

ISISAN ÇALIŞMALARI NO. 370-1

MİMARIN TESİSAT EL KİTABI



1.CİLT





Bilgi paylaştıkça çoğalır!

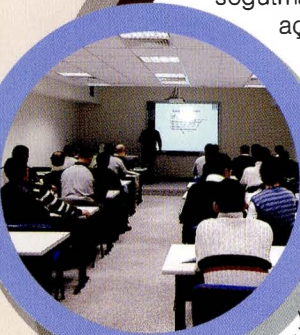


33 Yıl
ve
370
Yayın

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

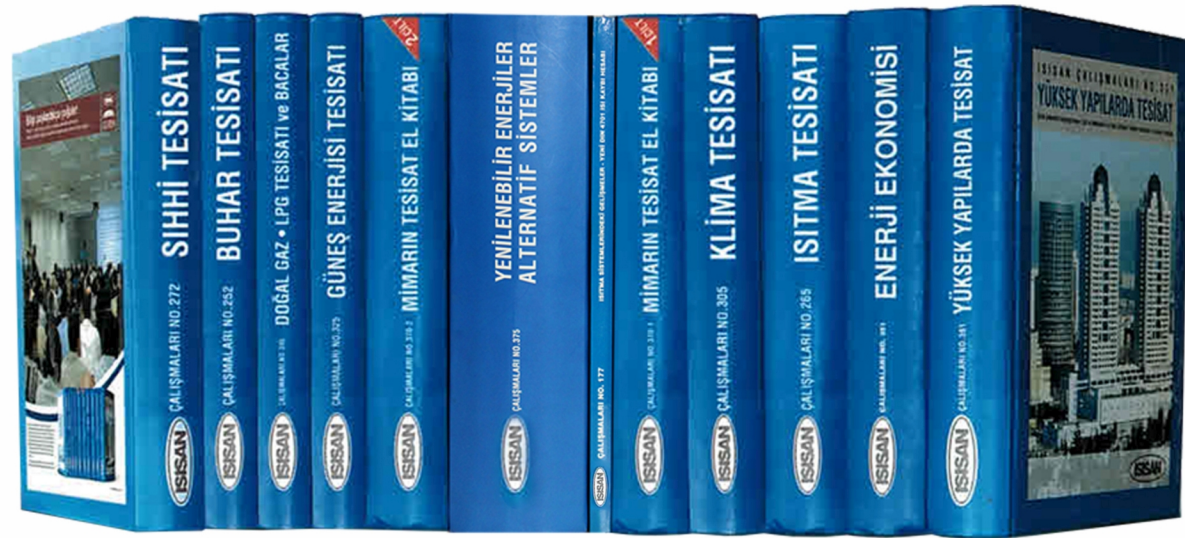
Isısan Akademi, 2008 yılında 500'ü aşkın eğitim düzenlemeyi planlıyor. Isısan, böylelikle faaliyet gösterdiği ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesi açısından önemli bir boşluğu doldurmaya devam edecek. Isısan'ın eğitim faaliyetleri İstanbul ile sınırlı değil. Ankara, Adana, İzmir, Antalya ve Bursa bölge müdürlüklerinde düzenlenen eğitimlerle Isısan 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 Isısan'ın pratik eğitim salonlarında, cihazların üzerinde birebir uygulamalı örnekleri ile öğrenme fırsatı sunuyor.

Isısan Akademi eksiksiz bir eğitim merkezi görevi görüyor. Sergilenen tüm ürünlerin çalışır halde olması, uygulamalı eğitim için önemli bir olanak sunuyor. Isısan 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.



MİMARIN TESİSAT EL KİTABI

1. CİLT



Mimarın Tesisat El Kitabı'nın güncellenmiş 2. baskısını iki cilt halinde Isısan Yayınları içinde 30. ve 31. kitaplar olarak sizlere sunuyoruz.

Enerji maliyetlerindeki çok yüksek oranlı artışın gelecekte de devam edeceğini öngörerek değişimi; **“En İyi Tasarım, Sürdürülebilir Tasarımdır”** sözleriyle ifade etmek istiyorum.

Mimar; sanatçı kişiliğiyle tasarımı yaparken; statik, mekanik ve elektrik tesisatlarının da yer aldığı proje yönetiminin de doğal lideridir. Mimarın tesisat bilgisinin artması ve güncel kalması; mekanik tesisatların proje ve uygulama kalitesinin yükselmesine olanak sağlar. Yatırımcının ve kullanıcıların da memnuniyetini artırır. Biz mekanik tesisat mühendisleri; yapıda mimarın sağlayabildiği olanaklara göre iyiyi veya kötünün iyisini yapabilme şansına sahip oluruz.

Ham petrol fiyatı 1999 yılında 10 \$/varil iken, son 9 yılda yaklaşık 15 kat artarak 146 \$/varil oldu. Yakın gelecekte 200 \$/varil, orta vadede de 500 \$/varil değerleri çok sürpriz olmayabilir. Hatta 2030 yılından önce petrol ve doğal gazın yakılmak için kullanılamayacağı, kimya sanayinde kullanılacağı tahminleri daha fazla tekrarlanmaya başladı. Doğal gaz, kömür vb diğer yakıtların fiyatları da ham petrole paralel olarak artacaktır. Petrol fiyatlarındaki artış demir, çelik, bakır, alüminyum vb metallerin, hatta gıda fiyatlarının da artmasına neden olacaktır. Bugün projeleri yapılan binaların ekonomik ömürlerinin 100 yıl, binalarda kullanılan tesisatların da ortalama 25 yıl ekonomik ömre sahip olmaları beklenmektedir.

Yeni tasarımlarda:

- a) Binaların ısı kayıp ve kazançlarının gelecekte de ekonomik biçimde karşılanabilir seviyelere indirilmesi,
- b) Güneş, jeotermal, rüzgar vb yenilenebilir enerjilerden en yüksek oranda yararlanılması,
- c) Daha yüksek yıllık verime sahip alternatif sistemlerin kullanılması,
- d) “Net Sıfır Enerji”, “Artı Enerji” hedeflerine olabildiği kadar uyumlu alt yapısı olan binalar ve sistemlerin tasarlanması esas alınmalıdır.

Bu kitap içeriğinde 30 farklı konu işlendi. Yenilikler, sistem seçimleri, alternatif sistemler, örnek projeler ve pratik bilgiler kitapta yer almaktadır. Tüm teknik değerlendirmeler ve karşılaştırma tabloları tartışmaya açıktır. Kitap bu bakış açısıyla düşünmeyi engellemeden, alternatifler oluşturmak, bilgileri paylaşmak ve tartışabilmek için hazırlanmıştır.

Mimarın Tesisat El Kitabını, **Prof. Dr. Hikmet Karakoç** ile birlikte hazırladık. Özverili çalışmaları için kendisine özel olarak teşekkür ederim.

Yangın Tesisatı bölümünü **Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç** hazırladı. Kendisine özel olarak teşekkür ederim. Mekanik Tesisatların Sismik Koruması bölümünü Sayın **Eren Kalafat** hazırladı. Kendisine özel olarak teşekkür ederim.

Sayın **Emre Akay** kitabın hazırlanmasında koordinatör olarak görev aldı ve ayrıca çok ciddi katkı yaptı. Güler yüzlü arkadaşına teşekkür ederim.

Isısan mühendis ve teknisyenlerin üstün çabaları ile tam bir takım çalışması yapıldı. Sayın **Turhan Karakaya**'ya “Bireysel Soğutma Sistemleri”, Sayın **Fatih Öner**'e “Alternatif Enerjiler” bölümünü hazırladığı için, Sayın **Volkan Gerdan**'a kitabın toparlanma dönemindeki özel katkıları için teşekkür ederim.

Sayın **Nurettin Küçükçalı**, **Selman Tarmur**, **Mert Kalafatoğlu**, **Ali Aktaş**, **Güneş Küçükçalı**, **Özgür Denizalp**, **Seda Dalmış**, **Aras Malcı**, **Feyzi Oğuz**, **Yiğit Tümer**, **Serdar İzgi**, **Aytekin Çakır**, **Ali Gülgüzel**, **Salim Çelik** ve **Hasan Çeribaş** da bu takımın değerli üyeleridir. Kendilerine teşekkür ederim.

Bu kitabın hazırlanmasına katkıları olan,

Prof. Dr. Ahmet Arısoy, Makine Yüksek Mühendisleri: Değerli Ortağım **Gökhan Özbek**, **Erdoğan Boz**, **İbrahim Kalafatoğlu**, **Mürşit Çelikkol**, **Kirkor Boyacıoğlu**, **Zeynep Akdilli Oral**, **Ali Kağnıcı**, **Mehmet Kaykı**, **Sabri Günaydın**'a, kitabın iç tasarımını yapan **Tuncay Özkan** ve Edebiyat Öğretmenleri **Nursel Hız** ve **Fatma Arısoy**'a ayrıca bu kitabı okuyarak eleştirilerini bize iletme nezaketini gösterecek meslektaşlarımıza teşekkür ederim.

Temmuz 2008
Rüknettin Küçükçalı
Makina Y.Mühendisi

GÜNCEL ISISAN YAYINLARI

Mimarın Tesisat El Kitabı (2. baskı)

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)

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

Doğal Gaz El Kitabı (5. baskı)

Villa Tesisatı

1. CİLT - İÇİNDEKİLER SAYFA

SAYFA

I. BÖLÜM	
TESİSAT TASARIMINDA MİMARİ - TESİSAT İLİŞKİLERİ	23
1.1. TESİSATTA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN GENEL ÖNEMLİ BAŞLIKLAR	23
1.2. TASARIM AŞAMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER	23
1.2.1. PROGRAM FAZİ	23
1.2.2. TASARIM SAFHASI	24
1.2.3. ÖN PROJE	24
1.2.3.1. Kat Yüksekliği	24
1.2.3.2. Asma Tavan Yüksekliği	25
1.2.3.3. Kazan Daireleri	25
1.2.3.4. Teknik Hacimler	26
1.2.3.5. Santraller	26
1.2.3.6. Tesisat Şaftları	27
1.3. MİMARIN TESİSAT PROJE BÜROSUNU VE TESİSAT PROJE BÜROSUNUN MİMARİ BÜROYU BİLGİLENDİRME FORMU	28
1.3.1. AVAM PROJE AŞAMASI	28
1.3.2. UYGULAMA PROJE AŞAMASI	29
1.4. MİMARİ BÜRO, TESİSAT PROJE BÜROSU İLİŞKİLERİ DETAY BİLGİLER	30
1.4.1. ISITMA TESİSATI - MİMARİ PROJE BİLGİLERİ	30
1.4.2. SIHHİ TESİSAT-MİMARİ PROJE İLİŞKİLERİ	32
1.4.3. KAZAN DAİRESİ-MİMARİ PROJE İLİŞKİLERİ	33
1.4.4. YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MİMARİ İLİŞKİLERİ	35
1.4.5. ŞANTİYE KURULUŞUNDAKİ TESİSAT İŞLERİ İÇİN BİLGİ ALMA FORMU	35
1.4.5.1. İstenecek Genel Bilgi ve Planlar	35
1.4.5.2. Genel Sorular	35
1.4.5.3. Uzman Kararı Gerektiren Teknik Sorular	37
1.4.6. TEKNİK NOTLAR	37
1.5. TASARIM VE UYGULAMADA ELEKTRİK, MEKANİK, MİMARİ, İŞVEREN İLİŞKİSİ	38
1.5.1. MEKANİK VE ELEKTRİK GRUPLARI ARASINDA, TASARIMDA VE UYGULAMADA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	38

1.5.2. ELEKTROMEKANİK GRUPLAR VE MİMARİ GRUPLAR ARASINDAKİ PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	39
1.5.2.1. Tasarımda Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri	39
1.5.2.2. Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri	40
1.5.3. ELEKTROMEKANİK GRUPLAR VE İŞVEREN ARASINDAKİ PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	41
1.5.3.1. Tasarımda Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri	41
1.5.3.2. Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri	42
1.5.4. GENEL PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	43
1.5.4.1. Tasarımda Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri	43
1.5.4.2. Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri	44

II. BÖLÜM MEKANİK TESİSAT İŞLERİNDE PRATİK NOTLAR .. 45

2.1. TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI	45
2.2. TEMİZ SICAK SU TESİSATI	46
2.3. ISI VE NEM İZOLASYONU	47
2.4. SIHHİ TESİSAT GEREÇLERİ	48
2.5. ISITMA TESİSATI	49
2.6. LPG VE DOĞAL GAZ TESİSATI	51
2.7. SICAK SU KAZANLARI, KOMBİLER, BRÜLÖRLER	53
2.8. KAZAN DAİRELERİ VE TESİSAT MERKEZLERİ	54
2.9. BACALAR	54
2.10. HAVALANDIRMA TESİSATI	55
2.11. HAVA KANALLARI	56
2.12. KLİMA TESİSATI	57
2.13. VAV SİSTEMLERİ	58
2.14. SPLIT KLİMA	58
2.15. KLİMA SANTRALLERİ	59
2.16. SOĞUTMA GRUPLARI, SOĞUTMA KULELERİ	59
2.17. FAN COİL	59
2.18. POMPALAR	60

III. BÖLÜM

HAVALANDIRMA TESİSATI ... 61

3.1.	DOĞAL HAVALANDIRMA	61
3.1.1.	GECE SOĞUTMASI	61
3.2.	MEKANİK (Zorlanmış)	
	HAVALANDIRMA	64
3.3.	İÇ HAVA KALİTESİ	67
3.3.1.	HAVALANDIRMA MİKTARLARI	67
3.3.2.	HAVA DEBİSİ VE HAVA DEĞİŞİM SAYISI	67
3.3.3.	HASTA BİNA SENDROMU	67
3.3.4.	İÇ HAVA KALİTESİNİ BOZAN HASTA BİNA SENDROMUNUN NEDENLERİ	67
3.3.4.1.	Dahili Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler ...	67
3.3.4.2.	Harici Kaynaklı Kimyasal Kirleticiler ...	71
3.3.4.3.	Biyolojik Kirleticiler	71
3.3.4.4.	Radon ve Asbest	71
3.3.4.5.	Mikroaerosoller	71
3.3.4.6.	Karbondioksit	71
3.3.5.	İÇ HAVA KALİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇİN ÖNLEMLER	71
3.3.5.1.	Kirleticisi Madde Kaynağının Ortadan Kaldırılması veya Değişimi ..	71
3.3.5.2.	Havalandırma Oranını Arttırmak	71
3.3.5.3.	Hava Temizleme	72
3.3.5.4.	Rutubete ve Yoğuşmaya Bağlı Küf ve Mantar Gelişiminin Engellenmesi	72
3.3.5.5.	Kişisel Havalandırma Yapmak	72
3.3.6.	İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA, CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR	72
3.4.	KANAL SİSTEMİ TASARIMI	74
3.4.1.	STANDART KANALLAR VE ELEMENLARI	74
3.4.2.	HAVA DAĞITIMI	74
3.4.3.	KANAL TASARIM YÖNTEMLERİ ..	74
3.4.3.1.	Eş Sürtünme Yöntemi	74
3.4.3.2.	Statik Geri Kazanma Yöntemi	74
3.4.4.	KANAL SIZDIRMAZLIĞI	74
3.4.4.1.	Kanal Sızdırmazlığının Ölçülmesi	77
3.4.5.	YUVARLAK KANALLAR TESİS VE YATIRIM MALİYETİ KARŞILAŞTIRMASI	77
3.4.5.1.	Yer İhtiyacı	79
3.4.5.2.	Basınç Düşümü	79
3.4.5.3.	Sızdırmazlık	79
3.4.5.4.	Kanalların İç Temizliği	83
3.4.6.	SIZDIRMAZ (Safe) KANAL SİSTEMLERİ	85

3.4.6.1.	Konstrüksiyon	85
3.4.6.2.	Safe Prensibi	85
3.4.6.3.	Sızdırmaz Kanalin Avantajları	85
3.4.6.4.	Sızdırmazlık Sınıfı Testleri	85
3.5.	KANALLARDAKİ HAVA KAÇAKLARININ MALİYETİ	85
3.5.1.	KANAL SİSTEMLERİNDE SIZINTI MİKTARI	86
3.5.2.	ENERJİ KAYBININ BELİRLENMESİ	87
3.5.3.	SIZDIRMANIN YILLIK MALİYETİ	87
3.6.	KANAL SİSTEMİ AKUSTİK TASARIMI	88
3.6.1.	İÇTEN AKUSTİK İZOLELİ KANALLARDA SÖNÜM	88
3.6.2.	AKUSTİK İZOLESİZ DİRSEKLERDE SÖNÜM	88
3.6.3.	SUSTURUCULAR VEYA PAKET TİPİ SÖNÜMLEYİCİLER ...	88
3.6.3.1.	Yuvarlak Susturucu Seçimi	90
3.6.3.2.	Diğer Önlemler	91

IV. BÖLÜM

KLİMA TESİSATI

4.1.	ISIL KONFOR	95
4.1.1.	KONFORA VE İÇ HAVA KALİTESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	95
4.1.1.1.	Aktivite	95
4.1.1.2.	Giyim	95
4.1.1.3.	Sıcaklık	95
4.1.1.4.	Oda Operasyon Sıcaklığı Aralıkları ...	96
4.1.1.5.	Hava Sıcaklığının Tabakalaşması	96
4.1.1.6.	Radyant Sıcaklık Asimetrisi	96
4.1.1.7.	Hava Hızı	97
4.1.1.8.	Nem	97
4.1.2.	ISIL KONFOR MODELLERİ	97
4.1.2.1.	Steady-State Enerji Dengesi	97
4.1.2.2.	Yüzeyden Duyulur Isı Kaybı	97
4.1.2.3.	Yüzeyden Buharlaşma ile Isı Kaybı ...	98
4.1.2.4.	Solunum Yolu ile Isı Kaybetmek	98
4.1.3.	ISITMADA KONFOR	98
4.1.4.	ÜFLEME HAVASI VE ODA İÇİ HAVA DAĞILIMI	99
4.2.	KLİMA SİSTEMLERİ	101
4.2.1.	TAM HAVALI SİSTEMLER	101
4.2.1.1.	Tam Havalı Sistemlerin Avantajları	101
4.2.1.2.	Tam Havalı Sistemlerin Dezavantajları	101
4.2.1.3.	Sabit Havalı Tek Kanallı Tek Zonlu Sistemler	101

4.2.1.4.	Değişken Hava Debili Havalı Klima Sistemleri (VAV Sistemleri)	103
4.2.2.	FAN COİL SİSTEMLERİ	106
4.2.2.1.	İki Borulu Sistem	106
4.2.2.2.	Dört Borulu Sistem	107
4.2.2.3.	Primer Havalı Fan Coil Sistemi	111
4.2.3.	ENDÜKSİYON SİSTEMLERİ	111
4.2.4.	AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI	111
4.2.4.1.	İşyerlerinde Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği	113
4.2.4.2.	Konutlarda ve Villalarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği	118
4.2.4.3.	Çok Katlı Yapılarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği	118
4.2.4.4.	Alternatif Havalandırma Klima Sistem Çözümleri	123
4.2.5.	SOĞUK TAVAN SİSTEMLERİ	126
4.2.5.1.	Sistem Prensipleri	126
4.2.5.2.	Soğuk Tavan Sistem Tasarımı	132
4.2.2.3.	Soğuk Tavan Sistem Avantajları	136
4.2.2.4.	Soğuk Tavan Sistem Dezavantajları .	136

V. BÖLÜM

KLİMA HAVALANDIRMA TESİSATI ELEMANLARI

5.1.	SPLİT KLİMA CİHAZLARI	137
5.1.1.	GENEL ÖZELLİKLER	137
5.1.1.1.	Enerji Ekonomisi	137
5.1.1.2.	Yer İhtiyacı ve Montaj Yeri Tespiti ..	137
5.1.1.3.	Mini Split Sistem Yüksek Yapılı Konutlar Uygulama Örnekleri	137
5.1.1.4.	Taze Hava İhtiyacı	140
5.1.2.	DUVAR TİPİ SPLİT KLİMALAR ..	140
5.1.3.	KASET TİPİ SPLİT KLİMALAR	140
5.1.4.	YER-TAVAN TİPİ SPLİT KLİMALAR	140
5.1.5.	SALON TİPİ SPLİT KLİMALAR ...	140
5.1.6.	GİZLİ TAVAN TİPİ SPLİT KLİMALAR	144
5.1.7.	DÖRT YÖNE ÜFLEMELİ ASILI TAVAN TİPİ KLİMALAR	144
5.1.8.	MULTİ SPLİT- MULTİ INVERTER SPLİT KLİMA SİSTEMLERİ	144
5.1.9.	SÜPER INVERTER MULTİ SPLİT KLİMA SİSTEMLERİ	144
5.1.9.1.	Enerji Ekonomisi	144
5.1.9.2.	Yer İhtiyacı	148
5.1.9.3.	Kapasite Dağılım Faktörü (Diversite Faktörü)	148

5.1.9.4.	Taze Hava İhtiyacı	148
5.1.9.5.	Örnek bir Konutta Sistem Karşılaştırmaları	148
5.1.10.	HAVA KANALLI SPLİT KLİMALAR	148
5.1.10.1.	Yer Tipi Hava Kanallı Split Klimalar	157
5.1.10.2.	Gizli Tavan Tipi Hava Kanallı Split Klimalar	157
5.1.10.3.	Ofis Uygulama Örneği: Yüceler Mağazası İstoç.....	160
5.1.10.4.	Konut Uygulama Örneği: Trio Konutları	160
5.1.11.	INVERTER KOMPRESÖRLÜ SPLİT KLİMALAR	160
5.1.12.	KLİMA CİHAZLARI YER SEÇİMLERİ, YERLEŞİMLERİ VE MONTAJI	171
5.1.12.1.	Güvenlik Tedbirleri	171
5.1.12.2.	Montaj Yerinin Seçimi	171
5.1.12.2.1.	Duvar Tipi İç Üniteler	171
5.1.12.2.2.	Duvar Tipi Dış Üniteler	171
5.1.12.2.3.	Kanal Tipi Dış Üniteler	171
5.1.12.2.4.	Kanal Tipi İç Ünitelerin Tesisi	174
5.1.12.2.5.	Oda Termostatu	174
5.1.13.	SPLİT KLİMA CİHAZLARININ VERİMLİ KULLANILMASI İÇİN FAYDALI BİLGİLER	175
5.1.14.	KANAL TİPİ SPLİT KLİMALARDA ESNEK HAVA KANALI KULLANIMI	175
5.1.14.1.	İlk Yatırım Maliyeti	176
5.1.14.2.	İşçilik Maliyetine Etkisi	176
5.1.14.3.	Ses Seviyesine Etkisi	176
5.1.14.4.	Sistem Esnekliğine Etkisi	176
5.1.14.5.	Esnek Hava Kanalının Özellikleri	176
5.1.14.6.	Esnek Hava Kanallarında Ses Sönümü	176
5.1.15.	HAVA KANALI MONTAJI	177
5.2.	OTEL ODASI KLİMASI	177
5.3.	ÇATI TİPİ ISI POMPASI ÜNİTELERİ	192
5.3.1.	MONTAJ YERİ	192
5.3.2.	AÇIKLIKLAR	192
5.3.3.	BİNANIN YANINDA, KAİDE ÜSTÜ MONTAJ	192
5.3.4.	ÇATIYA MONTAJ	192
5.3.5.	BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI MOBİL EV UYGULAMASI	192
5.3.6.	BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI PLENUM UYGULAMASI	192
5.3.7.	BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI BAKIMI	193

5.4.	KANAL TİPİ HAVA ISITICI	193
5.4.1.	CİHAZ YERLEŞİMİ	193
5.4.2.	UYARI	193
5.4.3.	SADECE YUKARI DİKEY AKIŞLI GAZLI ISITICILAR İÇİN UYARI ..	193
5.4.4.	YANMA/HAVALANDIRMA BESLEME HAVASI	193
5.4.5.	GENEL NOTLAR	195
5.5.	ÇATI TİPİ PAKET HAVA ISITICILARI + KLİMA ÜNİTELERİ	197
5.5.1.	GAZ ISITICI ÜNİTELERİ	198
5.5.2.	ÇATI PLATFORMU MONTAJI VE UYGULAMASI	198
5.5.3.	DİKEY ATIŞ KANAL BAĞLANTILARI	198
5.5.4.	TERMOSTAT	198
5.5.5.	KONDENS SUYU DRENAJ BAĞLANTISI	199
5.5.6.	UYARI	199
5.5.7.	GENEL NOTLAR	199
5.6.	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİ (HAVA SOĞUTMALI VEYA SU SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ)	199
5.6.1.	VRV SİSTEMİN ORTAYA ÇIKARILMASI VE GELİŞTİRİLMESİNDEKİ TEMEL NEDENLER	201
5.6.2.	VRV SİSTEMLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ	202
5.6.3.	HAVA SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ	203
5.6.3.1.	Oda Sıcaklık Kontrolü, Enerji Ekonomisi	203
5.6.3.2.	Dış Cephe Üzerinde Yer İhtiyacı	203
5.6.3.3.	Minimum Yer İhtiyacı	203
5.6.4.	SU SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ	203
5.6.4.1.	Su Soğutmalı VRV Tipleri	205
5.6.4.2.	Su Soğutmalı VRV Sisteminin Uygulama Alanları	205
5.6.4.3.	Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery) Sistemler	206
5.6.5.	VRV SİSTEMDE KULLANILAN İÇ ÜNİTE TİPLERİ	206
5.6.6.	BRANŞMAN KİTLERİ (REFNET JOINT) VE KOLEKTÖRLER (REFNET HEADER)	206
5.6.7.	KONTROL SİSTEMİ VE KUMANDA SEÇENEKLERİ	209

5.6.8.	VRV SİSTEM UYGULAMA ALANLARI	209
5.6.8.1.	Merkezi Sistem Uygulamaları	209
5.6.8.2.	Kat Bazında Merkezi Sistem Uygulamaları	221
5.6.8.3.	Yüksek Bloklar	221
5.6.8.4.	Villalar	221
5.6.10.	ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARI ...	222

VI. BÖLÜM

KLİMA SİSTEMLERİNİN

KARŞILAŞTIRMASI

6.1.	KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ	226
6.1.1.	SİSTEM DÜZEYİNDE SEÇİM	226
6.2	SEÇİM HEDEFLERİ	226
6.3	SİSTEM SEÇİMİNDE ÖNCELİK ..	227
6.4	KLİMA SİSTEMLERİ KARŞILAŞTIRMA TABLOLARI ..	229

VII. BÖLÜM

KLİMA UYGULAMALARI

GENEL NOTLARI

7.1.	KONUTLAR	319
7.1.1.	KONUTLARDA KLİMA	319
7.1.2.	KONUTLARDA HAVALANDIRMA	321
7.1.3.	KONUTLARDA MEKANİK HAVALANDIRMA	322
7.1.4.	KONUT MUTFAK HAVALANDIRILMASI	323
7.1.5.	KONUT BANYO VE TUVALET HAVALANDIRILMASI	324
7.1.5.1.	Evsel Aspiratörlerin Banyo ve Duşlarda Güvenli Kullanım Bölgeleri	329
7.1.5.2.	Konut Çamaşır Odası Havalandırması	329
7.1.5.3.	Sauna Havalandırması	329
7.1.6.	KONUTLARDA ENERJİ GERİ KAZANMA	330
7.1.7.	KAZAN DAİRELERİNİN HAVALANDIRMASI	330
7.2.	OFİS BİNALARI	330
7.2.1.	BAĞIMSIZ SİSTEMLERLE OFİS KLİMASI	331
7.2.2.	MERKEZİ SİSTEMLERLE OFİS KLİMASI	332
7.3.	OTELLER	346
7.3.1.	YATAK ODALARI	346

7.3.2.	GENEL (SOSYAL) HACİMLER	360	7.11.8.	DİĞER NEM ALMA CİHAZI	
7.3.3.	SERVİS ALANLARI		7.11.9.	TİPLERİ	397
7.3.4.	(ARKA ALANLAR)	360		NEM ALMA CİHAZI	
	OTELLERDE			MONTAJINDA VE	
	SOĞUK DEPOLAMA VE			İŞLETMEYE ALMADA	
	DEPO SICAKLIKLARI	361		DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR ..	399
7.4.	ALİŞVERİŞ MERKEZLERİ	361	7.12.	GARAJLAR	399
7.4.1.	DÜKKANLAR	361	7.12.1.	DOĞAL HAVALANDIRMA	400
7.4.2.	SÜPER MARKETLER	361	7.12.2.	MEKANİK HAVALANDIRMA	
7.4.3.	DEPARTMAN MAĞAZALARI	363		(CEBRİ HAVALANDIRMA)	400
7.4.4.	SÜPER MARKET UYGULAMA		7.12.3.	HAVALANDIRMA	
	NOTLARI	364		DÜZENLEMELERİ	400
7.4.5.	BÜYÜK ALİŞVERİŞ		7.12.4.	KARBON MONOKSİT	
	MERKEZLERİ	364		İKAZ SİSTEMLERİ	401
7.5.	ATRIÜMLAR	371	7.12.5.	HESAP YÖNTEMİ	402
7.5.1.	HAVADA SICAKLIK		7.13.	SİĞİNAKLAR	402
	TABAKALAŞMASI VE		7.13.1.	SİĞİNAK HAVALANDIRMASI	
	BACA ETKİSİ	371		KAPASİTESİ	403
7.5.2.	HVAC Sistemi	372	7.14.	TİCARİ MUTFAKLAR	403
7.5.3.	ATRIÜM HAVALANDIRMASI	372	7.14.1.	ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ	
7.6.	BÜYÜK TOPLANTI, FUAR,			MUTFAKLAR	403
	GÖSTERİ VE SPOR		7.14.2.	BÜYÜK MUTFAKLAR	408
	SALONLARI	374	7.14.3.	MUTFAKLAR İÇİN	
7.6.1.	GENEL	374		HAVA DEBİSİ	408
7.6.2.	ARENALAR VE SPOR		7.14.4.	YAPI İLE İLGİLİ ÖNLEMLER	410
	SALONLARI	374	7.15.	ÇAMAŞIRHANELER	411
7.6.3.	SİNEMA, TİYATRO VE		7.16.	HAYVAN BARINAKLARI	411
	KONSER SALONLARI	377	7.16.1.	TASARIM ESASLARI	411
7.6.4.	SERĞİ VE FUAR ALANLARI	377	7.16.2.	HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .	412
7.7.	EĞİTİM KURUMLARI	379	7.16.3.	TAVSİYE EDİLEN HAVA	
7.7.1.	OKULLAR	379		MİKTARLARI VE ŞARTLARI	413
7.7.2.	YÜKSEK OKUL VE		7.17.	SERALAR	413
	ÜNİVERSİTE ANFİLERİ	379	7.17.1.	NEM KONTROLÜ.....	413
7.7.3.	İLKOKULLAR	380	7.18.	HAVA PERDELERİ	413
7.7.4.	ANA OKULLARI VE YUVALAR ..	381	7.19.	FABRİKA VE	
7.8.	LOKANTALAR, CAFELER,			ATÖLYE KLİMASI	414
	BARLAR	383	7.20.	ENDÜSTRİYEL ORTAMLARIN	
7.9.	BANKA ŞUBELERİ	383		HAVALANDIRILMASI	421
7.9.1.	SİSTEMDEN BEKLENENLER	383	7.20.1.	ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA	
7.9.2.	ÖNERİLEN SİSTEM	384		ORTAMLARINDA SICAKLIK	
7.9.2.1.	Havalandırma	384		KONTROLÜ	421
7.9.2.2.	Isıtma	386	7.20.1.1.	Çatı Havalıkları	421
7.9.2.2.1.	Kanal Tipi Heat Pump Klimalarla		7.20.1.2.	Mekanik Genel Havalandırma	421
	Isıtma Alternatifi	386	7.20.1.3.	Mekanik Lokal veya	
7.9.2.3.	Soğutma	387		Noktasal Soğutma Havalandırması ..	423
7.10.	TELEVİZYON STÜDYOLARI	388	7.20.1.4.	Çıkış Ağızlarının Dizaynı	
7.11.	KAPALI YÜZME HAVUZLARI ..	390		Yerleşim ve Çıkış Hızı	423
7.11.1.	HAVANIN YÖNLENDİRİLMESİ ..	390	7.20.2.	KİRLETİCİ KONTROLÜ AMAÇLI	
7.11.2.	BUHARLAŞMA	391		GENEL HAVALANDIRMA	425
7.11.3.	GEREKLİ HAVA DEBİSİ	391	7.20.3.	ENDÜSTRİYEL EGZOZ	
7.11.4.	ÖRNEK PROJE	392		SİSTEMLERİ	
7.11.5.	KONDENZASYON OLUŞUMU	392		(LOKAL HAVALANDIRMA)	425
7.11.6.	ÖZEL YÜZME HAVUZLARI	392	7.20.3.1.	Davlumbaz	425
7.11.7.	KANALLI NEM ALICI KLİMA		7.20.3.2.	Kanallar	426
	SANTRALLERİ	396	7.20.3.3.	Egzoz Bacaları	426

7.20.3.4.	İtme-Çekme Tipi Lokal Havalandırma	426
7.21.	TEMİZ ODA VE HASTANELER ..	428
7.21.1.	TEMİZ ODALAR	428
7.21.2.	AMELİYATHANELERDE KLİMA SİSTEMİNE UYGUN MİMARİ ÖZELLİKLER	431
7.21.3.	HASTANELERDE KARANTİNA VE YOĞUN BAKIM ODALARI TESİSATI	433
7.21.3.1.	Karantina Odası Hava Akışı	433
7.21.3.2.	HEPA Filtre Kullanımı	435

VIII. BÖLÜM

HAVALANDIRMA VE KLİMA TESİSATININ MİMARİ TASARIM ÜZERİNE ETKİSİ .. 437

8.1.	KLİMA MERKEZİ PLANLAMASI	437
8.2.	MERKEZİ HAVALANDIRMA SANTRALLERİ PLANLAMASI ..	437
8.2.1.	SANTRALLERİN YAPISI	438
8.2.2.	SANTRALLERİN YER İHTİYACI ..	439
8.2.3.	SANTRALLERİN DÜZENLENMESİ	439
8.2.4.	SANTRALİN BODRUMDA BULUNMA DURUMU	439
8.2.5.	SANTRALİN ÇATIDA BULUNMA DURUMU	439
8.2.6.	SANTRALİN ARA KATTA BULUNMA DURUMU	440
8.2.7.	SANTRALLERDEN BİRİNİN BODRUMDA DİĞERİNİN ÇATIDA BULUNMA DURUMU	440
8.3.	TAZE HAVA VE EGZOZ MENFEZLERİ PLANLAMASI	440
8.3.1.	EGZOZ HAVASI ATIŞ MENFEZLERİNİN YERİ	441
8.3.2.	SU PERDESİ ÜZERİNDEN HAVA EMİŞİ	441
8.4.	BİNALARDA KANAL UYGULAMASI VE HAVA DAĞITIMI	443
8.4.1.	CEPHEDE VE BİNA ÇEKİRDEĞİNDE DÜŞEY KANAL UYGULAMASI ..	443
8.5.	HAVA KANALLARI UYGULAMA ALTERNATİFLERİ	444
8.5.1.	YATAY KANAL UYGULAMASI ..	444
8.5.1.1.	Tavan Altına Tespit Etme	444
8.5.1.2.	Yükseltilmiş Döşemede Montaj	444
8.5.2.	DİKEY KANAL UYGULAMASI ...	445
8.5.2.1.	Şaftlarda Montaj	445

IX. BÖLÜM

HAFTASONU EVLERİ, VİLLALAR

9.1.	ISITMA	449
9.1.1.	VİLLALARDA YAKIT SEÇİMİ	449
9.1.2.	KAZAN KAPASİTESİ VE ISITMA SİSTEMİNİN SEÇİMİ-BOYLER ÖNCELİKLİ ISITMA	449
9.1.2.1.	Boyer Öncelikli Isıtma Sayesinde Daha Küçük Kazanla Yüksek Konfor	449
9.1.2.2.	Isıtıcı Sistem Seçimi	451
9.1.2.3.	Hafta Sonu Evlerinde Isıtma ile İlgili Pratik Notlar	453
9.1.3.	ISITMADA ENERJİ EKONOMİSİ VE YAKIT TÜKETİMİNİ AZALTAN ÖNLEMLER	454
9.1.3.1.	Isı Yalıtımı Yapılması	455
9.1.3.2.	Otomasyon Sistemi	456
9.2.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ	456
9.2.1.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİNDE KULLANILAN KLASİK KOLEKTÖRLER	457
9.2.2.	YÜKSEK VERİMLİ KOLEKTÖRLER	457
9.2.3.	KUMANDA PANELİ VE KONTROL SİSTEMİ	459
9.2.4.	TERMOSİFON TİP HIZLI BOYLER	459
9.3.	ISI POMPALARI	459
9.4.	KLİMA	459
9.4.1.	ISIL KONFOR	459
9.4.2.	KLİMA SİSTEM SEÇİMİ	460
9.4.3.	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ (VRV) KLİMA SİSTEMLERİ	461
9.4.4.	OTEL ODASI KLİMALARI (ODA TİPİ PAKET KLİMALAR) ..	461
9.4.5.	DUVAR TİPİ SPLIT KLİMALAR ..	463
9.4.6.	KANAL TİPİ SPLIT KLİMALAR ...	463
9.4.6.1.	Baca Etkisi	464
9.4.6.2.	Villalarda Kanal Tipi Split Klima Uygulaması	464
9.4.6.3.	Esnek Kanal Kullanımı	464
9.5.	HAVALANDIRMA	465
9.5.1.	MUTFAK HAVALANDIRMASI	465
9.5.2.	BANYO VE TUVALET HAVALANDIRMASI	465
9.5.3.	ÇAMAŞIR ODASI HAVALANDIRMASI	466
9.5.4.	SAUNA HAVALANDIRMASI	466

	SAYFA		SAYFA
9.6.	BUZDOLAPLARI 466	11.3.2.	HAVA DAMPERLERİ VE ZEHİRLİ GAZ DEDEKTÖRLERİ .. 478
9.6.1.	BUZDOLAPLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ÖZELLİKLER 466	11.3.3.	SALDIRININ ALGILANMASI HALİ 478
9.6.2.	FAYDALI BİLGİLER 469	11.3.4.	KLİMA SANTRALLERİNDE FİLTRE KULLANIMI 478
9.6.3.	KULLANIM TAVSİYELERİ 469	11.3.5.	HAVA KANALLARINDA SIZDIRMAZLIK 483
X. BÖLÜM		11.4.	SIHHİ TESİSAT 483
YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT 471		11.5.	KAZAN DAİRELERİ 483
10.1.	YÜKSEK YAPILAR İÇİN GENEL TANIMLAR 471	11.6.	EĞİTİM VE PLANLAMA 483
10.2.	GENEL TEKNİK NOTLAR 471	XII. BÖLÜM	
10.3.	YÜKSEK YAPI NEDİR ? 473	YANGIN TESİSATI 485	
10.4.	YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MÜHENDİSİ İÇİN ÖNEMLİ BİRKAÇ HEDEF 473	12.1.	MİMARİ TASARIMDA YANGIN GÜVENLİĞİ 485
10.4.1.	BİNANIN SOĞUTMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ 473	12.1.1.	GİRİŞ 485
10.4.2.	ISITMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ 473	12.1.2.	BİNA YERLEŞİMİ 485
10.4.3.	HAVALANDIRMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ 473	12.1.3.	YANGIN KOMPARTİMANLARI .. 486
10.4.4.	ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN YÜKSELTİLMESİ 473	12.1.3.1.	Yangın Duvarları ve Düşey İç Kesiciler 486
10.4.5.	DİĞER HEDEFLER 473	12.1.3.2.	Döşemeler ve Yatay Kesiciler 486
XI. BÖLÜM		12.1.3.3.	Cepheler 487
KİMYASAL VE BİYOLOJİK TERÖRE KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER 475		12.1.3.4.	Çatılar 487
11.1.	GİRİŞ 475	12.1.4.	KAÇIŞ YOLLARI VE YANGIN MERDİVENLERİ 487
11.2.	BİYOLOJİK VE KİMYASAL SALDIRI SİLAHLARI 475	12.1.4.1.	Kaçış Yolları ve Yangın Merdivenleri 487
11.2.1.	BİYOLOJİK SİLAHLAR 475	12.1.4.2.	Yangın Merdiveni Sayısı 488
11.2.1.1.	Biyolojik Savaşın Tarihçesi 475	12.1.4.3.	Yangın Güvenlik Holü 489
11.2.1.2.	Şarbon (Antraks) 475	12.1.4.4.	Açık Yangın Merdivenleri 490
11.2.1.3.	Veba (Yersinia Pestis) 476	12.1.4.5.	Yangın Merdiveni Genişliği 490
11.2.1.4.	Botulinum Toksini 476	12.1.4.6.	Kaçış Merdiveni Özellikleri 491
11.2.1.5.	Çiçek (Variola) 476	12.1.4.7.	Kaçış Merdiveni Kapıları 491
11.2.2.	KİMYASAL SİLAHLAR 476	12.1.4.8.	Kaçış Yollarının Aydınlatılması 492
11.2.2.1.	Organizmaya Giriş Yolları 476	12.1.4.9.	Çıkış İşaretlemesi 492
11.2.2.2.	Penetrasyon Güçleri (Malzemelerin İçinden Geçebilme Gücü) 477	12.2.	DUMAN KONTROLÜ 493
11.2.2.3.	Dekontaminasyon (Zararlı Maddeleri Temizlemek) 477	12.2.1.	DUMAN YÖNLENDİRMESİ 493
11.3.	HAVALANDIRMA SİSTEMİ 477	12.2.1.1.	Duman Çekiş Bacaları 494
11.3.1.	HAVA ALIŞ AĞIZLARI 478	12.2.1.2.	Yangın ve Duman Damperleri 494
		12.2.2.	BASINÇLANDIRMA SİSTEMLERİ 494
		12.2.3.	ATRİUMLARDA DUMAN KONTROLÜ 495
		12.3.	SULU YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ 496
		12.3.1.	SABİT BORU HORTUM SİSTEMLERİ YANGIN DOLAPLARI 496
		12.3.2.	YAĞMURLAMA (SPRİNKLER) SİSTEMLERİ 497
		12.3.3.	YANGIN HİDRANTLARI 499
		12.3.4.	SÖNDÜRME TESİSATLARI İÇİN GEREKLİ SU MİKTARLARI 499

XIII. BÖLÜM

**MEKANİK TESİSATLARIN
SİSMİK KORUMASI** 501

13.1.	GİRİŞ	501
13.2.	TEMEL DEPREM BİLGİSİ	501
13.2.1.	DEPREM NEDİR?	501
13.2.2.	DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ VE ŞİDDETİ	502
13.2.3.	TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ	503
13.3.	TESİSATLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ	504
13.3.1.	TESİSATLARDAN KAYNAKLANAN DEPREM HASARLARI	504
13.3.2.	SİSMİK YÜKLERİN HESAPLANMASI	507
13.4.	TESİSATLARDA SİSMİK KORUMA UYGULAMALARI	508
13.4.1.	DÖŞEMEYE OTURAN EKİPMANLAR	508
13.4.2.	DUVARA BAĞLI EKİPMANLAR ..	514
13.4.3.	TAVANA ASILI EKİPMANLAR ...	516
13.4.4.	BORULAR	518
13.4.5.	HAVA KANALLARI	523
13.4.6.	ELEKTRİK TAVALARI VE DİĞER HATLAR	527
13.4.7.	KOLON BORULARI	528
13.4.8.	KAİDELER VE ATALET ŞASİLERİ	528
13.5.	SİSMİK KORUMAYLA İLGİLİ YÖNETMELİKLER	534
13.5.1.	ULUSLARARASI YÖNETMELİKLER	534
13.5.1.1.	İşlevsellik Performans Seviyesi	537
13.5.1.2.	Hemen Kullanım Performans Seviyesi	538
13.5.1.3.	Can Güvenliği Performans Seviyesi	538
13.5.1.4.	Riski Azaltılmış Performans Seviyesi	538
13.5.2.	YEREL YÖNETMELİKLER	539
13.5.3.	ŞARTNAME HAZIRLAMA ESASLARI	539

KAYNAKLAR	540
BİRİM VE BÜYÜKLÜKLER.....	541
SEMBOLLER	542
DENGE KABİ BOYUTLARI	543
EMNİYETİ VENTİLİ VE GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ	544
ÜRÜN KATALOGLARI	545

2. CİLT - İÇİNDEKİLER SAYFA

SAYFA

XIV. BÖLÜM YENİLENEBİLİR ENERJİLER VE ALTERNATİF SİSTEMLER 567

14.1. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ (G.E.S.) 567	
14.1.1. GÜNEŞ ENERJİSİNİN AVANTAJLARI 567	
14.1.2. KULLANIM SUYU ISITMASINDA GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ SİSTEMLERİ 569	
14.1.3. KULLANIM SUYU ISITMASIYLA BERABER ISITMA DESTEĞİ SAĞLAYAN GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ SİSTEMLERİ 570	
14.1.4. GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ 570	
14.1.5. GÜNEŞ ENERJİSİ BOYLERLERİ 573	
14.1.6. GÜNEŞ ENERJİSİ KONTROL PANELLERİ 573	
14.1.7. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİNDE OPTİMİZASYON 574	
14.1.8. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER 575	
14.2. RÜZGAR ENERJİSİ 584	
14.2.1. RÜZGAR GÜCÜNÜN ÖZELLİKLERİ 585	
14.3. ISI POMPALARI 586	
14.3.1. HAVA KAYNAKLI ISI POMPALARI 586	
14.3.2. SU KAYNAKLI ISI POMPALARI 588	
14.3.3. TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPALARI (GSHP) 588	
14.4. YAKIT HÜCRELERİ 590	
14.4.1. YAKIT HÜCRESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ VE TÜRLERİ 593	
14.4.2. YAKIT HÜCRESİ TÜRLERİ 593	
14.5. HİDROLİK ENERJİ 594	
14.6. JEOTERMAL ENERJİ 594	
14.7. DENİZ KÖKENLİ ENERJİLER .. 594	
14.8. BİOKÜTLE ENERJİ 594	
14.9. ISI DEPOLAYICILAR 594	
14.9.1. SICAK SU VE KAYNAR SU DEPOLAYICILAR 594	
14.9.2. UZUN SÜRELİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ 594	

XV. BÖLÜM ISITMA TESİSATI VE ENERJİ EKONOMİSİ 595

15.1. ISITMADA YENİLİKLER 595	
15.1.1. DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZANLARLA KAZAN DAİRELERİ 595	
15.2. ISITMA SİSTEMLERİ 598	
15.3. MERKEZİ ISITMA (BİNA ALTINDAN ISITMA) 598	
15.3.1. SICAK SULU ISITMA SİSTEMLERİ 598	
15.3.2. POMPALI SICAK SULU ISITMA SİSTEMLERİ 599	
15.3.3. TEK BORULU DAĞITMA SİSTEMLERİ 599	
15.3.4. ÇATI ISI MERKEZLERİNDE DAĞITIM VE TOPLAMA BİÇİMİNE GÖRE SİSTEMLER 600	
15.3.4.1. Üstten Dağıtım, Üstten Toplama Sistemleri 600	
15.3.4.2. Altan Dağıtım, Altan Toplama Sistemleri 600	
15.3.4.3. Üstten Dağıtım, Altan Toplama Sistemleri 604	
15.3.5. HAVA TAHLİYESİ 604	
15.3.5.1. Hava Ayırma 604	
15.3.5.2. Hava Atma 604	
15.3.6. SİSTEMDE DONMANIN ÖNLENMESİ 605	
15.4. BÖLGE ISITMASI (UZAKTAN ISITMA SİSTEMLERİ) 608	
15.4.1. TEK MERKEZLİ BÖLGE ISITMASI 609	
15.4.1.1. Boylerler Bina Altlarında 611	
15.4.1.2. Boylerler de Isı Dağıtım Merkezinde 611	
15.4.1.3. Bina Altlarında Dağıtım Cihazlı Sistem 612	
15.4.2. BORULARIN DÖŞENMESİ 612	
15.4.3. SICAK SULU BÖLGE ISITMASI ... 620	
15.4.3.1. Isı Merkezi 620	
15.4.3.2. Baca 620	
15.4.3.3. Blok Isı Merkezi (Eşanjör Dairesi) ... 623	
15.4.4. KAYNAR SULU BÖLGE ISITMASI 623	
15.4.4.1. Kaynar Su Sistemlerinin Basınçlandırılması 623	
15.5. ÇATI ISI MERKEZLERİ 625	
15.5.1. ÇATI ISI MERKEZLERİNİN AVANTAJLARI 630	
15.5.1.1. Kazan Dairesi Açısından 630	
15.5.1.2. Baca Açısından 630	

15.5.1.3.	Kazan Açısından	630
15.5.1.4.	Boru Tesisatı Açısından	630
15.5.2.	SİSTEMİN DEZAVANTAJLARI ...	630
15.5.3.	ÇATI ISI MERKEZİNİN EKONOMİSİ	631
15.5.3.1.	Örnek Yapı için Veriler ve Karşılaştırma Bilgileri	631
15.5.3.2.	Maliyet	635
15.5.3.3.	Sonuç	635
15.6.	DÖŞEMEDEN ISITMA	635
15.6.1.	DÖŞEMEDEN ISITMA BORULARI VE OKSİJEN DİFÜZYONU	635
15.6.2.	UYGULAMA	635
15.6.2.1.	Eleştiriler	638
15.6.2.2.	Avantajlar	638
15.6.3.	KULLANIM YERLERİ	638
15.7.	GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ISITMA SİSTEMLERİ	639
15.7.1.	GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE ÖNEMLİ ÖZELLİKLER	644
15.7.1.1.	Kapalı Devreli Sistem	644
15.7.1.2.	Pompalı (Zorlanmış) Dolaşımli Sistem	644
15.7.1.3.	Boyları Ayrık Sistem	644
15.7.1.4.	Kapalı Devrede Şebeke Suyu Kullanımı	644
15.7.1.5.	Otomatik Kontrol Özelliği	644
15.7.1.6.	Sistem Yapısı ve Uyumu	644
15.7.1.7.	Kolektörde Aranılan Özellikler	644
15.7.1.8.	Boylarda Aranılan Özellikler	645
15.7.2.	SOLAR OPTİMİZASYON	645
15.8.	SICAK HAVA İLE ISITMA SİSTEMLERİ	647
15.9.	SICAK HAVA PERDELERİ	648
15.10.	YAKLAŞIK ISI HESABI	648

XVI. BÖLÜM

ISITMA TESİSATI

ELEMANLARI	649
16.1. SICAK SU KAZANLARI	649
16.1.1. STANDART DOĞAL GAZ KAZANLARI	649
16.1.1.1. Standart Tip Atmosferik Brülörlü Doğal Gaz Kazanları	649
16.1.1.2. Standart Tip Üflelemeli Brülörlü Doğal Gaz Kazanları	649
16.1.2. MODERN DÜŞÜK SICAKLIK KAZANLARI (THERMOSTREAM)	650
16.1.3. DÖKÜM KAZANLAR	654
16.1.3.1. Esnek Döküm Kazanların Üstünlükleri	654

16.1.3.2.	Ecostream Üflelemeli Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar	661
16.1.3.3.	Ecostream Atmosferik Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar	661
16.1.4.	ÇELİK KAZANLAR	662
16.1.4.1.	Türbülatorsız Kazan Kullanılması ..	665
16.1.4.2.	Kendinden Yoğuşmalı Kazanların Kullanılması	665
16.1.4.3.	Ecostream Üflelemeli Brülörlü Çelik Kazanlar	665
16.1.4.4.	Türbülatorsız Üç Tam Geçişli Kazanlar (19.200 kW'a kadar)	666
16.1.5.	DUVAR TİPİ KOMBİ CİHAZLARI	668
16.1.5.1.	Kombilerin Yakıt Tüketimleri	669
16.1.6.	YOĞUŞMALI SICAK SU KAZANLARI	671
16.1.6.1.	Yoğuşmalı Kombiler	671
16.1.6.2.	Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar	672
16.1.6.3.	Kaskad Sistem (100- 2.500 kW)	674
16.1.6.4.	Kendinden Yoğuşmalı Döşeme Tipi Kazanlar	675
16.1.6.4.1.	Yeni Nesil Daralan Kesitli Mikro Türbülanslı Duman Boruları ..	675
16.2.	BRÜLÖRLER	678
16.2.1.	GAZ BRÜLÖRLERİ	678
16.2.1.1.	Atmosferik Gaz Brülörleri	678
16.2.1.2.	Üflelemeli Brülörler	678
16.2.1.2.1.	Brülör Verimi	679
16.2.1.2.2.	Yakıt Hava Karışımı	679
16.2.1.2.3.	Değişen Baca Çekişinden Etkilenmeyen Brülör	679
16.2.1.2.4.	Brülör Fanı	681
16.2.2.	SIVI YAKITLI BRÜLÖRLER	685
16.2.2.1.	Sıvı Yakıt Hatları	685
16.3.	ISITICI ELEMANLAR	685
16.3.1.	ÇIPLAK BORU ISITICILAR	685
16.3.2.	RADYATÖR SİSTEMİ	686
16.3.2.1.	Radyatör Sistemiyle İlgili Pratik Notlar	686
16.3.2.2.	Radyatör Seçimi	686
16.3.2.3.	Radyatör Miktarının Artırılmasının Yakıt Tüketimi ve Yatırım Maliyeti Üzerine Etkisi	687
16.3.2.4.	Termostatik Radyatör Vanası Kullanılması	689
16.3.3.	KONVEKTÖRLER	690
16.3.3.1.	Endüstriyel Tip Konvektörler (Sıcak Hava Apareyleri)	693
16.3.3.2.	Sekonder Havalı Sıcak Hava Menfezleri Sistemi	693
16.3.4.	RADYANT ISITICILAR	695
16.3.5.	YERDEN ISITMA	696
16.3.5.1.	Eleştiriler	697
16.3.5.2.	Avantajlar	697

