ısı genleşmeler sismik sınırlandırma açısından kritik uygulamalardır. Özellikle

farklı ısı genleşmelere maruz boruların aynı trapez üzerinde olmaları durumunda, bunların sismik bağlantılarının da ayrı ayrı çözülmesi gerekir (Şekil 12.44). Ayrıca ısı genleşme yapan boru hatları, açısal sapma yapabilen titreşim askıları ile asılmadıkları takdirde, kayar mesnet kullanımı gerektirir. Kayar mesnetler ise sismik bağlantı açısından kritiktir.

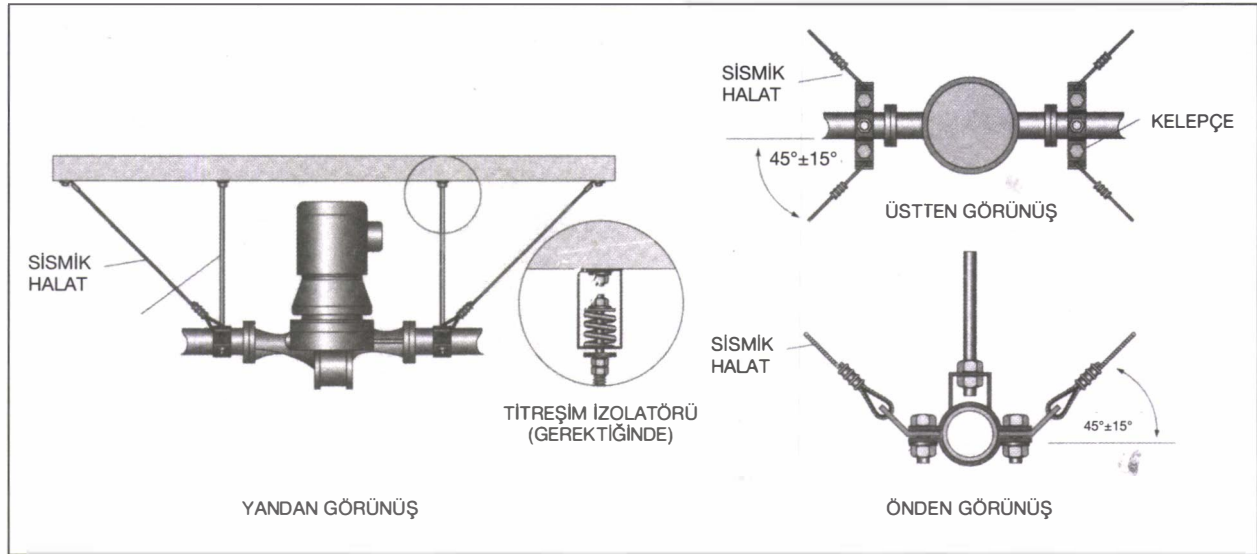
Asılı boru hatları üzerinde monte edilen çeşitli ekipmanlar (in-line pompalar, tüpler, ısı değiştirgeçleri vs) için ayrıca sismik bağlantı yapılması gerekebilir. Böyle durumlarda yine titreşim yalıtımı gerekip gerekmeyeceğine bağlı olarak titreşim askıları da kullanılabilir (Şekil 12.45, 46 ve 47).



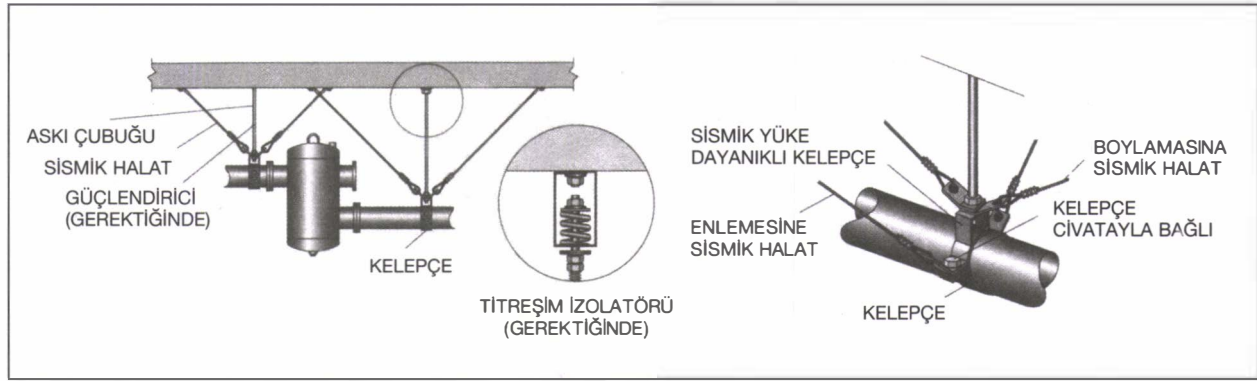
Şekil 12.43. TRAPEZ ÜZERİNDEKİ BORU GRUPLARINDA SİSMİK BAĞLANTI



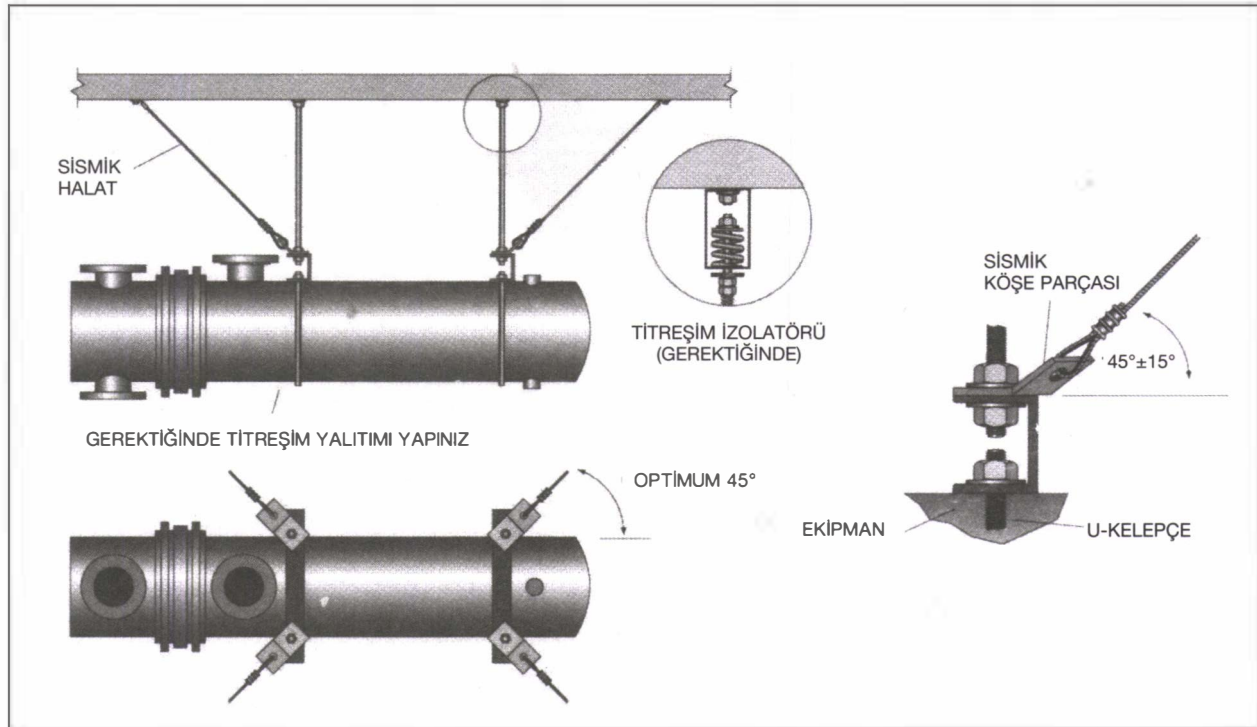
Şekil 12.44. FARKLI ISIL GENLEŞME YAPAN BORU GRUPLARINDA SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 12.45. BORU HATTI ÜZERİNDEKİ POMPANIN SİSMİK KORUMASI



Şekil 12.46. BORU HATTI ÜZERİNDEKİ TÜPÜN SİSMİK KORUMASI



Şekil 12.47. BORU HATTI ÜZERİNDEKİ ISI DEĞİŞTİRGEÇİNİN SİSMİK KORUMASI

12.4.5. HAVA KANALLARI

Hava kanalları, sismik açıdan nispeten daha az kritik ekipmanlardır. Bunun sebepleri, belirli bir kesitin altındaki kanalların nispeten hafif olmaları ve kanal içindeki akışkanın hava olması sebebiyle nispeten az tehlike yaratmalarıdır. Ancak belirli kesitin üzerindeki kanallar ve duman tahliyesi gibi kritik amaçlara hizmet eden kanalların sismik koruması önemlidir (Kesit alanı ve benzeri değerler, yönetmeliklerde ve/veya şartnamelerde sismik koruma gereksinimleri altında belirtilir.).

Tavana asılı kanallar, deprem açısından kritiktir. Bunu sebebi, tıpkı borularda olduğu gibi, deprem yüklerinin anlık olmayıp dalgalar halinde farklı büyüklüklerde ve frekanslarda arka arkaya gelmesi neticesinde kanal hatlarının rezonansa girme tehlikesidir. Böyle bir durumda çok küçük sismik yükler dahi kanal hatlarının kırılıp kullanılmaz hale gelmesine ve daha kötüsü çevresindeki diğer tesisatlara da zarar vermesine sebep olabilir.

Yine borularda olduğu gibi, asılı hava kanallarının sismik koruması, yapılacak sismik projelere bağlı olarak, boru hattı boyunca çeşitli noktalarda enlemesine ve boylamasına sismik sınırlamalar yapılması suretiyle gerçekleştirilir. Bu noktalarının seçimi için öncelikle kanal hatları parçalar halinde numaralandırılır. Daha sonra enlemesine ve boylamasına sismik bağlantı noktaları belirlenir.

Hava kanallarındaki sismik bağlantılar da yine borularda olduğu gibi sismik çelik halatlar (Şekil 12.48) veya katı çelik profiller (Şekil 12.49) kullanılarak yapılabilir. Ancak titreşim yalıtımı yapılan kanallarda sadece sismik çelik halatlar kullanılabilir (Şekil 12.50). Sismik çelik halatların gerek malzeme hafifliği gerekse uygulama kolaylığı açısından, hemen her zaman hem malzemeden hem de işçilik giderlerinden ekonomi sağladığını ve uluslararası bağımsız kuruluşlar tarafından sertifikalandırılmış olanlarının da mevcut olup, işverenin veya kontrol mühendisinin güvenlikle ilgili talepleri doğrudan karşılanabilmektedir. Tıpkı borularda olduğu gibi hava kanallarında da sismik bağlantı amacıyla kullanılan katı profiller hem çekme

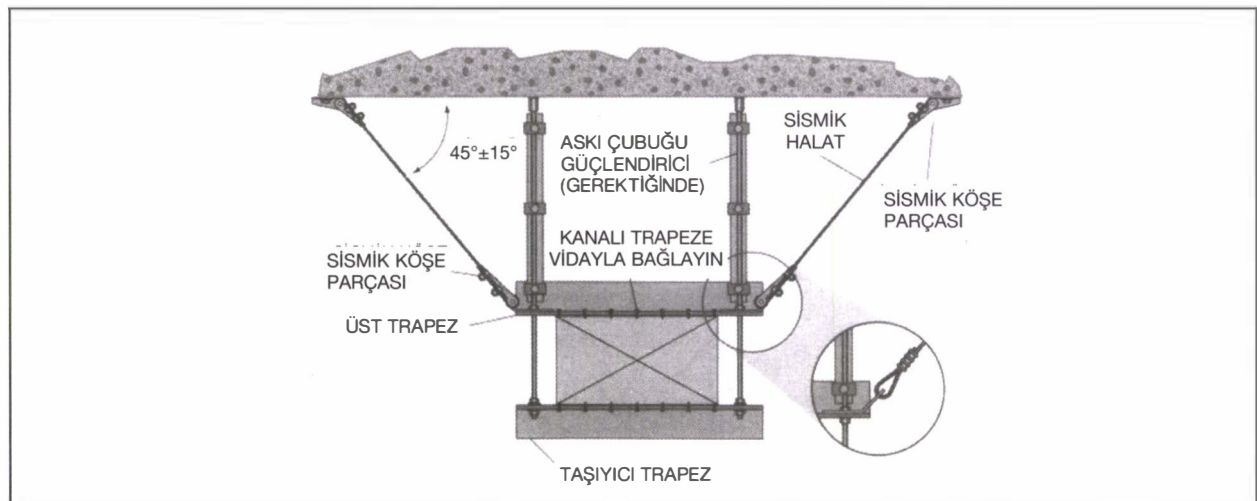
hem de basma kuvvetlerine karşı gelir. Bu nedenle kanal hattının sadece tek tarafında kullanılırlar ve bundan dolayı askı çubuğunun da sismik yüklere maruz kalmasına sebep olurlar. Bu durum, katı profillerle sismik koruma tasarımını daha kritik yapmaktadır. Çelik halatlar ise sadece çekme kuvvetine karşı çalıştıklarından dolayı, karşılıklı iki halat şeklinde her zaman çift olarak kullanılırlar ve askı çubuğuna sismik yük aksettirmezler.

Bazı durumlarda hava kanalları askı çubuklarıyla değil çelik profiller ile tavana asılabilir. Böyle durumlarda, çelik profilden yapılmış taşıyıcı sistemin profil kesiti, uzunluğu, yapıya bağlantı noktası detayları gibi tüm parametreleriyle birlikte, sismik yüklere dayanıklılık açısından analiz edilmesi gerekir. Şayet sistem mevcut haliyle sismik yüklere karşı yeterli dayanımda değilse, sismik bağlantılarla takviye yapılması gerekir (Şekil 12.51).

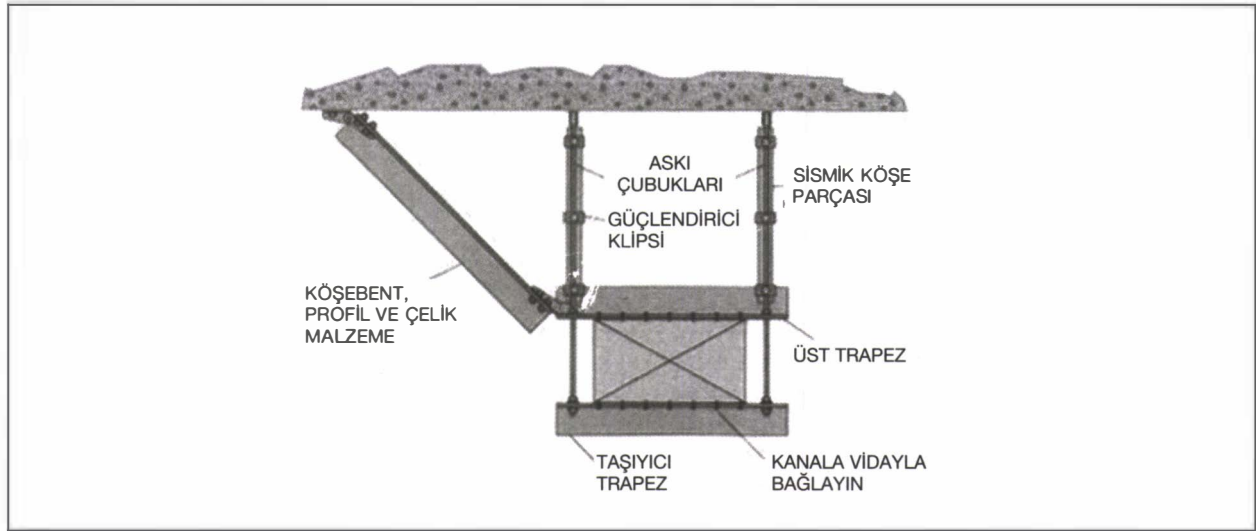
Dairesel kesitli hava kanalları, kelepçelerle bağlı olabileceği gibi (Şekil 12.52 ve 53) asılı bir trapez üzerinde de monte edilebilir. Her iki durumda da sismik halatlar ile bağlantı yapılabilir. Ancak trapez üzerindeki hava kanalının U-cıvata ile trapeze bağlı olması gerekir (Şekil 12.54).

Kolonlarda ve diğer yerlerde düşey olarak monte edilen hava kanallarının sismik koruması, duvarlara veya yapısal çelik elemanlara bağlı çelik takviyelerle yapılabilir. Dikdörtgen kesitli bir düşey hava kanalının sismik koruması için, köşebentten yapılmış takviyeler (Şekil 12.55A), dairesel kesitli bir düşey hava kanalının sismik koruması için ise, yapısal bir çelik elemana bağlı yine çelikten bir şerit kullanılabilir (Şekil 12.55A).

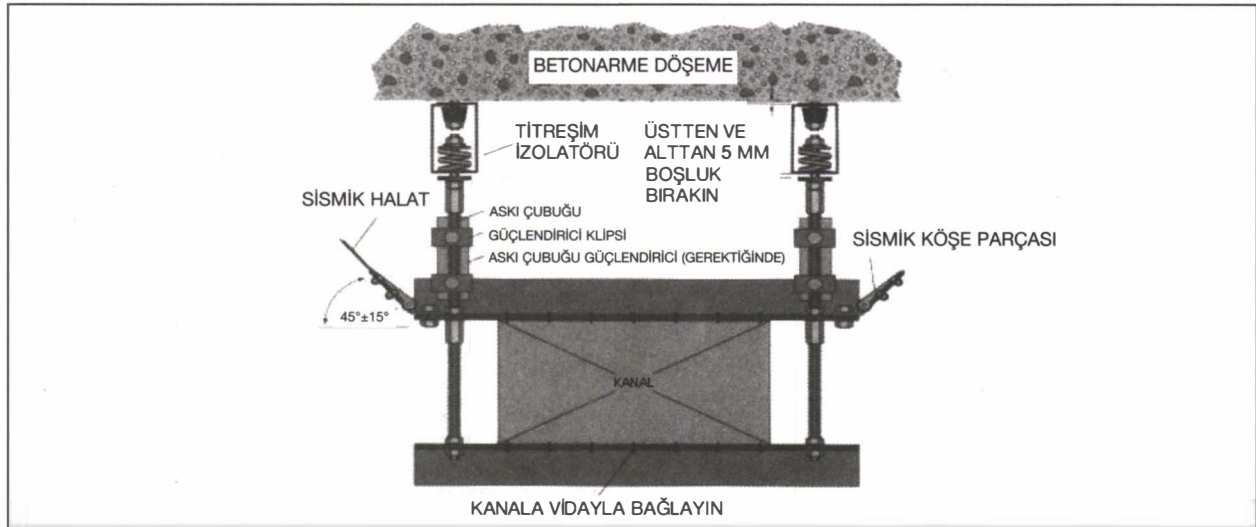
Şaft içindeki düşey hava kanallarında titreşim yalıtımı yapılması istendiğinde, kanalı taşıyan profiller titreşim izolatörleri üzerine monte edilebilir (Şekil 12.56). Ancak böyle durumlarda sismik koruma yapılması da gerekiyorsa, izolatörlerin sismik özellikte olması veya ilave olarak sismik halatlar kullanılması gerekir (Titreşim yalıtımı yapıldığında, katı profillerle sismik bağlantı yapılmaması gerektiğini hatırlayınız.).



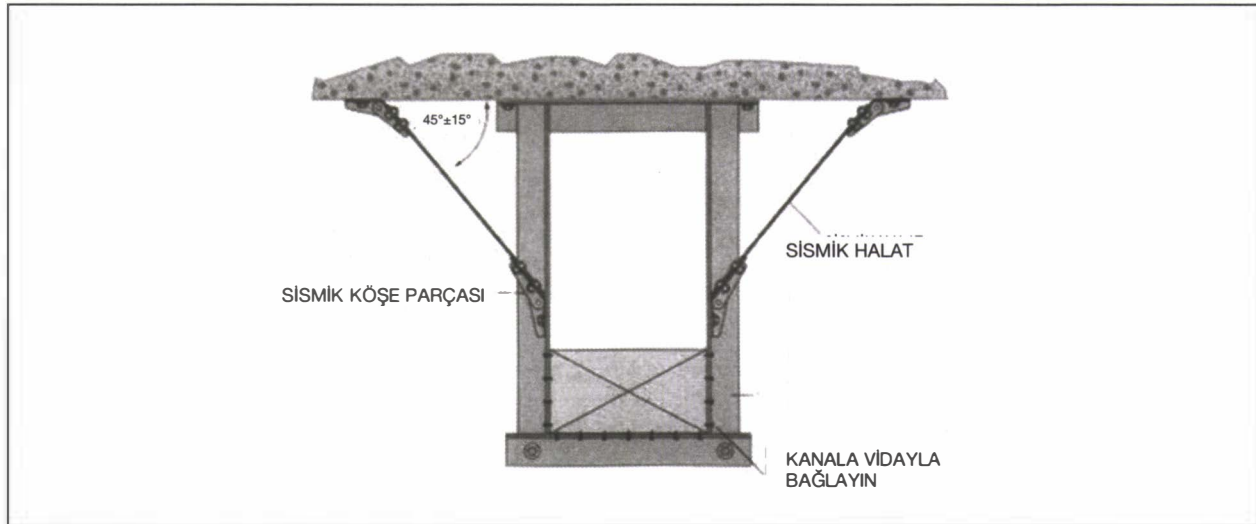
Şekil 12.48. ASILI HAVA KANALLARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



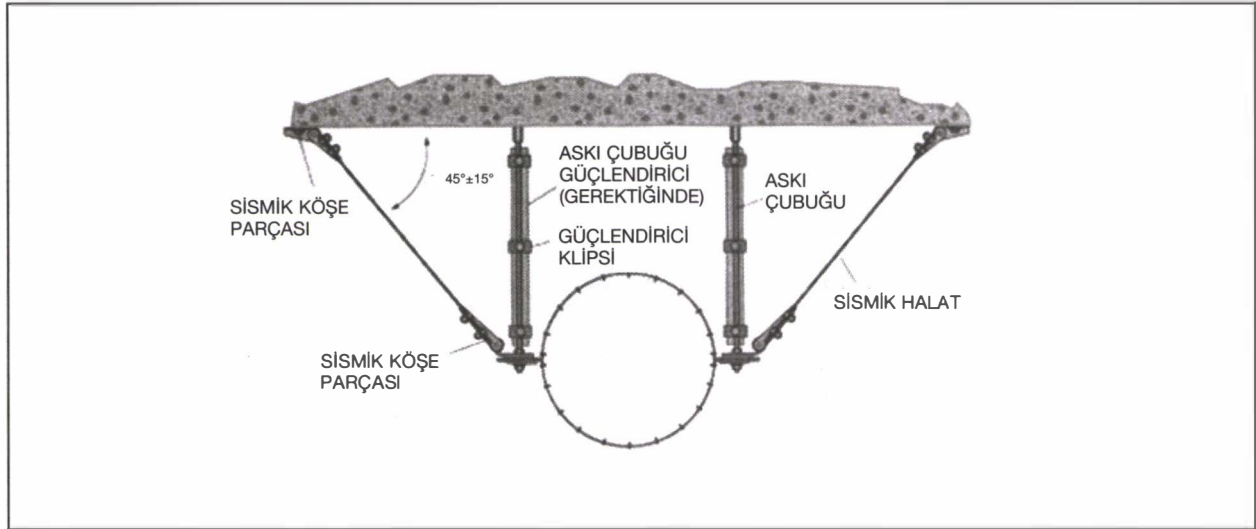
Şekil 12.49. ASILI HAVA KANALLARINDA ÇELİK PROFİLLER İLE SİSMİK BAĞLANTI



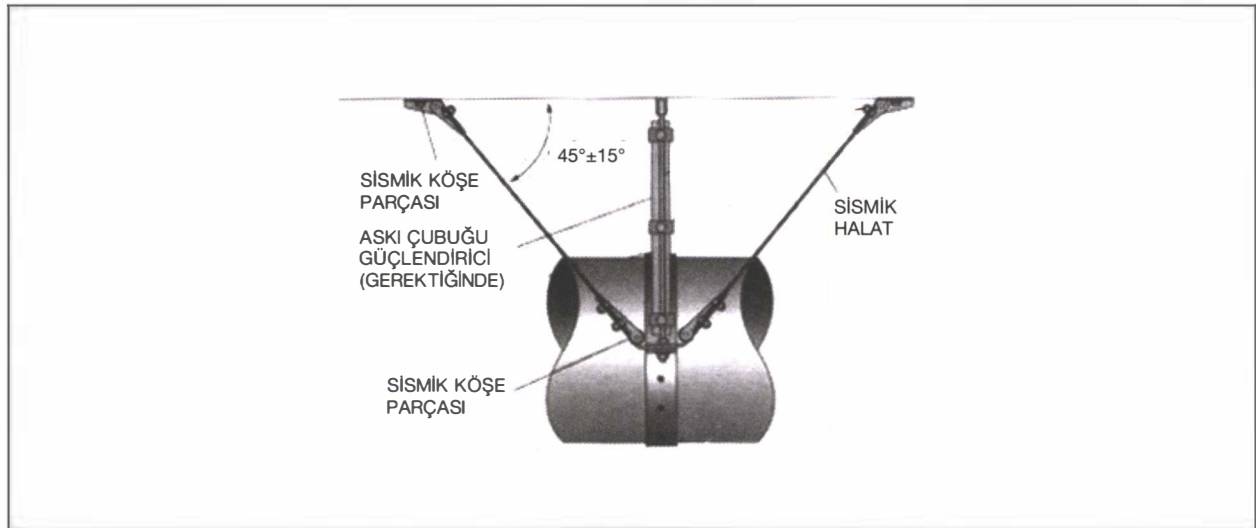
Şekil 12.50. TİTREŞİM YALITIMI YAPILAN HAVA KANALLARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



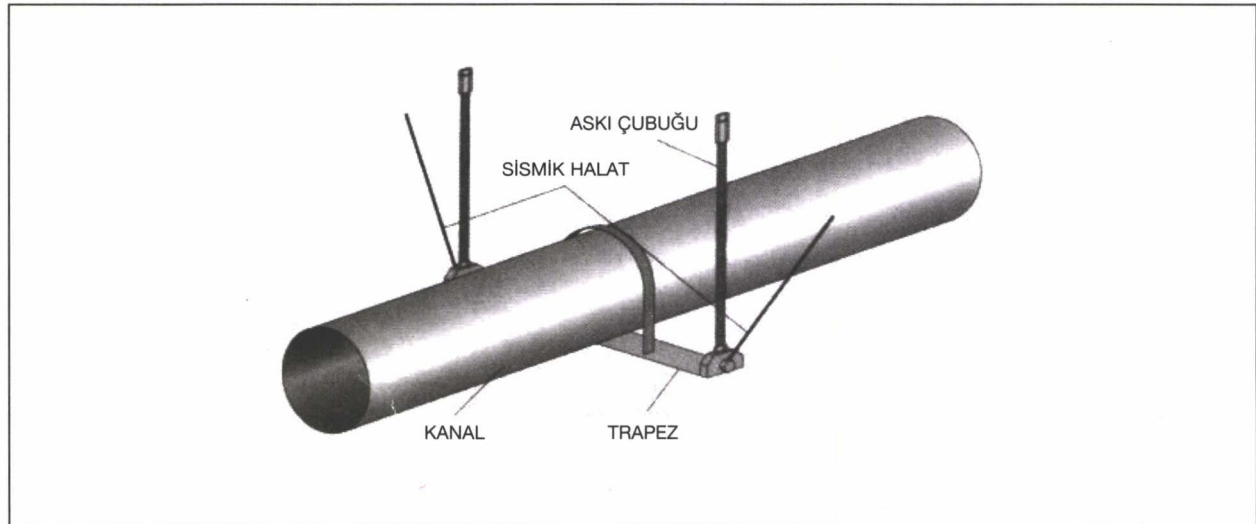
Şekil 12.51. ÇELİK PROFİLLERLE ASILMIŞ HAVA KANALINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



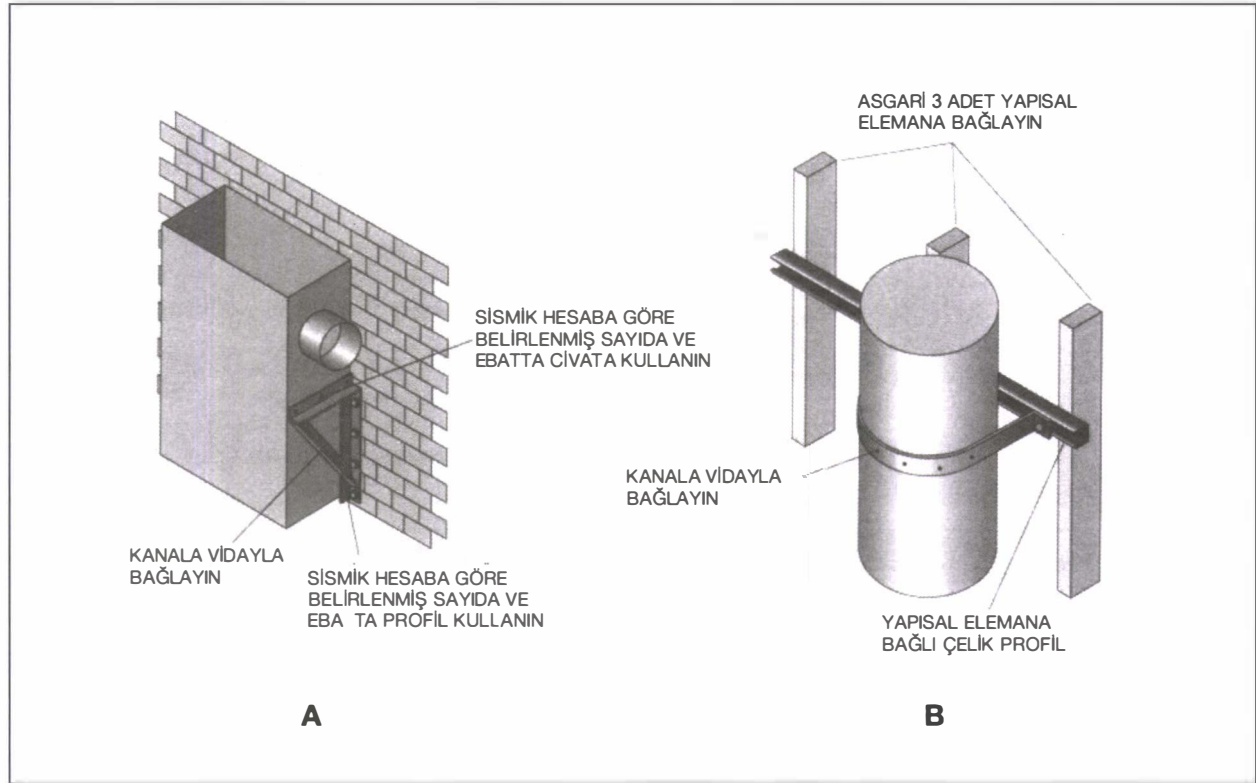
Şekil 12.52. KELEPÇEYLE ASILI DAİRESEL KESİTLİ HAVA KANALINDA ENLEMESİNE SİSMİK BAĞLANTI



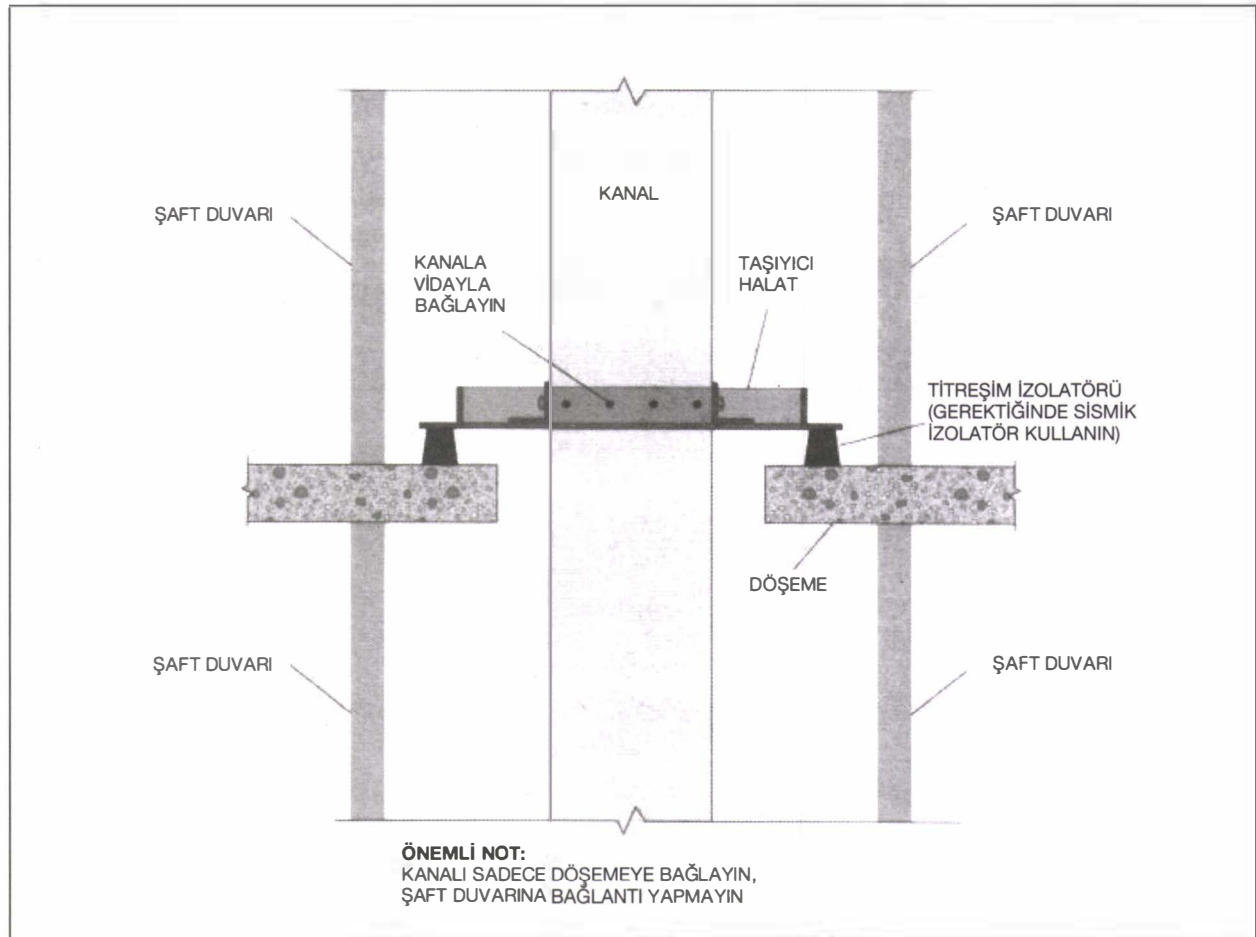
Şekil 12.53. KELEPÇEYLE ASILI DAİRESEL KESİTLİ HAVA KANALINDA BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 12.54. ASILI TRAPEZ ÜZERİNE MONTE EDİLMİŞ HAVA KANALINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 12.55. DÜŞEY HAVA KANALLARINDA SİSMİK BAĞLANTILAR

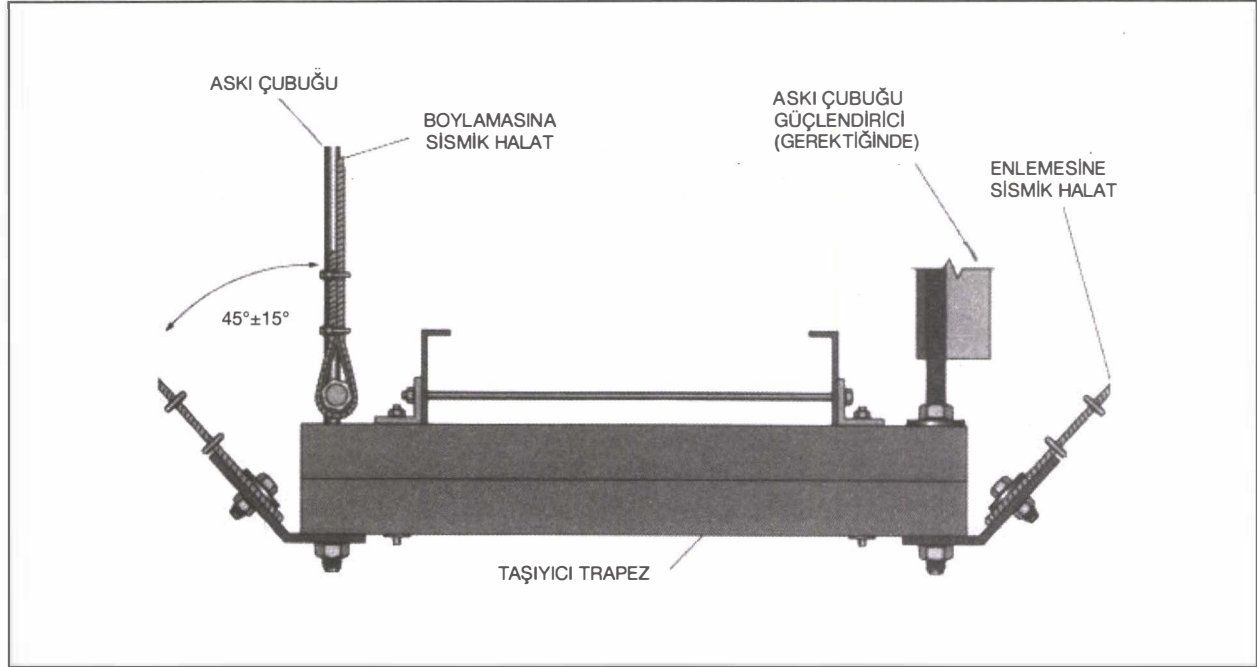


Şekil 12.56. ŞAFT İÇİNDEKİ DÜŞEY HAVA KANALINDA TİTREŞİM İZOLATÖRÜ KULLANIMI

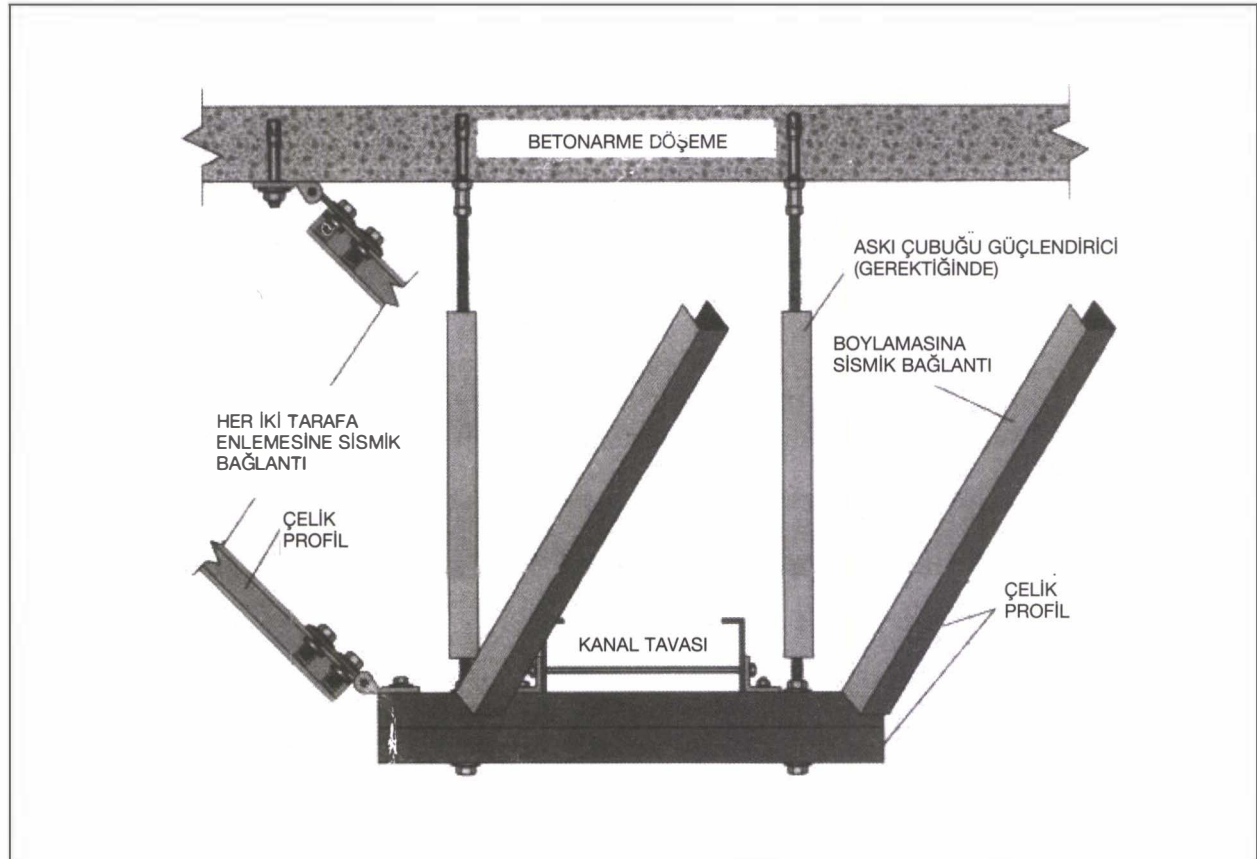
12.4.6. ELEKTRİK TAVALARI VE DİĞER HATLAR

Asılı elektrik tavaları, busbar ve benzeri hatlarda da tıpkı boru ve hava kanalı trapezlerinde olduğu gibi sismik çelik halatlar (Şekil 12.57) veya katı profillerle

(Şekil 12.58) sismik bağlantı yapılabilir. Duvar dibinden ve/veya döşeme üzerinden giden hatlarda ise, hatın monte edildiği yapısal elemanın sismik yüklere dayanıklı olması kaydıyla, ilave donanımlarla sismik koruma yapılmasına gerek olmayabilir.