16.3.5.3.	Yerden Isıtma ile İlgili Tavsiyeler	697
16.4.	GENLEŞME DEPOLARI	698
16.4.1.	AÇIK GENLEŞME DEPOLARI	698
16.4.1.1.	Genleşme Deposunun	
	Tesisata Bağlanması	698
16.4.2.	KAPALI GENLEŞME TANKLARI ..	698
16.4.2.1.	Kapalı Genleşme Tanklarının	
	Yararları	698
16.4.2.2.	Kapalı Genleşme Tanklarının	
	Tesisata Bağlanması	699
16.4.2.3.	Değişken Basıncılı	
	Kapalı Genleşme Tankları	699
16.4.2.4.	Sabit Basıncılı Sistemler	699
16.4.2.4.1.	Kompresör Kontrollü	
	Kapalı Genleşme Tankları	701
16.4.2.4.2.	Pompa Kontrollü	
	Kapalı Genleşme Tankları	701
16.5.	TORTU, PİSLİK VE HAVA	
	AYIRICILAR	701
16.5.1.	TESİSATTI HAVA	701
16.5.2.	TESİSATTI PİSLİK	701
16.5.3.	TORTU, PİSLİK VE	
	HAVA AYIRICI MONTAJI	701

XVII. BÖLÜM

ISITMA TESİSATININ MİMARİ TASARIMA ETKİSİ .. 703

17.1.	KAZAN DAİRELERİNİN	
	YAPIMI VE ISITMA MERKEZİ	
	PLANLAMASI	703
17.1.1.	ISITMA MERKEZİ	
	PLANLAMASI	703
17.1.1.1.	Kazanların Yerleşimi	703
17.1.2.	CİHAZ YERLEŞİMİ VE	
	HAVALANDIRILMASI	704
17.1.2.1.	A Tipi Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	704
17.1.2.2.	B Tipi Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	704
17.1.2.3.	B Tipi Fanlı Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	756
17.1.2.4.	C Tipi (Hermetik)	
	Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	756
17.1.3.	MERKEZ SICAK SU	
	KAZANLARI VE KAZAN	
	DAİRELERİ YERLEŞİMİ VE	
	HAVALANDIRMASI	756
17.1.3.1.	Doğal Gazlı Kazan Daireleri	756
17.2.	KAZAN DAİRELERİ	
	HAVALANDIRMA TEKNİĞİ	759
17.2.1.	KAZAN DAİRELERİNDE	
	TAZE DIŞ HAVA GEREKSİNİMİ ..	759

17.2.2.	KONUT KAZAN DAİRELERİNİN	
	DOĞAL HAVALANDIRILMASI	
	(1.000 kW Gücün Altında)	760
17.2.3.	KONUT KAZAN DAİRELERİNİN	
	MEKANİK HAVALANDIRILMASI	
	(1.000 kW Gücün Altında)	760
17.2.4.	BÜYÜK KAZAN DAİRELERİNİN	
	HAVALANDIRILMASI	
	(1.000 kW Gücün Üstünde)	760
17.3.	LPG KAZAN DAİRELERİ	762
17.3.1.	TOPRAK SEVİYESİNİN	
	ÜSTÜNDEKİ KAZAN DAİRELERİ ..	762
17.3.2.	TOPRAK SEVİYESİNİN	
	ALTINDAKİ HACİMLERDE	
	OLUŞTURULAN	
	KAZAN DAİRELERİ	762

XVIII. BÖLÜM

AKILLI BİNALAR VE OTOMATİK KONTROL

18.1.	ISITMA SİSTEMLERİNDE	
	OTOMATİK KONTROL NİÇİN	
	GEREKLİDİR?	765
18.1.1.	ISITICI VEYA TEKİL ODA	
	SICAKLIĞI KONTROLÜ	765
18.1.1.1.	Termostatik Radyatör Vanaları	765
18.1.1.2.	Yardımcı Güç Kullanan	
	Isıtıcı Kapasite Kontrol Elemanları ..	765
18.1.1.3.	Üfleli Konvektörlerin	
	Kapasite Ayarı	765
18.1.2.	ISITMA SİSTEMLERİNDE	
	KAZAN/KOMBİ CİHAZLARI	
	OTOMATİK KONTROLLERİ	765
18.1.2.1.	Kombi (Bireysel Isıtma)	
	Sistemlerinde Otomatik Kontrol	766
18.1.2.2.	Standart Kombilerde	
	Otomatik Kontrol	766
18.1.2.3.	Sıcak Su Kazanlarında	
	Otomatik Kontrol	766
18.1.2.4.	Logamatic Panel ile Otomasyon	767
18.1.2.4.1.	Binanın İzolasyon Durumuna Göre	
	Kazanın Çalışması	767
18.1.2.4.2.	Isıtma Sistemine Göre	
	Kazanın Çalışması	769
18.1.2.4.3.	Oda Sıcaklığına Göre	
	Kazanın Çalışması	769
18.1.2.4.4.	Çalışma Eğrisinin	
	Oda Sıcaklığına Göre	
	Otomatik Düzenlenmesi	769
18.1.2.4.5.	Çalışma Eğrisinde	
	Manuel Düzeltme	773
18.1.2.4.6.	Düşük İşletme Şekilleri	775
18.1.2.4.7.	Eğrinin Otomatik Adaptasyonu	775

18.1.2.4.8.	Optimizasyon (Açma-Kapama Zamanları Ayarlanması)	778
18.1.2.4.9.	Baca Gazı Sıcaklığı Kontrolü	779
18.1.2.4.10.	Sirkülasyon Pompası Kontrolü	779
18.1.2.4.11.	Dinamik Brülör Şalt Diferansı	779
18.1.2.5.	Kaskad (Birden Fazla Kazanlı) Sistemlerde Otomatik Kontrol	779
18.1.3.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ KONTROL PANELLERİ	779
18.1.3.1.	Güneş Enerjisi Sistemlerinde Optimizasyon	782
18.1.4.	UZAKTAN KONTROL VE BİNA OTOMASYONLARI İLE UYUM	783
18.2.	AKILLI BİNALAR	783
18.2.1.	BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ	783
18.2.1.1.	Otomasyon Sistemlerinin Yararları	783
18.2.2.	YANGIN ALGILAMA VE ALARM SİSTEMLERİ	784
18.2.3.	KARTLI GEÇİŞ SİSTEMİ VE ASANSÖRLER	784
18.2.4.	GÜVENLİK VE ALARM OTOMASYON SİSTEMLERİ	785
18.2.5.	KAPALI DEVRE TELEVİZYON SİSTEMLERİ	785
18.2.5.1.	Kapalı Devre Televizyon Sisteminin Yararları	785
18.2.5.2.	Kapalı Devre Televizyon Sistemleri Kullanım Alanları	785
18.2.6.	AYDINLATMA OTOMASYONU ..	786
18.2.7.	EV OTOMASYONU	786

XIX. BÖLÜM

ISI YALITIMI

787

19.1.	ISI YALITIMININ ÖNEMİ VE ETKİLERİ	787
19.2.	ISI YALITIM MALZEMELERİ VE ÖZELLİKLERİ	788
19.2.1.	ISI YALITIM MALZEMESİNDEN İSTENEN BAŞLICA ÖZELLİKLER	788
19.3.	BİNADA ISI YALITIMI UYGULAMALARININ DETAY ŞEMALARI VE DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR	788
19.3.1.	ISI YALITIMINA İLİŞKİN DETAY NOTLAR	788
19.3.2.	TOPRAK ALTI DIŞ DUVARLARDA VE TEMELLERDE ISI YALITIMI	791
19.3.3.	ZEMİNE OTURAN DÖŞEMEDE ISI YALITIMI	793

19.3.4.	ARA KAT DÖŞEMEDE ISI YALITIMI	793
19.3.5.	ÇATILARDA ISI YALITIMI	793
19.3.5.1.	Geleneksel Teras Çatı	793
19.3.5.2.	Ters Teras Çatı	794
19.3.5.3.	Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı	795
19.3.5.3.1.	Çatı Arası Kullanılmayan Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı	795
19.3.5.3.2.	Çatı Arası Kullanılan Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı	795
19.3.5.4.	Pencere ve Camlı Dış Kapılarda Isı Yalıtımı	796
19.3.5.5.	Radyatör Arkası Isı Yalıtımı	797
19.4.	TESİSATTA ISI YALITIMI	797
19.4.1.	TESİSATTA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMESİ ÖZELLİKLERİ	797
19.4.1.1.	Tesisatta Kullanılan Isı Yalıtım Malzemesinde Aranması Gereken Temel Özellikler	797
19.4.2.	VANA VE ARMATÜRLERDE YALITIM	798
19.4.3.	KLİMA TESİSATINDA YALITIM	799
19.4.4.	MERKEZİ SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN SİRKÜLASYON BORULARINDA ISI KAZANCI VE POMPALAMA ENERJİSİ	799
19.4.4.1.	Borulardaki Isı Kazancı	800
19.4.4.2.	Boru Isı Kazançlarının Yıllık Maliyeti	800
19.4.5.	TESİSAT YALITIMINDA GÖRÜLEN HATALAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	800
19.4.5.1.	Kritik Boru Çapı Hesabının Yapılmaması	800
19.4.5.2.	Yoğuşma Problemi Dikkate Alınarak Doğru Malzeme ve Uygun Yalıtım Kalınlığı Seçilmemesi	800
19.4.5.3.	Akışkan Sıcaklığına Uygun Malzeme Seçilmemesi	800
19.4.5.4.	Boru veya Armatürlerde Donmaya Karşı Gerekli Isı Yalıtım Kalınlığının Dikkate Alınmaması ya da Hiç Yalıtım Yapılmaması	800
19.4.5.5.	Mesnet ve Boru Geçişlerinde Titreşim ve Isı Köprülerine Dikkat Edilmemesi	800
19.4.5.6.	Beton ve Toprak İçerisinde Kalan Soğuk veya Sıcak Su Borularının Yalıtımına Dikkat Edilmemesi ya da Hiç Yalıtılmaması	800
19.4.5.7.	Vana ve Armatürlerin Yalıtılmaması	800

XX. BÖLÜM
SES YALITIMI 801

20.1.	SES VE TİTREŞİM YALITIMI ...	801
20.1.1.	KAZAN DAİRESİNDE	
	SES YALITIMI	801
20.1.2.	ISITMA TESİSATINDA SES VE	
	TİTREŞİM	802
20.1.2.1.	Kazan-Brülör-Baca Sistemi	802
20.1.2.2.	Sıcak Sulu Isıtma Devresi	804
20.1.3.	BİNA İÇ HAVALANDIRMA VE	
	İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE	
	GÜRÜLTÜ KONTROLÜ	806
20.1.3.1.	Oda Terminal Ünitelerinin Seçimi	806
20.1.3.2.	Kanal Sistemi Tasarımı	807
20.1.3.3.	Oda Etikisi	807
20.1.3.4.	Susturucular veya Paket Tipi	
	Sönümleyiciler	807
20.1.3.5.	Kanallardan Odaya Ses Yayımlı	807
20.1.3.6.	VAV Kutularından	
	Çevreye Yayılan Ses	807
20.1.4.	BİNA DIŞI HVAC	
	CİHAZLARINDAN YAYILAN	
	GÜRÜLTÜNÜN KONTROLÜ	808

XXI. BÖLÜM
BUHAR TESİSATI 809

21.1.	BUHAR KULLANIMI	809
21.1.1.	ÇAMAŞIRHANELERDE BUHAR	
	KULLANIMI	809
21.2.	BUHAR ÜRETİCİLERİ	809
21.2.1.	BUHAR JENERATÖRLERİ	812
21.2.1.1.	Üç Tam Geçişli	
	Hızlı Buhar Jeneratörü	812
21.2.2.	ALEV DUMAN BORULU	
	BÜYÜK HACİMLİ	
	BUHAR KAZANLARI	814
21.2.2.1.	Kompakt Duman Borulu Düşük ve	
	Yüksek Basıncılı Buhar Kazanları	815
21.2.2.2.	Üç Geçişli Türbülatorstüz	
	Yüksek Basıncılı Buhar Kazanları	815
21.2.2.3.	Üç Tam Geçişli Çift Yanma Odalı	
	Yüksek Basıncılı Buhar Kazanları	816
21.2.3.	BUHAR TESİSATI	
	ELEMANLARI	818
21.2.3.1.	Besi Suyu Devresi Elemanları	818
21.2.3.2.	Buhar Devresi Elemanları	819
21.2.3.3.	Kondens Devresi Elemanları	821
21.2.4.	ÜNİTE TEKNİĞİ	821
21.2.4.1.	Tam Degazyonlu Su Servis Ünitesi ..	821
21.2.4.2.	Kısmi Degazyonlu	
	Su Servis Ünitesi	822
21.3.	BUHAR TESİSATININ MİMARİ	
	PROJE ÜZERİNE ETKİLERİ	822

XXII. BÖLÜM
DOĞAL GAZ, LNG, CNG ve
LPG TESİSATI 823

22.1.	GAZ YAKITLAR	823
22.1.1.	DOĞAL GAZ	823
22.1.2.	LPG	823
22.1.3.	CNG VE LNG	823
22.2.	DOĞAL GAZ	823
22.2.1.	DOĞAL GAZIN VE	
	DOĞAL GAZLI	
	ISITMA SİSTEMLERİNİN	
	ÖZELLİKLERİ VE	
	ÜSTÜNLÜKLERİ	823
22.2.2.	DOĞAL GAZIN YANMA	
	ÖZELLİKLERİ	824
22.2.3.	DÜNYADAKİ DOĞAL GAZ	
	REZERVLERİNİN DAĞILIMI	826
22.2.4.	DOĞAL GAZIN MALİYETİ	826
22.2.5.	DOĞAL GAZ TESİSATI	826
22.3.	SIVILAŞTIRILMIŞ	
	PETROL GAZI (LPG)	827
22.3.1.	TEMEL BİLGİLER	827
22.3.1.1.	Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	827
22.3.1.2.	Yanma Özellikleri	828
22.3.2.	TÜP VE DEPODAN	
	GAZ ALMA MİKTARI	828
22.3.3.	BUHARLAŞTIRICILAR	829
22.3.3.1.	Sıvının Alınması ve Buharlaştırıcıda	
	Sıvının Buharlaşması	831
22.3.4.	LPG SİSTEMİ	831
22.3.4.1.	Tesisat Bölümlerinin ve	
	Elemanlarının Tanımları	834
22.3.5.	LPG TÜPLERİ	834
22.3.5.1.	14 kg'dan Büyük LPG Tüplerinin	
	Yerleştirilmesi	834
	İşletme Talimatları	840
22.3.6.	LPG DEPOLARI	840
22.3.6.1.	LPG Depolarının Yerleştirilmesi	840
22.3.6.2.	Kapalı Hacim LPG Deposu	
	Uygulamaları	847
22.3.6.3.	Açık Hava Depo Uygulamalarında	
	Depo Koruma Tedbirleri	850
22.3.6.4.	Toprak Altı Depoları	851
22.3.6.5.	TS 1446'ya Göre LPG Depoları	
	Yerleşimi	854
22.4.	LNG VE CNG	854
22.4.1.	CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz)	854
22.4.2.	LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)	854
22.4.2.1.	LNG Tankının Üzerindeki	
	Ekipmanlar	858
22.4.2.2.	LNG Tankının Kapasitesinin	
	Belirlenmesi	858
22.4.2.3.	LNG Maliyeti	858

XXIII. BÖLÜM

BACALAR 861

23.1. BACALAR	861
23.1.1. TARİHÇE	861
23.1.2. BACA NASIL ÇALIŞIR?	861
23.1.3. KULLANIMA GÖRE BACA ÇEŞİTLERİ	862
23.1.4. MALZEMESİNE GÖRE BACA TİPLERİ	862
23.2. BACA HESABI	863
23.2.1. HAZIR DİYAGRAMLAR VE TABLOLAR YARDIMI İLE BACA BOYUTLANDIRILMASI	864
23.3. BACA KONSTRÜKSİYONU	864
23.4. BİNA ETRAFINDAKİ RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMIN BACA YERLEŞİMİNE ETKİSİ ...	867
23.4.1. DUMAN KANALLARI VE BACALAR SIZDIRMAZ OLMALIDIR	870
23.4.1.1. Atmosferik Brülörlü Kazan Bacaları	877
23.4.1.2. Doğal Gazlı Şofben ve Kombi Bacaları	877
23.5. HERMETİK BACA SİSTEMLERİ	881
23.5.1. HERMETİK KOMBİLER VE ŞOFBENLER	881
23.5.2. YOĞUŞMALI KOMBİ VE KAZAN BACALARI	882
23.6. ŞÖMİNE BACALARI	883
23.7. BACA KUSMASI	883
23.8. BACALARLA İLGİLİ PRATİK NOTLAR	886

XXIV. BÖLÜM

SIHHİ TESİSAT PLANLAMASI VE ENERJİ EKONOMİSİ 887

24.1. SIHHİ TESİSATIN PLANLANMASI, YERLEŞİMİ	887
24.1.1. KONUTLARDAKİ ISLAK VE KURU HACİMLER	887
24.1.2. SIHHİ GEREÇ SAYILARININ BELİRLENMESİ VE YERLEŞİMİ ..	888
24.1.2.1. Sıhhi Gereç Yerleşim Ölçüleri	888
24.2. SIHHİ TESİSATTA YENİ KONULAR	889
24.2.1. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMLERİ	889
24.2.1.1. İçme Suyu Soğutucuları ve Elemanları	890

24.2.1.2. Merkezi ve Bireysel Sistemler	893
24.2.1.3. Merkezi Soğutulmuş İçme Suyu Sistemi Tasarımı	897
24.2.1.4. Örnek Hesap	898
24.2.2. ÇÖP BACALARI, ÇÖP ÖĞÜTME VE YOK ETME	899
24.2.2.1. Yerinde Çöp Yakma	900
24.2.3. ÇÖP ÖĞÜTÜCÜ ÜNİTELER	901
24.3. LEJYONER HASTALIĞI VE SIHHİ TESİSATTA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER	901
24.3.1. KULLANMA SICAK SUYU TESİSATINDA LEJYONER HASTALIĞI	901
24.3.2. LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROL YÖNTEMLERİ	903
24.3.3. LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROLÜ İÇİN TAVSİYELER ..	905
24.3.4. LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROL LİSTESİ	905
24.3.5. LEGİONELLA BAKTERİSİ VE TEMİZLİK	905
24.4. SIHHİ TESİSATTA ENERJİ EKONOMİSİ	906
24.4.1. Temiz Su Tesisatında Su Tüketimini Azaltmak	906
24.4.1.1. Mimari Tasarım Önlemleri	906
24.4.1.2. Daha Az Su ile Daha İyi El Yıkama	906
24.4.1.3. Mekanik Tasarımda Önlemler	908
24.4.1.3.1. Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları	908
24.4.1.3.2. Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları için Alınabilecek Önlemler	908
24.4.1.3.3. Klozet Seçimi	909
24.4.1.3.4. Pisuarlar ve Pisuar Muslukları	910
24.4.1.3.5. Genel	911
24.4.1.4. Uygulamada Yapılabilecekler	911
24.4.1.5. İşletmede Yapılabilecekler	912
24.4.2. SU DAĞITIM VE BASINÇLANDIRMA (Hidrofor) SİSTEMLERİNDE EKONOMİ	912
24.4.2.1. Su Dağıtım Sistemleri	912
24.4.2.2. Su Basınçlandırma Sistemleri	912
24.4.3. KULLANMA SICAK SUYU TESİSATINDA EKONOMİ	916
24.4.3.1. Kullanma Suyu Sıcaklığının Seçimi	916
24.4.3.1.1. Buhar Jeneratörleri Kondens Sisteminde Atmosfere Atılan Buharın Geri Kazanımı	916
24.4.3.2. Boyler Su Sıcaklığı Yükseldikçe Artan Enerji Kayıpları ...	918

24.4.3.3.	Mekanik Tasarımda Önlemler	918
24.4.3.4.	Kazan Seçimi	918
24.4.3.5.	Boylerler	921
24.4.3.6.	Dağıtım ve Sirkülasyon Boru Tesisatı	923
24.4.3.7.	Kullanma Sıcak Suyu Sirkülasyon Pompalarında Ekonomi	929
24.4.3.8.	Uygulamada Yapılabilecekler	930
24.4.3.9.	İşletmede Yapılabilecekler	930
24.4.3.10.	Elektrikli El Kurutucuları ve Diğer Çevreci Uygulamalar	930
24.4.3.11.	Güneş Enerjisi Kullanımı	936
24.5.	SIHHİ TESİSATTA GÜRÜLTÜ ...	937
24.5.1.	SIHHİ TESİSATTA GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI VE TANIMLARI	937
24.5.1.1.	Armatür Gürültüsü	937
24.5.1.2.	Dolma Gürültüsü	937
24.5.1.3.	Akış Sesi	938
24.5.2.	SESE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER	938
24.5.3.	PİS SU TESİSATINDA GÜRÜLTÜ	939
24.5.3.1.	Borulara Ses Yutucu Kılıf Geçirilmesi	939
24.5.3.2.	Ses Emici Tesisat Bacası Yapılması	939
24.5.3.3.	Düşey Pis Su Borusu Taşıyıcıları ve Kelepçeleri	940

XXV. BÖLÜM SIHHİ TESİSAT ELEMENLARI

25.1.	LAVABOLAR	941
25.1.1.	LAVABO MONTAJ CİVATASI	942
25.1.2.	LAVABO MONTAJ TIRNAĞI	942
25.1.3.	LAVABO KONSOLU	942
25.1.4.	ARMATÜRLER	943
25.1.4.1.	Tek Gövdeli Ankastr Lavabo Bataryası	943
25.1.4.2.	Üç Gövdeli Ankastr Lavabo Bataryası	943
25.1.4.3.	Duvar Bataryası	943
25.1.5.	SIFON BAĞLANTISI	943
25.1.6.	AYNA	943
25.1.7.	FAYANS DÖŞEMESİ	943
25.2.	KLOZETLER (HELALAR)	944
25.2.1.	ALAFRANGA HELALAR (Klozetler)	944
25.2.1.1.	Ayaklı Klozetler (Yere Oturan Klozetler)	944
25.2.1.2.	Duvara Asılı (Ayaksız) Klozetler (Asma Klozet)	948

25.2.1.3.	Duvara Asılı (Ayaksız) Klozetlerin Montajı	948
25.2.2.	HELA TAŞLARI	952
25.2.3.	KLOZET YIKANMASI	952
25.2.3.1.	Flaş Yıkamalı Klozetler (Düşük Su Seviyeli Klozetler)	952
25.2.3.2.	Derin Yıkamalı Klozetler (Yüksek Su Seviyeli Klozetler)	952
25.2.3.3.	Emişli Klozetler	952
25.2.4.	TAHARET MUSLUKLARI	952
25.2.5.	REZERVUARLAR	952
25.2.5.1.	Yüksek Seviyeli Rezervuarlar	952
25.2.5.2.	Orta Seviyeli Rezervuarlar ve Takım Rezervuarlar	952
25.2.5.3.	Bas Rezervuar	954
25.2.5.4.	Ayakla Kumanda Rezervuarlar	955
25.3.	PİSUARLAR	955
25.3.1.	SIRA PİSUARLAR	955
25.3.2.	ÇANAK PİSUARLAR	956
25.4.	BİDELER	956
25.4.1.	AYAKSIZ BİDE MONTAJI	956
25.5.	BANYO KÜVETLERİ	957
25.5.1.	YATMALI BANYO KÜVETLERİ (Boy Küveti)	957
25.5.1.1.	Serbest Duran Küvetler (Dolma kapasiteleri 105 ile 135 litre arası)	958
25.5.1.2.	Gömme Küvetler (Dolma kapasiteleri 135 ile 190 litre arası)	958
25.5.1.3.	Kabın Küvet	958
25.5.1.4.	Oturmalı Banyo Küvetleri	958
25.5.2.	BANYO KÜVETLERİNİN MONTAJI	961
25.5.3.	KÜVETLERDE KULLANILAN ARMATÜRLER	962
25.5.3.1.	Ankastr Banyo Bataryaları	962
25.5.3.2.	Yarı Ankastr Banyo Bataryaları	962
25.5.3.3.	Banyo Bataryaları	962
25.6.	DUŞLAR	962
25.6.1.	EL DUŞLARI	963
25.6.2.	DUŞ BAŞLIĞI	963
25.6.3.	SÜRGÜLÜ DUŞLAR	963
25.7.	MUTFAK EVİYELERİ	963

XXVI. BÖLÜM
TEMİZ SU TESİSATI 967

26.1.	SUYUN ARITILMASI	967
26.1.1.	FİLTASYON	967
26.1.1.1.	Süzme Yöntemi ile Ön Filtrasyon	967
26.1.1.2.	Filtrelerin Tıkanması ve Basınç Kaybı	967
26.1.1.3.	Bulanıklık-Berraklık	969
26.1.1.4.	Hassas Filtrasyon	969
26.1.1.5.	Elek Filtreler	969
26.1.1.6.	Kartuş Filtreler	969
26.1.1.7.	Mum Tipi Kartuşlar	969
26.1.1.8.	Membranlı Filtreler	969
26.1.1.9.	Filtre Yatakları ile Filtrasyon	969
26.1.1.10.	Basınç Altındaki Filtreler	969
26.1.2.	SU YUMUŞATMA	969
26.1.3.	KLORDAN, RENKTEN VE KOKUDAN ARINDIRMA	970
26.1.3.1.	Aktif Karbon	970
26.1.3.2.	Değişebilen Kartuşlu Filtreler	970
26.1.3.3.	Yıkınabilir Filtreler	970
26.1.3.4.	Temel Kullanımlar	970
26.1.4.	BAKTERİYOLOJİK ARITMA	970
26.1.4.1.	Klor ve Türevleriyle Yapılan Oksidasyon	970
26.1.4.2.	Kritik Nokta (Break Point)	970
26.1.4.3.	Ultraviyole Cihazı	970
26.2.	TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI ..	970
26.2.1.	SUYUN DEPOLANMASI	971
26.2.1.1.	Depo İçi	972
26.2.1.2.	Pis Su Çukuru	972
26.2.1.3.	Bağlantı Nozulları	973
26.2.2.	SUYUN BASINÇLANDIRILMASI	977
26.2.3.	HİDROFORLAR	977
26.2.4.	TEMİZ SU TESİSATI	978
26.2.4.1.	Bina Bağlantı Hattı	979
26.2.4.2.	Su Saygıları	979
26.3.	TEMİZ SICAK SU TESİSATI	979
26.3.1.	TEKİL (Lokal) SU ISITICILARI	979
26.3.1.1.	Gazlı Şofbenler	979
26.3.1.2.	Elektrikli Termosifonlar	980
26.3.1.3.	Kombiler	980
26.3.2.	GÜNEŞLE SICAK SU HAZIRLANMASI	981
26.3.3.	MERKEZİ KULLANMA SICAK SUYU SİSTEMLERİ	981
26.3.3.1.	Merkezi Boylerli Sistemlerin Avantajları	981
26.3.3.2.	Merkezi Boylerli Sistemlerin Dezavantajları	984
26.3.3.3.	Boyerli Tipleri	984
26.3.4.	KULLANMA SICAK SUYU DAĞITIM TESİSATI	984

26.3.4.1.	Sirkülasyon Hattı	985
26.3.5.	SICAK SU İHTİYACI VE SICAKLIĞI	985

XXVII. BÖLÜM
TEMİZ SU TESİSATI EKİPMANLARI 999

27.1.	BORULAR	999
27.1.1.	BAKIR BORULAR	999
27.1.2.	PLASTİK BORULAR	999
27.1.2.1.	Polivinylchlorid (PVC) Borular	1000
27.1.2.2.	Poliyeten (PE) Borular	1000
27.1.2.3.	Polipropilen (PP) Borular	1001
27.1.3.	DUKTİL DEMİR BORULAR	1001
27.2.	ARMATÜRLER	1001
27.2.1.	AYIRMA VANALARI	1001
27.2.2.	MUSLUKLAR	1001
27.2.2.1.	Akış Kontrollü (Kendiliğinden Açılan ve/veya Kapanan Otomatik) Musluklar	1002
27.2.2.2.	Su Akış Miktarı Regülatörleri	1002
27.2.2.3.	Emniyet Armatürleri (Basınç Düşürücüler)	1002
27.2.2.4.	Çek Valfler	1002
27.2.2.5.	Havallıklar ve Vakum Kırıcılar	1002
27.2.2.6.	Şok Absorberler	1002
27.3.	TESİSATIN DOLDURULMASI VE TESTİ ...	1002

XXVIII. BÖLÜM
PİS SU TESİSATI 1003

28.1.	PİS SU TESİSATI TASARIM İLKELERİ	1004
28.1.1.	GENEL	1004
28.1.2.	YAĞMUR TESİSATI TASARIM İLKELERİ	1004
28.1.3.	PİS SU TESİSATI VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ TASARIM İLKELERİ	1005
28.1.4.	GARAJ DRENAJ VE HAVALIK SİSTEMLERİ TASARIM İLKELERİ	1005
28.2.	PİS SU BORULARINDA HAVALANDIRMA GEREKSİNİMİ	1005
28.2.1.	HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ	1007
28.2.1.1.	Ana Havalandırma Kolonu ile Havalandırma, HL	1010
28.2.1.2.	Yardımcı Havalandırma Kolonu ile Havalandırma, NL	1010
28.2.1.3.	Müşterek Havalandırma, UL	1011

28.2.1.4.	Yön Değiştirmeler, UGL	1011
28.2.1.5.	Bağımsız (Sekonder) Havalandırma, SEL	1011
28.2.2.	YÜKSEK YAPILARDA PİS SU TESİSATI VE HAVALANDIRMASI	1013
28.3.	YAĞMUR SUYU TESİSATI	1013
28.3.1.	YAĞMUR SUYU KOLONLARI ...	1013
28.3.2.	BORU KELEPÇELERİ	1013
28.3.3.	ÇATI OLUĞU	1013
28.3.4.	OLUK TUTUCU	1013
28.3.5.	OLUK AĞZI	1013
28.3.6.	YUVARLAK DİRSEKLER	1014
28.3.8.	KÖŞE OLUK	1014
28.3.8.	OLUK SON PARÇASI	1014
28.3.9.	REDÜKSİYON BORU	1014
28.3.10.	DESTEK BORUSU	1017
28.4.	TESİSATIN DENENMESİ	1017
28.4.1.	SU DENEMESİ METODU	1018
28.4.2.	HAVA DENEMESİ METODU	1018
28.4.3.	İŞLETME DENEMESİ	1018
28.5.	PİS SU BORULARI VE BAĞLANTI PARÇALARI	1018
28.5.1.	PİK BORULAR	1018
28.5.2.	BETON BORULAR	1019
28.5.3.	SERT PVC BORULAR	1019
28.6.	BİNA DIŞI BAĞLANTI (DRENAJ) SİSTEMLERİ	1019
28.6.1.	DRENAJIN KANALİZASYONA BAĞLANTISI	1020
28.6.2.	DRENAJ HATTININ HAVALANDIRILMASI	1021
28.6.3.	DRENAJ HATLARININ YATAKLANMASI	1022
28.6.4.	TOPRAK ALTI DRENAJİ	1023
28.6.5.	DRENAJ HATLARININ TESTİ	1023

XXIX. BÖLÜM

PİS SU TESİSATI

ELEMANLARI

29.1.	SÜZGEÇLER	1025
29.1.2.	AVLU SÜZGEÇLERİ	1026
29.2.	RÖGARLAR, KONTROL VE TEMİZLEME KAPAKLARI	1028
29.2.1.	YAŞ RÖGARLI SİSTEM	1028
29.2.2.	KURU RÖGARLI VE TEMİZLEME KAPAKLI SİSTEM	1028
29.2.3.	AĞAÇ IZGARALARI	1030
29.3.	PİS SUYUN POMPALANMASI	1031
29.3.1.	GERİ TAŞMAYA KARŞI ÖNLEM	1032

29.4.	ATIK SU ARITMA	1032
29.4.1.	FİZİKSEL ARITMA	1033
29.4.1.1.	Izgaralar	1033
29.4.1.2.	Elekler	1033
29.4.1.3.	Kum ve Yağ Tutucular	1033
29.4.1.4.	Filtreler	1033
29.4.1.5.	Yüzdürme Sistemleri	1034
29.4.1.6.	Çamur Susuzlaştırma	1034
29.4.2.	BENZİN AYIRICILAR	1034
29.4.2.1.	Klasik Tip Mineral Hafif Sıvı Ayırıcılar (Benzin Ayırıcılar)	1034
29.4.2.2.	Çarpmalı Ayırıcılar	1035
29.4.2.3.	Genel İşletme Kuralları	1037
29.4.2.4.	Kompakt Pis Su Çukuru ve Pompalı Modüler Çamur Tutma ve Benzin Ayırma Sistemleri	1038
29.4.3.	YAĞ AYIRICILAR	1038
29.4.3.1.	Giriş Hattı	1038
29.4.3.2.	Çamur Tutucu	1038
29.4.3.3.	Yağ Ayırıcı	1038
29.4.4.	KİMYASAL ARITMA	1039
29.4.4.1.	Adsorpsiyon	1040
29.4.4.2.	Oksidasyon	1040
29.4.4.3.	Koagülasyon + Şokülasyon + Çöktürme	1040
29.4.4.4.	Dezenfeksiyon	1040
29.4.5.	BİYOLOJİK ARITMA	1040

XXX. BÖLÜM

LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTAKİ ALINABİLECEK ÖNLEMLER

30.1.	LEJYONER HASTALIĞI	1041
30.1.1.	GİRİŞ	1041
30.1.2.	BİREYLERİN ETKİLENMESİ	1042
30.1.3.	TESİSATTAKİ LEGIONELLA BAKTERİSİ POTANSİYELİ OLAN YERLER	1043
30.1.4.	KULLANMA SUYU SİSTEMLERİ	1044
30.1.5.	LEGIONELLA BAKTERİSİ DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ	1044
30.1.6.	SİHİİ TESİSATTAKİ KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON SICAKLIĞININ YÜKSEK SEÇİLMESİ HALİNDEKİ SAKINCILAR	1046
30.1.7.	SİSTEMLERDE LEGIONELLA BAKTERİSİ RİSKİ	1046

30.1.7.1.	Güneş Enerjisi ile Su Isıtma Sistemlerinde	1046
30.1.7.2.	Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde	1046
30.1.7.3.	Soğutma Kuleleri ve Buharlaştırma Kondenserlerinde	1046
30.1.8.	SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM	1048
30.1.8.1.	Bakım	1048
30.1.8.2.	Acil Dezenfeksiyon Prosedürü	1049
30.1.9.	DİREKT BUHARLAŞMALI HAVA SOĞUTUCULAR (Evaporatif Soğutucular)	1049
30.1.10.	NEMLENDİRİCİLER	1050
30.1.11.	KLİMA SANTRALLERİ VE FAN COILLER	1050
30.1.12.	LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER	1050
30.1.12.1.	Kullanma Suyu Tesisatı	1050
30.1.12.2.	Soğutma Kuleleri ve Buharlaştırma Kondenserler	1055
30.1.12.3.	Nemlendiriciler	1056
30.1.12.4.	Klima Santralleri ve Fan Coiller	1056
30.1.12.5.	Direkt Buharlaştırma Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)	1057
KAYNAKLAR		1060
BİRİM VE BÜYÜKLÜKLER		1061
SEMBOLLER		1062
DENGE KABİ BOYUTLARI		1063
EMNİYETİ VENTİLİ VE GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ		1064
ÜRÜN KATALOGLARI		1065

I. BÖLÜM

TESİSAT TASARIMINDA MİMARİ - TESİSAT İLİŞKİLERİ

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

Yapılarda tesisat deyince akla; sistem seçin, monte edilen cihazların detayları, seçilen sistemin çalışabilmesi için cihazların monte edileceği yerlerin belirlenmesi gibi konular gelir.

Gerekli olan mekanik tesisat sisteminin seçiminde 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 seçim kriterleri içinde çok daha önemli bir yer edinmiştir.

1.1. TESİSATTA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN GENEL ÖNEMLİ BAŞLIKLAR

- a. Binanın soğutma ihtiyacının en aza indirilmesi:
 - Bina içinde ısı yayan sistem ve cihazların (aydınlatma, bilgisayar, faks, kesintisiz güç kaynakları, buzdolapları, su soğutucular vb) seçiminde enerji tüketimleri ve ısı yama kapasitelerinin olabildiği kadar en düşük olanlarının 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.
- b. Isıtma ihtiyacının en aza indirilmesi:
 - 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 yoğunmalı kazanlar ve oransal brülörler kullanılması birkaç örnek olabilir.
- c. Havalandırma ihtiyacının en aza indirilmesi:
 - 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.
 - Binalarda yaşayanların en çok havasızlıktan şikayetçi oldukları unutulmamalıdır. Dolayısıyla havalandırma ihtiyacının en aza indirilmesi “taze hava miktarını azaltmak” olarak algılanmamalıdır.
- d. Enerji verimliliği en üst düzeyde hedeflenmelidir (Sihhi tesisat, ısıtma, klima, elektrik tesisatları dahil tüm sistemlerde).
- e. İç hava kalitesi.
- f. Su tasarrufu.
- g. Hidrolik ve havalandırma sistemlerinin doğru boyutlandırılması.
- h. Bina otomasyonu ve kontrol sistemleri.
- i. Ömür boyu (ya da uzun süreli) maliyet analizi tesisat mühendisleri için yüksek yapıların projelendirilmesi sırasında göz önüne almaları gereken önemli başlıklardır.

1.2. TASARIM AŞAMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Mühendis, gerçek bir yapı dizaynı için ön etütlerini çok iyi yapmalıdır. Yapının dökümanları (tatbikat projeleri ve spesifikasyonlar) bir takım çalışmasının eseridir. Genellikle mimar için baş koordinatörü ve yöneticisidir. Ancak bazı çok tecrübeli mal sahibi veya yatırımcılar için başında HVAC danışmanlarını seçerek bu kadrolarıyla çalışmayı tercih ederler. Tasarımcılar açısından ise konulan fiyat mertebeleri, alternatif sistemlerin çalışarak bir sistem seçim raporu hazırlanmasına bazı limitler getirir.

1.2.1. PROGRAM FAZİ

Mekanik tesisat mühendisi çalışmaya başlamadan önce yapının ihtiyaç programının yapılması gereklidir. Bu program iş sahibi ve onun danışmanı tarafından hazırlanmalıdır. Yapıda kullanılacak hacimlerin listesi ve alanları ve inşaat ön bütçesi mimar tarafından hazırlanarak mal sahibine sunulur.

Ayrıca mimar belediye, sular idaresi, gaz, yangın vs resmi makamlardan onay olacak bir konsept projesini hazırlar.

Yapının ihtiyaç programı yapılırken aşağıdaki hususlar göz önünde tutulmalıdır:

- Yapının ilk ve ileriye yönelik kullanılış şekli için mal sahibi düşünce ve stratejisi
- İnşaat alanının coğrafi oturumunu, yollarla bağlantısı ve yapı ile ilgili kodlarının tespiti
- Binanın inşaatı alanı, yüksekliği, kat sayısı, iç ulaşımı çatı ve duvar kaplama malzemeleri ve cephe kaplama tip ve miktarı
- Mal sahibinin ilk yatırımının ve işletme masrafları bütçesi
- Yapıdaki toplam çalışan sayısı dağılımı, sirkülasyonu
- Mimari konsept projeleri

Bazı durumlarda bu bilgilerin tamamı hazır olmayabilir. Tasarım mühendisi işe başlamadan önce bu bilgileri temin etmelidir. Aksi durumda binaya uygun olmayan sistemler tasarlanabilir.

Mimarın yapı ihtiyaç programını hazırladığı dönemde mekanik tasarımcı yerel hava şartlarını ve alt yapı ihtiyaçları için gerekli doneleri hazırlamakla görevlidir. Hazırlanacak doneler aşağıda belirtilmiştir:

- Maksimum, ortalama maksimum ve dizayn maksimum dış hava kuru termometre sıcaklığı
- Isıtma ve soğutma derece - saat değerleri
- Güneş radyasyon değerlerinin aylık dağılımı
- Maksimum ve ortalama rüzgar hızları ve yönü
- Aylık güneşli günlerin tespiti
- İnşaat alanı şartlarının tespiti, toprak yapısı, su durumu ve enerji temini
- Yapıdaki ısıtma, soğutma, güvenlik ve yangın için gerekli kodların çıkartılması

Yapıda sağlanacak iç hava şartları şöyle özetlenebilir:

- Kuru ve yaş termometre sıcaklığının günlük kullanım saatlerinde, gece kullanım saatlerinde ve gece boş saatlerde
- Havalandırma şartları
- İç hava kalitesinin kabul edilebilir olması
- İç hacmin yüklerinin çok fazla olması ses ve titreşimden korunan mahaller, rutubeti kontrol edilen bölgeler ve yedekleme istenen bölgeler gibi özel şartlar istenen bölümlerin tespiti

Hacimlerin fonksiyonel kullanım şartlarının bilinmesi uygun bir HVAC sistemi ve buna entegre bir kontrol sistemi kurulabilmesi açısından çok önemlidir. Çünkü sistem seçiminde klima sistemleri kabiliyetleri istenen hava şartlarını sağlayabilmesi açısından değerlendirilir ve mukayese edilebilirler.

1.2.2. TASARIM SAFHASI

Bu aşamada yapıya uygun, istenen iç hava şartlarını sağlayabilecek sistemlerin seçimleri ve mukayeseleri yapılır. Yapıya uygulanabilecek sistemlerin, cihazları için

gereken alanlar, kanal ve borular için gerekli asma tavan yükseklikleri, kullanılacak yakıt türü ve bunun için gerekli alanlar tespit edilmelidir. Ayrıca sistemlerin mimari ve statik yapıya uygunluğu, ilk yatırım ve işletme masrafları kabaca mukayese edilerek aydınlatma ses ve vibrasyonun iç şartlara etkileri gözden geçirilmelidir.

Yapının çalışma saatleri ve buna göre işletme giderleriyle ilk yatırım bedeli bütün sistemler için hazırlanmalı sistemlerin avantaj ve dezavantajları ortaya konularak mal sahibi onayına sunulurken mal sahibi ve danışmanı ile yapılacak görüşmeler sonunda uygulanacak sistemlere karar verilmelidir.

1.2.3. ÖN PROJE

Ön proje safhasında yapıda kullanılacak mekanik sistemler mimari ve statik projeler ile koordine edilerek potansiyel çalışmalar giderilmeye çalışılır. Bu detaylı çalışmalar mekanik ve elektrik sistemlerinin yapının sınırları, planları ve özel hacimleri nedeniyle mimar, statik mühendisi, makina ve elektrik mühendisleri dışında yangın akustik, sismik, mutfak gibi danışmanların da katılımlarını gerektirir. Ön tasarım safhasında hazırlanan ve iş sahibi onayı alınan raporda verilen tasarım şartları (kış/yaz, iç/dış sıcaklıklar) birim hava değişim katsayıları, birim alana verilecek dış hava miktarları metre karede bulunan insan sayısı, birim egzoz hava debisi, nem kontrolü ve aydınlatma yükleri vs değerler yenilenerek toplam değerler bulunmalı ve projeler buna göre yapılmalıdır.

Yapının;

- Isı Kaybı (kcal/h veya kW)
- Isı Kazancı (kcal/h veya kW)
- Taze Hava Miktarı (m³/h-litre/saniye)
- Sirküle Edilecek Hava Miktarı (m³/h-litre/saniye)
- Egzoz Edilecek Hava Miktarı (m³/h-litre/saniye)
- Toplam Soğutma ve Isıtma Yükü (kcal/h-kW)
- Sıcak Su İhtiyacı (l/h, m³/gün)

gibi ana değerlerinin hesabı yapılmalıdır. Bu değerler elde edildikten sonra, yapıda tesisat için gerekli tesisat hacimleri, şaşırtlar ve bu elemanların mimari proje üzerindeki yerleri ve katları (mimari tasarım yetkilisi ile mutabık kalınarak) saptanmalıdır.

Bu aşamadan sonra uygulama ve detay projeleri problemsiz olarak yapılacaktır.

1.2.3.1. Kat Yüksekliği

Türkiye’de imar durumu genel olarak yapıların üst kotunu tayin edecek şekilde verildiğinden, izin verilen kota olabildiğince çok kat yerleştirebilmek için kat yüksekliğini en aza indirmek genel bir tutumdur.

Oysa kat yüksekliğinin yapının cinsine ve uygulanacak tesisat sistemine göre tespit edilmesi şarttır. Herhangi bir asma tavanın veya herhangi bir yükseltilmiş döşemenin söz konusu olmadığı yapılarda (yalnızca ısıtma sisteminin uygulandığı konut blokları gibi) döşemeden döşemeye üç metrelik bir kat yüksekliği yeterli olabilir.

Oysa kat alanı çok büyük olmamak şartıyla, hava kanallı bir sistemin uygulanacağı yapılarda, gerekli asma tavan boşluğu yaklaşık 600 mm'dir. Bu değere 100 mm kaplama ve döşeme kot hatası, 50 mm asma tavan kalınlığı, 500 mm döşeme kalınlığı ilave edildiğinde, 2,6 m net kat yüksekliği için istenen kat yüksekliği 3,85 m olarak ortaya çıkar. Sprinkler ve gömme aydınlatma armatürünün söz konusu olduğu ofis yapılarında, döşemeden döşemeye 4 m kat yüksekliğine ihtiyaç olabilir. Bu değer ancak plaka döşeme/asmolen/kaset döşeme gibi kiriş yüksekliğini azaltan sistemlerle ve daha alçak yaşam mahalleri kabulüyle aşağı çekilerek, döşemeden döşemeye 3,6 m kat yüksekliğine ulaşılabilir.

1.2.3.2. Asma Tavan Yüksekliği

Yapılarda bırakılan asma tavan yükseklikleri shaft konumlarına ve uygulanan sisteme bağlıdır. Yaklaşık 600 m² kat alanına sahip ofis binalarında,

- Statik ısıtılmalı VAV sistemi kullanılıyorsa net asma tavan içi yüksekliği 500-600 mm arasında olmalıdır.
- Primer devreli, tavan tipi fan coil sistemlerinde ise asma tavan net yüksekliği 500 mm olmalıdır.
- Amerikan sistem klima (Kanal Tipi Split Klima ve Panel Radyatör) sisteminde ise 350-400 mm asma tavan yüksekliği olmalıdır.
- Otellerde yatak katlarının altındaki katın (yatak katlarının tesisat dağıtım ve toplamalarının yapılabilmesi için) asma tavan boşluğu daha yüksek bırakılır. Bu durumda; özellikle pis su tesisatından gelen ses, temiz su ve pis su kaçakları, tıkanan tesisatların servis ihtiyaçları nedeniyle; yatak katlarının sorunları alttaki katı rahatsız eder. Bunun yerine ilk yatak katı altında tesisat dağıtım ve toplamalarının yapılabilmesi için galeri kat yapılması işletme açısından daha doğrudur.

Ayrıca yatak odaları pis su toplamaları mümkün olduğu kadar kendi katında duvar içinde yapılmalı problem olduğunda tek oda servis dışı bırakılmalıdır.

İki yatak odası arasında koridora kapısı olan bir shaft olmalı, tüm vanalar, fan coil otomatik vanaları, pis su temizleme kapakları bu bölüm içine yerleştirilmelidir.

1.2.3.3. Kazan Daireleri

Kazan daireleri; kazan (veya kazanlar) dolaşım pompalarının gidiş/dönüş kolektörlerinin genişleme depolarının yakıcının ve yakıt donanımının yer aldığı hacimlerdir. Merkezi sıcak su üretimi yapılacaksa ve sıcak su üreticileri de bu hacimde yer alacaksa, bu merkezde sıcak su üreticilerinin (boylerlerin) de yer alacağı düşünülmelidir. Özel durumlarda yüzeysel pis suyun direkt olarak kanalizasyona verilmesi mümkün değilse, bu hacimde bir pis su çukuru ile bu çukura konacak dalgıç pis su pompaları, yine gerekiyorsa kazan suyu hazırlama sistemi de yer almalıdır. Fan coil bulunan yapılarda drenaj suyu da mutlaka bu çukura verilmelidir. Kazan imalatçı boyutları

kazanın cinsine (döküm/çelik vs), montaj tipine (duvar tipi, yer tipi vs) ve imalatçı firmaya göre değişmekle beraber yer tipi kazanlar için şu kriterler verilebilir:

a. Kazan Sayısı

Birden fazla kazan kullanılmasının üç ana nedeni vardır:

- Kazana olan güvensizlik (yedekleme)
- Daha düşük yakıt tüketimi (tasarruf)
- Kazan kapasite sınırı (yüksek kapasite)

Günümüzde gelişen kazan teknolojisi ile birinci ve üçüncü neden ortadan neredeyse kalkmıştır. Güvenilir markaların ürettiği kazanlar çok ender arıza çıkarmakta, arıza anında ise anında yetkili servislerce çözümlenmektedir. Tek kazanda ulaşılan kapasite ise 20.000 kW'a yaklaşmıştır. Tesis ekonomisi ve arıza ihtimali gittikçe azaltılan gelişmiş kazan teknolojilerine güvenilerek, kazanın bir süre devreden çıkmasının hayati bir problem yaratmayacağı tesislerde tek kazan kullanılabilir.

Diğer tarafta ise ikinci kısas günümüzde çok daha öne çıkmıştır. Yakıt maliyetleri giderek artmış, günümüzde bir sistemin bir yıllık işletme gideri ilk yatırım maliyetinin katları mertebesine ulaşmıştır. Bu açıdan bakıldığında kazan sayısı belirlenirken en önemli kriter işletme maliyeti olmaktadır. Günümüzde 1.600 kW'a kadar duvar tipi yoğunmalı kaskad sistemler avantajlı olmaktadır. Hem kendi içinde yedekleme yapabilirler, hem de ihtiyaca göre sırayla devreye girdikleri için daha az yakıt tüketirler. Tabii ki en büyük avantajları yoğunlaşma teknolojisini kullanabilmeleridir.

Daha yüksek kapasitelerde iki kazan yapılması daha mantıklıdır. Özellikle ısıtma ve kullanma suyu ihtiyacı var ise, boyler kazanın ayrı olması yaz-kış işletmesinde avantaj sayılacaktır. Kazanlardan biri kesinlikle yoğunmalı olacaktır. Bir çok uygulamada artık boyler kazanı bile yoğunmalı seçilmektedir. Yoğunmalı kazanlar, yoğunlaşma olmayan sıcaklıklarda bile normal kazanlardan düşük baca sıcaklıkları sayesinde daha verimlidir. Ayrıca kısmi yüklerde yoğunlaşma da oluşmaktadır. Kapasite büyüdükçe kazan sayısı da artırılabilir. Burada göz önünde bulundurulması gereken en önemli kriter kapasitenin dağılımıdır. Eğer kapasite gün boyu değişmeyecek ise ikiden fazla kazan kullanmak şart değildir. Günümüzde kullanılan pnömatik kontrollü oransal brülörler sayesinde her kapasitedeki kazanda her zaman olası en yüksek verim alınabilmektedir.

Fakat belli periyotlarla değişen bir kapasite var ise, örneği 1/3 kapasite günün sadece belli bir kısmında kullanılacak ise 3 kazan seçilerek, kazanlardan birinin günün kalan kısmında sürekli kapalı kalması sağlanabilir.

Diğer bir istisna ise hastaneler, oteller, gemiler vb gibi hizmetin sürekli veya hayati olduğu durumlarda 1/2+1/2+1/2 kapasiteli üç kazan konulmalıdır. Böylelikle kazanlardan biri arızalansa da kalan 2 kazan toplam kapasiteyi sağlayabilecektir. Özellikle gemiler gibi servis imkanının da kısıtlı olacağı yerlerde %100 yedekleme de uygulanabilir.

b. Kazan Dairesi Boyutları

Kazan dairesine konulacak kazan sayısı ve birim kapasite tayin edildikten sonra kazan dairesi boyutlandırılması seçilen kazana göre üretici firmanın tavsiyeleri göz önünde tutularak yapılmaz.

Kazan dairelerinin asgari yüksekliği giriş altı net 3 m civarında olmalıdır. Kazan yüksekliğinin 1,5 m'yi aşması halinde kazan dairesi giriş altı mesafesinin kazan yüksekliğinin iki katı olarak düşünülmesi pratik bir kriter olarak ileri sürülebilir.

Kazan dairesi minimum eni kazan uzunluğunu 2 ile çarpıp 1 m ilave edilerek tayin edilmelidir: $(2L_K+1)$. Bu kriter kolektör ve pompa sistemlerinin kazan veya kazanların karşı duvarında olmayıp yanlarında olması şartıyla doğrudur. Kolektör ve pompa grubu kazan dairesinin karşı duvarına, kazanların önüne konulacaksa; istenilecek kazan dairesi eni in-line pompa sistemlerinde $(2L_K+2)$ m, döşemeye oturan dik tip santrifüj pompa kullanılacaksa $(2L_K+3)$ m alınmalıdır.

Kazan dairesi boyu kolektör ve pompa grubunun karşı duvarda olması halinde kazanların arasında ve iki yan tarafında birer metre boşluk bırakılarak tayin edilmelidir. Kolektör ve pompa grubunun iki yanda veya bir yanda toplanacağı sistemlerde ise kazan dairesi boyu kazanlar arasında ve kenarlarında birer metre bırakılarak bulunan toplam kazan işgal mesafesinin iki katı olmalıdır.

Verilen bu pratik değerler ön çalışmalar içindir. Mekanik tesisat tasarımcısının yerleşimleri esas alınmalı, tatbikat kolaylığı açısından da duvarlara dayalı kolektör ve pompa grupları tertip edilmemelidir.

c. Bacalar

Kazan (veya kazanlar) ve bina yüksekliği belli olduğuna göre, kullanılacak yakıt cinsine göre baca veya bacaların kesitleri tayin edilir. Her kazan için ayrı bir baca düşünülmelidir. Tecrit ve montaj için baca çapının dört tarafında (veya bacaların arasında ve diğer üç yönünde) en az 200 mm boşluk kalacak şekilde bir baca shaftı ölçüsü saptanır. Kazan dairesinde baca shaftının ideal yeri; kazanların duman çıkışlarının baktığı duvarda kazanın aksı veya kazanların orta çizgisidir. Baca shaftının kazanların duman çıkışının baktığı duvarda planlanmaması halinde, zorunlu hallerde, bu duvara dik yan duvarlardan birine alınabilir. Shaft içinde bacalar mutlaka tek dizi halinde, yan yana düşünülmelidir. Yan duvardan çıkan shaftlarda baca dizisi eksen bu yan duvara paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir. Baca shaftı mutlaka bir iç duvara yaslanmalı, mecbur kalınmadıkça dış duvarda planlanmamalıdır.

Seçilen shaft yerinin betonarme bir girişle daraltılmadığı, üst katlarda kapı, iç pencere gibi yerlere gelip gelmediği, herhangi bir hacmin duvarı yerine, hacmin ortasında kalıp kalmadığı mimari avam proje kat planlarına bakılarak kontrol edilmelidir. Bu tür çakışmalardan kurtulmanın en kolay yolu eğer mümkünse baca shaftlarını merdiven kovasının yan yüzüne veya asansör kovasının

bir yanına yerleştirmektir. Bacalar dış duvardan olabilir diye içeri doğru kaçırılabilirse, meyilli çatılarda çatı üstündeki bölüm daha kısa bir görünüm teşkil eder; ayrıca binanın dış görünüşünde de ciddi bir görüntü bozukluğu yaratmaz. Baca shaftlarının, herhangi bir katta deplasman yapmadan, kazan dairesinden çatıya direkt olarak, aynı düzeyde çıkmasına özen gösterilmelidir.

d. Akaryakıt Tankları

Akaryakıtlı sistemlerde, kazan dairesinin mümkünse kazan montaj eksenine paralel duvarına bitişik bir yakıt tankı odası planlanmalıdır. Bu hacim kazan dairesinden yangına dayanıklı bir bölme ile ayrılmalı bu hacmin kapısı kazan dairesine açılmamalı ve kazan dairesi koridoruna açılmalıdır. Yakıt tankı sistemin 20 günlük, tercihen 30 günlük ihtiyacını karşılayacak şekilde hesaplanmalıdır. Hesaplanan tank boyutlarına göre tankın üç tarafında minimum 600 mm; ön kısmında, kapı tarafında minimum 1.500 mm boşluk kalacak şekilde bir yakıt tankı odası planlanmalıdır. Yakıt tankı odası kapısı dışa açılır kanatlı bir demir kapı olmalı ve betonarme bir eşik üzerine monte edilmelidir. Eşik yüksekliği, eşikin üst kotunun altında kalan oda hacmi tank hacminden büyük olacak şekilde seçilmelidir. Yakıt tankı tabanı brülör ekseninden minimum 200-300 mm yukarıda kalacak şekilde betonarme ayaklar üzerine monte edilmelidir. Yakıt tankları, sonradan yerine sokulabilmesi imkanı varsa yatık silindirik olarak düşünülmeli; bu mümkün değilse parçalar halinde getirilip, yerinde kaynak yapılması yoluna gidilmelidir. Yakıt tankı doldurma ve havalık borularının zemin katta, tanker yanaşmasına imkan veren bir noktaya çıkartılması, ışıklı bir "tank doldu" sinyalinin yapılması, mümkünse çelik kapaklı bir doldurma rögarında bırakılması durumu göz önünde bulundurulmalıdır.

1.2.3.4. Teknik Hacimler

Yapılarda kullanılan teknik hacimlerin alanı yapının toplam alanının %4-8'i arasında değişmektedir. Bu değerler yapının yüksekliğine veya yaygınlığına göre değişir:

- Fan coil + taze hava sistemlerinde % 4,5-5,0
- Tek kanallı VAV sistemlerinde % 6,0-8,0
- Amerikan sistem (Kanal Tipi Split Klima ve Panel Radyatör) % 2,0-4,0

Isıtma ve soğutma merkezi kat yüksekliği minimum 3 m (büyük sistemlerde minimum 5,0 m, ara kat yükseklikleri de 4,0-4,5 m) olmalıdır.

1.2.3.5. Santraller

a. Santral Büyüklüğü

Klima santral seçimlerinde; yer kaybı, kat yüksekliği hava kanalı dağıtımı, servis kolaylığı, ses-konfor vb nedenlerle tek santralde 25.000 m³/h debinin üzerine çıkılmamalıdır.

Konfor sistemlerinde kullanılacak hava santrallerinde kesit 2,5 m/s hava hızı kabulü ile tayin edilir (endüstriyel sistemlerde bu değer 2,8 m'ye çıkabilir).

Bu durumda hava debisi V (m^3/h) olan bir santralin kesiti:
 $F = V / 3.600 \times 2,5$, $F = V / 9.000$ (m^2)
 şeklinde hesaplanıp, santralin kare kesitli olacağı kabulü ile santral genişliği (ve yüksekliği)

$$a = (F)^{1/2} \text{ (m)}$$

hesaplanan kesitin kare kökü şeklinde ortaya çıkar. Bazı imalatçılarda santral kesitinin basık dikdörtgen şeklinde olması ve yine yukarıdaki hesapta ihmal edilen santral cidar kalınlığı bu safhada ihmal edilebilir. Santral uzunluğu filtre cinsine, susturucu bulunup bulunmadığına bağlı olarak değişmekle beraber, santral eninin 3,0-3,5 mislidir. Sulu nemlendirici bulunması halinde bu değere 1 m ilave edilmelidir. Yukarıdaki şekilde boyutları tahmin edilen santralin konulacağı hacmin (tesisat odasının) boyutları aşağıdaki gibi tayin edilebilir: Santralin bir tarafında ısıtıcının çıkarılabilmesi için santral eninden daha büyük bir boşluk bırakılmalıdır. Diğer yanında ise, santral kontrol kapaklarının ısıtıcı için bırakılan tarafta olduğu kabul edilerek 0,50 - 0,60 m civarında bir servis koridoru bırakılmalıdır.

Sonuç olarak santral odasının eni, santral eninin üç misli alınmalıdır ($B = 3a$). Santral odasının boyu ise, santral eninin beş katı civarında olmalıdır ($L = 5a$).

b. Santral Zonlaması

Santral zonlaması, yapının mimari kurgusuna, seçilen sisteme, santral odalarına vs bağlı olmakla beraber aşağıdaki kriterler eklenebilir.

Santral odasının giriş altı kat yüksekliği 4,0 m ise, çıkış dirseği ve kanalı için 2,0 m civarında bir mesafe bırakıldığında, santral yüksekliğinin 1,6 m civarında olacağı ortaya çıkar. $2 \times 1,6 = 3,2 m^2$ kesitindeki bir santralden 2,5 m/s hava hızı ile alınabilecek santral debisi:

$$V = 3.600 \times 3,2 \times 2,5; V = 28.800 m^3/h$$

bulunur. Özel, büyük kat yüksekliklerine sahip hacimlere monte edebilmek imkanı bir yana bırakılırsa, konfor tesislerinde kullanılacak santral debisinin 25.000 m^3/h değerini geçmemesi uygun olur. Her zona bir santralle hizmet verildiği kabulü ile bu büyüklükte bir santralin hizmet vereceği zon büyüklüğü havalandırma (taze hava) santrallerinde temiz kat yüksekliği 2,8 m ve ortalama hava değişim katsayısı saatte üç olarak kabul edilerek:

$$V = 3 \times 2,80 \times F, F = V / 3 \times 2,80, F = V / 8,4$$

bulunur ki, bu değeri yuvarlatarak şunu söyleyebiliriz: Seçilen santral, debisinin (m^3/h) sekizde biri (m^2) büyüklüğünde bir alana hizmet verebilir, veya tersinden okursak, $F 8 m^2$ bir zona hizmet verecek havalandırma santralının debisi $8 F (m^3/h)$ olacaktır. Tam havalı sistemlerde ise hava değişiminin saatte 6-8 katı civarında olacağı kabul edilebilir.

Tam havalı sistemlerde seçilen bir debinin ($V m^3/h$) hizmet verebileceği zon alanı $F (m^2)$ bu debinin on altıda biridir veya $F (m^2)$ zona hizmet verecek santral debisi $16F (m^3/h)$ olacaktır.

Başa dönersek; en büyük ünite olarak seçilen santral debisini 20.000 m^3/h olduğunu kabul ettiğimizde bu

santralin, tek santral olarak hizmet vereceği zon alanı:
 Havalandırma Santrali: 20.000/8 2.500 m^2 /zon
 Klima Santrali: 20.000/16 1.250 m^2 /zon
 olarak ifade edilebilir.

Kat büyüklüğüne, kat sayısına göre zonlamada aşağıda örneklenen çözümler uygulanabilir:

- Alt katlar/üst katlar şeklinde zonlama
- Her iki/üç veya dört kata hizmet veren bir santral konularak zonlama
- Her kata bir santral konularak zonlama

Santral odaları olabildiğince zon alanlarının ortasında düşünülmeli; hava kanallarının bütün katı bir uçtan bir uca gitmesi yerine ortadan sağa sola ayrılarak beslenmelidir; böylece daha küçük kanal kesiti ve daha kısa kanal boyu sayesinde daha küçük fan basma yükseklikleri ortaya çıkacaktır. Santral odalarının seçiminde santralin dış hava temini göz önünde tutulmalıdır. Santral odası çatıda değilse veya bir dış duvara yaslanmıyorsa, bir taze hava (dış hava) şaftı unutulmamalıdır. %100 dış hava ile çalışan santrallerde dış hava menfezi alanı 2,5 m/s hava hızı kabulü ile, santral kesit alanına eşittir. Taze hava şaftı tesis edilecekse, şaft alanı, 3-5 m/s hava hızı kabulü ile en küçük santral kesitinin yarısı mertebesinde alınmalıdır.

1.2.3.6. Tesisat Şaftları

a. Islak Hacim Şaftları: Islak hacimler için temiz ve pis su borularının yer alacağı şaft asgari 250-300 mm derinliğinde 500 mm boyunda seçilmelidir. Mümkünse şaftın geniş kenarı, kat yüksekliğinde bir şaft kapağı ile donatılmalıdır. Bu kapağın hacim içinde kalması yerine komşu koridor veya antrede planlanması, kapağın seramik kaplanması vs gibi detay problemlerini ortadan kaldıracaktır. Islak hacimlerin egzozu düşey bir sistemle toplanıyorsa şaft genişliği asgari 400 mm olmalı ve boyu 0,9-1,0 m'ye çıkartılmalıdır (yapı yüksekliğine bağlı olarak).

b. Hava Kanalı Şaftları: Yapının zonlamasından sonra seçilen santral hacminin bir duvarına, eğer santral zonun ortasına yerleştirilmişse mümkünse iki duvarına hava kanalı şaftları konulabilir veya katın ortasında bir merdiven kovası olması halinde merdiven kovasının dış duvara dik iki duvarı boyunca şaft planlaması yapılabilir. Şaftların debi değeri ve 6 m/s hava hızı kabulü ile bulunan kesiti, tecrit/ara boşluk/konsollama göz önünde tutularak, iki misli alınmalıdır. Şaftın katlara çıkış yapacağı uzun kenarının betonarme perde ile kapatılmaması konusunda statik proje mühendisinin dikkati çekilmelidir. Şaft kat çıkışlarında mümkünse ters girişler yapılmalıdır.

c. Isıtma-Soğutma Boruları İçin Şaftlar: Sisteme göre değişir. Fan coil için gerekli şaft boyutu en az 250x500 mm olmalıdır.

d. Ana Tesisat Şaftları: Ana tesisat şaftlarının içine girilebilir kapılar yapılması ve şaft içinde tesisat çalışmalarını emniyetli şekilde yürütebilmek için platform yapmaya uygun önlemler alınması gereklidir. Elektrik tesisatı için ayrı şaftlar oluşturulmalıdır.

1.3. MİMARIN TESİSAT PROJE BÜROSUNU VE TESİSAT PROJE BÜROSUNUN MİMARİ BÜROYU BİLGİLENDİRME FORMU

Mimarın tesisat proje bürosuna vereceği bilgiler M-T, tesisat proje bürosunun mimari büroya vereceği bilgiler T-M ile gösterilmiştir.

1.3.1. AVAM PROJE AŞAMASI

KONU	M-T	T-M
1. Bina Vaziyet Planı		
- Yön durumu	X	
- Komşu binaların konumu	X	
- Bina çevre düzeni (yollar, yeşil alanlar vs)	X	
- Rakım	X	
2. Mimari ve Statik Projeler		
- Mimari planlar, kesitler, görünüşler	X	
- Kalıp planları	X	
- Mahal listeleri (döşeme kaplaması, asma tavan tipi, duvar kaplaması)	X	
3. Bina Kullanım (Fonksiyon) Planı		
- İnsan sayıları	X	
- Çalışma süreleri (vardiya sistemi, gece-gündüz çalışması vs)	X	
- Kısa süreli pik kullanım mahalleri (yemekhaneler, toplantı salonları, seans odaları, vs saptanması)	X	
- Klimatize edilecek mahallerin tespiti		
Isıtma / Soğutma / Havalandırma / Direkt egzoz nemlendirme / Kurutma (nem alma) vs	X	X
4. Yangın Kaçış Planı*		
- Yangın merdivenleri	X	
- Yangın çıkış koridorları ve kapıları	X	
- Yangın zonlaması ve zonlar arası yangına dayanım sınıfının tespiti	X	
- Yangın bölmeleri / Kompartımanları	X	
- Duman tahliye sistemi (varsa atrium tasarımı)	X	X
* Mimar-yangın danışmanı beraber çalışacaktır.		
5. Yapı Elemanları		
- Dış duvarlar (cinsi, izolasyon detayı)	X	
- Cephe kaplaması (cinsi, yapım detayı)	X	
- Çatı, teras (cinsi, izolasyon detayı)	X	
- Toprakla temas eden döşemeler (cinsi, izolasyon detayı)	X	
- Ara bölmeler ve döşemeler (cinsi, yapım detayı)	X	
- Dış kapılar (cinsi, izolasyon ve yapım detayı)	X	
- Pencereleler (cinsi, izolasyon ve yapım detayı)	X	
- Gölgeleme elemanları (dış gölgeleme ve iç gölgeleme elemanları cinsi, yapım detayı)		X
- Isı yalıtım projesi (yapılması ve izolasyon detaylarının teyidi)	X	X
6. Tesisat Rezervasyonları		
- Kazan ve makine dairelerinin konumu	X	
- Kazan ve makine dairelerinin yaklaşık büyüklüğü		X
- Tesisat şaftlarının ve bacaların konumu	X	X
- Tesisat şaftlarının ve bacaların yaklaşık büyüklüğü		X
- Su deposu konumu	X	
- Su deposunun büyüklüğü		X

KONU	M-T	T-M
- Kullanılacak yakıt cinsine göre		
-- Yakıt deposunun konumu	X	X
-- LPG deposunun konumu	X	X
-- Doğal gaz bağlantı kutusunun ve/veya basınç düşürme istasyonunun konumu	X	X
- Tesisat galerilerinin ve/veya dış boru köprülerinin güzergahı	X	
- Tesisat galerilerinin ve/veya dış boru köprülerinin yaklaşık ölçüleri	X	
- Binada tesisat [Temiz su, pis su, yağmur suyu, klima tesisatı boruları (ısıtma, soğutma vs) doğal gaz veya LPG boruları] giriş ve çıkış yerlerinin konumu ve büyüklüğü	X	X
7. Uygulama Projesi Öncesinde Mimari Büro Koordinasyonunda Diğer Disiplinlerden Alınacak/Verilecek Bilgiler		
- Aydınlatma planlaması (armatür tipi, aydınlatma yükü)	X	
- Mutfak planlaması	X	
- Bahçe sulama (çevre düzenlemesi)	X	
- Yapıda kullanılacak su kaynağının analizi	X	
- Yapıda kullanılacak üretim ve iş makine ile cihazlarının listesi, yerleşim planı, özellikleri	X	
- Mekanik tesisat ekipmanları toplam elektriksel kurulu güç ihtiyacı (yaklaşık)	X	
- Mekanik tesisat ekipmanları jeneratör ve/veya UPS ihtiyacı		X
- Makine ve kazan daireleri kesin ölçüleri	X	
- Tesisat şaftları kesin konum ve ölçüleri	X	
- Asma tavan boşlukları kesin ölçüleri	X	
- Delik rezervasyon planı		X
- Ekipman kaide plan ve detayları		X
- Mekanik tesisatın binaya getirdiği yükler		
-- Cihaz ve ekipmanlar statik ve dinamik yükler		X
-- Boru ve kanallardan tespit noktalarına gelen yükler		X
- Makine ve kazan daireleri akustik yalıtım detayları		X

1.3.2. UYGULAMA PROJE AŞAMASI

KONU	M-T	T-M
1. Asma Tavan Süperoze Koordinasyon Planları (Menfez, Anemostat, Aydınlatma Armatürü, Duman Detektörleri, Sprinkler Başlığı Anons ve Müzik Sistem Elemanları, vs Yerleşimleri)	X	
2. Dekorasyon Planları	X	
3. Islak Mahaller 1/20 Detay Projeleri	X	
4. Varsa Fan Coil, Radyatör, Konvektör Gibi Görünür Elemanların Konumları ve Büyüklükleri		X
5. Kaj Detayları	X	
6. Şaft ve Asma Tavanlardaki Kontrol Kapakları Konumları ve Büyüklükleri		X
7. Mekanik Tesisat Elektriksel Güç Tablosu	X	
- Kurulu güç kapasitesi		X
- Jeneratör gücü		X
- Yangın konumu elektriksel gücü		X
8. Yangın Söndürme Senaryosu		X
9. Otomasyon Senaryosu		X
10. Mekanik Tesisat İlk Kuruluş Maliyeti (Bütçe)	X	
11. Mekanik Tesisat Kış İşletme Maliyeti (Bütçe)	X	
12. Mekanik Tesisat Yaz İşletme Maliyeti (Bütçe)	X	
13. Mekanik Tesisat Keşif Özeti		X
14. Mekanik Tesisat İdari ve Teknik Şartnamesi	X	

1.4. MİMARİ BÜRO, TESİSAT PROJE BÜROSU İLİŞKİLERİ DETAY BİLGİLER

1.4.1. ISITMA TESİSATI - MİMARİ PROJE BİLGİLERİ

1. Her Odanın Kullanma Amacı Mimari Proje Üzerinde Yazılı Olmalıdır.	
2. Yapıya İlişkin Bilgiler	
- Binanın bulunduğu şehir ve semt	
- Binanın yön durumu	
- Binanın çevresindeki binaların uzaklığı	
- Binaya bitişik bina var mı?	
-- Hangi cephelerde?	
-- Kaçınıcı kata kadar?	
- Bina kaç kat olarak tasarlanmaktadır?	
- Toprak seviyesi (binanın ön-arka ve yan taraflarında)	
- Isıtılmaması istenen bölgeler var mı?	
3. Yapı Elemanlarına İlişkin Bilgiler	
- Pencereler	
-- Tipi	Tek Camlı [] Ahşap Çerçeve [] Çift Camlı [] Metal Çerçeve []
-- Parapet yükseklikleri ve pencere boyutları	
- Dış duvarlar	
-- Duvar cinsi ve kalınlığı	
-- Dış duvarda izolasyon varsa detayı ve kalınlığı	
- İç duvarlar	
-- Duvar cinsi ve kalınlığı	
- Toprak temaslı duvarlar	
-- Duvar cinsi ve kalınlığı	
-- İzolasyon cinsi ve kalınlığı	
- Döşemeler	
-- Toprak temaslı döşemeler için	
-- İzolasyon detayı ve kalınlığı	
-- Kaplama detayı	
-- Döşeme detayı	
Not: Topraktan döşeme kaplamasına kadar olan kesit verilmelidir.	
-- Ara döşemeler için	
--- Kaplama detayı	
--- Döşeme kalınlığı	
-- Çıkma döşemeler için	
-- İzolasyon detayı ve kalınlığı	
- Çatılar	
-- Çatı izolasyonu varsa detayı ve kalınlığı	
Not: Kiremit çatılarda kiremidin altına yoğun ziftli rüberotin (ekler suyu aşağıya akıtacak şekilde) monte edilmesi yararlı olacaktır.	
- Teras çatılar	
-- Isı izolasyonu varsa detayı ve kalınlığı	
4. Bacaya İlişkin Bilgiler	
- Baca cinsi	
- Her kazan için ayrı baca yeri	
- Baca kesiti (Duman borusu çapı + Hava boşluğu + Tuğla duvar boyutları ve kalınlığı)	
- Baca izoleli mi?	
- Baca kazan bağlantı kanalı yeri ve detayı	
- Bacanın mahyadan yüksekliği	

- Baca temizleme kapağı	
- Doğal gaz bacalarında su drenajı	
- Kömürlü kazan bacalarında kül alma yeri	
5. Isıtma Sistemi Seçimi	Klasik Radyatörlü Sistem [] Yerden Isıtma [] Sıcak Hava Apareyi [] Diğer []
6. Radyatör Tipi	Döküm [] Çelik Panel [] Alüminyum []
7. Isıtma Tesisatı ile İlgili Bilgiler	
- Radyatör yerleri	
- Kalorifer tesisatı için kolon geçiş yerleri	
- Parapet altı yüksekliği	
- Banyo ve mutfakta radyatör yeri (banyo kalorifer borusu ıslak döşemeden geçmemeli)	
- Merdiven girişi ısıtması için radyatör yeri	
- Merdiven boşluğunun dış duvar ile teması veya camı varsa orta katlar da ısıtılacak mı?	
- Havalıklar çatı arasında mı toplanacak?	
- Dağıtım	Düşey Kolon Sistemi ile [] Döşeme Altından Polipropilen Borularla []
8. Genleşme Deposu	
- Genleşme deposu açık mı kapalı mı?	
- Genleşme deposu yeri	
- Emniyet boruları şaftı	
* Açık genleşme deposu en yüksek radyatörlerden 2 m daha yüksek olmalıdır.	
9. Yapı İç Sıcaklıkları Bina iç sıcaklıkları şartnamelere göre aşağıda verilmiştir. Özel olarak istenilen mahal sıcaklıkları varsa işaretlenmelidir.	
- Konutlar	
-- Salonlar	22°C
-- Yatak odası	20°C
-- Antre, hela, mutfak	18°C
-- Duş	22°C
-- Banyo	26°C
-- Merdiven	15°C
- İş yerleri	
-- Dükkanlar	20°C
-- Lokanta, otel odası	20°C
-- Atölye (oturarak çalışma)	20°C
-- Ağır iş yapan atölye	15°C
-- Hafif iş yapan atölye	18°C
-- Bürolar	22°C
-- Arşiv	18°C
-- Toplantı salonu	20°C
-- Koridor, hela	15°C
10. Yakıt Cinsi	Doğal gaz [] LNG / CNG [] Kömür [] LPG [] Fuel oil [] Motorin []

1.4.2. SİHHİ TESİSAT - MİMARİ PROJE İLİŞKİLERİ

1. Lavabo Cinsi (400x500 ayaklı, asma ayaklı, tezgah tipi, tezgah altı, tezgah üstü)	
2. Klozet Cinsi	
- Duvar tipi rezervuarlı (plastik)	
- Kendinden rezervuarlı	
- Asma klozet	
- Gömme rezervuarlı	
3. Bulaşık Makinesi	
- Yeri, musluğu, pis su gideri	
4. Çamaşır Makinesi, Şofben, Termosifon Yeri	
5. Banyo Aspiratörü Nereye Bağlanacak?	
6. Mutfak Aspiratörü Egzozu	
- Balkona verilecek	
- Şönt baca yapılacak	
7. Çöp Bacası ve Çöp Odası (Çöp Odası Havalanacak)	
8. Bina Temiz Su Giriş Yeri	
- Temiz su ve pis su şaftları yerleri	
9. Temiz Su Boruları Cinsi	
- Galvaniz boru	
- Polipropilen boru	
10. Kullanma Sıcak Suyu Temini	
- Merkezi boylerden	
- Münferit şofben veya termosifonla	
11. Merkezi Sıcak Su için Her Daire Girişine Sıcak Su Sayacı İsteniyor mu?	
12. Kullanma Sıcak Su Sirkülasyon Hattı Son Armatüre Kadar Gidecek mi?	
13. Temiz Su Boruları Güzergahının Belirlenmesi (Mutfak Banyo Arası Döşeme Altından, Duvardan Tavandan)	
14. Pis Su Çıkış Yeri Kanalizasyon Borusu Kotu ve Yeri	
15. Pis Su Borularının Bodrum Katta İnişlerde Rögar Yerleri	
16. Pis Su Boruları İçin Düşük Döşeme, Asma Tavan, Arka Duvardan Toplama Alternatiflerinden Hangisi İsteniyor?	
17. Yağmur Borusunun Bağlanacağı Sistem	
- Çatıda yağmur suyu toplama yerleri, detayı	
- Yağmur borularının aşağı iniş yerleri (kışın terlemeye karşı) yağmur borusu bina içinden iniyorsa, ısı izolasyonu yapılmalıdır.	
18. Balkon Süzgeçlerinin Yeri ve Toplanması	
19. Yangın Tesisatı	
- Sprinkler sistemi gerekli mi?	
- Yangın dolabı yeri	
- Yangın borusu yeri	
- Yangın hidrantları yeri	
- Yangın merdiveni yeri	
- Yangından kaçış koridoru ve havalandırma tesisatı var mı?	
- Yangın perde duvarının yeri	
- Yangın merdiveni basınçlandırılması	
- Yangın ihbar sistemi isteniyor mu?	
20. Doğal Gaz Tesisatı	
- Doğal gaz bina girişi ve regülatör yeri	
- Doğal gaz kolon yeri	
- Doğal gaz sayaçları yeri	
- Daire için doğal gaz boru güzergahı	

1.4.3. KAZAN DAİRESİ - MİMARİ PROJE İLİŞKİLERİ

1. Kalorifer Kazanı	
- Yeri ve adedi	
- Yedek isteniyor mu?	
- Bacaya olan uzaklığı	
- Üzerinde yeterli yükseklik kalıyor mu?	
- Ön tarafında servis boşluğu var mı?	
2. Yakıt Deposu	
- Yeri ve adedi	
- Kaç günlük yakıt depolanacak	
- Tip (silindirik-prizmatik)	
- Depo hacmi	
- Fuel oil kullanılacak ise ısıtıcının karşısında yeterli boşluk var mı?	
- Etrafında 400-500 mm servis boşluğu kalıyor mu? (boya vs için)	
- Yakıt dolum (2") ve havalık (1 1/2")	
- Boruları dışarıya nasıl çıkacak?	
- Kuranglez yapılacak mı?	
- Yakıt deposu havalandırması nasıl olacak?	
- Sac kapı (yakıt deposu hacmi için) ve yakıt deposu hacmi alt havuz oluşum detayı verilmelidir. Hazır depo gelecekse, içeriye almak için rezervasyon bırakılmalıdır. Yakıt deposu-brülörler arasındaki yakıt kanalı en kısa mesafede olmalı ve üzerine ızgara yapılmalıdır.	
- Yakıt deposuna taban ısıtıcısı isteniyor mu?	
3. Kazan Dairesi Havalandırması	
- Havalandırma bacası boyutu (tavan seviyesinden çatıya kadar)	
- Taze hava giriş pencere yeri ve kesiti	
- Kazan dairesine yapay havalandırma yapılacaksa vantilatör kapasitesi brülör fanlarının toplam kapasitesinden en az %10 büyük olmalıdır (egzoz doğal çekişli ise). Hava kanalları ile boruların geçişine dikkat edilmelidir. Soğuk bölgelerde kazan dairesinde donma riskine karşı önlem alınmalıdır. Kazan dairesine vantilatör ile hava verilecek ve emilecek ise saatte 5-6 hava değişimi alınabilir.	
4. Su Deposu Hacmi (İnsan başına 500 litre veya daha fazla hesaplanmalı)	
- Merkezi sistem su depoları iki bölmeli olmalı	
- Su deposu iç yüzeyleri fayans yapılacak mı?	
- Su deposu bina altında ise tavanına ısı yalıtımı yapılacak mı? (üst kat döşemesinde kondenzasyonu önlemek için)	
- Temizleme kapağı yeri	
- Su dolum borusu girişi	
- Flatörler temizleme kapağına yakın mı?	
- Ulaşıyor mu?	
- Boşaltma borusu yeri	
- Su nereye boşalacak? (rögar boşalacaksa rögar çıkış kotu veya pis su pompası flatör kotu depo boşaltma alt seviyesinden an az 300 mm aşağıda olmalıdır)	
- Su çıkış borusu altında 10 m ³ 'e kadar olan depolarda 100 mm, daha büyük depolarda 200 mm yükseklikte tortu hacmi kalıyor mu?	
- Su çıkış borusu üzerinde 1/2" seviye göstergesi bağlantı manşonu konmalıdır.	
- Yangın rezervi mi bırakılacak yoksa ayrı yangın deposu mu yapılacak?	
- Çatı katına da su deposu veya yangın suyu deposu isteniyor mu?	

1.4.3. KAZAN DAİRESİ - MİMARİ PROJE İLİŞKİLERİ

5. Pis Su Çukuru	
- Kazan dairesi süzgeçleri kanalizasyon kotunun üzerinde kalıyor mu? (Pis su çukuru yapılacaksa 1 asıl, 1 yedek pompa kullanılmalıdır. Elektriğin sık kesildiği yerlerde yedek pompa, el'pompa tipinde seçilebilir.)	
- Kazan dairesi çevresine yapılacak 200x200 çevre kanalı ve yakıt kanalı süzgeci pis su çukuruna bağlanabiliyor mu?	
- Pis su hangi kattan dışarı atılacak?	
- Üst katların pis suyu bodrum tavanından mı toplanıp dışarıya atılacak? (Temizleme kapakları ve çatılarda temizleme ağzlarına dikkat edilmelidir.)	
6. Hidrofor	
- Tip (Kademeli pompalı membranlı sistem, pistonlu, sanayi tipi)	
- Kapasite	
- Yangın hidroforu ve bahçe sulama hidroforu ayrı mı olacak?	
- Yedek isteniyor mu?	
- Soğuk su kolektörü yeri	
7. Boyler	
- Tip (Serpantinli veya çift cidarlı)	
- Isınma süresi	
- Bina içine alabilmek için rezervasyon bırakıldı mı?	
- Karşısında serpantinlerin sökülebileceği, etrafında servis için izolasyondan sonra 500 mm boşluk var mı?	
- Sıcak su kolektörü yeri	
- Sıcak su sirkülasyon boruları kolektör yeri	
- 3 yollu vana yeri	
- Boyler ısıtma pompaları yeri	
- Boyler kullanma suyu sirkülasyon pompaları yeri Not: Birden fazla sayıda boyler kullanılıyorsa soğuk su kolektörü boylerin sağında, sıcak su kolektörü de solunda (veya tersi) yapılmalı ki, boylerden geçen su eşit olabilsin.	
8. Genel	
- İkinci kaçış kapısı yeri (Kazan dairesi kapıları yangına dayanıklı olmalı. Çift cidarlı saçtan yapılmalı ve dışarıya açılmalıdır.)	
- Cihazların giriş çıkış yeri	
- Doğal aydınlatma yapılacak mı? Bina dışına yapılan kazan dairelerinde kalorifer kazanlarının karşısında bırakılan servis boşluğunun üzerine sökülebilir doğal aydınlatma feneri yapılması pratiktir. (Hem doğal aydınlatma hem de cihazların giriş çıkışı için kullanılabilir.) Kazan dairesi duvarlarının beyaz fayans yapılmasını önerilir. (Temiz bir kazan dairesinde çalışan teknisyenlerin servis kalitesi daha iyi olabilir.)	
- Elektrik panosu yeri	
- Jeneratör yeri	
- Jeneratör hava giriş çıkış yeri	
- Jeneratör egzoz bacası yeri	
- Jeneratör yakıt deposu yeri	
- Jeneratör hangi cihazları besleyecek	
- Kazan dairesi aydınlatma armatürleri	
- Teknisyen odası var mı?	
- Teknisyen için WC-duş hacmi var mı?	
9. Doğal Gazlı Kazan Dairelerinde Lambalar kiriş altından 500 mm aşağıya monte edilmelidir. Floresan lamba kullanılmamalıdır (ideali ex-proof lamba kullanmaktır). Lamba anahtarı kazan dairesi dışına alınmalıdır. Kontaktörlerin olduğu tablolar kazan dairesinin dışında olmalıdır. Ana elektrik şalteri ve doğal gaz kesme vanası kazan dairesi dışında olmalıdır.	

1.4.4. YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MİMARİ İLİŞKİLERİ

1. Galeri Kat Yapılacak mı?	
2. Kompansatör Yerleri	
3. Sabit Nokta Yerleri	
4. Eşanjör Dairesi Planlaması	
5. Elektrik Tesisatı	
6. Elektrik Şaftı Yeri	
7. Elektrik Panosu Yeri	

1.4.5. ŞANTİYE KURULUŞUNDAKİ TESİSAT İŞLERİ İÇİN BİLGİ ALMA FORMU

1.4.5.1. İstenecek Genel Bilgi ve Planlar

1. Vaziyet Planı	
2. Arazideki Yaklaşık Kotlar	
3. Kullanma Suyu Kuyudan Alınacaksa Analizi	
4. Hidrofor ve Su Deposunun Yerleri	
5. Boyler Yerleri	
6. Kalorifer Kazanları ve Buhar Kazan Yerleri	
7. Mimari Projeler	
8. Tavan Detayları	
9. Çatı Kaplaması Detayları	
10. Kapı Detayları	
11. Pis Su Çıkışlarına Rögar Yerleri	
12. Fosseptik ve Kanalizasyon Bağlantı Yerleri	
13. Mutfakta LPG Tüpleri Yeri	

1.4.5.2. Genel Sorular

1. Kullanma Suyu Temini	☐ Şebekeden ☐ Kuyudan ☐ Tankerle
2. Su Basınçlandırma	☐ Basınçlı su şebekesi var ☐ Mevcut depoları ve hidroforları var ☐ Mevcut depoları var ☐ Ofis beton santrali ile ortak hidrofor kullanılacak ☐ Ayrı hidroforları olacak ☐ Bahçe sulama vb mahallere de hidrofordan su verilecek
3. Pis Su	☐ Alt yapı var ☐ Fosseptik yapılacak
4. Eski Şantiyelerden Gelen Kullanılmış Malzemeler	☐ Radyatör cinsi, dilim adedi ☐ Boru cinsi, çapları ve uzunlukları ☐ Vana cinsi ve adedi Diğerleri ☐ Kazan adedi, cinsi, kapasitesi ☐ Brülör adedi, cinsi, kapasitesi ☐ Boyler adedi, cinsi, kapasitesi ☐ Hidrofor adedi, cinsi, kapasitesi ☐ Diğer malzeme (adet ve cinsi açıklayınız)

1.4.5.2. Genel Sorular

5. Beton Santrali ve Prekast Atölyesi	
- Beton santralının su ihtiyacı (m ³ /gün)	
-- Saatteki maksimum su ihtiyacı (m ³ /h)	
- Kışın soğuk günlerde beton dökülecek mi?	☐ Evet ☐ Hayır
-- Gerekli sıcak su sıcaklığı (°C)	
-- Gerekli sıcak su miktarı (m ³ /h)	
- Prekast atölyesi için buhar ihtiyacı var mı?	☐ Evet ☐ Hayır
-- Masa altındaki serpantinlere verilecek buhar miktarı (kg/h)	
-- Branda altına verilecek açık buhar miktarı (kg/h)	
- Sıcak su temini	☐ Buhar kullanılarak eşanjörle ☐ Buhar kullanarak boylerle ☐ Buhar kullanmadan
- Toplam buhar ihtiyacı	
6. İşçi Yatakhaneleri, Ofis ve Tanıtım Binaları Mimarisi	İşçi yatakhaneleri Ofis binası
- Cam cinsi	☐ Tek cam ☐ Tek cam ☐ Çift cam ☐ Çift cam
- Cam boyutları	x m x m
- Doğrama cinsi	☐ Ahşap ☐ Ahşap ☐ Alüminyum ☐ Alüminyum ☐ PVC ☐ PVC
- Kat yüksekliği	m m
- Parapet yüksekliği	m m
- Dış duvar yüksekliği	m m
- Döşeme cinsi	
- Yön	
7. İşçi Yatakhaneleri, Ofis ve Tanıtım Binaları Sıhhi Tesisatı	
- Yemekhanede kaç kişiye yemek çıkacak?	
- Duş yapacak işçi sayısı	
- İşçilere çamaşır yıkama yeri yapılacak mı?	
- Sıcak su istenen yerler	☐ Yemekhanede sıcak su evyesi ☐ Duşlar ☐ İşçilere çamaşır yıkama yeri ☐ Çay ofisi ☐ Koşuş lavaboları ☐ Ofis lavaboları
- Koşuşlarda yalak şeklinde yapılacak gereçler	☐ Lavabolar ☐ Pisuarlar
- Alaturka Klozetler	☐ İçten yıkamalı ☐ Jet Tipi ☐ Diğer
- Prefabrik şantiye binalarında kullanma suyu WC ve çay ofisinde bina dışından	☐ Kanallarla bağlanacak ☐ Toprağa gömülü boruyla bağlanacak
8. Proje Müdürü Odası veya Başka Hacimlere Paket Klima ve Havalandırma İsteniyor mu?	☐ Evet ☐ Hayır
- Klima istenen hacimler	
- Havalandırma istenen hacimler	
9. Depoların Isıtılması	☐ Depolar ısıtılmayacak ☐ Depoların ısıtılması rutubet etkisine karşı paket cihazla nem kontrollü olarak yapılacak ☐ Merkezi sisteme bağlı olarak ısıtılacak ☐ Sadece depocu odası ısıtılacak

1.4.5.3. Uzman Kararı Gerektiren Teknik Sorular

1. Buhar ve Kalorifer Kazanlarında Kullanılacak Yakıt Cinsi	Doğal gaz ☐ LNG / CNG ☐ Kömür ☐ LPG ☐ Fuel oil ☐ Motorin ☐
2. Buhar Kazanı Devresinde	
- Buhar kazanına soğuk suyun girmesinin sakıncalı olduğunu göz önüne alarak kondens deposu ısıtılacak mı?	☐ Evet ☐ Hayır
- Buhar kazanı ile kazan besli pompası arasına ön ısıtma eşanjörü monte edilecek mi?	☐ Evet ☐ Hayır
- Su analizi sonuçlarına göre su yumuşatma cihazına ihtiyaç var mı?	☐ Evet ☐ Hayır
- Prekast atölyesinin kapalı kısmı	☐ Var ısıtılacak ☐ Var ısıtılmayacak ☐ Yok
- Prekast atölyesinde gerekli yakıt deposu hacmi	
3. İşçi Koşulları Kalorifer Sistemi	☐ Ofis binaları ile aynı merkezden beslenecek ☐ Ayrı bir merkezden beslenecek
4. İşçi Koşulları Ofis ve Tanıtım Binaları Kalorifer Tesisatı	
- Boru dağıtımı	☐ Süpürgelik üzerinden ☐ Tavandan ☐ Döşeme altı kanaldan
- Radyatör cinsi	☐ Panel ☐ Döküm ☐ Alüminyum ☐ Çelik
- Genleşme deposu cinsi	☐ Açık ☐ Kapalı
- Genleşme deposu yeri	
- Dış hava sıcaklığı kompanzasyonlu otomatik kontrol paneli isteniyor mu?	☐ Evet ☐ Hayır
5. Sıhhi Tesisat	
- Kullanma sıcak suyu boyleri varsa tipi	☐ Yatık ☐ Dik
- Kullanma sıcak suyu sirkülasyonu isteniyor mu?	☐ Evet ☐ Hayır
- Mutfak davlumbazlarında fan ile havalandırma isteniyor mu?	☐ Evet ☐ Hayır
- Soğuk havada mutfak LPG tüplerini ısıtma imkanı isteniyor mu?	☐ Evet ☐ Hayır
- WC'lerde egzoz aspiratörü isteniyor mu?	☐ Evet ☐ Hayır

1.4.6. TEKNİK NOTLAR

- Isıtma merkezindeki bir küresel vanayı kapatıp, koşulların çalışma saatleri içinde ısıtılmaması sağlanabilir.
- Koşullardan biri revir gibi kullanılabilir.
- Koşulların vanası kapatıldığında, mutfak ve revire ayrıca kumanda etme imkanı olmalı ve buralar ısıtılmaya devam etmelidir.
- Boruların depolanmasında, deponun kapalı olması ve zeminin sağlam olması gerekir.
- Küvetlerin depolanmasında aşağıdaki önlemler alınır.
 - Arka yüzeyler antipas ile boyanır.

- Aralarına ondüle karton konarak dik durumda korunur.
- Sülyen, antipas, karpit ve asetilen gibi yanıcı malzemeler mümkün olduğu kadar az miktarda depolanmalıdır. Bu malzemeler mümkünse ayrı bir depoda veya yanıcı olmayan malzemelerle birlikte depolanmalıdır.
- Şantiye depoları yapıldıktan sonra yağmur yağarken ve deponun su alıp almadığı kontrol edilmeden malzeme konulmamalıdır. Rutubetten etkilenilecek (şofben, aspiratör, cam yünü vb) malzemeler ısıtılan depolara konulmalıdır.

1.5. TASARIM VE UYGULAMADA ELEKTRİK, MEKANİK, MİMARİ, İŞVEREN İLİŞKİSİ

Yapı sektöründe tasarım ve uygulama, mimari tasarımla başlamaktadır. Tasarım süreci içinde diğer disiplinlerin katılımı ve uyum içinde çalışmaları ile projenin tasarım bölümü sonuçlanmakta ve uygulamaya geçilmektedir. Mimari tasarımı destekleyen, öncelikle yapının ayakta durmasını temin eden statik mühendisliği hizmetleri ve hemen ardından binanın yaşanabilir ve fonksiyonel olmasını sağlayan elektromekanik mühendislik hizmetleri gelmektedir. Tasarım bir takım çalışması olup, takım elemanlarının ahenk içinde eşgüdümlü çalışması ve birbirlerine zamanında ve eksiksiz bilgi aktarmasıyla oluşur. Tasarım takımında her disiplinin kendi konusunda yeterli ve diğerlerinin konusunda ise temel bilgilere sahip olması, eşgüdümü (koordineli) çalışmaya yatkın olması ve diğer takım elemanlarının bilgi birikimine güven ve saygı duyması, projenin kolay ve sorunsuz sonuca ulaşması için gereklidir. Uygulama aşaması da tasarım sürecine benzerlik göstermektedir. Yükleniciler arasındaki uyum, eşgüdüm ve diğer yüklenicilerin işine, becerisine, güven ve saygı, uygulamanın programa uygun ve sorunsuz bitirilmesini sağlamaktadır. Yukarıda belirtilen konuların gerekleri yerine getirilemediğinde ise önemli iş gücü ve ekonomik kayıplar oluşabilmektedir.

Bu bölümde, bir binanın yapım sürecinde işveren (yatırımcı), mimar ve elektromekanik gruplar arasında yaşanan sorunları ve çözüm önerileri makine ve elektrik mühendislerinin bakış açısından incelenecektir.

1.5.1. MEKANİK VE ELEKTRİK GRUPLARI ARASINDA, TASARIMDA VE UYGULAMADA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Mekanik Tesisat Tasarımcısı'ndan (MTT) mekanik tesisatta kullanılan elektrikli cihaz ve donanıma ait elektriksel bilgileri çok sağlıklı bir şekilde alınmalıdır. Genellikle motor gücünü vermenin yeterli olduğu düşünülmektedir. Elektrik Tesisatı Tasarımcısı (ETT) mekanik sistemin nasıl çalıştığını kavramalı, elektrik tesisatının tasarımını gerekli detayları bilerek gerçekleştirmelidir.

MTT'den mekanik tesisat cihazlarının elektriksel bilgileri, ETT tarafından gereğinden erken istenmekte ve bazen MTT tarafından da bu bilgiler kesin bilgiler olarak ön proje, hatta etüt-öneri raporu aşamasında verilmekte, kesin proje aşamasında da kesinleşen cihazların elektriksel bilgileri ETT'ye verilmemekte veya çok geç verilmektedir. ETT'nin özellikle endüstriyel tesislerde, büyük yapılarda mekanik tesisatın elektrikle bağlantılı olan kısımlarında mekanik tesisatın, elektrik güç kalitesi verileri MTT'den ve diğer ilgililerden sağlıklı veriler alamaması nedeniyle (Elektrik cihazlarını gerilim değerleri, şebekede söz konusu cihazlar için harmonik seviyeleri, elektrik kesinti

süreleri, gerilim oynamalarına dayanıklılık gibi parametreler) belirlenmediğinden tesiste çabuk eskimeler, kontrol sistemlerinde hatalar, koruma sistemlerinde gereksiz açmalar meydana gelmektedir.

Mekanik tesisat cihazlarının elektriksel bilgileri ön proje aşamasında MTT tarafından sadece genel bir yaklaşım amacıyla ön bilgi olarak verilmelidir. Kesin elektriksel güçler mekanik tesisat kesin tasarımlarının sonuçlanması ve cihazların seçiminden sonra, ETT tarafından alınarak kesin elektrik tesisat tasarımı sonuçlandırılabilir. ETT ve elektrik işleri yüklenicisi bu konularda gereken özeni göstererek uygulamada bu konularda hata ve eksik olmamasını sağlamalıdır. MTT tarafından ETT'den elektrik tesisatı ısı kayıpları ile ilgili veriler alınmalı, tahmini veriler üzerinden mekanik tesisat tasarımı yapılmamalı, eksik veya hatalı bilgiler verilmemelidir.

Bunlara dikkat edilmediği takdirde sonuçta, binanın mekanik tesisat cihazları kapasiteleri yetersiz kalabilmekte ya da gereksiz büyük cihazlar seçilerek mekanik tesisatın ilk yatırım maliyeti ve işletme masrafları önemli boyutta artmaktadır. Tasarım aşamasında bu konuya hassasiyet gösterilmelidir.

MTT tarafından jeneratöre bağlanacak mekanik tesisat cihazları, mekanik tesisat cihazlarının kullanımdaki eşzamanlılık, talep, farklı zamanlılık katsayıları ETT'ye doğru ve sağlıklı olarak verilmelidir. Aksi halde, elektrik tesisat tasarımları hatalı olarak sonuçlanabilmekte ve uygulama değişiklikleri meydana gelmekte veya gereksiz yere elektrik tesisat yatırım maliyeti artmaktadır. Tasarım sırasında MTT ve ETT'nin koordineli çalışması bu sorunu kolaylıkla çözebilir. Mekanik tesisatta hangi cihazlarda frekans konvertörlü motor, hız kontrol cihazları kullanılacağı ETT tarafından istenmemesi ve/veya MTT tarafından detaylı olarak verilmemesi veya eksik verilmesi daha sonra elektrik tesisat tasarımında çok önemli değişikliklere ve uygulamada ek maliyetlere neden olmaktadır. Özellikle hız kontrol cihazlarının yol açtığı harmonikler tasarımda göz önüne alınmaz ise daha sonra elektrik tesisatı alt yapısının (trafo, panolar, kablolar, kondansatörler gibi) önemli ölçüde değişmesine neden olmaktadır. Bina otomasyon sisteminin, aynı zamanda elektrik tesisatı otomasyon sistemi olarak kullanılıp kullanılmayacağı ETT tarafından etüt-öneri raporu aşamasında belirlenmediği veya daha sonra elektrik tesisatı otomasyon sistemi bina otomasyon sistemine bağlandığında MTT'nin otomasyon sistemi tasarımında önemli değişikliklere ve uygulamada ek maliyetlere neden olmaktadır.

Eğer bina otomasyon sistemi elektrik tesisat otomasyon sistemini içerecek ise; otomasyon sistemi saha panellerindeki otomasyon nokta cetvellerinin, izleme ve gerektiğinde kontrol detaylarının, elektrik tesisat otomasyon gereksinimlerinin, otomasyon saha panellerinin veya dağıtılmış I/O ünitelerinin düzenlenmesi, ETT tarafından hazırlanarak MTT'ye verilmesi ve ilgili ihale dosyasının MTT tarafından hazırlanması gerekir.

Mekanik tesisat için MCC veya kuvvet tabloları ayrı düşünülmektedir, ilgili alanlardaki alt dağıtım tabloları mekanik tesisat için özel olarak, hatta ana dağıtım sistemi noktasından itibaren MTT tarafından tasarlanmalıdır.

İnşaat sektöründe bina otomasyon sistemleri tasarımı ETT tarafından da yapılmaktadır. Bu tür uygulamalarda ETT'nin yeterli düzeyde mekanik tesisat sistem bilgisi bulunmaması veya ender olarak bulunsu dahi MTT ile gerekli müşterek çalışma yapmaması durumunda tasarım, ihale ve uygulama aşamalarında çok önemli problemler yaşanmaktadır.

Bina otomasyon sistemleri tasarımı mekanik tesisat bilgi birikimi, elektromekanik bilgi birikimi, otomasyon bilgi birikimi gerektiren özel bir uzmanlık alanıdır. Bu nedenle bina otomasyon sistemlerinin tasarımı, ilgili MCC panolarının tasarımı, şartnameleri, ihale dosyası MTT sorumluluğunda olmalıdır. Aksi yapılmaya çalışılan uygulamaların fevkalade olumsuz ve işvereni her yönden zor durumda bırakan sonuçları bilinmektedir.

MTT ve/veya ETT tarafından hazırlanan bina otomasyon sistemi elektrik projelendirmeleri eksik, yanlış olmakta veya bu projeler hiç yapılmamaktadır. Nokta listeleri yönlendirici ve engelleyici şekilde tanzim edilmektedir. İstenilen şartlar bir şartnameden çok belli bir markayı tanımlamaktadır.

Tesisat sektöründe son derece külfetli ve bir o kadar önemli otomasyon sistemi tasarımı, genellikle ilgili otomasyon firmaları tarafından bedelsiz yapılarak mekanik veya elektrik proje müellifine teslim edilmektedir. Böylece tasarımı hazırlayan firmanın markası, o projede kullanılmaktadır.

Bina otomasyon sistemi işletim senaryolarının verilmesi ya da eksik ve yanlış verilmesi sorunlara yol açmaktadır. Sistemin konfor, ekonomi koşullarından hangisini "öncelik" olarak kabul edeceği tanımlanmalıdır. Bu konunun çözümü için konusunda uzmanlaşmış kişilerin "danışmanlık" ve tasarım hizmeti vermeleri önerilebilir. MTT ve ETT arasında "kesin proje" tasarımı sırasında ve yüklenicilerin "uygulama proje" tasarımı aşamasında genellikle elektrik ve mekanik projelendirme grupları arasında koordinasyon eksikliği ve hatta yokluğu ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda elektrik tesisatı ile mekanik tesisat arasında çakışmalar ve engellemeler olmakta ve bu durum tesisatın yapım aşamasında gerek malzeme kaybı gerekse iş gücü kaybına neden olmaktadır.

Özellikle tek yapı olmayıp sahaya yayılmış birden fazla yapıya sahip endüstriyel tesislerde bina dışındaki tesisat için gerekli olan yerleşim planlarında mekanik grupla olan koordinasyonsuzluk büyük iş gücü kayıplarına, yapım işinin gecikmesine ve bu arada tesisat planlarının değişmesinden dolayı ek maliyetler ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

MTT ve ETT, ilgili mekanik/elektrik tesisat yüklenicileri her aşamada çok ciddi bir şekilde koordinasyonu karşılıklı olarak en iyi şekilde sağlamalıdır.

1.5.2. ELEKTROMEKANİK GRUPLAR VE MİMARİ GRUPLAR ARASINDAKİ PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

1.5.2.1. Tasarımda Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri

Yatırımcı, işveren, mimar, MTT, ETT ne istediğini ve ne istemesi gerektiğini tam olarak tanımlamalıdır. Tasarım aşamalarında işveren, mimar, MTT, ETT detaylar konusunda gerekli zamanı ayırmalıdır. Aksi takdirde, tasarım eksik ve hatalı olabilir ve uygulama sırasında bu hata düzeltilmeye çalışılarak zaman, iş gücü ve parasal kayıplar ortaya çıkabilir.