Şekil 12.57. ELEKTRİK TAVALARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 12.58. ELEKTRİK TAVALARINDA ÇELİK PROFİLLER İLE SİSMİK BAĞLANTI

12.4.7. KOLON BORULARI

Kolon boruları özellikle çok katlı binalarda kritik bir konudur. Bunun sebepleri, öncelikle uzun bir boru hattının yalıtımlı ve içi dolu ağırlığının bina statığıne olan etkisi ve yine uzun bir boru hattında meydana gelen ısıl boyut değiştirmelerin (genleşme/büzüşme) yaratacağı gerilmelerdir.

Kolon borularında oluşan ısıl boyut değiştirmelere karşı alınan yöntemlerden biri, boru hattının kaydırılması (off-set) veya hat üzerinde genleşme/büzüşme alıcı kısımlar (omega) oluşturulmasıdır (*Şekil 12.59*). Bu yöntemde öncelikle boruda meydana gelecek ısıl boyut değiştirmeler hesaplanmalıdır. Bundan sonra boru, binanın belirli katlarında boru sabit olarak monte edilir (*Şekil 12.60*). Şayet boruda titreşim yalıtımı isteniyorsa, boru kelepçesi elastomer yastık tipi izolatörler üzerine monte edilebilir (*Şekil 12.61*).

Daha sonra yukarıya ve aşağıya doğru ısıl boyut değiştirmelere izin verecek şekilde boru kılavuzları oluşturulur (*Şekil 12.62*). Boru kelepçeleri, ısı yalıtımının altında boruya kaynaklı olmalıdır. Isı köprüsü oluşumunu önlemek amacıyla kelepçenin üzerine de ısı yalıtımı yapılması gerekir.

Bu yöntemin en büyük mahsuru, mimari projede istenmeyen yanal hacim gereksinimlerine ve dolayısıyla yer kayıplarına sebep olmasıdır. İkinci olarak birçok dirsek içermeleri sebebiyle bu kısımlar sistem basıncının ciddi şekilde artmasına sebep olurlar. Son olarak ise sabit noktadan dolayı bina statığıne ciddi bir yük bindirilmesi söz konusudur.

Isıl boyut değiştirmelere karşı alınan bir başka yöntem, boru hattı üzerinde belirli noktalarda ve gerekli sayıda uzama kompensatörleri kullanılmasıdır (*Şekil 12.63*). Bir önceki yöntemde olduğu gibi burada da öncelikle boruda meydana gelecek ısıl boyut değiştirmeler hesaplanır, sonra boru sabit noktaya monte edilir ve daha sonra da yukarıya ve aşağıya doğru ısıl boyut değiştirmelere izin verecek şekilde boru kılavuzları oluşturulur.

Uzama kompensatörleri potansiyel sızıntı noktaları oluşturmaları ve bakım gerektirmeleri gibi sebeplerden ötürü sorunlara yol açabilirler. İkinci olarak, sismik dayanım açısından boru hattı üzerinde zayıf noktalar oluştururlar. Son olarak ise yine sabit noktadan dolayı bina statığıne ciddi bir yük bindirilmesi söz konusudur.

Kolon borularındaki ısıl boyut değiştirmelere karşı alınabilecek gelişmiş bir yöntem olarak, kolon borusunun yaylar üzerine monte edildiği “yüzer sistem” gösterilebilir. Bu yöntemde de ilk olarak boruda meydana gelecek ısıl boyut değiştirmeler hesaplanır ve bu ısıl boyut değiştirmeleri karşılayacak yaylar seçilerek, boru bu yaylar üzerine monte edilir (*Şekil 12.64*).

Yüzer sistem hesabında öncelikle boruların dolu ağırlıkları ve işletme sıcaklıkları belirlenir. Daha sonra

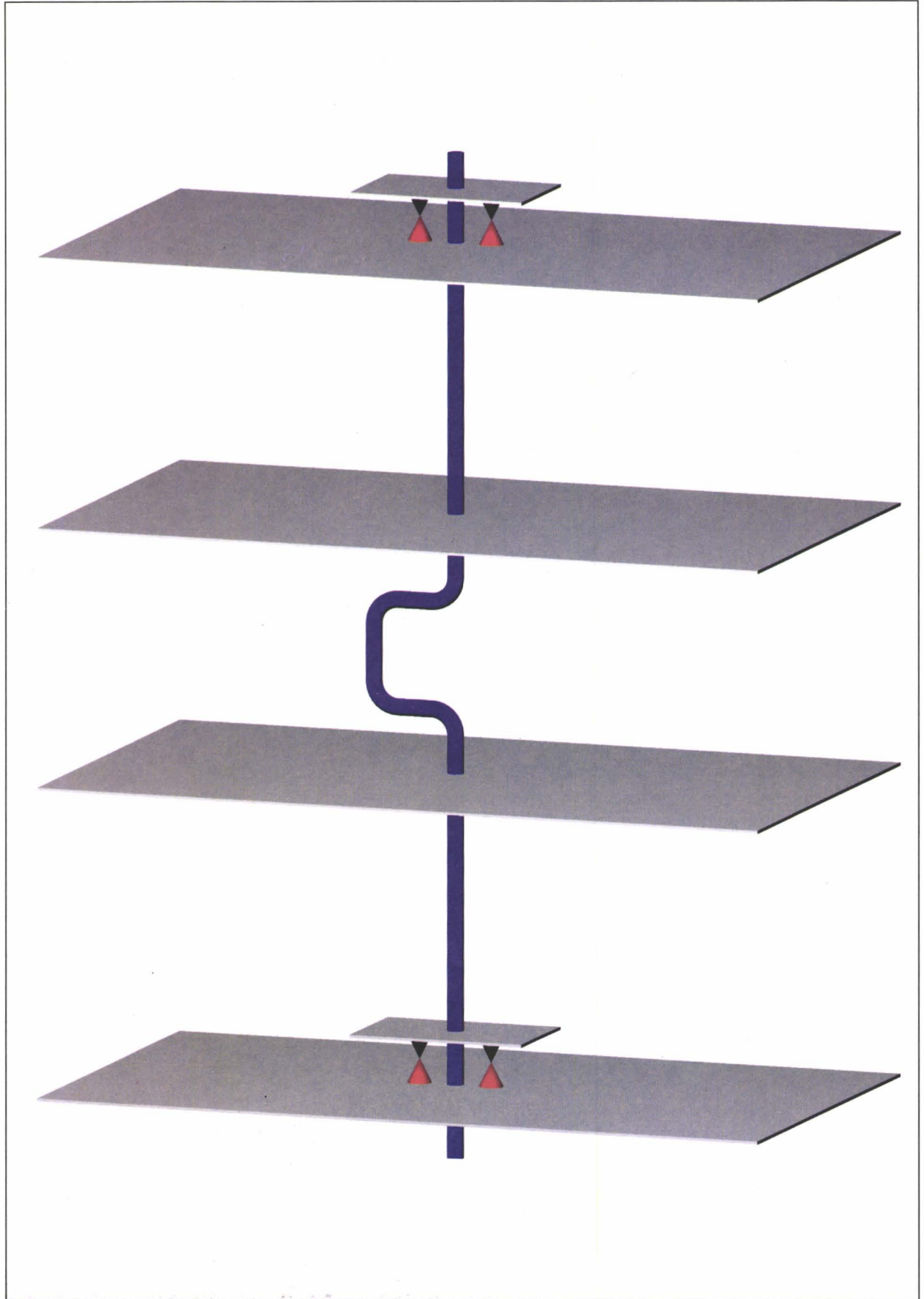
boru çapına ve uzunluğuna bağlı olarak her 2 veya 3 katta bir borunun yerleştirileceği yaylar için bir ön seçim yapılır. Bu seçimlerle birlikte keyfi olarak belirlenmiş bir sanal sıfır noktası (ısıl genleşme olmadığı öngörülen, genelde şaft ortasına yakın seçilen bir nokta) yazılıma girilerek ısıl genleşme sonrası yaylara gelecek yükler ve çökme miktarları hesaplanır. Başlangıçta seçilmiş yayların uygun olmaması durumunda seçimler birkaç defa tekrarlanarak en uygun yaylar belirlenir.

Kolon boruları için yüzer sistem hesabı, hesap makinesi ile yapılması çok zahmetli olan ve zaman alıcı bir işlemdir. Bundan ötürü bu iş için özel olarak tasarlanmış bir bilgisayar yazılımı kullanılır. Bu yazılım, her deneme seçimi sonrasında arka arkaya sürekli tekrarlanan hesaplamalar (iterasyon) yaparak en uygun izolatör seçimine olanak tanır (*Tablo 12.65*). Yüzer sistem uygulanmış bir kolon borusunda sismik koruma gereken durumlarda, kolonun belirli noktalarında dört yönlü sismik halat setleri kullanılır (*Şekil 12.66*). Yüzer sistem uygulamasının bir benzeri olarak, kolon borusunun ortada bir noktada sabitletmesi, üst ve alt noktalarda ise yaylar üzerine monte edilmesi şeklinde uygulamalar da mevcuttur. Ancak bu uygulamalarda, kolon borusunun bina statığıne olan olumsuz etkisi bertaraf edilemeyeceği gibi, borulardaki titreşimlerin de tamamen ortadan kaldırılamaması gibi mahsurlar söz konusu olmaktadır.

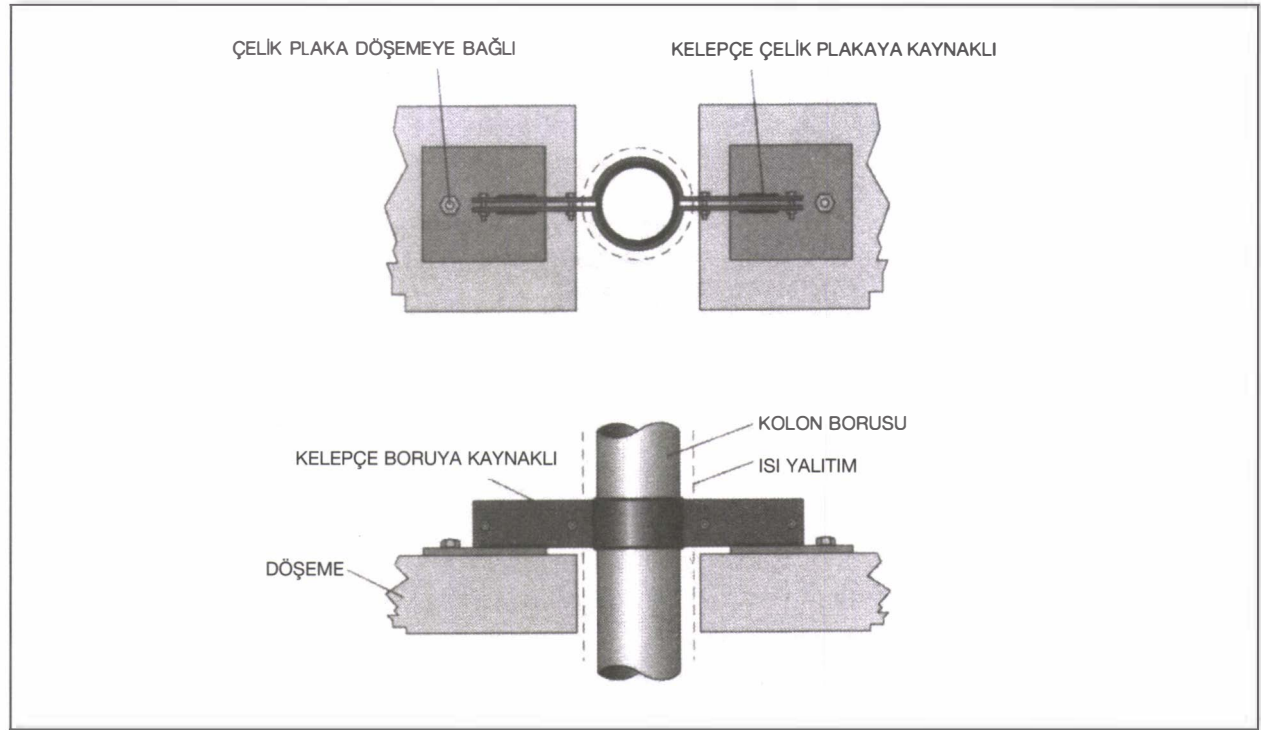
12.4.8. KAİDELER VE ATALET ŞASİLERİ

Döşeme üzerine monte edilecek mekanik, elektrik ve sıhhi tesisat ekipmanlarının, imalat makinelerinin ve benzeri cihazların bakım, temizlik vs amaçlarla döşemeden yüksekte olmasını temin etmek üzere betondan veya çelikten kaideler kullanılır. Bu kaidelerin deprem açısından güvenilirliğinin sağlanabilmesi için çeşitli tedbirler alınması gerekir.

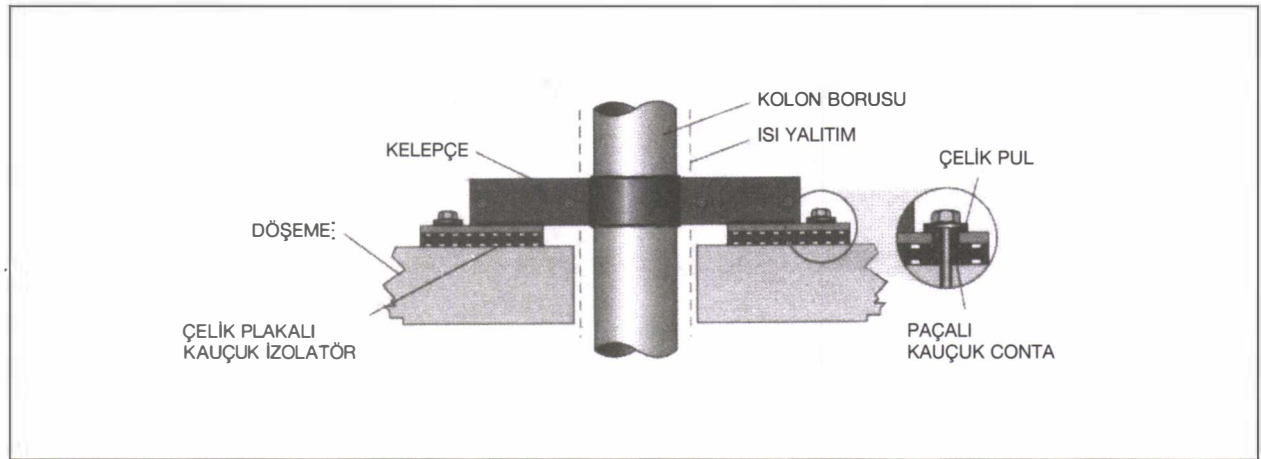
Her şeyden önce beton kaideler kesinlikle çelik donatılı olmalıdır (*Şekil 12.67*). Ayrıca kaidenin donatısı, üzerinde bulunduğu döşemenin donatısıyla bağlantılı olmalıdır. Bunun temin edilebilmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur. En düşük maliyetli ve güvenilir yöntem, döşeme donatısından kaide için filizler bırakılmasıdır (*Şekil 12.68A*). Ancak bunun için inşaat işlerinin mekanikle çok titiz bir koordinasyon dahilinde yürütülmesi şarttır. Bunun sağlanamadığı durumlarda, döşemeye sonradan çelik dübeller çakılarak kaide donatısı bu dübellere saplı rot çubuklarına bağlanır (*Şekil 12.68B*). Bazı durumlarda sismik yüklere yeterli dayanımı sağlayacak çelik dübellerin çaplarının büyüklüğü ve çakma derinlikleri, uygulama açısından büyük zorluklara hatta imkânsızlıklara sebep olabilir. Böyle durumlarda çelik çakma dübel yerine, küçük çapta ve dalma derinliğinde aynı dayanımı sağlayacak kimyasal dübeller kullanılabilir (*Şekil 12.68C*).



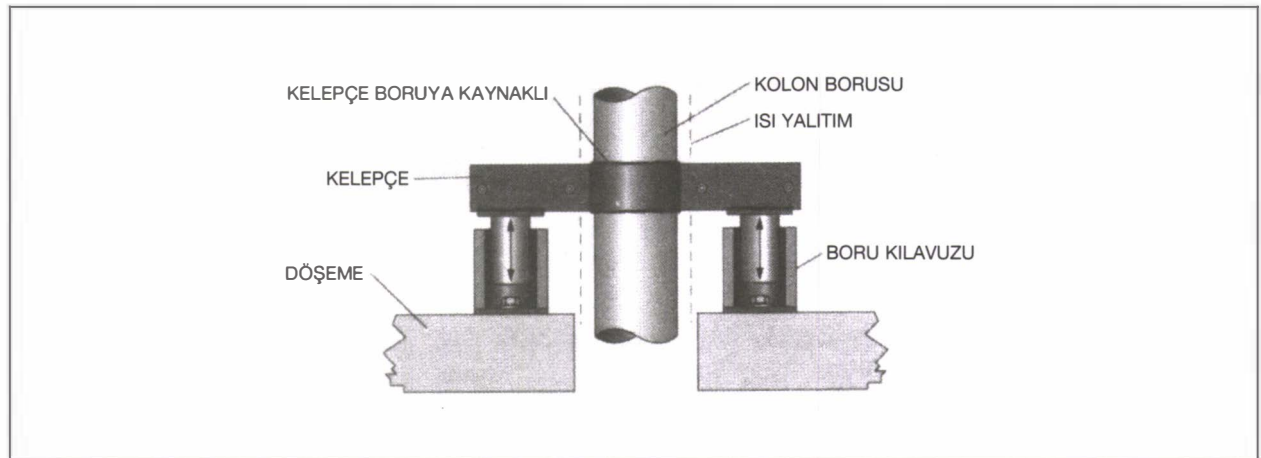
Şekil 12.59. KOLON BORULARINDA
GENLEŞME / BÜZÜŞME ALICI KISIMLAR (OMEGA) OLUŞTURULMASI



Şekil 12.60. KOLON BORULARINDA SABİT NOKTA



Şekil 12.61. KOLON BORULARINDA TİTREŞİM YALITIMI SABİT NOKTA



Şekil 12.62. KOLON BORULARINDA BORU KILAVUZU KULLANIMI

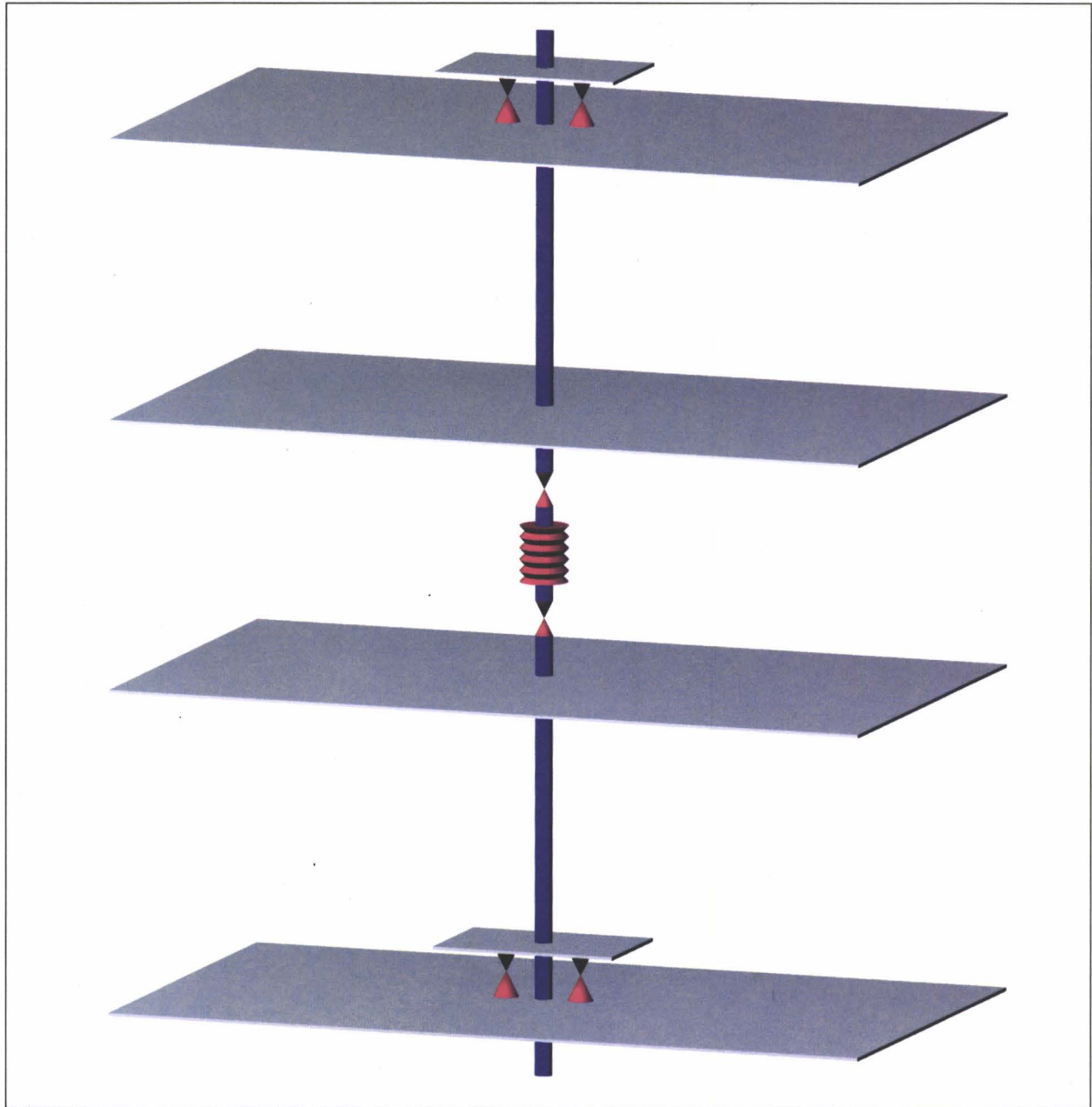
Beton kaide tasarımında çok kritik bir nokta, ekipmanın kaideye bağlantılarının, kaide kenarlarına olan mesafeleridir (Şekil 12.69). Şayet bu mesafeler gereğinden az olursa, bağlantı civatasının betonu patlatma tehlikesi ortaya çıkar (Şekil 12.11). Bu bağlantı mesafeleri, detaylı bir sismik mühendislik çalışmasıyla belirlenir. Ancak genel prensipler açısından bazı detaylar Şekil 12.70’te gösterilmiştir.

Önceden yapılmış ve döşeme ile bağlanmamış kaidelerin depreme karşı korunabilmeleri için Şekil 12.71’deki gibi yanal sınırlandırıcı elemanlar kullanılmalıdır. Böyle bir durumda, döşemede süreksizlik olması halinde (örneğin bina dilatasyon geçişlerinde veya Şekil 12.71’deki fotoğrafta olduğu gibi süreksiz

döşemelerde) sismik bağlantı güvenli en yakın noktadan yapılmalıdır (Şekil 12.72).

Özellikle kritik mahallerde (altında veya yanında gürültü hiç istenmeyen mekanik odalar vb) ciddi oranda titreşim yalıtımı gereken ekipmanların (büyük pompalar, kompresörler vb) döşemeden yüksekte durmasını temin etmek üzere çelik ve/veya yine donatılı beton atalet kaideleri kullanılmalıdır. Bu kaideler, sadece titreşim yalıtımı amacıyla kullanılacaklarsa, çelik yaylı titreşim izolatörleri üzerine monte edilirler (Şekil 12.73).

Sismik koruma gereken durumlarda titreşim izolatörlerine ek olarak sismik sınırlandırıcılar kullanılabileceği gibi (Şekil 12.74), doğrudan sismik izolatörler kullanılarak daha az maliyetle çözüme ulaşılabilir (Şekil 12.75).



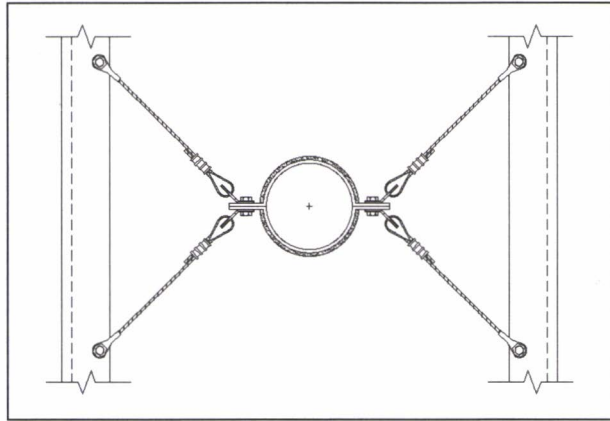
Şekil 12.63. KOLON BORULARINDA
GENLEŞME / BÜZÜŞME ALICI UZAMA KOMPANSATÖRLERİ KULLANIMI



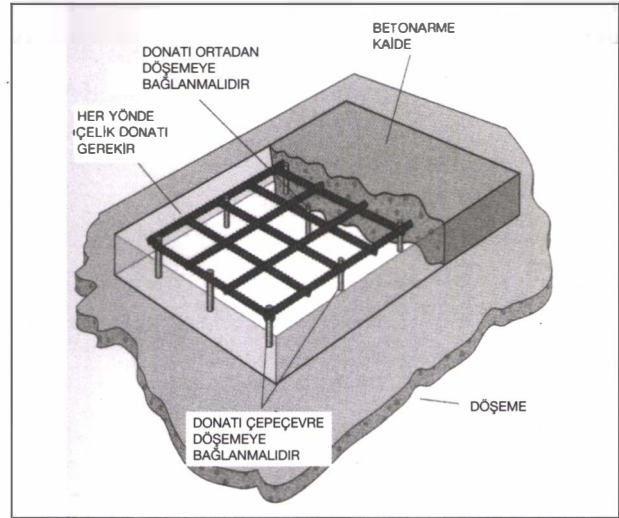
Şekil 12.64. KOLON BORULARINDA ISIL BOYUT DEĞİŞTİRMELERE VE TİTREŞİME KARŞI YÜZER SİSTEM KULLANIMI

KOLON ADI VE NUMARASI								
İzolatörün Bulunduğu Kat	Şematik	İzolatörler Arası Mesafe (m)	İzolatör Seçimi	Başlangıç Yüğü (kg)	Başlangıç Çökme Miktarı (mm)	Çökme Değişimi (mm)	Son Çökme (mm)	Son Yüğü (kg)
ÇATI		11	2 SWX-5-A-200	164	10,29	-2,82	7,47	119
21		9	2 SWX-3-A-200	180	7,52	ısı genleşme esnasında		126
18		9	her 2-3 katta bir	259	7,24			199
15		9		311	4,34	-1,12	3,23	231
12		9	2 SWX-1-400	ısı boyut değiştirme öncesi		-0,53	2,39	342
9		9	2 SWX-1-600			0,03	2,59	556
6		9	2 SWX-2-1000	549	3,07	0,58	3,66	655
3		0	2 SWX-3B-1500	862	4,83	1,14	5,97	1.068

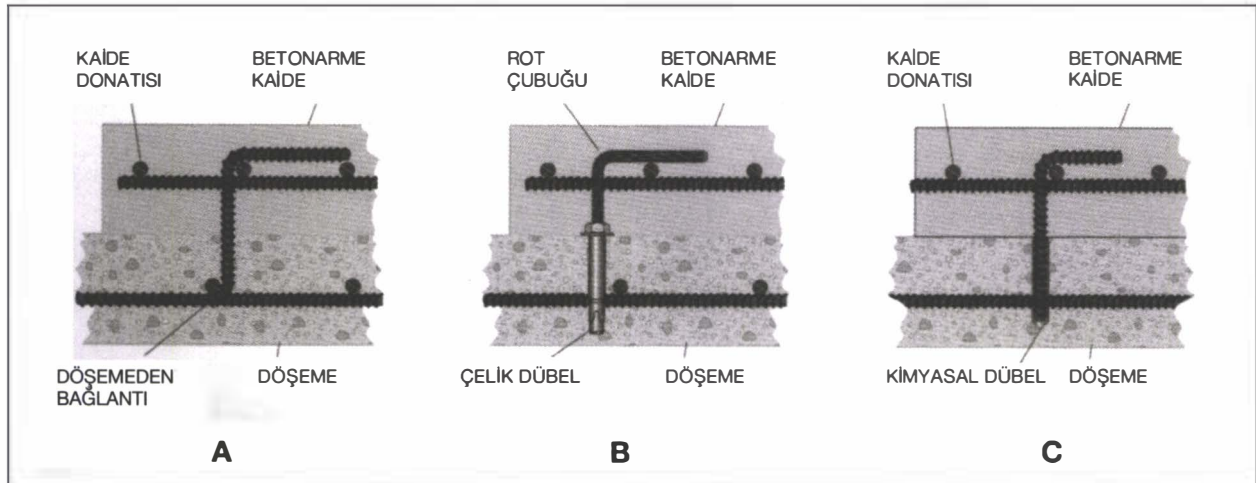
Tablo 12.65. KOLON BORULARINDA YÜZER SİSTEM ÖRNEK HESAP FORMU



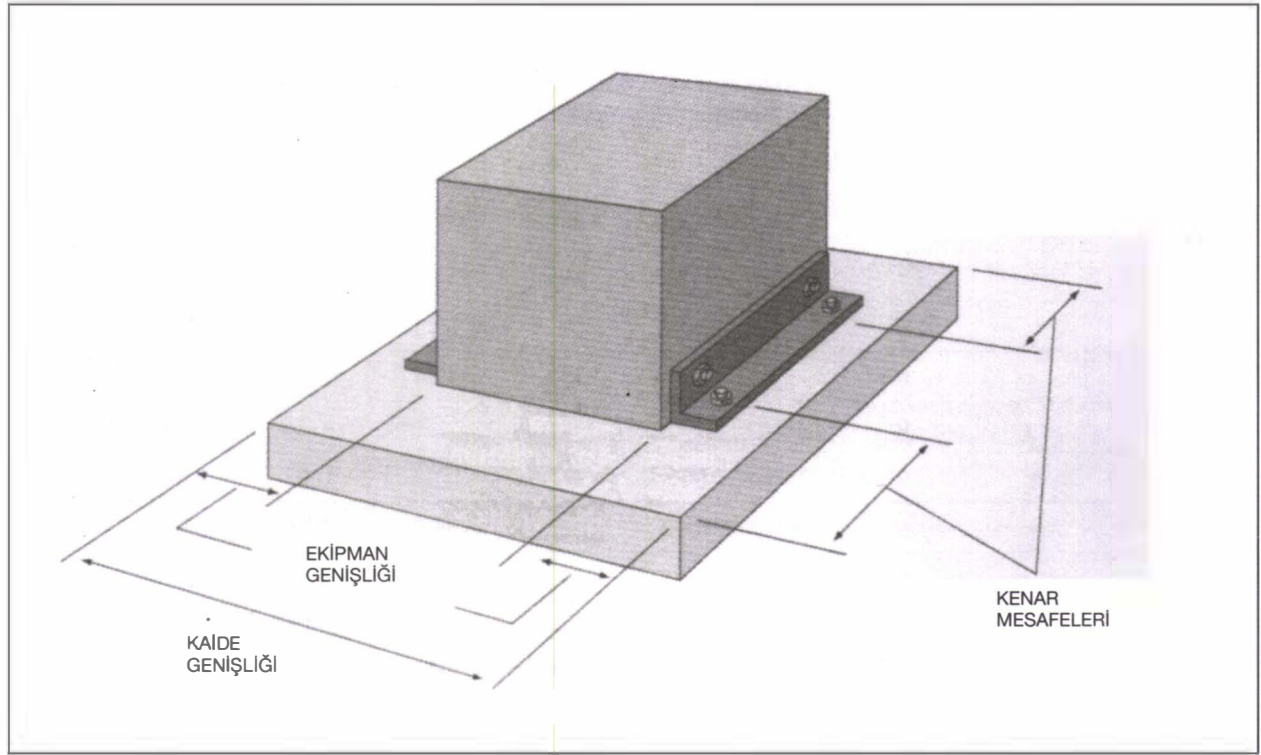
Şekil 12.66. YÜZER SİSTEM UYGULANMIŞ KOLON BORULARINDA SİSMİK HALAT KULLANIMI (ÜSTTEN GÖRÜNÜŞ)



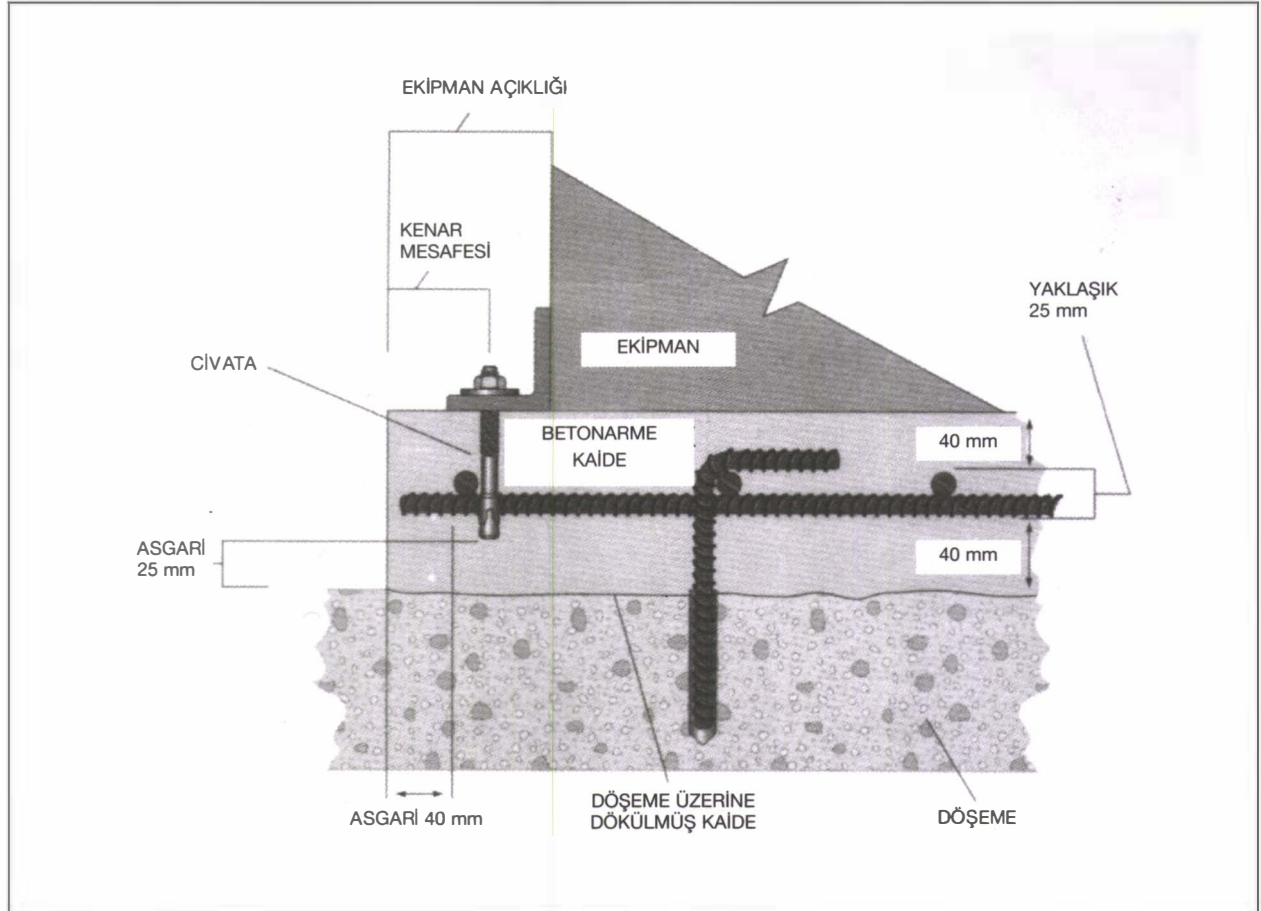
Şekil 12.67. ÇELİK DONATILI BETONARME KAİDE



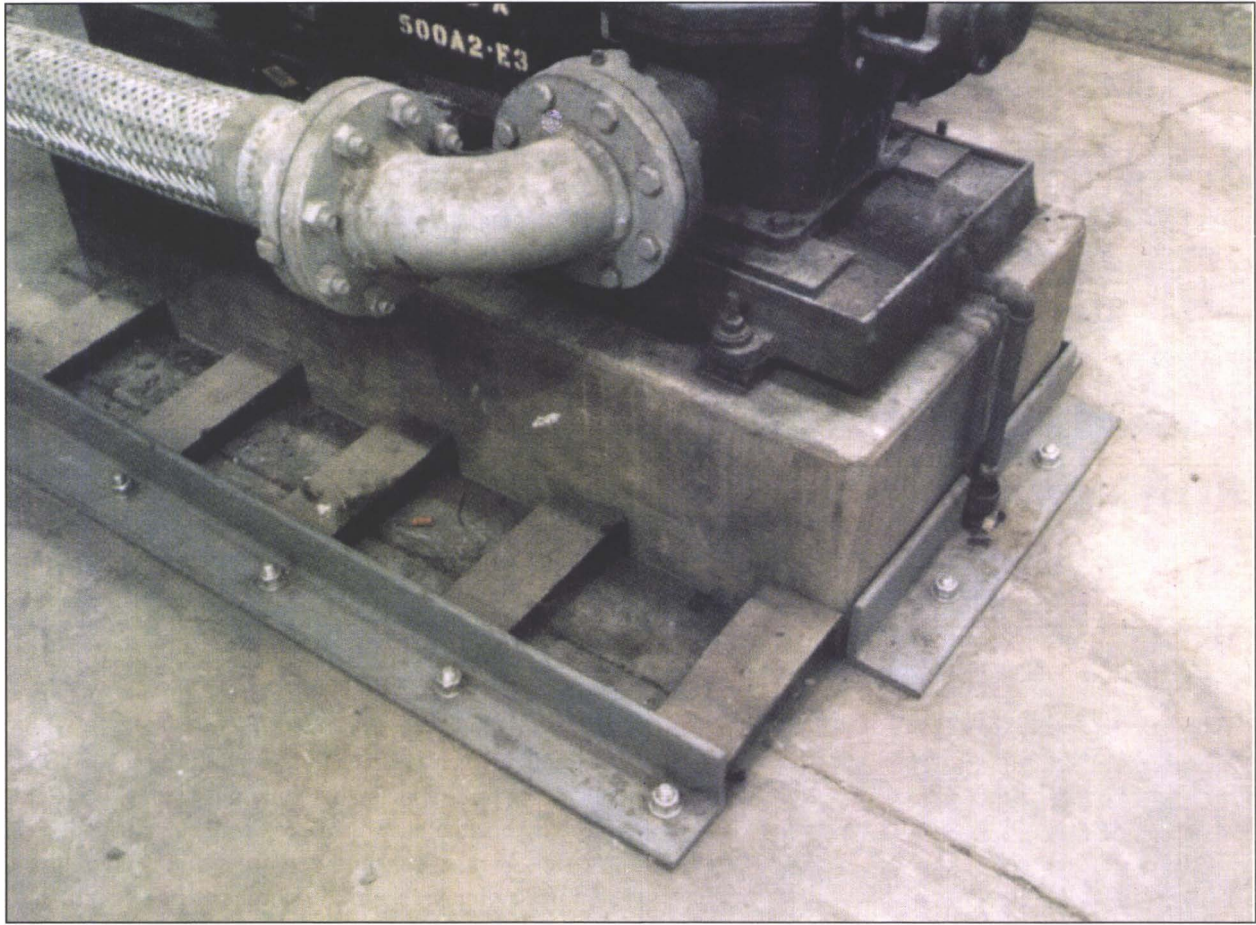
Şekil 12.68. BETONARME KAİDE DONATILARININ DÖŞEME DONATISIYLA BAĞLANTI YÖNTEMLERİ



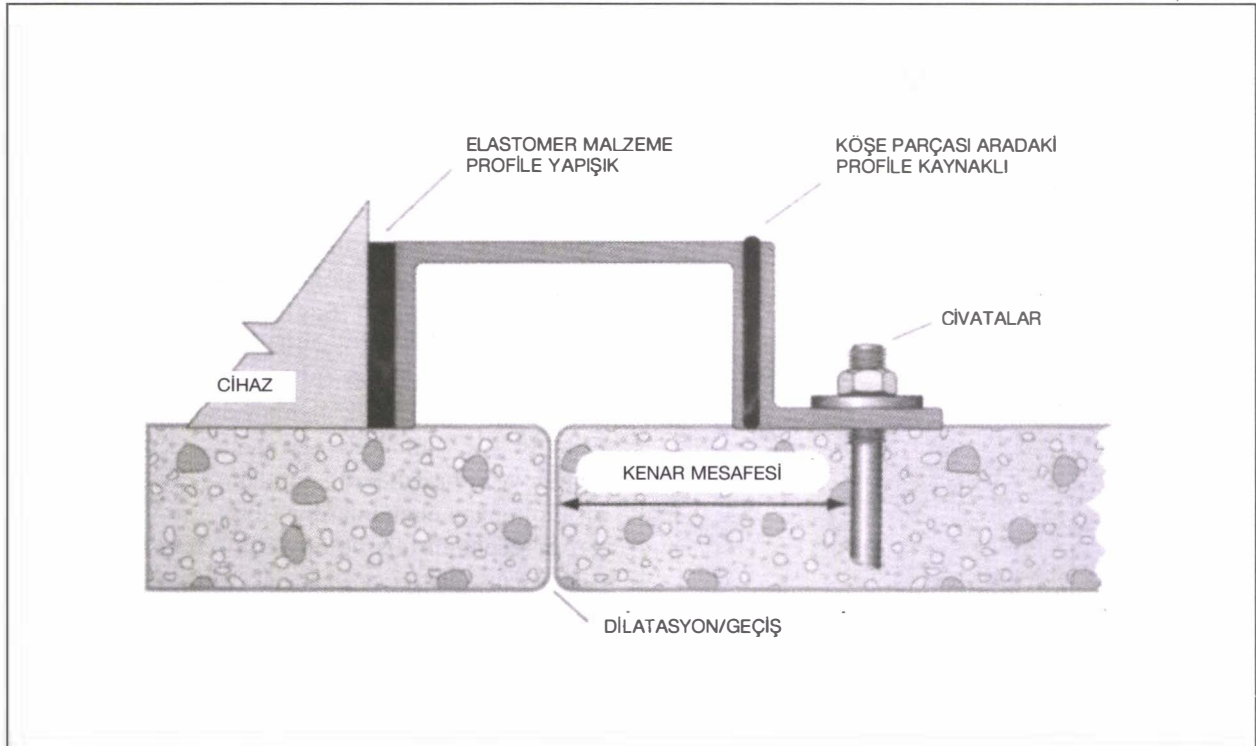
Şekil 12.69. BETON KAİDE ÜZERİNDEKİ EKİPMANIN VE BAĞLANTI NOKTALARININ KENAR MESAFELERİ



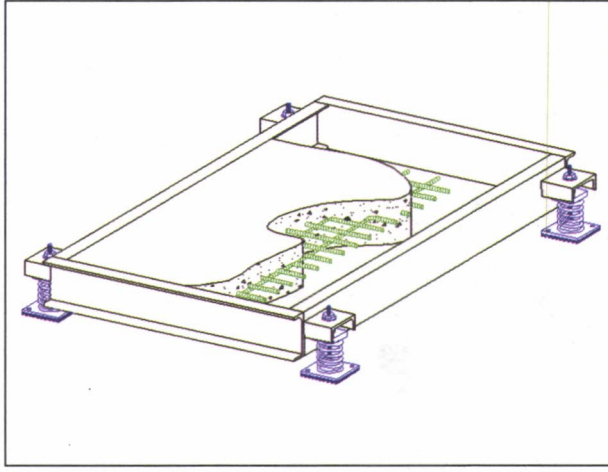
Şekil 12.70. BETON KAİDE ÜZERİNDEKİ EKİPMANIN VE BAĞLANTI NOKTALARININ KENAR MESAFELERİ



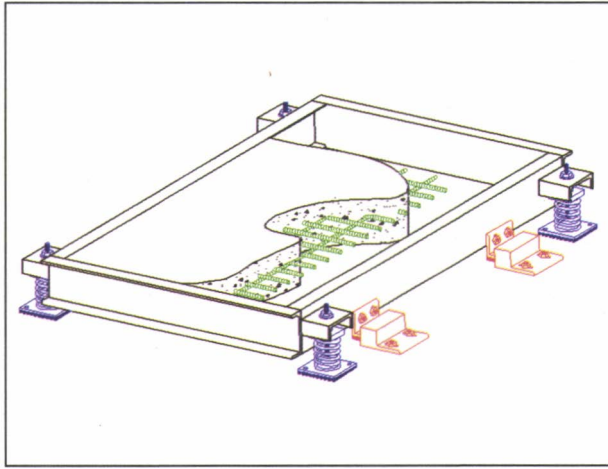
Şekil 12.71. DÖŞEMEYE BAĞLANMAMIŞ BETON KAİDE DE SİSMİK TEDBİR AMAÇLI YANAL SINIRLANDIRICILAR



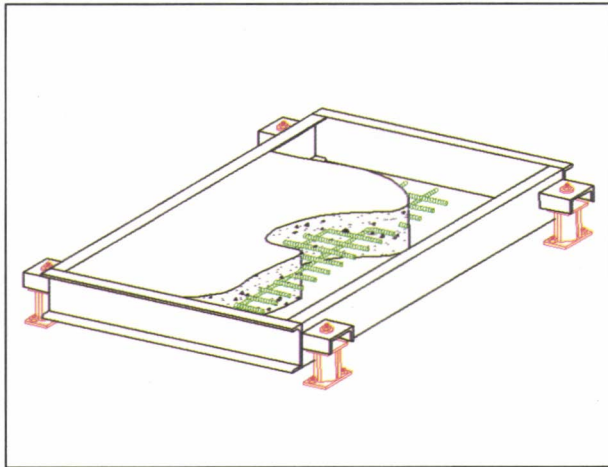
Şekil 12.72. SÜREKSİZ DÖŞEMELERDE EKİPMAN / KAİDE YANAL SINIRLANDIRICI DETAYI



Şekil 12.73. ÇELİK / BETON
ATALET KAİDELERİNDE
TİTREŞİM İZOLATÖRÜ
UYGULAMASI



Şekil 12.74. ÇELİK / BETON
ATALET KAİDELERİNDE
TİTREŞİM İZOLATÖRÜYLE BİRLİKTE
SİSMİK SINIRLANDIRICI UYGULAMASI



Şekil 12.75. ÇELİK / BETON
ATALET KAİDELERİNDE
SİSMİK İZOLATÖR
UYGULAMASI

12.5. SİSMİK KORUMAYLA İLGİLİ YÖNETMELİKLER

12.5.1. ULUSLARARASI YÖNETMELİKLER

Uluslararası alanda geçerliliği en fazla olan deprem yönetmelikleri, dünya üzerinde yıkıcı depremlerin yaşandığı bölgelerin başında gelen A.B.D.'de yayınlanmaktadır.