İşveren ile mimar MTT ve ETT'ye tasarım aşamasında gerçekçi süreleri vermeli ve yine tasarım aşamasında işveren ve tasarım grupları gereken özeni göstermeli, gereken zamanı ayrılmalı ve tüm detaylar projeye işlenmelidir.

Mimar tasarımı yani ana tasarımı yapan mimarın, tasarımının başlangıcında, mekanik ve elektrik tesisat gereksinimleri başta olmak üzere temel bilgilere sahip olması, güncel ve geçerli gereksinimlerden haberdar olması ve bu gereksinimlerin gereğini tasarımına yansıtması gerekir.

İşverenler ve/veya mimarlar mekanik ve elektrik teknik gereklilikleri yeterince önemsemelidirler. Estetik ve ticari (satış/kira) kaygılar, standart uygulamanın önüne geçmemelidir. MTT ve ETT'nin tasarladıkları binanın daha konforlu, yaşanabilir bir mekan oluşturması içindir. Bu konular teknik mekan belirleme sürecinde mimar, MTT, ETT çekişmesine/çatışmasına dönüşmemelidir.

Mimar tarafından yapının tasarımı sırasında mekanik ve elektrik tesisatları için yeterli alanlar/boşluklar (klima santralleri, kazan daireleri, soğutma grupları, soğutma kuleleri, pompa istasyonları, kolektörler, düşey mekanik şaftlar gibi mekanik alanlar/boşluklar; trafo, jeneratör, kesintisiz güç kaynağı (UPS), pano odaları, panoların yerleşimleri, enerji/sayaç odası, güvenlik-otomasyon odaları, bilgi işlem odaları, düşeyde zayıf akım ve kuvvetli akım şaftları gibi elektrik alanları/boşlukları, elektromekanik cihazlara bakım onarımda erişilebilmesi için asma tavanda veya ilgili alanlarda bırakılması gereken erişim kapakları ve yeterli boşluklar vb) düşünülmelidir. İşveren ve/veya mimar, mimari tasarımın kendi isteklerine uygun olup olmadığını incelerken MTT ve ETT'nin görüşlerini mutlaka almalıdır. İşveren ve/veya mimar, mimari tasarım aşamaları sonuçlanmadan, MTT ve ETT'nin mimari tasarım çalışmalarına girmesini, teknik mahallerin mimari tasarımın en başından itibaren olması gereken yerlerde ve yeterli büyüklükteki alanlar olup olmadığını MTT ve ETT'nin kontrol etmesini sağlamalı ve onayını almalıdır. MTT ve ETT'nin uygun görmediği yerleşim alanları ve boşluklar mimari tasarımda yer almamalıdır. Yerleşimlerde ve tavan yükseklikleri ile ilgili toplantılarda yükseklikler gereğinden çok daha küçük istenerek mekanik tesisatın tasarımı zorlanmamalıdır. Bu durum, elektrik-mekanik tesisatın tavan içinde koordinasyonunda problemlere neden olabilmektedir. Asma tavan bulunan

alanlarda asma tavan içi net boşluğu mimar, MTT ve ETT tarafından ortaklaşa tespit edilmelidir. Tasarım ve uygulamada genel olarak işveren, mimar, MTT ve ETT'nin karşılıklı olarak birbirlerine mesleki olarak güven ve saygı duymaları gerekmektedir. Aksi takdirde çok anlamsız çatışmalar nedeniyle iş gücü kaybı meydana gelebilmektedir. Bu sorun birbirine mesleki olarak güvenen grupların birlikte çalışması ile aşılabılır. Mimar ve/veya işveren tasarım ve uygulamada mimari ve dekorasyon açısından önemli boyutta harcamalar yaparak malzemeleri seçerken, bir yapının kalbi olan mekanik, elektrik tesisat cihazları/sistemleri için gereken özeni göstermelidir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji tasarrufu ülkemiz kaynaklarının doğru ve verimli kullanılması açısından çok önemlidir. Mimarlar, yapıda enerji tasarrufuna yönelik tasarım önlemlerinin alınmasına (Örneğin doğal aydınlatma, elektronik balast-trafo ile yeni nesil enerji tasarrufuna yönelik lamba kullanımı, dekorasyon nedenleriyle gerekli olmadıkça halojen lamba kullanılmaması, yapıda uygun yalıtım malzemelerinin seçilmesi, yapının tasarımında ısı kayıplarının göz önüne alınması, ısı geri kazanımı, otomasyon sistemlerinin gereği gibi tasarımının yapılmaması vb) gereken özeni göstermelidirler.

Mimar, MTT ve ETT'nin bu konularda birbirlerini teşvik etmesi ve koordineli çalışması doğru bir yaklaşım olacaktır. Mimar, enerji tasarrufuna yönelik tüm önlemleri, MTT ve ETT'nin görüşlerini alarak uygulamalıdır. Ülkemiz ve işveren için en önemli şeyin ilk yatırım maliyeti ve enerji tasarrufu; olduğu mimar, MTT ve ETT tarafından hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Mimar ve işveren; özellikle yangın, acil aydınlatma ve yangın alarm sistemi açısından, can ve mal güvenliği ile ilgili olan bu konularda işin uzmanına (tesisat mühendislerine) danışmalıdır. Yapılarda kaçış yolları, yangın merdivenleri tasarımı doğru ve yönetmeliklere göre mimar tarafından yapılmadığı zaman tasarım ve uygulamada elektromekanik tesisat açısından çok önemli problemler oluşmaktadır. Bu nedenle tasarım ve uygulamada iş gücü kaybı ve ek maliyetler oluşabilmektedir.

Binalarda mimar tarafından yapılması gereken kaçış yolları, yangın merdivenleri, acil durum çıkış (exit) merdivenleri, yangın zonlarının tasarımı konunun uzmanlarına danışılarak yapılmalıdır. Aksi takdirde eksik/hatalı uygulamalar olmakta ve bu durumda mekanik ve elektrik tesisat tasarımı tümüyle hatalı bir şekilde ilerlemekte, işin sonunda konu tekrar ele alındığında tasarım ve uygulamada iş gücü kaybı ve ek maliyetler oluşabilmektedir. Yapıların birçoğunda yangın zonlaması göz ardı edildiği, doğru olarak yapılmadığı gözlenmektedir. Yapılan hatalar nedeniyle daha sonra yangın senaryosu yapılarak uygulamaya girildiğinde önemli problemler yaşanabilmektedir.

Herhangi bir yapıda yangın zonlarının tasarımı mimar tarafından "kesin proje" aşamasında yapılmalı/yaptırılmalı ve "ön proje" aşamasında yangın zonu bilgileri MTT ve ETT'ye kesin olarak verilmelidir.

Mimari-Elektrik-Mekanik projeleri arasında bir öncelik sıralaması yoktur. Önce mimari daha sonra mekanik daha sonra elektrik sıralaması bir kerede düzgün bir tasarıma engel teşkil edebilmektedir. Tüm bu disiplinler adım adım ve tasarımın tüm aşamalarında tasarımlarını disiplinler arası isteklere göre gözden geçirmek durumundadır. Elektrik ihtiyaçlarına göre mimari, mekanik optimizasyonu için Mimari-Elektrik-Mekanik gibi çok yönlü bir etkileşim söz konusudur ve bu etkileşim tek seferde sağlanabilen, içine kapanarak yapılabilen bir süreç değildir. Yapılan tasarım değişiklikleri iyileştirici yönde olmalıdır. Bu değişiklikler, her disiplin, diğer disiplinin gereklerini anlayan, ona yardımcı olan bir yaklaşımda olmalıdır.

1.5.2.2. Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri

Mekanik ve elektrik tesisatının yapımına başlanmadan önce, imalatçı firmaların seçilen cihazlarının tip ve ölçüleri kullanılarak mekanik, elektrik tesisat işleri yüklenicilerinin "Uygulama Projesi (yapım çizimleri ve hesapları)" hazırlama gerekliliği bulunmaktadır.

Mekanik ve elektrik tesisatta kullanılacak seçilmiş cihazların son yerleşimi ve kesin boyutlandırılması ancak bu hesaplar ve çizimlerle mümkün olur. Bu konu, işveren ve mimar tarafından göz önüne alınmaması durumunda, uygulamada problemler yaşanabilmektedir.

Aşağıda belirtilen detayları içeren "Uygulama Projeleri" uygulama aşamasında mekanik, elektrik işleri yüklenicileri tarafından yapılacaktır:

- Kesin proje aşamasında, seçimine karar verilen cihaz ve malzemelerin boyut, tip ve teknik değerlerinde işin gereği sonucu (işverenden veya diğer bağlı disiplinlerden kaynaklanan) ortaya çıkan değişiklikler
- Tipi, boyutu, teknik değerleri kesinleşmiş olan cihazlara göre kesin projede verilemeyen hesap, yerleşim, detay ve benzeri

Mekanik tesisat ve elektrik tesisatındaki cihazların deprem yüklerine göre tahkiki ve gerekli önlemlerin alınması ihmal edildiğinde, üzücü sonuçlar meydana gelmektedir. Bu durum, hiçbir zaman geriye getirilemeyecek can kayıpları ve ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Mekanik tesisat ve elektrik tesisatındaki cihazların deprem kuvvetlerine göre tahkiki için gereken tüm veriler statik projelendirmeyi yapan inşaat mühendislerine verilmeli, seçilen cihazların deprem kuvvetlerine göre tahkiki inşaat mühendislerince yapılmalı ve uygulamada gerekli önlemler işveren ve mimar tarafından alınmalıdır.

Tavan koordinasyon planları yapılırken sadece görsel değerlendirme değil, tavan içerisine yerleştirilecek tesisat ve elektrikle ilgili (menfez, sprinkler, aydınlatma armatürü, yangın ihbar detektörü ve tavan içindeki elektromanyetik sistemler gibi) sistemler de göz önüne alınmalıdır. Aksi takdirde uygulamada işveren için ek maliyetler ortaya çıkacaktır. Ayrıca işgücü kaybına neden olacak sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Tavan içi ve üstü koordinasyon planları, detayları; yüklenicilerin MTT ve ETT'lerin müşterek koordinasyonu sağlanarak ve onayları alınarak mimar tarafından yapılmalıdır. Uygulamada genellikle mimar ve bazen işveren tasarım aşamasında seçilmiş olan aydınlatma armatürlerinin tiplerini ETT ve MTT'ye danışmaksızın, onayı olmaksızın değiştirmekte, hatta ilaveler yapmaktadır. Bu durum, gerek elektrik tesisatı, gerekse mekanik tesisatta önemli tasarım ve uygulama değişikliklerine yol açabilmektedir. Bu nedenle uygulamada işverene ek maliyetler gelmekte, yüklenicilerin iş gücü kaybına neden olmaktadır.

Mimar uygulama sırasında ETT ve MTT'nin onayı olmaksızın aydınlatma armatürünün tip, nitelik ve adetlerini değiştirmemelidir. Bir yapının tasarımı yapılırken mimar, yapının kullanım özelliklerini, kişi/m² sınırlarını belirler ve kullanılan elektromekanik cihazların dinamik ve statik yüklerini de göz önüne alarak yapıyı, yangın merdivenlerini, kaçış yollarını, normal merdivenleri, asansörleri tasarlar. MTT ve ETT de bu verilerden yola çıkarak kesin projelerini yaparlar. Uygulamada genellikle işveren tarafından kişi/m² sınırlarının bilinçsiz bir şekilde yükseltilmesi ile özellikle mekanik tesisat sistemleri, elektrik tesisatı, kesintisiz güç kaynakları yetersiz kalmaktadır. Mimari açıdan ele alır isek yangın yönünden çok tehlikeli bir şekilde kaçış yollarının, yangın merdivenlerinin yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca asansörler, bazen yürüyen yol ve merdivenlerin kapasiteleri, tumikelerin adetleri dahi yetersiz hale gelebilmektedir. Mimar tarafından yapının kullanım özellikleri, niteliği ve kişi/m² sınırları çok iyi belirlenmeli ve daha sonra işveren tarafından talep edilse dahi sakıncaları belirtilerek değiştirilmemelidir. Aksi takdirde tasarımda, uygulama sırasında, uygulamanın bitirilip yapının işletmeye alınmasından sonra kişi/m² insan yükleri değişir ise elektromekanik tesisatta, yangın merdivenlerinde, asansörlerde, tumikelerde vb can ve mal güvenliğini dahi riske atabilecek, yapının belirlenen konfor şartlarında çalışmamasına neden olacak problemler ortaya çıkar.

1.5.3. ELEKTROMEKANİK GRUPLAR VE İŞVEREN ARASINDAKİ PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

1.5.3.1. Tasarımda Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri

İşveren ve/veya işveren danışmanlarının bilgi eksikliği ile yapı sektöründeki tecrübe eksikliği pek çok soruna neden olmaktadır. Genel anlamı ile bakıldığında tasarımcıya yapı işleviyle ilgili verilen bilgiler tam olduğunda çizilen projelerde de hata ve eksik oranı oldukça azalmaktadır. Mekanik ve elektrik projelerinde, mimari proje kalitesinin önemi genellikle işveren tarafından anlaşılmamaktadır. İyi çalışılmamış, olgunlaşmamış, işletmenin ihtiyaçları ile barışık olmayan bir mimari proje üzerine amaca uygun elektrik ve mekanik tasarımın yapılması mümkün değildir. Uygulama sırasında defalarca revize edilecek

ve detayları çözülecek mimari tasarım üzerine ayrıntılı, iyi çözülmüş bir elektromekanik sistem tasarımı mümkün olmamaktadır. Öncelikle işvereni yönlendirecek olan danışmanların veya danışmanlık firmalarının konularında gerçekten uzman olmaları şartı aranmalı, yatırımcılar uzman danışmanlarla yola çıkmalıdır.

Bu ilk aşama olup ikinci aşamada bütün disiplinler (mimari, inşaat, mekanik, elektrik) bir araya gelerek gereken teknik koordinasyon çalışmasını gerçekleştirmektedir. İşveren, projeyi uzman tasarımcıya teslim etmeli, uygulamayı yapacak yüklenicinin yeterli olmasına dikkat etmelidir. Tasarımcılar ve yükleniciler güncel standar ve yönetmeliklere göre tasarım ve uygulama yapmalıdırlar.

Bazı durumlarda (küçük ve orta ölçekli projelerde), işveren projeyi anahtar teslimi mimari gruplara teslim etmektedirler. Bu durumda uygulama projeleri yapılmasına özen gösterilmelidir. Her tür yapıda yapının tasarımı, uygulaması, yeterli uzman tasarımcılar ve yükleniciler tarafından, en azından güncel standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak yapılmalıdır. İşveren tarafından tasarımcıların seçiminde genel olarak sadece teklif bedeline bakılarak seçim yapıldığında; tasarım sürecinde ve daha sonrada uygulamada önemli iş gücü, ekonomik kayıplar oluşmaktadır. Elektrik tesisatı tasarımı için 03.12.2003 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "Elektrik İç Tesisleri Proje Hazırlama Yönetmeliği" bulunmaktadır. Benzer bir yönetmelik mekanik tesisat tasarımcıları için bulunmamaktadır. Mekanik tesisat tasarımı ile ilgili şartname hazırlık çalışmalarına TTMD içinde oluşturulan bir komisyon tarafından devam edilmektedir.

Tüm tasarımcılar için seçim kriterlerini içeren bir şartname, standart ülkemizde bulunmamaktadır. Örneğin tasarım için en basit kriterler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Tasarımcı yeterli düzeyde mali yapıya sahip midir?
- Tasarımcı yaptırılacak tasarıma eşdeğer tasarımları son beş yılda ne kadar yapmıştır.
- Tasarımcının çalışan teknik personelinin sayısı ve söz konusu tasarımı gerçekleştirmedeki tecrübe ve birikimleri ne kadardır?
- Tasarımcının yaptığı tasarımların uygulamada gerçekleşme oranları nedir?

Tasarımcıların seçimi ile ilgili CLC/TS 50439'a benzer mekanik ve elektrik tesisat şartnameleri de acilen hazırlanarak uygulamaya konmalıdır. Tasarımda uyulacak standartlar teklif aşamasında işveren tarafından açıkça belirtilmelidir. Tasarım ile ilgili şartnamelerde konu ile ilgili CEN, CENELEC standartları açıkça belirtilmelidir.

İşveren, tasarım ve uygulama sırasında, tasarımcılar ve yüklenicilerden, gerçekleştirilmesi olanaksız tasarım ve uygulama süreleri isteyebilmektedir. Özellikle mimar, MTT ve ETT arasındaki önemli koordinasyonlar ile bir tasarım ve uygulamanın yapılabilmesi için gerçekçi süreler dikkate alınmalıdır. Bu süreler bazen bir tasarım için gerekenden çok daha az (6 ayda bitirilebilecek bir tasarım için 1 ay gibi bir süre istenebiliyor) olabilmektedir.

Bu nedenle hatalı tasarımlar yapılabilmekte, uygulamada kalitesiz bir yapı ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda işveren kendisine ve ülke ekonomisine farkında olmadan zarar verebilmektedir. İşveren tarafından belirlenecek tasarım ve uygulama süreleri gerçekçi olmalıdır. İşveren mimar, MTT, ETT tarafından hazırlanacak etüt-öneri raporlarını, ön projeleri; yapının nitelikleri ve kendi özel isteklerini iyi bir şekilde değerlendirmeli, daha sonra yapılan ön proje ve kesin proje aşamalarında, iş gücü kaybına neden olmamalıdır.

İşveren gerek etüt-öneri raporlarını, gerekse ön projeleri yapının nitelikleri ve kendi özel isteklerini göz önüne alarak onaylamalı, eğer onay sonrası ön proje ve kesin proje aşamalarında bir değişiklik talebinde bulunur ise, gereken ek süreyi tasarımcılara tanıyarak, iş gücü kayıplarının karşılığı olan ek bedeli de tasarımcılara vermelidir.

Henüz tasarıma dahi başlanmadan veya "etüt-öneri raporu", "ön proje" aşamalarında işveren keşif, hatta ihale dosyası isteyebilmekte ve bazen "ön proje" ve verilen keşiflerle ihaleye çıkılarak uygulama yapılmaktadır. Bu tür bir uygulamanın başarılı ve doğru olabileceğini söylemek mümkün değildir. İşveren kesin proje ile birlikte verilen keşif ve şartnameler ile ihaleye çıkmalıdır, aksi hiçbir şekilde uygulanmamalıdır.

1.5.3.2. Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri

Uygulama safhasında eğer tasarım konusunda bir sorun yok ise, gereken koordinasyonlar yapılmış ve tavan içi ve üstü koordinasyon planları, ilgili detaylar ve kesin projeler işverene verilmiş ise, işveren uzman yüklenicilerden birini seçerek ilgili yüklenicinin kullanılacak cihazların seçimi ile birlikte "uygulama projelerini" yapması sağlanmalıdır. MTT, ETT tarafından hazırlanmış "kesin projeler" ile uygulama yaptırılmamalıdır. Aksi takdirde yapılan uygulamalar hatalı olmakta ve iş gücü kaybı, işverenin ekonomik kayıplarına neden olmaktadır.

Uygulama aşamasında kalitesiz ve/veya standartlara uygun olmayan ürünlerin kullanılması için işveren tarafından baskı yapılmamalıdır.

Mekanik ve elektrik tesisat yüklenicilerinin seçimi konusunda gereken özenin işveren tarafından gösterilmesi gerekmektedir. Sadece teklif bedellerine bakarak ve/veya teknik olarak karşılaştırma yapılmaksızın uygulamanın yüklenicilere ihale edilmesi ve kalitesiz ve/veya standartlara uygun olmayan ürünlerle işi yaptırmaya çalışması, gelecekte önemli sorunlar ortaya çıkarabilmektedir.

Önemli problemlerden biri de işverenin yüklenicilerini seçerken ve satın alma yaparken yaptığı değerlendirmelerdir. İşverenin sadece teklif bedellerine bakarak, en ucuza yaptırma, satın alma düşüncesi ile hareket etmesi, ilgili güncel standartları göz önüne almaması durumunda, kendisine ve ülke ekonomisine zarar vermektedir. Kalitesiz yapıların yapılmasına neden olunabilmektedir. İşverenin yapacağı işin niteliğine uygun yükleniciyi

seçerken, belirli bazı temel kriterleri, varsa CEN, CENELEC şartnamelerini göz önüne almalıdır. İşveren tarafından uygulamada elektrik yüklenicilerinin seçimi ile ilgili CENELEC tarafından 2004 yılında yayınlanmış olan CLC/TS 50439 "Qualification of Electrical Installation Contractors" (Elektrik Yapım İşleri Müteahhit Yeterliği) konulu teknik şartname göz önüne alınarak yüklenici seçilmelidir. Bu şartname TSE tarafından taslak olarak görüşe gönderilmiş, ancak henüz yayınlanmamıştır. Mekanik tesisat yüklenicileri ile ilgili benzer bir şartnamenin CEN'de araştırılması, eğer yok ise de TTMD tarafından hazırlanması, CEN'de varsa CEN'e paralel yok ise TTMD çalışmasının TSE tarafından yayınlanması çok yararlı olacaktır. İşveren yüklenicilerini seçerken, (ilgili şartnameler yayınlanarak, yürürlüğe girene ve uygulamaya geçene kadar) en azından aşağıdaki kriterleri göz önünde bulundurması önerilmektedir:

- Tesisin yapımını yüklenecek firma veya firmaların mali durumu,
- Tesis yapımını yüklenecek firma veya firmaların teknik eleman sayısının, teknik elemanların söz konusu tesis açısından yeterliliğinin ve teknik donanımın yeterliliğinin değerlendirilmesi,
- Son 5 yılda yapılacak tesis veya benzer tesisle ilgili işlerin gerek işin verilen sürede bitirilip bitirilmediği ve gerekse bu işlerle ilgili gecikme olup olmadığını ihtiva eden incelemenin yapılması.
- Yapım sırasında bulunduracağı teknik personelin nitelik, sayısı ve yönetim planı.

İşveren yüklenicisini seçtikten sonra ise yükleniciden en azından aşağıdaki bilgileri istemeli ve onaylamalıdır:

- Yapım sırasında hangi ekipmanları bulunduracağı,
- Teknik personel sayısı ve bunların yeterliliklerini,
- İş programı,
- Tesisin ve tesis bölümlerindeki işlerin nasıl yapılacağını ve işin yapımındaki iş sıralamasını ve söz konusu işin kaç personelle yapılacağını hangi aletleri kullanacağını açıklayan tesis yapım metodunu açıklayan detaylı dokümanlar.

İşveren mekanik, elektrik tesisat ile ilgili satın almalarında veya yüklenicilerin tekliflerinin değerlendirilmesi sırasında; en azından tasarımcı tarafından verilmiş olan teknik şartnamelerin gereklerine göre davranmalıdır. İşveren; yüklenicilerden güncel CEN, CENELEC standartlarına göre uygulama yapılmasını ve ilgili standartlara sahip ürünler kullanılmasını istemelidir. İşverenin gerek tasarım ve gerekse uygulama aşamasında projeyi kontrol edecek proje disiplinleri arasında koordinasyonu sağlayacak, kaliteyi denetleyecek uzman kişilerden oluşan, yeterli proje yönetim/kontrollük teşkilatını kurması, tasarımcılardan uygulama aşamasında gerekli danışmanlık, kontrollük hizmetlerini alması gerekir. İşverenin tasarım ve uygulama aşamalarında konu ile ilgili uzman gerekli ve yeterli teknik eleman, danışman, proje yöneticisi bulundurmadağında, tasarımcılardan danışmanlık ve kontrollük

hizmeti almadığında iş gücü kayıpları oluşabilmekte, kendisine ve ülke ekonomisine zarar verebilmektedir. Tasarım, uygulama ve de özellikle tesisin devreye alınması sırasında önemli planlama hataları yapılabilmektedir. İşlerin gerçekçi yapım süreleri dışında planlanması, karar vericilerin uzun zamanlar kullanıp tasarımcılara ve yüklenicilere düşen zamanın kısıtlanması kalitenin düşmesine neden olmaktadır. İşveren güncel “Proje Yönetim Teknikleri”ni kullanmalıdır. Aksi taktirde, iş gücü ve ekonomik kayıplar oluşabilmektedir. Tasarım, uygulama ve devreye alma için verilen süreler doğru planlamalı, tasarım ve uygulama, satın alma sırasındaki değişikliklerin yol açacağı ek süreler tasarımcılara ve yüklenicilere verilmelidir. Bazı durumlarda (küçük ve orta ölçekli bazı projelerde) İşverenler projeyi anahtar teslimi mimari gruplara teslim etmektedirler. Bu durumda, uygulama projesi yapılmasına özen gösterilmelidir. Aksi taktirde, yükleniciye ciddi iş gücü ve maddi kayıp verilebilmektedir. Doğru ve gereği gibi yapılmış tasarımlar işveren tarafından yaptırılarak, uzman yüklenici firmalara teslim edilmelidir.

Uygulama süreçleri adım adım belirlenmeli, uygulama aşamaları doğru bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Tasarım ve uygulama da standartlara ve yönetmeliklere uyulması sağlanmalıdır. Uygulama kontrolleri zamanında yapılmalı hatalı uygulamaların hemen düzeltilmesi sağlanmalıdır. Tüm bunlar için işverenin bu tür uygulamalarda danışmanlık/kontrollük hizmeti alması gerekir.

İşveren yüklenicilerden iş bitiminde “Son Durum Projesi/As-built (Yapıldı Projesi)”ni istemediği ve almadığı zaman; yapının işletilmesi sırasında, doğru ve sağlıklı işletilmesi mümkün olmamaktadır. İşveren tüm yüklenicilerden iş bitiminde “Son Durum Projesi/As-built (Yapıldı Projesi)”ni muhakkak istemeli, gerekli uygunluk kontrollerini yapılarak onaylanmasından sonra ve yapının işletme kadrosuna bu projeler verilmelidir.

İşverenin projeyi sadece ilk yatırım maliyetleri ve mevcut bütçesi açısından değerlendirerek tesis konforunu ve özelliğini düşürecek isteklerde bulunması, otomasyon sistemlerini, enerji tasarrufunu göz önüne almaması, bu nedenlerle tasarımlarda değişikliğe gidilmesi işverenin kendisine ve ülke ekonomisine zarar vermektedir.

İşveren sadece bütçe açısından değerlendirme yapmaması, projeleri, doğru tasarlanmış otomasyon sistemlerini, enerji tasarrufunu göz önüne alarak uygulamalıdır.

1.5.4. GENEL PROBLEMLER, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

1.5.4.1. Tasarımda Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri

Tesisat tasarım ve uygulama hizmetlerinin bedellerinin çok düşük olması; bu branşa layık görülen ücretlerin kaliteli bir tasarım hizmetine olanak vermemesi ve bu nedenle sektöre uzman olmayan tasarımcıların katılması çok önemli bir problemdir. Sektörde, gerçek sorumluluk (ve dolayısıyla yetki) bulunmaması, haksız rekabete neden olmaktadır.

Mekanik tesisat, elektrik tesisat tasarımlarının, diğer branşlara (örneğin bir yapının statik hesapları vb) oranla ne kadar vakit aldığıının anlatılması (örneğin Avrupa/Amerika firmalarından karşılaştırmalı adam/saat hesapları alınabilir vb) yararlı olacaktır.

Nitelikli-niteliksiz hizmetlerin birbirlerinden ayrılmasını sağlamak için, tüm gelişmiş ülkelerde uygulanan Profesyonel Sorumluluk Sigortası sistemi için işverenin eğitilmesi ve sigorta için talep yaratılması gerekir. Profesyonel Mühendislik kavramının, Avrupa Birliği’ndeki gelişmelerin en kısa zamanda detaylı bir şekilde incelenerek ülkemizde uygulanması için gerekli alt yapı oluşturulmalıdır. Tasarımcıların seçimi ile ilgili CLC/TS 50439’a benzer bir şartname acilen hazırlanarak uygulamaya koyulmalıdır. İşveren, CENELEC tarafından 2004’de yayınlanmış olan CLC/TS 50439 “Qualification of Electrical Installation Contractors” (Elektrik Yapım İşleri Müteahhit Yeterliği) konulu teknik şartnameyi göz önüne alarak yükleniciyi seçmelidir. Bu şartname TSE tarafından taslak olarak görüşe gönderilmiş, ancak henüz yayınlanmamıştır, acilen yayınlanmalıdır. Mekanik tesisat yüklenicisi, inşaat yüklenicisi için de benzer bir şartnamenin hazırlanarak yürürlüğe konulması gerekmektedir.

Mimarların ve işverenlerin fikir değiştirmesi, elektromekanik tesisat tasarımının defalarca değişmesi, fakat bu ilave hizmetlerin karşılığının yok farz edilmesi önemli bir problemdir. Tasarım ve uygulama aşamalarında tasarımına başlandıktan sonra yapılacak değişikliklerin ek ücrete tabi olmasının işverene kabul ettirilmesi için girişimlerde bulunulması ve kamuoyu yaratılması gerekmektedir.

Tasarımdaki en önemli problemlerden biri maalesef ne işe yaradığı belli olmayan mekanik, elektrik tesisatı tasarımı ile ilgili “ruhsat projesi”nin istenmesidir. Ruhsat projeleri ile ilgili MTT ve ETT gereksiz yere zaman kaybetmekte ve hiçbir zaman bu çalışmasının karşılığı verilmemektedir. MTT ve ETT “ruhsat projesi” yapmamalıdır, “ruhsat projesi” sadece mimari ve statik tasarım olarak istenebilir. Bu konuda gereken yasal girişimler yapılmalıdır.

Tasarım sırasında yapının nitelikleri ve işlevleri işveren ve tasarımcılar tarafından göz ardı edilebilmektedir. Bu nedenle uygulama sırasında değişiklikler yaşanabilmekte, bazen de uygulamada bu konu göz ardı edilebilmektedir. Bu durum ülkemiz ekonomisi ve işveren için maddi kayıplara neden olmaktadır.

Akustik, dekoratif aydınlatma, yangın, konfor, verimlilik, enerji tasarrufu, bina otomasyonu gibi özel uzmanlık alanındaki konular uzmanlarından sağlanan bilgiler doğrultusunda mimar, MTT, ETT tarafından bir koordinasyon içinde çalışılarak, etkileşimli tasarımlar yapılamaması durumunda, tasarım ve uygulama aşamalarında, önemli problemler meydana gelebilmekte veya hatalı tasarım uygulamaları ortaya çıkabilmektedir.

Yatırımcıların birden fazla amaca hizmet edebilecek tasarımlar istemesi, verimli olmayan optimize edilmemiş sistemler doğurmaktadır. Ofis olsun ama dükkâna

çevrilebilsin. Otopark olsun ama ileride ofis olabilsin gibi esnek yaklaşımların ilk başta görülemeyen ve optimize edilememiş tasarımlara neden olduğu anlaşılmamaktadır. Bu nedenle, yatırımcı ve ülke ekonomisi önemli boyutta zararlar ile karşı karşıya kalabilmektedir. Yatırımcıların projenin başlangıcında gerektiğinde “yatırım danışmanlığı” alması gerekir. Tasarımcılar kendileri ve bazen de işveren tarafından zorlanarak, ürün bağımlı tasarımlar yapabilmektedir. Tasarım yapılırken; temel bilgi kaynakları, güncel standart ve yönetmelikler ile güncel teknolojik gelişmeler araştırılmalıdır. Ayrıca, şartnamelerde ilgili ürünlerin standartları açıkça belirtilmeli ve en az her ürün için standartlara sahip/uygun üç firma tanımlanmalıdır. İşveren tasarımcıları ürün sağlayıcıların ürünlerinin kullanılması için zorlamamalıdır.

1.5.4.2. Uygulamada Karşılaşılan Problemler, Çözüm Önerileri

Yapıların sağlıklı, doğru işletilmesi düşünülerek, enerji tasarrufu göz önüne alınarak teknik şartnameler yazılmalı, imalatlar buna göre kontrol edilmesidir.

Tasarım hizmeti verenlere, aynı tesis için kontrollük hizmeti verilmemesi gerekir. Kontrollük uzman ve deneyimli ekiplere verilmelidir. Yerinde yapılan değişiklikler için tasarımcının onayının alınması gerekir. Onay alınmaması aşağıdaki sorunlara yol açmaktadır:

- Mühendislik uygulamalarına ters birçok uygulamanın gerçekleşmesi ve tesisatın gerektiği gibi çalışmaması
- Tesisin bu nedenle önemli enerji kayıplarına uğraması
- Tasarımcının telif haklarının ihlali

Uygulama firmalarının tasarım hizmetini de (yetersiz şekilde) üstlenmeleri sorunlara yol açabilmektedir. Tasarım hizmetlerinin, uygulama hizmetleri öncesinde sağlıklı yapılması, tasarımcıya kontrollük verilmesi; hem tasarım hem kontrollük hizmetlerinin dünya uygulamalarına paralel olarak gerçek sorumlulukla sürdürülmesi, uygulamalardaki aksaklıkları da büyük ölçüde giderecektir. Yükleniciler tarafından uygulamanın başlangıcında “uygulama proje”leri (yapım çizimleri ve hesapları) yapılmalı ve tasarımı yapan mimar, MTT ve ETT’den onay aldıktan sonra uygulamaya başlamalıdır.

Uygulamada yüklenicilere işin yapımı, test ve devreye alma için gereken yeterli süreler kesinlikle verilmelidir. Yükleniciler uygulamanın bitirilmesi ile birlikte “son durum projesi (yapıldı projesi)”ni, cihazların dokümanlarını, teslim etmedikleri ve işletme kadrosuna gereken eğitimleri vermedikleri için, yapılarda işletme problemleri yaşanabilmekte ve oluşan arızalara müdahale etmek zorlaşmaktadır. Yükleniciler uygulamanın bitirilmesi ile birlikte “son durum projesi (yapıldı projesi)”ni, mekanik, elektrik vb tesisatın kullanılan cihazlarının tüm bilgilerini içeren dokümanları bir dosya ile işverene teslim etmeli ve gereken eğitimleri yapının işletme kadrosuna vermelidir. İşveren eğitimi, üniversite ders içeriklerinin güncellenmesi ve tesisat mühendislerinin hizmet içi eğitimi çok önemlidir:

- İşveren kadrolarının ve tasarımcıların güncel standartlar ve yönetmelikler hakkındaki bilgileri düzenlenen seminerlerle yenilenmelidir.
- Üniversitelerde elektro-mekanik tesisat konularında verilen eğitimler güncel standart ve uygulamalara paralel olacak şekilde yenilenmelidir.
- Tesisat sektöründeki meslektaşlarımız güncel standartları ve yönetmelikleri, teknolojik gelişmeleri takip etmeli, mesleki gelişimleri için gerekli yayınları izlemeli ve bu konulardaki seminerlere katılmalıdır.

Bu konuda üniversitelere, sektör demeklerine ve büyük şirketlere önemli sorumluluk düşmektedir. Üniversitelerde uygulamaya yönelik bölümler açılması ve zorunlu dersler konulması, üniversitelerin elektromekanik tesisat konularında uygulama, standartlar yönetmelikler ve teknolojik gelişmeler ile iç içe olması sağlanmalıdır. Meslektaşlarımızın güncel standartları, yönetmelikleri takip etmesi, mesleki yeni yayınları okuması gerekmektedir. Ülkemizde güncel standartlar ve güncel standartlar ile ilişkili konularda önemli eksikler vardır. Bu eksiklikler nedeniyle tasarım ve uygulama da problemler yaşanmakta ve geriye dönüşü çok zor hatalı uygulamalar meydana gelebilmektedir. Özellikle standartların büyük bir kısmının can ve mal güvenliği ile doğrudan ilgili olduğu unutulmaktadır. Tüm standartlar ve yönetmelikler EN, HD, IEC, ISO standartlarına göre acilen güncellenmeli ve bu konuda ülkemizde seferberlik ilan edilmeli, bürokratik engellerin kaldırılması için devlet bu konuda gerekli önlemleri almalı ve sivil toplum örgütleri, sanayiciler bu çalışmalarda önder olmalıdır.

Uygulama ve tasarım aşamalarında işverenin, resmi kurum ve kuruluşların, yapı denetim firmalarının onay yetkilileri, tasarımcılar ve yüklenici olmalıdır.

“Yapı Denetim” sistemi sağlıklı ve doğru çalışmalıdır. Bu durum tasarım ve uygulama sırasındaki iş gücü ve ekonomik kayıplar açısından son derece önemlidir.

Profesyonel Sorumluluk Sigortası sistemi için işverenin eğitilmesi ve sigorta için talep yaratılması, “Profesyonel Mühendislik” kavramının, Avrupa Birliği’ndeki gelişmelerin en kısa zamanda detaylı bir şekilde incelenerek ülkemizde uygulanması için gerekli alt yapının oluşturulması ve süratle uygulamaya geçirilmesi ülkemizin yararına olacaktır. Yapıyı yaratan tasarlayan mimardır. Tasarım ve uygulama çalışmaları bir orkestra’ya benzer, kendi içinde bir uyum gerektirir ve çok özel yapılar dışında bu orkestranın şefi de imardır. Ancak yapının işlevselliği, yaşanabilirliğini imarla koordineli çalışan çeşitli disiplinlerden mühendislerin emeği ve katkısıyla gerçekleşmektedir.

Eğer mühendisler olmasaydı mimarlar tarafından yapılan yapılar sadece görsel ve estetik kaygılar göz önüne alınarak yapılmış heykeller olurdu. Bu nedenle bir yapının gerçekleştirilmesi sırasında işveren başta olmak üzere ilgili tüm birimler birbirlerine mesleki olarak saygı duymalı, güven ve ekip ruhu içinde bir bütün olarak çalışmalarını gerçekleştirmelidirler.

II. BÖLÜM

MEKANİK TESİSAT İŞLERİNDE PRATİK NOTLAR

2.1. TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI

- Duvar içinde kalan soğuk su boruları üzerine ısı izolasyonu yapılmalıdır. Terlemeye karşı izole edilen borular daha uzun ömürlü olur. Duvar içinde nemlenme olmaz, bakteri oluşumu azalır.
- Temiz su tesisatı düz olmalı ve yatay gidişlerde hava tahliyesi için gidiş yönünde hafif bir eğim verilmelidir. Hava tahliyesi için en üst noktada havalık, sistemin boşaltılması için en alt seviyede boşaltma musluğu bulunmalıdır.
- Üst üste yatay boru demetlerinde yüzeyde yoğunlaşan suyun alttaki borulara zarar vermemesi için soğuk su borusu en altta olmalıdır.
- Hidrofor çıkışında, bir basınç regülatörü (sabit tutucusu) konulması tavsiye edilir. Böylece su kullanma yerlerinde basınç değişmeyecek ve gereksiz su tüketimi önlenecektir. Eğer bütün kat girişlerinde regülatör varsa buna gerek duyulmayabilir.
- Dağıtım hattı ve kolon hatları açıktan geçmeli, kolonlar mümkünse tek tek sistemden ayrılabilir olmalı (kolon vanası ile) ve yine her kolon bağımsız olarak boşaltılabilir olmalıdır.
- Kolon sonunda bir kolon havalığı olmalıdır. DN40 mm kolonlar için DN15 havalık yeterlidir. Ancak kolon sonuna bir rezervuar konulmuşsa havalık gerekmez. İlk ayırım su saatinden en az 1 m ilerden yapılmalıdır.
- Her kattaki kat dağıtım hattı (veya her daire) bağımsız olarak sistemden ayrılabilir olmalıdır. Bunun dışında merkezi sıcak kullanma suyu tesisatı da soğuk su sisteminden bağımsız olmalıdır.
- Bas rezervuar hattını ayırmalı veya oteller gibi uygulamalarda her WC grubu su girişine basınç düşürücü ve şok absorber konulmalıdır. Temiz su tesisatında düşey sistem uygulanmalıdır. Düşey tesisat şaftları yapılmalı, tesisat boruları bu düşey şafttan geçmelidir.
- Amerika'daki bazı uygulamalarda temiz su kolonları, son yatay kat ayırımından sonra 40-50 cm daha devam ettirilerek, hava toplanması için bir hacim yaratılmaktadır. Kolon sonunda oluşan bir hava yastığı, kolondaki su darbelerini ve koç darbelerini absorbe etme imkanı yaratır.
- Yatay kat dağıtımında borular banyo ve mutfak duvarlarına döşenmelidir. Kesinlikle döşeme ve tavandan boru geçirilmemelidir. Tavandan giden borular açıkta kalacağı için istenmeyecek, döşemeden çekilen borular ise kısa sürede çürüyecektir.
- Banyo şaftları içinde kalacak sıcak su sirkülasyon ve soğuk su borularının izolasyonu şaftlar kapanmadan yapılmalıdır.
- Galvanizli boruyu sabitlemek için kireçli harç kullanmaktan kesinlikle kaçınılmalı, ankastre galvanizli borular zift, koruyucu bant vs malzeme ile korunmalıdır.
- Özellikle banyodan mutfaka yerden çekilen borular mutlaka korunmalıdır.
- Banyo-WC-Mutfak için çekilen galvanizli borular üst kotlardan monte edilmeli, branşmanlar aşağı doğru bırakılmalıdır, böylelikle boru ucundan girebilecek harç, taş, vb parçalar ana boruyu tıkamayacaktır.
- Temiz su boruları soğuk bölgelerde dış duvar içinden geçirilmemelidir. Temiz su borularında terlemeye karşı izolasyon yapılmalıdır. Bu izolasyonun buhar kesici ile yapılması ve kelepçe, konsol detaylarında soğutulmuş su tesisatlarındaki detayların kullanılması gerekir.
- Açıktan geçen ve donma tehlikesi olan yerlerde borular donmaya karşı izole edilmelidir. Dış duvar geçişlerinde temiz su borusunu, bütün duvar kalınlığı boyunca koruma borusu (kovan) içinden geçirmek tavsiye edilir. Koruyucu kovan uzunluğu duvardan en az 10 mm daha fazla olmalıdır. Çapı ise borudan 20 mm daha fazla olmalıdır. Aradaki boşluk dolgu maddesi ile doldurulmalıdır.
- Helalar yalnız rezervuar aracılığı ile temiz su tesisatına bağlanmalıdır. Bideler, bağımsız su tesisatı olmadığı sürece kullanılmamalıdır.
- Galvaniz, boruyu havaya karşı korur. Döşeme içinden geçirilen galvaniz borular zamanla delinir. Döşeme içinde galvanizin koruma özelliği yoktur.
- Tünel kalıp sistemlerinde banyo tesisat borularını asma tavan içinden geçirip, perde içinde düşey monte etmek pratik olmaktadır.
- Galvanizli boruların fayans altında kalacak uç kısımları 1/2" kör tapa ile kapatılmaktadır. Fayans yapıldıktan sonra bu kör tapaların bir kısmı fayans altında kalacak, sökülürken fayanslar kırılacaktır. Artmış boru parçalarının bir ucuna dış açılarak, diğer tarafları ezilip kaynatılarak (100 mm boyunda) kör tapa yerine kullanılmalıdır.
- Paslanmadığı ve ucuz olduğu için temiz su devrelerinde pik vana yerine, pirinç şiber vana kullanılmalıdır.
- Az kullanılan veya donma tehlikesi olan hatların bir ayırma vanası ve bir boşaltma musluğu olmalıdır.
- Temiz su tesisatında kullanılacak boruların taşıma ve saklanması, içine kum vs gibi yabancı madde girmemesine dikkat edilmelidir.
- Montajı yapılmış fakat musluk, batarya vs bağlanmamış boru uçları kör tapa vs ile mutlaka kapatılmalıdır.

- Villa temiz su tesisatında masajlı duş kullanılıyor ise boru çapı en az 1" olmalıdır. Bu durumda hidrofor basıncı artırılmalı, alt basınç 30 mSS, üst basınç 40 mSS olmalıdır. Normal duşlu villalarda alt basınç 15 mSS alınabilir.
- Villalarda su debisi belirlenirken, bahçe sulama göz önüne alınmalıdır. Bahçe sulama yokken debi 1,5 m³/h, varken en az 3 m³/h alınmalıdır. Bahçe sulama tesisatını planlayan firmanın da bahçe sulama için gerekli su debisi ve basıncını öğrenip, hidrofor kapasitesini seçmesi daha doğru olacaktır.
- Temiz su tesisatında oluşan sesin ana nedeni su basıncının fazla olmasıdır. Yüksek basınçtaki su, kesitin daraldığı noktalarda su hızını 2 m/s değerinin üzerine çıkarır. Buna çözüm hidrofor basıncının ayarlanması, hidrofor çıkışına basınç sabitleyici montajı, sistemdeki basınç kademelerinin doğru düzenlenmesi ve daire girişlerine basınç düşürücü montajıdır.
- DIN 3204 kapsamındaki Ø40 ve Ø50 mm sürgülü vanalar yerine, 1/2" ve 2" pirinç vana kullanılmalıdır. Bu vanalar daha uzun ömürlü, kaliteli, kullanışlı, su damlatma riski daha az ve yaklaşık %30 daha ucuzdur.
- Hidrofor emiş boruları titreşim nedeniyle emniyetli bir şekilde sabitlenmelidir. Su tasfiye cihazı çıkışına pislik tutucu montajı faydalıdır.
- Su deposu dolum borusu üzerine selenoid vana monte edildiğinde, su basınçlı ise vananın gücü kapatmaya yetmez. Bu konuda özel önlem almak gerekir.
- Sıva altındaki sıcak ve soğuk su boruları ile kalorifer kolonlarının üzerine çok iyi ısı izolasyonu yapılmalıdır. Özellikle sıva altındaki boruları izole etme alışkanlığı olmadığından, ısı kaybı oluşmakta ve korozyon nedeniyle boru çabuk delinmektedir. Öneri; Sıva altındaki galvaniz boruların doğal gaz borularında kullanılan koruyucu bant ile sarılıp, üzerine 6 mm kalınlıkta fleks türü malzeme ile ısı yalıtımı yapılmasıdır.
- Suyun az olduğu yerlerde arıtmadan alınan su, bahçe sulamada ve rezervuar için kullanılabilir. Arıtmadaki hatalara karşı,
 - Rezervuar için hidrofor dahil ayrı hat yapılması gerekmektedir.
 - Bas rezervuar kullanılması daha uygundur. Böylece su depolanmadığı için daha sağlıklıdır.
- Sanayide hidrofor depoları genellikle küçük seçilmektedir ve bu nedenle bu gibi uygulamalarda hidrofor şalt sayısı artmaktadır.
- Ana su girişlerinde/hidrofor çıkışlarında işletilmesi ve bakımı zor pislik tutucular yerine, katı tutma hacmi büyük olan sanayi tipi su filtreleri kullanılmalıdır.
- Su depoları öncesinde mutlaka sanayi tipi su filtreleri kullanılmalıdır.
- Sirküle eden kapalı su devrelerinde pislik ayırıcı kullanılmalıdır.
- Su yumuşatma cihazları öncesinde yine su filtresi kullanılmalıdır.

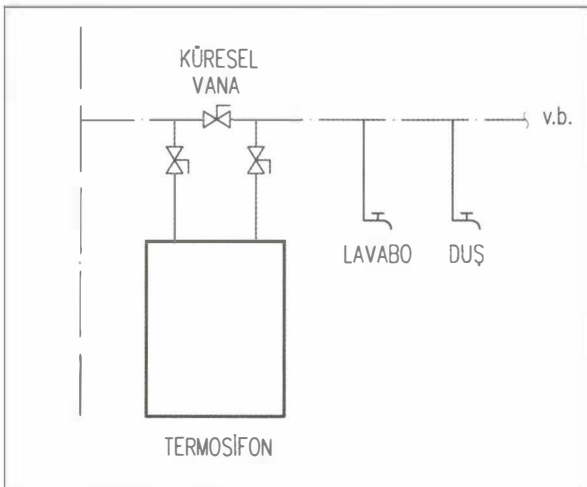
2.2. TEMİZ SICAK SU TESİSATI

- İyi bir boylerde aranması gerekli özellikler:
 - Yüksek sıcak su üretim kapasitesi
 - Hijyen
 - Lejyoner hastalığına karşı termik dezenfeksiyon imkanı
 - Isı izolasyonu (Boyerin ısı izolasyonlarının en az 10 cm kalınlıkta poliüretan veya benzeri kalitede malzeme ile yapılmış olması ve izolasyon üzerinin korozyona dayanıklı sac ile kaplanması önemlidir.)
 - Uzun ömür
 - Temizleme kolaylığı

Az yer kaybı (kullandığı alan)

- Yüksek yapılarda klorlu su kullanılan yerlerde, paslanmaz çelik boylerlerde korozyon oluşmaktadır. Klor ısınan sudan ayrışarak bu yüzeyleri etkilemektedir. Paslanmaz çelik boylerlerin bir başka dezavantajı nitrat ayrışması sonucu nikel alerjisi oluşturmalarıdır.
- Yeni tip boylerlerde inert anot kullanılmakta ve bakım gerekmemektedir.
- Sirkülasyon pompasına 3 ağızlı çek valf monte edilmelidir.
- Hava tıkcını önlemek için, sıcak su sirkülasyon hattı son kat girişinin altından alınıp, geri döndürülmelidir. Ayrıca sirkülasyon borusu hat sonlarına kadar götürülmelidir.
- Boyler kullanma suyu devresinde galvanizli boru ve pirinç şiber vana kullanılmalıdır. Siyah boru kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Boyler sirkülasyon devresinde pompa by pass hattı yeterlidir. İkinci bir yedek pompa kullanımı zorunlu değildir.
- Boyler ısıtma devresinde ise tam tersine by pass vanası bulunmamalıdır (boyler kazandan aşağıda bir seviyede olduğunda).
- Sıcak su dolaşım pompaları devreye sokulmadan önce mutlaka milleri tomavida ile çevrilmeli, sonra elektrik verilmelidir. Bekleyen pompaların milleri pas gibi etkenlerden sıkışabilir ve motor yanabilir.
- Boylerli binalara ayrıca şofben veya termosifon monte edildiğinde sıcak su soğuk suya, soğuk su da sıcak suya karışmaktadır.
 - Dairelerin sıcak ve soğuk su girişlerine çek valf montajı teorik olarak sorunu çözmekle birlikte, pratik olarak çek valf kaçırdığı için sorun devam etmektedir.
 - Sıcak su tesisatı boru bağlantısı mimaride çözüm sağlamak şartı ile, *Şekil 2.1*'deki gibi yapılmalıdır.
- Boyler ile kullanma noktası arasındaki mesafe 12 metreyi geçerse Hollanda normlarına göre, kullanma suyu sirkülasyon pompası koymak gerekir.
- Boylerlerde kapalı genleşme deposu kullanılması önerilir. Aksi halde emniyet ventilinden dışarı su atılacaktır.

- Sıcak su üretimi için plakalı eşanjör kullanıldığında, eşanjör ile depo arasına da pompa (sürekli enerji tüketimi oluşur) ve otomatik kontrol sistemi ilave edilmesi gerekir. Bunun yerine depo hacmi az, sıcak su üretimi fazla olan serpantinli boyler kullanılması daha avantajlıdır. Böylece,
 - Daha az yer kaybı (daha küçük alan ihtiyacı nedeniyle)
 - Pompa ve otomatik kontrol maliyeti
 - Fazla enerji harcanması
 - Servis bakım maliyetinden tasarruf edilmiş olur.
- Kullanma suyu sirkülasyon pompasının çalışma sürecinde kaybedilen enerji maliyeti yüksektir. Çözüm, kullanma suyu sirkülasyon pompasının kumanda panelinin zaman saatinden kumanda almasıdır. Örneğin konutlarda bu pompa gece 23.00 ile sabah 06.00 arasında durmalıdır. Müstakil evlerde ve işyerlerinde, kullanılmayan gündüz saatlerinde bile, kullanma suyu sirkülasyon pompası çalıştırılmamalıdır.
- Yoğuşmalı kazanların drenajını pis su borusuna direkt bağlamayın. Kanalizasyondan gelebilecek metan gazı patlamaya neden olabilir. Bunun için;
 - 40 cm yükseklikte sifon yapılmalıdır.
 - Sifon üst ucu serbest olmalı, conta kullanmamalı ve drenaj suyu bir huni ile sifona akmalıdır.
 - Bakır borular akış doğrultusunda çelik borudan sonra yerleştirilmelidir. Aksi halde çelik boru önündeki bakır boru su ile çözünerek, çelik üzerine çöker ve borular delinir.
- Mıks (karıştırmalı) batarya kullanılan noktalarda, soğuk su sıcak suya karışmaktadır. Bu tip bataryaların kullanılmasından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.
- Vana ve aksesuarların seçiminde basınç sınırlarına dikkat edilmelidir.
- Çek valf kapanınca ses yapmayacak cinsten olmalıdır. Bunun için disk tipi contalı çek valfler tavsiye edilir.



Şekil 2.1. SICAK SU TESİSAT BORU BAĞLANTISI

- Sıcak su tüketimini azaltmak için aşağıdaki öneriler uygulanabilir.
 - Mıks batarya kullanılmamalıdır. Bu bataryalarda soğuk su, önlem alınmazsa sıcak suya karışabilmektedir.
 - Duş fıskiyesi küçük ve ince delikli olmalıdır. Ancak su kireçliyse delikler çabuk tıkanabilir.
 - Şantiye, spor salonu gibi yerlerde duşlarda ayrıca kurna ağzı olmamalıdır. Sadece duş başlığına su veren tip batarya seçilmelidir.
 - Böyle yerlerde duş kabinleri büyük olmamalıdır. Soyunup giyinirken duş kapatılmalıdır.
- Bakır antibakteriyel bir malzeme olduğundan, hijyen yönünden temiz su borularında tercih edilmelidir.
- Uzun ve düz sıcak su ve sirkülasyon hatlarına kompensatör takılmalıdır. Yüksek yapılarda bu borulara her 10 katta bir kompensatör konulmalıdır.
- Duvar içinde kalan kullanma sıcak su ve sirkülasyon boruları üzerine ısı yalıtımı yapılmalıdır. Isı kaybı azalır, yazın bina içine ısı kazancı olmaz.

2.3. ISI VE NEM İZOLASYONU

- Isı yalıtımı önemi bilinen bir konudur. Enerji ekonomisi yanında dış duvarların iç yüzey sıcaklıklarını artırdığından, iç ortamın radyasyon sıcaklığı artar, yani soğuk cidar etkisi azalır. Bu, konforu artırdığı gibi iç ortam sıcaklıklarını azaltma imkanı da verir. Böylece ilave bir yakıt tasarrufu imkanı yaratır. Burada özellikle ısı yalıtımının içten veya dıştan yapılmasının fayda ve mahzurları üzerinde durulacak ve dinamik olarak hesap yapıldığında aynı yalıtım değerine sahip olan duvarların içten ve dıştan yalıtılmalarına bağlı olarak ısı yüküne katkılarının farklı olacağı vurgulanacaktır.
- Isı yalıtımı içten olduğunda en önemli sakınca kat betonlarının oluşturduğu ısı köprüleridir. Bu köprüler hem ısı kaybına, hem de dış duvar-döşeme birleşme noktalarında yoğuşmaya neden olabilmektedirler.
- Buna karşılık içten yalıtım dış duvarın ısıl atalet etkisini (yani ısı depolamasını) geniş ölçüde engeller. Dolayısı ile kesintili çalışılan yerlerde, örneğin hafta sonu evlerinde önemli bir avantaj sağlar.
- Dıştan yalıtımın en önemli dezavantajı uygulanmasının zorluğudur. Yalıtımı dış etkilere açık olarak dış tarafta oluşturmak mümkün değildir. Yalıtım tabakasını koruyucu bir tabaka oluşturmak ve aynı zamanda yalıtımı uygun bir biçimde tatbik etmek bugünkü çözümlerde çok zordur. Aslında en iyi çözüm yalıtımın hem içten hem de dıştan uygulanmasıdır ki, bugün için pahalı bir çözümdür. Ancak bu durumda hem ortam sıcaklığını düşürmek, hem de konforu artırmak mümkündür. Isı yalıtımının içeriden ve/veya dışarıdan yapılması farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir.

- b. Panjur yuvaları gibi ısı köprülerine dikkat edilmelidir. Panjur yuvaları hem ısı yalıtımını zayıflatır ve ısı köprüsü oluşturur, hem de hava kaçağına neden olur. Yapılarda bir başka yoğun ısı kaybı bölgesi ise radyatör arkalarındaki dış duvar alanları olmaktadır. Bu alanların özellikle yalıtılması gereklidir.
- c. Isıcam (çift cam) kullanılması ısı kaybını azalttığı gibi dışarıdaki sesin içeriye geçmesini (veya tersini) de önler. Ancak çift cam uygulamasında iki camın kalınlıklarının farklı seçilmesi (farklı frekanstaki seslerin geçmesini önlediği için) ses iletimini azaltacaktır. Cam kalınlıklarının (her birinin farklı kalınlıkta olması kaydıyla) artırılması geçen sesi azaltacaktır.
- d. İçten yalıtılmış betonarme binalarda; ısı yalıtımının yapılmadığı iç perde betonlarda ısı köprüsü olduğu için, dış duvara yakın yerlerinde yoğunlaşma olmaktadır. Betonarme perdenin cepheden başlayarak İstanbul'da 30 cm, Ankara'da 50 cm, Erzurum'da 70 cm'lik bölümünde ısı yalıtımı yapılmalıdır. Isı yalıtımı için 5 mm kalınlıkta mantar dahi yoğunlaşmayı önlemek için yeterli olacaktır.
- e. İdeal izolasyon kalınlığı için kış dizayn şartlarında dış duvarda iç yüzey sıcaklığının 17°C olması yeterlidir. Bu şartı sağlayacak şekilde izole edilen dış duvar, yazın soğutma halinde de yeterli yalıtım değerine sahiptir.
- f. Hafta sonu evlerini içten, sürekli yaşanan binaları dıştan izole etmek daha iyidir. İçten izolasyon halinde rejime girme hızlı olur. Ancak yoğunlaşma ve ısı köprüleri probleminin tam çözümü dıştan izolasyonla mümkündür. Dıştan izolasyon binayı dıştan bohçalamalıdır. Bu işlem sırasında binanın çatı parapetleri, çatısı (veya terası) ve hatta toprak altındaki dış perdeleri dıştan bohçalanmalıdır. Her ikisini birleştiren mükemmel çözüm hafta sonu evlerin hem içten, hem de dıştan izolasyonudur.
- g. Klima tesisatı yapılan binalarda nem izolasyonu gereklidir. Bu nedenle ısı yalıtımının önüne ve arkasına mutlaka nem izolasyonu yapılmalıdır.
- h. Binalarda ısı yalıtım için iki duvar arasına monte edilen (veya üzeri alçı ile sıvanan) strapor ve diğer polistren tipi malzemeler, yangın anında zehirli gaz çıkarttıkları için ölüme neden olmaktadır. Ayrıca belirli bir süre sonra malzeme, özelliğini yitirmektedir. Bina iç yüzeyinde yapılacak ısı yalıtımında camyünü, kaya yünü gibi malzemelerin kullanılmasını önerilir.
- Küvetler yerine monte edilince, çizilmeyi önlemek için kapatılıp alçı ile sıvanmalıdır. İçerisine odun talaşı doldurulmalı veya altı contalı sunta plak ile kapak yapılmalıdır. Fayans kaplama sırasında harç dökülürse emaye yapışır ve küvet kaplaması bozulur.
- Lavabolara batarya montajı için gerekli delikler fabrikada açılmış gelirse; fire azalır, kalite artar, işçilik azalır ve zaman kazanılır.
- Aynalar montaj sırası gelmeden satın alınmamalıdır. Şantiyeye gelen aynalar en fazla 1 ay içerisinde monte edilmelidir. Aksi halde nemden bozulabilir.
- Şantiye depoları yapıldıktan sonra yağmur yağmadan malzeme konulmamalıdır. Nemden etkilenecek malzemeler (şofben, aspiratör, camyünü vs) rutubetsiz ve ısıtılan depolara konulmalıdır.
- Vitrifiye malzeme hijyeniktir. Çatlak, sırları erimiş klozet ve lavabolar değiştirilmelidir.
- Armatürler iyi kalite olmalıdır. Özellikle su maliyeti yüksek olan yerlerde damlayan musluk, kaçırılan rezervuar nedeniyle maddi kayıp çok önemli mertebelere ulaşabilir.
- Kromajlı malzemelerin (banyo ve lavabo bataryaları, kromajlı musluklar, rozetler vs) montajında ve bakımında dikkat edilecek hususlar:
 - Yeni binalarda montajdan önce tesisatta bulunabilecek yabancı maddeler temizlenmeli ve tesisatta su verilip borular mutlaka yıkanmalıdır (bina-yı su basmayacak şekilde önlem alarak).
 - Armatürlerin krom kaplamasını bozmamak için çıplak anahtar kesinlikle kullanılmamalıdır. Lastik kaplı anahtar kullanılmalıdır.
 - Kromajlı malzemelerin temizliği için deterjan, klor içeren ve çizebilen temizlik tozu kullanılması kaplamaya zarar verir.
 - Kromajlı armatürler sabunlu su ile temizlendikten sonra bir kumaş parçası ile kurulmalıdır.
 - Altı ayda bir defa gaz yağı ile nemlendirilmiş bir kumaş parçası ile parlatılması kromajın güzelliğini sürekli kılar.
- Klozet seçerken estetik dışında aşağıdaki bilgileri de istemek gerekir.
 - Rezervuar su hacmi
 - Bir defadaki temizleme kapasitesi
 - %93 temizliği kaç boşaltma ile yapıyor (iyi bir temizlik için su tüketim miktarı)
 - Klozet iç yüzeyinin tamamı yıkanıyor mu?
 - Rezervuar iç takım kalitesi (rezervuar iç takımının düzgün çalışması için üretici kaç yıl garanti veriyor?)
 - Ankastre taharet borulu tip mi?
 - Pis su bağlantı borusu ekseninin duvardan mesafesi (veya asma klozet ise yerden yüksekliği)
- Asma klozet kullanılması halinde yer daha kolay silineceği için, yer temizliği (hijyen) daha iyi sağlanabilir.

2.4. SİHHİ TESİSAT GEREÇLERİ

- Döküm küvetler depoda dik durumda, aralarına karton konulmuş halde depolanmalıdır. Yatay olarak üst üste depolanan küvetlerde emaye kaplama patlayabilir.

- Lavaboların ayaklı tip seçilmesi halinde asma ayaklı tipler tercih edilmelidir. Yere basan ayağın etrafı iyi temizlenmediği için pislik yuvası olmaktadır. Asma ayaklı tip lavaboların ayakları yere basmadığı için daha kullanışlıdır.
- Küvet emayelerinin atmaması için, döküm malzemenin ve emayenin genleşme katsayıları aynı olmalıdır. Bu nedenle üretimde çok iyi kalitede emaye frit kullanımı tavsiye edilir. Emayeleme işleminde küvet 800°C sıcaklığa ısıtılır ve emaye bu sıcaklıkta uygulanır. Sonra birlikte soğutulurlar.
- Küvetleri monte etmeden önce arka yüzlerini antipas ve yağlıboya ile boyamalı veya arkasına pistole ile astar emaye atılmalıdır (bu işlemi üreticinin yapması daha iyi olacaktır).
- Bas rezervuarlı klozetlere, aynı temiz su borusu çekilmelidir. Bas rezervuarın kullanımı anında, (ani ve fazla miktar su çekildiği için) boru şebekesindeki basınç değişebilir. Bu durumda duş yapan bir kişinin sıcak su ile haşlanma tehlikesi bile oluşabilir. Bas rezervuar hattının çapı özel olarak hesaplanmalıdır (daha büyük çaplı boruya ihtiyaç vardır). Klozetlere ayrı boru çekilmesi, kalitesiz su (geri kazanılmış su) kullanım imkanı da getirir.
- Takım klozetlerde rezervuar hacmi çok önemlidir. Klozet seçerken rezervuar su hacmi en az olan klozet tercih edilmelidir. Ayrıca yüzeyin tam olarak yıkanabilmesi ve temizleme kapasitesi de önemlidir. Türkiye şartlarında ankastre taharet borulu klozet kullanmak daha avantajlıdır.
- Bide bataryaları havalandırıcılı tip seçilmelidir. Aksi halde fiskiye den girecek pis su, temiz su tesisatına karışır. Bu çok tehlikelidir.
- Banyo süzgeçleri öncelikle küvet (veya duş) ile klozet arasında olmalıdır.
- Bulaşık makinesi için çamaşır musluğu ve pis su gideri bırakılmalıdır.
- Çamaşır kurutma makineleri için ise, drenaj bağlantı ağız ve havalandırma bacası düşünülmelidir.
- Eviyelerin bataryası ahşap tezgah üzerine monte edilmemelidir. Batarya volanından ve rakorundan meydana gelecek su kaçakları tezgahın çürütmesine neden olur.
- Miks (karıştırıcı) batarya kullanılan noktalarda, soğuk su sıcak suya karışmaktadır. Bu tip bataryaların kullanılmasından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.
- Banyo ve tuvaletlerde havalandırma camı yerine alüminyum eloksallı, panjurlu, sinek telli menfezlerin kullanılması daha yararlıdır.
- Küvet sifonlarının temizlenebilmesi için ön duvardan 300x300 mm ölçülerinde temizleme kapağı bırakılması yararlıdır.
- Banyo, lavabo ve eviye bataryalarının duvarlara uygun montajını sağlamak için boru tesisatının döşenmesi sırasında montaj şablonu kullanınız.

2.5. ISITMA TESİSATI

- Doğrama kalitesi arttıkça hava sızıntısı azalmaktadır. Günümüzde doğrama malzemeleri ve elemanları giderek iyileşmekte ve buna bağlı olarak ise enfiltrasyonla olan ısı kayıpları azalmaktadır. Bu ısı tasarrufu bakımından istenilen bir durumdur. Buna karşılık sızıntı ile olan hava değişiminin azalması iç ortamlarda iç hava kalitesi problemini ortaya çıkarmaktadır. Dolayısı ile ısı tasarrufu amacı ile hava sızıntıları azaltılırken iç mekanların havasız kalması tehlikesi de göz ardı edilmemelidir. Bu amaçla ısı geri kazanımlı cebri havalandırma sistemlerinin konutlarda kullanımı giderek yaygınlık kazanmaktadır.
- Oda sıcaklığını 20°C değerinin üzerinde 1°C artırmak, İstanbul şartlarında yakıt tüketimini yaklaşık %10 mertebesinde artırmaktadır. İç oda sıcaklığı 20°C alınırsa, İstanbul için ortalama kış dış sıcaklık değeri 10°C olduğuna göre, $DT = 10^\circ\text{C}$ için 1°C'lik bir artış 1/10 = %10 değerine karşı gelmektedir.
- Oda sıcaklıklarının artırılması oda havasının daha fazla kurumasına ve grip gibi enfeksiyonlara yakalanma riskinin artmasına neden olur.
- Odada kullanılan ısıtıcıların (örneğin radyatör) büyük seçilmesi, oda sıcaklığını artırır ve odayı kurutur. Bu nedenle özellikle radyatör seçiminde odanın ısı kaybına uygun boyutlandırma çok önemlidir. Radyatörler hem gerekli ısıyı odaya verebilmeli, hem de cam önlerinden ısı kaybını engelleyecek perdelemeyi sağlamalıdır. Kalın P100 tipi bir radyatör, sadece pencere boyutuna göre seçilir ve ısıtma kapasite olarak büyük kalırsa, yukarıdaki istenmeyen durum oluşacaktır. İnce P55 tipi radyatörlerin kullanılması durumunda, pencere önünü kapatabilecek boyutta radyatör, aynı zamanda yeter miktarda ısı da verebilecektir. Bunun yanı sıra bu ince radyatörler, doğru montajda duvardan sadece 65 mm açıklık yaratacak, yer kaybı ve çirkin görüntüyü engelleyecek, evin boyanması durumunda radyatör arkalarının boyanma gereğini ortadan kaldıracak şekilde duvara yakın olacaktır.
- Isıtma esasen sıcak hava ile yapılmamalıdır. Binalarda doğru uygulama, cam önlerinden statik ısıtma (radyatör ile) ve tavandan soğuk hava üfleyerek soğutmadır. Sıcak enerjiyi hava ile taşımak, su ile taşımaya göre 60 kata varan oranda daha pahalı sonuçlanmaktadır.
- Sıcak hava ile ısıtma yapıldığında üfleme sıcaklığı minimum 26°C olmalıdır. Bir başka anlatışla, üfleme havası ile oda havası sıcaklıkları arasında en az 4-6°C fark olmalıdır. Aksi halde hava hareketlerine bağlı olarak insanlar üzerinde üşüme hissi yaratılmaktadır.
- Termostatik vana kullanımı günümüz sıcak su tesisatlarında ekonomik çalışma ve konforun en önemli elemanlarından biridir. Yapıları tek zon olarak almak ve ısıtma sistemini buna göre çalıştırmak önemli bir konfor eksikliği yaratmaktadır.

Isı kazancı olan odalarda iç sıcaklıklar tasarlanan değerlerin üzerine çıkacaktır. Bu hem konfor eksikliği, hem de yakıt savurganlığı anlamına gelir. Öte yandan ısı kaybının fazla olduğu odalarda ise insanlar üşüyecektir. Yapılarda farklı zonlar oluşmasına etki eden en önemli faktörler:

- Güneş etkisi
- Rüzgar etkisi
- Merdiven etkisi olarak sayılabilir.

- Radyatör girişlerine termostatik vana monte edildiğinde, oda iç sıcaklığı ayarlanan sıcaklık değerine çıkınca termostatik vana kısma başlayacak ve su geçişini sınırlandıracaktır. Termostatik vananın duyar elemanı kendi üzerindedir. Bu nedenle vananın yerleşimine dikkat edilmelidir. Uygun yerleşim imkanı olmayan hallerde duyar elemanı uzakta olan cins vanalar da kullanılabilir (kaj içi radyatör uygulaması bunun için iyi bir örnektir). Termostatik vana üzerinde genellikle 1'den 5'e kadar numaralar ve bu numaralar arasında bölme çizgileri vardır. Normal olarak her bir çizgi 1°C sıcaklık değişimini ifade eder. Her bir rakam ise aşağıdaki sıcaklıklara karşılık gelir:

- 12°C
- 16°C
- 20°C
- 24°C
- 28°C

Genellikle vanalar 2-4 numara arasında ayarlanır. Örneğin 3 numaraya ayarlanmış bir vana oda sıcaklığını 20°C'de sabit tutacaktır. Termostatik vanalar için yapılacak ilave yatırım fazla değildir ve kendini yapılan hesaplara göre yaklaşık iki yıl içinde amorti etmektedir.

- Bölge ısıtması (tek merkezden çok sayıda apartman veya kasaba ısıtması) fuel oil veya kömür yakıtlı işletmelerde yakıtın tüm binalara taşınmasından kaçınmak nedeniyle tercih edilebilir. Gaz yakıtta bina altlarında gerekli hacmin küçülmesi (kazan dairesi yerine, daha küçük eşanjör veya tesisat odası) önemli gibi gözükse de, bölge ısıtmasında pratikte binalar arasında dolaşan borularda, yıllık yaklaşık %16'lık enerji kaybı gerçekleşmektedir. Bina ısıtması ve boyler ısıtması yapılan bir tesisatta, yıllık ortalama kullanılan kapasite %15 mertebelerinde olduğuna göre, bölge ısıtmasında kullanılan kadar enerji, taşıma ile kaybedilmektedir.
- Bölge ısıtması, ancak bir termik santralin atık enerjisinin kızgın su veya buhar sistemi ile konut ısıtmasında kullanılması söz konusu ise, işletmede daha ekonomik olacaktır. Türkiye'de bugün termik santrallerin atık enerjileri ile (Ambarlı termik santral örneğinde olduğu gibi) deniz ve atmosfer ısıtılmaktadır. Bu enerji konut ısıtmasında mutlaka kullanılmalıdır.

- Bölge ısıtmasında (çok sayıda binanın bir merkezden ısıtılması halinde) tesisat "eşit direnç yöntemi" ile yapılmalıdır. Yani kalorifer kazanından gidiş borusu tüm binalara dağıtım yapmalı, dönüş borusu ise birinci binadan toplamaya başlayıp, en son binanın dönüşünü aldıktan sonra kazan dairesine dönmelidir. Sonuçta birinci binanın gidiş borusu uzun, dönüş borusu kısa olacaktır. Tüm binaların gidiş dönüş borularının toplam uzunluğu ve direnci eşit olacaktır.
- Akmerkez gibi büyük alışveriş merkezlerinde elektrik+su+doğal gaz tüketimi toplam sistem harcamalarının %33'üne ulaşmaktadır. Öte yandan enerji sıkıntısı ve kısıtlaması olduğunda, binada enerji tüketimi yüksek olduğundan, gerekli jeneratör güçleri de aşırı büyük olmaktadır.
- Cam yüzeyde saatteki ısı kaybı bir metre uzunluktaki yüzeyde (cam+duvar toplam ısı kaybı) 250 Watt/m değerini geçiyorsa, cam altına ısıtıcı serpantin, radyatör vb ısıtıcı monte edilmelidir. Örneğin yüksekliği 2,7 metre olan çift camlı bir yüzey için Antalya'da cam önü ısıtması zorunlu olmadığı halde, Erzurum'da mutlaka cam önünde ısıtma yapılmalıdır.
- Villalarda katlar arasındaki açık merdivenlerin oluşturduğu baca etkisi ile ısı yukarıya kaçmaktadır. Sonuçta üst katta merdiven etrafında çok ısınan, alt katta ise daha az ısınan bir ortam oluşmaktadır. Hesaplanan ısı kaybına göre 2-3 katlı evlerde alt kata %15-20 daha fazla radyatör monte edip, üst katı %10 azaltmak pratik olarak bu dengesizliği önleyebilir. Doğaldır ki merdiven baca etkisi kaç kat çıktığına bağlıdır.
- Hafta sonu evlerine gidildiğinde ortamdaki hava, duvarlar, eşyalar kısaca her şeyin soğuk olması binanın ısınma süresini geciktirmektedir. Zaman programlı sistem kullanmakla birlikte, radyatör miktarını ve kazan kapasitesini de %10-15 arttırmak daha pratik olabilir.
- Hafta sonu evlerinde, bir güneş enerjisi sistemiyle, evde yaşam varken kullanma sıcak su ısıtması yapmak doğru olacaktır. Aynı güneş enerjisi sistemi, evde yaşam olmadığı anlarda, bina ısıtmasına çalışır ve binayı 12-13°C mertebelerinde tutarsa
 - Nem nedeniyle binada ve eşyalarda oluşabilecek sorunların önüne geçilebilir,
 - Binanın tekrar ısınma süresi kısalsın.
- Termal bölgelerde sıcak su, çift eşanjör (özel imalat paslanmaz vb) kullanmak kaydı ile,
 - Kullanma suyu ön ısıtıcısı,
 - Klima santral primer hava ısıtıcısı,
 - Bina ısıtma vb. amaçları ile kullanılabilir.
- Banyolarda radyatörleri yukarı asmak radyatörlerden yeterince yararlanılmamasına neden olmakta ve radyatör verimleri düşmektedir. Banyoda yer kazanmak için radyatörlerin yukarı asılması doğru değildir.

- Sıcak su 90/70°C ısıtma sistemi yerine günümüze 70/55°C düşük sıcaklık ısıtması tercih edilmektedir. Düşük sıcaklık ısıtması ile konfor ve yakıt ekonomisi elde edilir. Bu amaçla kazan olarak Thermostream düşük sıcaklık kazanları kullanılmalıdır.
- Gömülü tesisatın, su ve hava ile teması kesilmeli, bunun için de borular bitüm kaplanmalı veya bitüm esaslı boya ile (şasi boyası) tamamen boyanmalıdır. Ayrıca borular yüksek dozlu çimento ile boşluk kalmayacak şekilde 2-3 cm kalınlığında bir tabaka ile kaplanmalıdır.
- Borular kağıt, ziftli kağıt gibi su tutan malzemeler ile sarılmamalı, antipas veya su geçiren herhangi bir boya ile boyanmamalıdır.
- Beton içerisine karıştırılan donmayı hızlandırıcı maddeler, su geçiren ya da emen kötü izolasyon malzemeleri, alçı gibi düşük asitli yapı malzemeleri kullanılmamalı, hava boşlukları bırakılmamalıdır.
- Toprak içine döşenen borularda korozyon direnci toprak cinsine göre değişir. Genellikle alkali etkisi olan topraklarda korozyon hızı düşüktür. İndirgeyici tip topraklarda korozyon fazladır. Bu nedenle, toprağın niteliği bilinmiyorsa veya hat üzerinde her yerde aynı değilse kesinlikle bitüm esaslı bir madde ile izole edilmesi gerekir.
- Galvanizleme çeliği atmosferik şartlarda yani atmosfere açık halde korur. Gömülü çelik borular için galvanizin koruyucu etkisi yoktur. Değişik atmosferik şartlarda çinko ömrü 10-50 yıl arasında değişir.
- Sıva altındaki sıcak ve soğuk su boruları ile kalorifer kolonlarının üzerine çok iyi ısı izolasyonu yapılmalıdır. Özellikle sıva altındaki boruları izole etme alışkanlığı olmadığından, ısı kaybı oluşmakta ve korozyon nedeniyle boru çabuk delinmektedir. Öneri; Sıva altındaki galvaniz boruların doğal gaz borularında kullanılan koruyucu bant ile sarılıp, üzerine 6 mm kalınlıkta fleks türü malzeme ile ısı yalıtımı yapılmasıdır.
- Sıcak ve soğuk su boruları birlikte izole edilmemeli ve ısı köprülerinin oluşmasının önüne geçilmelidir.
- Sıcak su boruları, dış duvarlardan geçirilmemelidir. Bu ısı kaybını önemli oranda artıran bir uygulamadır.
- Boruların döşemeden geçirilerek gizlendiği sistemlerde radyatörler hava yapmaktadır. Bunun önüne geçmek için kapalı genleşme depoları kullanılmalıdır. Bu durumda sistemin havası çıktıktan sonra tekrar hava emme imkanı olmadığından problem çözülür. Aynı şekilde çatı ısı merkezlerinde de kapalı genleşme deposu kullanılmalıdır.
- Kapalı genleşme depolarında su ile gazı ayıran bir membran bile olsa, bu membran difüzyonla gazı geçirebilmektedir. Bu nedenle kapalı genleşme depolarında azot gibi nötr bir gaz kullanılmalıdır.
- Plastik boruların iç çapları küçüktür. Özellikle 1/2 ve 3/4 parmak karşılığı plastik borularda 1 mm dahi çok önemlidir.
- Plastik borulardan kopan parçalar bir süre sonra sistemdeki pislik ayırıcıları tıkamaktadır. Plastik boru kullanımı halinde pislik ayırıcıların temizlenmesine ve temizlenebilir şekilde monte edilmelerine dikkat edilmelidir.
- Yerden ısıtma tesisatında kullanılan plastik borular mutlaka oksijen bariyerli olmalıdır. Oksijen bariyersiz boru kullanımı halinde:
 - Tesisata difüzyon yolu ile hava girişi sürekli olacaktır.
 - Bu hava tesisattaki su ve metal ile birlikte korozyona neden olacaktır.
 - Korozyon nedeniyle önce tesisattaki manyetik elemanlar (üç yollu vanalar, pompalar, termostatik vanalar), daha sonra tesisattaki en önemli eleman olan kazan, kombiler, ardından kolektör ve ana metal borular zarar görecektir.
 - Korozyon artışı malzemeler, tesisat içinde su akışı ile taşınacak ve zaten küçük çaplı olan şap altındaki yerden ısıtma borularında tıkanmalara neden olacaktır. Tıkanan bölgede ısınma olamayacağına, bu tıkanma önce kimyasal yöntemlerle açılmaya çalışılacaktır. Bu da olmazsa tek çözüm kaplamayı kırarak, boruları değiştirmek olacaktır. Bu nedenle yerden ısıtma tesisatında mutlaka oksijen bariyerli plastik boru kullanılmalıdır.

2.6. LPG VE DOĞAL GAZ TESİSAT

- a. LPG havadan ağırdır, döşemeye çöker, önce burada yayılır ve daha alçak yerlerde (kuyu, kanalizasyon, bodrum) toplanır. Gaz tanktaki, tüpteki, boru hattındaki, armatürdeki, cihazdaki herhangi bir sızdıran noktadan kaçabileceğinden, oda iyice havalandırılmalıdır. Bu sebepten tankların bodruma, merdiven boşluklarına, kanal girişlerinin yakınına ve benzeri yerlere yerleştirilmesi şiddetle yasaklanmıştır. Havadan hafif olup kendiliğinden yükseldiklerinden, doğal gaz ve kok gazında böyle bir tehlike yoktur.
- b. DIN 51622'ye göre evde, sanayide ve endüstride ticari amaçla kullanılan sıvılaştırılmış gazlar, fark edilebilir bir kokuya sahip olmalıdırlar. Böyle bir kokuya sahip değilse doğal gazda olduğu gibi kokulandırılmalıdır. Koku veren maddelerin ilavesi sıvılaştırılmış gazların yanma özelliklerini etkilemez.
- c. Kritik konumda gazın borularda sıvılaşmaması için miks gaz buharlaşma sıcaklığının 10-15°C üzerinde ısıtılmalıdır. Aksi takdirde gaz yolda soğuyarak sıvılaşabilir. Miks gaz kullanılacaksa kazan, kombi vb cihaz girişlerine ayrıca bir toplama kabı yerleştirilmelidir. Likit toplama kabı kullanıma uygun, brülöre yakın bir yere monte edilmelidir. Dış atmosfere uygun yerden tahliye borusu çekilmelidir. Tahliye borusunun çıktığı yerde elektrikli cihaz olmamalıdır. Bu yer çukur olmamalıdır.

- d. Yeni yapılan bacaların kuru olduğu belirlenmelidir. Baca ıslaksa, ısıtılıp havalandırılarak kurutulmalıdır. Neticede yeni baca kuru, temiz ve statik olarak doğru olmalıdır. Yüksek yapı mutfaklarında doğal gaz ve LPG yerine elektrikli ocak kullanılması yangın riskini azaltma bakımından daha doğrudur.
- e. Gaz yakıtlar temiz yakıtlardır. Özellikle doğal gaz normal hallerde kurum oluşturmaz. Ancak kazan daireleri tozlu olduğunda brülör yakma havası ile birlikte tozları da emmektedir. Bu durumda yanmanın kalitesi bozulmakta ve kırmızı bir alev ve kurum oluşmaktadır. Bunun önlenmesi için kazan daireleri temiz tutulmalı ve kazan kaidesi yüksek tutularak brülörün yerden toz emişi engellenmelidir.
- f. LPG tüpleri dik olarak kullanılmalı ve depolanmalıdır. Kesin olarak yatırılmış durumda kullanılmamalıdır.
- g. Doğal gaz ve LPG brülörleri için gaz hattındaki armatürlerin çapı ve kalitesi projeci tarafından belirlenmelidir. Genellikle bu armatürler brülörle birlikte verilmekte ve hesap edilmeden kullanılmaktadır. Eğer küçük çaplı (dolayısı ile ucuz) armatürler kullanılmış ise gaz hattında gereğinden fazla basınç düşümüne neden olacaklarından brülör sürekli arızaya geçer ve tehlike oluşturur. Gaz basıncı düştüğünde, brülör devreye girerken poflama yapmakta ve kurum oluşmaktadır.
- h. Doğal gaz veya gaz yakıt kullanımına geçildiğinde öncelikle baca temizlenmeli, kazan montajı ve baca bağlantısı daha sonra yapılmalıdır.
- i. LPG depoları stok hacmi villalar için yılda 2-3 dolum, apartmanlarda ayda bir dolum yapılacak şekilde seçilmelidir.
- j. LPG tankları %20 doluluk oranının altına indirilmeli, bu seviyeye gelmeden yeni dolum yapılmalıdır.
- k. Kazan, kombi ve ocak girişlerine mutlaka yangın emniyet kesme vanası konulmalıdır. Özellikle ocaklarda açık alev olduğu için yangın riski daha yüksektir.
- l. Kot altı kazan dairelerinde bina girişinde kumandasını gaz alarm cihazından alan selenoid vana konulmalıdır.
- m. Gaz alarm cihazı mutlaka exproof olmalı ve döşemeye yakın monte edilmelidir.
- n. Havalandırma muhakkak uygun havalandırma menfezleri ile sağlanmalı, menfezlerin yeterli olmadığı durumlarda LPG'de alt havalandırmaya, doğal gazda ise üst havalandırmaya exproof fan takılmalıdır. Pratik bir yaklaşım olarak LPG tesisatında havalandırma kesitlerinin, doğal gaz havalandırma kesitlerinden %35 daha büyük olması öngörülmektedir.
- o. Kazan altlarındaki kaide mümkünse 300 mm mertebesinde yüksek olarak dökülmelidir. Böylece altta toplanabilecek LPG'nin risksiz tahliyesi mümkün olabilir. Ayrıca, kazan dairesi lambaları dışarıdan açılıp kapatılmalıdır. Gaz kaçağı alarm sensörü yerden 100 mm yukarıda monte edilmelidir.
- p. Doğal gaz kullanılacaksa kalorifer kazanını her bina'nın altına (veya çatısına) monte etmek daha doğrudur.
 - Doğal gaz, merkezi ısıtmanın avantajlarını binaya kadar getirir.
 - Bölge ısıtmasındaki çevre kirliliğini azaltmak yüksek verim, işletme ve bakım kolaylığı, otomatik kontrol gibi avantajlar doğal gaz kullanıldığında binaların ayrı ayrı ısıtılması alternatifinde de sağlanır.
 - Bölge ısıtmasında kanal (veya galerilerdeki) boru ısı kayıpları, arıza olması halinde tüm sistemin sık kesintiye uğraması gibi dezavantajları, her binayı doğal gaz ile ayrı ısıtma sisteminde söz konusu değildir.
- r. LPG yeraltı tanklarını 2 m³ hacme kadar kullanmak mümkündür. Bu tanklar binadan 3 m uzakta yerleştirilmelidir. Korozyona karşı korunmalıdır. Tankların alt ve yanları kum ile doldurulur. Doğal gaz tesisatında keten kullanılacak ise, keten mutlaka kuru olmalıdır. Şantiyede rutubetli yerde beklemiş keten, doğal gaz kullanılması ile birlikte kuruyacak, hacmi küçüleceği için gaz kaçağına neden olabilecektir.
- s. Doğal gaz hatlarının yaygınlaşması ile birlikte doğal gaz kullanımı artmış, yapılan yatırımlar ve kanun değişikliği ile sıvı doğalgaz (LNG) ve sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) uygulamaları da artmıştır. LNG ve CNG sayesinde, artık doğal gaz olmayan yerlerde, LPG tek gaz yakıt alternatifi değildir.
- t. LNG tankları 60 m³'e kadar, dik tip, daha büyüklerde ise yatık tip olmalıdır. LNG tankları özel bir beton kaide üzerine yerleştirilmekte ve çevresinde 56 m³'e kadar 7,6 m, daha büyüklerde ise 10 m emniyet mesafesi istenmektedir. Ancak dik tip tank yüksekliğinin 20 m mertebesinde olabileceğinden hareketle, bu emniyet mesafelerinin artırılması iyi olacaktır.
- u. LNG tanklarında gaz -163°C'de bekletilmekte ve tankta bir soğutucu olmadığından, kullanım olmayan zamanlarda, gaz buharlaşma yolu ile emniyet ventilleri ile dışarı atılmaktadır. Buharlaşma yavaş olsa da, meydana gelen bu kaybı engellemenin en etkili yolu, tank hacmini iyi belirlemektir. Tank hacminin tespitinde bulunulan yerin, LNG depolama tesisine olan mesafesi (LNG tankerleri boğazları gemi ile geçtiğinden ve lodos sırasında gemiler yanaştırılmadığından, yerin Trakya veya Anadolu'da olması önemli bir etkidir) mutlaka göz önüne alınmalıdır.
- v. LNG tankından çıkan sıvı doğal gaz, hava ile çalışan, büyük yüzeyli alüminyum eşanjörlerde ısıtılıp gaz haline getirildikten sonra kullanılmalıdır. Bu alüminyum eşanjörlerin giriş noktasında da sıcaklıkların -163°C mertebesinde olacağı ve bu nedenle bu eşanjöre dokunacak bir kişinin, yapışma yoluyla ciddi bir şekilde zarar görebileceği unutulmamalıdır. Bu eşanjörlerin özel çit veya bariyerlerle, sadece ilgili kişiler tarafından erişilebilecek şekilde korunması çok önemlidir.

- y. CNG tanklarında doğal gaz 300 bar basınç altında, gaz halinde tutulmaktadır. CNG genel olarak 12 adet tüpten oluşan manifoldlar (paletler) şeklinde sevk edilip, kullanılmaktadır. Bu yüksek basınçtan dolayı CNG manifoldlarının kapalı hacimlerde tutulması tehlikeli olabilecektir.
- z. Doğal gaz piyasası büyüdükçe, mevcut doğal gaz hattından CNG dolduran tesis sayısı da artmaktadır. Bu sayede yakınlardan bir doğal gaz hattının geçmesi, binaya bağlantı yapılmasa bile, doğal gaz kullanımına başlanması için yeterli olabilmektedir.

2.7. SICAK SU KAZANLARI, KOMBİLER, BRÜLÖRLER

- a. Günümüzde değişen yakıt maliyetleri, her kapasitede yüksek verimleri sağlayan sistemlerin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir.
- b. 1981 yılından beri tüm dünyada daha çok kullanılan (Almanya, Hollanda gibi ülkelerde kullanıcıların çoğunluğu tarafından tercih edilen) yoğunmalı kazan ve kombiler günümüzde ve gelecekte, çok yüksek verimleri ile standart hale gelecektir. Yoğunmalı kazan ve kombilerde, yoğunlaşmış olanlara göre hem verim farkı nedeniyle (yoğunmalı sistemlerin verimi %110'a varabilmektedir), hem de kullanılan modülasyonlu brülörler sayesinde düşük yüklerle uyum sağlayabilme yetenekleri nedeniyle %20 ve üzerinde tasarruf mümkün olmaktadır.
- c. Modülasyonlu brülör kullanımı, kazan ve kombilerin düşük kapasitelere inebilmesi, yoğunmalı olmaları halinde bu düşük yüklerde daha uzun yoğunlaşma süreleri gerçekleştirmesi nedeniyle öne çıkmaktadır.
- d. Gaz yakıtlı yoğunmalı kazanlar, kombiler, duvar tipi kazanlar, duvar tipi kaskad (çok kazanlı uygulama), kendinden yoğunmalı çelik kazanlar, entegre yoğunlaşma eşanjörlü çelik kazanlar gibi tipleri ile 2,7 kW ile 59.400 kW (2.322 ile 51.084.000 kcal/h) aralığında kullanılabilmektedir.
- e. Modülasyonlu brülörler ise yoğunmalı kombiler ve duvar tipi yoğunmalı kazanlarda standart olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında da tüm kapasitelerde modülasyonlu brülör artık standart olarak bulunmaktadır.
- f. Pratikte her kapasitede yoğunmalı kazan, her kapasitede modülasyonlu brülör kullanılmalıdır.
- g. Baca çekişi soğuk havada artıp, sıcak havada azalacağından dolayı, brülörden verilen hava miktarı etkilenmektedir. Bu nedenle kazan ve brülörlerin devreye alındığı günlük verimi ile, gerçekleşen kullanma verimi çok farklı olabilmektedir. Soğuk havada brülörden geçen hava miktarı artmakta ve yanma sonucu ortaya çıkan enerji havayı ısıtmaktadır. Sıcak havada ise hava miktarı azalmakta, yanmamış hidrokarbonlar artıp, kurum oluşmaktadır.

Her iki halde de verim düşmektedir. Yakıt hava karışımını pnömatik olarak gerçekleştiren brülör kullanımı ile brülör çalışırken sürekli olarak yanma odası karşı basıncı, dolayısı ile de baca çekişi kontrol edilecek, yakıt hava karışımı güncel değerlerle yapılarak, verim sabit kalacaktır.

- h. Atmosferik brülörlü kazanlar, özellikle sessiz olmaları, ekonomik olmaları, bacada yoğunlaşma problemlerinin en az olması, bakım gerektirmemesi gibi üstün özelliklere sahiptir. Doğal gazda üflemlerli brülörler ancak büyük kapasitelerde tercih edilmelidir.
- i. Sıvı yakıtlı kalorifer sistemlerinde fuel oil kullanımı, çevre koruma önlemleri nedeniyle giderek azalacaktır. Batıda olduğu gibi, konut ısıtmasında ancak sıvı yakıt olarak mazot kullanılabilecektir. Ancak normal brülörde mazot kullanımı halinde bile, sıkı çevre koruma limitlerine inmek ve CO ve NOx değerlerini sağlamak mümkün değildir. Bu amaçla mavi alevli brülörler geliştirilmiştir. Bu brülörler mazotu gaz gibi yakarak, bütün limitleri sağlayan düşük CO ve NOx değerlerine ulaşırlar ve kurumsuz, ıssız bir yanma oluştururlar. Böylece mazotta, doğal gaz temizliği ve kolaylığına ulaşırlar.
- j. Hermetik kombi cihazlarda yanma havası temini ve yanma ürünlerinin atılması iç içe iki kanaldan oluşan bir tek boru ile sağlanır. Bu hava alma ve duman gazlarının dışa atım işlemi genellikle bir fanla sağlanır. Hermetik boru uzunluğu, üreticiler tarafından belirtilen fan basıncına uygun olarak tespit edilmelidir. Aksi takdirde, gerek basınç düşümü ve gerekse havanın fazla ısınması nedeniyle fan durabilir ve yanma bozulur. Fan durmasa bile havanın fazla ısınması fan kapasitesini ve dolayısı ile yanmayı etkilemektedir.
- k. Brülörlerdeki mekanik ses seviyesi (motor, fan vb) kaliteli brülörlerde çok azaldığı halde, yanma sesi artmıştır. Çünkü yanma ne kadar kaliteli ise, yanma sesi de üflemlerli brülörlerde o kadar fazla olmaktadır. Ses seviyesi atmosferik tip brülörlerde en düşük seviyededir (42 dB(A)).
- l. Üflemlerli brülörlerin standart olarak ses yutucu kapağı olması önemlidir. Ses yutucu kapağı olmayan brülörlere de, harici olarak susturucu takılmalıdır.
- m. Almanya'da, hermetik kombi ve kazanların egzozlarının cepheden bina dışına verilebilmesi, 11 kW (9.500 kcal/h) kapasite ile sınırlandırılmıştır. Türkiye'de bu sınır 70 kW (60.200 kcal/h) olarak belirlenmiştir. Daha büyük kapasitelerde, kazan ve kombilerin yazın da kullanma sıcak suyu üretimi için çalışmaları düşünülmürse, bütün bir yıl üst katları rahatsız eden önemli bir emisyon kaynağı haline gelmektedirler.
- n. Dıştan bohçalanarak izole edilen bir binada kazan kapasitesi için m² kullanım alanı başına 70 kcal/h alınabilir. Çift duvar arası izolasyon uygulanan ve ısıcam kullanılan bir binada ise bu değer 50 kcal/h mertebesindeir.

- o. Kazan üreticileri ısı transferini emniyete almak ve kazan boyutlarını düşürmek için ya daha çok duman borusu kullanacak, ya da türbülantörlü duman boruları kullanacaktır. Türbülantörlü duman boruları ısı transferine yardımcı gözüktü de, türbülantörlerin temizliği zorlaştırıcı etkisi (temizlikte önce türbülantör sökülecek, sonra duman borusu fırçalanacak, sonra türbülantör fırçalanacak ve ardından türbülantör yerine geri takılacaktır), bakım işleminin yapılmasına, bu nedenle de zaten türbülantör nedeniyle daralan boru kesitlerinin kolayca tıkanmasına neden olmaktadır. Tıkanan her boru, kazan kapasitesinin ve verimin düşmesi anlamına gelmektedir. Çoğu uygulamada türbülantörler “nasılsa sorun çıkaracak” fikri ile daha başlangıçta sökülüp atılmakta, böylece de kazan verimleri ve baca gazı sıcaklıkları çok elverişsiz noktalara taşınmaktadır. Ancak türbülantörsüz kazan kullanımı halinde, kazan temizliği çok kolay olacak ve kazanların ömür boyu yüksek performansla işletilmesi mümkün olacaktır.
- p. Kazan temizliği için gaz tarafına kolay müdahale imkanı yaratan konstrüksiyonlar tercih edilmelidir. Duman borularının temizliği için brülörün yerinden sökülmesi ile açılabilen kapaklar doğru tercih değildir. Üzerinde brülör ile açılabilen tek bir kapakla yanma odası ve duman borularına ulaşmaya izin veren kazan modelleri kullanılmalıdır.
- r. Yüksek kapasiteli tesisatlarda, kazan dairesi boyutları önem kazanmaktadır. Kullanılacak kazan boyutları, kazan dairesini doğrudan etkilemektedir. Bugün kazan teknolojisindeki farklar nedeniyle, aynı kapasitede (örneğin 2500 kW) duvar tipi yoğunlaşmalı kaskad uygulamasında 6,1 m², türbülantörsüz entegre yoğunlaşma eşanjörlü çelik kazan uygulamasında 6,9 m² veya klasik çelik kazan ve arkasında harici yoğunlaşma eşanjörü uygulamasında 12,6 m² gibi çok farklı yer ihtiyaçları ortaya çıkabilmektedir.
- s. Ayrıca büyük boyutlu kazanların hem ağırlığı, hem de su hacmi büyük olacağından, kazanların devreye girmeleri için gerekli başlangıç enerjisi büyük olacaktır. Ayrıca kazan değişen işletme şartlarına (sıcaklıklarına) büyük ataleti nedeniyle kolay uyamayacaktır. Sonuçta kazan ataleti nedeniyle kayıplar artacaktır.

2.8. KAZAN DAİRELERİ VE TESİSAT MERKEZLERİ

- Kazan dairelerini fayans kaplamak lüks gibi görünse de pratik yararlar sağlamaktadır (servis kalitesinin artması, yöneticilerin kazan daireleriyle ilgilenmeleri gibi). Ancak kalorifer kazanı, pompa vb cihazların beton kaidelerinin üstü kesinlikle fayans-seramik gibi malzeme ile kaplanmamalıdır (beton daha sağlam bir zemin oluşturur).

- Kazan dairesi, makine dairesi (bodrumda, arka katta, çatı katında vb) gibi hacimlerde ses ve titreşim ile ilgili önlemler konfor tesislerinde önem kazanmaktadır.
 - Cihaz seçerken ses seviyesi düşük cihazlar seçilmelidir (kaliteli marka, devir kontrollü motorlar, gaz yakıtta atmosferik brülör, ses yutucu kapaklı üflemlerli brülör vb).
 - Oluşan sesin binaya iletilmemesi için önlemler alınmalıdır (cihazların konacağı yerin seçilmesi, duvarların kalın ve dolu malzeme ile, tavanın asmolen yapılması, çift cidarlı sac kapı kullanılması, baca susturucusu kullanılması vb).
 - Akustik önlemler alınmalıdır (makine dairesine akustik tavan yapılması, pompa ve cihazların altına mantarlı kaide yapılması klima cihazları çıkışına susturucu ve akustik izolasyon yapılması).
- LPG kullanılan kazan dairelerinde;
 - Kazan kaidesi yerden 300 mm yükseltilmelidir.
 - Lambanın dışarıdan açıp kapanması sağlanmalıdır.
 - Gaz alarmı hissedicisini yerden 100 mm yukarı monte etmek gerekir.
 - İçeride kontaktör, hidrofor vb bulunmaması tavsiye olunur.
- Kazan dairesine klima santralı ve aspiratör monte edilmemelidir. Vakum etkisi ile kalorifer kazanındaki yanma bozulur.
- Yakıt depoları duvar ile çevrili ayrı bir bölüme monte edilmeli ve bu hacim için doğal havalandırma sağlanmalıdır.

2.9. BACALAR

- Baca tepmesi yapabilecek bölgelerdeki atmosferik kazanlarda kullanılmak üzere baca tepme modülü geliştirilmiştir. İlave aksesuar olarak emniyetiniz için kullanabilirsiniz. Baca tepmesi anında, modül brülörü durduracaktır.
- Zorunlu hallerde aynı yakıt kullanılan ve brülörleri aynı tip olan kazanları (farklı kapasitede de olsalar) aynı bacaya bağlayabilirsiniz. Ancak bacaya bağlantı farklı seviyeden yaklaşık 1 metre kot farkı ile yapılmalı ve dirençlerin eşit olmasına özen gösterilmelidir. Örneğin doğal gaz kullanılan sistemde iki veya üç adet atmosferik tip kazanı aynı bacaya bağlamak (zorunlu bir neden varsa ve gaz dağıtım firmaları ile görüşerek) mümkündür. İdeal olan her zaman ayrı baca yapmaktır.
- Duvar tipi yoğunlaşmalı kaskad uygulamasında tüm kazanlar bir bacaya bağlanabilmektedir. Kazan fanları ve ardından da doğru baca çapı ile sağlanan vakum etkisi baca tepmesinin önüne geçmektedir. Yine de duvar tipi tüm yoğunlaşmalı kazanların baca tepme sensörleri bulunmaktadır.
- Kalorifer bacaları mutlaka çift cidarlı olmalıdır.

Baca (boru + izolasyon + hava boşluğu + tuğla duvar veya kaplama)'dan oluşmalıdır (ısı yalıtımı, brülör yanma sesinin üst katlardan duyulmaması, ömür ve güvenlik nedenleriyle).

- Yatay duman kanallarını bacaya doğru %5-10 yükselterek bağlayınız. Mümkün olduğu kadar az dirsek kullanılmalıdır. Gerekirse 45° dirsek ile bağlayınız. Dönüşlerde mutlaka 300x300 mm temizleme kapağı bırakılmalıdır. Bu duman kanalları beyaz cam yünü ile izole edilip, üzeri galvanizli sac veya alüminyum folyo ile kaplanmalıdır.
- Yanlış ve riskli bir uygulama olan tuğla bacalar ve tek cidarlı bacaların diğer bir sorunu da kazandaki yanma sesini üst katlara çok fazla iletmesidir. Çift cidarlı veya baca borusu + hava boşluğu + 135 mm tuğla duvar ile yapılan bacalarda brülör yanma sesi de üst katlarda duyulmayacaktır.
- Baca şaftı ölçüleri belirlenirken baca çapına en az 5+5=10 cm cam yünü izolasyon kalınlığı ilave edilmelidir. Kazan ile baca arasındaki yatay duman bağlantı kanalı baca yüksekliğinin 1/3'ünden uzun olamaz. Bu uzunluk hesaplanırken, her 90° dirsek için 1,5 metre boru mesafesi ilave edilmelidir.
- Baca çatının en üst noktasından 80 cm daha yüksek olmalıdır.
- Baca uygulamasında ömür boyu sızdırmazlık en önemli faktördür. Kendinden muflu ve contalı, magnezyum-alüminyum-silisyum bacalar, yoğunmalı kazan uygulamaların sızdırmazlık açısından en uygun, montaj kolaylığı ve yatırım maliyeti ile de ucuz bir çözümdür.

2.10. HAVALANDIRMA TESİSATI

- Booster fan kullanımı mantığı çoğunlukla bilinmemektedir. Birbirinden çok farklı dirençlerde hava kanalları tek fanla beslenmeye çalışılmaktadır. Böyle durumlarda fan seçimi kritik devreye göre yapıldığından, gereğinden büyük fanlar ortaya çıkmakta ve direnci az olan devrelerde kısma suretiyle direnç dengelenmesi yapılırken enerji ziyan edilmektedir. Bunun yerine farklı dirençlerdeki paralel hava kanalları içinde en düşük dirence sahip olana göre fan seçildiğinde ve yüksek dirence sahip kollarla fark direnç booster fanlarla karşılandığında büyük tasarruf imkanı doğmakta ve sistem çok daha mükemmel dengelenmektedir.
- Garaj havalandırması için büyük kapasiteli aspiratörler ve büyük kesitli hava kanalları kullanılarak yerine; kuranglez yapıp, bu kuranglezlere alt ve üst kotlarda hava basan aksiyal fanlar; (her biri 1.000-2.000 m³/h kapasiteli düşük basınçlı fanlar) veya booster fanlar monte etmek daha uygun bir çözümdür.

- Kenarlara monte edilmiş bile olsa hava kanallarının aşağı sarkması ve kullanım alanlarını daraltması söz konusudur. Kanalların keskin kenarları insanların başını vurma riski yaratmaktadır.
- Küçük kapasiteli çok sayıda fan ile garaj egzozu yapılması kuruluş maliyeti (%50 daha ucuz) ve bir fanın arıza yapması halinde (veya servis sırasında) diğerlerinin çalışmaya devamı suretiyle çalışma güvencesi avantajları vardır.
- Booster tip veya klasik aksiyal tip fanlar hız anahtarı ile birlikte monte edilirse, sürekli maksimum kapasitede aspirasyon yerine, ihtiyaç oranında çalışacaklardır. Kapalı ortamların ortalama egzoz havası miktarı, çoğu zaman kullanılan cihaz kapasitelerinin yaklaşık %10-40'ı arasında kalmaktadır.
- Banyolarda aspiratör kullanılmalıdır. Kimse cam açıp banyo yapmamaktadır. Egzoz menfezi küvet hacmi içinden bataryanın ters tarafından yapılmalıdır.
- Aspiratör küvet içine kesinlikle yerleştirilmemelidir. Küvet içine yerleştirilecek aspiratörler SELV yani 12 V elektrikle çalışan tipte olmalıdır.
- İç hava kalitesi
 - Kapalı binalarda yorgunluk vs gibi şikayetler oluşmaktadır. Bunların %45'i havalandırma ile ilgilidir.
 - İç hava kalitesi: Yerden 1,83 m yüksekliğe kadar, yandan 60 cm mesafe içinde kalan hacim için araştırılır.
 - Kanal sistemlerinin temizliği batı ülkelerinde bir sanayi haline gelmiştir.
 - Hava kanallarında nem %30-%60 arasında olmalıdır. %70'de mantarsal bakteriler üremektedir.
 - CO₂ 1.000 ppm'i geçerse problem başlar. 5.000 ppm ölüme yol açabilir.
- Yüksek bloklarda camlar sınırlı ölçüde açılabilir. Ancak mekanik havalandırma esastır.
- Egzoz havası
 - Adana gibi sıcak bölgelerde asansör, makine daire-sine üflenebilir (sıcaktan asansör termiği atabiliyor).
 - Teras kattaki soğutma kulesinin veya havalı kondenserin üzerine üflenebilir. Soğutma kulesinin veya hava soğutmalı kondenserin verimi artacaktır. Teras kattaki soğutma kuleleri kalorifer bacalarından uzağa monte edilmeli ve baca kule seviyesinden 3 metre daha fazla yükseltilmelidir.
- Atriumlarda direkt egzoz için rezervasyon bırakılması gerekir.
- Tesisat şaftları yapılırken döşemelerin karşısındaki perde duvarda beton çıkıntı olursa kalas konup çalışılabilir. Yüksek bloklarda çalışma güvenliği için çalışılan şaftın alt katı da kalas ile kapatılıp çalışılmalıdır (işçi güvenliği için).
- Mutfak davlumbaz kanalları 2,5 mm siyah sacdan kaynaklı üretilmeli ve izolasyonu yanmaz malzeme ile yapılmalıdır.