Gerek bu ülkede gerekse dünyanın birçok bölgesinde halen yürürlükte olan şartnamelerin sırasıyla Tekdüze Bina Kodu (UBC - Uniform Building Code) 1997 ve BOCA 1996 ile birlikte Kanada kökenli Ulusal Bina Kodu (NBC - National Building Code) 1996 olduğu söylenebilir.

Ancak Uluslararası Kod Konseyi (ICC - International Code Council) tarafından yayınlanan ve 2006 yılı itibariyle yürürlükte olan en geçerli deprem standardı Uluslararası Bina Kodu (International Building Code) IBC - 2003'tür.

Yine büyük ve yıkıcı depremlerin yaşandığı bir ülke olan Japonya'da geçerli deprem yönetmeliği, Japon Standart Bina Yasası (The Building Standard Law of Japan) 2004'ün içinde yer almaktadır. Ancak gerek Japon yönetmeliğine gerekse büyük depremlerin yaşandığı diğer ülkelerin yerel yönetmeliklerine, uluslararası projelerde geçerli yönetmelikler olarak pek rastlanmamaktadır.

Ayrıca Avrupa kıtasının deprem tehlikesinden nispeten uzak olması, sismik önlemlerle ilgili teknik şartnamelerin gelişmiş Avrupa devletlerinin ilgi alanına girmemesinin sebebi olarak gösterilebilir.

IBC - 2003 yönetmeliğinin yanı sıra, yine A.B.D.'de deprem güvenliği konusunda faaliyet gösteren en büyük kuruluş olan Federal Afet Yönetim Kurumu - FEMA (Federal Emergency Management Agency) tarafından yayınlanan standartlar gelmektedir.

Bunlar arasında "Mekanik Ekipmanlarda Sismik Sınırlandırma (FEMA 412)", "Elektrik Ekipmanlarında Sismik Sınırlandırma (FEMA 413)" ve "Hava Kanallarında ve Borularda Sismik Sınırlandırma (FEMA 414)" gibi doğrudan tesisatlara yönelik olanlarıyla birlikte, "Sağlık Tesislerinde Sismik Tedbirler (FEMA 150)", "İlk ve Orta Dereceli Okullarda Sismik Tedbirler (FEMA 149)" gibi bina kullanım amacına yönelik olanları da mevcuttur.

FEMA, 356 numaralı şartnamesinde bir deprem anında ve sonrasında binalardaki ve tesislerdeki yapısal olmayan elemanlardan (tesisatlar vb) beklenenleri derecelendirmiş ve böylelikle dört kademeli bir performans düzeyi sıralaması oluşturmuştur.

Bunların açıklaması aşağıda kısaca yapılmıştır:

12.5.1.1. İşlevsellik Performans Seviyesi

Yapısal olmayan elemanlarda işlevsellik performans seviyesi kısaca "yapının deprem sonrası hasar durumunda, yapısal olmayan elemanlarının (tesisatların vb) deprem öncesindeki fonksiyonlarını aynı şekilde

devam ettirebilmeleri” durumu olarak tanımlanabilir. Bu performans seviyesi; yapıdaki acil durum, yangından korunma, aydınlatma, mekanik ve elektrik tesisatları ve bilgi işlem sistemlerinin büyük bir bölümünün işlevlerini yerine getirmeye devam ettiği veya bu sistemlere yapılacak küçük tamirat işlemleri ile eski durumlarına devam etmelerinin mümkün olduğu durumdur.

Bu özel yapısal olmayan performans seviyesi yapı mühendislerinin ilgi ve uzmanlık alanına girdiği için söz konusu elemanların deprem sonrasında bu performans seviyesini göstermesi, ancak sismik koruma yapılmasıyla mümkün olacaktır.

Özellikle kuvvetli bir yer hareketi sonrası hastane, haberleşme merkezleri, elektrik üretim merkezleri, havalimanları gibi ilk kullanılacak yapılarda bulunan elektronik ve mekanik sistemlerin deprem güvenliği için sismik koruma yapılması hayati derecede önemlidir.

Özellikle hastanelerdeki sistemlerin deprem esnasında dahi işlevlerini yerine getirebilmeleri, tam bir can güvenliğinin sağlanması için gereklidir.

12.5.1.2. Hemen Kullanım Performans Seviyesi

Yapısal olmayan elemanlarda hemen kullanım performans seviyesi kısaca “deprem sonrasında yapıdaki giriş-çıkış kapıları, merdivenler, asansörler, acil aydınlatma sistemleri, yangın alarm sistemleri gibi sistemlerin genel olarak işlevlerini sürdürebilmekte olduğu durum” olarak tanımlanabilir.

Söz konusu performans seviyesinde bazı camlarda küçük kırıklar ve bazı yapısal olmayan elemanlarda hafif hasar meydana gelebilir, ancak binada yapısal olarak hiçbir tehlike yoktur.

Binada genel bir temizlik ve düzenleme yeterli olacaktır. Genel olarak bu performans seviyesinde, yapıdaki elektrik ve mekanik sistemler için önlemler alınmalı ve işlevlerini sürdürmeleri sağlanmalıdır.

Ancak bazı sistemlerin doğrultularında ve konumlarında küçük değişimler ve sistemlerin içinde küçük hasarlar meydana gelmiş olabilir.

Konut tarzı yapılarda bulunan ısıtma, su tesisatı, doğalgaz ve haberleşme sistemleri işlev dışı kalabilir, ancak yapısal olmayan elemanlardan kaynaklanabilecek can kaybı riski oldukça düşüktür.

Bu performans seviyesi özellikle hastaneler ve haberleşme merkezleri için yeterli güvenliği sağlayamayabilir. Ancak yüksek nitelikli ofis vb binalar için tercih edilebilir.

12.5.1.3. Can Güvenliği Performans Seviyesi

Yapısal olmayan elemanlarda can güvenliği performans seviyesi kısaca “deprem sonrasında binadaki yapısal olmayan elemanlarda hasarın meydana geldiği, ancak bu hasarın can güvenliğini tehlikeye atacak boyutta olmadığı” duruma karşılık gelmektedir.

Söz konusu performans seviyesinde, binadaki yapısal olmayan elemanlar (tesisatlar vb) oldukça hasar görmüştür ve hasarın maddi boyutu oldukça fazladır, ancak yapısal olmayan elemanlar bulundukları yerlerden çıkıp düşmemiş ve binanın içinde veya dışındakilerin can güvenliğini tehdit edecek durumda değildirler.

Binadaki hafif yapısal olmayan elemanların yarattığı enkazlar çıkışları kısmen kapatabilir; havalandırma, sıhhi tesisat ve yangın sistemleri zarar görebilir ve işlevlerini yitirebilir.

Bu performans seviyesinde yapısal olmayan elemanlardan kaynaklanan yaralanmalar meydana gelebilir, ancak binada genel olarak can güvenliğini tehdit edecek riskler oldukça düşüktür.

Yapıdaki yapısal olmayan elemanların yeniden işlevsel durumlarına getirilmesi zaman ve maliyet alan bir işlemdir.

Bu performans seviyesi, ancak deprem sonrası uzun süre kullanım dışı kalmasının mahsur oluşturmayaacağı depo vb binalarda tercih edilebilir.

12.5.1.4. Riski Azaltılmış Performans Seviyesi

Yapısal olmayan elemanların riski azaltılmış performans seviyesi kısaca “deprem sonrası hasar gören yapısal olmayan elemanların düşme tehlikesi meydana gelebilecek durumu” olarak tanımlanabilir.

Bu durumda dış ortama yüksek zarar verebilecek olan yapısal olmayan elemanların, insanların çok bulunduğu yerlere düşmelerinin engellenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Söz konusu performans seviyesinde, deprem sonrası yapısal olmayan elemanlarda oldukça ağır hasar meydana gelmektedir; ancak parapet, dış cephe panelleri, ağır kaplamalar, asma tavanlar, büyük raflar gibi düşme riski olan ve düştüklerinde insanların can güvenliğine bir tehdit olabilecek ağır elemanların düşmelerinin engellenmesi için önlem alınmalıdır.

Bu hasar seviyesinde amaç, insanlar için tehlike oluşturabilecek yapısal olmayan elemanların belirlenmesidir.

Dolayısıyla bu performans seviyesi, ancak hiçbir nitelik beklenmeyen binalarda ve sadece deprem esnasında can güvenliğinin sağlanması için tercih edilebilir.

Son olarak, tesisatlarla ilgili özel bir konu olması itibarıyla, yangından korunma sistemleri için geçerli standartlardan bahsetmek gerekir.

BOCA, UBC, IBC, FEMA yayınları vb uluslararası yönetmeliklerin ve şartnamelerin hemen hiçbirinde bu konuya değinilmemiştir.

Bunun sebebi ise, geçtiğimiz yüzyıl boyunca ve günümüzde halen bu konudaki tek otorite sahibi kurumun A.B.D. Ulusal Yangın Koruma Birliği (NFPA -National Fire Protection Association) olmasıdır.

Bu kurumun otomatik yangın söndürme (sprinkler) sistemleriyle ilgili olarak yayınlamış olduğu NFPA 13 standardı, yangın tesisatlarında sismik önlemlerin nasıl alınacağına dair ayrıntılı bilgiler ve yönergeler içermektedir.

12.5.2. YEREL YÖNETMELİKLER

Türkiye’de 2006 yılı itibarıyla halen yürürlükte olan deprem standardı T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 1997 yılında yayınlanmış ve halen geçerli olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’tir.

Bu yönetmeliğin 6.11.2 numaralı maddesi altında mekanik ve elektrik donanımına etkiyen deprem yüklerinin nasıl hesaplanacağı anlatılmıştır.

Ancak tesisatlar vb yapısal olmayan bileşenlerin depreme karşı nasıl korunacağına dair bilgiler bu yönetmelik kapsamında ele alınmamıştır.

Ülkemizde bu konuda yaşanan bir gelişme 06 Mart 2006 tarih ve 26100 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’in, yayınlanma tarihinden itibaren bir yıl sonra yürürlüğe girecek olmasıdır. Bu tarihten itibaren 2/9/1997 tarihli ve 23098 mükerrer sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik yürürlükten kalkacaktır.

Yeni yönetmelik, FEMA 356 standardına benzer şekilde, bir deprem anında ve sonrasında binalardan ve tesislerden beklenen deprem performanslarını üç kademede derecelendirmiştir.

Ancak bu performans değerlendirmesinde yapısal olmayan bileşenlerden bahsedilmemiş olması, ülkemizde bu konuya verilen önemin halen yetersiz olduğunun bir göstergesidir.

12.5.3. ŞARTNAME HAZIRLAMA ESASLARI

Tesisatlarda sismik koruma, çeşitli malzemelerin (sismik izolatörler, sınırlandırıcılar, çelik halatlar vs) kataloglardan bakılarak satın alınması ve bunların bu alanda eğitimi ve deneyimi olmayan ekipler tarafından monte edilmesi şeklinde gerçekleştirilmesi mümkün olmayan bir konudur.

Doğru ve güvenli bir sismik koruma için öncelikle tesisat projeleri sismik gereksinimler açısından ele alınmalı ve sismik korumanın nerelerde gerekli olduğu belirlenmelidir.

Sismik koruma gereken ekipmanlara ve tesisatlara etkiyecek sismik yükler, ilgili yönetmeliğe göre hesaplanmalı ve bunlara uygun malzemeler seçilmelidir.

Seçilecek ürünlerin uluslararası sertifikalı üreticiler tarafından imal edilmesi hayati derecede önem taşımaktadır.

Çünkü bu ürünlerin işlevlerini yerine getirip getiremeyeceği, ancak bir deprem anında ortaya çıkacaktır

ve bu andan itibaren meydana gelecek hataların affı olmayacaktır.

Bundan sonra tesisat projeleri üzerinde sismik koruma yapılacak noktalar işlenir ve ilgili detay çizimleri hazırlanır.

Ayrıca ekipmanlar için kullanılacak izolatörler, sınırlandırıcılar vs tüm sismik donanımlar için montaj talimatları ve detay çizimler de hazırlanmalıdır.

Son olarak, projelendirilmiş sismik koruma sistemlerinin şantiyede doğru olarak uygulandığından emin olmak için projenin başından sonuna dek sürdürülecek gözlemler (süpervizyon) doğrultusunda işin doğru olarak tamamlandığına dair bir iş bitimi raporu işverene sunulmalıdır.

Özetle, uzman mühendislerce yapılacak bir sismik koruma projesi aşağıdakileri içermelidir:

a. İşverenden Alınan Şartnameye ve/veya İlgili Yönetmeliğe Uygunluk Listesi:

Amaç tam uygunluk olmakla birlikte, şayet ilgili şartnamede ve/veya yönetmelikte belirtilen maddelerden bazılarının uygunluk sağlanamıyorsa, uygunluk sağlanamayan tüm noktalar bu listede açıkça belirtilmelidir.

b. Sismik Koruma için Gereken Malzemelerin Keşif Özeti:

Soğutma grupları, kazanlar, pompalar, klima santral-leri, fanlar vb tüm tesisat ekipmanları için gereken sismik izolatörler ve/veya sınırlandırıcılar; boru, kanal, elektrik tavası vb tüm tesisat hatları için gereken titreşim askıları, sismik çelik halatlar ve ilgili bağlantı parçaları ve benzeri her türlü sismik donanım, bir keşif özeti şeklinde hazırlanmalıdır.

c. Sismik Yük Hesap Formları:

Projenin bulunduğu bölge ve arazi şartlarına bağlı olarak, ilgili şartname ve/veya yönetmelikte belirtilen formüller vasıtasıyla, gerekli tüm ekipmanlar ve tesisatlar için yapılacak sismik yük hesap formları işverene sunulmalıdır.

d. Sismik Koruma Projeleri:

Boru, kanal, elektrik tavası vb tesisat hatlarında sismik koruma yapılacak noktaları gösteren çizimler ve bunlarla ilgili montaj detaylarını içeren çizimler işverene sunulmalıdır. Sismik koruma projeleri, sahada uygulanacak gerçek projeler (shop-drawings) üzerine işlenmelidir.

e. İş Bitimi Raporu:

Sismik donanımların montajlarında kullanılacak bağlantı elemanlarının hesaplardaki büyüklükte, dübel deliklerinin yeterli derinlik ve kenar mesafesinde olup olmadıkları; sismik halatların doğru olarak sıkılıp sıkılmadıkları ve benzeri tüm ayrıntılar, proje boyunca şantiyede sürdürülecek gözlemler neticesinde belirlenmeli ve bunların doğru olarak yapılması sağlandıktan sonra bir iş bitimi raporunun işverene sunulması gereklidir.

XIII. BÖLÜM

KİMYASAL VE BİYOLOJİK TERÖRE KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER

13.1. GİRİŞ

Günümüzde terör hayatın her noktasına etkileyecek boyutlara ulaşmış durumdadır. Terörist eylemlerin uygulanabileceği en uygun ortamlarından biri de mekanik tesisat olarak görülmektedir. Dolayısıyla tesisat tasarım, yapım ve işletmesinde bundan sonra dikkate alınacak önemli bir parametre de terör olacaktır. Uzun yıllardan beri Dünya’da var olan terörist eylemlerin hedefleri ve uygulanma biçimleri farklı olmuştur. Ancak 11 Eylül saldırılarından sonra değişen ve yeni biçimler alan aktiviteler, mekanik tesisatı gündeme getirmiştir. Özellikle Amerika’da bu konuda toplantılar yapılmakta ve yeni yayınlar ortaya çıkmaktadır.

Örneğin, 26 Ocak 2002 Baltimore’da ACCA “National Emergency Summit on Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration System Safety and Security from Terrorist Attacks” (Ulusal Terörist Saldırılarına Karşı Isıtma, Havalandırma, Klima ve Soğutma Sistem Güvenliği ve Emniyet Toplantısı) zirvesi düzenlenmiştir. Ocak ayındaki ASHRAE Atlanta kış toplantısında “Presidential Study Group On Health And Safety Under Extraordinary Incidents” (Olağandışı Olaylarda Sağlık ve Güvenlik Çalışma Grubu) yönetim kuruluna sonuç raporunu sunmuştur.

Bu grup tarafından tartışılan konular:

- Mevcut bina yöneticilerinin alabileceği önlemler ve bina emniyet performansının artırılması,
- ASHRAE’nin üyelerine mevcut binalarda güvenlik ve sağlığın artırılması için yapılabilecek yenilemeler konusundaki tavsiyeler,
- ASHRAE’nin üyelerine yeni bina tasarımında güvenliğin artırılması için tavsiyeler,
- Bina güvenliğine yönelik olarak çalışma grupları, eğitim programları, standartlar, yönetmelikler veya araştırma ihtiyacı konusunda tavsiyeler şeklinde sıralanabilir.

13.2. BİYOLOJİK VE KİMYASAL SALDIRI SİLAHLARI

Mekanik tesisat yoluyla kullanılacak saldırı silahları biyolojik ve kimyasal silahlardır. Biyolojik silahlar ölümcül hastalık yayan mikroplar, kimyasal silahlar da yine ölümcül zehirlerdir. Bu maddeler gaz veya toz halinde sisteme verilerek saldırı gerçekleştirilir.

13.2.1. BİYOLOJİK SİLAHLAR

13.2.1.1. Biyolojik Savaşın Tarihçesi

Biyolojik savaşın bilinen en eski örnekleri, düşmanların içme suyu elde etmek için kullandıkları kuyu ve rezervuarların insan ve hayvan ölümleri ile kirletilmesi- dir. 14. yüzyılda Ukrayna’da Kaffa’yı kuşatan Tatarlar, vebadan ölmüş insan cesetlerini mancınkla şehrin surlarından içeri atarak salgın oluşturmaya çalışmışlardı. 18. yüzyılda Kuzey Amerika’da beyazlar çiçek virüsü ile kirlenmiş battaniyeleri Kızılderililer’e vererek çiçek salgınına neden olmuştu.

II. Dünya Savaşı sırasında 1939 - 1942 Japon kuvvetleri Mançurya’da şarbon, veba, çiçek, kolera, kızıl, menenjit, tüberküloz, difteri, tularemi, ruam, salmonellozis, tetanoz, hemorajik ateş gibi çeşitli enfeksiyon hastalıklarını esirler üzerinde deneyip, çok sayıda ölümüne neden olmuşlardı. Aynı yıllarda İngilizler Gruinard adasında şarbonla çok sayıda deneme yapmışlar ve ada topraklarının yaklaşık 36 yıl boyunca şarbon sporları ile kirlenmesine neden olmuşlardı. Adanın arındırılma işlemine 1979 yılında başlanmış ve oda ancak 1987 yılında tam anlamıyla temizlenebilmişti. 1972 yılında 100’den fazla ülkenin katılımı ile imzalanan “Bakteriyolojik ve Toksik Silahlarının Geliştirilmesi, Üretimi ve Depolanması ve İmhası” ile ilgili anlaşma yürürlüğe girdi. Buna karşın başta eski Sovyetler Birliği ülkesi olmak üzere bu silahların üretimi günümüze kadar süregeldi. 7 - 11 Eylül 2001 tarihinde ABD’nin çeşitli şehirlerinde mektuplar içinde toz halinde şarbon sporları saptandı.

Başlıca biyolojik silahlar:

- Şarbon
- Çiçek
- Veba
- Tularemi
- Q humması
- Brusellozis

Bu maddeler solunumla veya temasla insanları etkiler. Bu maddelerden korunmak veya bu maddelerle kirlenmiş bir bölgeyi temizlemek çok zordur. Bu nedenle esas önlemler, bunların uygulanmasını durdurmaya yönelik olmalıdır.

13.2.1.2. Şarbon (Antraks)

Doğal olarak ot yiyen hayvanlarda (koyun, keçi, sığır gibi) görülür. Hayvanlar şarbon sporlarının bulaştığı toprakta otlanırken şarbona temas eder. İnsanda hastalık sporlarla derinin teması veya solunum yoluyla sporların alınması sonucu oluşur.

İnsanda vakaların %95'i derideki çizik ve yaralardan şarbon sporlarının girmesiyle oluşan deri şarbonu biçimindedir.

Ülkemizde yılda yaklaşık 100 civarında deri şarbonu olgusuna rastlanmaktadır.

a. Biyolojik silah olarak şarbon kullanımı: Şarbon sporlarının büyük miktarlarda aerosol olarak kullanımı sonucu ölümcül akciğer şarbonu tablosu ortaya çıkar. Ancak şarbonu bu şekilde silah olarak hazırlamak için belli ölçüde teknolojiye gerek vardır.

b. Bulaşma: Şarbon sporları dış ortama çok dayanıklıdır. İnsandan insana şarbon bulaşması söz konusu değildir. İnsanlarda şarbon (bakteri veya sporların alınma yoluna göre) deri, akciğer ve mide-bağırsak şarbonu biçiminde kendini gösterir.

c. Kuluçka dönemi: Deri yoluyla bulaşma halinde 3 - 7 gün, solunum yoluyla bulaşma halinde 1 - 6 gün, ağız yoluyla bulaşma halinde 1 - 7 gün olarak saptanmıştır. Solunum yolu şarbonunun, bulaşmadan yaklaşık 1,5 ay sonra da ortaya çıkabileceği bilinmektedir.

d. Klinik belirtiler:

- **Akciğer Şarbonu:** Ateş, baş ağrısı, adale ağrısı, kuru öksürük, takiben 1 - 2 günlük kısa süreli bir iyilik hali sonrası şiddetli solunum yetmezliği gelişir. Hastalığın başlangıcından 2 - 3 gün sonra kan külürlerinde bakteri saptanabilir. Erken dönemde antibiyotik tedavisi başarıları yüksektir. Ancak belirtiler görülmeye başlandıktan sonra tedavi hastanın ölümünü engellemez. Hastaların yaklaşık yarısında menenjit tablosu gelişir.
- **Deri Şarbonu:** En sık el, ön kol ve başta rastlanır. Deride kabarık, kaşıntılı ve kızamık lezyonları gelişir. 2 - 6 gün sonra siyah kabuklu karakteristik yara oluşur. Yara etrafında ödem görülmesi karakteristiktir.
- **Mide - Bağırsak Şarbonu:** Hastalığın en nadir formudur. Ciddi karın ağrısı, kanlı ishal, bulantı ve kusma görülür. Ölümle sonuçlanır.

13.2.1.3. Veba (Yersinia Pestis)

İnsanlarda ve kemiricilerde hastalık oluşturur. Salgınlar öncesinde farelerde çok sayıda ölüm görülür. Biyolojik silah olarak kullanılan Y. Pestis akciğerlerde enfeksiyona neden olur.

13.2.1.4. Botulinum Toksini

Bilinen zehirler içinde en güçlü olanıdır. Bir gram kristalize hale getirilmiş toksin, uygun şekilde etrafa saçılır ve solunum yoluyla alınırsa bir milyondan fazla insanın ölümüne neden olabilir. Toksin adale felci yapan bir hastalığa yol açar. Toksin bir bakteri (Clostridium botulinum) tarafından üretilir.

13.2.1.5. Çiçek (Variola)

Çiçek hastalığı tüm dünyada 1977 yılından itibaren ortadan kaldırılabilmüş bir hastalıktır.

a. Kuluçka dönemi: Kişinin virüsle temastan sonra 7-17 gün arasında sürer.

b. İlk belirtileri: Yüksek ateş, yorgunluk, baş ve sırt ağrıları şeklindedir. Takiben 2 - 3 gün içinde karakteristik bir döküntü gözlenir. Bu döküntü en belirgin biçimde yüz, kollar ve bacaklarda ortaya çıkar. Çiçek hastalığına yakalananların %70'i hastalıktan tam olarak kurtulur. Ancak kabukların iyileştiği yerlerde deride iz kalır. Hastaların %30'u ölür.

Hasta kişilerden sağlıklı bireylere, tükürük damlacıkları aracılığıyla bulaşır. Yüz yüze temas ile hastalık bulaşabilir.

Hastalığın ilk bir haftasında hastalık yüksek oranda bulaşıcıdır. Bulaşıcılık kabuklar düşünceye kadar azalmakla birlikte devam eder. Henüz etkinliği kanıtlanmış bir antibiyotik yoktur. Çiçek virüsü ile temas eden bir kişiye (temastan sonraki) ilk 4 gün içinde aşının yapılması hastalığın ciddiyetini azaltır, hatta kişiyi hastalıktan tamamen koruyabilir. Aşı 1972 yılından beri uygulanmamaktadır. 1972 yılından önce aşılanmış kişilerde aşının etkisi kalmadığı ve bu kişilerin de çiçek hastalığına karşı duyarlı oldukları kabul edilmektedir.

13.2.2. KİMYASAL SİLAHLAR

Kimyasal silahlar ve özellikleri *Tablo 13.1*'de toplu halde verilmiştir.

Kimyasal silahlar aşağıdaki gibi gruplanabilir:

a. Sinir Gazları (Sarin, Soman, Tabun, Vx): Sinir sistemini bloke ederek solunumu etkiler ve ölüme neden olur.

b. Yakıcı Gazlar (Hardal Gazı, Azotlu Hardal, Levesit): Korozyon yapan bu maddeler doku hasarı yaparlar. Gözler, deri ve solunum yolu ilk etkilenen bölgelerdir. DNA'da hasar oluşturur.

c. Akciğer Tahribatı Yapanlar (Fosgen, Difosgen, Klor): Öldürücü etkilidir. Solunum yollarını ağır şekilde tahrip edip, akciğer ödemeine neden olarak gaz transferini bozar. Ölüm, havasız kalmak (boğulma) sonucu olur.

d. Kan Zehirleri (Siyanür, Siyanojen Klorür): Öldürücü etkilidir. Hücreleri tahrip eder.

e. Sinir Sistemini Etkileyen (LSD) Zehirler
Aşağıdaki faktörler bu maddelerin toksik etkilerinde önemli ölçüde rol oynar:

- Rüzgarın yönü,
- Rüzgarın şiddeti,
- Yağmur,
- Hava sıcaklığı gibi tüm iklim koşulları,
- Fizyolojik koşullar,
- Ekolojik koşullar.

13.2.2.1. Organizmaya Giriş Yolları

Kimyasal savaş ajanları etkilerini lokal veya sistemik olarak gösterir. Cilt, göz, solunum, deri ve oral yoldan sistemik olarak absorbe edilir ve ayrıca temas yüzeylerinde hasara neden olur.

Toksik etkinin başlaması;

- Temas yoluna,
- Absorpsiyon hızına,
- Çevresel koşullara,
- Giyeceklere bulaşmış olmasına,
- Koruyucu giysi mevcudiyetine,
- Cildin kirli veya terli olmasına bağlı olarak değişebilir.

Etkinin süresi kimyasal maddelerin kalıcılığı ile ilişkilidir. Bazıları saldırıdan sonra da uzun bir süre, sıvı veya buhar halinde tehlikeli olma özelliklerini sürdürebilirken, bazılarının etkileri kısa sürelidir.

13.2.2.2. Penetrasyon Güçleri

(Malzemelerin İçinden Geçebilme Gücü)

Çoğunun çeşitli malzemelerden penetrasyon gücü son derece yüksektir. Sinir gazları ve yakıcı gazlar sıvı ve buhar halinde normal kumaştan kolaylıkla geçer. Deri malzeme de insan derisi gibi geçirgendir. Boya, lak, plastik, kauçuk, tahta gibi malzemedeki çözünürlükleri çok fazladır. Kolaylıkla penetre olur. Daha sonra uzun süre serbestleşip ortamı ve kişiyi etkiler. Cerrahi eldivenler geçirgendir. Ancak butil kauçuk ve polyester gibi sentetik maddeler dirençlidir.

Bu maddelerin ani ölümcül etkilerinin yanı sıra daha da önemli sayılabilecek uzun süreli etkileri vardır:

- Kronik etkiler
- Geç etkiler
- Ekolojik değişiklikler

Kimyasal ve biyolojik silahların büyük ölçekli kullanımı çevrede uzun etkili, önceden tahmin edilemeyen değişikliklere neden olabilir.

13.2.2.3. Dekontaminasyon

(Zararlı Maddeleri Temizlemek)

Dekontaminasyon zor, zaman alıcı, fakat zorunlu bir işlemdir. Kimyasal silahlara karşı korunmada yaşamsal önem taşır.

En iyisi, koruyucu önlemlerle kontaminasyonu en aza indirmektir. Bu da ancak gaz maskesi ve güvenli sığınakların mevcudiyeti ve bunların bilinçli ve disiplinli bir şekilde kullanımı ile mümkündür. Ayrıca eşyalar örtülüp kapatılıp korunabilir. Dekontaminasyon yöntemleri:

- Yıkama,
- Durulama,
- Kurutma,
- Absorban materyale indirme,
- Isı ile uzaklaştırma.

13.3. HAVALANDIRMA SİSTEMİ

Mekanik tesisatın biyolojik ve kimyasal terörden etkilenebilecek en zayıf noktası havalandırma sistemleridir. Havalandırmanın anlamı “Bir yere taze hava verilmesi ve kirli havanın o yerden dışarı atılması” şeklinde açıklanabilir.

Ancak havalandırma sistemi zararsızdan ölümcüle, hava kirleticilerinin tüm bina içine yayılmasından sorumlu olabilir.

Toz ve gaz halindeki zehirler veya mikroplar havalandırma sistemi emiş ağzından tesisata verildiğinde, 5 dakika mertebesinde bu maddelerin bütün sisteme yayılması mümkündür.

Madde	Toksitesi	Belirti ve Semptomları	Antidodu	Tedavi
Sinir Gazları: GA (Tabun) GB (Sarin) GD (Soman) VX	Ani Hayati Tehlike	Göz, Burun, Akciğer ve GI Etkiler, Yüksek Dozda Genellikle Ani bilinç Kaybı, Konvülsyonlar, Solunum Durması, Gevşek Paralizi, Oral ve Nazal Sekresyon Artışı, Şiddetli Bronkokonstrüksiyon	Atropin Sülfat + Paralidoksim (Protopam) Klorür veya Obidoksim	Antidot Uygulaması, Ventilasyon, Diazepam
Yakıcı Maddeler: HN3 Azotlu Hardal HD Küçük Hardal	Gecikmiş Etkiler; Yüksek Dozda Tedavi Edilmezse Hayati Tehlike	Eritem, Vezikül, Yanık, Göz, Akciğer ve Deri Hasarı, Solunum Etkileri, Lökopeni, Trombositopeni, Eritrosit Azalması, Sepsis	YOK Doku Hasarını Önlemek için Dekontaminasyon	Yanık tedavisi, Göz tedavisi, Pulmoner Destek
Akciğer İritanları: CG Fosgen	Gecikmiş Etkiler; Yüksek Dozda Tedavi Edilmezse Muhtemel Hayati Tehlike	Göz ve Solunum İritasyonu, Nefes Darlığı, Ağır Pulmoner Ödem, Hipotansiyon, Hipovolemi, Bronkospazm, Bronkosekresyon, Sağ Ventrikül Yetmezliği, Enfeksiyon		
Kan Zehirleri AC Hidroksiyanik Asit CK Siyanojen Klorür	Ani Hayati Tehlike	Anhalasyon: Konvülsyonlar, Ölüm İnjesiyon: Baş dönmesi, Bulantı, Kusma, Halsizlik, Solunum Sıkıntısı, Bilinç Kaybı, Konvülsiyonlar, Apne, Ölüm	Amilnitrit + Sodyum nitrit + Sodyum Tiyoülfat	Antidot Uygulaması Solunum Desteklenmesi
Kargaşa Bastırıcı Maddeler CN (Mase) CS	Nadiren Hayati Tehlike	Burun ve Göz İritasyonu, Öksürük, Hafif Nefes Darlığı Yüksek Doz; Kusma, Yanık	YOK	Semptomatik Tedavi
Kapasite Bozucu Maddeler Narkotik Bileşikler (Örn: Fentanil) Trankilizanlar BZ (QNB)	Muhtemel Hayati Tehlike (QNB: Nadiren Hayati Tehlike)	Hipotansiyon, Paralizi, Bilinç Kaybı (QNB: Sedasyon, Konfüzyon, Halüsinasyonlar, Dezoryantasyon, Hafıza Kaybı, Konuşmada Tutarsızlık)	YOK (QNB: fizostigmin salisilat)	Gözlem Altında Tutma, Semptomatik Tedavi (QNB: Antidot Alımı, Gözlem Altında Tutma, Sessiz İstirahat)

Tablo 13.1. KİMYASAL SİLAHLAR VE ÖZELLİKLERİ

13.3.1. HAVA ALIŞ AĞIZLARI

Hava alış ağızları, güvenli yerlerde olmalıdır. Kimileri taze hava girişine konulan ev yapımı bir duman bombasına şaka gözüyle bakabilir; ancak onun yerine göz yaşırtıcı gaz kullanıldığında durum hoş olmayan bir hal alacaktır. Birilerinin hava girişine ölümcül organizmalar bırakması, hayati tehlike yaratabilir.

En etkin önlem saldırganın, hava emiş ağızlarına (özellikle taze hava emiş ağızlarına) ulaşmasının engellenmesidir. Bu konudaki önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hava alışları caddeden olmamalıdır. Döşeme seviyesindeki kuranglezlerden vb yerlerden hava emişleri çok risklidir. Ayrıca alt kottan alınan havadaki aşırı toz, filtreleri de tıkamaktadır. Taze hava alışı yukarıdan yapılmalıdır (Şekil 13.2A, B, C ve D).
- Taze havanın kapalı ve kilitlenebilen kapı ile girilebilen yerlerden alınması uygundur (avlu, bahçe gibi).
- En uygun yer çatıdan hava almaktır.
- Sahte hava alış ağızları oluşturularak gerçek ağız kamufle edilebilir.
- Ulaşılması mümkün yerlerdeki hava alış ağızları video kamera ile gözlenebilir.
- Bekçi ile korunabilir.
- Taze hava alış ve egzoz atış panjurları arasında yeterli mesafe olmalıdır. Kısa devre oluşması kesinlikle önlenmelidir (Şekil 13.3). Bu durumda binanın kirleticilerden havalandırma sistemiyle temizlenmesi mümkün olmayacağı gibi kirleticiler bütün binaya yayılır. Bu kurala normal koşullarda da havalandırma verimliliğinin sağlanması ve iç hava kalitesinin artırılması için uymak gerekir.

13.3.2. HAVA DAMPERLERİ VE ZEHİRLİ GAZ DEDEKTÖRLERİ

Taze hava girişlerinde ve egzoz çıkışlarında servo kontrollü damperler bulunabilir. Bu damperler, çevresel bir felaket ya da terörist bir saldırı esnasında kapatıldığı zaman kesinlikle hava sızdırmayacak şekilde yapılmış olmalıdır.

Ancak önemli olan soru, bu damperlerin kapatma emrini nereden ve nasıl alacaklarıdır. Havayı kirleten her ne ise eğer kötü bir kokusu varsa, insanlar hemen bir şeylerin ters gittiğini anlayabilir ve damperleri kapatabilirler. Klor, amonyak vb kirleticiler insan burnu tarafından hissedilebilir ve harekete geçilebilir.

Ancak insan burnu, ölümcül CO gazını ya da lejyonella bakterisi, şarbon sporları gibi organizmaları fark edemez. Zehirli gazları algılayarak alarm verecek ve damperleri kapatacak otomatik sistemler bugün için pratik ve yeterli değildir. Mevcut dedektörlerin algılama ve cevap verebilme yetenekleri sınırlıdır. Ancak bu konudaki çalışmalar gelecekte bu sistemleri mümkün kılacaktır. Bölgesel ve kentsel afet planlarında, tehlike sıralamasına göre alarm verilmeli ve bina yöneticileri bu

alarm esnasında ne yapması gerektiğini bilmelidir. Herhangi bir olağanüstü durum nedeniyle dış ortamdan tamamen izole edilmiş bir binanın iç hava kalitesinin ne kadar süre ile kabul edilebilir değerlerde kalacağı doluluk oranına, dış duvarların sızdırmazlık değerine ve havalandırma sisteminin sirkülasyon kapasitesine bağlıdır.

13.3.3. SALDIRININ ALGILANMASI HALİ

Bina yöneticisi tarafından salgının algılanması halinde:

- Çok yoğun miktarda kirletici madde boşaltılmışsa (dışarıdan saldırı), fanlar durdurulabilir. Ancak yoğun kirletici maddelerin boşaltılmış olması olasılığı çok azdır. Bu durumda taze hava girişleri kapatılmalıdır. 0,31/h değerinde infiltrasyon olan bir yerde iç hava kirliliğinin dış hava kirliliğine ulaşması 29 saat olacaktır. 0,11/h değerinde infiltrasyon var ise bu süre 39 saatten daha az olmayacaktır. Bu da diğer önlemler için gerekli zamanın kazanılacağı anlamına gelir.
- Saldırı içeridense %100 egzoz moduna geçilebilir.