- Sığınak hacimlerine ısıtma ve havalandırma tesisi yapılmalıdır.
- Akü odaları havalandırması için paslanmaz çelik aspiratör ve kanal olarak ise PVC boru kullanılmalıdır, galvaniz sac kullanılmamalıdır.
- Kapalı yüzme havuzları egzoz kanalı ve egzoz fanı paslanmaz malzemeden yapılmalıdır. Kanal için örneğin alüminyum kullanılabilir.
- Büro binalarında katların egzoz havası çatı arasına verilirse, kışın çatı arası sıcaklığı yükselecek ve ısı ekonomisi sağlanacaktır. Benzer ekonomi yaz iklimi için de geçerlidir. Ancak,
 - Çatı arası ile katlar arasının sızdırmaz kapı ile ayrılması gerekir.
 - Yalnız büro hacimlerinin egzoz havası kullanılması gerekir.
- Yine büro, alışveriş merkezi vb. yapılarıdaki egzoz havaları kokusuz ve kirlenmemiş olmaları şartı ile garaj havalandırmasında kullanılabilir.
- Çamaşırhanelerde, üzerinde davlumbaz olan ütülerde davlumbazda yoğunlaşma meydana gelmektedir. Yoğuşan su ise damlayıp çamaşırlarda leke oluşturur. Bu nedenle silindirik ütü emişleri, silindirikten yapılmalıdır.
- Otellerde yatak odaları arasında ses geçişinin önlenmesi için, ortak egzoz kanallarında önlem alınmalıdır. Bu amaçla egzoz kanalı branşmanlarına ses yutucu yerleştirilebilir veya her oda uzun bir branşman ile ana kanala bağlanır.
- Servis bakım ve onarım için şaft kapakları yerine şaft kapıları bırakılmalı.
- Çatıdaki veya uzaktaki aspiratörlerin ve tüm motorlu cihazların elektrik tabloları çatıda aspiratör yanında (cihazların yakınında) kumanda ve kontrolleri ise kontrol ve kumanda odasında olmalıdır.
- Yangın ihbar ve otomasyon sistemleri seçilirken bazı ihbarları otomasyon, bazılarını ise yangın ihbar aldığından; koordinasyonun daha iyi sağlanması için aynı firmanın ürünü olması yararlı olacaktır.
- Filtre kesitini imkan varsa 2-3 kez büyük seçerek
 - Filtre temizliği için gerekli servis sayısı azalacak, ayda bir yerine üç ayda bir servis yapılacaktır.
 - Filtre direnci azalacağından fan enerji tüketimi azalacaktır.
 - Sıcaklık kontrolü yoksa, kirlenmeyle azalan hava debisine bağlı menfez ve anemostatlardaki yoğunlaşma ortadan kalkacaktır.
- Statik basınç kayıpları açısından dengeli olmayan kanallarda hava ayarı teorik olarak kanal üstü damperlerin kısılması ile yapılabilir, ancak pratikte kısma nedeniyle ses oluşmaktadır. Bu nedenle cihaz çıkışına uzak ve yakın olan kanalların basınç dengelenmesi damperlere güvenmeden yapılmalıdır. Dengeleme için kısa kanalın çapı, hava hızını kabul edilir değerlerin üzerine çıkarmadan bir veya iki çap küçültülmelidir. İlk menfezin hava damperinden yaklaşık 6 m veya daha fazla uzakta olmasına dikkat edilmelidir.
- Kanal üzerindeki son menfezden sonra, kanal en az 2,5 x ØD kadar devam etmelidir. Bu sayede yaratılan ek direnç, tüm havanın son menfeze yönlendirilmesini engeller ve tüm menfezlerden gerekli hava akışı sağlanır.
- Hava dağılımı yapılırken, büro mahallerinde, 2,8 m kat yüksekliğinde anemostat başına yaklaşık 7.500 btu/h kapasite alınabilir. Bir yerden 7.500 btu/h'den daha fazla soğuk hava üflemesi halinde (duvar ve cam tipi klimacihazlarında olduğu gibi) ortamda ciddi sıcaklık farklılıkları ve istenmeyen hava hareketleri oluşmaktadır. Kanallı tipi yerine salon tipi klima cihazları ile soğutma yapmak veya çok büyük miktarlardaki havayı bir menfezden ortama vermek ısıtmada radyatör yerine sobanın tercih edilmesine benzer.
- Büyük ve tek odaların hava ile şartlandırılmasında dönüş havasını odadan ayrı bir kanalla toplamak yerine, asma tavanı veya yükseltilmiş döşemeyi plenum olarak kullanmak ve bu plenumdan tek noktadan emiş yapmak uygun ve avantajlı bir çözümdür.
- Asma tavanın dönüş havası plenumu olarak kullanılması halinde kanal maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlanır. Buna karşılık;
 - Bütün binada uygun hava dengelemesi zorlaşır.
 - Çatlaklardan hava sızıntısı olur ve bu noktalarda kirlenmeye neden olur.
 - Emiş en yakın dönüş havası açıklandığından daha fazla hava emilerek hava dağılımını bozabilir ve sese neden olabilir.
 - Ofis alanları arasında ses geçişine neden olur.
- Yüksek basınçlı havallı sistemlerde, kaçaklar çok önemlidir. Kaçak oranları %30 değerlerine ulaşabilir. Bunun için bu sistemlerde mutlaka contalı sızdırmaz kanal kullanılmalıdır. Yuvarlak kanallarda üretim fabrikada yapılır ve kanal sızdırmazdır. Kanalda kenetle birleşme yoktur. Kanalların birbirine eklenmesinde ise contalı ve geçmeli sızdırmaz bağlantı kullanılır. Bağlantılar flanşlı değildir. Böylece hem kanal montajı hızlı, hem de kanal sistemi sızdırmazdır.
- Havalandırma ve klima sistemlerinde hava kanalları montajı yapılırken, inşaat süresince açık kalacak olan menfez ağzları veya kanal uçları naylon ile kapatılarak, yapıştırıcı bantla dıştan sarılmalıdır. Aksi halde kanalların içerisine dolan tozlar fanların ilk çalışmasında bitmiş durumdaki binayı kirletecektir.

2.11. HAVA KANALLARI

- Hava kanalı uygulamalarında uzun hatların tek kanalla beslenmesi ilk ve son menfez arasında hava hızı açısından büyük farklar doğurmakta ve hava ayarı yapılamamaktadır. Bu durumda, kanalda zonlama yapılmalı ve uzun hatlar için booster fan kullanılmalıdır.

Hatta kanal içinde kalacak bazı parçalar, hava hareketinde sürekli gürültü kaynağı oluşturmaktadır.

- Düşey şaftlardaki hava kanalları düzenlenirken hava dağıtımında emiş (egzoz) kanalının en üst kata yerleştirilen egzoz santraline, besleme kanalının da en alt kata yerleştirilen taze hava santraline bağlanması halinde şaft kesitinden tasarruf sağlanır. Çünkü kanallarda biri küçülürken diğeri büyür. Şaft boyunca toplam yer ihtiyacı değişmez.
- Bir binada genel olarak ihtiyaç duyulan şaftlar:
 - Baca şaftı
 - Kalorifer ve sıhhi tesisat boruları
 - Klima ve havalandırma kanalları
 - Elektrik şaftları
 - Mutfak aspiratör şaftları
 - Pis su şaftları
 olarak sayılabilir. Şaftlar bağımsız olmalıdır. Örneğin elektrik ve tesisat şaftı aynı olamaz. Kalorifer, sıhhi tesisat şaftına hava kanalı konulmaz.
- Yangın damperlerinin manyetik anahtarlı seçilmesi yerine, ilk yatırımı artırsa bile, elektronik kumandalı seçilmesi çok uygundur. Özellikle işletmeye alma döneminde şantiye elektriği kullanırken, enerji kesilmesi nedeni ile ciddi zorluklar yaşanabilmektedir. Sonuçta tekrar kurmakla başa çıkılamayıp telle bağlanarak sakıncalı bir çözüme gidilmektedir.
- Havalandırma kanalı olarak, izolasyonlu veya izolasyonsuz esnek kanal kullanımı hem uygulama kolaylığı açısından, hem de esnek kanalların ses sönümleme özelliği nedeniyle tercih edilmelidir. Günümüzde esnek kanallar Ø102 mm ile Ø508 mm arasında kullanılabilir.

2.12. KLİMA TESİSATI

a. Mimarlara Notlar

- İş merkezi planlamasında katlar farklı firmalarca kullanılacaktır. Her katta UPS odası + şaft + tesisat + ayrı bir soğutma grubu olmalıdır.
- Taze hava emişinde hava alma ağzı
 - Yerden yüksek,
 - Trafik akışının en az olduğu bölgede olmalıdır.
- Klape ve damperler yerinde sökülebilir tip olmalıdır.
- Proje aşamasında test noktalarının belirlenmiş, mimari ve tesisat projelerine işlenmiş olmaları gereklidir.
- b. Ofis yapılarında toplam elektro-mekanik tesisat için yer ihtiyacı inşaat alanının %8 ile 10'u arasındadır. Tipik ofis katlarında çevre üniteleri inşaat alanının %1 ile 3'ü arasında yer tutar. Öte yandan iç şaftlar %2 daha fazla alana gereksinim gösterirler. Bu nedenle kanallar, borular ve ekipmanlar her katta inşaat alanının yaklaşık %3 ile 5'i yer ihtiyacı gösterirler. Elektrik ve sıhhi tesisat için her katta ilave %1 ile 3 oranında yere gereksinim vardır.

- c. Yazın iç ortam sıcaklığı seçilirken, insanların bu ortamda kalma süreleri de dikkate alınmalıdır. Sık girilip çıkılan yerlerde iç sıcaklığın, dış hava sıcaklığından 6-8°C daha düşük olması yeterlidir. Sürekli oturulan ofis odaları gibi yerlerde ise bu fark daha fazla olmalıdır. Böyle yerlerde iç sıcaklığı 24°C ve bağıl nemi %59 almak iyi bir tasarım hedefidir.
- d. Klimadan insanların beklentileri kültür, eğitim ve ülkelerin insan yapılarına göre değişik olmaktadır. Örneğin genelde Türk insanının klima anlayışı bir Amerikalıdan çok daha farklıdır ve aşırıdır. Örneğin soğuk hava ile duş yapmak Türkiye'de bir çok kişi için ideal soğutmadır. Aynı şekilde kışın ince bir giysi ile dolaşılacak bir ortam ideal kabul edilir. Halbuki ısıtmada ortam sıcaklığının 1°C artırılması yakıt tüketimini %10 artırır. Benzer şekilde soğutmada ortam sıcaklığının 1°C düşürülmesi, enerji maliyetini %15 artırır. Bu durum soğutmada da benzer şekilde geçerlidir.
- e. İklimlendirilen yer güneş almalı, mümkünse dıştan güneş kesici eleman, panjur, jaluzi, güneş kesici (reflektif) camlar kullanılmalıdır. Aksi halde, jaluzi kullanmamak, kaloriferli evde kışın camı açıp oturmaya benzer.
- f. Yapıların oturtulması pasif olarak güneş ve rüzgardan yararlanma ve korunma açısından büyük önem taşır. Mimarın pasif enerji tasarrufu önlemlerine dikkat etmesi gerekir. Isıtmanın belirleyici olduğu bölgelerde güneş enerjisinden en fazla yararlanacak bina konumu gerekir. Kuzey cephe kör ve dar olmalıdır. Buna karşılık iklimlendirme yapılan sıcak iklimlerde soğutma önceliği varsa, tam tersi bir düzenleme gerekir. Aynı şekilde hakim rüzgar yönünde pencere yüzeylerinin azaltılması enfiltrasyonu düşürür.
- g. İstanbul ve benzeri yerlerde kış konfor iklimsında nemlendirme sistemine Ankara, Erzurum gibi soğuk bölgelere göre çok daha kısa sürelerde ihtiyaç duyulmaktadır. Buna karşın nemlendiricilerin getirdiği işletme ve bakım zorlukları, kuruluş ve işletme maliyeti sistemi ekonomik olmaktan uzaklaştırmaktadır. Ayrıca nemlendirmenin su ile yapılması nemlendirici havuzlarında durgun suda bakteri üremesine ve bu bakterilerin hava ile büro hacimlerine iletilmesine neden olmaktadır. Nemlendiricilerin tesis edilmemesi halinde aşağıdaki avantajlar sağlanacaktır.
 - İlk kuruluş, maliyeti azaltacaktır.
 - Su tasfiye cihazı kapasitesi azalacaktır.
 - Nemlendirme pompaları ve armatürleri ile nemlendirme otomatik kontrol sistemi tesis edilmeyecektir. Yer tasarrufu sağlanacaktır. Su ve enerji gibi işletme giderleri azalacaktır (özellikle buharlaşma için harcanacak enerji işletmeye çok büyük maliyetler getirmektedir).

- h. Binaların işletme giderleri içinde elektrik, yakıt ve su genellikle ilk sıraları almaktadır. Öte yandan büyük bir iş merkezinin elektrik tüketim kalemleri ve bunun toplam içindeki yüzdesi *Tablo 2.2*'de özetlenmiştir.
- i. İdeal konfor isteniyorsa;
- Bina ısı kaybı statik ısıtma (radyatör vs) karşılanmalıdır. Cam önündeki ısıtıcıdan yükselen hava camdan gelen soğuk havayı beraberinde sürükler ve soğuk havanın döşemeye çökmesini önler.
 - Soğutma ve havalandırma tavandaki difüzörlerle sağlanmalıdır. Üflenilen hava kışın 18°C, yazın 14°C altına düşmemelidir.
 - Havalandırmada taze hava oranında cimri davranılmamalıdır. İç hava kalitesi önemlidir.
- j. Aynı anda ısıtma, soğutma veya havalandırma ihtiyacı olabilecek otel gibi çoklu uygulamalarda seçilecek soğutma sistemi dikkatli belirlenmelidir (**Bakınız VI. Bölüm; Klima Sistemleri Karşılaştırma Tablosu**). Sistemin özellikle kullanımın ihtiyacı olan esnekliğe cevap vermesi çok önemlidir.
- k. Klima sisteminde sadece soğutucu cihaz verimi (COP) önemli değildir. Soğuk enerjinin taşıma maliyeti (kanallar, pompalar, borular vb kayıplar) nedeniyle gerçekleşen sistem verimi (COP_{sistem}) ve yıllık verim (COP_{sistem} , yıllık) çok önemlidir.

2.13. VAV SİSTEMLERİ

- a. VAV sistemlerinde kış işletmesinde; VAV santralından sabit sıcaklıkta (16°C mertebesinde) hava üflenir. Ortam sıcaklığı yüke bağlı olarak düşüktüğü VAV kutusu ortalama üflenilen havayı kısımaya başlar. Hava miktarı %30 mertebesine kadar kısılır. Bu değerden sonra hava debisi sabit kalır ve ısıtıcı serpantin devreye girerek havayı ısıtmaya başlar.

Kullanım Yeri	Elektrik Tüketimi kWh/ay	Yüzde %
Aydınlatma		
Ofisler	3.705	1,2
Koridorlar	2.140	0,7
Asansör Holleri	7.110	2,3
Park Yeri	3.040	1,0
Diğerleri	310	0,1
ALT TOPLAM	16.305	5,4
Klima Sistemi		
Çiller	80.900	26,7
Santral, Fan Coiller	37.585	12,4
Soğuksu Pompaları	13.840	4,6
Kondenser Pompaları	10.870	3,6
Soğutma Kulesi	7.225	2,4
ALT TOPLAM	150.420	49,6
Asansörler	41.370	13,6
Diğerleri	95.259	31,4
TOPLAM	303.354	100

Tablo 2.2. BÜYÜK BİR İŞ MERKEZİ İÇİN ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİ

Böylece ısıtma ihtiyacı doğduğunda, odaya sabit %30 debisinde sıcak hava üflenir. Ters yöndeki gelişmede; yani ısıtmadan soğutmaya geçişte ise, önce ısıtıcı devreden çıkar, sonra soğuk hava miktarı giderek artırılır. Yaz işletmesinde ise üfleme havası sıcaklığı minimum 14°C'dir. Ortam sıcaklığı hava miktarı azaltılıp-artırılarak kontrol edilir. %30 minimum hava debisine ulaşınca, havanın daha fazla kısılması önerilmez.

- b. VAV kutularındaki ısıtıcılar orijinal elektrikli ısıtıcılarıdır. Bu ısıtıcıların pek çok üstün yanı vardır. Türkiye'deki uygulamada ise elektrikli ısıtıcı yerine sıcak sulu serpantinler kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi kullanmamanın getirdiği kazanca karşılık; ilave borular, kontroller, servis ihtiyaçları ile daha pahalı ve işletimi zor bir sisteme gidilerek bu ödenmektedir. Ayrıca sulu bataryaların selenoidleri sorun yaratmaktadır. VAV kutularına monte edilecek ısıtıcılar (özellikle büyük çarşıların dükkanlarında) elektrikli tip olmalıdır. Çünkü ısıtma süresi günde bir kaç saati geçmemektedir. Sonuç olarak VAV kutu çıkışlarına sulu tip ısıtıcı monte edilerek, orijinal sistem, terim yerindeyse, sulandırılmıştır.
- c. VAV kutularının zonlanmasında dikkat edilecek hususlar şunlardır. Mahallerin kullanım amaçları ve buna bağlı olarak insan yoğunlukları farklı ise (mesela çay salonu günün belli saatlerinde kullanılırken, lobi insan sayısı değişmeden gün boyunca kullanılır), böyle yerleri farklı zonda almak hatta ayrı bir klima santrali monte etmek gerekir. Eğer kullanım amacı aynı olan bölünmüş mahaller var ise bu durumda yön, belirleyici kriterdir. Aynı yöne bakan odaların bir arada zonlanmasına dikkat edilmelidir.
- d. VAV çözümünde hava miktarı yüksek olduğundan dönüş havası asma tavan içerisinden toplanıyor ise, tavanda bırakılacak hava geçiş kesitine dikkat edilmelidir.
- e. VAV kutusu ile anemostat arasında akustik izoleli hava kanalları kullanılmalıdır.
- f. VAV'dan sonraki tüm kanallarda akustik izolasyon olmalıdır veya akustik izolasyon özelliği olan özel esnek kanal kullanılmalıdır.

2.14. SPLIT KLİMA

- a. Heat pump cihazların +7°C değerinden düşük dış sıcaklıklarda ısıtma modunda çalışmasında, defrost nedeniyle performansında düşmeler meydana gelir. Kullanılan yerin dış sıcaklık değerlerine göre bu düşüm dikkate alınmalı ve heat pump tipi cihazlar çok düşük sıcaklıklarda ısıtmada kullanılmamalıdır. Eğer kullanılacak ise bu sıcaklıklardaki kapasiteleri dikkate alınmalıdır. Örnek olarak otel odası klimaları -29°C'de bile çalışabilmektedir.
- b. Ayrıca heat pump cihazların ısıtmada kullanılmasında,

- Bina iyi izole edilmiş olmalı,
 - Hava sızıntıları çok az olmalı,
 - Dış ünite kışın güneş alan yere monte edilmelidir.
- c. Kanal tipi split klima cihazı kullanılan binalarda egzoz havası (mutfak vb hariç) dış ünitelerin üzerine üflenerek verim artırılabilir, defrost sayısı azaltılabilir.

2.15. KLİMA SANTRALLERİ

- a. Seçilecek cihazın kalitesi çok önemlidir. Kaliteli cihaz aradaki farkı her zaman öder. Örnek bir uygulamada mevcut 25.000 m³/h ve 16.000 m³/h iki santral; etiket değeri olarak aynı hava kapasitesinde ve aynı ısıtma/soğutma kapasitesindeki iki adet iyi kalite klima santrali ile değiştirildi. Sonuçta ortaya çıkan soğutma çok farklı oldu ve çok konforlu bir ortam oluştu. Bütün şikayetler kalktı.
- b. Klima santrallerinin boyutlandırılması, işletme maliyeti açısından çok önemlidir. Aynı debiye sahip, sadece alın hızı değişerek farklı boyutlandırılan santrallerde, küçük boyutlu santralin ilk yatırım maliyeti düşük olsa da, meydana gelen dirençleri karşılamak için gerekli olan ek fan motor gücü, işletmede büyük santralin yarı yarıya varan oranda daha az enerji tüketmesine imkan vermektedir.
- c. Taze hava santralleri yaz-kış 22°C sıcaklıkta hava üfleyecek şekilde seçilmelidir. Türkiye koşullarında büro planlamasının iyi yapılmaması, kullanım maksadının değişmesi ve insan sayısının daha fazla olabilmesi gibi nedenlerle mutlaka bir emniyet sayısı göz önüne alınmalıdır.
- d. Otomatik kontrol sudan korunmadığından açık alana klima santrali monte etmekten mümkünse kaçınılmalıdır. Açık havadan gelen (kurum, asit vs) aşırı korozyon yaratmaktadır. Ayrıca yüksek blok çatılarında fazla rüzgar yükü, donma riski gibi sakıncalar vardır.
- e. Bilgi işlem salonları paket tip klima cihazları ile iklimlendirilmelidir.
- f. Sabit debili klima santrallerinde, çift devirli fan kullanılması büyük ekonomi ve kolaylık sağlar. Özellikle yaz-kış hava debileri geçişleri ve sistemin kısmen çalıştırılması hallerinde bu yarar kendini gösterir.
- g. Taze hava miktarları hesaplanırken, sigara içilen hacimlerde 60 m³/kişi değeri alınmalıdır. Daha düşük havalandırma değerleri ile projelendirme yapıldığında, havalandırma uygulamada yetersiz kalacaktır. ASHRAE daha düşük bir değer vermektedir. Ancak Türkiye’de yaşayan insanların sigara içme oranı daha yüksektir.
- h. Zaman zaman ikiye bölünüp ayrı ayrı kullanılabilir büyük toplantı salonlarının klima cihazları 2 adet seçilmelidir (her toplantı salonunun klima cihazı ve aspiratör sistemi ayrı olmalıdır).
- i. Fuayelerin bağımsız klima cihazları ile iklimlendirilmesi ve egzoz tesisatı yapılması gerekir.

2.16. SOĞUTMA GRUPLARI, SOĞUTMA KULELERİ

- Hava soğutmalı grup ve santrallerin serpantinleri Akdeniz iklimine (tozlu iklim) uygun tip (kanat araları geniş) seçilmelidir. Kaba filtre + torba filtre kullanılmalıdır.
- Kondenser küçük olursa kondenzasyon basıncı yüksek olur. Verim düşer ve elektrik tüketimi artar. Kompresör ömrü kısalmır. Kompresör ömrü Avrupa’da 20-25 sene, bizde yaklaşık 4-5 sene mertebesinde.
- Amonyaklı sistemlerin, ilk yatırımı düşüktür, bakır boru kullanılamaz ancak çelik boru kullanılabilir. Amonyak zehirlidir ve kanserojendir. U.S.A. standartlarında amonyak kullanımı toplu yerlerde yasaklanmıştır.
- İstanbul’da su problemi vardır. Şartlandırılmış su çok pahalıdır. Hava soğutmalı soğutma grubu seçmek daha uygundur.
- Soğutma kulesi kalorifer bacasından uzağa monte edilmelidir (korozyon sorunu).
- Teraslardaki soğutma kuleleri kalorifer bacalarına yakın ise kışın kulenin üzerini naylon veya benzeri malzeme ile kapatmak gerekir. Kalorifer bacasından çıkan kurumlar DKP sactan imal edilen soğutma kulelerinde aşırı korozyona neden olmaktadır. Paslanmaz çelikten soğutma kulesi imalatı pahalı olduğu için ancak çok özel durumlarda tercih edilmektedir. Soğutma kulelerini kalorifer bacalarından olabildiğince uzağa monte etmeye kalorifer bacasını ise daha yüksek yapmaya çalışmalıdır.
- Soğutma kulelerinin su hazneleri, Legionella bakterisinin çoğalması açısından elverişli olabilmektedir. Bu nedenle soğutma kulelerinde Lejyoner hastalığına karşı alınması gereken önlemler atlanmamalıdır (**Bakınız XXX. Bölüm; Lejyoner Hastalığına Karşı Mekanik Tesisatta Alınabilecek Önlemler**).

2.17. FAN COİL

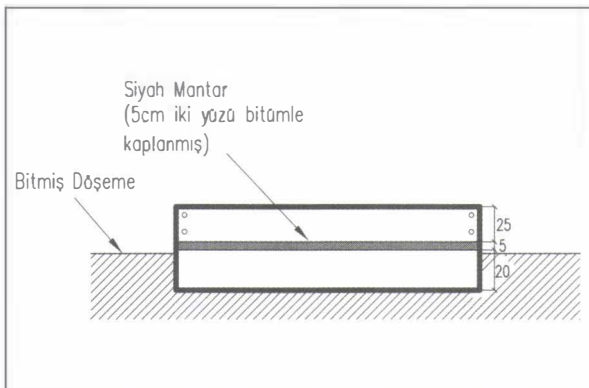
- Otelde ve ofis binalarında fan coil termostat kontrolüne rağmen zon yapılmalıdır. Müşteri veya kullanıcı oda termostatını sonuna kadar açmakta ve enerji kaybına neden olmaktadır. 4 cephede 4 ayrı eşanjör ve zon sistemi olmalıdır.
- Fan coil fanına oda termostatu ile kumanda etmek fan sesini kesikli duymak anlamına gelir. Sürekli ses rahatsız etmez. Fan devreye girip çıkarken, ortaya çıkan kesikli ses rahatsız eder.
- Kaj içine alınacak fan coiller gizli tip (galvanizli ve boyunlu tip) seçilmelidir. Otel odaları haricindeki binalarda tavan tipi fan coil ve split cihaz kullanılmaktan kaçınılmalıdır.

- Filtrenin temizlik, bakım ve servisi güçlük yaratmaktadır.
- Asma tavanda servis elemanının parmak izleri kalmaktadır.
- Cihaz altındaki bölgede istenilen konfor şartları sağlanamamaktadır.
- Tavan tipi fan coil kullanılan yerlerde (otel gibi) soğutma devreye alınmadan önce fan coil altındaki ahşap kapaklar açık bırakılmalıdır.
 - Kontrol nedeniyle,
 - Su damlarsa ahşabın çürümemesi için.
- Fan coil sistem tasarımında taze havanın fan coil arkasındaki delik veya ızgaradan (dış ortamdan) alınması yerine, taze hava santralı, kanallar ve menfezle odaya verilmesi daha doğrudur. Fan coil taze havayı delik veya ızgara ile dış ortamda olması halinde aşağıdaki sakıncalar oluşur:
 - Dışarıdan ses ve gürültü gelir.
 - Dış hava alımı nedeniyle filtreler çabuk tıkanır.
 - Soğuk bölgelerde (çok soğuk olan tatil günlerinde İstanbul'da dahil) serpantinlerin donma riski vardır.
 - Rüzgarlı havalarda, dış hava kontrolsüz olarak içeri girerek konfor şartlarını bozar.

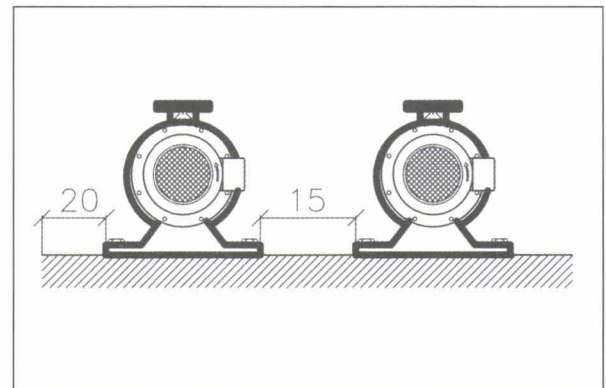
2.18. POMPALAR

- Tesisatın montaj çalışmaları bittikten sonra, sirkülasyon pompaları, çok yollu vanalar, debi ve basınç kontrol armatürleri gibi hassas ekipmanlar takılmadan önce tesisatın tamamı basınçlı su ile yıkanmalı ve iyice temizlenmelidir. Sistemin ilk devreye alınması döneminde her pompa girişine geçici olarak bir kaba filtre (pislik tutucu) yerleştirilmesi faydalı bir uygulamadır. Birkaç aylık bir çalışmadan sonra kapalı devrelerde süzgeç çıkartılabilir. Ancak süzgeç ileride olabilecek tevsî işlemlerinden sonra tekrar kullanılmak üzere muhafaza edilmelidir. Çalışmalar sırasında süzgeç sık sık temizlenmelidir. Sürekli pislik tutucu ancak soğutma kulesi gibi açık sistem pompalarından önce kullanılır.

- Kullanma suyu sirkülasyon pompasının çalışma sürecinde kaybedilen ısı maliyeti yüksektir. Çözüm kullanma suyu sirkülasyon pompasının kontrol panelin zaman saatinden kumanda almasıdır. Örneğin konutlarda bu pompa gece 23.00 ile sabah 06.00 arasında durmalıdır. Müstakil evlerde ve işyerlerinde, kullanılmayan gündüz saatlerinde bile, kullanma suyu sirkülasyon pompa çalıştırılmamalıdır.
- Sirkülasyon pompaları gidişte olmalıdır. Sistemin hava yapmadan rahatça çalışabilmesi için bu şarttır. Ayrıca üst katların ısınmama probleminin nedenlerinden biri ortadan kalkacaktır.
- Dirençleri farklı ısıtıcılar aynı sistemde yer alıyorsa, farklı basınçta sirkülasyon pompaları kullanarak ayrı zonlar yaratılmalıdır. Panel radyatörlerle döküm radyatörler aynı sistemde kullanıldığında, direnci az olduğu için döküm radyatörlerden daha çok su geçecektir. Sonuçta panel radyatörün verimi azalacaktır.
- Pompaların altına yapılacak temel detay Şekil 2.3'te verilmiştir.
- Pompaları monte ederken iki pompa arasında 150-200 mm pompa ile beton kaide arasında 150-200 mm mesafe bırakılmalı, pompa temelleri bu ölçülere göre boyutlandırılmalıdır (Şekil 2.4).
- Sürekli çalışan 3 Hp'den büyük pompalar 1.450 d/d olmalıdır. 2.800 d/d pompaların elektrik motorlarının fanları çok ses yapmaktadır.
- Isıtma ve soğutma tesisatında kullanılan sirkülasyon pompaları, olabildiğince frekans konverterli tip seçilmeli ve anlık kapasiteye göre devir kontrolü imkanı yaratılmalıdır. Devir kontrolü, pompanın enerji tüketimini ciddi oranda (3 üstel) etkilemektedir. Devri 1/2 oranına inen bir elektrik motorunun enerji tüketimi, 1/8 oranına düşmektedir.
- Hidrofor seçiminde, gerekli akış basınçları göz önüne alınmalıdır. Gereğinden büyük basınçlar hedeflenmemelidir. Hidrofor basıncının sadece 1 bar artırılması bile, enerji tüketiminin %20 ile %52 arasında artmasına neden olabilmektedir.



Şekil 2.3. POMPA TEMEL DETAYI



Şekil 2.4. POMPA TEMEL ÖLÇÜLERİ

III. BÖLÜM

HAVALANDIRMA TESİSATI

3.1. DOĞAL HAVALANDIRMA

a. Havalandırma kapalı bir hacimdeki havanın değişti-rilmesi işlemidir.

Amaç aşağıdaki sıralanan maddelerden biri veya bir-kaçı olabilir:

- Ortamdaki havanın oksijen içeriğinin azalmasını önlemek.
- Ortamdaki havanın içerisindeki karbondioksit gazı, vücut kokuları, sigara dumanı, nem içeriği-nin aşırı artışı önlemek.
- Makinelere, insanlardan ve aydınlatmadan kaynaklanan ortamdaki ısı kazancını dışarı atmak.
- Makinelere, pişirmeden ve insanlardan kay-naklanan ortamdaki nem kazancını dışarı atmak.
- Zehirli gazları ve tozu ortmdan uzaklaştırmak.
- Bakteri ve zararlı mikro organizma sayılarını düşürmek.

b. Doğal havalandırma, tesisi ve bakımı en ucuz hava-landırma biçimidir.

Elektrik gücü kullanmaz ve sessizdir.

c. Doğal havalandırmayı doğuran gerekli güç kaynakları:

- Rüzgar basıncı,
- Termik güçlerin yarattığı baca etkisi,
- Veya bu iki gücün kombinasyonudur.

Maalesef bu doğal güçler ortadan kalktığında doğal havalandırma durur.

Bu nedenle bazı zamanlarda mekanik havalandırma kullanımı gerekmektedir.

d. *Şekil 3.1*'de de rüzgarın yapı etrafında yarattığı basınç değişimi ve termik kaldırma güçlerinin yarat-tığı düşey doğrultudaki hava hareketi şematik olarak gösterilmiştir.

Şekillerde de görüldüğü üzere doğal havalandırma yapılırken, hakim rüzgar tarafından temiz havanın alı-nıp, karşı taraftan da egzoz yapılması uygun olacaktır. Rüzgar etkisi binanın baca tasarımında ve pis su hava-lık tasarımda da etkilidir.

Kalorifer bacası ve pis su havallığı binanın çatısın-dan çıkmalı ve rüzgar etkisini aşmalıdır.

e. Bir binadaki hava değişim ihtiyacı (taze hava) bina kullanım biçimine, yerel yönetmeliklere vs bağlı ola-rak değişir.

Örneğin sigara içilmeyen ofis binalarında kişi başına saatte 28 m³ taze hava ihtiyacı normaldir.

f. Bir yapının duvarları boyunca rüzgarın yarattığı basınç farkı nedeniyle artı basıncın etkilediği rüz-gar yönündeki duvarlardan odalara hava girerken; eksi basıncın etkilediği ters yöndeki duvarlara komşu odalardan hava emilir.

Rüzgar dolayısıyla havalanma miktarı dış duvar üze-rindeki açıklıkların büyüklüğüne, rüzgar yönüne ve rüzgarın hızına bağlıdır (*Şekil 3.2*).

g. Yüksek binalarda kış aylarında soğuk ve ağır dış hava, sıcak ve hafif iç havayı üst kat pencerelerinden dışarı çıkmaya zorlar.

Bu durum alt katlarda soğuk havanın içeri girmesini, fazla sıcak havanın da üst katlardan dışarı çıkmasını doğurur. *Şekil 3.3*'te bu durum görülmektedir.

h. Bir toplantı salonu ve benzeri yüksek tavanlı yapıda havalandırma dışarıdan alınan soğuk hava-nın bir ısıtıcıdan veya konvektörden geçirilerek, bu sırada ısınan havanın yükselmesi ve tavandaki bir kanal sisteminden kendiliğinden dışarı çıkmasıyla sağlanabilir.

Soğuk dış havanın ısıtıcıdan geçişi, ısıtıcı kenarın-dan kumanda alan bir damperle kontrol edilebilir (*Şekil 3.4*).

i. Günümüzde doğal havalandırma giderek daha önem kazanmaktadır.

Modern mimaride sürdürülebilirlik kavramından hareketle doğal havalandırmadan yararlanan yüksek bina, atrium ve benzeri uygulama örnekleri giderek artmaktadır.

3.1.1. GECE SOĞUTMASI

Doğal havalandırma yapılan binalarda gece soğut-ması imkanı da bulunmaktadır.

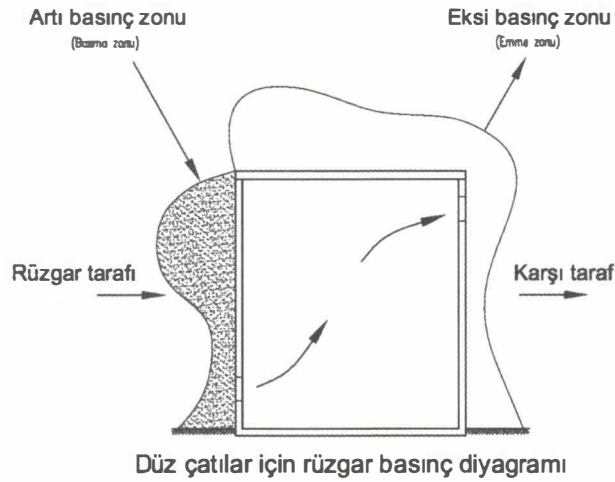
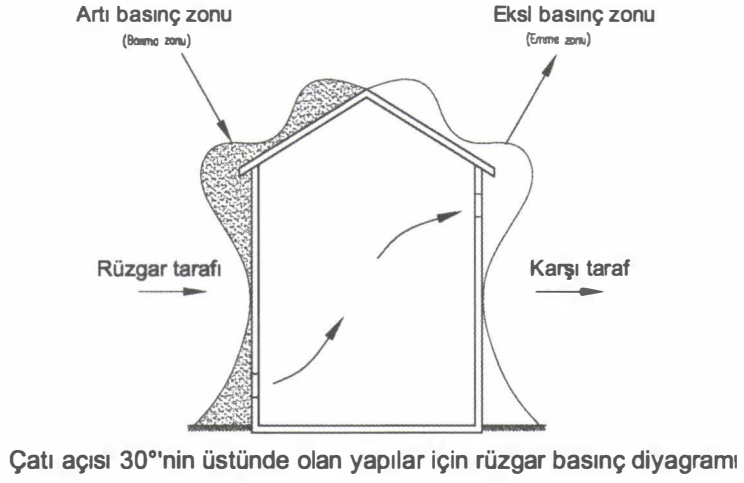
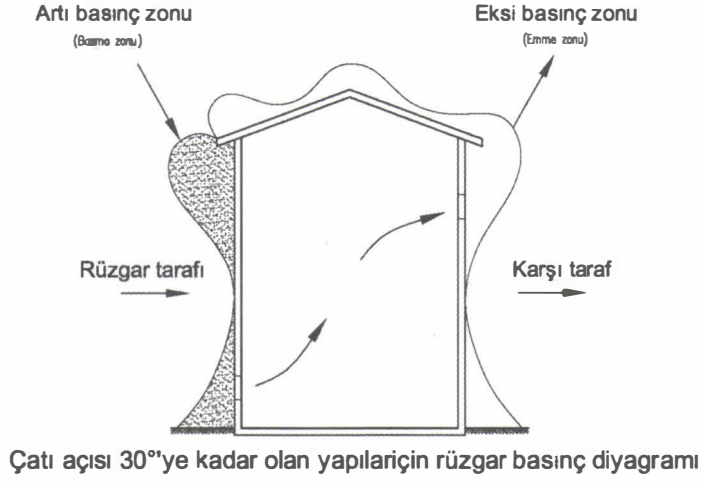
Gece soğutması mekanik sitemlerde “free cooling” veya “cool down” adı altında bir seçenek olarak sunulmaktadır.

Bu olanak doğal havalandırma sistemlerinde, siste-min kendi karakteri olarak saklanmaktadır.

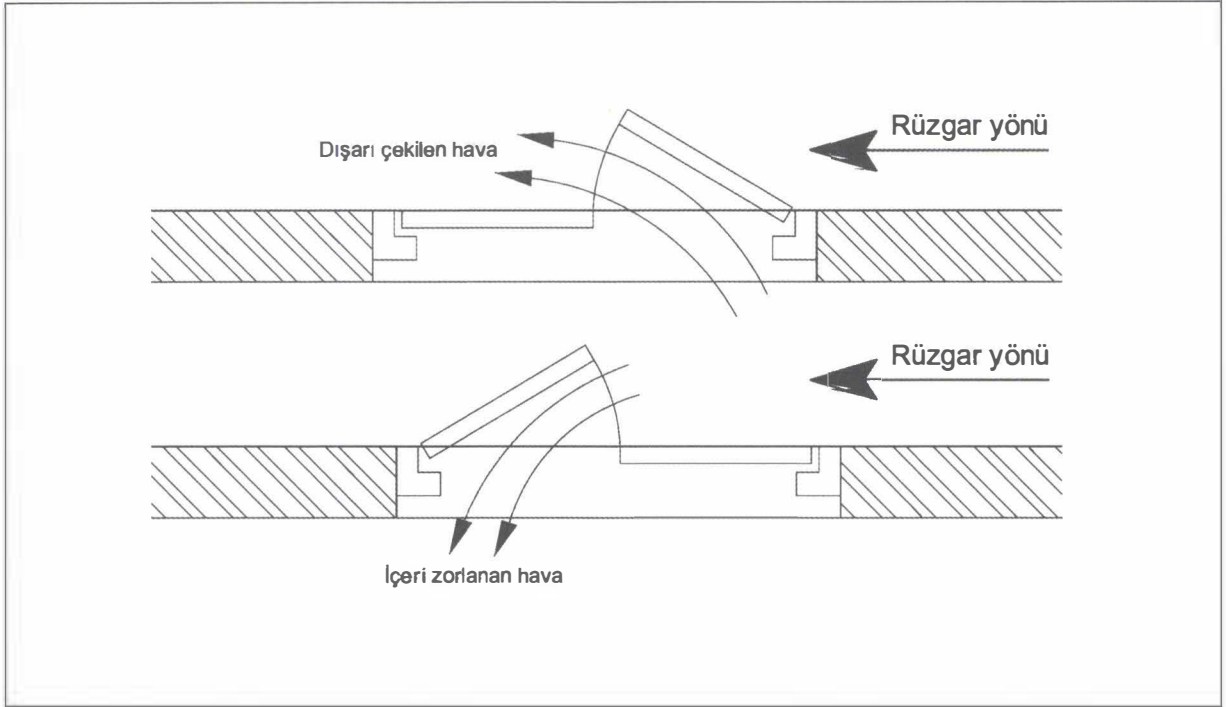
Yaz mevsiminde dış sıcaklığın iç sıcaklıktan daha düşük olduğu gece saatlerinde sistem tam açık duruma getirildiğinde, gece boyunca soğuk hava ile yapılan soğutma bina kütlesi içinde depo edilir. Burada depo edilen soğuk, gün boyunca kullanıl-a-bilmektedir.

İklimin uygun olduğu bölgelerde, uygun tasarlan-mış bir yapıda doğal soğutma yolu ile yapıyı bütün bir mevsim mekanik soğutmaya gerek duyulmadan konfor şartları içinde tutmak mümkündür.

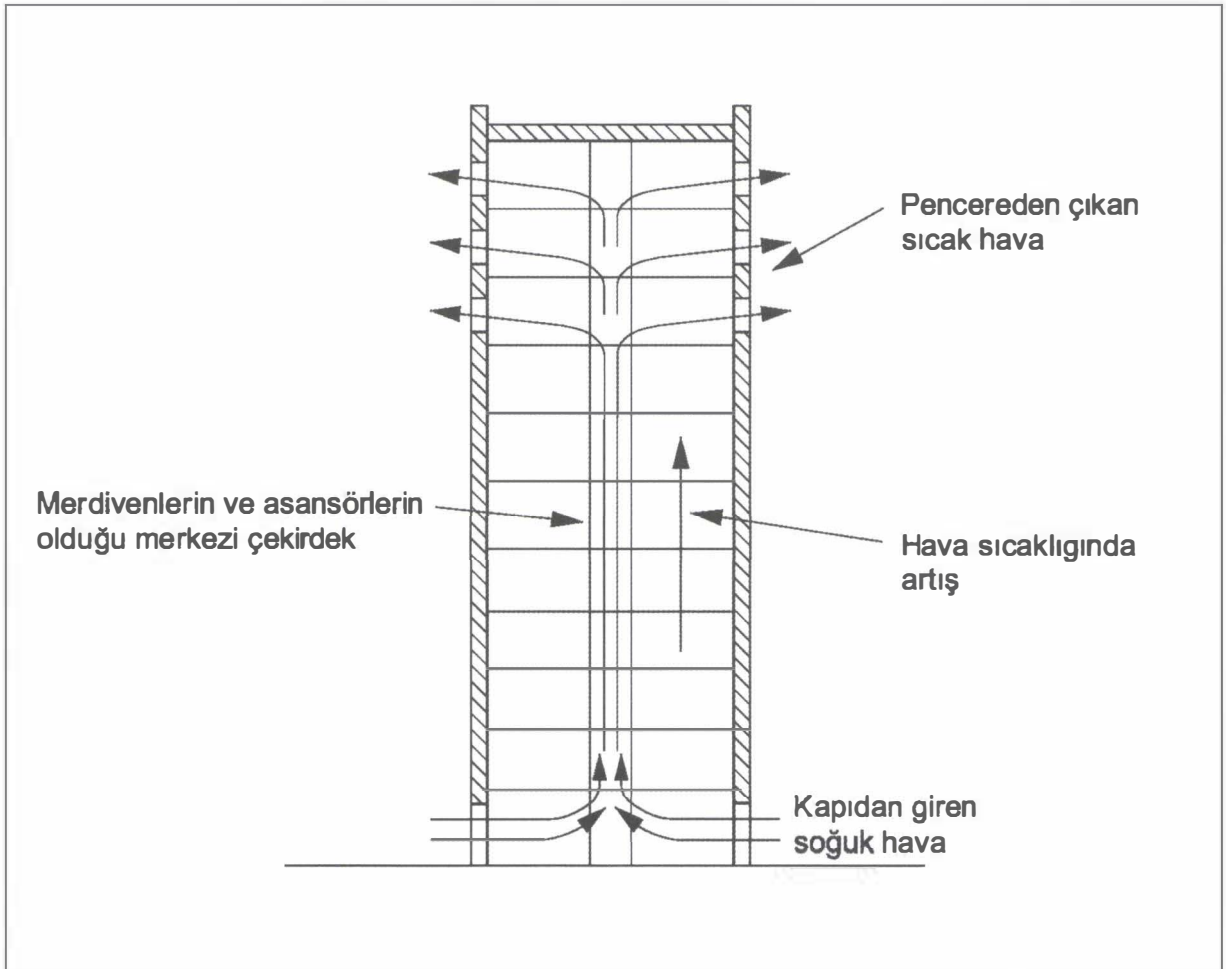
İngiltere’de yapılan bir çalışmada ise, bu iklim koşullarında, gece soğutması yoluyla bina tipine göre değişmek üzere %5 ile %40 arasında soğutma enerjisinden tasarruf imkanı olduğu gösterilmiştir. Gerek doğal havalandırma ve gerekse doğal soğut-ma elektrik enerjisi tasarrufu yanında çevrenin ve doğal kaynakların korunması yönünde bir katkıya sahiptir.



Şekil 3.1. BİNA ETRAFINDA RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMI



Şekil 3.2. RÜZGAR NEDENİYLE PENCERELERDEN OLAN HAVALANDIRMA

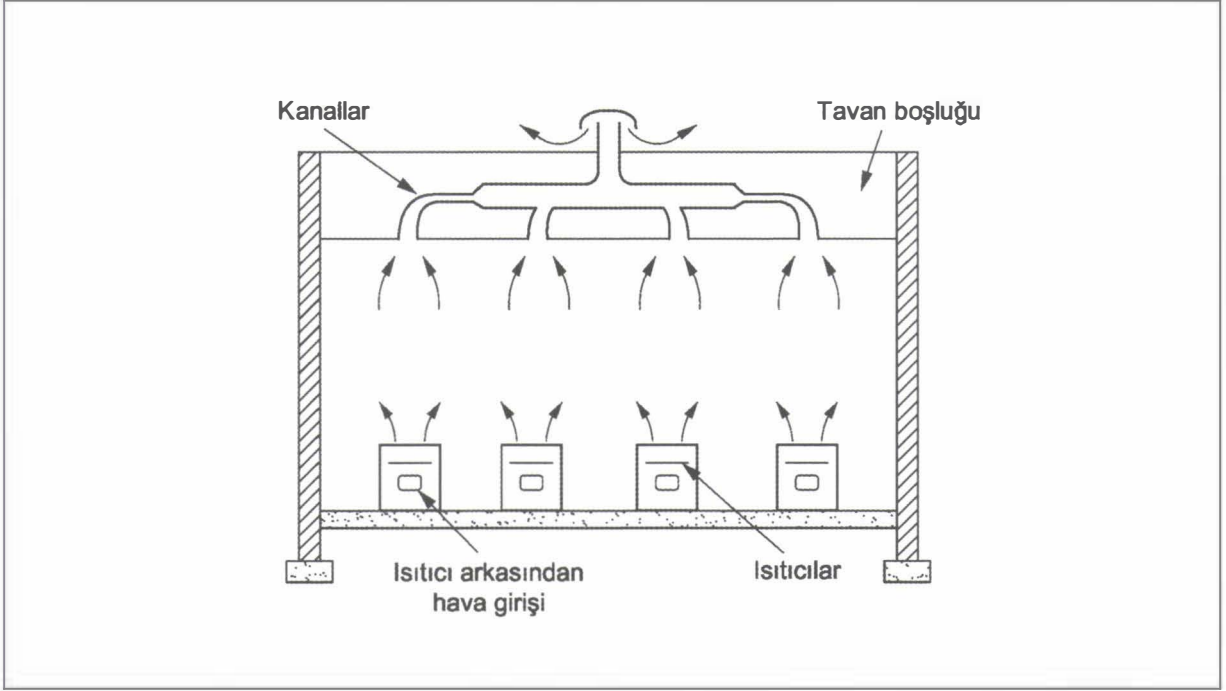


Şekil 3.3. YÜKSEK BİR BİNADA BACA ETKİSİ

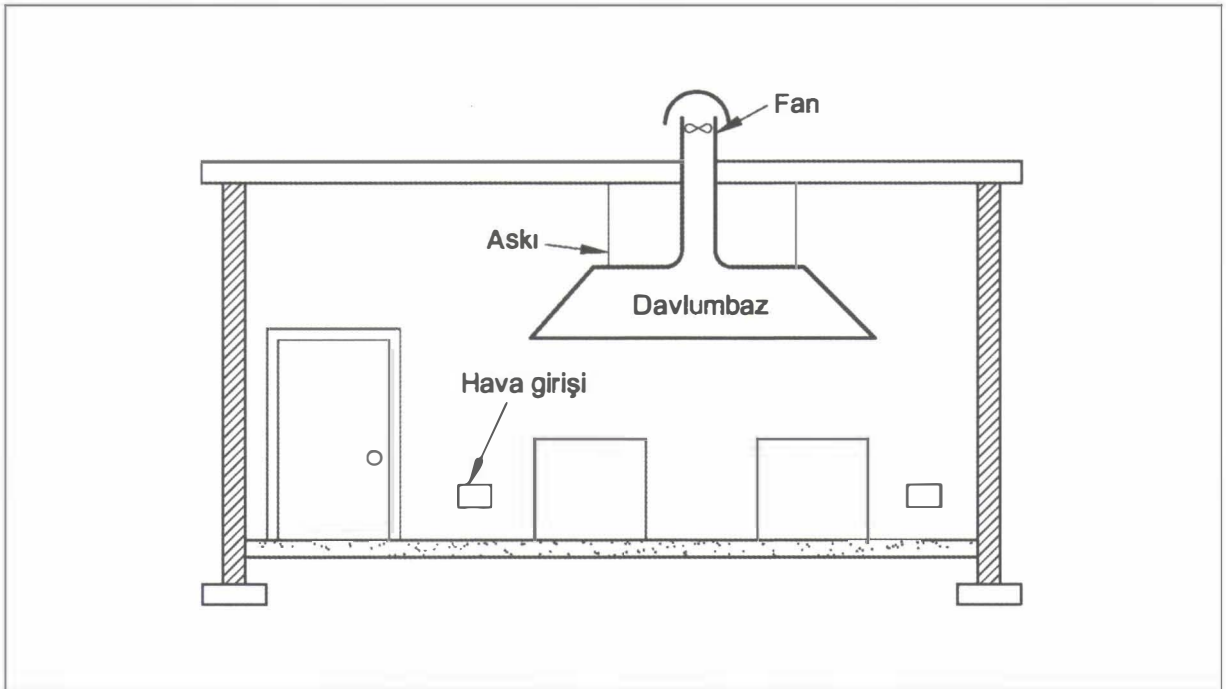
3.2. MEKANİK (Zorlanmış) HAVALANDIRMA

- a. Mekanik havalandırmada hava değişimi ve hareketi için fan veya fanlardan yararlanılır.
- b. Mekanik havalandırmada üç sistem vardır:
- Doğal hava girişi, mekanik hava emişi
 - Mekanik hava beslemesi, doğal hava çıkışı

- Dengeli havalandırma denilen mekanik hava beslemesi ve mekanik hava emişi
- c. Mekanik sistem doğal havalandırmada olduğu gibi koşullara bağlı değildir. Zorlanmış olarak sürekli hava hareketi temin edilir. Ancak bunun bir tesis ve işletme maliyeti vardır. Ayrıca fan ve kanal sisteminden gelen ses riski taşır. Şekil 3.5'te mekanik emişli bir sistem örneği olarak mutfak havalandırması görülmektedir.