Önerilen:

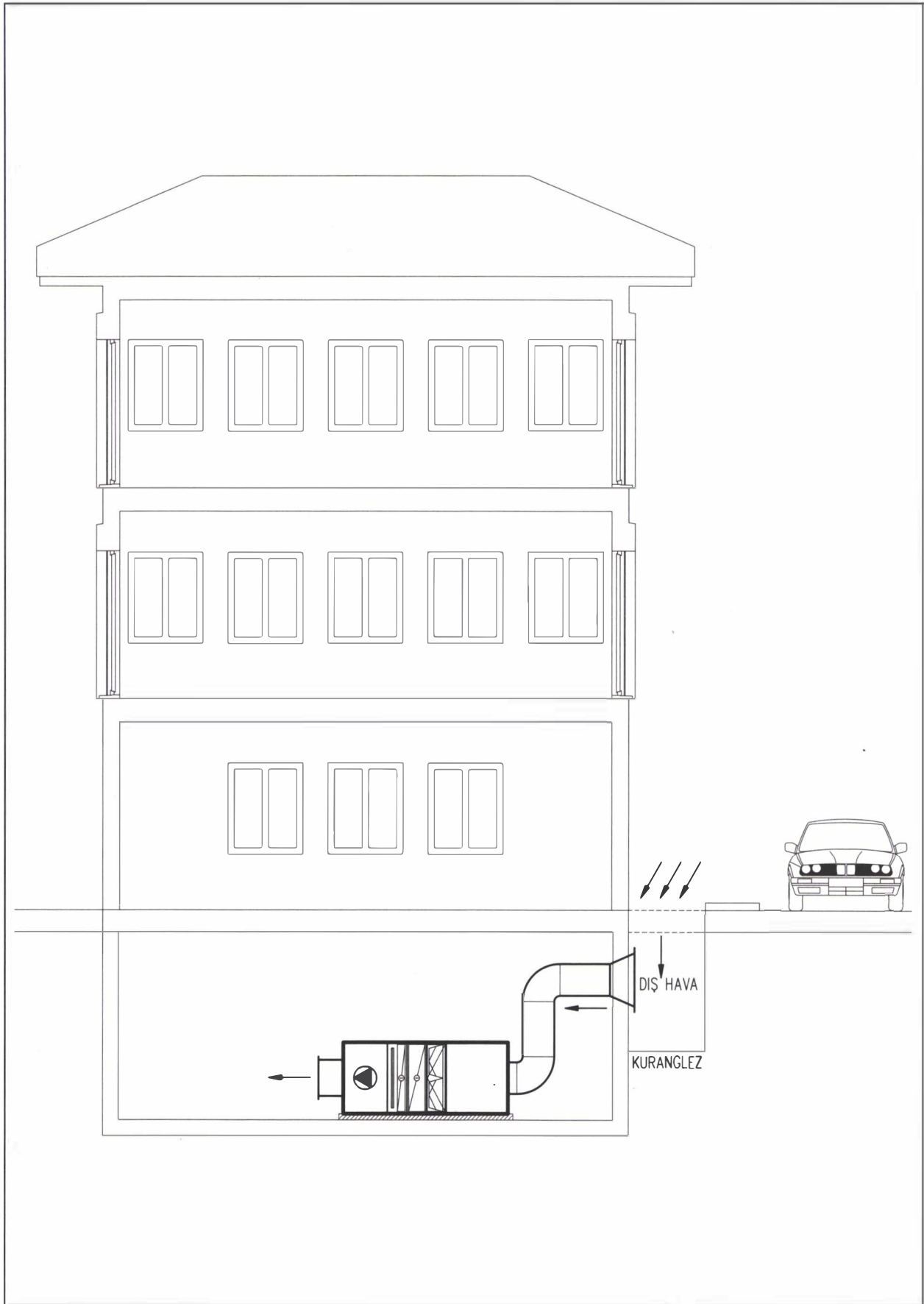
- Binaya %100 taze hava verilmeli, %100 egzoz yapılmalı, fanlar durdurulmamalı ve sistemi %100 free cooling modunda çalıştırılmalıdır (Duman tahliye sistemlerinde olduğu gibi).
- Saldırı içeride bir kat veya bölgedeyse, duman tahliye moduna geçilmelidir. Saldırı olan bölümde (-) basınç, komşu bölgelerde (+) basınç oluşturulmalıdır.
- Hidrojen siyonid, klor, veya zehirli endüstriyel kimyasallar ile şarbon mikrobu gibi hallerde, bazı literatürde, sprinkler sistemini aktive ederek yıkama suretiyle saldırının etkisinin azaltılabileceğinden de söz edilmektedir.

Saldırının durdurulması ve insan güvenliğinin sağlanmasının ardından:

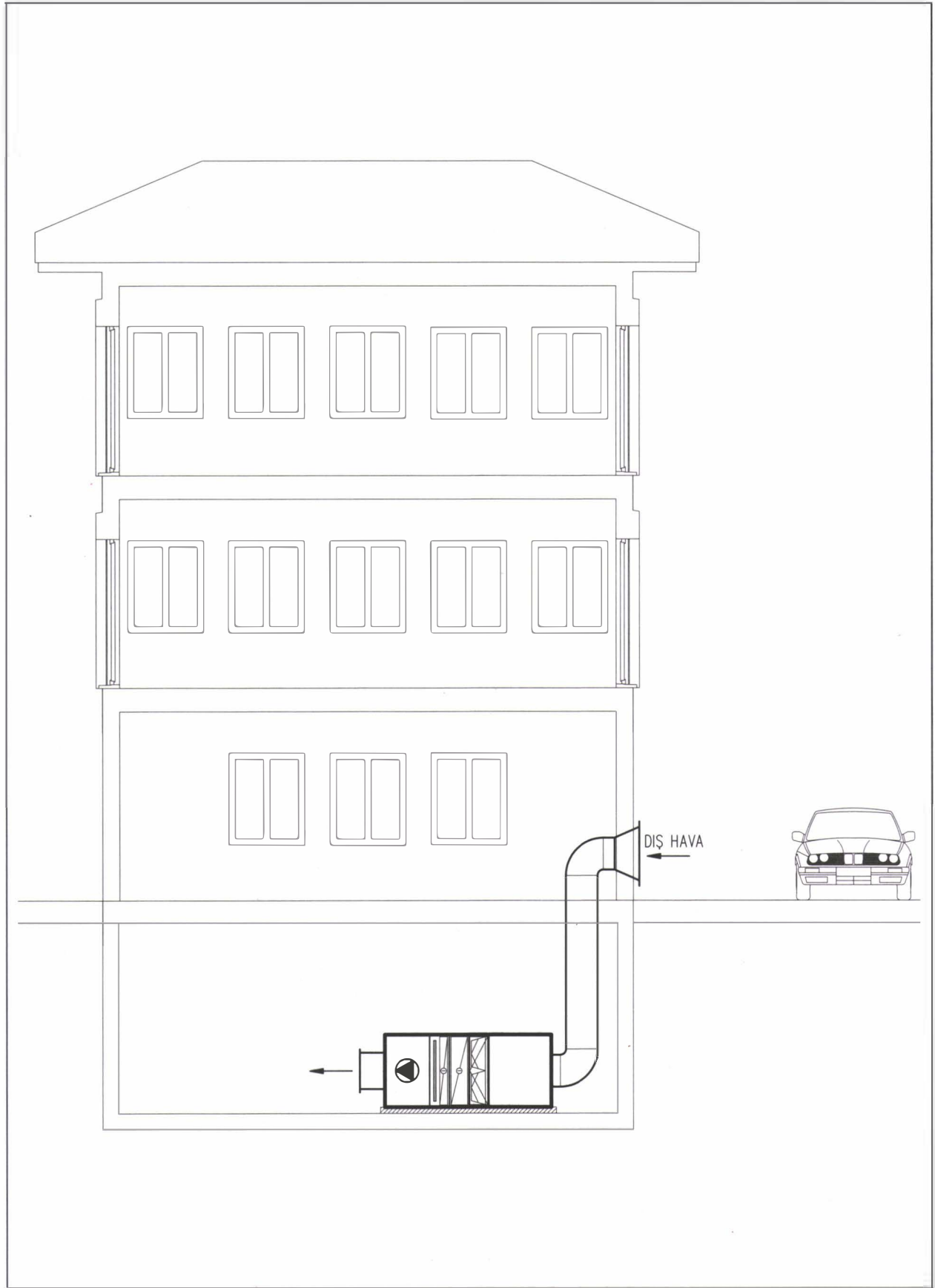
- Havalandırma yapılan hava filtreleri ve yıkayıcılar, absorpsiyon, katalitik oksidasyon vb ile temizlenmelidir.
- Hava kirlenmesindeki minimum ve maksimum değerlere göre işletme, örneğin çalışma saatlerini kısıtlayarak, aralıklı çalışma yaptırarak ayarlanmalıdır.

13.3.4. KLİMA SANTRALLERİNDE FİLTRE KULLANIMI

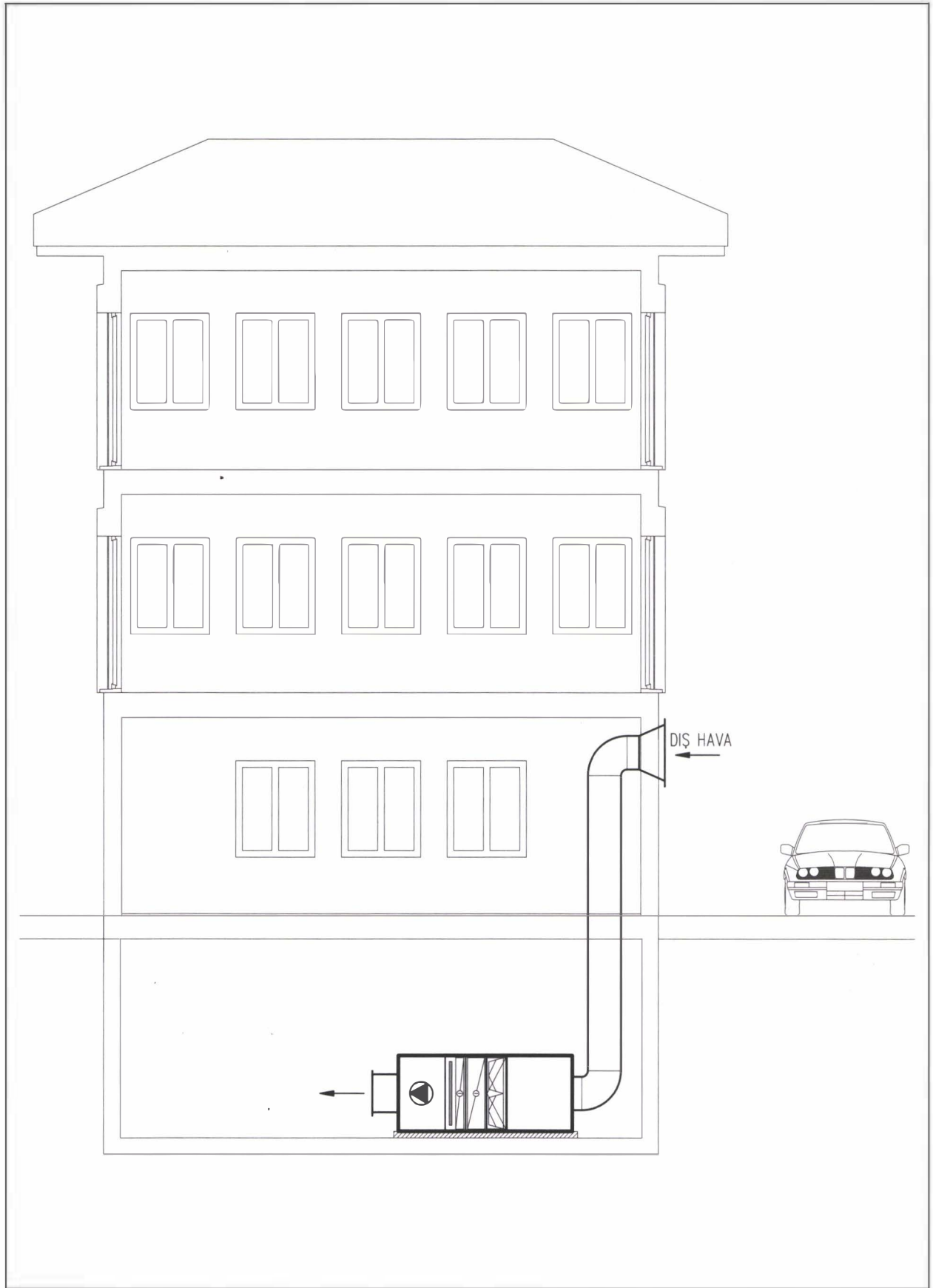
- Toz halinde kimyasal veya mikrobik saldırılara uygun karakterde filtreler oluşturulabilir. Bakterilerle mücadele için UV ışınları da etkilidir.
- Yüksek etkinlikli filtrasyon için HEPA filtre kullanılmalıdır. Bu filtrelerle bakteriler %80 oranında tutulabilir. Ancak HEPA filtrelerde basınç kaybı çok fazladır. Elektrostatik filtreler bir başka çözüm olabilir. Bunlarda basınç düşümleri de fazla değildir.
- Aktif kömür yatakları zehirli gazlar için iyi bir çözümdür. Ancak etkili olabilmesi için derin yatak oluşturulmalıdır. Bu da yine yüksek basınç kaybı yaratır.



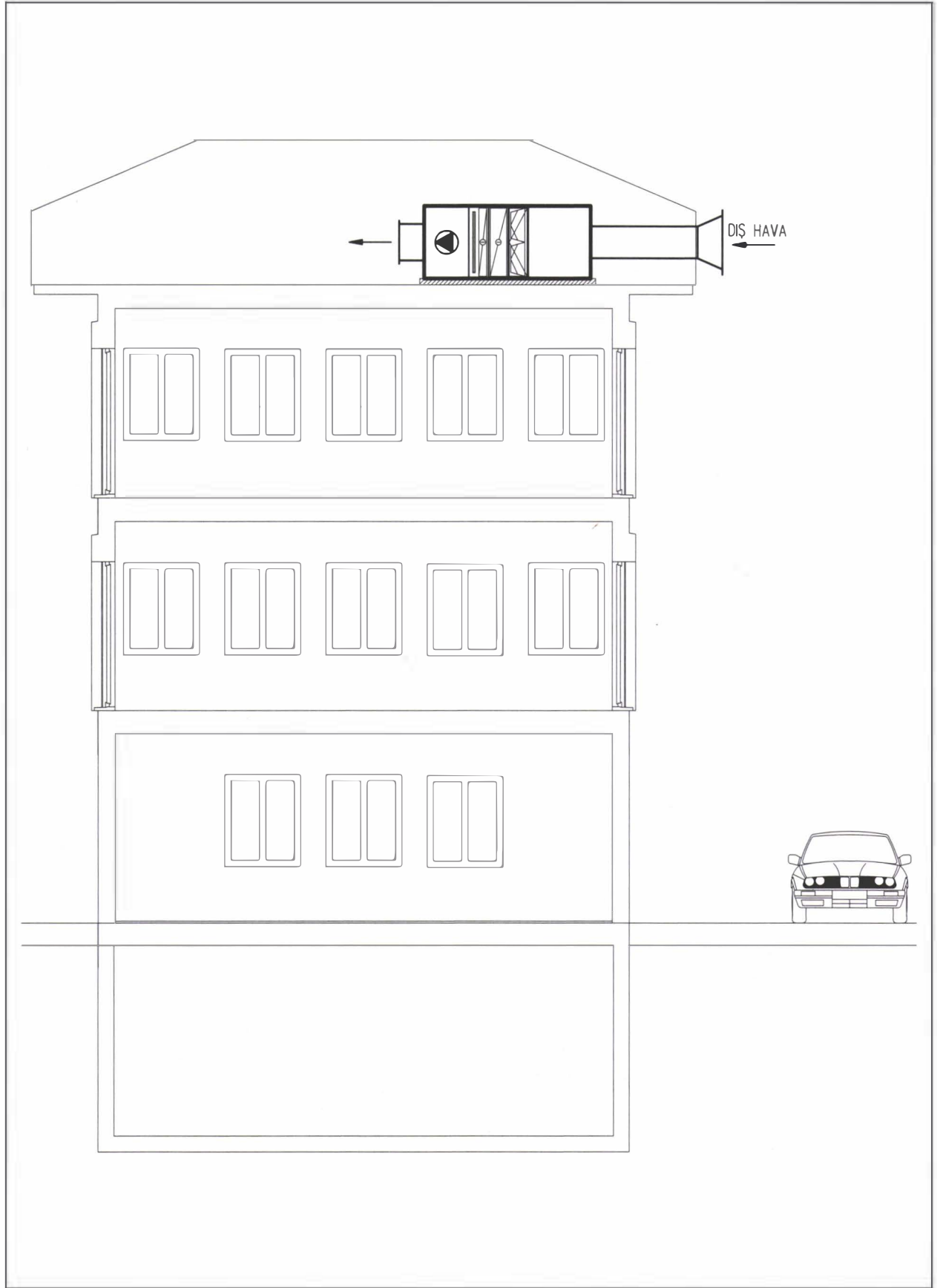
Şekil 13.2A. TAZE HAVA ALIŞLARI KURANGLEZDEN OLMAMALIDIR.
(Yanlış uygulama)



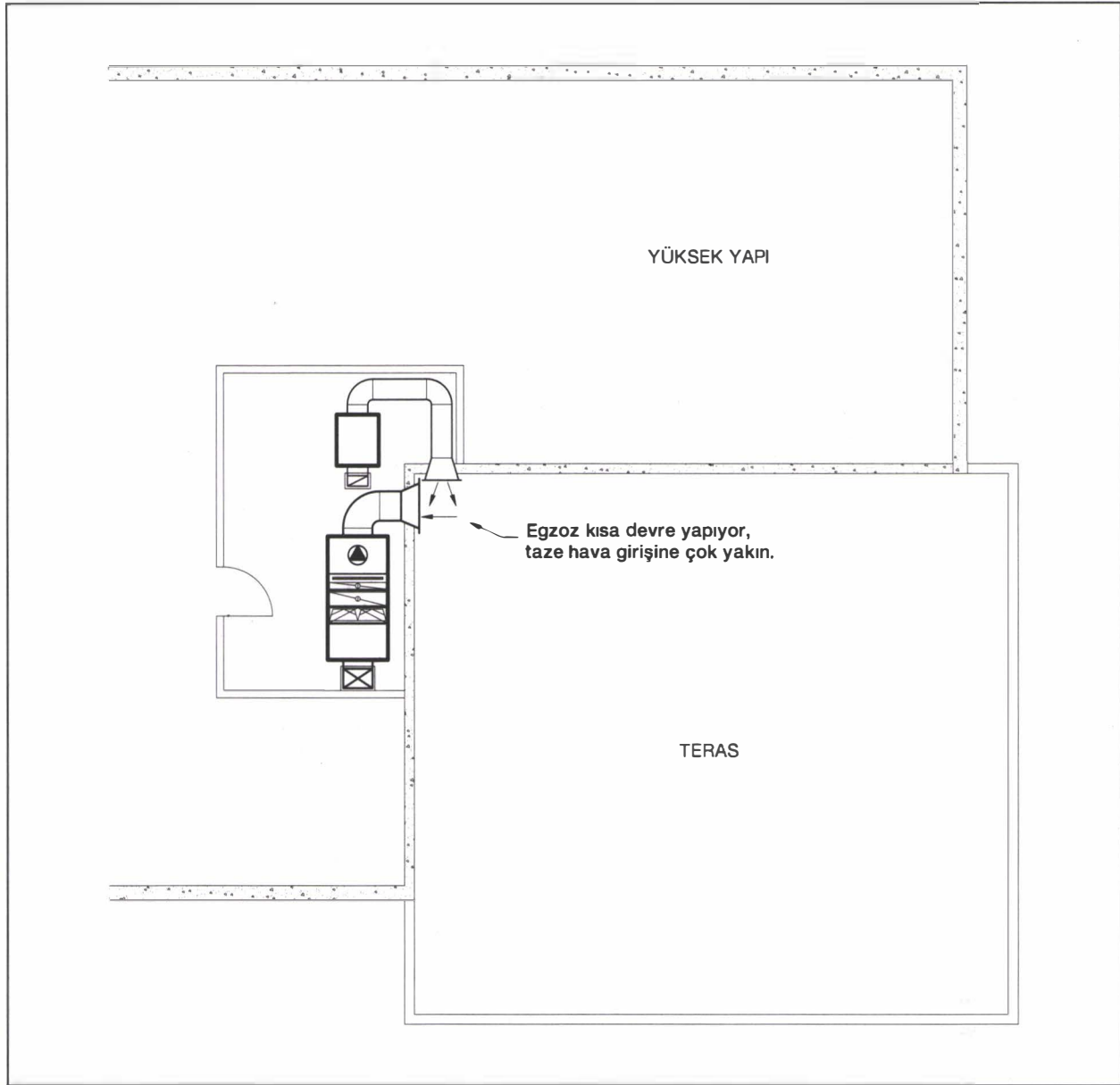
Şekil 13.2B. TAZE HAVA ALIŞLARI, ULAŞILABİLİR YERLERDEN VE ALT SEVİYELERDEN OLMAMALIDIR.
(Yanlış uygulama)



Şekil 13.2C. TAZE HAVA ALIŞLARI OLABİLDİĞİ KADAR
ÜST SEVİYELERDEN OLMALIDIR.
(daha doğru uygulama)



Şekil 13.2D. TAZE HAVA ALIŞLARI OLABİLDİĞİ KADAR
ÜST SEVİYELERDEN OLMALIDIR.
(İdeal uygulama)



Şekil 13.3. TAZE HAVA ALIŞ ve EGZOZ ATIŞ PANJURLARI BİRBİRİNE ÇOK YAKIN OLMAMALIDIR. (Yanlış uygulama)

13.3.5. HAVA KANALLARINDA SIZDIRMAZLIK

Hava kanallarında çok iyi sızdırmazlık sağlanmalıdır. Bu koşul hava kanallarında aynı zamanda enerji tasarrufu ve iç hava kalitesi için de gereklidir.

13.4. SİHHİ TESİSAT

Sihhi tesisatta içme ve kullanma suyuna ulaşım imkanı ortadan kaldırılmalıdır. Bunun için,

- Su depolarına ulaşım engellenmelidir.
- Su depolarının kapakları kilitli olmalıdır.
- Depo kapaklarına kolay ulaşımamalıdır.
- Su boruları açıktan geçmemelidir.
- Su boruları toprak altına döşenmeli veya kontrol edilen galeriler/şaftlar içinde olmalıdır.

13.5. KAZAN DAİRELERİ

- Serbest giriş engellenmelidir.
- Kilitli olmalı ve sadece yetkililer girebilmelidir.
- Bu bölgeler kamera ile gözlenmelidir.
- Termostat ve presostatlar kapaklı ve kilitli olmalı, anahtarsız ayarı değiştirilememelidir.

13.6. EĞİTİM VE PLANLAMA

- Mekanik tesisat ve elektrik grubu ile güvenlik birimi koordineli çalışmalıdır.
- Güvenlik birimi tesisatın etkilenebilecek yerleri ve sistemin ana prensipleri konularında eğitilmelidir.
- Tesisatla ilgili ve terörist saldırı karşısında yönetimin ve operatörün alternatif bir planı bulunmalıdır.



Şekil 13.4. ISISAN GOODMAN ÇATI TİPİ KLİMA UYGULAMASI

XIV. BÖLÜM

LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER

14.1 LEJYONER HASTALIĞI

14.1.1 GİRİŞ

Lejyoner hastalığı son yıllarda daha çok görülür ve ya bilinir hale gelmiştir. Bu konudaki kayıtlar çok sağlıklı değildir. Bu hastalığa yakalanmış kişi sayısının, kayda geçen çok üzerinde olduğu bilinmektedir. Hastalık tanındıkça kayıtlar daha sağlıklı bir hale gelmektedir.

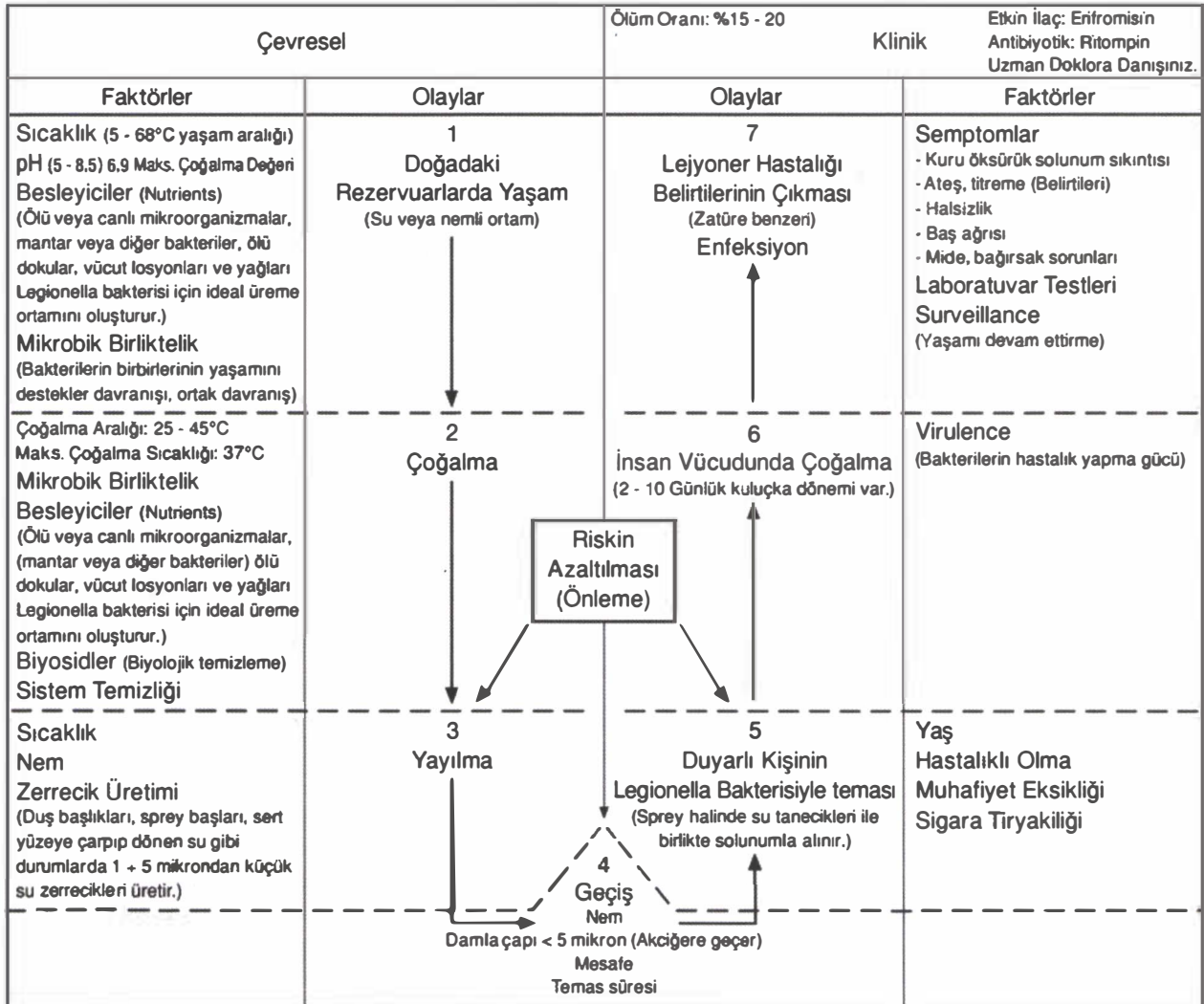
Örneğin, İngiltere’de yılda binin üzerinde hasta, hastane kayıtlarında yer almaktadır. Bu hastalık, Legionella bakterisi (Legionella pneumophilla) tarafından oluşturulan ve ölüme yol açabilen ciddi bir zatüre hastalığı biçimindedir.

Legionella bakterisi nemli ve sulu ortamda yaşar ve çoğalır. En yaygın bulaşma yolu binalardaki sıhhi

tesisat ve klima tesisatıdır. Özellikle oteller, hastaneler, iş merkezleri ve fabrikalar gibi büyük, bir çok tesisatın birlikte olduğu karmaşık sistemlerde karşılaşırlar. Solunabilen aerosolde (pülverize haldeki su ile hava karışımında), su tanecik büyüklükleri 1 ila 5 mikron çap aralığındadır. Tanecik çapı küçüldükçe tehlike riski artar. Çünkü 5 mikron ve altındaki su zerrecikleri akciğerin en derin noktalarına kadar ulaşabilir ve bunlar tekrar kolayca dışarı atılamaz.

Öte yandan küçük tanecikler hava akımları ile çok uzak mesafelere (soğutma kulelerinden 3 km mesafelere kadar) taşınabilir.

Lejyoner hastalığının oluşabilmesi için Legionella bakterisi ile kirlenmiş suyun aerosol halinde solunması gerekir. Böylece mikrop akciğere ulaşarak hastalığı oluşturabilir.



Şekil 14.1. LEGIONELLA BAKTERİSİNİN TAŞINMASI VE İNSAN VÜCUDUNA GEÇİŞİ

Hastalık riski, solunan mikrop sayısı ile orantılıdır. Solunan aerosol ne kadar yoğun bir biçimde Legionella bakterisi ile kirlenmişse ve bu aerosol ne kadar yoğun ise, hastalığa yakalanma riski de aynı oranda fazladır. Bir diğer önemli risk faktörü de temas süresidir. Duş yaparken temas süresi dakikalar mertebesinde. Halbuki bir terapi havuzunda veya jakuzide bu süre daha uzundur. Örneğin bir soğutma kulesinden kaynaklanarak kirlenmiş bir binada her gün 8-10 saat temas süresi söz konusudur. Hastanelerde veya evlerde karşılaşılan bazı özel durumlarda ise sürekli temas mümkündür.

Özetle Lejyoner hastalığı riski havadaki Legionella bakterisi sayısı, solunum hızı ve solunum süresiyle artmaktadır.

Hastalığın geçişiyle ilgili şema *Şekil 14.1*'de görülmektedir. Bu şemada çevresel kaynaktan başlayarak, klinik duruma ulaşıncaya kadar olan olaylar ve etkiye faktörler özetlenmiştir.

Legionella bakterisi doğada ve su kaynaklarında bulunmaktadır. Şebeke suyu ne kadar iyi şartlandırılırsa şartlandırılırsın, bu suda hastalık mikrobu bulunabilmektedir. Önemli olan bu yolla binaya ulaşan su içinde, binada bakterinin üreyip çoğalabilmesi için uygun ortamın yaratılmamasıdır. Hastalığın geçişindeki zincirin en önemli üç halkası; yani çoğalma, yayılma ve geçiş, mekanik tesisatta meydana gelmektedir. Buna göre hastalıkla mücadelenin esas alanı bina tesisatı olmaktadır. Bu üç aşama, iyi mühendislik tasarımı, doğru uygulama, iyi bakım ve işletme ile önlenebilir.

Hastalığın bulaşabilmesi için mutlaka Legionella bakterisi ile kirlenmiş suyun pülverize hale gelmesi, daha sonra bu mikroplu aerosollerin solunması gerekmektedir. Buna göre bu hastalıkla mücadele için;

Tesisatta Legionella bakterisinin üreyebileceği uygun ortamı yaratmamak gereklidir.

Pülverize su oluşturulmamalı ve bu aerosol doğrudan veya hava ile insanlara ulaşmamalıdır.

Üreyebilen bakteriler ise dezenfeksiyon ile yok edilmelidir.

Legionella bakterisinin 40'ın üzerinde çeşidi bulunmakla birlikte en tehlikelisi ve bizim açımızdan önemli olanı Lejyoner hastalığını oluşturan Legionella pneumophilla cinsidir.

Sonuç olarak;

- Legionella bir bakteridir.
- Suda ve nemli ortamda yaşamını sürdürür.
- Suyun 5- 8,5 pH değerleri yaşamı için uygun değerlerdir.
- 6,9 pH Legionella bakterisinin yaşamı için en uygun ortamı oluşturur.
- 5 - 68°C sıcaklık aralığı yaşamı için sınırlı değerlerdir.
- 25 - 45°C hızlı çoğalma sıcaklık aralığıdır.

- 37°C su sıcaklığında 2 saatte 2 kat çoğalır. 48 saat sonunda sayısal olarak patlama yaparak, tehdit edici boyuta ulaşır.
- Pülverize su içinde solunum yolu ile akciğerden alınır.
- Hastalığı alma riski, solunan mikrop sayısı ile orantılıdır.
- Kirlenmiş pülverize su ile temas süresinin fazla olması risk faktörünü artırır.
- Solunum ile alınmasını takiben 2 - 10 günlük kuluçka döneminden sonra çoğalarak enfeksiyon yapar.
- Belirtileri; kuru öksürük, solunum sıkıntısı, halsizlik, bitkinlik, baş ağrısı, kas kasılmaları, yüksek ateş vb şeklindedir.
- İnsandan insana geçtiğine dair bulgu yoktur.
- Türkiye'de risk, İngiltere'den daha fazladır. Sıcak iklim riski artırır (Antalya, Adana vb).
- En etkili savaşıma yöntemi, bakterinin çoğalmasının ve yayılmasının önlenmesidir (hastalığın insana geçmesini önlemek için).
- Hastalığa yakalananlarda ölüm oranı %15 - 20 mertebesinde.
- Tedavi için makrolid grubu antibiyotikler (Eritromisin vb) kullanılır.

14.1.2 BİREYLERİN ETKİLENMESİ

Birçok insan Legionella bakterisi almış ve bağışıklık sistemleri sayesinde hastalığa yakalanmamış olabilir. Normal bağışıklığı olan insanların Legionella bakterisinden etkilenme olasılığı çok azdır.

Lejyoner hastalığından etkilenmeyi kolaylaştıran faktörlerden bazıları;

- Çocukların bu hastalıktan çok az etkilendiği görülmüştür.
- Artan yaşla birlikte risk artar.
- Cinsiyet: Erkekler kadınlara göre 3 kat daha fazla etkilenmeye yatkındır.
- Solunumla ilgili olan mevcut hastalıklar akciğerleri Lejyoner hastalığına yatkın yapar.
- Kanseri, şeker ve çeşitli böbrek hastalıklarıyla alkolizm gibi vücut yapısını etkileyen hastalıklar, özellikle de aşırı sigara tüketimi gibi akciğer fonksiyonlarını bozan faaliyetler ve bağışıklık sistemini etkileyen ilaç kullanımı hastalığa yakalanma riskini artırır.
- Bağışıklık sistemi zayıf olan insanların bu hastalığa yakalanma olasılığı daha fazladır.
- Bu hastalıkla ilgili istatistikler fazla sağlıklı değildir. Örneğin İngiltere'de yılda yaklaşık 1.000 kişi Legionella bakterisi yüzünden hastaneye yatmaktadır. Ama bu sayı çok daha fazla olabilir. Çoğu zaman hastalık zatüre olarak kaydedilmektedir. Türkiye'de de Lejyoner hastalığına rastlanmaktadır. Ancak sayı konusunda elde sağlıklı bir veri bulunmamaktadır.

14.1.3 TESİSATTA LEGIONELLA BAKTERİSİ POTANSİYELİ OLAN YERLER

Legionella bakterisinin büyümesi için:

a. Sıcaklık

- 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda üreme miktarı önemsizdir.
- En uygun sıcaklık aralığı 25 - 45°C arasındır.
- En uygun sıcaklık ise; 37°C olarak saptanmıştır. 37°C sıcaklıkta ve uygun ortamda yaklaşık 2 saat içinde iki katına çıkar. 48 saat içinde de sayısal olarak patlama yaparak tehdit edici boyuta ulaşır.
- 46°C sıcaklıkta: Üremesi durur.
- 50°C sıcaklıkta: Birkaç saat yaşayabilir.
- 60°C sıcaklıkta: Ömrü dakikalar mertebesinde.
- 70°C sıcaklıkta: Yaşam şansı sıfıra yakındır.

b. Suyun pH değeri

- 6,9 en uygun değerdir.

c. Ortamdaki demir oksit büyüme ve çoğalmayı hızlandırır.

d. Hijyen

- Kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.

Şekil 14.2'de binalardaki mekanik tesisatta karşılaşılan tipik tasarım sıcaklıkları verilmiştir. Buna göre Legionella bakterisi için en uygun büyüme ortamları soğutma kuleleri, duşlar, terapi havuzları ve jakuzilerdir. Buralarda biyosidal şartlandırma yapmak gereği vardır. Kullanma suyu veya springler gibi servisler ise ancak sıcak yaz mevsiminde büyüme için uygun sıcaklık koşullarına ulaşabilirler.

Buna göre tesisatta Legionella bakterisi üremesine uygun olan ve Lejyoner hastalığının çıkmasına neden olabilecek sistem ve elemanlar aşağıda sayılmıştır. Bu sistem ve elemanlardan kaynaklandığı belirlenen Lejyoner hastalığı vakaları mevcuttur.

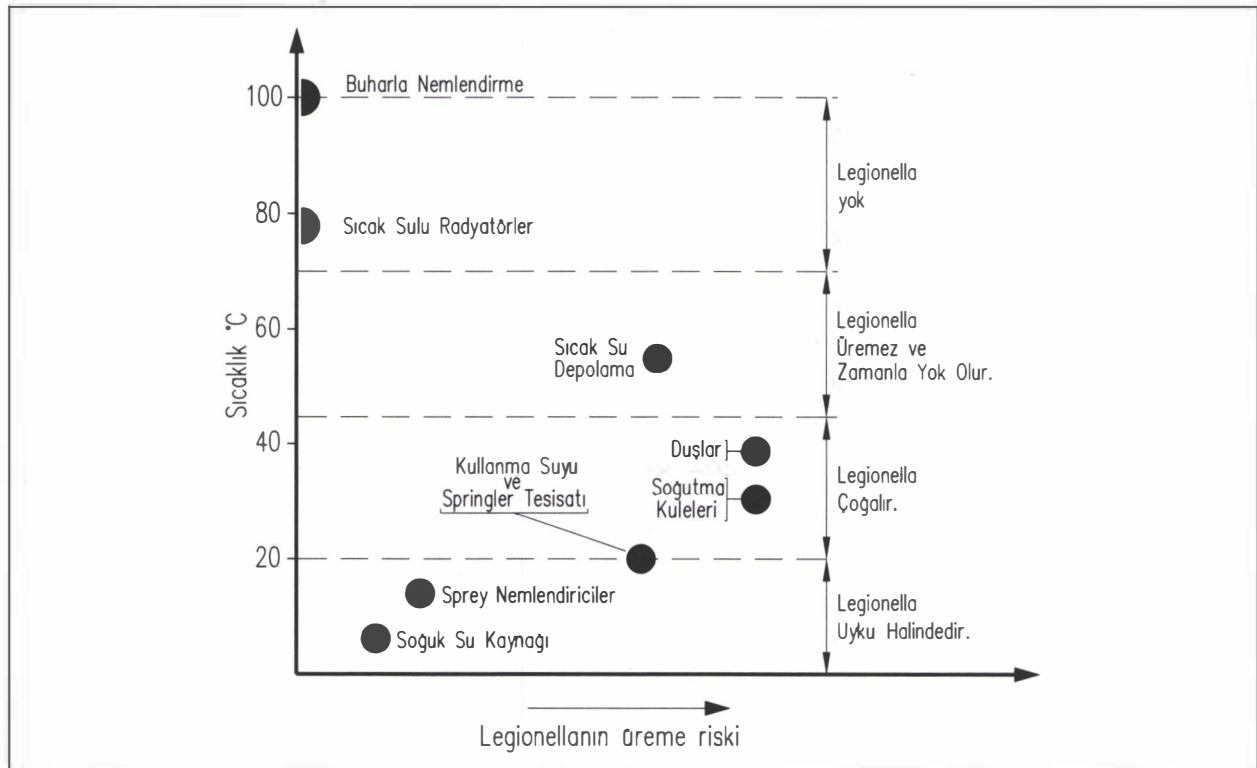
- Soğutma kuleleri
- Buharlaştırıcı kondenserler
- Duşlar
- Terapi havuzları, jakuziler
- Nemlendiriciler (özellikle sulu tip)
- Süs havuz ve çeşmeleri, fıskiyeler
- Kullanma suyu ve spreylar (özellikle yaz aylarında)
- Springler sistemi (yangın söndürme sistemleri) (özellikle sıcak iklim bölgelerinde)
- Bina dışında bulunan su depoları (plastik, metal vb) güneş ışığı ile ısındıkları için potansiyel ortam oluştururlar.

Soğutma kuleleri ve buharlaştırıcı kondenserlerden kaynaklanan aerosollerin uzun mesafelere taşınabildiği ve hastalığa neden oldukları bilinmektedir. Duş başlıkları ve musluklar da solunabilen aerosoller oluşturmaktadır ve buradan kaynaklanan hastalıklar tanımlanmıştır.

Isıtılmış havuzlar, terapi havuzları, hareketlendirilmiş banyo küvetleri de bilinen hastalık kaynaklarıdır.

Süs havuz ve çeşmeleri fıskiyelerini de bu kategoride değerlendirmek mümkündür. Sulu tip nemlendiriciler ciddi risk kaynağını oluşturabilir.

Kullanma soğuk suyu ve yangın söndürme sistemleri ise yaz mevsiminde havaların ısınmasıyla birlikte bakteri üremesi için çok uygun ortamlar haline gelir.



Şekil 14.2. DİZAYN SICAKLIKLARI VE RİSK OLUŞUMU

14.1.4 KULLANMA SUYU SİSTEMLERİ

En iyi korunan içme suyu kaynaklarında bile küçük miktarlarda mikrobiyolojik hayat formları bulunabilir. Bu bakteriler şebeke ile evlere taşınır. Ancak iyi bir şehir şebekesinde bu bakterilerin sayısı çok azdır ve zararlı düzeyde değildir. Ancak bina tesisatında uygun koşullar yaratılırsa, bu bakteriler hızla çoğalır ve adeta sayısal olarak patlama yaparak hayatı tehdit eden kirlenmeye yol açabilir. Su tankları, kullanılmayan boru sistemi parçaları, su filtreleri ve duş başlıkları bakteri ve virüslerin çoğalma yerleridir.

Legionella bakterisinin büyümesi için en uygun sıcaklık aralığı 25 - 45°C arasındadır ve bu sıcaklıklar genellikle domestik su sistemlerinde söz konusu sıcaklıklardır. Hatalı tasarım, kötü bakım ve işletme Legionella bakterisi gelişmesi ve çoğalması için uygun şartları yaratabilir. Özellikle suyun durgun kalmasına veya çeperlerde biofilm oluşmasına imkan tanınıyorsa, bu potansiyel daha fazla olacaktır. Örneğin eğer su ılık ve kullanım kesintili ise, su depolarında ve borularında Legionella bakterisi üreyebilir.

Evlerdeki su tesisatının Legionella bakterisi potansiyeli ve Lejyoner hastalığı ile ilişkisi konusunda İngiltere’de bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre,

- Sigara içenler bu hastalığa daha yatkın (veya daha az dirençli) bulunmuştur.
- Boylerin 60°C ve üstünde set edilmesi halinde araştırma kapsamındaki evlerin %62,5’ünde hiçbir Legionella bakterisine rastlanmamıştır. Sadece %25’inde pozitif Legionella bakterisi örneklerine rastlanmıştır.
- Sıcak su cihazlarında (boyler) Legionella bakterisi bulunduğu, sıcak su musluklarının çoğunda da Legionella bakterisi bulunmuştur. Cihazda Legionella bakterisi yokken musluklarda Legionella bakterisine çok az rastlanmıştır.
- Evlerde en büyük risk faktörü kapaksız su depolarının bulunması halinde geçerlidir.
- Kirli görünümlü su içeren depolar veya yüzeyleri kirli görülen depolar daha fazla Legionella bakterisi riski taşımaktadır.
- Eğer soğuk su sisteminde Legionella bakterisi varsa, kullanma sıcak suyu sisteminde daha fazla Legionella bakterisi riski oluşmaktadır. Ancak su sıcaklığı çok önemli bir parametredir.

14.1.5 LEGIONELLA BAKTERİSİ DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

Legionella yeteri kadar oksijen içeren, düşük tuz oranlı ve çökelen maddeler içeren, suları tercih eder. Biofilm ve protozoa önemli bir rol oynuyor gözükmemektedir. Su tanklarının özellikle akış ve hareket olmayan bölgeleri çok iyi büyüme alanları oluşturmaktadır. Boru tesisatındaki lastik parçalar (doğal kauçuk) ahşap malzeme,

bazı plastik cinsleri ve belirli demir veya çinko alaşımları organizmaların gelişmesini teşvik etmektedir. Bakır antibakteriyel bir metaldir ve büyüme koşullarına negatif etkisi vardır. Fakat tek başına bakır borular Legionella bakterisi dezenfeksiyonu için yeterli değildir. Legionella bakterisine karşı çeşitli dezenfeksiyon yöntemleri geliştirilmiştir.

- Isıtma ve yıkama (heat and flush),
- Klorlama,
- Ozonlama,
- Yoğun ultra viyole ışığı ile uygulaması ve
- Anot oksidasyonu vb.

Bu yöntemler arasında ısıt ve yıka yöntemi en fizibil önlem olarak görülmüştür.

a. Yüksek sıcaklıkta çalıştırma; Sistem sıcaklıklarını 60°C ve üzerinde tutarak gerçekleştirilmektedir. Bu tercih edilen bir yöntemdir. Ancak bu uygulama büyük ve eski tesisatlarda pratik olmamakta ve duş başlıklarındaki termostatik olmayan vanaların değiştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

b. Termik dezenfeksiyon metodunda; Sistem sıcaklıkları 30 dakika boyunca 70°C ya da daha üstüne çıkarmak ve sıcak su, tesisattaki tüm açıklıklardan akıtılmaktadır. Herhangi bir Legionella bakterisi salgınının belirtisi olduğunda su sıcaklıkları 70 - 77°C sıcaklıklara kadar yükseltilmelidir. Günümüzde bu metod, bir çok kullanma suyu tesisatlarında bakterileri öldürmek amacı ile kullanılmaktadır. Bu bir yok etme prosesi-dir. Bütün bakterileri öldürmek mümkün değildir. Önlemlerin tekrar gelişme ve çoğalmayı önlemek üzere devam ettirilmesi gerekir. Tesisatlardaki büyük miktarlarda bio-film, temas süresini arttırmaktadır.

Sıcaklık aralığı dışında bakterinin gelişmesini teşvik eden koşullar tam bilinmemektedir. Sıcaklığın 25-45°C arasında olması büyük bir risk faktörüdür. Özellikle çökelti olan, biofilm olan ve durgun su bulunan boylerler büyük risk taşır. Optimum Legionella büyüme sıcaklığı 37°C’dir.

- Bu uygulamanın avantajı, fazla bir harcama yapılmaması ve hızlı bir şekilde uygulanmasıdır.
- Dezavantajı ise, kaynar su boşaltılırken büyük tesisatlarda koordinasyonun zorluğu ve hastaların haşlanma riskinin olmasıdır.
- Lejyonella riskinin aşırı olmadığı bölgelerde bu sistem, en ekonomik işletme şartlarını sağladığı için tercih edilmektedir.

c. Bakır - gümüş iyonizasyon sistemi; Bakır - gümüş elektrotların bulunduğu bir iyonlaşma odasının sisteme monte edilmesini gerektirir. Elektrotlara elektrik akımı gönderildiğinde pozitif bakır-gümüş iyonlar sistemdeki suda çözünecektir. Pozitif iyonlar mikroorganizmalara bağlanacak ve onların ölmesine neden olacaktır. Bakır - gümüş iyonlarının optimum konsantrasyonları: Bakır için 400 ppb (milyarda bir) ve Gümüş için 40 ppb (milyarda bir)’dir.

- Bu alternatifin avantajları, ekipmanın kolayca monte edilebilmesi, bakımının kolay olması ve kalıcı bir dezenfeksiyon sağlamasıdır.
- Dezavantajı ise, bu yöntemin ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetidir. Bakır-gümüş iyonlaşma yöntemi, genelde küçük sistemler için kullanılır. Daha çok bağışıklığın önemli olduğu hasta bakım alanlarında kullanılan domestik sıcak su sistemlerinde kullanılması tavsiye edilir. Sisteme bakır-gümüş iyonları ekleyerek iyonlaşma metoduna bir alternatif teşkil edecek uygulama ise, bakır-gümüş iyonlarının direkt olarak bir kimyasal besleme pompası yardımıyla sisteme enjekte edilmesidir. Düşük dozajlarda olsa bile bakırın direkt olarak kullanımı, düzgün bir şekilde yerleştirilip korunmadığı takdirde, çevre yetkililerinde bir takım şüpheler uyandıracaktır.

Bu sistemlerin uygulanması açısından, eğitimli ve dikkatli bir personel kadrosu gerekir.

d. Domestik sıcak su sistemlerinde kullanılabilir klor-dioksit gaz enjeksiyonu; Klordioksit, bio film tabakası içine girer ve bakteriyi büyümeden yerinde öldürür.

- Bu yöntemin avantajları:
 - Uzun süre çözeltide kalması,
 - Düşük konsantrasyonların yeterli olması ve
 - Klor korozyonunun minimize edilmiş olmasıdır.
- Dezavantajları;
 - Ekipmanın daha çok, küçük ve orta boyutlu uygulamalara uygun olması,
 - Ekipmanın pahalı olması ve
 - Her sıcak su sistemi için bir tane klordioksit gaz jeneratörünün gerekli olmasıdır.
- Kullanma yerleri; Daha büyük uygulamalarda birkaç enjektörün kullanılabilmesi mümkündür. Klordioksit, bağışıklığın önemli olduğu hasta bakım alanları için gerekli olan, domestik sıcak su sistemlerinde kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir.
- Dozaj aralıkları 0,3 - 1 ppm arasında değişen halojenlerin (klor, brom, iyot) kullanılması, suyun pH'ı kontrol edildiği takdirde uygulanabilir bir seçenektir. Suyun pH'ı düştüğünde halojenin etkisi de düşecektir.

Son olarak, önemle üzerinde durulması gereken bir diğer husus, su kanallarına boşaltılan kanserojen halojenli bileşimlerdir. Suyun klorlanmasıyla oluşan TTHM, muhtemel kanser risklerini önleyecektir. Risk küçük derecelerde ise, EPA US su sistemlerindeki TTHM konsantrasyonunu azaltmayı denemektedir.

Yapılan bir çalışmada Legionella ile kirlenmiş su tesisatının klorla dezenfeksiyonu üzerinde durulmuştur. İki klorlama standardı uygulanmıştır. Her ikisine başlarken de sistem temizlenmekte, görülür bütün kirler ve birikintiler temizlenmekte ve sistem temiz su ile durulanmaktadır. BS6700'e göre tanımlanan klorlama yöntemi daha etkilidir. Fakat her iki yöntem

de tamamen güvenilir değildir. Her iki yöntem de ilk ağızda Legionella konsantrasyonunu düşürmekle birlikte, sürekli bir etki konusunda güvenilir değildir. Sistem tekrar kirlenebilmektedir.

e. UV radyasyon yöntemi: Sistemde bir nokta boyunca akarak yalnızca bakteriyi öldürmede etkili bir yöntemdir.

- Kullanma yerleri: Yalnızca küçük uygulamalarda ve kısa boru tesisatlarında etkilidir.
- Dezavantajları: Büyük sistemlerde etkisizdir ve sistemin diğer bölgelerinde var olan kolonilerin büyümesini engelleyemez. UV'nin Legionella bakterisinin tek hücreli kesecikleri üzerindeki etkisi de bilinmemektedir.

f. Ozon: Ozon jeneratörünün yakınlarında bakteriyi öldürmede etkilidir.

- Avantajları:
 - Ozonun sistemde çabuk çözünmesi bakteriyi öldürmeye yetecek konsantrasyonların elde edilmesini sağlar.
- Dezavantajları:
 - Eski tesisatlarda korozyona neden olabilir.
 - Büyük sistemlerde etkisiz kalmakta ve kolonilerin oluşmasını engelleyememektedir.
 - Pahalı bir uygulamadır.
 - Su arıtma maliyetleri %85 azaltılır
 - Kimyasal depolama ve atıkların depolanmasına gerek kalmayacaktır. Bir başka avantajı bu uygulamada TTHM'nin üretilmemesidir.

g. Aşırı klorlama: Klor büyümeyi yavaşlatır, ancak Legionella bakterisinin klorla karşı direnci fazladır. Dezenfeksiyon için yüksek klor yoğunluğu gereklidir.

- Avantajları:
 - Bakteriyi öldürmede etkili bir yöntemdir,
- Dezavantajları:
 - Bakteriyi öldürmek için yüksek klor konsantrasyonları gereklidir. Klor kullanılması sonucu oluşan ürünler, potansiyel kanserojen maddelerdir. Klor, koroziftir ve boru tesisatında bir hata sayılabilecek aşınmaya neden olur. Bu nedenle, özellikle bir çok hastane uygulamasında pek tavsiye edilen bir yöntem değildir.

h. Filtreleme ve yeniden klorlama yöntemi: Yeniden klorlama sistemiyle birleşmesiyle birlikte, 5 mikronluk filtrelerin kullanımını gerektirir. Bu yöntem, sisteme filtrelenmemiş su beslemesi olması halinde, boru tesisatı içerisinde oluşacak yabancı maddeleri filtreleyip sistemi arındırmak amacıyla kullanılmaktadır. Böylelikle, bio-filmin yayılabileceği yerlerde oluşacak çökelti miktarı azaltılmış olacaktır. Tekrar klorlama, bio-film tabakasının büyümesini engellemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Klor konsantrasyonları, fazla klorlaşmayı önlemek amacıyla kontrol altında tutulmalıdır.

ı. Filtreleme yöntemine ek olarak haftada iki kere ya da daha temel olarak her gece yarısı kimyasal besleme pompası yoluyla dörtlü amonyum biyosid kullanılabilir.

Bu bileşiğin, tercihen bakterinin bu bileşiğe karşı bağışıklık kazanmasını engellemek ve bir başka bileşiğin bakterinin gelişimine karşı daha farklı bir yöntemle karşı koyması adına, farklı bir biyosid ile değiştirilmesi gerekir. İyi bir biocide alternatifi olarak tiokarbonat verilebilir, ancak farklı örnekler de mevcuttur.

i. Anot oksidasyonu pazarda göreceli olarak yeni bir önlemdir. 1998 yılında Almanya'da yok etme ve koruma önlemi olarak kabul edilmiştir.

j. Sistemin dezenfeksiyonu iyi bakım ve işletme olmadığı sürece güvenilir bir işlem değildir.

14.1.6 SİHHİ TESİSATTAKI KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON SICAKLIĞININ YÜKSEK SEÇİLMESİ HALİNDEKİ SAKINCALAR

60°C sıcaklığındaki sirkülasyon sisteminde ve bu sıcaklıktan daha yüksek olan hallerde, bazı riskler mevcuttur ve dikkat edilmesi gerekir.

a. Bunlardan birisi kireç oluşumudur. Kireçlenme sudaki sertlik derecesinin yanı sıra belirgin bir şekilde sıcaklıktan da etkilenmektedir.

b. Galvaniz kaplı çelik malzemede, (örneğin galvaniz borular ve galvaniz kaplı boylerlerde) sıcaklığın yükselmesiyle birlikte korozyon riski de artmaktadır.

c. Hafife alınmaması gereken bir diğer unsur ise, haşlanma tehlikesidir. Burada da özellikle yaşlı insanlar ile küçük çocuklar büyük bir tehlike altındadır. Çünkü bu insanlar genelde çok hızlı hareket edemezler.

d. Sıhhi tesisat borularında ısı kaybı artacağından yakıt tüketimi de artar.

14.1.7 SİSTEMLERDE LEGIONELLA BAKTERİSİ RİSKİ

14.1.7.1 Güneş Enerjisi ile Su Isıtma Sistemlerinde

Güneş enerjisinden faydalanan kullanma sıcak suyu ısıtma sistemleri Legionella bakterisi için yüksek kirlenme riski olan sistemlerdir. Yılın büyük kısmında sıcaklıklar 30 - 45°C arasında kalmaktadır. Suyu kullanım sırasında sonradan 60°C'ye kadar ısıtılması, bakterileri öldürmeyecektir. Çünkü yüksek sıcaklıkta kalma süresi ısıtıcı boylerde dakikalar mertebesinde-dir. Güneş enerjisi ile su ısıtma sistemlerine giren suyun doğru ve hijyenik şartlarda depolanması ve pompalanması halinde güneş kaynaklı sistemler kullanılabilir. Enerji politikaları da bu kullanımı teşvik etmektedir. Hollanda, Almanya başta olmak üzere tüm dünyada, sıcak su üretiminde güneşten yararlanma çok yaygındır ve giderek de çoğalacaktır.

14.1.7.2 Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde

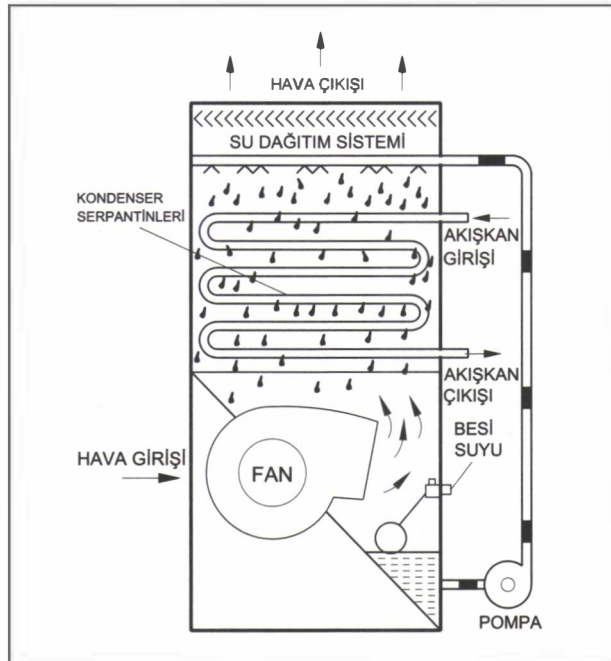
Sıcak su devrelerinde ısıtıcı radyatörlerde buhar ve kondens devrelerinde Legionella bakterisi riski yoktur (sıcaklık yüksek ve kapalı devre).

14.1.7.3 Soğutma Kuleleri ve Buharlaşmalı Kondenserlerde

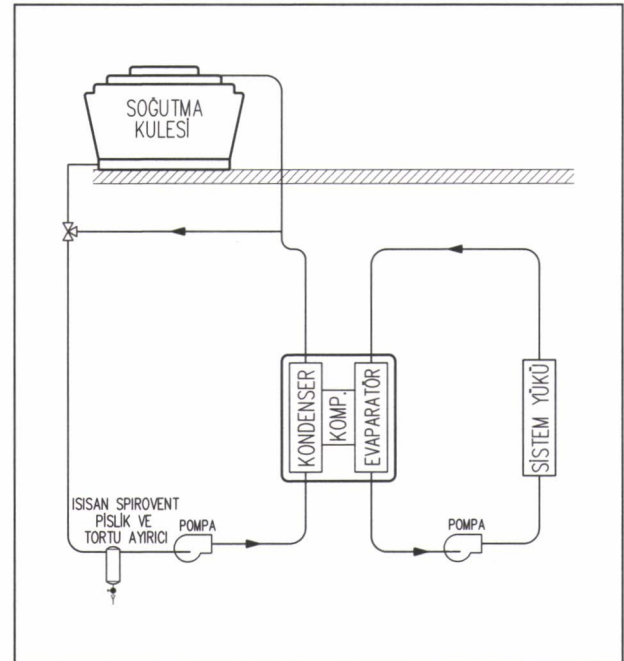
Soğutma kulelerini kapalı devreli ve açık devreli olarak ikiye ayırmak mümkündür.

a. Kapalı devre soğutma kuleleri (ve buharlaşmalı kondenserler)

Kapalı devre soğutma kulelerinde, Şekil 14.3'te görüldüğü gibi, soğutulmak istenen proses akışkanı (çiller devresinde dolaşan su) hava ile doğrudan temasta



Şekil 14.3. KAPALI DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ VEYA BUHARLAŞMALI KONDENSER



Şekil 14.4. AÇIK DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ SİSTEMİ

değildir. Su boruların içindedir. Boru dışında boruları ıslatan ve hava ile temasta olan sekonder devre suyu, açık devreli soğutma kulelerine göre çok daha az miktardadır. Sekonder devrede dış borulama genellikle yoktur. Su tamamen cihaz içinde sirküle eder.

b. Açık devre soğutma kuleleri

Şekil 14.4'te görülen açık tiplerde ise, soğutma suyu tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür. Doğrudan bu suyun üzerinden geçen hava, buharlaşmayla soğurken, bir kısım suyu aerosol şeklinde sürükler. Her ne kadar su tutucu perdelerde sürüklenen suyun bir kısmı tutulsa da, genellikle 5 mikron altındaki su zerrecikleri sürüklenerek etrafa yayılır. Damla tutucu olmadan sürüklenen su, resirküle eden suyun %1'i mertebesindedir. Kaliteli tip soğutma kulelerinde damla tutucularla bu oran %0,1 mertebelerine indirilir. Bu yüzden damla tutucular kulelerin en önemli elemanlarından biridir.

Soğutma kulelerinde Legionella bakterisinin çoğalacağı yer su haznesi (veya havuzu) olmaktadır. Su haznesinde tipik su sıcaklığı 29°C ile 35°C arasındadır. Ancak çalışma stratejisi, dış sıcaklık ve sistem ısı yüküne bağlı olarak sıcaklıklar 21°C altına inebilir veya 49°C üstüne çıkabilir. Özellikle durma sırasında (işyerlerinde hafta sonu ile tatil günleri gibi) ve özellikle yaz aylarında soğutma kulelerinde sıcaklık Legionella bakterisinin çoğalması için çok uygun değerlere ulaşabilir. Bu hazne de biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun bir ortam yaratır. Su soğutma kuleleri kaynaklı çok sayıda Lejyoner hastalığı belirlenmiştir.

Soğutma kulelerinde Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye, sistemin temiz tutulması ve biyolojik şartlandırma yapılmasıdır. Bu konuda su şartlandırma uzmanına danışılması ve onun gözetiminde bir program uygulanması çok önemlidir.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin yerleştirmesinde aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- Klima santralleri, taze hava alış menfezlerinden ve açılabilen pencerelerden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidir.
- Soğutma kulesinin klima santralinin, dış hava emiş ağızlarından ve pencerelerden, lokanta, kafeterya vb insanların yoğun olduğu yerlerde en az 10 m ve daha uzak olması, hakim rüzgar yönünde soğutma kulesinin daha ileri noktaya montajı ve soğutma kulesi drenajının hava kesicili (sifonla) drenaja bağlanması gerekir. Soğutma kulesinden 3 km uzağa kadar Legionella bakterilerinin taşınabildiği unutulmamalı ve kulenin bakım, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri özenle yapılmalıdır.
- Mutfak egzoz fanları, bacalar gibi organik madde kaynaklarının yanına ve yakınına yerleştirilmemelidir.
- Hakim rüzgar yönü dikkate alınmalı, dışarıdaki halka açık alanların rüzgar yönünde yerleştirilmemelidir.

- Soğutma kulesi yerleşimi restoran, otel odaları vb yaşam mahallerine çok yakın planlanmamalıdır.

Soğutma kulelerinde kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır. Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyüymeye uygun olmamalıdır. Ahşap gibi bazı doğal malzemeler bu açıdan sakıncalıdır ve konstrüksiyonda kullanılması tavsiye edilmez. Cihazın genel tasarımında duran su bölgelerinden kaçınılmalı, teknik elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir. Soğutma kuleleri sistemi temiz tutulmalı ve iyi bakım yapılmalıdır. Gözle muayene ederek; kir, organik madde, birikinti veya çökelti olmamasına dikkat edilmelidir. Hazne zaman zaman temizlenmelidir. Mekanik filtrasyon tavsiye edilir. Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyelle mücadelede önemli katkıya sahiptir. Damla tutucular belirli aralıklarla temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.

Aynı zamanda bir su şartlandırma uzmanı tarafından yürütülecek kimyasal şartlandırma gerekecektir. Su şartlandırma bakteri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi; kireçlenmeyi, korozyonu ve çökmeyi önleyici maddeleri de içerir.

Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerden biridir.

Üç günden uzun süreli durdurmalarda sistemin (soğutma kulesi havuzu, borular, ısı değiştirgeçleri vs) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur. Eğer kısa süreli durdurmalarda drenaj pratik değilse; bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan önce ön şartlandırma ile soğutma kulesindeki su dezenfekte edilmelidir.

Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin konstrüksiyonunda ve işletiminde ise özetle aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.
- Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.
- Enjektör prensibi ile çalışan soğutma kulelerinin; su yüksek basınçlı pülverize edildiği için dezavantajı; kule içinde dolgu malzemesi olmadığından temizlik kolaylığı için de avantajı vardır.
- Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.
- Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır (Az da olsa kule verimini de artırır.).
- Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.
- Su toplama çukuru; çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenajı uygun çaplı boru ile en alttan gerçekleştirilmelidir.

- Bütün drenajlarda havalıklar ve süzgeçler bulunmalıdır.
- Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.
- Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimle sürdürülmelidir.

14.1.8 SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM

Sistemi operasyona alacak olan elemanlar, soğutma kuleleriyle ilgili olarak eğitilmiş olmalı ve bu tarz bir sistemi çalıştırmaya yatkın olmalıdırlar. Sistem işletimi sırasında meydana çıkacak kritik değerler kaydedilmelidirler. Prosedürler normal kontrol parametrelerini ve sınırlarını belirlemelidir.

Çalışanlar normal şartlar dışında çalışma durumlarından haberdar olmalıdır ve su kalitesi üzerinde belli aralıklarla testler yapılmalıdır. Bu kontrollerin arasındaki süre bir ayı geçmemelidir ve hastane gibi bakterilere duyarlı ortamlarda bu süre daha da kısa tutulmalıdır. Bu durumlarda kullanılan mikrobiyolojik slaytlar faydalı olsa da bunlar sadece kulenin bakım kalitesiyle ilgili bilgi verir ve su içindeki Legionella bakterisiyle doğrudan alakası yoktur.

Suyun elektrik iletimindeki değişiminin belirlenmesi ise, su içindeki çözünmüş madde miktarındaki değişimin ölçümünde bir yol olarak kullanılabilir.

14.1.8.1 Bakım

Basit fakat ayrıntılı hazırlanmış bir bakım şartnamesi bu tesisatlar için çok önemlidir. Bu şartnamelerde bakım aralıkları, kontrol prosedürleri ve temizliğin hangi yöntemlerle yapılacağı açıkça belirtilmelidir.

Üreticinin isteği standart bakım dışında sistemin genel çalışması da incelenmelidir. Otomatik kontrol ünitesinin tüm kısımları test edilmelidir. Kondaktivite kontrol cihazı eğer monte edilmişse kalibre edilmelidir. Bu cihaz, su içinde çözünmüş madde miktarının değişimini belirlenmesinden dolayı çok önemlidir.

Püskürtme sisteminin ve su dağıtım sistem kontrolünde görsel bakım yapılabilir. Bu anda malzemelerin iyi durumda olup olmadığı ve kötüye gidip gitmediği kontrol edilebilir. Bu sürüklenme önleyici elemanlar için de aynı şekilde önemlidir.

Lejyoner hastalığı salgını, genelde kulelerin uzun süreli durmasından sonra devreye alınmasıyla ortaya çıkar. Bütün soğutma kuleleri senede en az bir kere tamamen temizlenmelidir. Bu hastaneler için DHS standartlarına göre senede iki keredir.

Sistemde yapılan kontrolün periyoduna, olağan kontrollerin sonucunda karar verilmelidir.

Eğer sistem sadece yaz mevsiminde kullanılıyorsa, kuleyi sistem devre dışı kaldığı ilk anda temizlemek en doğrusudur. Sistemi yazın devreye almadan önce de dezenfekte edip kontrol etmek de gereklidir.

Suda, sistemin temizlenmesinden önce temizliği yapacak kişileri korumak amacıyla, 5 ppm derişiklik olacak şekilde klorlama yapmak gereklidir. Sudaki serbest klor miktarını belirlemek için en basit ve hızlı yöntem Palin - PPD metodudur.

Bu kalorimetrik bir yöntemdir ve örnek alınan suya bir takım kimyasal tabletler eklenerek suyun sonuç rengine bakılır.

Klorlama işlemi iki basamak halinde yapılmalıdır. İlk basamak sistem suyundaki serbest klor miktarını belirlemektedir. Klor organik bileşiklerle çok çabuk reaksiyona girdiğinden dolayı muhtemelen teorik olarak hesaplanan miktardan fazlası gerekecektir.

İkinci olarak da klorun veriminin pH 7'nin üzerindeki değerlerde hızla düştüğü unutulmamalıdır. Klordan en yüksek verimi alabilmek için pH değerini 7'nin üzerine çıkarmayan maksimum dozajı vermek gerekir.

Temizleme operasyonu klorlanmış suyun sistemden atılmasıyla sona erer. Bakım, ayrıca sürüklenme önleyiciler ve dolgu malzemesinin temizlenmesini içerir. Ayrıca bu işlem sırasında hasar gören parçalar da değiştirilmelidir.

Havuz, tamamen boşaltılıp temizlenmeli, tüm organik maddeler ve tortulardan arındırılmalıdır.

Sistemdeki tüm süzgeçler, emme tarafı da dahil olmak üzere temizlenmelidir.

Sistem kış döneminde devreden çıkarılırken, sisteme inhibitör ve antifriz eklenmelidir.

Sistem tekrar devreye alınmadan önce tüm su akıtmalı, basınçlı su ile temizlenmeli ve taze suyla doldurulmalıdır. Ve 15 ppm miktarında klorla en az iki saat reaksiyona sokulmalıdır.

Eğer 5 ppm klor kullanılacaksa bu süre 6 saate çıkarılmalıdır. Burada önemli olan önerilen konsantrasyonla uygun kontak zamanını bulmaktır.

Bütün sene kullanılan kuleler içinse; sistem temizlenip taze suyla doldurulduktan sonra 15 ppm konsantrasyonunda tutulmalı ve pH 7'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. İşlemden geçirilen su, kule de dahil olmak üzere tüm sistemde en az iki saat sirküle edilmelidir. Bu sırada efektif klor konsantrasyonu da sağlanmalıdır.

Klorlu su sonra boşaltılmalı ve sistem taze suyla doldurulmalıdır ve standart kimyasal su temizleme işlemlerine devam edilmelidir.

İç bakım ve temizleme için normal koruyucu kıyafet yeterlidir. Basınçlı temizleme aerosol oluşuma neden olduğu için tavsiye edilmez. Eğer tesisatta buna gerek duyulursa özel kıyafet giyilmeli ve artı basınç maskesi bulundurulmalıdır.

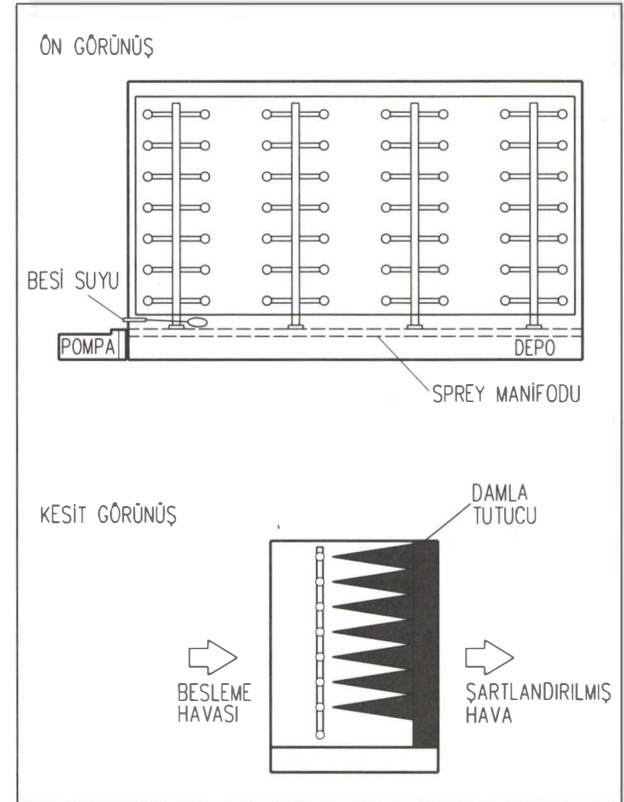
14.1.8.2 Acil Dezenfeksiyon Prosedürü

- 1- Eğer mümkünse soğutma kulesi üzerindeki ısı yükü kaldırılmalıdır.
- 2- Soğutma ekipmanıyla ilgili fanlar kapatılmalıdır.
- 3- Sistem durdurulmalı ve tamamlama suyu vanaları açık ve çalışır olmalıdır.
- 4- Temizleme prosedürü sona erene kadar binanın hava emiş menfezleri kapatılmalıdır.
- 5- Resirküle su pompalarının çalıştırılmasına devam edilmelidir.
- 6- 25 - 50 ppm serbest halojen kalmasını sağlamak için yeterli biyosid eklenmelidir.
- 7- Yeterli miktarda köpük önleyici ya da biodispersan eklenmelidir.
- 8- 24 saat boyunca 10 ppm'lik serbest halojen kalması sağlanmalıdır. Bu 10 ppm'in korunması için daha fazla biyosid ortama eklenebilir.
- 9- Sistem pH'ı ölçülmelidir. Yüksek pH değerlerinde halojen dezenfeksiyon hızı yavaşladığı için ortama asit ilave edilebilir ya da devir azaltılabilir. Böylece pH değeri klor bazlı biosidler için 8 ya da brom bazlı biosidler için 8,5'in altında tutulabilir.
- 10- Sistemin drenajı gidere yapılmalıdır. Eğer drenaj izin alınarak bir yüzey suyuna yapılacaksa dehalojenizasyona ihtiyaç duyulacaktır.
- 11- Sistem tekrar doldurulmalı ve 1'den 10'a kadar olan işlemler tekrar edilmelidir.

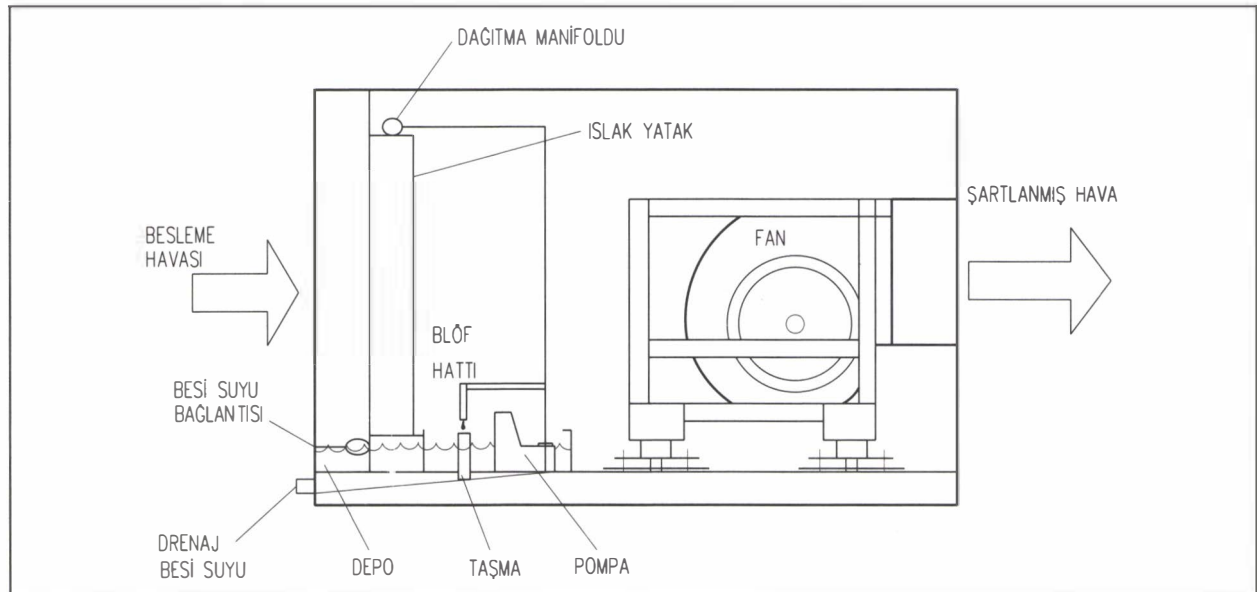
14.1.9 DİREKT BUHARLAŞMALI HAVA SOĞUTUCULAR (Evaporatif Soğutucular)

Direkt buharlaşmalı soğutucular, su ile doğrudan temasla havayı nemlendirir ve aynı zamanda soğuturlar. Bu cihazlar mekanik soğutma yapmadıklarından endüstriyel ve tarımsal (hayvan barınakları gibi) soğutma alanında ve kuru dış iklime sahip bölgelerde konfor

iklimlendirmesinde kullanılan ekonomik cihazlardır. Bu cihazlarda hava ya (bir örneği Şekil 14.5'te görülen) ısılatılmış yataklar üzerinden geçerken nemlendirilir, veya hava üzerine (Şekil 14.6'da görüldüğü gibi) doğrudan su püskürtülerek nemlendirilir. Bu sırada hava ideal durumda yaş termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Her iki halde de kullanılan su resirküle edilebileceği gibi, tek geçişli de olabilir. Kullanılan sudaki kirlenme oranı blöf işleme ve taze suyun kalitesine bağlıdır.



Şekil 14.6. YIKAMALI NEMLENDİRİCİ



Şekil 14.5. EVAPORATİF SOĞUTUCULAR

Havanın ıslak yataklardan geçirilerek nemlendirilmesinde gözenekli malzemeden yapılmış yataklar kullanılır. Geniş temas yüzeylerinde havaya buharlaşma suretiyle nem geçişi olur ve bu işlem sırasında suyun yüzeyden koparak su zerrecikleri halinde havayla sürüklenmesi söz konusu olmaz. Bu nedenle bu tip cihazlarda damla tutuculara da gerek yoktur.

Bu cihazları işlem koşullarına göre zaman zaman kapatmak gerekebilmektedir. Sistemin çalıştırılmadığı koşullarda tamamen drene edilip, kurutulması şarttır. Bunun da ötesinde sürekli çalışma periyotlarında resirküle eden sistemlerde yeterli düzeyde blöf yapılmalıdır. Yüksek orandaki blöf, yabancı maddelerin, kirliticilerin ve bakterilerin birikmesini ve çoğalmasını sınırlar veya engeller. Bu şartlarda Legionella bakterisi gelişmesi çok nadirdir. Öte yandan bu cihazlarda yatak sıcaklığı yaş termometre sıcaklığı düzeyindedir ki bu değer genellikle 25°C değerini aşmaz. Yani sıcaklık, bakteri gelişmesi için uygun sınırların altındadır. Bu nedenlerle bu cihazlardan kaynaklanan Lejyoner hastalığı literatürde belirlenmemiştir.

Bu sistemlerde iyi bakım ve sürekli temizlik ve gözetim esastır. Filtreler gerektiği gibi temizlenmelidir. Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır.

Islak yataklı, direkt buharlaşmalı soğutucularda çalışmaya belirli süreler ara verildiğinde yatak malzemesi kuru tutulmalıdır. Bunun için büyük sistemlerde su kesilip fan çalıştırılarak kuruma sağlanabilir. Sistem bundan sonra kapatılır.

Suyun resirküle ettiği sistemlerde rezervuarda biriken suda yapılan blöf işlemi tuz konsantrasyonunu düşürdüğü gibi bakteri konsantrasyonunu da düşüren bir işlemdir. Ayrıca rezervuarda kimyasal şartlandırma yapılmalıdır. Suyun durgun kalmamasına dikkat edilmelidir.

14.1.10 NEMLENDİRİCİLER

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir. Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçiminde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır.

Atomizörlerde ve yıkamalı nemlendiricilerde su sıcaklığı yaş termometre sıcaklığında olup, genellikle 25°C altındadır. Sis şeklinde atomizörlü nemlendiricilerde cihaz çıkışında su zerresi bulunmaz. Bütün su buharlaşır. Buharlı nemlendiricilerde zaten su söz konusu değildir. Burada kullanılan buhar sıcaklığı yüksektir. Buharlı nemlendiricilerde hiç bir hastalık riski yoktur.

Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır. Nemlendirici kullanılan klima tesisatlarında özellikle hava kanalların temizliğine dikkat edilmelidir.

Hava kanallarında yoğunlaşma olabilir. Bununla ilgili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.

Hava kanallarının temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.

Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir.

Klima santrallerinin filtreleri kaliteli yapılmalı ve periyodik bakımı yapılmalıdır.

Bütün bu sistemlerde de iyi bakım ve sürekli temizlik ve gözetim esastır. Filtreler gerektiği gibi temizlenmelidir. Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır. Bu cihazların yerleştirilmesinde, bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirlitici kaynaklardan uzakta yerleşim yapmaya dikkat edilmelidir.

14.1.11 KLİMA SANTRALLERİ VE FAN COILLER

Bu cihazlar Lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmemektedir. Ancak bu cihazların bakımlarının iyi yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Öncelikle bu cihazlardaki yoğunlaşma tavalarının eğimleri drenaj yönünde olmalı ve drenaj alt noktadan yapılmalıdır. Tavalarda su birikmemelidir. Hastane gibi hassas binalarda drenaj hatlarında cam gözetleyiciler konulabilir.

Klima santrallerinde sulu nemlendiriciler yerine, buharlı nemlendiriciler kullanılması tercih edilmelidir. Nemlendirici olarak, su hacmi olmayan direkt havaya sis biçiminde nemlendirme yapan nemlendirici tipleri alternatif olabilse de, buharlı nemlendiriciler riski sıfıra indirdiği için tercih edilmelidir.

Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

14.1.12 LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATA ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Lejyoner hastalığına karşı farklı aşamalarda alınabilecek önlemler gruplanabilir. Bu grupları;

- a. Proje,
- b. Malzeme seçimi,
- c. Uygulama,
- d. İşletme ve bakım
- e. Dezenfeksiyon olarak ifade etmek mümkündür.

Bina tesisatında Lejyoner hastalığı kaynakları olarak dört ana sistemde alınabilecek önlemler yukarıdaki başlıklar altında toplanmıştır.

14.1.12.1 Kullanma Suyu Tesisatı

Kullanma suyu tesisatı sıcak ve soğuk kullanma suyu tesisatları olarak ele alınabilir. Burada esas riskli olan kullanma sıcak suyu tesisatıdır. Bu tesisatta alınabilecek önlemler:

- a. Proje
 - Yüksek riskli yerlerde soğuk su 20°C altında depolanmalı ve dağıtılmalıdır.
 - Depo ve boru çeperlerinde biofilm oluşmasına imkan tanınmamalıdır.