Şekil 3.4. YÜKSEK BİR BİNADA BACA ETKİSİ



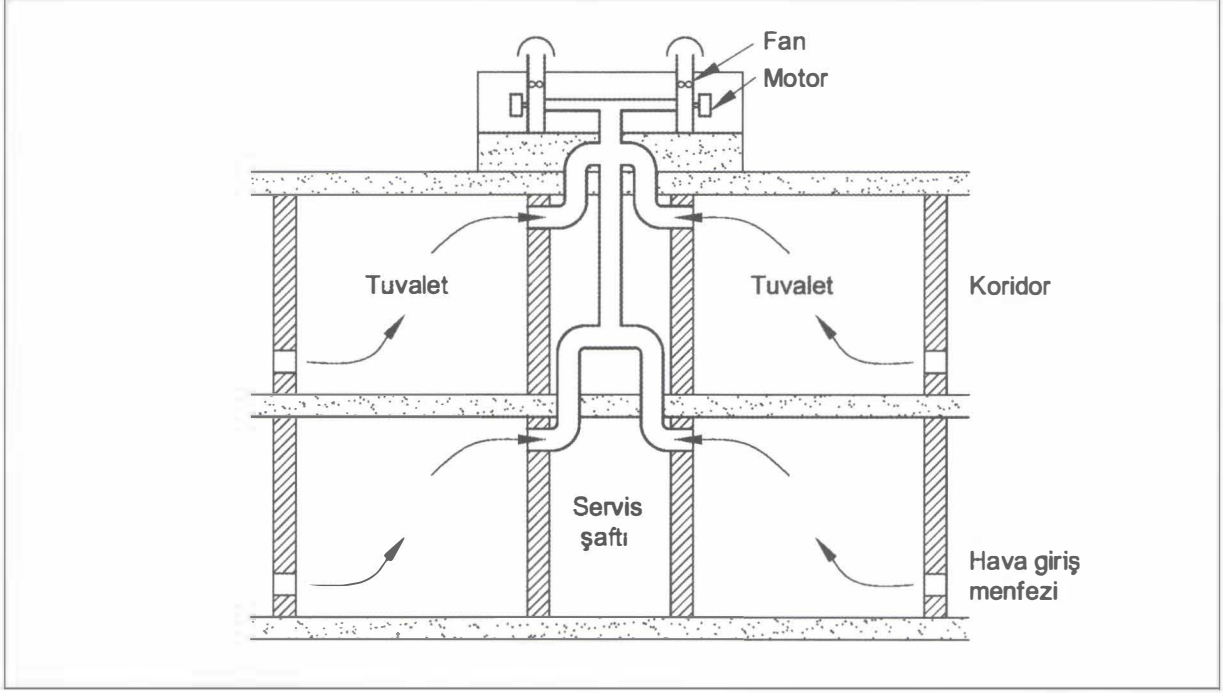
Şekil 3.5. MUTFAK UYGULAMASI

d. Tuvaletlerin havalandırmasında olduğu gibi, birinden diğerine havalandırma kanalları vasıtası ile koku ve duman geçişinin mümkün olduğu uygulamalarda, Şekil 3.6'da görüldüğü gibi, şönt kanal kullanılmaktadır. Böyle sistemlerde, biri yedek olmak üzere çift fan kullanılması tercih edilir. Bir arıza halinde diğer fan devreye girer.

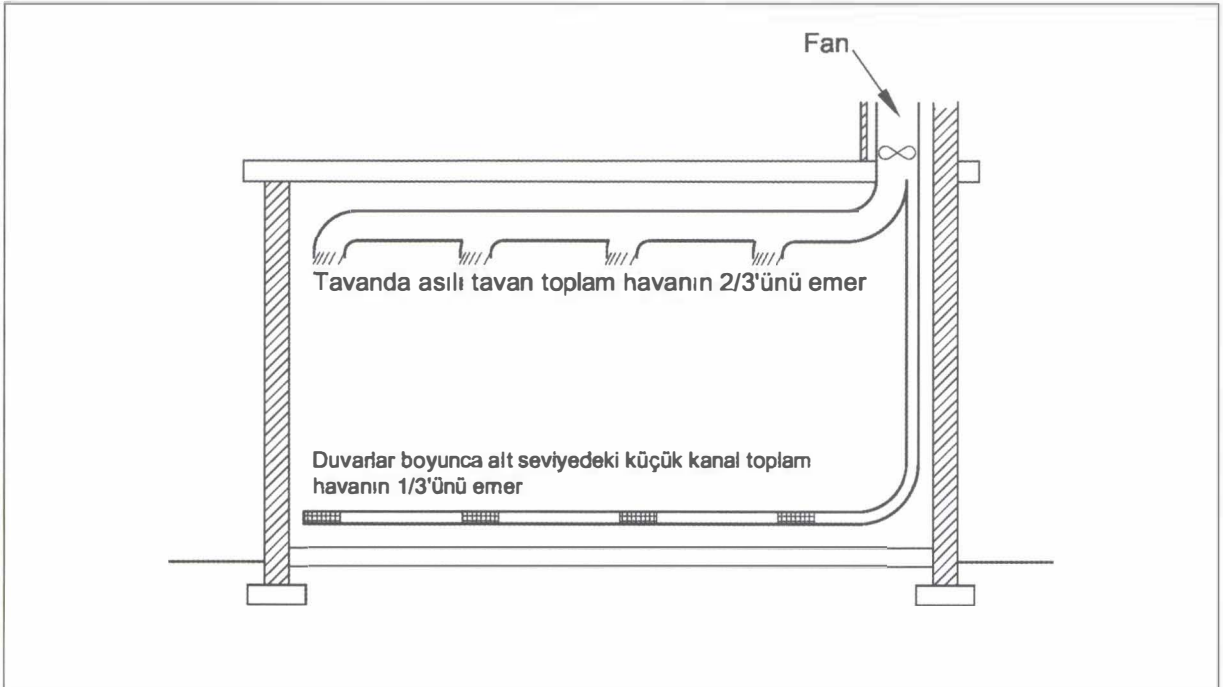
e. Çeşitli mekanik havalandırma uygulamaları üzerinde

ilgili bölümlerde daha detaylı durulacaktır. Şekil 3.7'de yeraltı garajları havalandırma uygulaması örneği şematik verilmiştir. Burada farklı iki seviyeden emiş gerçekleştirilmektedir.

f. Yaşanan mahallere bir fanla beslenen hava kışın önce oda sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Aynı zamanda egzoz edilen havanın miktarı da önemlidir. Havalandırma miktarı kontrol edilemezse, bu aynı zamanda



Şekil 3.6. TUVALET HAVALANDIRMASI



Şekil 3.7. BODRUM GARAJI HAVALANDIRMASI

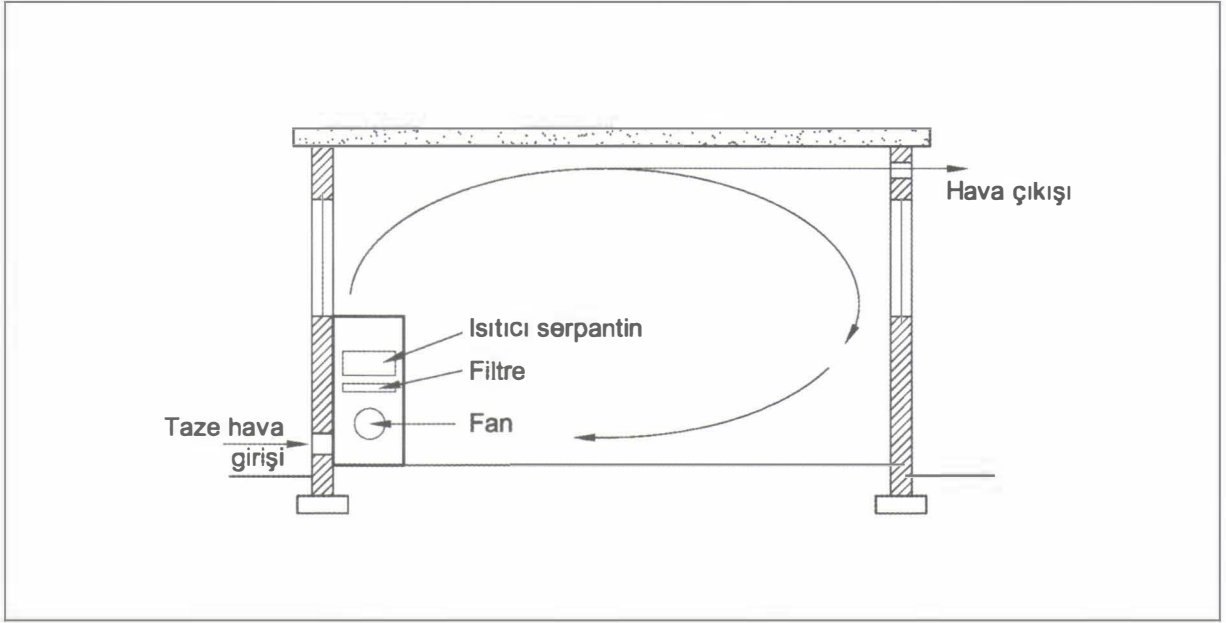
büyük bir ısı kaybına neden olur. Şekil 3.8’de sadece mekanik besleme yapılan bir sistem görülmektedir. g. Besleme fanı yanında, egzoz edilen hava için ilave bir egzoz fanı kullanılırsa hava miktarı daha iyi kontrol edildiği gibi içerideki basıncını da kontrol etmek mümkündür. Şekil 3.9’da böyle bir dengeli havalandırma örneği görülmektedir.

h. Eğer egzoz havası özel bir aydınlatma armatürü üzerinden emilirse, aydınlatma armatüründen yayılan ısı kaynağında yakalanır. Yaz mevsiminde böylece

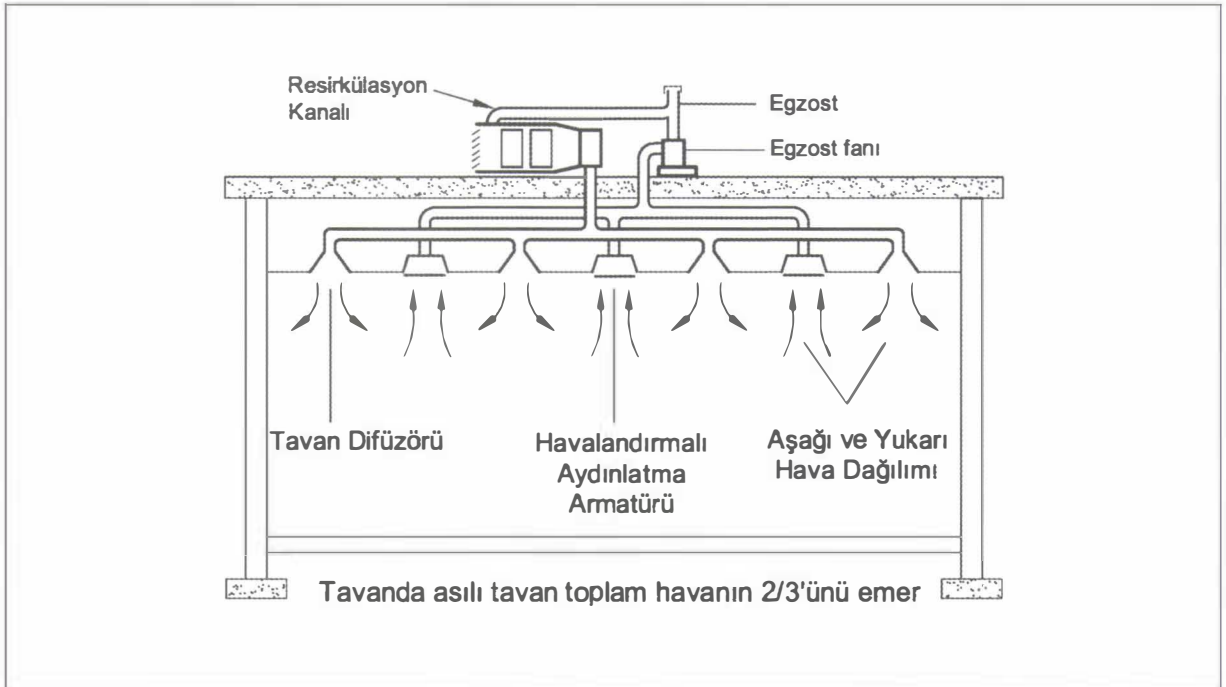
aydınlatma ısısı odaya yayılmadan kaynağında yakalanıp dışarı atılır.

i. Sigara içilmesine müsaade edilmeyen tiyatro salonu gibi uygulamalarda yukardan aşağı doğru havalandırma yapmak da mümkündür. Egzoz havası seyircilerin koltukları altından emilir. Böylece temiz havanın iyi bir dağılımı temin edilebilir. Uygulamanın detayı ilgili bölümde verilmiştir.

j. Sıcak ve soğuk hava taşıyan kanal sistemi iyice izole edilmelidir.



Şekil 3.8. MEKANİK BESLEME VE DOĞAL EGZOZ



Şekil 3.9. BİR SÜPERMARKETİN DENGELİ MEKANİK HAVALANDIRMASI

3.3. İÇ HAVA KALİTESİ

İç hava kalitesi yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Temiz hava yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişiklik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirlletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatmin-sizlik hissetmediğı hava olarak tarif edilebilir.

Konutlar, işyerleri, okullar vs gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir. İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri ve iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı ve bundan kaynaklanan problemler olacağı rahatça tahmin edilebilir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu (SBS) gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirlilikten kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir. Konu ile ilgili çalışmalar buna paralel olarak artmış, bilimsel makaleler, yayınlanmış, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartlardan ASHRAE 62-89 numaralı olanı en geniş biçimde konuyu ele almaktadır. Bu standardın kuralları ve örneğın enerji tasarrufu ilkeleri ile çatışması en çok tartışılan konulardan biri olmuştur.

3.3.1. HAVALANDIRMA MİKTARLARI

Eğer dış hava kalitesi yeterli ise, *Tablo 3.10*'da gösterilen miktarlarda dış hava söz konusu hacimlere temin ediliyorsa, istenilen iç hava kalitesi elde edilir.

Tabloda dış hava miktarları kişi başına litre/saniye veya alan başına litre/saniye.m² verilmiştir.

3.3.2. HAVA DEBİSİ VE HAVA DEĞİŞİM SAYISI

Bir hacme gönderilecek veya çekilecek hava miktarı kirlleticilerin veya kokunun yoğunluğuna bağlıdır. Endüstriyel ve ticari uygulamalarda üretilen ısı ve prosese bağlı olarak ilave artırım faktörleri gereksinir. Saatteki hava değişim sayısı, bir odayı besleyecek taze hava miktarının hesaplanmasında önemli bir faktördür. *Tablo 3.11*'de Avrupa normlarında tavsiye edilen hava değişim katsayıları verilmiştir. Bu değerler DIN 1976 T.2 üzerinde çalışan yerel otoriteler tarafından teklif edilmiştir. Bu hesaplarda kişi başına hava ihtiyacı 20-50 m³/h arasında bir değer olarak göz önüne alınmıştır.

3.3.3. HASTA BİNA SENDROMU

"Hasta Bina Sendromu" görünür hiçbir hastalık nedeni olmayan bir binada, sakinlerin sadece binada geçirdikleri zamana bağlı olarak sağlık ve konfor şikayetleri olmasına verilen isimdir. Şikayetçiler bina içinde belli bir oda veya zon içinde bulunabilecekleri gibi, bina içinde de dağılmış olabilirler. Konu ile ilişkili bir başka kavram ise, "Bina Bağlantılı Hastalık" kavramıdır. Bu durumda, bina

içerisinde teşhis edilen hastalıkların nedenleri bellidir ve binanın havalandırma sisteminden kaynaklanmaktadır. Hasta Bina Sendromu göstergeleri:

- Bina sakinleri birden bire rahatsızlıklardan şikayet etmeye başlarlar.
- Bu şikayetler baş ağrısı, göz burun veya boğaz rahatsızlıkları, öksürük, kuru veya kaşıntılı bir cilt, baş dönmesi, mide bulantısı, konsantrasyon bozuklukları ve kokuya karşı aşırı duyarlılık şeklinde olabilir.
- Bu hastalık belirtilerinin kaynağı tanımlanamamıştır.
- Şikayetçilerin çoğu binayı terk edişlerinden hemen sonra rahatladıklarını belirtmişlerdir.

Bina Bağlantılı Hastalık göstergeleri:

- Bina sakinlerinin çoğunluğunun öksürük, göğüs sıkışması, ateş, titreme ve kas ağrısı gibi şikayetleri görülmektedir.
- Bu bulguların nedenleri klinik olarak açıklanabilir.
- Şikayetçiler binayı terk etseler de iyileşmeleri belli bir süre alır.

3.3.4. İÇ HAVA KALİTESİNİ BOZAN

HASTA BİNA SENDROMUNUN NEDENLERİ

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 ve yanma kaynaklıdır.)
- Koku (İnsan kaynaklıdır.)
- Mikroorganizmalar (Çevre ve insan kaynaklıdır.)
- Nem (Çevre ve pişirme gibi insan faaliyetleri 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 olabileceğı gibi yetersiz sıcaklık, nem veya ışığın yetersiz olduğu koşullarda diğer unsurların zararı artabilir.

3.3.4.1. 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.

TİCARİ TESİSLER (OFİSLER, DÜKKANLAR, DEPOLAR, OTELLER, SPOR TESİSLERİ)				
Uygulama	kişi/100 m ²	Taze Hava İhtiyacı (l/s)		Açıklamalar
		kişi başı	m ² başı	
Kuru Temizleme, Çamaşırhane				Kuru temizleme işlemleri daha fazla hava gerektirebilir.
Ticari Çamaşırhane	10	13		
Ticari Kuru Temizleyici	30	15		
Depo	30	18		
Jetonlu Çamaşırhane	20	8		
Jetonlu Kuru Temizleme	20	8		
Yiyecek ve İçecek Hizmeti Verilen Mekanlar				İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Lokanta	70	10		
Kafeterya, Fast Food	100	10		
Bar, Kokteyl Salonu	100	15		
Mutfaklar (Pişirme)				Davlumbaz egzozunun, besleme havası için daha fazla havalandırma havası gerekebilir. Dış havanın ve komşu alanlardan alınan kabul edilebilir kalitedeki havanın toplam 7,5 l/s m ² değerinden az olmamalıdır.
	20	8		
Garaj, Tamirhane ve Servis İstasyonu				İnsanların çalışma yerlerini ve çalışan makinaların yoğunluğunu dikkate alınmalıdır. Motorların çalıştığı standlar, motor egzozunu dışarı zorlamış olarak atan sistemleri içermelidir. Kirletici sensörleri havalandırmanın kontrolü için kullanılabilir.
Kapalı Garaj			7,50	
Otomobil Tamirhanesi			7,50	
Alışveriş Merkezi Satış ve Shoowroom Katları				
Bodrum ve Zemin	30			
Üst Kat	20		1,50	
Depo Odası	15		1,00	
Soyunma Odası			0,75	
Yürüme Alanı (Mol)	20		1,00	
Yükleme ve Kabul Alanı	10		1,00	
Ambar (Warehouse)	5		0,75	
Sigara Odası	70	30	0,25	Normal olarak transfer havası ile beslenir ve yerel egzoz yapılır. Resirkülasyon tavsiye edilmez.
Özel Dükkanlar				
Berber	25	8		
Güzellik Salonu	25	13		
Zayıflama Salonu	20	8		
Çiçekçi	8	8		Bitki büyümesini en iyi sağlayan hava miktarı, havalandırma ihtiyacını belirler.
Mobilya, Giyim			1,50	
Hırdavat, İlaç	8	8		
Süpermarket	8	8		
Evcil Hayvan Dükkanı (Pet Shop)			5,00	
Spor ve Eğlence				
Seyir Salonu	150	8		Bakım için içten yanmalı motorlu araçlar kullanılıyorsa havalandırma miktarı artırılmalı.
Oyun Salonu	70	13		
Buz Pisti, Oyun Alanları			2,50	
Yüzme Havuzu			2,50	Nem kontrolü için daha yüksek değer gerekebilir.
Oyun Katı	30	10		
Disko ve Balo Salonu	100	13		
Bowling Salonu, Oturma Bölgesi	70	13		
Otel, Motel, Dinlenme Yeri, Yurt				
Yatak Odası			15	Oda boyutlarından bağımsız olarak oda başına l/s değerlerdir.
Oturma Odası			15	Oda boyutlarından bağımsız olarak oda başına l/s değerlerdir.
Banyo			18	Banyo boyutlarından bağımsız olarak banyo başına l/s değerlerdir.
Lobi	30	8		
Konferans Salonu	50	10		
Toplantı Salonu	120	8		
Yurt Uyuma Alanı	20	8		
Kumar Salonu	120	15		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Ofisler				
Ofis Alanı	7	10		Bazı ofis cihazları yerel egzoz gerektirebilir.
Kabul Alanı	60	8		İlave duman uzaklaştırıcı cihaz gerekebilir.
Haberleşme Merkezi	60	10		
Konferans Salonu	50	10		

Tablo 3.10. BİNANIN KULLANIM AMACINA GÖRE
TAVSİYE EDİLEN HAVALANDIRMA MİKTARI

TİCARİ TESİSLER (OFİSLER, DÜKKANLAR, DEPOLAR, OTELLER, SPOR TESİSLERİ)				
Uygulama	kişi/100 m ²	Taze Hava İhtiyacı (l/s)		Açıklamalar
		kişi başı	m ² başı	
Halka Açık Alanlar				
Koridor		25	0,25	Hiç geri dönüşsüz mekanik egzoz tavsiye edilir.
Genel Tuvalet			2,50	
Soyunma Odası				
Asansör			5,00	Normal olarak transfer havası ile (komşu hacimlerden gelen) beslenir.
Tiyatro ve Sinema				Özel sahne efektlerinin karşılamak üzere özel havalandırma gerekecektir.
Bilet Gişesi	60	10		
Lobi	150	10		
Salon	150	8		
Sahne ve Stüdyo	70	8		
Fotoğraf Stüdyosu				
Fotoğraf Stüdyosu	10	8		
Karanlık Oda	10		2,50	
Eczane	20	8		
Banka	5	8		
Fotokopi ve Baskı			2,50	Buraya tesis edilecek cihaz zorlanmış egzoz ve arzu edilmeyen kirleticilerin kontrolü özelliklerini sağlamalıdır.
Okullar				Laboratuvarlarda hayvan bulundurulması da dahil bazı işlemler ve fonksiyonlar için kirleticinin kontrol sistemleri gerekebilir.
Sınıf	50	8		
Laboratuvar	30	10		
Eğitim Salonu	30	10		
Müzik Odası	50	8		
Kütüphane	20	8		
Soyunma Odası			2,50	
Koridor			0,50	
Spor Salonu	150	8		
Hastaneler ve Bakımevleri				Özel şartnameler ve standartlar minimum hava miktarı ve filtre seçimini belirleyebilir. Daha fazla kirletici doğuran işlemler daha yüksek havalandırma miktarları gerektirebilir.
Hasta Odaları	10	13		
Tıbbi İşlem	20	8		
Ameliyathane	20	15		
Yoğun Bakım Ünitesi	20	8		
Otopsi Odası			2,50	
Fizik Tedavi	20	8		
Hapishaneler				
Hücre	20	10		Otopsi odasının havası başka hacimlere resirküle edilmemelidir.
Yemek Salonu	100	8		
Gardiyan İstasyonu	40	8		

KONUTLAR		
Uygulama	Taze Hava İhtiyacı	Açıklamalar
Oturma Alanları	Kişi başına minimum 7,5 l/s	Saatteki hava değişimini hesaplamak için, şartlandırılan hacimdeki bütün alanların hacmi dahil edilmelidir. Havalandırma normal olarak enfiltrasyonla sağlanır. Çok sızdırmaz olarak yapılan odalardaki şömine ve soba gibi elemanlara yakma havası ilave olarak temin edilmelidir. Yatak odalarındaki insan sayısı ilk oda için 2, ilave yatak odaları için 1 kabul edilmiştir. Eğer daha yüksek kullanım olduğu biliniyorsa hava ona göre artırılmalıdır.
Mutfaklar	50 l/s kesintili veya 12 l/s sürekli veya açılabilir camlı	Tesis edilen mekanik egzozun kapasitesi ve iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
Banyolar, Tuvaletler	25 l/s kesintili veya 10 l/s sürekli veya açılabilir pencereci	Tesis edilen mekanik egzozun kapasitesi ve iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.
Garajlar		
Tek Apartman Garajı	Araba başına 50 l/s	Normal olarak enfiltrasyon veya doğal havalandırmayla sağlanır.
Sitede Ortak Garaj	m ² başına 7,5 l/s	

Tablo 3.10. BİNANIN KULLANIM AMACINA GÖRE TAVSİYE EDİLEN HAVALANDIRMA MİKTARI (Devamı)

- Sigara dumanı; yüksek oranda uçucu organik bileşenlerin, diğer toksit bileşenlerin ve de solunabilir parçacıkların oluşumunda büyük katkısı olan bir etmendir.
- Araştırmalar kanserojen olarak da bilinen bazı uçucu organik bileşenlerin yüksek konsantrasyonda solunmasının kronik ve akut sağlık sorunlarına neden olduğunu göstermektedir. Düşük dereceden orta derecelere kadar birçok uçucu organik madde de akut reaksiyonlara neden olabilir.
- 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 olabilmektedirler. Dolayısıyla mekanik sistemin kendi temizliği en önemli konulardan biridir.
 - Filtreler havayı temizlemek yerine kirlitmeye başladıklarında bunların değiştirilmesi gerekmektedir. Filtreler hassas olarak ve cömertçe seçilmelidir. Yarattıkları basınç düşümü nedeniyle ömür boyu büyük enerji kaybına neden olurlar. Bu nedenle filtre seçiminde ömür maliyetini minimize edecek şekilde davranılmalıdır.

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 kapağı üzerinden damla tutucunun belli periyotlarda temizlenmesine özen gösterilmelidir.
- Drenaj tavaları kirlenmenin en yoğun olduğu yerlerden biridir. Drenaj tavaları paslanmaz çelik malzemenin mamul, iyi eğim verilmiş, tamamen drene edilebilir, kolayca yıkanabilir, soğutma ve nem alma bittiğinde hemen kuruyan özellikte olmalıdırlar.
- Sulu nemlendiriciler yerine buharlı nemlendiriciler kullanılmalıdır. Bu Lejyoner hastalığı riskini önlemek için de yararlı olacaktır.
- Bir klima santralı 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 enerji maliyetidir.

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

Tablo 3.11. TAVSİYE EDİLEN SAATTEKİ HAVA DEĞİŞİM KAT SAYILARI

3.3.4.2. 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.

3.3.4.3. 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 büyüyebilirler. Kimi zaman da böcek veya kuş pislikleri de biyolojik kirlenmeye neden olabilir. Öksürük, göğüs sıkışması, yüksek ateş, titreme, kas ağrısı ve mide tahrişi ve üst solunum yolu tıkanıklığı, alerjik tepkiler biyolojik kirleticilerin yol açtığı rahatsızlıklardandır. Legionella bakterisi de bilindiği üzere Lejyoner hastalığına ve ateşe neden olmaktadır.

3.3.4.4. Radon ve Asbest

Radon gazı doğal radyoaktif bir gaz olup, topraktaki radyoaktif uranyumun parçalanmasından kaynaklanır. Topraktan 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.

3.3.4.5. Mikroaerosoller

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

3.3.4.6. Karbondioksit

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

3.3.5. 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 tekrar geçirilerek temizlenebilir. Bu durumda dış hava kullanılmaz.

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

3.3.5.1. 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 yüz binlerce mantar sporu taşıyabilir ve aynı zamanda mikrop ve ağır metal içerir. Halılar ya çok iyi vakumlanmalıdır ya da 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, kirletici 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.

3.3.5.2. 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 kirlетici 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.

3.3.5.3. 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 kullanılacak yüksek kapasiteli filtreler ise montaj ve işletim açısından oldukça pahalıdır. Gaz fazdaki kirliliklerin tutulmasında ise mekanik filtreler yetersizdir. Bu tarz gaz fazındaki kirlilikler adsorbent tutucular kullanılarak temizlenebilir ancak bu cihazlar pahalıdır ve çok sık değiştirilmesi gereklidir.

3.3.5.4. 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. Mikro organizmalar 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.

3.3.5.5. 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.

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 solunur. Geriye kalan yani beslenen dış havanın %99'u kullanılmaz. Ayrıca teneffüs edilen %1'lik kısım tamamen temiz de değildir. Çünkü solunmadan önce kirlетici kaynaklardan gelen emisyonlarla belli oranda kirlenir. Kişisel havalandırmada ise her bir bireyin soluma bölgesine küçük miktarlarda temiz hava temin edilir. Burada düşünce 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 üflenerek temiz, serin ve kuru havayı soluyabilecektir. Hava düşük hız ve türbülansla beslenir. Oda içinde hava dağıtımı döşeme altı kanalları ve döşemedeki prizlere takılan esnek kanallarla üfleme menfezlerine ulaştırılır.

3.3.6. İÇ HAVA KALİTESİNİN SAĞLANMASI İÇİN PROJELENDİRME, UYGULAMA, CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

- 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.
- Projenin gerek uygulaması sırasında, gerekse işletmesi süresince sistemin temiz tutulmasına yönelik yazılı bir hijyen yönetmeliği hazırlanmalıdır.
- By pass ihtimalinin önlenmesi için binadaki taze hava alış ve egzoz havası atış noktaları projelerde sarı 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.
- %100 iç hava çalışan sistemlerde mahal havası içindeki zararlı madde (mikroorganizmalar, koku, toz, vs) konsantrasyonunun zamana bağlı olarak izin verilen sınırların üzerine çıkmamasına yönelik tedbirler saptanmalıdır. (Mahal havası zararlı madde konsantrasyonu tablosu)
- Proje teknik şartnamesi, havalandırma ve klima cihazlarının VDI 6022'ye uygunluğu şartını içermelidir.
- Teknik hacimlerde cihazların ve tesisatın bakım ve temizliğinin yapılabilmesi için gereken şartlar sağlanmalıdır.
- Havalandırma santrallerinde minimum F7 klasında filtre öngörülmelidir.

- Hava filtrelerinden 3 gün süreyle ortalama %80 veya daha fazla relatif nem oranında havanın geçmesi halinde filtrelerin neme karşı korunmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.
 - Soğutma bataryalarının kondens tavaları ve/veya sulu nemlendiricilerin su rezerv depoları korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır.
 - Projelerde ve teknik şartnamelerde sulu nemlendiricilerin su rezerv depolarındaki ve boru tesisatındaki suyun gerektiği hallerde boşaltılmasını sağlayan düzenekler spesifik edilmiştir.
 - Nemlendirici hücrelerinde kimyasal dezenfeksiyon yapılması halinde insan sağlığına zararlı olmayacak konsantrasyonlar belirlenmeli ve kontrol edilmelidir.
 - Klima santrallerinde damla tutuculardan geçen havanın geçiş hızı maksimum 3,5 m/s olmalıdır.
 - Radyal fanların gövdelerinde (salyangoz kısmında) fan içinde oluşabilecek suyun drenajını sağlayan bir boşaltma tapası veya bir kontrol kapağı (d > 400 mm olan fanlarda) bulunmalıdır.
 - Isı geri kazanımı bulunan hava santrallerinde sızdırmazlık faktörü B (VDI 2071, Tablo 4) belirlenen maksimum değerin altında olmalıdır.
 - Tariflenen temizlik yöntemlerine uygun olarak kanal sistemlerinde yeterli sayı ve büyüklükte kontrol/müdahale kapağı konmalıdır.
 - Yangın damperi ve volum damperleri için kontrol/müdahale kapakları konmalıdır.
 - Tüm havalandırma cihazları fabrika çıkışından işletmeye alma aşamasına kadar geçen süreçte koruma ambalajlarına haiz olmalıdır.
 - Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapıları ısı köprülerine izin vermemelidir. Modüler hücrelerdeki sızdırmazlık contaları kapalı hücreli özellikte olmalıdır.
 - Her filtre kademesine gereken hassasiyette fark basınç monometresi monte edilerek filtre kirlilikleri gözlenmelidir.
 - Damla tutucular temizlenebilmesi için sökülebilir olmalıdır. (Servis kapısı !)
 - Soğutucu bataryaların kondens tavaları çıkışına uygun yükseklikte sifon monte edilmeli ve drenaj borusu yeterli çapta ve eğimde çekilmelidir.
 - Filtrelerin kirlilik seviyesini proje ve şartnamelerde belirtilmelidir. Ayrıca stoktaki filtrelerin (yedek filtreler) maksimum depolanma süresi bilinmeli ve bunlar kuru ve tozdan arındırılmış mahallerde olmalıdır.
 - Buharlı nemlendiricilerde oluşan kondens nemlendiriciden sonraki hücrelere ve hava kanallarına girmesi önlenmelidir. (Nemlendirici hücre uzunluğunun kontrolü !)
 - Soğutma ve ısıtma bataryalarının hava tarafı basınç kayıplarının periyodik ölçümü için test noktaları tesis edilmelidir. Bu bataryalar kolayca çıkarılabilir.
 - Havalandırma ve klima santrali kombinasyonunda soğutucu bataryadan sonra susturucu ve/veya filtre hücresi bulunmamalıdır.
 - Kayış-kasnak tertibatlı üfleme fanlarından sonra bir filtreleme yapmak tavsiye edilmelidir.
 - Tüm havalandırma cihazları şantiyelerde uygun koşullarda depolanmalı ve montajları süresince temiz tutulmalıdır. Özellikle hava ile temas eden yüzeylerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.
 - Hava kanalı montajlarında gün sonunda açık olan ağzlar kapatılmalı ve kanal içlerinin kirlenmesi önlenmelidir.
 - İşletmeye alma ve kabul çalışmaları VDI 6022'ye göre yapılmalıdır.
 - İşletme grubu ve/veya firmasının elemanları VDI 6022 Blatt 1/2'de işlenen kalifikasyona haiz olmalıdır.
 - Sistemde işletme sırasında yapılması gereken hijyenik kontroller, temizlik çalışmaları, dezenfeksiyon işlemleri yazılı olarak hazırlanmalı ve binanın işletmesinden sorumlu en yetkili kişi tarafından kontrol edilmelidir.
- Önemli not: Avrupa'da özellikle yoğun insan bulunan tesislerde (oteller, iş merkezleri, alışveriş merkezleri vs) bina hijyen sorumlusu istihdam edilmektedir.
- Filtre değişimlerinin kaydı tutulmalıdır.
 - Tüm sistem elemanları için periyodik bakım prosedürü uygulanmalıdır.
 - Tüm drenaj tavalardan suyun gittiği kontrol edilmelidir.
 - Sulu nemlendiricilerin su rezerv tankları sistem 48 saatten uzun bir süre içinde çalıştırılmıyorsa otomatik boşaltma/doldurma sistemine haiz olmalıdır. (Aynı önlemler soğutma kuleleri için de tavsiye edilmektedir.)
 - Nemlendiricilerde kullanılan suyun analizleri 14 günde bir yapılmalıdır.
 - Kimyasal temizlemede kullanılan maddelerin insanlara zarar vermemesi sağlanmalıdır.
 - Klima ve havalandırma santrallerinin hücre yapısı hijyenik olmalıdır.
 - Hücrelerin iç yüzeyleri düzgün, toz tutmayacak şekilde olmalıdır.
 - Cihazlar sızdırmaz olmalıdır.
 - Isı köprüsü bulunmamalıdır.
 - Kolay temizlenmesi yönünden plug fanlar tercih edilmelidir.
 - Kanal bağlantısı için esnek bağlantı parçaları hijyenik malzemeden olmalıdır. (Branda bezi asla kullanılmamalıdır.)
 - 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 önleniği tespit edilmiştir.)

3.4. KANAL SİSTEMİ TASARIMI

3.4.1. STANDART KANALLAR VE ELEMANLARI

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

Tablo 3.12'de görülen standart çap değerleri ISO tarafından kabul edilmiş olup, bütün dünya için geçerlidir. Yuvarlak kanallar şantiyede istenilen boylarda kesilebilir. Böylece değişikliklere daha iyi cevap verebilmektedir. Halbuki dikdörtgen kesitli kanallar tam ölçülerinde yapılmak zorundadır. Şantiyede herhangi bir değişiklik ve ayar çok daha zordur.

3.4.2. HAVA DAĞITIMI

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

Aynı kol üzerinde olan besleme havası açıklıklarındaki basınç düşümü arasındaki fark 12,5 Pa değerini aşmamalıdır. Aynı kol üzerinde tavan tipi difüzörlerle, duvar tipi menfezlerin karışık kullanılmamasına dikkat edilmelidir.

Standart Nominal İç Çap (mm)	1 m Kanal Uzunluğunun Yüzey Alanı (m ²)	Standart Nominal İç Çap (mm)	1 m Kanal Uzunluğunun Yüzey Alanı (m ²)
63	0,198	500	1,571
80	0,251	560	1,760
100	0,314	630	1,979
125	0,393	710	2,229
160	0,502	800	2,512
200	0,628	900	2,826
250	0,785	1.000	3,142
315	0,990	1120	3,517
355	1,115	1.250	3,927
400	1,257	1.400	4,400
450	1,413	1.600	5,030

Tablo 3.12. STANDART YUVARLAK KANAL ÇAPLARI

3.4.3. KANAL TASARIM YÖNETİMLERİ

Otomatik olarak en ekonomik kanal sistemini veren hiçbir kanal tasarım yöntemi yoktur. Bunun yerine teklif edilmiş ve bugün kullanılan çeşitli tasarım yöntemleri bulunmaktadır. Farklı durumlarda bu yöntemlerden biri seçilerek hesap yapılır. Bu yöntemlerden hangisinin seçileceği, aslında maliyet kalemlerinin dikkatlice değerlendirilmesi ile kararlaştırılmalıdır.

3.4.3.1. Eş Sürtünme Yöntemi

Kanal tasarımında belki de en geniş kullanılan yöntemdir. Bu sistemde bütün kanal boyunca birim uzunluktaki sürtünme kaybı aynı tutulur. Besleme, egzoz ve dönüş kanallarının boyutlandırılmasında kullanılabilir. Normal olarak yüksek basınçlı sistemlerin boyutlandırılmasında (750 Pa üzerinde) kullanılamaz. Bu yöntemde besleme kanallarında akış yönünde hız otomatik olarak giderek azalır. Böylece ses üretimi ihtimali de giderek azalır. Bu yöntemin en önemli dezavantajı çeşitli kanal kollarındaki basınç düşümlerinin eşitlenmesi yönünde hiçbir önlem getirmemesidir. Bu nedenle simetrik sistemler veya dallanmayan tek kanallar için uygundur.

3.4.3.2. Statik Geri Kazanma Yöntemi

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

Kanaldaki hızlar sistematik olarak azaltılır. Her bir kanal parçasının önünde hız düşürülerek, dinamik basınç (hız basıncı) statik basınca dönüştürülür ve bu parçadaki basınç kaybının karşılanması için kullanılır. Ortalama kanal sistemlerinde bu statik geri kazanma %75 oranındadır. İdeal şartlarda bu oran %90'a kadar yükselebilir. Bu sistemin avantajı kanal sisteminin dengede (ayrılan şekilde) kalmasıdır. Çünkü kayıp ve kazançlar hızla orantılıdır. Yüke bağlı olarak debilerin azalması sistemdeki reglajı (balansı) bozmaz. Bu nedenle VAV sistemleri için ideal bir yöntemdir.

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

Kanal Sisteminde Hızlar: Hava giriş ve çıkış panjurlarında hız değerleri normal hallerde 2-2,5 m/s mertebelerindedir. *Tablo 3.13*'te farklı kanallarda izin verilen maksimum hız değerleri gösterilmiştir.

3.4.4. KANAL SIZDIRMAZLIĞI

Bugün için kanal basıncı ve sızdırmazlık sınıfı belirtildiğinde kanal sisteminden izin verilen hava kaçakları hesaplanabilmektedir. Bu sızma veya kaçak miktarları

kanal yüzeyi cinsinden (litre/saniye.m²) olduğu gibi toplam hava debisinin yüzdesi cinsinden de ifade edilebilir. Şekil 14'te aşağıdaki denkleme dayanan ASHRAE ve SMACNA standardına göre sızdırmazlık sınıfları ve kanal kaçak sınıflandırması gösterilmiştir.

$$C_L = 720 \times Q / \Delta P_{S0.65}$$

Burada;

Q = Sızdırma veya kaçak miktarı, litre/saniye.m² (yüzey alanı)

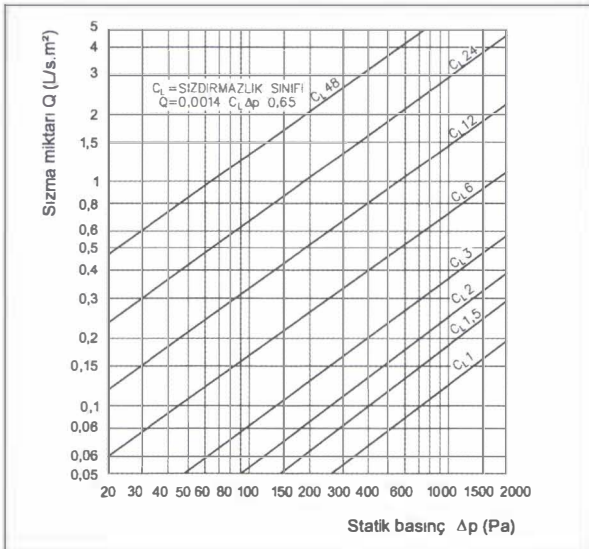
C_L = Sızdırmazlık sınıfı (750 Pa basınçta sızdırma miktarı)

ΔP_S = Kanal içi ile dışı arasındaki basınç farkı (Kanal içindeki statik basınç)

Tablo 3.15'te ise kaliteli bir kanal sisteminde pratikte ulaşılabilecek sızdırmazlık sınıfları verilmiştir. Burada menfez, anemostat gibi elemanların kanala bağlantıları ile ilişkili değerler test verilerinde temsil edilmemektedir. Tablo 3.16'da ise toplam hava debisi yüzdesi olarak hava kaçakları ifade edilmiştir. Kabul edilebilir sızdırmazlık sınıfını belirlemede projeci sorumludur.

Düşük Basınçlı Sistemlerde	Konfor Uygulaması	Endüstriyel Uygulama
Besleme menfezleri	1,5 - 3	3 - 4
Emiş ve egzoz menfezleri	2 - 3	4 - 8
Dış hava panjurları	3 - 4	4 - 6
Ana kanallar	3,5 - 7	7 - 12
Tali kanallar, bağlantılar	3 - 5	5 - 8
Yüksek Basınçlı Sistemlerde		
Bağlantı hatları	-	8 - 12
Ana kanallarda	-	15 - 20
Tali kanallarda	-	12 - 18

Tablo 3.13. FARKLI KANALLARDA İZİN VERİLEN MAKSİMUM HIZ DEĞERLERİ (m/s)



Şekil 3.14. KANAL SIZDIRMAZLIK SINIFLANDIRILMASI

Hava kaçaklarının yaratacağı enerji maliyetleri ile ilk yatırım maliyetlerini dengeleyerek optimum çözümü bulmalıdır. Sınıf 3 sızdırmazlık değerine, iyi bir işçilik ve dikkatli bir birleşme yöntemi ve sızdırmazlık elemanı seçerek bütün kanal sistemlerinde ulaşılabilir.

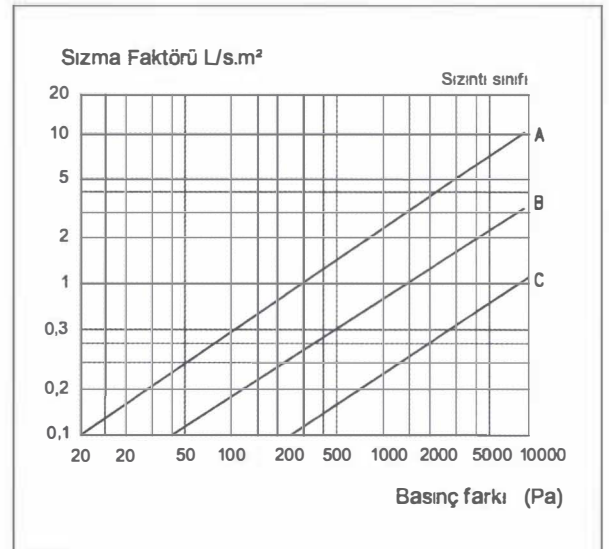
Avrupa standartlarında ise üç sızdırmazlık sınıfı tarif edilmektedir. Bu sızdırmazlık sınıflarının açıklaması Tablo 3.17'de, detayı ise Şekil 3.18'de verilmiştir. Kanal sisteminde belirlenen kaçak miktarı, sistem toplam hava miktarına (dolayısı ile fan debisine) ilave edilmelidir.

Kanal Tipi	Tahmin Edilen Kanal Sızdırmazlık Sınıfı (C _L)	
	Contalı	Contasız
Esnekler hariç yuvarlak ve düz oval	3	30 (12-70)
Dikdörtgen	12 (< 500 Pa) 6 (> 500 ve < 2500 Pa)	48 (12-110)
Fleks metal, Alüminyum	8	30 (12-54)
Metal olmayanlar	12	30 (4-54)
Cam yünü Dikdörtgen Yuvarlak	6 3	- -

Tablo 3.15. KANAL SIZDIRMAZLIK SINIFLARI

No.	Sınıf	400 Pa Basınçta Kaçak Miktarı (l/s m ²)
A	En düşük	1,32
B	Orta	0,44
C	En yüksek	0,15

Tablo 3.17. AVRUPA STANDARTLARINDA SIZDIRMAZLIK SINIFLARI



Şekil 3.18. AVRUPA STANDARTLARINDA SIZDIRMAZLIK SINIFLARI

Sızdırmazlık Sınıfı	m ² Kanal Yüzeyi Başına Sistem Debisi (m ³ /h)	Statik Basınç (Pa)					
		125	250	500	750	1.000	1.500
48	10	15	24	38	49	59	77
	13	12	19	30	39	47	62
	15	10	16	25	33	39	51
	20	7,7	12	19	25	30	38
	25	6,1	9,6	15	20	24	31
24	10	7,7	12	19	25	30	38
	13	6,1	9,6	15	20	24	31
	15	5,1	8,0	13	16	20	26
	20	3,8	6,0	9,4	12	15	19
	25	3,1	4,8	7,5	9,8	12	15
12	10	3,8	6,0	9,4	12	15	19
	13	3,1	4,8	7,5	9,8	12	15
	15	2,6	4,0	6,3	8,2	9,8	13
	20	1,9	3,0	4,7	6,1	7,4	9,6
	25	1,5	2,4	3,8	4,9	5,9	7,7
6,0	10	1,9	3,0	4,7	6,1	7,4	9,6
	13	1,5	2,4	3,8	4,9	5,9	7,7
	15	1,3	2,0	3,1	4,1	4,9	6,4
	20	1,0	1,5	2,4	3,1	3,7	4,8
	25	0,8	1,2	1,9	2,4	3,0	3,8
3,0	10	1,0	1,5	2,4	3,1	3,7	4,8
	13	0,8	1,2	1,9	2,4	3,0	3,8
	15	0,6	1,0	1,6	2,0	2,5	3,2
	20	0,5	0,8	1,3	1,6	2,0	2,6
	25	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9
2,0	10	0,5	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4
	13	0,4	0,8	1,1	1,4	1,6	2,0
	15	0,3	0,7	0,9	1,2	1,3	1,6
	20	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2
	25	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0
1,5	10	0,5	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8
	13	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
	15	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2
	20	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
	25	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1,0	10	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2
	13	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0
	15	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8
	20	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
	25	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5

Tablo 3.16. HAVA MİKTARINA GÖRE SIZDIRMA ORANLARI

3.4.4.1. Kanal Sızdırmazlığının Ölçülmesi

Kanal sızdırmazlığı testi SMACNA “HVAC” Air Duct Leakage Test Manual (1985) esaslarına göre yapılabilir. Kanal sızdırmazlığı özel bir cihazla ölçülür. Kanal içinde pozitif basınç olması halinde ölçüm cihazının kanal sistemine bağlantısı ve elemanları Şekil 3.19’da gösterilmiştir.

Bu şekilde 1 numara ile fan gösterilmiştir. Konik uç, fanın istenilen tarafına bağlanarak hava yönü değiştirilebilir. Böylece kanal sisteminde basınç veya vakum yaratılabilir. Fan devir ayarlıdır. Debi si bir reosta yardımı ile istenilen değere ayarlanabilir. 2 numara ile ölçme borusu gösterilmiştir. Değişik çapta iki boru ile fanın bütün debi aralığında hassas debi ölçümü gerçekleştirilebilir.

3 numara bağlantı hortumunu gösterir. Bu hortum uçları bantlarla sızdırmaz hale getirilmelidir.

4 numarada gösterilen diferansiyel U manometreden ölçme borusundaki basınç düşümü okunur. Bu basınç düşümü ile, ilgili kalibrasyon eğrilerinden debi okunur. Test basıncını gösteren ve yine 4 numara ile ifade edilmiş bir başka U manometre daha vardır. Bu manometreden kanal içindeki basınç değeri okunur.

3.4.5. YUVARLAK KANALLAR TESİS VE YATIRIM MALİYETİ KARŞILAŞTIRMASI

Yuvarlak kanalların tesis maliyetleri önemli ölçüde daha düşüktür. Yuvarlak kanalları bir kişi tesis edebilir. Halbuki eşdeğer bir dikdörtgen kanal için

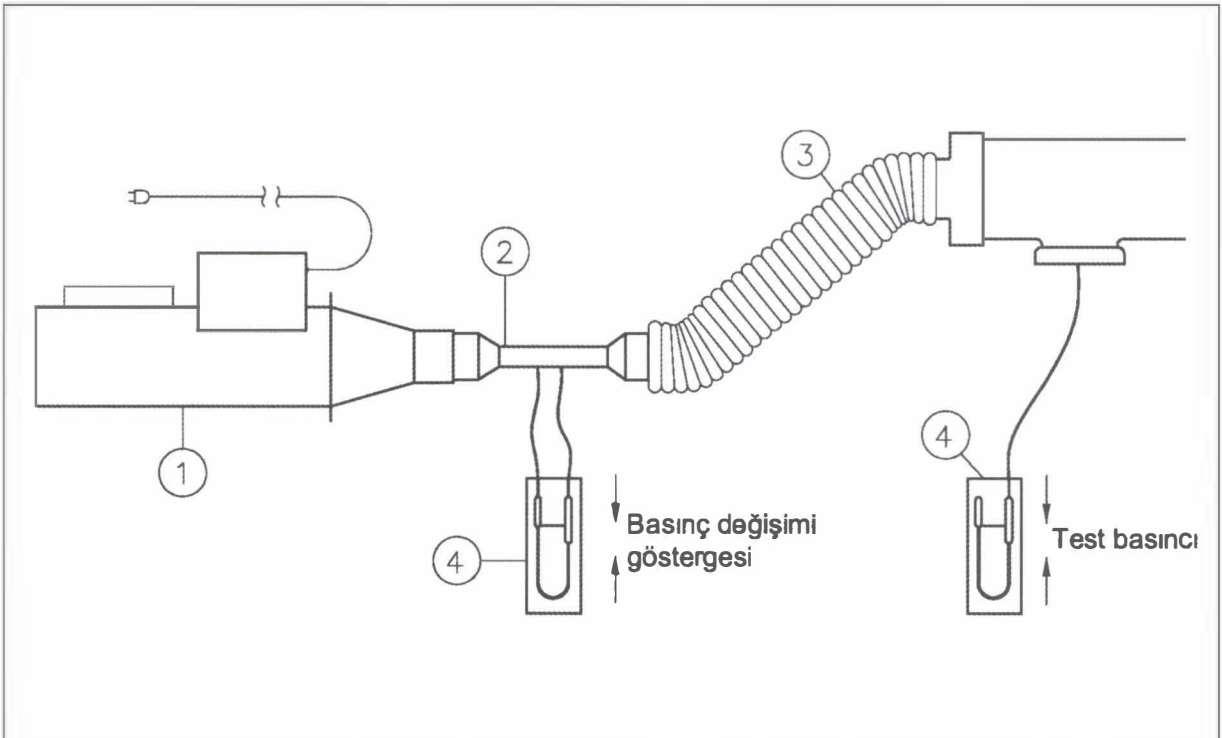
en az iki kişi gereklidir. Ayrıca yuvarlak kanalların tesis standartları çok daha az malzeme kullanımını gerektirir. Şekil 3.20’de bir yuvarlak kanalın eşdeğer kesitteki dikdörtgen kanala göre daima daha düşük fiyata mal olacağı ifade edilmiştir. Şekil 3.21’de ise bir dikdörtgen kanal yerine iki yuvarlak kanal kullanımı görülmektedir. Toplam maliyetin bu durumda da daha ucuz olduğu ifade edilmektedir. Bazı hallerde bir dikdörtgen kanal yerine ikiden fazla sayıda yuvarlak kanal kullanmak bile daha ucuz olabilmektedir. Yuvarlak kanalların daha ucuz olmasının nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

- Yuvarlak kanallar sınırlı sayıda standardize edilmiş elemanlardan ve belirli sayıda standart boyuttan oluşur.
- Kanalların ve bağlantı elemanlarının üretimi tamamen otomatik ve seri olarak sistematik bir şekilde yapılmaktadır. Endüstriyel kalite kontrolü mümkündür.
- Yuvarlak kanalların tesis zamanı, benzer bir dikdörtgen kanalın yaklaşık üçte biri kadar olabilmektedir.
- İzolasyon malzemesinin maliyetleri daha düşüktür. Çünkü;

- Uygulanması ve ulaşımı daha kolaydır.