- Yangın suyu ayrı depoda depolandığında hareket-siz kalacaktır. Bu durumda bakteri üremesine uygun bir ortam oluşur.
- Kullanma ve yangın suyu aynı depoda depolandığında, yangın suyu alt seviyeden, kullanım suyu üst seviyeden alınır; aynı depo içindeki durgun yangın suyu hastalığın üremesi için uygun bir ortam oluşturur.
- Su depoları:
 - Toprak altında yapılmalı, sıcak kazan dairesine yakın olmamalıdır (Kazan daireleri sıcak ise ısı yalıtımları kötü yapılmış, enerji kaybediliyor demektir.).
 - Çökme için alttan belirli bir mesafe bırakılmalı ve en alt kotundan boşaltma - temizleme imkanı sağlanmalı,
 - Kullanma suyu ve yangın suyu, su deposunun alt kotundan alınmalı (Boşaltma nozulunun üstünden),
 - Yangın suyu emiş borusu üzerine ayrıca çek valf monte edilmeli,
 - Kullanma suyu alt seviyesinin kontrolü için, uygun yüksekliğe seviye kontrol cihazı monte edilmelidir.
- Seviye kontrol cihazı alarm verebilir veya ayrıca kullanma suyu hidroforu emişine monte edilebilecek on-off vanayı kapatabilir.

Not: NFPA standartları seviye kontrol alarmı veya otomatik vana kullanarak alt seviyeden kullanma suyu hidroforuna bağlantı yapılmasına izin vermektedir. Bu durumda su deposu alt seviyelerinde kalan yangın suyu rezervi günde en az iki defa sirküle edecek şekilde depo içi sirkülasyon pompası kullanılabilir.

Ancak bizim önerimiz, kaliteli bir otomatik kontrol sistemi kullanılması, işletme ve bakımın iyi yapılması kaydı ile aynı depodan alt ortak çıkış (yukarıda bahsedildiği şekilde) alınmasının daha kullanışlı, daha sağlıklı ve ekonomik olacağı şeklindedir.

- Su deposunun iç yüzeyinin derzsiz havuz seramiği (veya benzeri pürüzsüz malzeme) ile kaplanması önerilmektedir.
- Enerjinin verimli kullanılması ve tesisatlarda hijyen şartlarının sağlanabilmesi için sıcak kullanım suyu depolama sıcaklığı 45°C'de tutulmalıdır. Bunu sağlamanın yolu termik dezenfeksiyondur. Termik dezenfeksiyon ise periyodik olarak (örneğin haftada bir kere) otomatik olarak yapılmalı, sıcaklık 70 - 77°C'ye çıkarılmalıdır (Tablo 14.7).

Sıcaklık Standartları	CDC	ASHRAE	SIPC	CCBC	ASPE	FREIJE	ASHE/JCAHO
Soğuk Kullanma Suyu Depolama Sıcaklığı (Maks.) (Su Deposu)	-	20°C	-	-	-	20°C	-
Üreme için Uygun Sıcaklıklar	32 - 41°C	25 - 42°C	-	-	-	20 - 50°C	14 - 42°C
Boiler Sıcaklığı (Maks.)	-	60°C	-	-	-	60°C	60°C
Kullanma Sıcak Suyu Sirkülasyon Dönüş Sıcaklığı (Maks.)	-	51°C	-	-	-	50°C	51°C
Normal Alanlarda Kullanma Suyu Sıcaklığı (Maks.)	-	-	38°C	-	-	-	-
Hastaların Bulunduğu Alanlarda Kullanma Suyu Sıcaklığı (Maks.)	-	-	43°C	46°C	46°C	-	-
Bakterinin Öldüğü Sıcaklık	-	60°C	-	-	-	55°C	55°C
Termal Şok için Gerekli Minimum Zamandaki Sıcaklık	5 dak. için 65°C	5 - 30 dak. için 71 - 77°C	-	-	-	5 - 30 dak. için 70°C	5 dak. için 70°C
Kısaltmalar CDC - Center for Disease Control and Prevention ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers SIPC - State of Illinois Plumbing Code CCBC - City of Chicago Building Code ASPE - American Society of Plumbing Engineers ASHE - American Society of Healthcare Engineering JCAHO - Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations FREIJE - Kaynak; Matthew FREIJE							

Tablo 14.7. KULLANIM SUYU TESİSATLARINDA LEJYONER HASTALIĞININ KONTROLÜ İÇİN ÇEŞİTLİ ORGANİZASYONLARIN VE AJANSLARIN YAYINLADIĞI SICAKLIKLAR

Gelişmiş ve kaliteli kazan - boyler sistemlerinde bu program bulunmaktadır.

Haftada bir, ayarlanan saatte (Örn. 02.00) boyler su sıcaklığı 1 saat süre ile 70°C (65 - 75°C seçim yapılabilir) değerine yükseltilerek termik dezenfeksiyon mükemmel şekilde yapılır. Termal çok yıkama süresi en az 30 dakika olmalıdır. Termik dezenfeksiyon sırasında suyun sirküle edilerek bütün boruların dezenfekte edilmesi gereklidir.

Termik dezenfeksiyon yapılamayan yerlerde, sıcak su 60°C üstünde depolanmalı ve sirkülasyon dönüşü 51°C altına düşmemelidir. Bu durumda, haşlanmayı engellemek için musluklarda termostatik karıştırma vanaları kullanılması önerilmektedir.

Sistemde su sıcaklığının mümkün olduğu kadar 25 - 45°C arasında olmamasına özen gösterilmelidir.

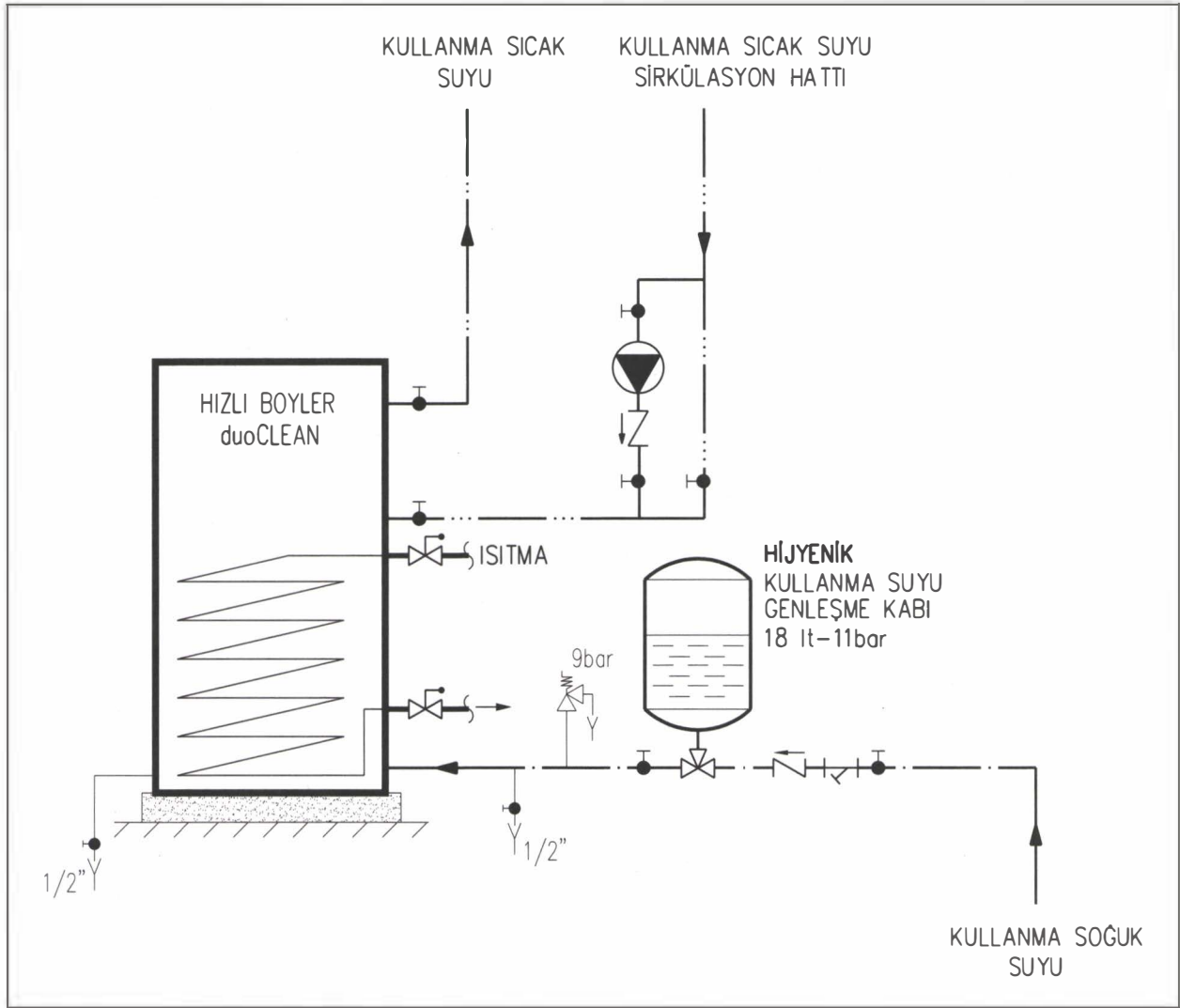
- Sistemde suyun durgun kalmasına imkan veremeyecek bir tasarım gerçekleştirilmelidir.
- Su boruları mümkün olduğu kadar sıcak bölgelerden geçirilmemelidir.
- Miks batarya kullanmaktan kaçınılmalıdır. Bu bataryalarda sıcak ve soğuk su birbirine karışmakta ve sıcak su soğuk su hattına kaçabilmektedir. Miks batarya kullanıldığında daire girişlerinde her iki hatta da çek vana kullanılmalıdır.

b. Malzeme Seçimi

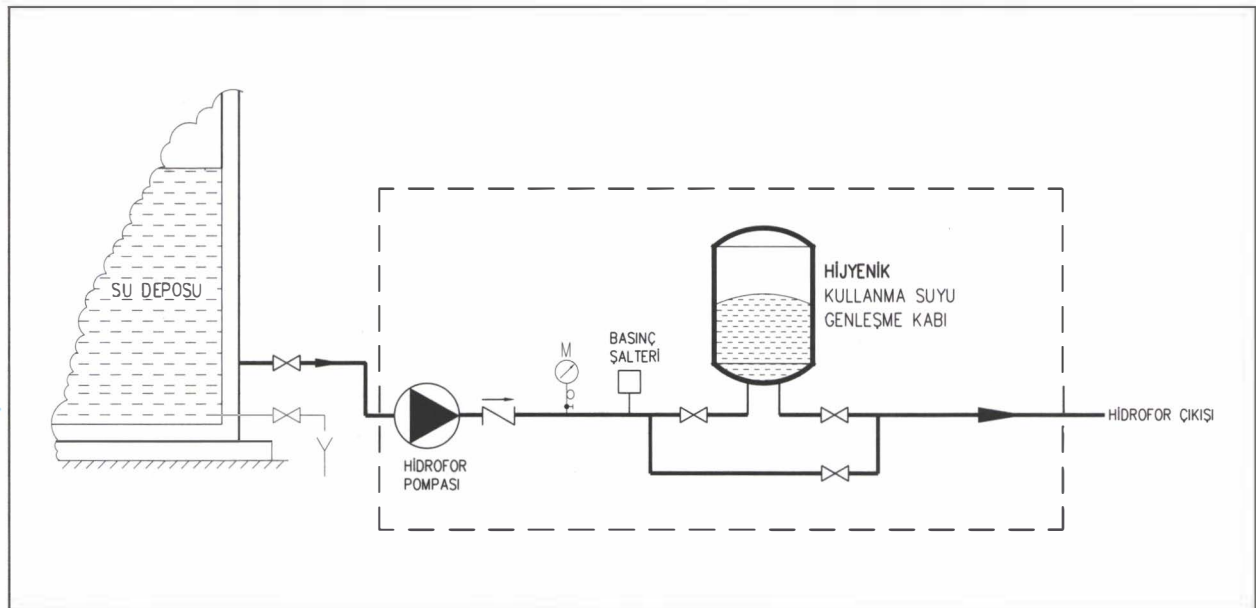
- Boru tesisatındaki lastik parçalar (doğal kauçuk), ahşap malzeme, bazı plastik cinsleri ve belirli demir veya çinko alaşımları organizmaların gelişmesini teşvik etmektedir. Kullanımından olabildiğince kaçınılmalıdır.
- Bakır antibakteriyel bir metaldir ve büyüme koşullarına negatif etkisi vardır (Sihhi tesisat borularını bakır yapmak az da olsa avantajlıdır.).
- Boyler iç yüzeyleri kir tutmayan ve temizlenebilen bir malzemeyle kaplı olmalıdır. Cam bilinen en hijyenik malzemedir.
- Ortamdaki demir oksit büyüme ve çoğalmayı hızlandırır. Yüzeyde oluşan kir ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.
- Siyah saçtan su deposu yerine; betonarme içi derzsiz havuz seramiği kaplı su deposu yapmak daha doğrudur.
- Paslanmaz çelik boylerlerde, suyun içindeki klor ısınınca ayrıştığı için, paslanmaz yüzeyde agresif etki yapabilir.
- Hidrofor basınç depoları ve boyler genleşme depoları, içerisindeki su sirküle eden hijyen şartlarını sağlayan tip seçilmelidir.
- İçme suyu tesisatında da hijyen şartlarını sağlayan ve içindeki suyu sirküle eden basınç kapları kullanılmalıdır.
- Duş bataryaları ve duş başlıkları, kullanımı bittiginde içinde su kalmayacak şekilde boşaltma yapan tipte seçilmelidir.

c. Uygulama

- Su depoları sıkı kapanan kapaklı olmalıdır. Mümkün olduğunca temiz bir mahalde ve yerden yükseltilmiş olarak bulunmalıdırlar. Depo içindeki su günde en az 1 - 2 kez sirküle ettirilmelidir.
- Dışarıdaki su depoları direkt güneş ışınlarına karşı korunmalı ve reflektif boya ile boyanmalıdır. Bodrumdaki tankların iyi havalandırılan bir bölgede olmasına gayret edilmelidir. Su depolarının toprak altında veya bodrum katta yapılması, içerisindeki havuz seramiği ile derzsiz kaplanması tavsiye edilir. Kaplama temizliği de kolaylaştırır.
- Su depolarının altındaki tortu alınmalı ve depo yüzeyleri belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- İki birleşik su deposu varsa, boru sisteminin simetrik olmasına ve aynı oranda dolup, boşalmalarına dikkat edilmelidir. Tanklardan birinin daha az çalışması ve durgun kalması en tehlikeli durumlardan biridir.
- Toprak altından geçen temiz su ve yangın boruları yüzeye yakın olmamalıdır. Bu borular toprak üst kotunun en az 70 cm veya daha altına döşenmelidir.
- Yedek pompalar ve hidroforlar haftada bir değiştirilerek çalıştırılmalıdır.
- Boyler içinde termik dezenfeksiyon tam yapılması için ısıtıcı serpantin, boyler alt yüzeyine en yakın olacak şekilde monte edilmiş (veya buna göre dizayn edilmiş) olmalıdır. Soğuk su girişi de alttan olduğu için yüksek sıcaklığın sağlanabilmesi için bu bölüm kritik bölge olmamalıdır.
- Boyler deposunun tamamen boşaltılabilme ve temizlenebilme imkanı olmalıdır. Boylerlerde ısıtıcı serpantin mümkün olduğu kadar alt seviyede bulunmalı böylece suyun hareketi sağlanmalıdır.
- Boyler tesisatlarında içinde suyun hareketli tutularak sürekliliği değiştiği hijyenik genleşme depoları kullanılmalıdır (Şekil 14.8).
- Hidrofor tesisatında da içinde suyun hareketli kaldığı hijyenik kapalı genleşme depoları kullanılmalıdır (Şekil 14.9).
- Boru tesisatında çalışmayan ölü uçlar bulunmamalıdır.
- Hem soğuk su, hem de sıcak su boruları izole edilmelidir. Yoğuşmanın önlenmesi korozyon riskini azaltır, boru ömrünü artırır. Ayrıca ısı kaybı da azalır.
- Bu borulardan birbirine ısı geçiş imkanı olmamalıdır. Duvar içinden geçen sıcak ve soğuk su boruları arasında yaklaşık 300 mm mesafe olmalıdır.
- Eğer sistemde plastik boru kullanılmış ise, bu boruların deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Plastik boru hijyen, uzama vb sorunlara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- Süzgeçler (duş bataryaları) kolayca temizlenebilecek şekilde olmalıdır.



Şekil 14.8. KULLANMA SUYU GENLEŞME KABI (İçinde suyu sirküle eden tip) İLE BOYLER BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 14.9. HİJYENİK GENLEŞME KABI (İçinde suyu sirküle eden tip) İLE HİDROFOR BAĞLANTI ŞEMASI

- Kullanma suyu ve yangın için ortak su deposu seçilir. Su seviyesi, yangın için bırakılması gereken seviyeye indiğinde otomatik seviye alarmı devreye girer (Şekil 14.10).

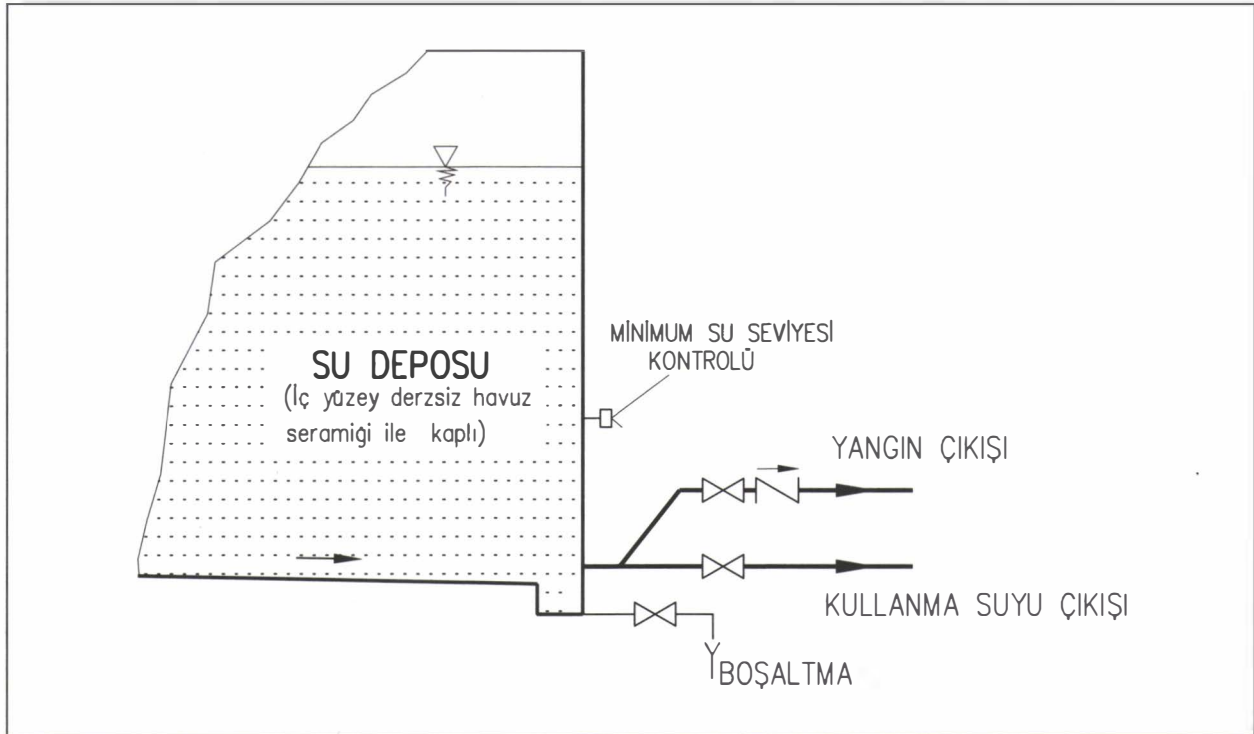
d. İşletme ve Bakım

- Kullanma sıcak suyu sirkülasyonu son kullanım yerlerinin tamamına ulaşmıyorsa; borularda su akıtılarak en az 5 dakika yıkama yapılmalıdır. Bu işlemin gece yarısı (veya hafta sonunda insanların en az olduğu saatlerde veya kullanım yokken) yapılması tavsiye edilmektedir.
- Su depoları en az yılda bir kez temizlenip, yıkanmalıdır. Su depolarındaki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortamı oluşturur. Hijyen şartlarının sağlanması ve temizlik çok önemlidir.
- Yedek pompalar sürekli atıl bırakılmamalı, belirli bir program içerisinde (örneğin haftada bir) yedek pompalar sırayla değişmeli ve bütün pompaların böylece çalışması sağlanmalıdır.
- Kesintili çalışmadan mümkün olduğunca kaçınılmalı ve tesisatta suyun hareketsiz kaldığı yerler bulunmamalıdır.
- Yüksek riskli yerlerde ayda bir duş başlıkları ve musluk kafalarının çıkartılarak klor çözeltisinde dezenfekte edilmesi önerilir. Çok zor olan bu işlem yerine, duş bataryaları ve duş başlıkları, kullanım bitince içinde su kalmayan tipte seçilebilir.
- Tamiratlardan sonra su yeniden verilirken sistem tamamen yıkanmalıdır. Tatil dönüşlerinde uzun süre kullanılmayan tesisatta su bir müddet akıtılarak yıkama yapılmalıdır.

- Bahçe sulama hortumlarının içinde, sulamadan sonra su bırakılmamalıdır. Bunun için hortumun musluğa bağlı olduğu rakoru gevşetmek (veya çıkartmak) ve sonra suyu boşaltmak gerekir.
- Elektrikli ve gazlı termosifonlar hafta sonu evlerinde (özellikle yaz aylarında) potansiyel kaynak oluşturmaktadır. hafta sonu evine gidildiğinde (riskli bölgelerde) termostat 60°C sıcaklığa ayarlanmalı, bu sıcaklıkta yaklaşık 2 saat kaldıktan sonra borulardaki su boşaltılmalı ve sıcak su yeterince akıtıldıktan sonra musluklar kapatılıp, bir saat sonra duş alınmalıdır.

e. Dezenfeksiyon

- En iyi koruyucu önlem periyodik olarak sistemi çok yüksek sıcaklıktaki su ile temizlemektir. Legionella bakterisi nüfusunun %90'ı 60°C'de 25 dakikada ölmektedir. 70°C'de 10 dakika içinde %90'ı ölmektedir. Bu bir yok etme prosesidir. Bütün bakterileri öldürmek mümkün değildir. Önlemlerin tekrar gelişme ve çoğalmayı önlemek üzere devam ettirilmesi gerekir.
- Termik dezenfeksiyon işlemi konutlarda ve otellerde gece yarısı veya işyerlerinde hafta sonunda insanların en az olduğu zamanlarda ve kullanım yokken (ya da en az olduğu zaman) yapılması uygundur. Otellerde termik dezenfeksiyonun yapıldığı gün ve saat, müşterilere verilen genel kılavuzun içinde belirtilmeli ve bu saatlerde banyo yapılmaması önerilmelidir.



Şekil 14.10. SU DEPOSU KULLANIMI

- Termik dezenfeksiyon yapılamıyorsa şok klorlama ile dezenfeksiyon yapılabilir.
- Klor büyümeyi yavaşlatır, ancak Legionella bakterisinin klora karşı direnci fazladır. Dezenfeksiyon için yüksek klor yoğunluğu gereklidir (Bu çok zor ve konforlu olmayan bir yöntem. Termik dezenfeksiyon mutlaka yapılmalıdır.).
- Büyük depolarda su birkaç gün mertebesinde kalabiliyor ise, özel olarak klorlama yapılmasında yarar vardır. Legionella bakterisinin çoğalmasını (en azından) önler.
- Anot oksidasyonu pazarda göreceli olarak yeni bir önlemdir. 1998 yılında Almanya'da yok etme ve koruma önlemi olarak kabul edilmiştir.

14.1.12.2 Soğutma Kuleleri ve Buharlaşmalı Kondenserler

Kapalı devre soğutma kuleleri ve buharlaşmalı kondenserler benzer cihazlardır ve aynı grupta ele alınmaktadır.

Bunlarda soğutulmak istenen proses akışkanı hava ile doğrudan temasta değildir. Hava ile temasta olan sekonder devre suyudur. Açık devre soğutma kulelerinde ise, proste kullanılan su doğrudan havayla temastadır. Bu su tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür. Bu tesisatta alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Bu cihazlar taze hava alış menfezlerinden ve açılabilen pencerelerden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidirler.
- Soğutma kulesinin klima santrallerinin dış hava emiş ağızlarından ve pencerelerden, lokanta, kafeterya vb insanların yoğun olduğu yerlerde en az 10 m ve daha uzak olması hakim rüzgar yönünde soğutma kulesinin daha ileri noktaya montajı ve soğutma kulesi drenajının hava kesicili (sifonla) drenaja bağlanması gerekir.
- Mutfak egzoz fanları, bacalar, gibi organik madde kaynaklarının yanına yerleştirilmemelidir.
- Hakim rüzgar yönü dikkate alınmalı ve dışarıdaki halka açık alanların rüzgar yönünde önüne kule yerleştirilmemelidir. Soğutma kulesinden 3 km uzağa kadar Legionella bakterilerinin taşınabildiği unutulmamalı ve kulenin bakım, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri özenle yapılmalıdır.
- Soğutma kulesi yerleşimi restoran, otel odaları vb yaşam mahallerine çok yakın planlanmamalıdır.
- Soğutma kulelerinde Legionella bakterisinin çoğalacağı yer su haznesi (veya havuzu) olmaktadır. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun bir ortam yaratır. Su haznesinin tasarımı büyük önem taşımaktadır. Su haznesinde su durgun kalmamalıdır.

- Soğutma kulesi ile kondenser pompaları arasına sudaki tortuyu ve küçük partikülleri alan tortu ayırıcılarının (Isisan Spirovent tortu ayırıcı) monte edilmesi, Legionella bakterisi için uygun kuluçka ortamı oluşmasını önlemeye yardımcı olacaktır.
- Özet olarak sıcaklık seçimi, sirkülasyon, organik atıkların sulu sistemden uzak tutulması, damla tutucuların en verimli şekilde yerleştirilmiş olması, uzun ölü hatlardan kaçınma projede dikkat edilecek noktalardır.
- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilir.

b. Malzeme Seçimi

- Soğutma kulelerinde kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.
- Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.
- Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.
- Su toplama çukuru çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenajı uygun çaplı boru ile gerçekleştirilmelidir.
- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır. Ahşap gibi bazı doğal malzemeler bu açıdan sakıncalıdır ve konstrüksiyonda kullanılmamaya dikkat edilmelidir.
- Sistemde lastik parçalar (doğal kauçuk), ahşap malzeme, bazı plastik cinsleri ve belirli demir veya çinko alaşımları organizmaların gelişmesini teşvik etmektedir. Bunların kullanımından kaçınılmalıdır.

c. Uygulama

- Eğer sistemde plastik boru kullanılmış ise, bu boruların deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Plastik boru hijyen, uzama vb sorunlara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.
- Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır.
- Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.
- Sistemdeki tortunun kolay alınabileceği şekilde bir tesisat yapılmalıdır (Isisan Spirovent tortu ayırıcılar kullanılabilir.).
- Bütün drenajlarda sifon bulunmalıdır.
- Süzgeçler kolayca temizlenebilecek şekilde olmalıdır.
- Su debisini ölçen bir cihaz bulunmalıdır.

d. İşletme ve Bakım

- Soğutma kulelerinde Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulmasıdır.
- Soğutma kulelerini gözle muayene ederek kir, organik madde, birikinti veya çökelti olmamasına dikkat edilmelidir.
- Hazne zaman zaman temizlenmelidir (Tortu ve pislikler kuluçka için uygun ortam oluşturur.).

- Soğutma kulesi yılda bir kez tamamen temizlenmelidir.
- Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir (Isisan Spirovent). Tortu ayırıcı cihazlar belirli periyotlarda boşaltma vanası açılarak (otomatik de yapılabilir) temizlenmelidir.
- Su damlacıkları tutucuları düzenli aralıklarla temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.
- Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerdendir. Üç günden uzun süreli durdurulmalarda sistemin (kule, borular ısı değiştirgeçleri vs) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur.
- Eğer kısa süreli durdurulmalarda drenaj pratik değilse, bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan ön şartlandırma ile kuledeki su dezenfekte edilmelidir.
- Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.
- Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.
- Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.
- Sistemde kimyasal ve biyosid kullanımı kayıt edilmelidir.
- Mikrobiyolojik aktivite kontrol edilmelidir.
- Yılda en az iki kez bakteriyolojik testler yapılmalı ve sonuçlar değerlendirilmelidir.
- Normal işletim koşulları belirli olmalı ve işletim kılavuzu bulunmalıdır. Bir bakım cetveli olmalıdır.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Kirli ve tozlu ortamlarda işletmede önlemler daha sıkı uygulanmalıdır.

e. Dezenfeksiyon

- Soğutma kulelerinde Legionella bakterisi ile mücadelede diğer anahtar tavsiye biyolojik şartlandırma yapılmasıdır. Bu konuda su şartlandırma uzmanına danışılması ve onun gözetiminde bir program uygulanması çok önemlidir.
- Bir su şartlandırma uzmanı tarafından yürütülecek kimyasal şartlandırma gerekecektir. Su şartlandırma bakteri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi kireçlenmeyi, korozyonu ve çökelmeyi önleyici maddeleri de içerir.

14.1.12.3 Nemlendiriciler

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir.

Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçimde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır. Yıkamalı nemlendiricilerde su püskürtmeli evaporatif soğutuculardaki önlemler alınmalıdır. Buharlı nemlendiriciler Legionella bakterisi tehlikesi taşımaz. Atomizörlü nemlendiricilerde alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir.
- Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır.

b. Malzeme seçimi

- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır.
- Kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.

c. Uygulama

- Bu cihazların; bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklardan uzakta yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

d. İşletme ve Bakım

- Nemlendiricilerde Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulması ve sürekli gözetimdir.
- Mekanik filtrasyon tavsiye edilir.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Nemlendirici kullanılan klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir.
- Kanallarda yoğunlaşma olabilir. Bununla ilişkili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
- Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
- Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir.

14.1.12.4 Klima Santralleri ve Fan Coiller

Bu cihazlar Lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmektedir. Ancak bu cihazların iyi bakımlarının yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir.
- Klima santrallerinin hava filtrelerinde hız 1,5 m/s'nin altında seçilmelidir. Genelde 1 m/s altında seçilmesi önerilmektedir (filtre temizleme periyodunu azaltmak için de).

b. Malzeme seçimi

- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır.
- Kullanılan malzeme pürüzlü olmamalı, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.

c. Uygulama

- Bu cihazların; bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklardan uzakta yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.
- Cihazlardaki yoğunlaşma tavalarının drenajı çok iyi olmalıdır. Bu tavalarda su birikmemelidir. Drenajlarda sifon bulunmalıdır.
- Özellikle klima santrallerinde nemlendirme ünitesi varsa; yoğunlaşma tavalarının paslanmaz çelikten yapılmış olması daha uygundur (Demi-roksit Legionella bakterisinin büyüme ve çoğalmasını hızlandırabilir, ısıtma sezonunda risk oluşabilir.).
- Hastane gibi duyarlı yerlerde drenaj hatlarında cam gözetleyiciler kullanılabilir.

d. İşletme ve Bakım

- Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulması ve sürekli gözetimdir.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir. Hava kanalları kullanım şekline göre belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- Hava kanallarında yoğunlaşma olmaması için önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
- Hava kanallarının temiz kalması için; hava filtresi doğru ve kaliteli tip seçilmeli, temizlik ve bakımı düzenli yapılmalı, klima santralleri filtersiz çalıştırılmamalıdır.
- Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
- Hava kanalları programlı bir şekilde, belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

14.1.12.5 Direkt Buharlaştırılmalı Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)

Direkt buharlaştırılmalı soğutucular su ile doğrudan temasla havayı nemlendirir ve aynı zamanda soğutur. Bu cihazlarda hava ya ıslatılmış yataklar üzerinden geçerken, ya da hava üzerine doğrudan su püskürtülerek nemlendirilir.

Bu sırada hava ideal durumda yaş termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Bu tesisatta alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Evaporatif soğutucularda Legionella bakterisinin çoğalacağı yer, genellikle su haznesi veya havuzu olmaktadır. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler bakteriler için çok uygun bir kuluçka ortamı oluşturur. Bu yüzden su haznesinde su durgun kalmamalıdır.
- Sirküle eden su filtre edilmeli, yabancı maddelerden arındırılmalıdır.

- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilir.

b. Malzeme Seçimi

- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vsmikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır.
- Evaporatif soğutucularda kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.
- Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.

c. Uygulama

- Eğer sistemde plastik boru kullanılmış ise, bu boruların deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Plastik boru hijyen, uzama vb sorunlara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- Bütün drenajlarda sifon bulunmalıdır.

d. İşletme ve Bakım

- Evaporatif soğutucularda Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulması ve sürekli gözetimdir.
- Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır.
- Mekanik filtrasyon tavsiye edilir.
- Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir.
- Su damlacıkları tutucuları varsa, muntazaman temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.
- Evaporatif soğutucuların durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerdendir.
- Islak yataklı direkt buharlaştırılmalı soğutucularda çalışmaya belirli süreler ara verildiğinde, sistemi tamamen boşaltılmalı, yatak malzemesi kuru tutulmalıdır. Bunun için büyük sistemlerde su kesilip fan çalıştırılarak kuruma sağlanabilir. Sistem bundan sonra kapatılır.
- Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur (gerekirse, bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır). Fanlar bundan sonra çalıştırılır.
- Bunun da ötesinde sürekli çalışma periyotlarında resirküle eden sistemlerde yeterli düzeyde blöf yapılmalıdır. Yüksek orandaki blöf, yabancı maddelerin, kirleticilerin ve bakterilerin birikmesini ve çoğalmasını sınırlar veya engeller.
- Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Suyun resirküle ettiği sistemlerde rezervuarda biriken suda yapılan blöf işlemi tuz konsantrasyonunu düşürdüğü gibi bakteri konsantrasyonunu da düşüren bir işlemdir.
- Ayrıca rezervuarda kimyasal şartlandırma yapılmalıdır.
- Suyun durgun kalmamasına dikkat edilmelidir.

Havalandırma Cihazları		
Kanallarda su bulundu mu?	Evet	Nedenini araştırın ve düzeltin.
	Hayır	-
Çiller bataryalarının drenajlarına sifon tesisatı kuruldu mu?	Evet	-
	Hayır	Tesisatın kurulmasını sağlayın.
Eşanjörlerin kontrolü için yeterli düzenek var mı?	Evet	-
	Hayır	Düzeneğin kurulmasını sağlayın.
Soğutma Kuleleri		
Sistemdeki su hacmi kule üzerine yazılmış mı?	Evet	Boru tesisatındaki su hacminin de göz önüne alındığından emin olun.
	Hayır	Kuleye bu hacmi yazın.
Kule iletişim kılavuzu var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve mevcut tesisatı anlattığından emin olun.
	Hayır	Bir kılavuz hazırlayınız.
Normal işletim koşulları belirtilmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bu bilgiyi ekleyin.
Bir bakım kılavuzu var mı?	Evet	Okunmaya hazır olduğundan emin olun.
	Hayır	Kule tasarımcısı ve imalatçısıyla görüşerek hazırlatın.
Bir bakım cetveli var mı?	Evet	Tüm prosedürü açıkladığından emin olun.
	Hayır	Bir tane oluşturun.
Suyun normal en yüksek işletim sıcaklığı nedir?	<20°C	-
	20-30°C	Dikkat; biosid kullanıldığından emin olun.
	>30°C	Biosid kullanımını kontrol edin.
Su debisini ölçen bir cihaz var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve değerlerinin kaydedildiğinden emin olun.
	Hayır	Bir tane takın.
Sistemde kimyasallar ve biosid kullanımı kayıtlara alındı mı?	Evet	Miktarın beklenen düzeyde olup olmadığını kontrol edin.
	Hayır	Kaydedin.
Mikrobiyolojik parça aktivitesinin sınır değerlerini aşmadığından emin olun.	Evet	Oranın sabit olup olmadığını kontrol edin.
	Hayır	Olağan incelemelere devam edin.
Havuz güneş ışığı girebiliyor mu?	Evet	Kuleyi perdeleyin.
	Hayır	-
Damla tutucu, sürüklenme önleyici var mı?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin.
Kule çıkışı herhangi bir hava girişi veya pencereye 10 m'den daha yakın mı?	Evet	Bu mesafeyi arttırmaya çalışın.
	Hayır	-
Soğutma kulesi drenajına bir sifon sistemi eklenmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin.

Tablo 14.11. MEKANİK TESİSATTA LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI YAPILACAK İŞLER LİSTESİ

Not: Test için HIFZİSİHA ENSTİTÜSÜ'ne (0212.679 93 13) veya SANİTER'e (0212.213 95 43) başvurulabilir.

Kullanma Sıcak Suyu		
Su sıcaklığı nedir?	> 60°C	2 saat veya daha fazla bir süre içinse sağlıklıdır.
	55-60°C	Bir gece duracaksa sağlıklıdır.
	50-54°C	Dikkat!
Her musluktaki su sıcaklığı 46°C'ye erişiyor mu?	Evet	-
	Hayır	Boru izolasyonun yapın ve tesisatı modifiye edin.
Sistemde Water Reserach Center'ın onaylamadığı herhangi bir parça var mı?	Evet	Onaylanan parçalarla değiştirin.
	Hayır	-
Çok uzun kör noktalar var mı?	Evet	Bunları kısaltın ve ikincil bir boru tesisatı oluşturun.
	Hayır	-
Bu noktalarda çıkış var mı?	Evet	-
	Hayır	Gereksiz boru tesisatını ortadan kaldırın.
Acil durumlar için duş ve göz yıkama noktaları var mı?	Evet	Periyodik olarak dezenfeksiyon ve temizleme işlemleri yapılmalıdır.
	Hayır	-
Su hastalığa yatkın kişilerce mi kullanıyor?	Evet	Aerosolün nerede oluştuğunu belirleyin ve oluşumunu önlemeye çalışın.
	Hayır	-
Kullanma Suyu Deposu		
Su sıcaklığı nedir?	<20°C	Sağlıklı!
	20-25°C	Dikkat edilmelidir.
	26-30°C	Su sıcaklığını düşürün. (Özellikle yaz mevsiminde depo çatı arasındaysa veya kışın ısıtma borularının yanında yer alıyorsa) Mümkün Olan Müdahaleler • Daha küçük bir sarnıç kullanın. • Sarnıcı izole edin ve ışıyı yansıtıcı bir boya ile boyayın. • Yerel havalandırmayı artırın. • Seri akışı sağlamak için komşu depoyu kullanın. • Soğuk su kaynağını izole edin.
Sarnıç veya gözleme kapağı kapalı mı?	Evet	-
	Hayır	Deponun kirlenmesini önlemek amacıyla uygun bir kapak takın.
Deponun içi temiz mi?	Evet	-
	Hayır	Kiri ve çamuru temizleyip onaylanmış bir boya ile boyayın.
Bu tek bir depo mu?	Evet	Yedek olarak kullanılacak ikinci bir tank edinin.
	Hayır	-

Tablo 14.11. MEKANİK TESİSATTA LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI YAPILACAK İŞLER LİSTESİ (Devamı)

Not: Test için HIFZISIHA ENSTİTÜSÜ'ne (0212.679 93 13) veya SANİTER'e (0212.213 95 43) başvurulabilir.

XV. BÖLÜM

YÜKSEK YAPILARDA YANGIN TESİSATI

BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİK TASLAĞINDAN YÜKSEK YAPILARLA İLGİLİ KISIMLAR

DÖRDÜNCÜ KISIM: Bina Bölümlerine ve Tesislerine İlişkin Hususlar

BİRİNCİ BÖLÜM: Genel Hükümler Genel

Madde 53- Binaların yangın bakımından kritik özellikler gösteren kazan daireleri, yakıt depoları, sobalar ve bacalar, sığınaklar, otoparklar, mutfaklar ve çatılar, asansörler, yıldırımdan korunma tesisatı, transformator, jeneratör gibi kısımlarda alınacak önlemler bu kısımda gösterilmiştir. Bu yerlere yanıcı madde atılması veya depolanması yasak olup, belirli aralıklarla temizlenmesi zorunludur ve bina sahip ve/veya yöneticisi bunu sağlamakla yükümlüdür.

İKİNCİ BÖLÜM: Kazan Daireleri Genel

Madde 54- Kazan dairelerinin ilgili TSE standartlarına uygun olması gerekir.

Kazan dairesi, binanın diğer kısımlarından, yangına en az 120 dakika dayanıklı bölmelerle ayrılmış olarak merkezi bir yerde ve bütün halinde bulunur. Bina dilatasyonu kazan dairesinden geçemez.

Kazan dairesi kapısı, kaçış merdiveni veya genel kullanım merdivenlerine direkt olarak açılmayıp, mutlaka bir güvenlik holüne açılır.

Isıl kapasiteleri 50 kW-350 kW arasında kazan dairelerinde en az bir kapı, döşeme alanı 100m²'nin üzerindeki veya ısı kapasitesi 350 kW'ın üzerindeki kazan dairelerinde en az 2 çıkış kapısı olacak ve çıkış kapıları olabildiği kadar birbirinin ters yönünde yerleştirilecek, yangına en az 90 dakika dayanıklı, duman sızdırmaz ve kendiliğinden kapanabilecek özellikte olacaktır.

Kazan dairesi tabanına sıvı yakıt dökülmemesi için gerekli önlem alınır ve dökülen yakıtın kolayca boşaltılacağı bir kanal sistemi (drenaj) gerçekleştirilir.

Sıvı yakıtlı kazan dairesinde en az 0,25 m³ hacminde uygun yerde betondan pis su çukuru yapılmalı, zemin suları uygun noktalardan bodrum süzgeçleriyle toplanarak pis su çukuruna akıtılmalı ve bu pis su çukuru kanalizasyona (kot düşük ise pompa konularak) bağlanmalıdır. Sıvı yakıt akıntıları yakıt ayırıcıdan geçirildikten sonra pis su çukuruna akıtılır ve kontrollü bir şekilde kazan dairesinden uzaklaştırılır.

Kazan dairesinde en az 1 adet 6 kg'lık çok maksatlı kuru kimyasal tozlu yangın söndürme cihazı ve büyük kazan dairelerinde en az 1 adet yangın dolabı bulundurulmalıdır.

Doğal Gaz ve SPG Tesisatlı Kazan Daireleri

Madde 55- Doğalgaz ve SPG kullanımı halinde, bu madde ile Sekizinci Kısımın ilgili hükümleri uygulanır. Kazan dairesi doğalgaz ve SPG tesisatı, projesi, malzeme seçimi ve montajı ilgili standartlara ve gaz kuruluşlarının teknik şartnamelerine uygun şartlarda yapılmalıdır.

Sayaçlar kazan dairesi dışına yerleştirilmelidir.

Herhangi bir tehlike anında gazı kesecek olan ana kapama vanası ile elektrik akımını kesecek ana devre kesici ve ana elektrik panosu kazan dairesi dışında kolayca ulaşılabilecek bir yere konulmalıdır. Gaz ana vanasının yerini gösteren plaka, bina girişinde kolayca görülebilecek bir yere asılmalıdır.

Gaz kullanılan kapalı bölümlerde, gaz kaçağına karşı doğal veya mekanik havalandırma yapılmalıdır. Kazan dairesinde sıvılaştırılmış petrol gazı (SPG) veya doğalgaz kullanılması durumunda bu gazları algılayacak gaz detektörleri kullanılacaktır.

Bina yüksekliği 21,50 m'yi aşan veya 32 bağımsız bölüm içeren binaların ısıtmasının merkezi sistem ile yapılması zorunludur.

Kazan dairesi topraklaması Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğine uygun şekilde yapılmalıdır.

Kullanılan gazın özelliği dikkate alınarak aydınlatma ve açma kapama anahtarlarıyla panolar kapalı tipte uygun yerlere tesis edilmelidir.

Kullanılan gazın özelliği dikkate alınarak tüm elektrik tesisatı (tablolar, anahtar, prizler, borular vb) ilgili yönetmeliklerine ve Türk Standartlarına uygun olarak tasarlanacak, tesis edilecektir. Bu tesisat ve sistemlerde kullanılacak her türlü cihaz ve kablolar ilgili Türk Standartlarına veya EN'e uygun olacaktır.

Kazan dairesi tavanı mümkün olduğu kadar düz olmalı, gaz sızıntısı halinde gazın birikeceği ceplerin bulunmamasına özen gösterilmelidir.

SPG kullanılan kazan daireleri bodrum katta yapılmaz. Bodrumlarda SPG tüpleri bulundurulamaz.

SPG kullanan ısı merkezlerinde, gaz algılayıcının ortamdaki gaz kaçağını algılayıp ve uyarması ile devreye giren ve bina girişinde gaz akışını kesen emniyet vanası (otomatik emniyet vanası, ani kapama vanası) bulunacaktır.

Kazan dairesini işletecek personel mutlaka yetkili bir kurum tarafından verilen kazan dairesi işletmeciliği kursunu bitirdiğine dair sertifikaları olmalıdır. Bunun uygulanmasında bina yöneticisi sorumludur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: Yakıt Depoları

Yakıt Depoları

Madde 56- Yakıt tankları ilgili Türk Standartlarına göre hesaplanır ve yerleştirilir. Akaryakıt depoları yangına dayanıklı bölmelerle korunmuş bir hacme yerleştirilmelidir. Yakıt deposu ile kazan dairesi yangına 120 dakika dayanıklı bir bölme ile ayrılmış olmalıdır. Depoda yeterli bir havalandırma sağlanmalıdır. Tank kapasitesinin en az üçte birini alacak şekilde havuzlama yapılmalıdır.

Akaryakıt depoları; merdiven altına, merdiven boşluğuna, mutfak, banyo, yatak odası, teras ve balkon gibi yerlere konulamaz.

Kalorifer yakıtı olarak kullanılan sıvı yakıtlar, aşağıdaki şekil ve miktarlarda depolanabilir:

- 1.000 litreye kadar, bodrumda ve varil içinde,
- 3.000 litreye kadar, bodrumda, sızintisız sac kaplarda,
- 12.000 litreye kadar bina içinde bodrum katta yangına 120 dakika dayanıklı kâgir odada, sızintisız sac depolarında; sızintisız yeraltı ve yerüstü tanklarında,
- 40.000 litreye kadar bina içinde bodrum katta yeraltı tanklarında veya bina dışında yeraltı ve yerüstü tanklarında,
- Stok ihtiyacının 40.000 litreden fazla olması halinde, yakıt tankları, binadan ayrı bağımsız tek katlı bir binaya yerleştirilir ve Yönetmeliğin Sekizinci Kısımında gösterilen emniyet tedbirleri alınır.
- Akaryakıt depolarının metal bölümleri, ilgili yönetmeliklere göre statik elektrige karşı topraklanır.

Akaryakıt yakan kat kaloriferinin yakıt depoları daire içinde merdiven boşluklarında, mutfak, banyo, yatak odası ve balkon gibi mahallere konulamaz. Bu depolar bu Yönetmelikteki ilgili hususlara ve ilgili standartlara uymak kaydıyla, bodrumda en fazla 2.000 litre hacminde yapılabilir. Günlük yakıt deposu ise en fazla 100 litre olmak üzere daire içinde kapalı bir hacimde yapılabilir. Günlük yakıt deposu sadece havalık ile atmosfere açılmalı, taşması ana yakıt deposuna olmalıdır.

Kat kaloriferi tesisatı bulunan veya gazyağı kullanan binalarda en az 1 adet 6 kg'lık kuru ABC tozlu el yangın söndürme cihazı bulundurulacaktır.

Kömürlük, kazan dairesine bitişik, taban kotu elle veya stokerle yükleme ve boşaltmaya elverişli olarak tesis edilir. Kömür rahat taşınabilmeli ve cüruf kolay atılabilmelidir. Kömürlük alanı 1,5 m kömür yüksekliği esas alınarak hesaplanır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: Mutfaklar, Çay Ocakları, Sobalar ve Bacalar

Mutfaklar ve Çay Ocakları

Madde 57- Alışveriş merkezleri ve konutlar harici yüksek binalar içinde bulunan mutfaklar, yemek fabrikaları ile bir anda 100' den fazla kişiye hizmet veren

mutfakların davlumbazlarına otomatik söndürme sistemi yapılmalı ve ocaklarda kullanılan gazın özelliklerine göre gaz algılama, gaz kesme ve uyarı tesisatı kurulmalıdır.

Mutfakların bodrumda olması ve gaz kullanılması durumunda havalandırma sistemleri yapılır. İkinci bir çıkış tesis edilmeden gaz kullanılması yasaktır.

Mutfak ve çay ocakları binanın diğer kısımlarından en az 120 dakika süreyle yangına dayanıklı bölmeler ile ayrılmış biçimde konuşturılır. Bölme olarak ahşap ve diğer kolay yanıcı maddeler kullanılamaz.

SPG kullanılan mutfaklarda SPG tüpleri bodrum katta bulundurulamaz. SPG kullanan mutfakların bodrum katta olması halinde; gaz algılayıcının ortamdaki gaz kaçağını algılayıp ve uyarması ile devreye giren ve gaz akışını kesen emniyet vanası (otomatik emniyet vanası, ani kapama vanası) ve havalandırma bulunacaktır.

Mutfaklarda doğal gaz kullanılması halinde 113. maddedeki esaslara uyulacaktır.

Sobalar ve Bacalar

Madde 58- Baca tesisatı, ilgili Türk standartlarındaki esaslara uygun olmalıdır. Her kazan için tercihen ayrı bir baca kullanılacak, soba ve şöfben boruları kazan bacalarına bağlanmayacaktır.

Kazan dairesi için ayrıca havalandırma bacası yapılacaktır. Bacalar komşu yüksek binanın etkisiyle baca çekişini azaltmamak için mümkünse bu binalardan en az 6 m uzaklıkta bulunacak ve ait olduğu bina mahyasının en az 0,8 m üzerine kadar çıkarılacaktır.

Kazan baca duvarları 500°C sıcaklığa dayanıklı olan malzemeden yapılacak, delikli tuğla ve briket kullanılmayacaktır.

Sıcak baca gazlarının yaladığı baca iç yüzeylerinin sıvanmaması halinde projelendirmede en uygun derzlendirme biçiminin seçimi gibi önlemler alınacaktır. Baca duvarlarının dış yüzeyleri uygun biçimde sıvanacaktır. Sıvı ve katı yakıtlı kazanların bacalarının altında bir kurum temizleme menfezi bulunacak, yılda en az 2 kez yetkili kişilere temizletilecektir. Bacaların temizliğinden bina sahip ve yöneticisi sorumludur.

Isıtma aracı olarak soba kullanılan yerlerde, soba tahta ve boyalı kısımlara zarar vermeyecek şekilde altına metal kaplı tabla, mermer veya benzeri malzeme konularak kurulur. Taban beton ise, bu önlem zaruri değildir. Bağdadi duvardan boru geçirmek mecburiyeti hasıl olursa, duvarın yağlı boya veya ahşap gibi çabuk yanıcı kısmına künk veya büz yerleştirilir ve boru bu delikten geçirilir.

Odada baca yoksa soba borusu, sac konan pencereden çıkarılıp, saçaktan 25 cm açıkta ve 50 cm yüksekte, ucunda şapka kullanılarak kurulur. Boruların birleştiği yerler çemberle kapatılıp, bu çemberden duvar ve tavana bağlanmak suretiyle birbirinden ayrılması ve devrilmesi önlenir.

Kullanım esnasında soba kapakları açık bırakılmaz, altında ve yanlarında odun, çıra, kömür, kibrit, benzin, gaz ve benzeri yanıcı ve parlayıcı madde bulundurulmaz. İçindeki ateş, gerektiğinde kapaklı mangala alınır. Sobanın, kullanılmadığı mevsimde kaldırılması gerekir. Sobanın kaldırılmadığı yerlerde, kapaklar açılmayacak şekilde telle bağlanır.

Odun ve kömür gibi katı yakıtlarla yüksek oranda is bırakan sıvı yakıtlar kullanıldığı takdirde borular ayda bir, bacalar 2 ayda bir temizlenir.

Baca temizliği, mahallin itfaiye teşkilatı tarafından yapılır. Ancak, bu konuda itfaiye teşkilatından aldığı izinle ve belediye encümeninin belirlediği fiyat tarifesinden faaliyet gösteren özel firmalar varsa, temizlik onlara da yaptırılabilir.

BEŞİNCİ BÖLÜM: Sığınaklar, Otoparklar ve Çatılar

Sığınaklar

Madde 59- Sığınaklarla ilgili mevzuata uygun olarak yapılan ve 50'den fazla insanın barındırılacağı sığınaklarda Yönetmeliğin Altıncı Kısım İkinci Bölümüne uygun duman tahliye sistemi yapılması ve Üçüncü Kısım İkinci Bölümde belirtilen esaslara uygun en az 2 çıkışın sağlanması zorunludur.

Bu Yönetmeliğe göre algılama, uyarı ve söndürme sistemlerinin yapılması mecburi olan binaların sığınaklarında da bu sistemlerin yapılması zorunludur.

Otoparklar

Madde 60- Motorlu araçların park etmeleri için kullanılan otoparkların dışarıya olan toplam açık alanı, döşeme alanının %5'inden fazla ise ve bu açık alanı her birinde en az yarısı (%2,5) kadar olmak üzere karşılıklı iki cephede bulunuyorsa bu açık otopark, aksi halde kapalı otopark kabul edilir. Araç kapasitesi 20'den fazla olan veya birden fazla bodrum kat kullanan kapalı tip otoparklarda otomatik yağmurlama sistemi, yangın dolap sistemi ve itfaiye su alma ağızları yapmak zorunludur.

Yapı inşaat alanı 2.000 m² yi aşan bodrumlardaki kapalı otoparklar için mekanik duman tahliye sistemi zorunludur. Duman tahliye sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 9 hava değişimi sağlamalıdır.

Araçların asansörle alındığı kapalı otoparklarda doğal veya mekanik havalandırma sistemi yapılacaktır.

Çatı Araları

Madde 61- Çatı aralarında yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı madde bulundurulamaz.

Isıtma, soğutma, haberleşme ve iletişim alıcı, verici cihazlarının yerleştirilmesi zorunlu olduğu hallerde çatı arasına elektrikli cihazlar yerleştirmek gerekirse yangına karşı ilave tedbirler alınarak (yangına dayanıklı

kablo kullanılması, çelik boru içerisinden geçirilmesi vb) yetkili kişiler eliyle ilgili yönetmeliklerine uygun elektrik tesisatı çekilebilir.

Çatı giriş kapısı devamlı kapalı ve kilitli tutulur. Çatıya bina sahibi, yöneticisi veya bina yetkilisinin izni ile çıkılabilir. Çatı araları periyodik olarak temizlenir.

ALTINCI BÖLÜM: Asansörler

Genel

Madde 62- Asansör sistemleri, Asansör Yönetmeliğine (95/16/AT) uygun olarak imal ve tesis edilecektir. Asansör kuyusu ve makine dairesi yangına en az 60 dakika dayanıklı ve yanıcı olmayan malzemeden yapılacaktır.

Aynı kuyu içinde üçten fazla asansör kabini düzenlenemez. Dört asansör kabini düzenlendiği takdirde ikişerli gruplar halinde ayrılarak, araları yangına 60 dakika dayanıklı bir malzeme ile ayrılacaktır.

Asansör kuyusunda en az 0,1 m² olmak üzere kuyu alanının 0,025 katı kadar bir havalandırma ve duman arındırma bacası bulundurulmalı veya kuyular basınçlandırılmalıdır. Aynı anda bodrum katlara da hizmet veren asansörlere, bodrum katlarda korunmuş bir koridordan veya bir yangın güvenlik holünden ulaşılmalıdır. Asansörlerin kapıları; koridor, hol ve benzeri alanlar dışında doğrudan kullanım alanlarına açılmaz.

Yüksek binalarda ve topluma açık yapılarda kullanılan asansörlerde aşağıdaki esaslar aranır.

- Yangın uyarısı aldıklarında kapılarını açmadan doğrultuları ne olursa olsun otomatik olarak acil çıkış katına dönecek ve kapıları açık bekleyecek, ancak, asansörler gerektiğinde yetkililer tarafından kullanılabilir elektriksel sisteme sahip olacaktır.
- Asansörler yangın uyarısı aldıklarında kat ve koridor çağrılarını kabul etmeyecektir.
- Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde bulunan yüksek binalarda deprem sensörüyle asansörler deprem sırasında durabileceği en yakın kata gidip, kapılarını açıp, hareket etmeyecek tertibat ve programa sahip olacaktır.

Asansör kapısı, yangın merdiven yuvasına açılmaz. Yangın güvenlik holüne açılan asansör kapılarının yangına en az 30 dakika dayanıklı ve duman sızdırmaz olması gerekir.

Acil Durum Asansörü

Madde 63- Acil durum asansörü bir yapı içinde, yangına müdahale ekiplerinin ve bunların kullandıkları ekipmanın üst ve alt katlara makul bir emniyet tedbiri dahilinde hızlı bir şekilde taşınmasını sağlamak, gerekli kurtarma işlemlerini yapmak ve aynı zamanda engelli insanların tahliye edilebilmek üzere tesis edilir.

Asansör aynı zamanda normal koşullarda binada bulunanlar tarafından da kullanılabilir, ancak bir yangın ve acil durumda, asansörün kontrolü yangına müdahale ekiplerine geçer. Yapı yüksekliği 51,50 m'den daha fazla olan yapılarda acil durumlarda kullanılmak üzere en az 1 asansör acil durum asansörü olarak düzenlenecektir. Acil durum asansörleri önünde aynı zamanda kaçış merdivenine de geçiş sağlayacak şekilde her katta 6m² den az 10 m² den çok ve herhangi bir boyutu 2 m'den az olmayacak yangın güvenlik holü oluşturulacaktır. Acil durum asansörünün kabin alanı en az 1,8 m², taşıma kapasitesi en az 630 kg, hızı zemin kattan en üst kata 1 dakikada erişecek hızda olacak ve enerji kesilmesi halinde otomatik olarak devreye girecek özellikte jeneratöre bağlı olacaktır. Acil durum asansörleri her kata hizmet edecek ve normalde de kullanılabilir olacaktır. Bu asansörlerin elektrik tesisat ve kabloları yangına karşı en az 60 dakika dayanıklı olacaktır. Asansör boşluğu içindeki tesisat sudan etkilenmeyecektir. Acil durum asansörünün makine daireleri ayrı olacak ve asansör kuyusu basınçlandırılacaktır. Bu asansör, yapının genel elektrik beslemesinin kesilmesinden etkilenmeyecek ve en az 60 dakika çalışır durumda kalmasını sağlayacak bir acil durum jeneratöründen beslenecek şekilde tesis edilecektir.

YEDİNCİ BÖLÜM: Yıldırımdan Korunma Tesisatı, Transformator ve Jeneratör

Yıldırımdan Korunma Tesisatı

Madde 64- Binaların yıldırım tehlikesine karşı korunması için ilgili yönetmelik ve standartların gereği yerine getirilecektir. Elektrik yükünün yapı veya yapı içindeki diğer tesisatlar üzerinde risk yaratmaksızın toprağa iletilebileceği yeterli bağlantı sağlanmalı, bir toprak sonlandırma ağı oluşturulmalıdır.

Transformatör

Madde 65- Herhangi bir binada yağlı tip transformator kullanılması gerektiği takdirde aşağıdaki önlemler alınacaktır.

- Transformatorün kurulacağı odanın tüm duvarları, tabanı ve tavanı en az 120 dakika süreyle yangına dayanabilecek şekilde yapılacaktır.
- Yağ toplama çukuru yapılacaktır.
- Transformatorün içinde bulunacağı odanın bina içinde konuşlandırılması, bir yangın durumunda transformatörden çıkan dumanların ve sıcaklığın binadaki kaçış yollarına sirayet etmeyecek ve serbest hareketi engellemeyecek şekilde yapılacaktır.
- Otomatik yangın algılama ve söndürme sistemi yapılacaktır.
- Temiz su, pis su, patlayıcı ve yanıcı sıvı ve gaz tesisatı donanım ve ekipmanları bu mahallerden geçirilmeyecektir ve üst kat mahallerinde ıslak hacim düzenlenmeyecektir.

Jeneratör

Madde 66- Birincil veya ikincil enerji kaynağı olarak jeneratör kullanılan tüm bina ve yapılarda aşağıdaki önlemler alınacaktır.

- Jeneratörün kurulacağı odanın duvarları, tabanı ve tavanı en az 120 dakika süreyle yangına dayanabilecek şekilde yapılacaktır.
- Jeneratörün içinde bulunacağı odanın bina içinde konuşlandırılması, bir yangın durumunda çıkan dumanların ve sıcaklığın binadaki kaçış yollarına sirayet etmeyeceği ve serbest hareketi engellemeyeceği şekilde yapılacaktır.
- Jeneratörün ana yakıt deposunun bulunacağı yer için 56. maddedeki kurallara uyulacaktır.

ALTINCI KISIM: Duman Kontrol Sistemleri

BİRİNCİ BÖLÜM: Genel Hükümler

Genel

Madde 85- Binalarda duman kontrol sistemi olarak yapılan basınçlandırma, havalandırma ve duman tahliye tesisatı, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek ve binanın emniyetli bir şekilde boşaltılmasını sağlayacak güvenli bir ortamı oluşturacak şekilde tasarlanacak, tesis edilecek ve çalışır durumda tutulacaklardır.

Kurulması gereken basınçlandırma, havalandırma ve duman tahliye tesisatlarının yerleştirilmeleri, kullanılacak teçhizatın cins ve miktarları, binanın kullanım sınıfı, tehlike sınıfı, binada bulunanların hareket kabiliyeti ve binada bulunan yangın önleme sistemlerinin özelliklerine göre belirlenecektir.

Her türlü basınçlandırma, havalandırma ve duman tahliye tesisatları, ilgili yönetmeliklere, Türk Standartlarına ve Avrupa Standartlarına uygun olarak tasarlanacak, tesis edilecek ve işletilecektir.

Bu Yönetmeliğin gerekli gördüğü her türlü sistem, cihaz ve ekipmanların montaj ve işletme süresince performans ve çalışma sürekliliği sağlanacak şekilde kabul testi yapılacak, periyodik kontrol, test ve bakıma tabi tutulacaktır.

Binalarda kurulacak basınçlandırma, havalandırma ve duman tahliye tesisatı, binanın yangın sorumlusunun gözetiminde test ve bakıma tabi tutulacaktır.

Duman tahliyesinde kullanılacak fanların ve basınçlandırma fanlarının besleme kabloları yangına en az 60 dakika dayanıklı olacak ve jeneratörden beslenecek şekilde tesis edilecektir.

İKİNCİ BÖLÜM: Duman Kontrolü

Duman Kontrol Esasları

Madde 86- Doğal duman tahliyesi yapılabilecek yerlerde duman çekiş bacaları, duman kesicileri ve duman bölmeleri kullanılacaktır.

Mekanik duman kontrol sistemleri olarak iklimlendirme sistemleri özel düzenlemeler yapılarak kullanılacak veya ayrı mekanik havalandırma ve/veya duman kontrol sistemleri kurulacaktır.

Duman tahliye ağızları yağmurlama sistemi olmayan binalarda daima açık olabileceği gibi, yangın sırasında elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler. Yağmurlama sistemi kurulmuş binalarda duman tahliye kapaklarının açılması yağmurlama sisteminin çalışmasından sonra olacak şekilde ayarlanmalıdır. Her iki durumda da bu tür mekanizmaların sürekli bakımla işler durumda tutulmaları zorunludur. İklimlendirme ve havalandırma tesisatının duman kontrolünde kullanımı söz konusu olabilir.

Madde 87- Bir yangın esnasında, mevcut iklimlendirme ve havalandırma tesisatı duman kontrol sistemi olarak da kullanılabilir. Bu durumda Yönetmelikte mekanik duman kontrol sistemi için istenilen bütün gerekler iklimlendirme ve havalandırma sistemi için aranacaktır.

Mekanik duman kontrol sistemleri için tesis edilen havalandırma ve tahliye kanalları çelik, alüminyum ve benzeri malzemeden yapılmış olmalıdır.

Bütün mekanik havalandırma ve duman tahliye sisteminde kullanılacak kanallar yeterli sayıda askı elemanları ile bağlanmalıdır.

Kanal kaplama malzemesi en az zor alevlenici malzeme olmalıdır.

Havalandırma ve duman tahliye kanalları kaçış merdivenlerinden ve yangın güvenlik hollerinden geçmemelidir. Elde olmayan nedenlerden dolayı, kanalın bu bölümden geçmesi durumunda geçtiği bölümün yapısal olarak yangına dayanım süresi kadar yangına dayanacak bir malzeme ile kaplanmalıdır.

Aynı hava santralı ile birden fazla yangın kompartımanı havalandırılması ya da iklimlendirilmesi yapılıyorsa, yangın kompartımanları arası geçişlerde, dönüş ve toplama kanallarında yangın damperi kullanılmalıdır.

Asma tavan arası, yükseltilmiş döşeme altı gibi mahallerin plenum olarak kullanılması durumunda; bu bölümler içerisinden sadece; mineral, alüminyum veya bakır zırlı kablolar, rijit metal borular ve sıvı sızdırmaz esnek metal borular geçirilebilir. Bilgisayar, televizyon, telefon ve iç haberleşme sistemleri kablolarının, yangın korunum sistemi boruları ile alevlenmeyen sıvılar taşıyan yanmaz malzemeden boruların kullanılmasına izin verilir.

Havalandırma ve duman tahliye kanalları yangın kompartımanı duvarlarını delmemelidir. Kanalın bir yangın kompartımanı duvarını veya katını geçmesi durumunda, kanal üzerine yangın kompartımanı duvarını veya katını geçtiği yerde yangın damperi konulmalıdır. Eğer, havalandırma kanalı korunmuş bir şaft içinden geçiyorsa şafta giriş ve çıkışta yangın damperi kullanılmalıdır.

Basınçlandırma sistemine ait kanallarda yangın damperi kullanılmaz.

Duman kontrol sistemi uzaktan elle kumanda edilerek ve/veya yangın algılama ve uyarı sistemi tarafından otomatik olarak devreye sokulabilir.

Yangının yayılmasında rol oynayan tesisat baca ve kanalları, yangın kompartımanları hizasında, kompartımanın yangın dayanımını azaltmayacak şekilde yalıtılacaktır. Havalandırma kanal ve bacalarının yangın kompartımanlarını aşınalarına özel detaylar dışında izin verilmez. Hava kanalları, yanmaz malzemeden yapılmalı veya yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır.

Kazan dairesi, jeneratör odası, mutfak, otoparklar ve tahıl depolarında duman kontrolü

Madde 88- Dizel pompa ve acil durum jeneratörünü çalıştırabilmek için mekanik havalandırmanın gerekli olduğu yerlerde, bu bölümlerin duman tahliye sistemleri diğer bölümlere hizmet veren sistemlerden bağımsız olarak dizayn edilmeli, hava doğrudan dışardan ve herhangi bir egzoz çıkış noktasından en az 5m uzaktan alınmalı ve mahallin egzoz çıkışı da doğrudan dışarıya ve herhangi bir hava giriş noktasından en az 5m uzağa atılmalıdır.

Bir otel, restoran, kafeterya benzeri yerlerin mutfaklarındaki pişirme alanlarının mekanik egzoz sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve egzoz kanalları, korunmamış yanabilir malzemelerden en az 500 mm açıktan geçmeli, egzoz doğrudan dışarıya atılmalı ve herhangi bir hava giriş açıklığından en az 5 m uzakta olmalıdır, mutfak dışından geçen egzoz kanalı geçtiği bölümün veya mutfak bölümünün yapısal olarak yangına dayanma süresi kadar bir malzeme ile kaplanmalı, eğer kanal bir tuğla şaftı içerisinden geçiyorsa şaftın diğer bölümlerinden ve diğer kanallardan veya servis elemanlarından ayrılmalıdır. Mutfak egzoz kanallarına yangın damperi konulmamalıdır.

Yapı inşaat alanı 2.000 m²'yi aşan; kazan daireleri, kapalı otopark alanları ve bodrum katlardaki depolar için mekanik duman tahliye sistemi zorunludur. Duman tahliye sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 9 defa hava değişimi sağlamalıdır.

Un, tahıl, kepek, nişasta ve şeker gibi parlayıcı organik tozlar meydana getiren maddelerin imal edildiği, işlendiği veya depo edildiği yerlerde, bu maddelerin tozlarının toplanmasını önleyecek özel havalandırma tertibatı yapılması zorunludur. Bu yerlerde soba, ocak ve benzeri açık ateş kaynağı bulundurulması ve önlem alınmaksızın kaynak yapılması yasaktır.

Doğal gaz, SPG veya tehlikeli maddelerle çalışılan yerlerde fan ve havalandırma motorları patlama ve kıvılcım güvenli (ex-proof) olacaktır. Kablo ve pano tesisatları da kıvılcım güvenli (ex-proof) olacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: Basınçlandırma Sistemi

Basınçlandırma Sistemi

Madde 89- Konutlar hariç bütün binalarda merdiven yuvası yüksekliği 30,5m'den fazla ise kaçış merdivenleri basınçlandırılacaktır. Bodrum kata ve üst katlara hizmet veren kaçış merdiveni aynı yuvada olsa bile zemin seviyesinde, yangına 120 dakika dayanıklı ve duman sızdırmaz bir duvarla ayrılmış ve ayrı çıkış düzenlenmişse, merdiven yuvası için üst katların yüksekliği esas alınır.

Bodrum kat sayısı 4'den fazla olan binalarda bodrum kata hizmet veren kaçış merdivenleri basınçlandırılmalıdır. Yapı yüksekliği 51,5m'den yüksek olan konutların kaçış merdivenleri basınçlandırılacaktır.

Yangın anında acil durum asansör kuyularının yangın etkisi altında kalmaması için acil durum asansörü kuyuları basınçlandırılmalıdır.

Basınçlandırma sistemi çalıştığı zaman, bütün kapılar kapalı iken basınçlandırılan merdiven yuvası ile bina kullanım alanları arasındaki basınç farkı en az 50 Pa olmalıdır. Açık kapı durumu için basınç farkı en az 15 Pa olmalıdır.

Basınçlandırma sisteminin yangın güvenlik holüne de yapılması durumunda, merdiven tarafındaki basınç yangın güvenlik holü tarafındaki basınçtan daha yüksek olacak şekilde bir basınç dağılımı oluşturulmalıdır.

Hem basınçlı havanın hem de otomatik kapı kapatıcısının kapı üzerinde yarattığı kuvveti yenerek kapıyı açmak için kapı koluna uygulanması gereken kuvvet 110 Newton'u geçmemelidir.

Operasyon sırasında basınçlandırma sistemi açık bir kapıdan basınçlandırılmış alana duman girişini engelleyecek yeterlilikte hava hızını sağlayabilmelidir. Hava hızı birbirini takip eden iki katın kapıları ve dışarı tahliye kapısının tam olarak açık olması hali için sağlanmalıdır. Ortalama hız büyüklüğü her bir kapının tam açık hali için en az 1 m/s olmalıdır.

En az iki iç kapı ve bir dışarıya tahliye kapısının açık olacağı düşünülerek dizayn yapılmalı ve bina kat sayısına göre açık iç kapı sayısı artırılmalıdır. Basınçlandırma havası miktarı, sızıntı alanlarından çevreye olan hava akışlarını karşılayacak mertebede olmalıdır.

Merdiven içerisinde oluşacak aşırı basınç artışlarını bertaraf edecek aşırı basınç damperi, frekans kontrolü fan gibi sistemler düşünülmelidir.

Basınçlandırma havası doğrudan dışardan alınmalı ve egzoz çıkış noktalarından en az 5 m uzakta olmalıdır. Yüksekliği 25m'den fazla olan kapalı merdivenlerin basınçlandırılmasında birden fazla noktadan üfleme yapılacaktır. İki nok'adan üfleme yapılması durumunda üfleme yapılan noktalar arasındaki yükseklik en az merdiven yüksekliğinin yarısı kadar olacaktır. Yapı yüksekliği 51,5m'den fazla olan binalarda her kattan veya en çok her 3 katta bir üfleme yapılmalıdır.

Basınçlandırma fanının dışardan hava emişine algılayıcı konulmalı, duman algılanması durumunda fan otomatik olarak durdurulmalıdır.

Basınçlandırma sistemi yangın algılama ve uyarı sistemi tarafından otomatik olarak çalıştırılmalıdır.

Basınçlandırma fanını elle çalıştırıp durdurabilmek için bir açma kapatma anahtarı olmalıdır.

Kaçış merdivenlerinde basınçlandırma yapılmamış ise; merdiven bölümünde açılabilir pencere veya merdivenin üzerinde devamlı havalandırmayı sağlayacak tepe penceresi bulunacaktır.

YEDİNCİ KISIM: Yangın Söndürme Sistemleri

BİRİNCİ BÖLÜM: Genel Hükümler

Genel

Madde 90- Yangın söndürme sistemleri, bu Yönetmelik kapsamındaki tüm yapı ve binalar ile tünel, liman, dok, metro, açık arazi işletmeleri gibi yapılarda yangın öncesi ve sırasında kullanılan sabit söndürme tesisatlarıdır.

Binalarda kurulan söndürme tesisatı, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek ve yangını söndürecek şekilde tasarlanacak, tesis edilecek ve çalışır durumda tutulacaklardır.

Yangın söndürme sistemleri her yapıda oluşabilecek yangını söndürecek kapasitede ve yapı ekonomik ömrü boyunca, sistem gerektiğinde otomatik ve/veya elle devreye gereken hızda girerek görevini yerine getirebilmelidir.

Kurulması gereken sabit yangın söndürme sistemleri ve tesisatının nitelikleri, kullanılacak teçhizatın cins ve miktarları, yerleştirilmeleri, binanın ve binada bulunabilecek malzemelerin yangın türüne göre belirlenecektir. Sistem ve/veya sistemlerde kullanılacak tüm ekipmanlar sertifikalı olacaktır.

Her türlü yangın söndürme sistemleri, ilgili yönetmeliklere, Türk Standartlarına ve Avrupa Standartlarına uygun olarak tasarlanacak, tesis edilecek ve işletilecektir. Binalarda kurulacak söndürme sistemlerinin tasarım ve uygulaması yetki sahibi merci tarafından kontrol ve onaya tabi olacaktır. Periyodik kontrol, test ve bakım gerektiren sistemleri ve cihazları bina sahibi, yöneticisi veya bunların yazılı olarak sorumluluklarını devrettiği bina yetkilisince periyodik kontrol, test ve bakımı yaptırılır.

İKİNCİ BÖLÜM: Sulu Söndürme Sistemleri

Genel

Madde 91- Sulu söndürme sistemleri sabit boru tesisatı ve yangın dolapları sistemi, hidrant sistemi, yağmurlama sistemi için yapılmış hidrolik hesaplar neticesinde gerekli olan su basınç ve debi değerleri merkezi veya şehir şebekeleri tarafından karşılanamıyorsa; kapasiteyi karşılayacak yangın pompa istasyonu ve deposu oluşturulmalıdır.

Su depoları ve Kaynaklar

Madde 92- Sistemde en az bir güvenilir su kaynağı bulunmalıdır.

Sulu söndürme sistemleri için kullanılacak su depolarının yangın rezervi olarak ayrılmış bölümleri başka amaçlar için kullanılmayacak, sadece söndürme sistemlerine hizmet verecek şekilde düzenlenecektir.

Sulu söndürme sistemleri tasarımında dikkate alınacak bina tehlike sınıfları 19'uncu madde de tanımlanmış ve bina tehlike sınıfları Ek-1a, b ve c'de verilmiştir. Su deposu hacminin tayininde gerekli süre düşük tehlike için 30 dakika, orta tehlike için 60 dakika ve yüksek tehlike için

90 dakika alınacaktır. Yapıda yağmurlama sistemi bulunması durumunda, su *Tablo 15.1* ve 2'deki değerden az olmayacaktır. Birim alan için dizayn debi değerleri (tasarım yoğunluğu) için TS EN 12845 esas alınacaktır. Yağmurlama söndürme sistemi yanında bina içi yangın dolapları ve bina dışı hidrant sistemi mevcut ise bu durumda yağmurlama söndürme suyu debisine *Tablo 15.3*'te belirtilen değerler ilave edilerek su depo kapasitesi belirlenmelidir. Yapıda sulu söndürme sistemi olarak sadece yangın dolapları sistemi mevcut ise su kapasitesi, TS EN 671-1 ve TS EN 671-2'ye uygun sistemlerde Madde 94'de verilen tasarım debi değerlerinin tehlike sınıfları için *Tablo 15.3*'te verilen sürelerle çarpımı ile hesaplanır.

Yapıda sadece çevre hidrant sistemi bulunması durumunda su ihtiyacı en az 1900 l/dak debiyi 90 dakika süre ile karşılayacak kapasitede olmak üzere bina tehlike sınıfına göre yapılacak hidrolik hesaplar ile belirlenecektir.

Birim Alan İçin Tasarım Debisi (Tasarım Yoğunluğu) l/dak/m ²	Su Deposu En Az Hacmi (m ³)	
	Islak Sistem	Kuru Sistem
7,5	225	280
10,0	275	345
12,5	350	440
15,0	425	530
17,5	450	560
20,0	575	720
22,5	650	815
25,0	725	905
27,5	800	1000

**Tablo 15.2. YAĞMURLAMA SİSTEMİNDE
YÜKSEK TEHLİKE İÇİN
SU DEPOSU ENAZ HACMİ**

Bina Tehlike Sınıfı	İlave Edilecek Yangın Dolabı Debisi (l/dak)	İlave Edilecek Hidrant Debisi (l/dak)	Süre (dak)
Düşük Tehlike	100	400	30
Orta Tehlike 1	100	400	60
Orta Tehlike 2, 3 ve 4	100	1.000	60
Yüksek Tehlike	200	1.500	90

**Tablo 15.3. YANGIN DOLAPLARI VE
HİDRANT SİSTEMİ İÇİN
İLAVE EDİLECEK SU İHTİYAÇLARI**

Grup	En Altındaki ve En Üstteki Yağmurlama Başlıkları Arasındaki Yükseklik h (m)	Su Deposu En Az Hacmi (m ³)
Düşük Tehlike – Islak veya Ön Uyarılı	$h \leq 15$	9
	$15 < h \leq 30$	10
	$30 < h \leq 45$	11
Orta Tehlike 1 – Islak veya Ön Uyarılı	$h \leq 15$	55
	$15 < h \leq 30$	70
	$30 < h \leq 45$	80
Orta Tehlike 1 – Kuru veya Alternatif Orta Tehlike 2 – Islak veya Ön Uyarılı	$h \leq 15$	105
	$15 < h \leq 30$	125
	$30 < h \leq 45$	140
Orta Tehlike 2 – Kuru veya Alternatif Orta Tehlike 3 – Islak veya Ön Uyarılı	$h \leq 15$	135
	$15 < h \leq 30$	160
	$30 < h \leq 45$	185
Orta Tehlike 3 – Kuru veya Alternatif Orta Tehlike 4 – Islak veya Ön Uyarılı	$h \leq 15$	160
	$15 < h \leq 30$	185
	$30 < h \leq 45$	200
Orta Tehlike 4 – Kuru veya Alternatif	Hidrolik hesap kullanılır	

**Tablo 15.1. YAĞMURLAMA SİSTEMİNDE
DÜŞÜK TEHLİKE VE ORTA TEHLİKE İÇİN SU DEPOSU EN AZ HACMİ**

Pompalar

Madde 93- Yangın Pompaları : Sulu söndürme sistemlerine basınçlı su sağlayan, anma debi ve anma basınç değeri ile ifade edilen pompalardır. Pompalar, kapalı vana (sıfır debi) basma yüksekliği anma basma yüksekliği değerinin en fazla %140'ı kadar olmalı ve %150 debideki basma yüksekliği, anma basma yüksekliğinin %65'inden daha küçük olmamalıdır. Bu tür pompalar, istenen basınç değerini karşılamak koşuluyla, anma debi değerlerinin %130'u kapasitedeki sistem talepleri için kullanılabilir.

Sistemde bir pompa kullanılması halinde aynı kapasitede yedek pompa olmalıdır. Birden fazla pompa olması halinde toplam kapasitenin en az %50 si yedeklenmek şartıyla yeterli sayıda yedek pompa kullanılacaktır.

Pompanın çevrilmesi elektrik motoru yanı sıra içten yanmalı motorlar veya türbinler ile olabilir.

Yedek dizel motor tahrikli pompa kullanılmadığı takdirde yangın pompalarının enerji beslemesi güvenilir kaynaktan sağlanarak, binanın genel elektrik sisteminde bağımsız beslenecektir. Yangın pompalarının, otomatik hava boşaltma valfı, sirkülasyon rahatlatma valfı gibi yardımcı elemanları bulunmalıdır.

Her pompanın ayrı bir kumanda panosu olmalıdır. Pano kilitli olmalıdır. Elektrik kumanda panosu, faz hatası, faz sırası hatası, kumanda fazı hatası, bilgi ışıklarıyla donatılmalıdır. Pano ana giriş devre kesicisine pano kilidi açılmadan erişilememelidir.

Her pompanın ayrı bir kumanda basınç anahtarı olmalıdır. Basınç anahtarları, kumanda panosunun içine yerleştirilmiş, su basıncını boru bağlantısıyla hissedilen, su darbelerine karşı korumalı, alt ve üst değerler ayrı ayrı ve bağımsız olarak ayarlanabilir ve ayarlandıktan sonra kilitlenebilir olmalıdır.

Pompa kontrolü basınç kumandalı tam (otomatik başla-otomatik dur) veya yarı otomatik (otomatik başla-elle dur) olabilir.

Pompa odası veya pompa istasyonunda elektrik motor tahrikli pompalar için +4°C ve dizel motor tahrikli pompalar için +10°C üzerinde sıcaklığın sürekli sağlanabilmesi için uygun gereçler sağlanacaktır. Pompa istasyonunda, servis, muayene ve ayar gerektiren cihazların çalışma alanı etrafında acil aydınlatma sağlanacaktır.

Zemin yeterli bir drenaj için eğimli olarak hazırlanarak pompa, sürücü, kontrol panosu gibi kritik cihazlardan suyun uzaklaştırılması sağlanacaktır.

Sabit Boru Tesisatı ve Yangın Dolapları

Madde 94- Tesisatın amacı, bina içinde yangınla mücadelede güvenilir ve yeterli suyun sağlanmasıdır.

a. İtfaiye Su Alma Hattı (Bina İçi): Yüksek binalar ile kat alanı 1000 m² den fazla olan alışveriş merkezleri, otoparklar ve benzeri yerlerde ıslak veya kuru sabit boru sistemi üzerinde, itfaiye ve eğitilmiş personelin

kullanımına olanak sağlayan bağlantı ağızları bırakılmalı veya bu bağlantı ağızları kaçış merdiveni veya yangın güvenlik holü gibi korunmuş mekanlarda olmalıdır. Herhangi bir noktadan su alma ağızlarına olan mesafe 60 m'den fazla olmamalıdır.

Sabit boru tesisatı üzerinde bulunan bütün hortum bağlantıları, itfaiyenin kullandığı normlarda storz tip 50 mm veya 65 mm çapında olacaktır. Bağlantı ağızları, binanın yağmurlama ve yangın dolapları sistemine de suyu sağlayan sabit boru tesisatında bırakılması durumunda, bu bağlantılar ana kolonlar üzerinden doğrudan yapılacaktır.

b. Yangın Dolapları: Yangın dolapları tesisatı, bina içindeki kişilerin yakındaki küçük bir yangını kontrol etmesini ve söndürmesini sağlayabilmek için bina içine tesis edilen sabit bir tesisattır. Tesisat duvarlar üzerine veya kabinler içine monte edilmiş ve kalıcı olarak bir su temin tesisatına bağlanmış olan sabit birimlerden oluşur.

1. Yüksek binalar ile, toplam kapalı kullanım alanı 1.000 m²'den büyük imalathane, atölye, depo, otel, motel, sağlık, toplanma ve eğitim binalarında ve kapalı kullanım alanı 2.000 m²'den büyük bütün binalarda yangın dolabı yapılacaktır.
2. Yangın dolapları her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde aralarındaki uzaklık 30 m'den fazla olmayacak şekilde düzenlenecektir. Yangın dolapları mümkün olduğu kadar koridor çıkışı ve merdiven sahanlığı yakınına kolaylıkla görülebilecek şekilde yerleştirilecektir. Binanın yağmurlama sistemi ile korunması ve katlara itfaiye su alma ağızı bırakılması durumunda yangın dolapları ıslak tip yağmurlama branşman hattından beslenebilir ve aralarındaki uzaklık 45 m'ye kadar çıkarılabilir.
3. Hortumların saklandığı dolap ve kabinler gerekli cihazların döşenmesine izin verecek büyüklükte olacaktır. Bunlar yangın sırasında hortum ve cihazların kullanılmasını zorlaştırmayacak şekilde tasarlanacak ve sadece yangın söndürme amacı için kullanılacaktır.
4. Hortumlar, serme ve bağlama gibi becerilere sahip eğitilmiş personel veya itfaiye görevlisi olmayan yapılarda, yuvarlak yarı-sert hortumlu yangın dolapları TS EN 671-1'e uygun olmalıdır. Hortum, yuvarlak yarı-sert TS EN 694 normuna uygun, çapı 25 mm olmalı ve hortum uzunluğu 30 m'yi aşmamalıdır. Lüle (Lans) kapama, püskürtme ve/veya fıskiye yapabilmelidir.
5. İçinde İtfaiye su alma ağızı olmayan yuvarlak yarı-sert hortumlu yangın dolaplarında tasarım debisi 100 l/dak ve lüle (lans) girişindeki basınç 400 kPa olmalıdır. Lüle (lans) girişindeki basıncın 700 kPa'ı geçmesi durumunda basınç düşürücüler kullanılmamalıdır. Bu tip sistem tek başına sadece Düşük Tehlike ve Orta Tehlike-1 tehlike sınıflarında kullanılabilir.

6. Yetişmiş yangın söndürme görevlisi bulundurmak zorunda olan yapılarda kullanılabilecek yassı hortumlu yangın dolapları TS EN 671-2 standardına uygun olmalıdır. Yassı hortum anma çapı 50 mm'yi ve hortum uzunluğu 20 m'yi geçmemelidir. Lüle (lans) kapama, püskürtme ve/veya fıskiye yapabilmelidir. Dolap dizayn debisi 400 l/dak ve lüle girişindeki basıncı 600 kPa olmalıdır. Lüle (lans) girişindeki basınç 900 kPa'ı geçmesi durumunda basınç düşürücü kullanılmalıdır.
7. Binalarda bulunan yangın dolapları ve hortum makara sistemlerinin, bina sahibi, yönetici veya sorumlu bina yetkilisi tarafından TS EN 671-3 standardında belirtilen periyodik bakımlarının yaptırılması zorunludur.

Hidrant Sistemi

Madde 95- Yapıların yangından korunmasında, ilk müdahalede söndürülemeyen yangınlara dışarıdan müdahale edebilmek için mümkün olduğunca yapının veya binanın tüm çevresini kapsayacak şekilde tesis edilecek hidrant sistemi bünyesinde yerleştirilecek hidrantlar, itfaiye ve araçlarının kolay yanaşabileceği ve bağlantı yapabileceği şekilde düzenlenmelidir.

Hidrant sistemi dizayn debisi en az 1.900 l/dak olmalı ve debi binanın tehlike sınıfına göre artırılmalıdır. Hidrant çıkışında 700 kPa basınç olmalıdır.

Hidrantlar arası uzaklık çok riskli bölgelerde 50 m, riskli bölgelerde 100 m, orta riskli bölgelerde 125 m, az riskli bölgelerde 150 m alınmalıdır.

Normal şartlarda hidrantlar korunan binalardan ortalama 5-15 m kadar uzağa yerleştirilmelidir. Hidrant sistemine suyu sağlayan boru donanımında ring sistemi mevcut değilse kullanılabilecek en düşük boru çapı 100 mm olmalı ve hidrolik hesaba göre belirlenmelidir.

Sistemde kullanılacak hidrantlar yer üstü yangın hidrantı ilgili TS standartlarına uygun olmalıdır. Hidrant sisteminde, hidrant yenilenmesini ve bakım işlemlerinin yapılmasını kolaylaştıracak uygun noktalarda ve yerlerde yer altı ve/veya yer üstü hat kesme vanaları temin ve tesis edilmelidir. Planlama alanı 5.000 m² den büyük olan ve içerisinde her türlü kullanım alanı bulunan yerleşim alanlarında dış hidrant sistemi yapılması zorunludur.

Sorumluluk bölgelerinde hizmette bulunan araçların giremeyeceği ya da manevra yapamayacağı ulaşım imkanı olmayan yerleşim mahalleri olan belediyeler buralarda meydana gelebilecek yangınlara etkili bir müdahale bakımından bu yerleşim yerlerinin uygun yerlerine yerüstü yangın hidrantları veya pompa ile teçhiz edilmiş yeterli kapasitede yangın havuzları ve sarnıçları yaptırmak zorundadırlar.

Yağmurlama Sistemi

Madde 96- Bir yağmurlama sisteminin amacı, yangına erken tepki verilmesinin sağlanması ve yangının kontrol altına alınması/söndürülmesi için belirli bir süre içerisinde tasarım alanı üzerine belirlenen miktarda suyun boşaltılmasıdır. Yağmurlama sistemi aynı zamanda bina içinekilere alarm verilmesi ve itfaiyenin çağırılması gibi çeşitli acil durum fonksiyonlarını da aktif hale getirebilir. Yağmurlama sistemi; yağmurlama başlıkları, borular, bağlantı parçaları ve askılar, tesisat kontrol vanaları, alarm zilleri, akış göstergeleri, su pompaları, acil durum güç kaynağı gibi elemanları içerir. Yağmurlama sistemi elamanları TS EN 12259'a uygun olmalıdır.

Aşağıda belirtilen yerler otomatik yağmurlama sistemi ile korunmak zorundadır:

- Yapı yüksekliği 30,50 m'den fazla olan konut haricindeki bütün binalar,
- Yapı yüksekliği 51,50 m'yi veya 17 katı geçen konutlar,
- Araç kapasitesi 20 den fazla olan veya birden fazla bodrum katı kullanan kapalı otoparklar ve 10'dan fazla aracın asansörle alındığı kapalı otoparklarda,
- Birden fazla katlı bir bina içerisindeki yatılan oda sayısı 100'ü veya yatak sayısı 200'ü geçen otel, pansiyon, misafirhanelerde ve yapı yüksekliği 21,5 m'den fazla olan tüm yataklı tesislerde,
- Yapı inşaat alanı 2.000 m²'nin üzerinde olan katlı mağazalar, alışveriş, ticaret, eğlence ve toplanma yerleri,
- Yapı inşaat alanı 1.000 m²'den fazla olan, kolay alevlenici ve parlayıcı madde üretilen, bulunduru- lan yapılar.

Yanıcı malzeme içermeyen ve yanıcı malzeme depolanmayan ıslak hacimlere, yanıcı malzeme içermeyen ve yangına dirençli yapı elemanları ile ayrılan yangın merdiveni yuvalarına, kapalı düşey şaftlara (asansör kuyusu veya servis şaftları gibi) ve diğer otomatik söndürme sistemleri (gazlı, kuru toz, su sprey vb) ile korunan mahallere yağmurlama sistemi yapılmayabilir.

Su ile genişleyen veya reaksiyona girerek yangının büyümesine sebep olabilecek maddelerin bulunduğu mahallere yağmurlama sistemi yapılmaz. Yağmurlama sistemi tasarımı TS EN 12845'e göre yapılmalıdır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, sismik hareketlere karşı ana kolonların her hangi bir yöne sürüklenmemesi için dört yöllü destek kullanılmalı, 65 mm ve daha büyük nominal çaplı boruların katlardan ana dağıtım borularına bağlanmasında esnek bağlantılar ile boruların tavanlara tutturulmasında 2 yöllü enlemesine ve boylamasına sabitleme askı elemanları kullanılarak boruların kırılması önlenmelidir. Dilatasyon geçişlerinde her üç yönde hareketi karşılayacak detaylar uygulanmalıdır.

Yağmurlama sistemi ana besleme borusu birden fazla yangın zonuna hitap ediyorsa; her bir zon veya kolon hattına akış anahtarları, test ve drenaj vanası ve izleme anahtarlı hat kesme vanası konulmalıdır.

Muhtemel küçük çaplı yangınlarda yağmurlama başlığının patlaması veya birkaçının hasara uğraması durumunda hemen değiştirilecek ve yangın güvenlik sisteminin sürekliliğini sağlamak için 6 adetten az olmak kaydıyla sistemin büyüklüğüne göre yeterli miktarda yedek yağmurlama başlıkları ve başlıkların değiştirilmesi için özel anahtarlar bulundurulacaktır. Yağmurlama sistemini besleyen borular üzerinde kesme vanaları bulunmalıdır. Boru hatlarında bulunan vanaların, bölgesel kontrol vanalarının ve su kaynağı ile yağmurlama sistemi arasında bulunan tüm vanaların devamlı açık kalmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır. Sistemde basınç düşürücü vana kullanılması durumunda, her bir basınç düşürücü vananın önüne ve arkasına birer adet manometre konulmalıdır.

İtfaiye Su Verme Bağlantısı

Madde 97- Yüksek binalarda, bina oturma alanı 1000 m² den büyük binalarda ve cephe genişliği 75 m'yi aşan binalarda, itfaiyenin sisteme dışarıdan su basabilmesi için sulu yangın söndürme sistemlerine en az 100 mm nominal çapında itfaiye su verme bağlantısı yapılacaktır. İtfaiye su verme bağlantısında iki adet 65 mm storz tip rakor ve sistemde çek valf bulunacak ve çek valf ile itfaiye bağlantısı arasındaki borulardaki suyun otomatik olarak boşalmasını sağlayacak elemanlar konulacaktır. İtfaiye araçlarının bağlantı ağzına ulaşma mesafesi 18 m'den fazla olamaz.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: Köpüklü, Gazlı ve Kuru Tozlu Sabit Otomatik Söndürme Sistemleri

Köpüklü, Gazlı Ve Kuru Tozlu Sabit Otomatik Söndürme Sistemleri

Madde 98- Köpüklü, gazlı ve kuru tozlu sabit otomatik söndürme sistemleri, tesisin nitelik ve ihtiyaçlarına bağlı olarak uygun, güncel, sertifikalı ve ilgili Türk Standartlarına ve Avrupa Standartlarına göre tasarlanacaktır.

Suyun söndürme etkisinin yeterli görülmediği veya su ile reaksiyona girebilecek maddelerin bulunduğu, depolandığı ve üretildiği hacimlerde uygun tipte söndürme sistemi tesis edilir.

Gazlı Yangın Söndürme Sistemlerinin tasarımında TS ISO 14520 standardı esas alınacaktır. Her türlü gazlı söndürme sistemleri kurulurken, otomatik gaz boşaltımı esnasında veya sistemin aktive olduğunu işletici ve mahalde çalışan personele bildiren ve kişilerin söndürme mahalini tahliye etmesini sağlayacak sesli ve ışıklı uyarılar temin ve tesis edilmek zorundadır.

Gazlı yangın söndürme sistemi uygulanacak hacimlerdeki, doğal havalandırma amaçlı pencerede, kapıda veya duvarda bulunan menfez ve varsa havalandırma bacalarının yangın algılama ve gaz boşalım anında otomatik olarak kapanacak şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir.

Halon alternatifi gazlar ile tasarımı yapılmış gazlı yangın söndürme sistemlerinde kullanılan söndürücü

gazın, yerel ve uluslararası yönetmelik ve standartlarla belgelenmiş uzun süreli kullanım geçerliliği olmalıdır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: Taşınabilir Söndürme Tüpleri Taşınabilir Söndürme Tüpleri

Madde 99- Taşınabilir söndürme tüplerinin tip ve sayıları mekanlarda var olan durum ve risklere göre belirlenir. A sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde çok maksatlı kuru kimyevi tozlu veya sulu, B sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde kuru kimyevi tozlu, karbondioksitli veya köpüklü, C sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, kuru kimyevi tozlu veya karbondioksitli, D sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde ise kuru metal tozlu söndürme tüpleri bulundurulur.

Düşük tehlike sınıfında beher 500 m², orta tehlike ve yüksek tehlike sınıfında beher 250 m² yapı inşaat alanı için 1 adet olmak üzere uygun tipte 6 kg'lık yangın söndürme tüpü bulundurulması esas alınır. Söndürme tüplerine ulaşma mesafesi en fazla 25 m olacaktır.

Otopark, depo, tesisat daireleri ve benzeri yerlerde ayrıca tekerlekli tip söndürme tüpü bulundurulur.

Söndürme tüpleri dışarıya doğru, geçiş boşluklarının yakınına ve dengeli dağıtılarak görülebilecek şekilde işaretlenerek her durumda kolayca girilebilir yerlere yangın dolaplarının içine veya yakınına yerleştirilir.

Taşınabilir söndürme tüpleri için, söndürücünün duvara bağlantı asma halkası duvardan kolaylıkla alınabilecek şekilde ve zeminden asma halkasına olan uzaklığı yaklaşık 90 cm'yi aşmayacak şekilde montaj yapılır. Bütün arabalı yangın söndürücüler TS 11749-EN 1866 kalite belgeli olacak ve diğer taşınabilir yangın söndürme tüpleri TS 862- EN 3 kalite belgeli olacaktır.

Bütün yangın söndürücülerin periyodik kontrol ve bakımı TS 11748 standardına göre yapılacaktır. Söndürücülerin bakımını yapan üretici veya servis firmaları Sanayi ve Ticaret Bakanlığının dolum ve servis yeterlilik belgesine sahip olmalıdır. Servis veren firmalar istenildiğinde müşterilerine belgelerini göstermekle yükümlüdürler. Söndürme tüpleri 6 ayda bir kontrol edilecek, yıllık genel bakımları yapılacak, standartlara uygun toz kullanılacak ve 4 yıl sonunda toz değiştirilecektir.

Binalara konulacak yangın söndürme tüplerinin cins, miktar ve yerlerinin belirlenmesi konusunda gerekirse mahalli itfaiye teşkilatının görüşü alınabilir.

BEŞİNCİ BÖLÜM: Periyodik Testler ve Bakım Periyodik Testler ve Bakım

Madde 100- Bu Yönetmelikte gerekli görülen tüm yangın söndürme sistemleri bina sahibi, yöneticisi veya bunların yazılı olarak sorumluluklarını devrettiği bina yetkilisinin sorumluluğu altında Türk Standartlarında veya Avrupa Standartlarında belirtilen sistemin gerektirdiği periyodik kontrol, test ve bakıma tabi tutulacaktır.

Bina Tehlike Sınıflandırması

EK-1a. Düşük Tehlike Kullanım Alanları

Okullar ve diğer eğitim kurumları (belli alanları*), bürolar (belli alanları*), hapishaneler
* Kullanım alanları, Ek -1 b ve c kapsamına girmeyen alanlar.

EK-1b. Orta Tehlike Kullanım Alanları

KULLANIM TÜRÜ	Orta Tehlike 1	Orta Tehlike 2	Orta Tehlike 3	Orta Tehlike 4
Cam ve seramikler			Cam fabrikaları	
Kimyasallar	Çimento işleri	Fotoğraf laboratuvarları, fotoğraf film fabrikaları	Boyama işlemleri, sabun fabrikaları	Mum ve balmumu fabrikaları, kibrit fabrikaları, boyahaneler
Mühendislik	Metal levha üretimi	Otomotiv fabrikaları, tamirhaneleri	Elektronik fabrikaları, buzdolabı ve çamaşır makinesi fabrikaları	
Yiyecek ve içecekler	Mezbahalar, mandıralar	Fırınlr, bisküvi, çikolata, şekerleme imalathaneleri, bira fabrikaları	Hayvan yemi fabrikaları, meyve kurutma, suyu çıkarılmış sebze ve çorba fabrikaları, şeker imalathaneleri, tahıl değirmenleri	Alkol damıtma
Çeşitli	Hastaneler, oteller, lokantalar, kütüphaneler (kitap depoları hariç), okullar, bürolar	Fizik laboratuvarları, çamaşırhaneler, otoparklar, müzeler	Radio ve televizyon, yayınevi, tren istasyonları, tesisat odaları	Sinemalar, tiyatrolar, konser salonları, tütün fabrikaları
Kağıt			Cilt haneler, mukavva fabrikaları, kağıt fabrikaları, baskı işleri ve matbaalar	Atık kağıt işletmeleri
Lastik ve plastik			Kablo fabrikaları, plastik döküm ve plastik eşya (köpük plastik hariç), kauçuk eşya fabrikaları, sentetik lif (akrilik hariç) fabrikaları, vulkanize fabrikaları, büyük mağazalar	Halat fabrikaları
Dükkanlar ve ofisler	Bilgisayara veri işleme ofisleri (veri saklama odaları hariç)		Alışveriş merkezleri	Sergi salonları
Tekstiller ve konfeksiyon		Deri eşya fabrikaları	Hali fabrikaları (kauçuk ve köpük plastik hariç), kumaş ve giysi fabrikaları, fiber levha fabrikaları, ayakkabı imalathaneleri, triko (örgü), ev tekstili (bez) fabrikaları, yatak, şilte fabrikaları (köpük plastik hariç), dikim ve dokuma atölyeleri, yün ve yünlü kumaş atölyeleri	Pamuk iplikhanesi, keten ve kenevir hazırlama tesisleri
Kereste ve tahta			Ahşap işleri fabrikaları, mobilya fabrikaları (köpük plastikler hariç), mobilya mağazaları, koltuk kanepe vb döşemelerinin (plastik köpük hariç) imalathaneleri	Odun telaşı fabrikaları, yonga levha fabrikaları, kontrplak levhaları

EK-1c. Yüksek Tehlike Kullanım Alanları

Yüksek Tehlike 1	Yüksek Tehlike 2	Yüksek Tehlike 3	Yüksek Tehlike 4
Döşemelik kumaş ve muşamba fabrikaları, kumaş ve muşamba yer döşemeleri imalatı	Aydınlatma fişegi fabrikaları	Selüloz nitrat fabrikaları	Havai fişek fabrikaları
Boya, renklendirici (ahşap renklendirici ve koruyucuları- pnoteks) ve vernik imalatı	Plastik köpük ve sünger imalathaneleri, lastik köpük eşyaları,		
Yapay kauçuk, reçine, lamba isi ve terebentin imalatı	Katran damıtma		
Talaş fabrikaları, odun yünü imalatı	Otobüs ambarı, yüklü kamyonlar ve vagonlar, otobüsler, yüksüz kamyonlar ve demiryolu vagonları için depolar		

KAYNAKLAR

- [1] D.R. Wulfinghoff, Energy Efficiency Manual, Energy Institute Press, 1999
- [2] Faruk Bilal, Soğutma ve Yalıtım, İzolasyon Dünyası, Temmuz-Ağustos 2002
- [3] T. Aytekin, C. Özgen, C. Neslioğlu, Bir Ofis Binasının İklimlendirme Sisteminin Seçimi ve Seçilen Sistemin Tasarımı, İTÜ Makine Fak. 2002
- [4] S.Kavanaugh, Estimating Demand And Efficiency, ASRAE Journal, July 2003
- [5] M.T. Jewell, Energy-Efficiency Economics, HVAC Engineering Jan. 2003
- [6] U. Steinemann, "EN 13779 a Standard for Practice"
- [7] O. Seppanen, "Avrupa'da HVAC Dalı ile İlgili Seçilmiş Faaliyetler" 4. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknoloji Sempozyumu, İstanbul, Nisan 2000
- [8] Isısan Çalışmaları No.305, Klima Tesisatı Kitabı
- [9] ASHRAE Transactions, 1998 Winter Meeting, San Francisco
- [10] P.C. Grounds, Design Considerations for Better Indoor Air Quality Back to Basics, Healthy Buildings 2000 Proceedings Vol. 4, P.323, Espoo, Finland
- [11] H. Levin, Design and Construction of Healthy and Sustainable Buildings, Healthy Buildings 2000 Proceedings Vol. 4, P.13, Espoo, Finland
- [12] Gökhan Özbek, Klima Sistemlerinde Enerji Ekonomisi ve Isı Geri Kazanımı, 31.05.2003, Ankara
- [13] Erdinç Boz, Tesisatta Enerji Tasarrufu İlk Yatırım ve İşletme Giderleri, TTMD Seminer Notları
- [14] Turan Kolak, Otel İşletmesi, TTMD Seminer Notları, 2003
- [15] Buderus, Handbuch für Heizung und Klimatechnik, 1994
- [16] Buderus, Tabellenbuch Sanitaer-Heizung-Lüftung, 2000
- [17] A.Arisoy, Binaların Isıtılmasında Isıl Kapasitenin Etkisi, 1983
- [18] A.Arisoy, Kalorifer Kazanlarındaki Otomatik Kontrolün Modellenmesi, 1991
- [19] E.Atkar, Proje Bilgileri, Proje Hesap Notları
- [20] Recknagel, 1992
- [21] Reflex, Druckausdehnungsgefaesse, Katalog Ausgabe, 1997
- [22] Isısan Çalışmaları No.325, Güneş Enerjisi Sistemleri
- [23] ASHRAE Handbook, Fundamentals, 1993
- [24] ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment, 2000
- [25] ASHRAE Handbook, HVAC Applications, 1999
- [26] M.E. Schaffer, Noise and Vibration Control, ASHARE, 1992
- [27] HVAC Design Guide For Tall Commercial Buildings *
- [28] HVAC Systems Applications, SMACNA, 1987
- [29] DIN 4705, Berechnung von Schornsteinen
- [30] DIN 4701, Regeln für Berechnung des Waermebedarfs von Gebaeuden
- [31] DIN 4702, Heizkessel
- [32] DIN 4751, Sicherheitstechnische Ausrüstung von Warmwasserheizungen mit Vorlauftemperaturen bis 110°C
- [33] TS 2192, Kalorifer Tesisatı Yerleştirme Kuralları
- [34] TS 715, Boylerler
- [35] TS 825, Isı Yalıtımı Kuralları ve Isı Yalıtım Malzemeleri
- [36] B.Sunaç, Sıcak Sulu ve Kapalı Genleşme Tanklı Isıtma Sistemlerinde Kazanlara ait Güvenlik Donanımı
- [37] Buderus Heiztechnik, Ecostream-Thermostream, S-GK 104-606-465
- [38] K.Ertaş, TS 825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı, Tesisat Mühendisliği S.57-S.81
- [39] İhsan Önen, Merkezi Bölge ve Şehir Isıtma Sistemleri Notları
- [40] Isısan Çalışmaları No.177, Isıtma Sistemindeki Gelişmeler, 1998
- [41] H.Feurich, Sanitaer-Technik, Krammer Verlag, 1995
- [42] H.Zierhut, Gas-Wasser und Sanitaer Technik, P.Specht und F.Kimmel, Ernst Klett Verlag, 1990
- [43] A. Steele, Engineered Plumbing Design, Construction Industry Press, 1982
- [44] A. Steele, Advanced Plumbing Technology, Construction Industry Press, 1984
- [45] Çeşitli Isısan Çalışmaları

* Portions of this publication translated by permission from the ASHRAE publication "HVAC Design Guide for Tall Commercial Buildings" © 200X American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Translated and distributed by Isısan Isıtma ve Klima Sanayi A. Ş. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 USA, www.ashrae.org

Bu yayının bazı bölümleri, iznin olarak ASHRAE'nin "Yüksek Ticari Binalar HVAC Tasarım Kılavuzu" adlı yayınından tercüme edilmiştir. © 200X American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Tercüme ve dağıtımı Isısan Isıtma ve Klima Sanayi A. Ş. tarafından yapılmaktadır. ASHRAE tercümenin kesinliği hakkında sorumluluk kabul etmez. Kılavuzun İngilizce versiyonunu almak için, ASHRAE ile irtibata geçiniz: 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 USA, www.ashrae.org

BİRİMLER VE BÜYÜKLÜKLER

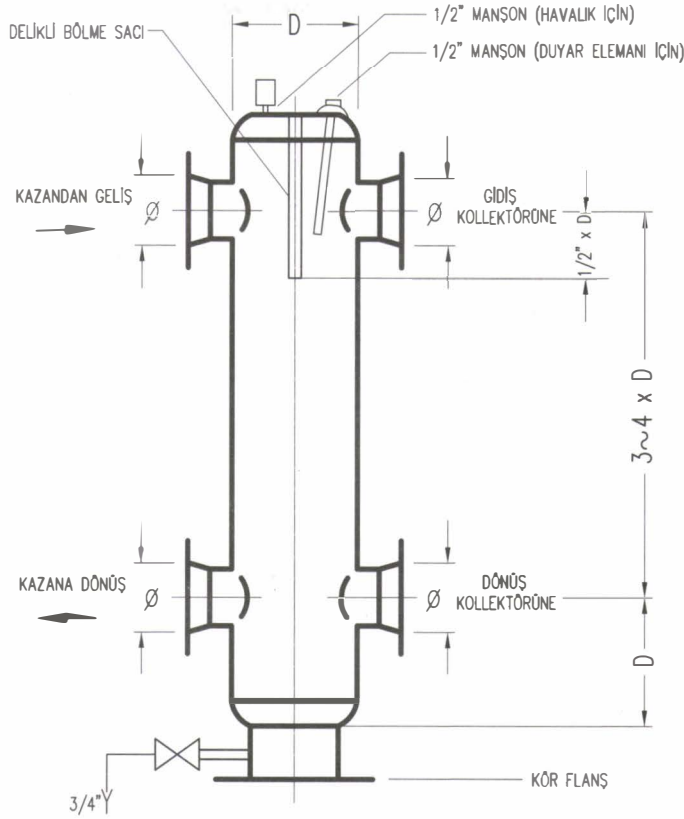
Büyüklik	Gösterimi	Birimi			Çevrimi	
		SI	Metrik	İngiliz		
Uzunluk	L	m	m	in ft	1 m = 39,37 in 1 m = 3,281 ft	1 in = 25,4 mm 1 ft = 30,48 cm
Alan	A	m ²	m ² ha	sq in sq ft acre	1 m ² = 1.550 sq in 1 m ² = 10,764 sq ft 1 ha = 10.000 m ² 1 ha = 2,471 acre	1 sq in = 645,16 mm ² 1 sq ft = 0,0929 m ² 1 acre = 0,40468 ha 1 sq mile = 2,58999 km ²
Hacim	V	m ³	m ³ L	cu in cu ft gal	1 m ³ = 1.000 L 1 L = 61,024 cu in 1 L = 0,2642 gal 1 m ³ = 35,315 cu ft	1 cu in = 16,3971 cm ³ 1 cu ft = 0,02831 m ³ 1 gal = 3,78541 L
Kütle	m	g kg	g kg	oz Lb	1 kg = 35,274 oz 1 kg = 2,2046 lb	1 oz = 28,3495 g 1 Lb = 0,4539 kg
Yoğunluk	d	kg/m ³	kg/m ³	cu ft/Lb	1 m ³ /kg = 16,0185 cuft/Lb	
Hız	V	m/S	m/S	ft/min	1 m/S = 196,85 ft/min	
Debi	Q	m ³ /S	m ³ /h m ³ /S L/S	cfm	1 m ³ /S = 3.600 m ³ /h 1 m ³ /h = 0,5886 cfm 1 cfm = 1,699 m ³ /h	
Basınç	P	Pa bar mbar N/m ²	kg/cm ² kg/m ² mm/SS atm	psi in H ₂ O Lb/ft ²	1 Pa = 1 N/m ² 1 bar = 100.000 Pa 1 mbar = 100 Pa 1 bar = 0,981 atm 1 mbar = 10,19 mmSS 1 mmSS = 9,80665 Pa 1 mbar = 100 Pa 1 bar = 14,504 psi 1 mbar = 2,089 Lb/ft ³ 1 mbar = 0,4019 in H ₂ O 1 kPa = 7,50062 mmHg 1 inSS = 249,089 Pa	
Enerji	E, M, Q	kJ kWh	kcal	Btu	1 kWh = 3.600 kJ 1 kcal = 4,1868 kJ 1 kJ = 0,948 Btu 1 kJ = 0,2388 kcal 1 kWh = 860 kcal 1 Btu = 1,055 kJ	
Güç	P	kJ/h kW	kcal/h	Btu/h HP	1 kW = 1 kJ/S 1 kW = 860 kcal/h 1 kW = 3.412 Btu/h 1 kW = 1,341 HP 1 HP = 735,5 W 1 HP = 632 kcal/h 1 Btu/h = 0,252 kcal/h 1 kcal/h = 3,97 Btu/h	
Özgül Isı	C, Cp	kJ/kgK	kcal/kg°C	Btu/LbF	1 kJ/kgK = 4,187 kcal/kg°C 1 kJ/kgK = 0,2388 Btu/Lbf	
Isı Akısı	q	kJ/m ² h W/m ²	kcal/m ² h	Btu/hft ²	1 W/m ² = 3,6 kJ/m ² h 1 W/m ² = 0,86 kcal/m ² h 1 W/m ² = 0,317 Btu/hft ²	
Sıcaklık	T	K	°C	°F	°C = (°F-32) x 5 / 9 K = 273 + °C °F = °C x 9 / 5 + 32	

SEMBOLLER

	POMPA		TERMOSTAD
	KÜRESEL VANA		BALANS VANASI
	VANA		SÜRGÜLÜ VANA
	ŞİBER VANA (PRİNÇ)		BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ VANA
	EMNİYET VENTİLİ		DÖRT YOLLU MOTORLU VANA
	EMNİYET VENTİLİ GENLEŞME TÜPÜ		MEMBRANLI VENTİL
	ÇEKVALF		SU SAYACI
	PİSLİK TUTUCU		KOMPANSATÖR
	MANOMETRE		HAVA KOMPRESÖRÜ
	HİDROMETRE		FAN
	TERMOMETRE		SPIROVENT HAVA AYIRICI
	Y1" BOŞALTMA		SPIROVENT TORTU VE PİSLİK AYIRICI
	ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA		GENLEŞME TANKI
	İKİ YOLLU MOTORLU VANA		KALORİFER GİDİŞ
	EŞANJÖR		KALORİFER DÖNÜŞ
			SOĞUK KULLANMA SUYU
			SICAK KULLANMA SUYU
			SİRKÜLASYON HATTI

DENGE KABI BOYUTLARI

DENGE KABI BOYUTLARI



DİKKAT: DENGE KABI DİK MONTE EDİLMELİDİR.

AVANTAJLAR:

- Kazan devresi ile ısıtma devresi arasında hidrolik etkilenme olmaz.
- Kazanlar ve ısıtma zonları uygun su debisi altında çalışır.
- ısıtma devresi kontrol sistemlerinden bağımsız olarak tek veya çok kazanlı sistemlerde kullanılabilir.
- Denge kabının iki tarafındaki ayar elemanları (aç yollu vana vs.) optimal çalışır.
- Kazan devresi ve ayar elemanları daha problemsiz boyutlandırılır.

DENGE KABININ BOYUTLANDIRILMASI:

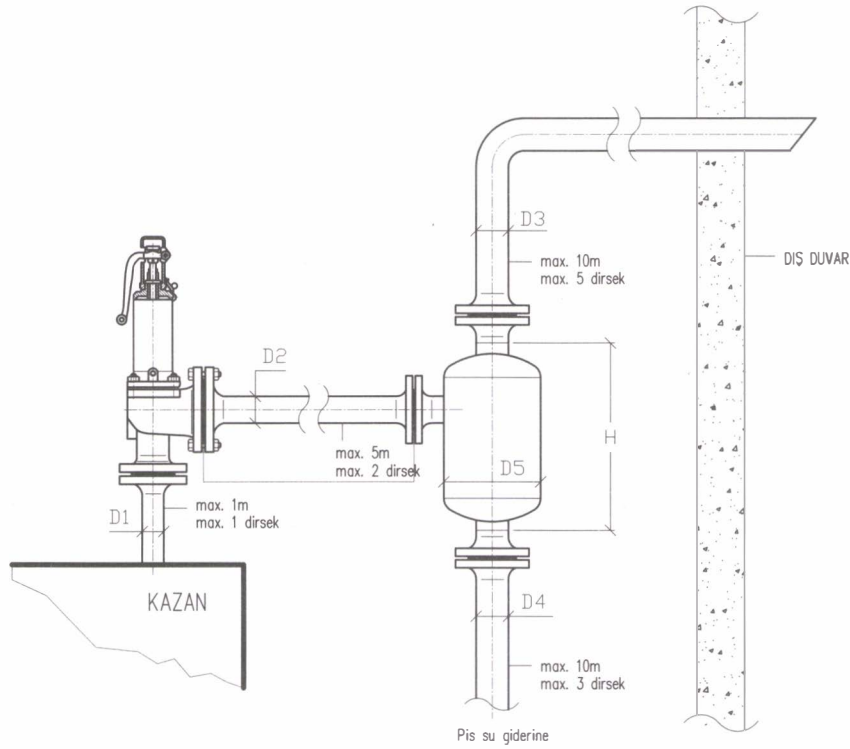
Denge kabının sağlıklı çalışması için doğru boyutlandırma yapmak gerekir. Tesisat iletimi, gidiş ve dönüş arasında pratik olarak basınç düşümü olmayacak şekilde yapılmalıdır. Kısaca, anma su miktarı için ~0.2 m/sn su hızı ile hesap yapılmalıdır. Bunun için yukarıdaki tablodan yararlanabilirsiniz.

Kazan çıkış suyu sıcaklığı, denge kabının üst kısmında ölçülmelidir. Bunun için kabin üstüne 1/2" manşon kaynatılmalı, ayrıca havalık konmalıdır.

TOPLAM ISITMA KAPASİTESİ (kW)	DEBİ $\Delta t=15^{\circ}\text{C}$ için (m ³ /h)	DENGE KABI İÇ ÇAP (mm) (Maks.) D	GİRİŞ/ÇIKIŞ ÇAP (mm) Ø
29	1,7	65	32
43	2,5	80	40
70	4,0	100	50
100	5,7	125	65
140	8	150	65
210	12	200	80
350	20	200	100
550	32	250	125
900	52	300	150
1300	75	350	150
1750	100	400	200
2500	145	450	200
3000	175	500	200
3500	200	550	250
4000	230	600	250
4500	260	650	250
5000	290	700	250
5500	315	750	300
6000	345	800	300
7000	400	850	300
8000	460	900	350
9000	515	1000	350
10.000	575	1000	350
12.000	690	1100	350
14.000	800	1200	350
15.000	860	1250	350
17.000	975	1350	400
20.000	1150	1450	400

EMNİYET VENTİLİ VE GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ

		Ventil anma çapı E							
		DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
		Kullanılabileceği maksimum kazan gücü							
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Maksimum açma basıncı p bar	2,5	565	870	1360	2300	3480	5440	7120	9900
	3,0	649	1000	1560	2640	4000	6250	8190	11400
	4,0	810	1250	1950	3300	5000	7800	10200	14200
	5,0	960	1480	2310	3900	5910	9240	12100	16900
	6,0	1100	1700	2660	4500	6820	10600	14000	19400
	8,0	1390	2140	3350	5660	8580	13400	17600	24500
	10,0	1670	2570	4010	6790	10300	16000	21100	29300

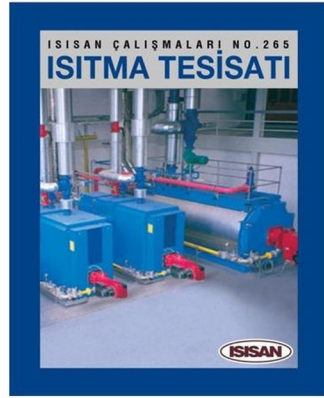


Emniyet ventili	Genleşme tüpü							Emniyet ventili ve genleşme tüpü arasındaki boru hattı		Boşaltma hattı	
	Çap					Boşaltma basıncı	Yükseklik	Uzunluk	Max. Dirsek sayısı	Uzunluk	Max. Dirsek sayısı
	D1 DN	D2 DN	D3 DN	D4 DN	D5 mm	bar	H mm	m		m	
DN/DN											
25/40	25	40	50	50	165	≤ 5	346	≤ 5	≤ 2	≤ 10	≤ 3
32/50	32	50	65	65	165	≤ 5	346				
40/65	40	65	80	80	283	≤ 5	440				
50/80	50	80	100	100	283	≤ 5	440				
65/100	65	100	125	125	391	≤ 5	616				
80/125	80	125	150	150	450	≤ 5	776				
100/150	100	150	200	200	500	≤ 5	896				

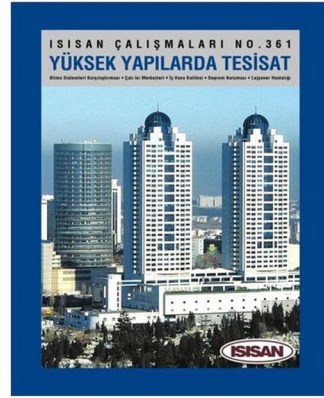
ISISAN KİTAPLARI



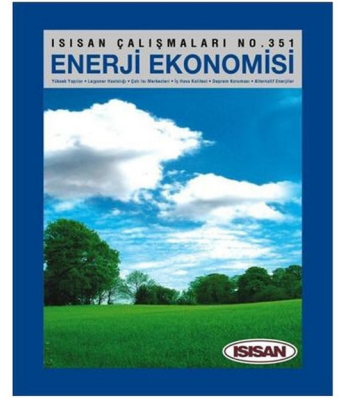
3. baskı



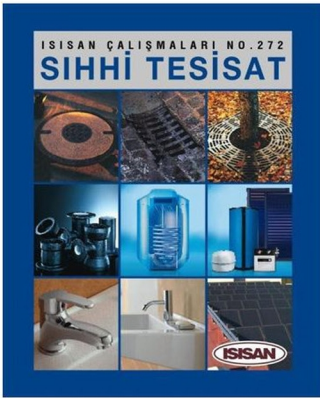
5. baskı



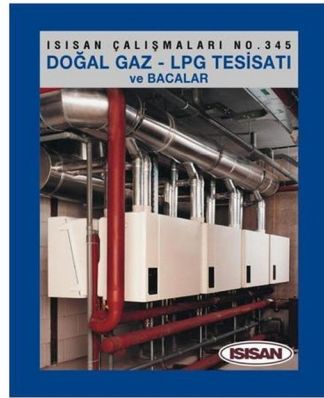
2. baskı



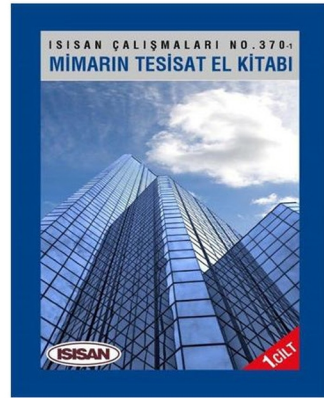
2. baskı



2. baskı



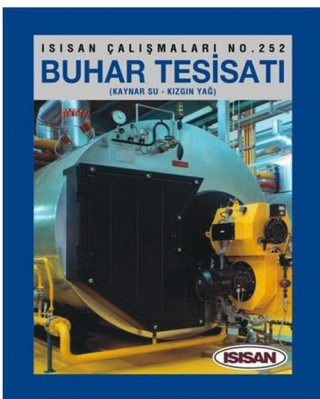
5. baskı



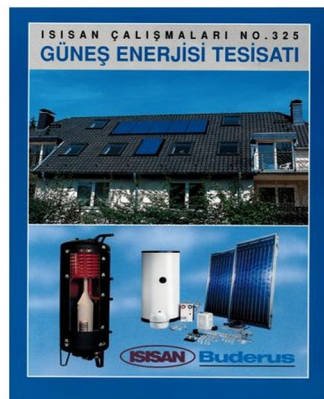
2. baskı



2. baskı



2. baskı



2. baskı



Bilgi paylaştıkça çoğalır!

ISISAN 33 yıllık tesisat, proje ve uygulama alanındaki deneyimini
ISISAN AKADEMİ eğitim faaliyetleri ile bugüne kadar binlerce kişiyle paylaştı.



İsisan kuruluşundan bu yana ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesine katkıda bulunmak amacıyla çeşitli eğitim faaliyetleri düzenliyor. Eğitici ve öğretici kitaplar yayınlamak ve sektörün temsilcilerini bir araya getirerek çeşitli seminerler düzenlemek bu alanda gerçekleştirdiği çalışmalar arasında yer alıyor. İsisan, tüm bu çalışmalarını 2007 yılında İsisan Akademi çatısı altında buluşturarak, bu alandaki önemli bir boşluğu dolduruyor.

İsisan Akademi, İstanbul ile sınırlı olmayıp tüm İsisan bölge müdürlüklerinde eğitim faaliyetlerine devam ediyor.