- Daha küçük çevre uzunluğu dolayısı ile daha az izolasyon malzemesi kullanılır.

Örneğin; Ø500 mm yuvarlak kanalın çevresi, 400 x 400 mm dikdörtgen kanaldan %13 daha azdır. İzolasyon için bu oranda az malzeme kullanılır.



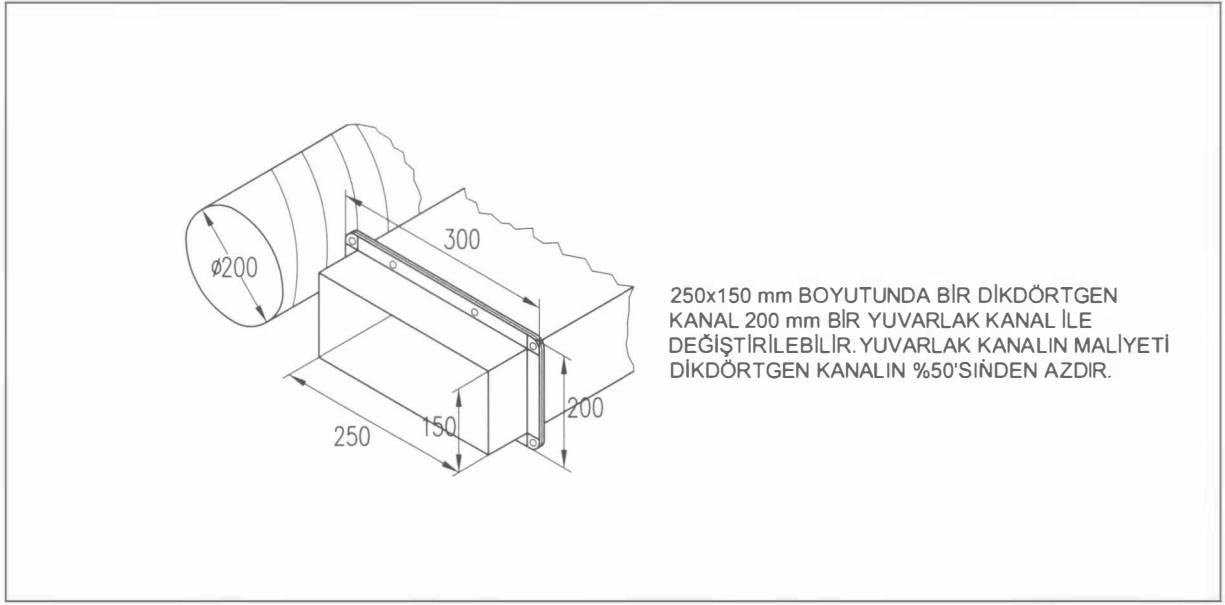
Şekil 3.19. POZİTİF BASINÇ ALTINDA SIZDIRMAZLIK TESTİ

- Gerek yangından koruma için ve gerekse ısı izolasyon için Şekil 3.22’de görüldü gibi daha ince izolasyon kullanılabilir.

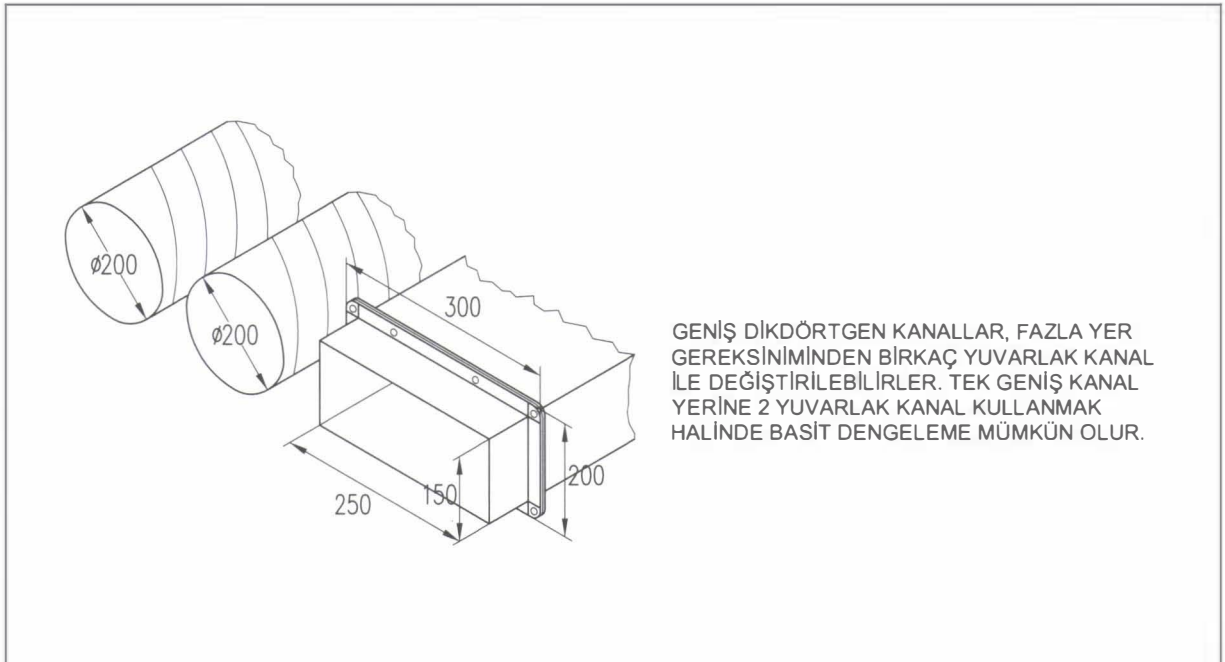
Tablo 3.23’te kanalların dıştan yangın izolasyon değerleri ve karşılaştırılmaları verilmiştir.

- Gerekli kanal mesnet ve askılarının sayısı ve boyutları kanallarda daha azdır. Askılar arası mesafe dikdörtgen kanalda 2,5 metre iken bu değer yuvarlak kanalda 3 metre değerine çıkar. Böylece bu malzemedan %20 tasarruf söz konusudur. Aynı eşdeğer kesitli dikdörtgen kanala göre yuvarlak

kanalların maliyeti (taşıma, paketleme ve fire vs dahil olmak üzere) Şekil 3.24 ve 25’te görüldüğü gibi daha düşüktür. Buradaki hesaplarda uluslararası maliyetler dikkate alınmakla birlikte Türkiye açısından göreceli durumun çok farklı olmayacağı açıktır. Şekil 3.24’te göreceli hesap için esas olarak tek yuvarlak kanal ele alınmış ve diğer alternatifler bununla karşılaştırılmıştır. Şekil 3.25’te ise, dikdörtgen kesitli örnek bir kanal sisteminin çeşitli alternatif yuvarlak kanallarla maliyet açısından karşılaştırılması yapılmış ve her bir alternatifteki basınç düşümleri verilmiştir.



Şekil 3.20. YUVARLAK KANAL İLE EŞDEĞER DİKDÖRTGEN KANAL MALİYET KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 3.21. DİKDÖRTGEN KANAL YERİNE İKİ YUVARLAK KANAL KULLANIMI

Şekil 3.26 ve 27’de ise aynı büyük salona birkaç menfezden hava beslendiği iki eşdeğer kanal sistemi verilmiştir. Şekil 3.26’da dikdörtgen kesitli kanallarla çözüm ve Şekil 3.27’de yuvarlak kanallarla çözüm görülmektedir. Buna göre şekillerin altında verilen tabloda toplam yatırım maliyetinin yuvarlak kanallarda yaklaşık yarı yarıya olduğu ve toplam basınç düşümünün de daha az olduğu görülmektedir.

3.4.5.1. Yer İhtiyacı

Kanal boyutları hesabında en kısıtlayıcı faktörlerden biri mimari koşullardır. Mimari koşullar nedeni ile dikdörtgen kesitli ve kenar oranı yüksek kanallar kullanılmak zorunda kalınabilir. Ancak öne sürüldüğünün aksine yuvarlak kanallar, bütün faktörler göz önüne alındığında, birçok durumda dikdörtgen kanallardan daha fazla yer kaplamaz. Birçok dikdörtgen kesitli kanal birleşimi için 4 cıvatalı flanşlı bağlantı sistemi uygulanır ki, bu sistem kanal boyutlarına Şekil 3.28’de görüldüğü gibi 40-80 mm ilave getirir.

Ayrıca bu kaymalı bağlantı çubukları, kanalın bütün genişliğini kapsadığından, kanalın her iki tarafında aynı boyutta bir boşluğa gereksinim duyulur. Eğer Şekil 3.29’da görüldüğü gibi koridor üstünde asma tavan içi gibi kısıtlı hacimler söz konusu ise, kanallara sadece bir taraftan yaklaşmak mümkündür ki, bu içe bakan bağlantılar için önemli problemler yaratır. Bu sadece işçilik maliyetini artırmaz, aynı zamanda kanalın hava sızdırmazlığını da etkiler.

3.4.5.2. Basınç Düşümü

Yuvarlak kanallardaki basınç düşümü, hacimsel olarak eşdeğer dikdörtgen kesitli kanala göre önemli ölçüde daha azdır. Basınç düşümündeki bu azalma, yuvarlak kanallardaki akım çizgilerinin uygunluğuna, bağlantı elemanları ile kanalın uyumlu birleşmesine, hava sızdırmaz karakterine ve kanal ve

bağlantı elemanlarının düzgün işlenmiş yüzeylerine bağlıdır. Basınç düşümündeki bu azalma, daha verimli veya küçük fan seçimine imkân tanıdığı gibi işletme ve enerji giderlerinde düşme yaratır.

3.4.5.3. Sızdırmazlık

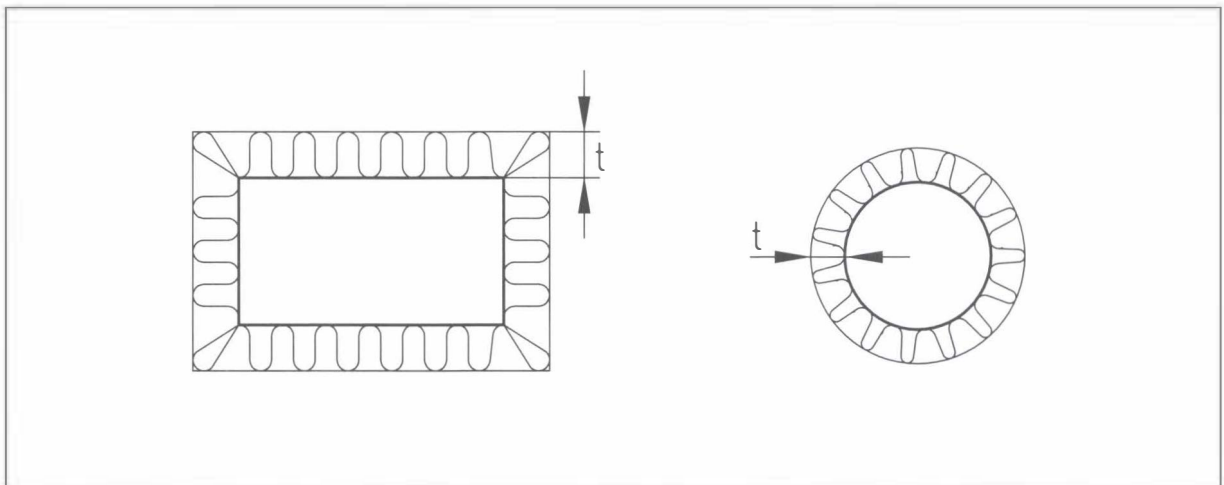
Bir havalandırma sisteminde sızıntıların minimize edilmesinin ve fanın üflediği havanın sadece tasarlanan çıkışlardan istenilen hacimlere verilmesinin büyük önemi vardır. Kaçaklar birleşme noktalarının sayısı, bu birleşmelerin sızdırmazlık kalitesi ile ilişkilidir.

- Her düz kanal parçası tek parça metal sacdan oluşur ve en yüksek sızdırmazlık standardını sağlar.
- Yuvarlak kanallar çok daha az sayıda sızma olabilecek kanal-kanal birleşim noktasına sahiptir. Yuvarlak kanalların tipik uzunluğu 3-6 metre iken düz dikdörtgen kanalların tipik uzunluğu 1-1,5 metre değerlerindedir.
- Hazır yuvarlak kanal ve bağlantı elemanları fabrikada üretilmiş lastik conta ile donatılmıştır. Bu özel contalar sayesinde mükemmel bir hava sızdırmazlığı sağlanır.

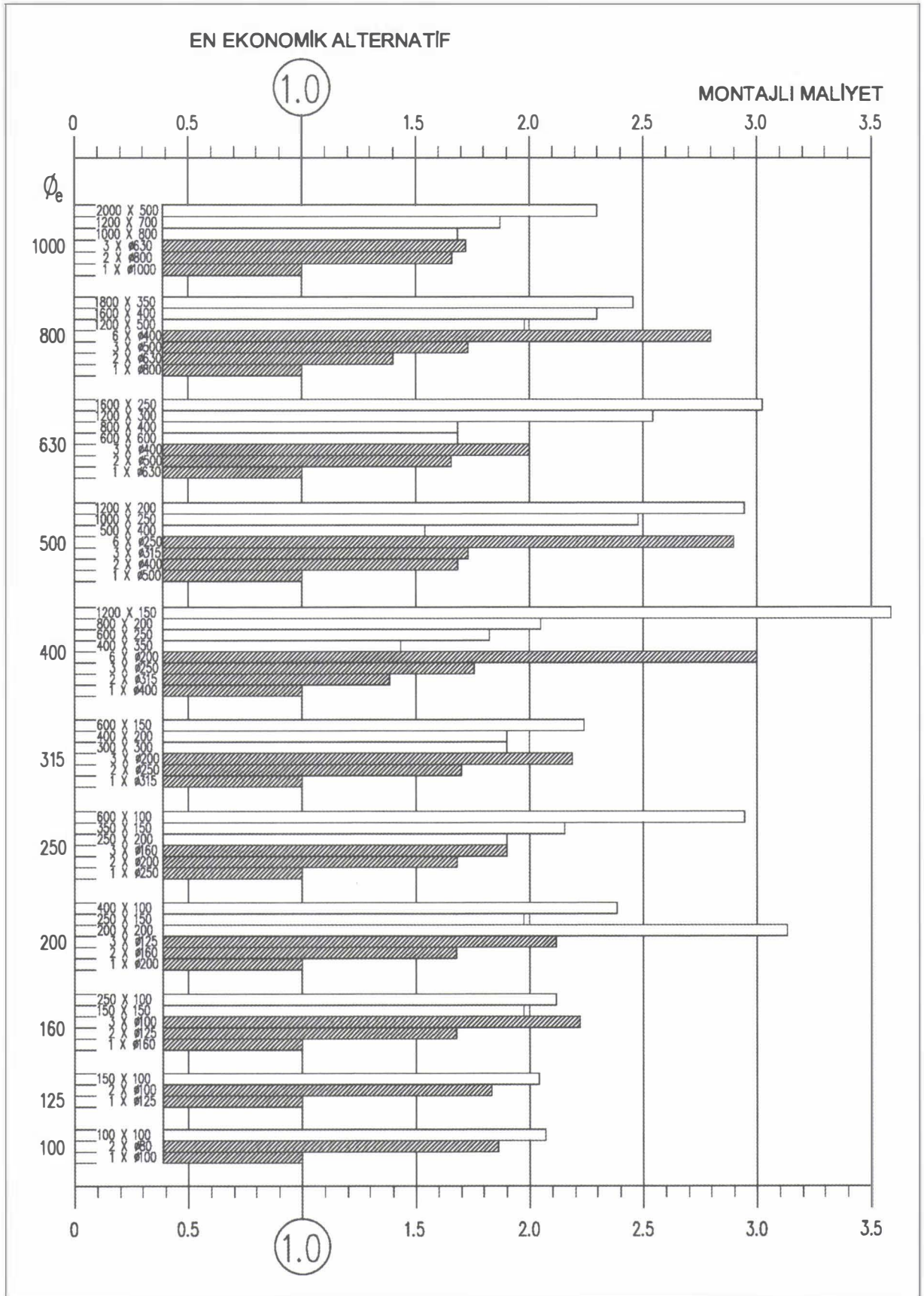
Buna karşılık dikdörtgen kanallarda da birleşme noktalarında lastik contalar kullanılabilir. Ancak bu fabrika üretimi değildir. Zor ve hacimli bir el işçiliği gerektiren ve pratik olmayan bir uygulamadır.

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

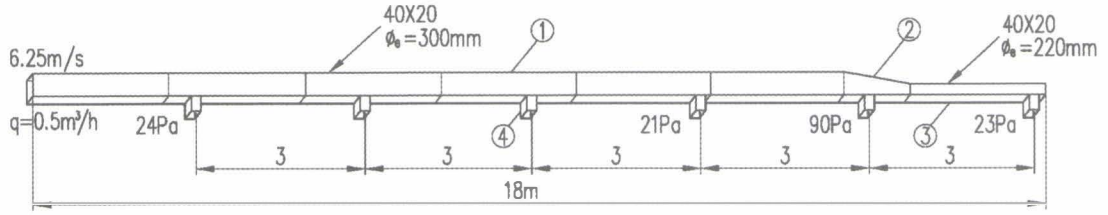
Tablo 3.23. İZOLASYON KALINLIKLARI (mm)



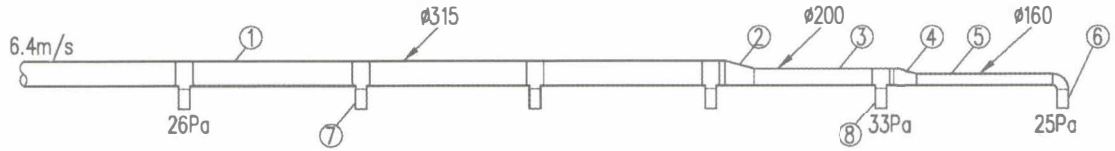
Şekil 3.22. DİKDÖRTGEN VE YUVARLAK KANAL İZOLASYON KALINLIKLARI



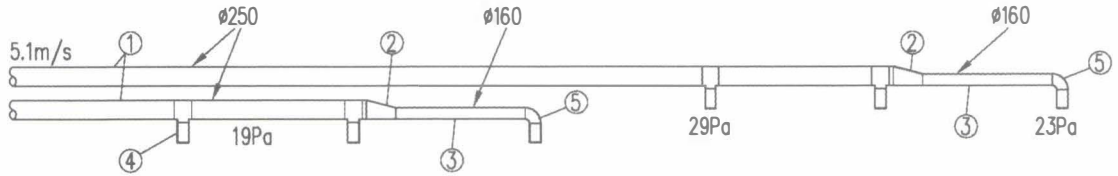
Şekil 3.24. EŞDEĞER KESİTLİ YUVARLAK VE DİKDÖRTGEN KANAL MALİYET KARŞILAŞTIRMASI



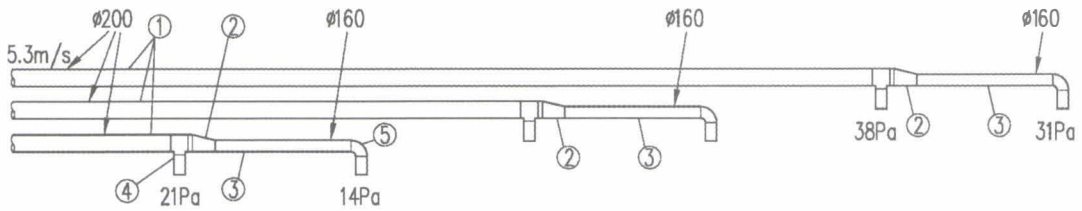
SİSTEM A, DİKDÖRTGEN



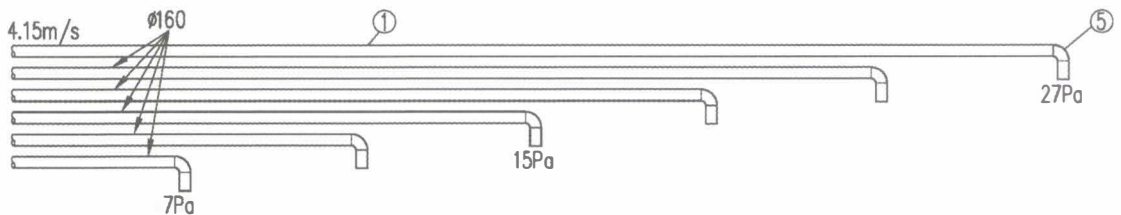
SİSTEM B, YUVARLAK B'NİN BEDELİ = 0,24 A



SİSTEM C, YUVARLAK C'NİN BEDELİ = 0,27 A

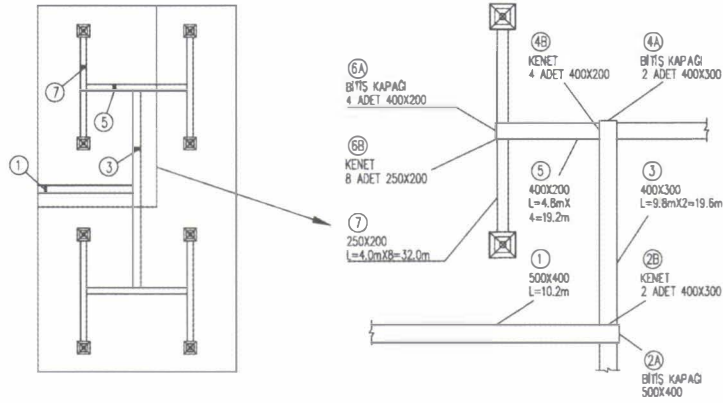


SİSTEM D, YUVARLAK D'NİN BEDELİ = 0,31 A



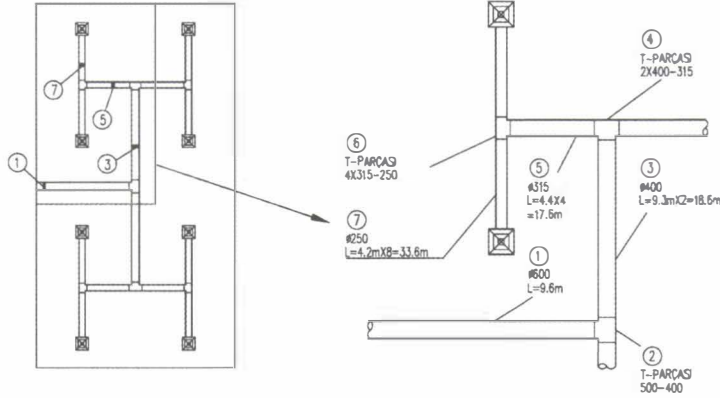
SİSTEM E, YUVARLAK E'NİN BEDELİ = 0,50 A

Şekil 3.25. DİKDÖRTGEN KANAL, YUVARLAK KANAL VE ÇOKLU YUVARLAK KANAL UYGULAMALARI VE MALİYETLERİ KARŞILAŞTIRMASI



No.	Kanal Debisi (l/s)	Kanal Ölçüsü (mm x mm)	Hava Hızı (m/s)	Adedi	Kanal Uzunluğu (m)	Basınç	
						Düşümü (Pa/m)	Toplam (Pa)
1	2.400	500x400	12,0	1	10,2	2,8	28,6
2A	-	500x400	-	1	-	-	-
2B	2.400/1.200	500x400/400x300	12,0/10,0	2	-	-	45,0
3	1.200	400x300	10,0	2	9,8	2,8	27,4
4A	-	400x300	-	2	-	-	-
4B	1.200/600	400x300/400x200	10,0/7,5	4	-	-	36,0
5	600	400x200	7,5	4	4,8	2,5	12,0
6A	-	400x200	-	4	-	-	-
6B	600/300	400x200/250x200	7,5/6,0	8	-	-	9,0
7	300	250x200	6,0	8	4,0	2,0	8,0
Toplam basınç düşümü 166 Pa - Toplam tesis maliyeti R							

Şekil 3.26. DİKDÖRTGEN KANAL TESİSATI



No.	Kanal Debisi (l/s)	Kanal Ölçüsü (ø mm)	Hava Hızı (m/s)	Adedi	Kanal Uzunluğu (m)	Basınç	
						Düşümü (Pa/m)	Toplam (Pa)
1	2.400	500	12,2	1	9,6	2,2	21,1
2	2.400/1.200	500/400	12,2/9,5	1	-	-	44,0
3	1.200	400	9,5	2	9,3	1,9	17,7
4	1.200/600	400/315	9,5/7,7	2	-	-	27,4
5	600	315	7,7	4	4,4	1,9	8,4
6	600/300	315/250	7,7/6,1	4	-	-	21,0
7	300	250	6,1	8	4,2	1,6	6,7
Toplam basınç düşümü 146 Pa - Toplam tesis maliyeti 0,51 R							

Şekil 3.27. YUVARLAK KANAL TESİSATI

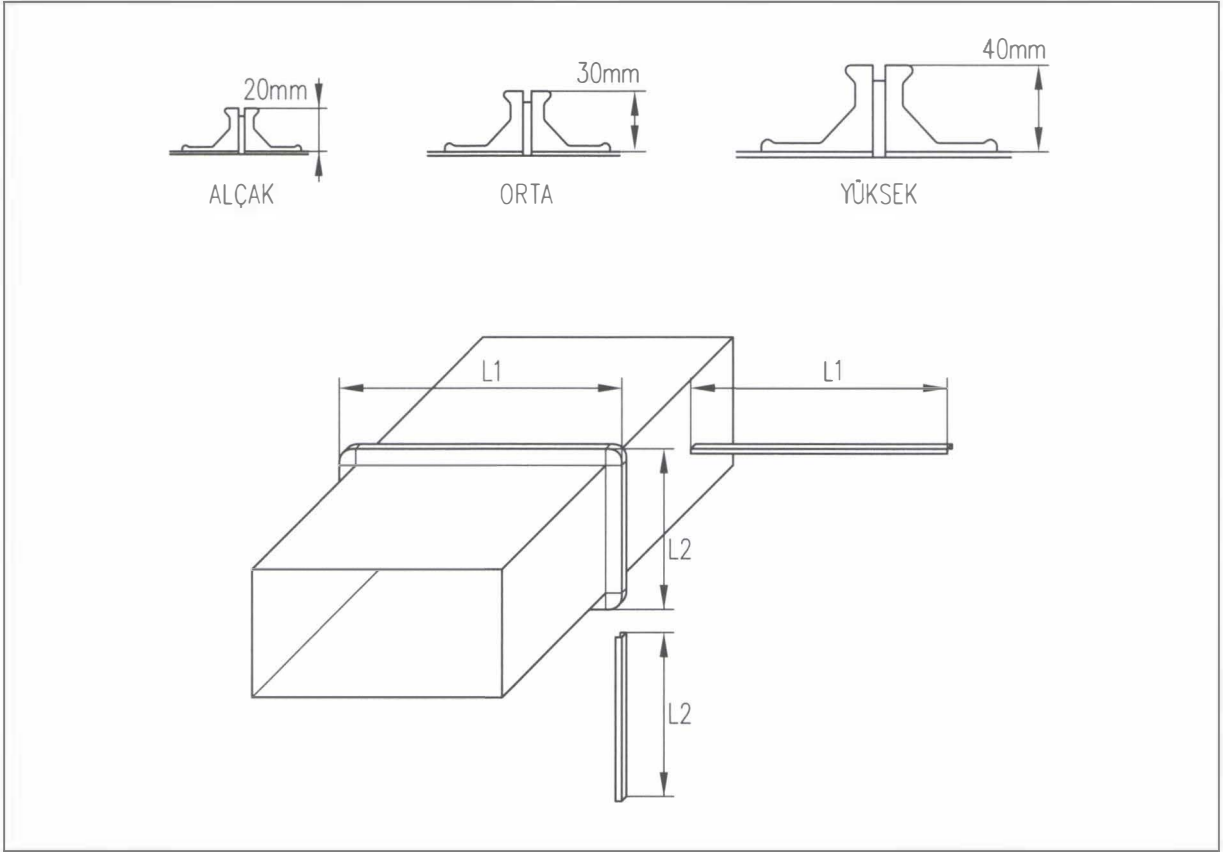
- İki yuvarlak kanalı birleştirmede tek bir ortak birleşme gerektirir. Halbuki genellikle dikdörtgen kanallar tamamen ayrı iki flanşlı birleşim sistemini gerektirir.
- Yuvarlak kanallarda sızdırmaz hale getirilecek çevre daha kısadır. Aynı kesit alanı için yuvarlak kanal, kenar oranı 1:2 olan dikdörtgen kanala göre %13 daha az çevre uzunluğuna sahiptir.

3.4.5.4. Kanalların İç Temizliği

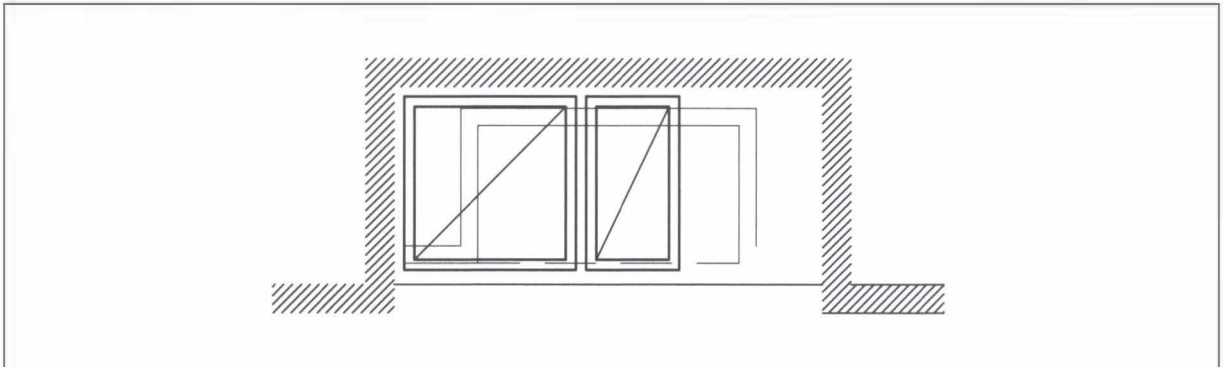
İç hava kalitesinin sağlanması ile ilgili çalışmalar göstermiştir ki; sistemin yetersiz kalması ve hasta bina sendromunda kanalların temizliği büyük önem

taşımaktadır. Besleme ve dönüş kanallarında toplanan toz, mantar vs gibi kirleticilerin hastalık kavramına büyük etkileri vardır. Bu nedenle özellikle besleme kanallarının içinin temizlenmesi gereği, bazı batı ülkelerinde örneğin İsveç'te bina yönetmeliklerine dahil edilmiştir. Kanal içi temizliği için çeşitli temizlik yöntemleri ve cihazları geliştirilmiştir. Bu cihazların standart çapları ve uygun geometrisi nedeniyle yuvarlak kanallara uygulanması daha kolay ve daha ucuz olmaktadır.

Tablo 3.30'da yuvarlak ve dikdörtgen çelik kanallarla yuvarlak esnek kanalların karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 3.28. FLANŞLI BAĞLANTIDAKİ YER KAYBI



Şekil 3.29. KORİDOR ÜSTÜ ASMA TAVAN BOŞLUĞU İÇİNE KANAL YERLEŞİMİ

Karşılaştırma Kriteri	Esnek Hava Kanalı	Sızdırmaz Çift Contalı Yuvarlak Hava Kanalı	Dikdörtgen Hava Kanalı (Flanşlı - Kenetli - Sürgülü Tip Hava Kanalları)
Sızdırmazlık	Eklenti ihtiyacı en az olan hava kanalı tipidir. Mono blok olarak fabrika imalatı olduğu için hava kaçağı riski çok düşüktür.	Eksiz olarak uzun boylarda üretilebildiğinden sızdırmazlığı iyidir. Hava kanallarının ve bağlantı elemanlarının montajı hata yapmaya izin vermez. Vidalama ve benzeri işlem olmadığı için, montaj kolaydır.	Kaçaklarına yol açabilecek birleştirme yüzeyleri daha çoktur. Asma tavan içinde kanalların üst kısımdaki kenetler genelde iyi kapatılamaz ve aşırı hava kaçakları oluşur. Sürgülü tip hava kanalları ise hava kaçağı oranı en fazla olan hava kanalı tipidir.
Kanallarındaki Hava Kaçaklarının (Sızdırmanın) Maliyeti	Isıtılmış veya soğutulmuş hava kanallarından dışarıya sızdığında, kullanılmadan dışarıya atılır veya yararlanılmadan klima santralına geri döner. İç hava kalitesi yeterince iyi olmaz, konfor şartları oluşmaz veya yeterince iyi olmaz. Daha fazla hava şartlandırtacağından elektrik maliyeti vardır. Hava kaçakları; klasik sistemlerde %20 (bazen %32) civarlarındadır. buda yatırım maliyetini aynı oranda arttırmaktadır. Soğutulmuş havanın asma tavan yüzeyinde yoğunlaşması, malzemenin ömrünü kısalır, boya daha çabuk bozulur, mantar ve bakteri oluşumu artar. Yeterli egzoz sağlanamayacağı için, koku oluşabilir ve iç hava kalitesi bozulabilir. Sonuçta maliyetler artar ve konfor bozulur.		
Montaj Süresi ve Kolaylığı	Montaj süresi çok kısadır ve kolaydır. Şaft içine montaj çok kolaydır.	Şantiyede montaj süresi çok kısadır. Şaft içine montaj da çok kolaydır.	Montaj süresi çok daha fazla ve montajı daha zordur. Şaft içine montaj, şaftın dört tarafı da açıksa kolaydır.
İşçilik Maliyeti ve Taşıma Kolaylığı	İşçilik maliyeti çok azdır. Nakliye, taşıma ve depolama çok kolay ve ekonomiktir.	İşçilik maliyeti azdır. İmalat fabrikada yapıldığı için, şantiyeye nakliye maliyeti vardır.	İşçilik maliyeti daha fazladır. Fabrika imalatı hava kanallarının nakliye ve taşıma maliyeti diğerlerinden fazladır.
Isı İzolasyonu Maliyeti	İzoleli ve izolesiz tipleri vardır. Isı izolasyonlu olarak satın alınabildiği için, şantiyede izolasyon için işçilik gerekmez.	Isı izolasyonu montajdan sonra kolayca yapılır. Dikdörtgen kanallıya göre daha az izolasyon malzemesi gerekir ve ilk yatırım maliyetini düşürür. İzolasyon işçiliği de daha azdır.	İzolasyon ve kaplaması şantiyede yapılır. Asma tavan içinde genelde ısı izolasyonu iyi yapılamaz ve ısı köprüleri, yoğunlaşma ve enerji kayıpları oluşabilir. Daha fazla izolasyon malzemesi kullanılır ve ilk yatırım maliyeti daha fazladır. İzolasyon işçiliği daha zor ve daha pahalıdır.
Artan Kanallarının Değerlendirme	Artan hava kanalları başka işlerde kullanılabilir.	Artan hava kanalları başka işlerde kullanılabilir.	Artan hava kanallarının başka işlerde kullanılabilme olanağı çok azdır.
Kullanma Yerleri Mimari ve Estetik	Asma tavan içine monte edilir.	Asma tavan içine monte edilir. Daha küçük çapta, daha fazla sayıda hava kanalı kullanılması kuruluş maliyetini bir miktar artırsa da pratik çözüm olabilir.	Her boyutta imal edilir. asma tavan içine monte edilebilir veya tavan dışarıdan dolaştırılır. Pratik görünse de pek fazla benimsenmeyen bir çözümdür.
Standardizasyon	Standart üretimi vardır.	Standart üretimi vardır.	Standart üretim yoktur ve malzeme iadesi genellikle kabul edilmez.
Kayıp Alan (Yer ihtiyacı)	Daha küçük asma tavan boşluğuna ihtiyaç duyulur	Dikdörtgen hava kanallarına göre genellikle daha az yere ihtiyaç oluşur.	Düşünülenin tersine dikdörtgen hava kanallarının daha fazla yere ihtiyaç olduğu görülür.
Basınç Düşümü	Düşük basınç kayıpları oluşturan özel malzemeden imal edilmelidir.	Dikdörtgen kesitli kanala göre önemli ölçüde azdır.	Yuvarlak hava kanalına göre daha fazladır.
Ses İzolasyonu	Ses kırıcı özelliği vardır.	Hava kanallarının içine akustik izolasyon yapılması ile ses azaltılabilir.	Hava kanallarının içine akustik izolasyon yapılması ile ses azaltılabilir.

Tablo 3.30. ESNEK HAVA KANALLARI, YUVARLAK HAVA KANALLARI VE DİKDÖRTGEN KANALLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

3.4.6. SIZDIRMAZ (Safe) KANAL SİSTEMLERİ

Spiral dikişli yuvarlak kanallar, fabrikada yerine oturtulmuş EPDM lastiğinden mamul çift conta bağlantı elemanları ve bunların hızlı birleşimidir. Çift sızdırmazlık contası sıkı ve güvenilir bir birleşme temin eder ve bu birleşme sıcaklık dalgalanmalarından etkilenmez. 63 mm çaptan 1.250 mm çapa kadar komple bütün aralığı kapsar. C sınıfı sızdırmazlık ve sıkılık sağlar. Yüksek kaliteli ve etkin olarak fabrikada oluşturulmuş conta sisteminin anlamı tesisin hızlı ve kolay olması demektir.

3.4.6.1. Konstrüksiyon

Sızdırmazlık contası homojen lastikten U profil oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Lastik conta bağlantı elemanlarının sonundaki bir yuvaya yerleştirilir ve çelik bir bant ile güvenli bir biçimde tespit edilir. Kıvrılmış uçlu imal edildiğinde, tüm çaplarda C sınıfı sızdırmazlık sağlar.

3.4.6.2. Safe Prensibi

Çift conta boruya sıkıca oturur. Bağlantı elemanları kanala takıldığında, U şekilli conta uçları sıkışır. Conta iç esnekliği nedeniyle pozitif basınca ve şişme nedeniyle de negatif basınca karşı koyar. Sistem 3.000 Pa değerine kadar pozitif basınca ve 5.000 Pa değerine kadar negatif basınca dayanıklıdır. İngiliz ve Avrupa standartlarında kanalla bağlantı elemanı arasında, çap arttıkça daha büyük tolerans aralığı geçerlidir. Bütün çap değerleri için en fazla sızdırmazlığı temin edebilmek için *Tablo 3.31*'de görüldüğü gibi artan çaplar için daha ağır lastik contalar kullanılır.

3.4.6.3. Sızdırmaz Kanalin Avantajları

- Çabuk ve kolay monte edilir.
- Gevşek hiçbir yeri olmayan, fabrikada oturtulmuş contaya sahiptir.
- Ayarlanabilir. Hiçbir sızma riski olmaksızın ince ayar ve döndürme yapılabilir.
- Çevre dostudur. Solvent içeren herhangi bir yağlayıcıya gereksinmeden birbirine takılır.
- Her türlü hava şartında çalışır.

- -30° ile + 100°C arasındaki sıcaklıklara dayanıklıdır.
- Herhangi bir tahribat olsa bile çift conta sızdırma riskini minimize eder.
- 3.000 Pa değerine kadar negatif ve pozitif basınca dayanıklıdır.
- İçten ve dıştan üretim kontrolü yapılmıştır.
- Estetik tasarımı nedeniyle özellikle açık tesisatta avantajlıdır.
- Sızdırmazlığı üretici tarafından garanti edilmiştir.

3.4.6.4. Sızdırmazlık Sınıfı Testleri

Sızdırmaz (safe) conta sistemi ile donatılmış bütün kanal ve fittings C sınıfına ulaşan sızdırmazlık sınıfı tip onay sertifikasına sahiptir. Sızdırmazlık faktörü (veya özel sızma) litre/saniye.m² biriminde olup, kanal sisteminin m² yüzeyi başına litre/saniye olarak meydana gelen sızma veya kaçağı ifade eder.

Şekil 3.32'de test sonuçları ve C sınıfı sızdırmazlık doğrusu görülmektedir. Testler Eurovent 212 esaslarına göre yapılmıştır.

3.5. KANALLARDAKİ HAVA KAÇAKLARININ MALİYETİ

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

Klima kanallarında ise kaçak hava, aynı zamanda soğutma ve ısıtma enerjisi kaybı anlamına gelmektedir. Dolayısı ile klima sistemlerinde hem fanda, hem de soğutma (veya ısıtma) grubunda enerjinin boşa harcanması söz konusudur. Şartlandırılan hacimlerden geçen kanallardaki sızma, yine iklimlendirilen hacme olacağından, bir kayıp oluşturmayacağı ileri sürülebilir. Ancak bu halde bile sızan hava istenilen

						
Tipi	7	9	11	14	20	30
Çapı	63-180	200-180	300-500	560-900	1.000-1.400	1.500-1.600
Tolerans Aralığı	0,7-0,9	0,7-2,3	0,7-2,9	0,7-3,8	0,7-0,6	0,7-6,6

Tablo 3.31. CONTA BOYUTLARI

fonksiyonu yerine getirmeyecek, menfezlerden hedef bölgeye üflenemeyecektir. Bu tartışma konusu dışında bırakılırsa, en kötü durum besleme ve egzoz kanallarının beraber geçtikleri asma tavan içinde ve düşey tesisat şaftlarındaki kayıplardır. Burada şartlandırılmış havanın doğrudan kısa devre olması söz konusudur. Burada amaç sızıntının ekonomik maliyeti olduğu için ve vurgulanmak istenen olayın boyutları olduğundan, besleme kanallarından sızan havanın egzoz sistemine kısa devre olduğu kabul edilmiş ve tamamen kayıp olarak değerlendirilmiştir.

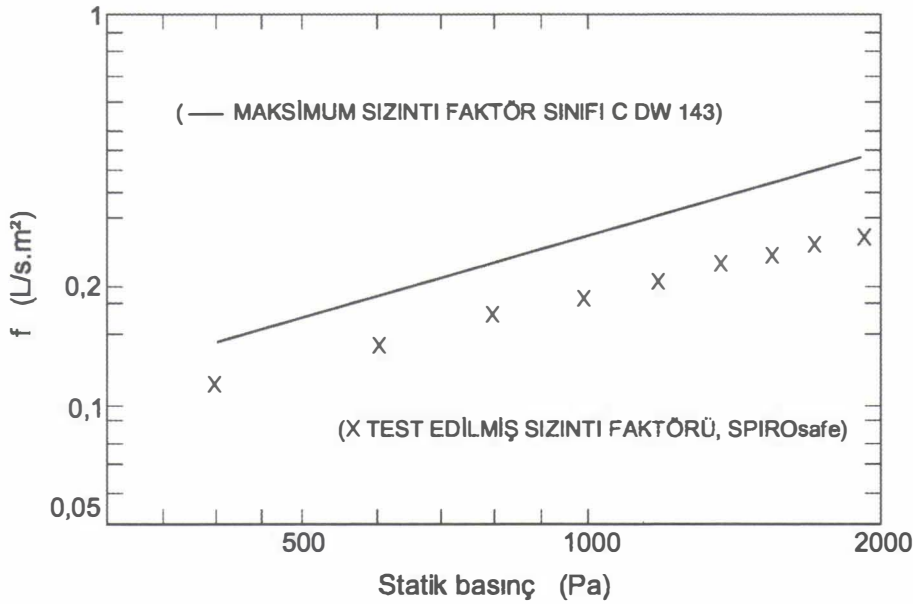
3.5.1. KANAL SİSTEMLERİNDE SIZINTI MİKTARI

Kanallardaki sızıntı miktarı pek çok faktöre bağlıdır. İyi yapılmamış kanallarda sızıntı miktarı gönderilen havanın %30'u mertebelerine çıkabilmektedir.

Sızdırmazlık uygulanmış ve uygulanmamış çok çeşitli kanallardaki testler sonucu ASHRAE ve SMACNA kanal kaçaklarını sınıflandırmışlardır.

Tablo 3.19'da iyi bir kanal işçiliği ve sızdırmazlık uygulaması yapıldığında çeşitli tip kanallarda elde edilebilecek sızdırmazlık sınıfları verilmiştir. Buna göre yuvarlak ve contalı (sızdırmazlık uygulanmış) kanallarda sızdırmazlık sınıfı CL = 3 iken, dikdörtgen contasız kanallarda sızdırmazlık CL = 48 olmaktadır. Burada bu iki kanal tipi karşılaştırılacaktır. Bunlardan biri Türkiye'de prefabrik olarak üretilen kaliteli hava kanalını, diğeri ise genel olarak uygulanan, yerinde iyi bir işçilikle yapılan konvansiyonel kanalı temsil etmektedir.

Tablo 3.16'da verilen test verileri kanalların menfezlere, difüzörlere ve panjurlara bağlantılarını içermemektedir. Ekipmanların kapaklarından ve



Toplam Basınç (Pa)	Toplam Sistem Sızıntısı (l/s)	Birim Yüzeyden Sızıntı (l/s,m²)	C Sınıfı Maksimum Sızıntı Miktarı (l/s,m²)	C Sınıfı Sızıntıya Göre SPIRO Değerleri (%)
400	3,11	0,112	0,147	76,2
600	3,94	0,140	0,192	72,9
800	4,61	0,165	0,231	71,4
1000	5,16	0,184	0,267	68,9
1200	5,69	0,202	0,301	67,1
1400	6,19	0,222	0,333	66,7
1600	6,58	0,236	0,363	65,0
1800	6,94	0,249	0,392	63,5
2000	7,36	0,262	0,420	62,4

Şekil 3.32. SAFE CONTALI KANALLARIN TEST SONUÇLARI

çevrelerinden olan kayıplar ve kontrol kutularında-ki sızıntılar da bu değerlerin dışındadır. Bu çalışmadaki hesaplarda da bu kayıplar dikkate alınmayacaktır. Bu biçimdeki kayıplar %2-5 gibi önemli değerlere varabilir.

Tablo 3.33'te fanın beslediği havanın yüzdesi olarak kaçak değerleri vermiştir. Parametre olarak sızdırmazlık sınıfı, m² kanal yüzeyi başına beslenen hava debisi (l/s.m²) ve statik basınç alınmıştır. Bu tabloya göre örneğin sızdırmazlık sınıfı 48 olan bir kanal sisteminde içerideki ortalama basınç 250 Pa değerinde ise (250 Pa kanal girişi ve sonu basınçlarının ortalamasıdır), hava debisine (veya kanal uzunluğuna) göre sızıntı yüzdesi %24 ile %9,6 arasında değişmektedir.

Uzun bir kanal sisteminde büyük değer, kısa bir kanal sisteminde küçük değer geçerlidir. Örneğin; 20.000 m³ /h hava besleme debisi olan dikdörtgen kesitli bir kanal sisteminde; toplam kanal yüzeyi 555 m² ise kaçak oranı toplam debinin %24'ü, kanal yüzeyi 222 m² ise kaçak toplam debinin %9,6'sı olacaktır.

3.5.2. ENERJİ KAYBININ BELİRLENMESİ

Enerji kaybının belirlenmesi için öncelikle birim hava debisi (1 m³/h) başına gerekli ortalama fan gücü, soğutma ve ısıtma maliyetleri belirlenmelidir.

Birim hava için gerekli fan gücü, fanın büyüklüğüne ve çalışma noktasına bağlıdır. Referans olarak 6 m³/s hava debisinde %77 verim noktasında çalışan gerçek bir fan ele alınmıştır. Gerekli fan gücü 7,76 kW değerindedir. %10 aktarma ve motor kaybı alınabileceği katalogta belirtilmiştir. Buna göre gerçek kullanılan motor gücü 8,5 kW olmaktadır. Bu değerlerle 1 m³/s hava kaçağı için, W_p = 1,42 kW güç harcanmaktadır. Hesaplarda kullanılacak değer bu olacaktır. Isıtma ve soğutma gücü için İstanbul şartları esas alınacaktır.

Toplam havanın %20'si dış hava kabul edilerek ve 10°C sıcaklık farkı ile üfleme yapıldığı göz önüne alınarak 1 m³/s hava için santralde 21 kW ısıtma gücü hesaplanmıştır.

Sistem ortalama yıllık verimini %70 kabul ederek, yakıt enerjisi cinsinden gerekli ısıtma gücü 30 kW bulunur. O halde 1 m³/s hava debisi için özgül ısı enerjisi kullanımı, q₁ = 30 kW değerindedir. Aynı şekilde soğutma gücü için psikometrik diyagram yardımı ile hesap yapılırsa santralde gerekli güç 1 m³/s hava için yaklaşık 20 kW bulunur.

Soğutma sisteminde dağıtma kayıpları %10; soğutma tesir kat sayısı 4,2; kompresör ortalama yıllık verimi %60 ve pompa, soğutma kulesi gibi yardımcı organlarda harcanan enerji kompresör enerjisinin %20'si kabul edilirse, 1 m³/s hava için soğutmada kullanılan elektrik enerjisi, V_s = 10,5 kW alınacaktır.

3.5.3. SIZDIRMANIN YILLIK MALİYETİ

Tablo 3.33'te verilen çeşitli kanal sistemleri için kaçak yüzdelерinden bazıları seçilerek, enerji kaybı cinsinde yeni bir tablo oluşturulmuştur. Buna göre hazırlanan *Tablo 3.36*'da örnek olarak 6 m³/s hava debisi esas alınmıştır. Ayrıca bunun klima havası olduğu düşünülerek hem fan elektrik gücü hem de klima elektrik gücü hesaba katılmıştır. Buradan ortaya çıkan rakamlardan hava sızıntılarının yıllık maliyetlerinin çok büyük değerlere ulaştığı görülmektedir. Hava sızıntısının maliyeti açısından bir fikir vermek üzere, elektrik fiyatı 0,1 USD/kWh alınarak bir hesap yapılmıştır. Yıllık 4.000 saat çalışma esası ile, iyi bir prefabrik kanal ile orta kalite, yerinde yapılan kanalın kaçak maliyeti arasındaki fark, (6 m³/s debi, 600 m² kanal ve 500 Pa basınç halinde)

Yıllık pik yükte = 10.100 USD

Yıllık ortalama yükte = 5.100 USD

olarak ortaya çıkmaktadır.

Sızdırmazlık Sınıfı	m ² Kanal Yüzeyi Başına Sistem Debisi (m ³ /h)	Statik Basınç (Pa)				
		125	250	500	750	1,000
48	10	15	24	38	49	59
	13	12	19	30	39	47
	15	10	16	25	33	39
	20	7,7	12	19	25	30
	25	6,1	9,6	15	20	24
3,0	10	1,0	1,5	2,4	3,1	3,7
	13	0,8	1,2	1,9	2,4	3,0
	15	0,6	1,0	1,6	2,0	2,5
	20	0,5	0,8	1,3	1,6	2,0
	25	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5

Tablo 3.33. HAVA DEBİSİNİN YÜZDESİ OLARAK SIZINTI MİKTARI

Dikdörtgen kesitli kenetli imal edilen hava kanalının m² fiyatı (ortalama) 9,28 USD/m², yuvarlak, contalı hava kanalının fiyatı 12,85 USD/m² olduğu (%50 bağlantı elemanları maliyeti dahil) kabul edilerek,

$$9,28 \times 600 \text{ m}^2 = 5.571 \text{ USD}$$

$$12,85 \times 600 \text{ m}^2 = 7.714 \text{ USD}$$

$$\text{Yatırım bedeli farkı} = 2.143 \text{ USD}$$

İlk yatırım maliyetindeki fark 2.143 USD olmaktadır. Buna göre yukarıda verilen örnekte sistem pik yükte çalışması halinde ilk yatırım maliyetindeki fark 3 ay gibi kısa bir sürede kendini amorti etmektedir. Türkiye’de imal edilen dikdörtgen hava kanallarının kalitesi genelde iyi olmadığı için; hava kaçaklarının gerçek maliyeti, hesaplanan değerden çok daha fazla olmaktadır. Bu nedenle, hava kanallarının kalitesi ve sızdırmazlık detaylarına gereken önem verilmelidir.

3.6. KANAL SİSTEMİ AKUSTİK TASARIMI

Kanal sisteminde ses fanda, kanal sisteminde, bağlantı elemanlarında ve terminal ünitelerinde doğar. Buna karşılık, kanal sisteminde ve odada bir miktar sönümlenir. Bu doğal sönüm yeterli ise ilave bir işleme gerek yoktur. Aksi halde Şekil 3.35’te görüldüğü gibi ek sönüm gerekir. Bu ek sönüm kanallar içten ses yutucu malzeme ile kaplanarak ve/veya susturucu kullanılarak gerçekleştirilir.

3.6.1. İÇTEN AKUSTİK İZOLELİ KANALLARDA SÖNÜM

Kanallarda akustik izolasyon içten yapılır. İzolasyon malzemesi olarak cam yünü kullanılabilir. İzolasyon kalınlığı 2-5 cm arasında değişir. Cam

yünü akustik izoleli kanallarda birim uzunluk başına sönüm değerleri, izolasyon kalınlığı 25 mm, için Tablo 3.36 ve izolasyon kalınlığı 50 mm için Tablo 3.37 hazırlanmıştır. Bu tablolardan sönüm, frekans bandına göre okunabilir. Tablo 3.38 ve 39’da ise içten akustik izoleli yuvarlak kanallardaki sönüm değerleri verilmiştir.

Örneğin, 600 mm çaplı 9 metre uzunluktaki içten 25 mm cam yünü izolasyonlu yuvarlak kanalda sönüm Tablo 3.39’dan Tablo 3.40’a verildiği gibi okunur.

3.6.2. AKUSTİK İZOLESİZ DİRSEKLERDE SÖNÜM

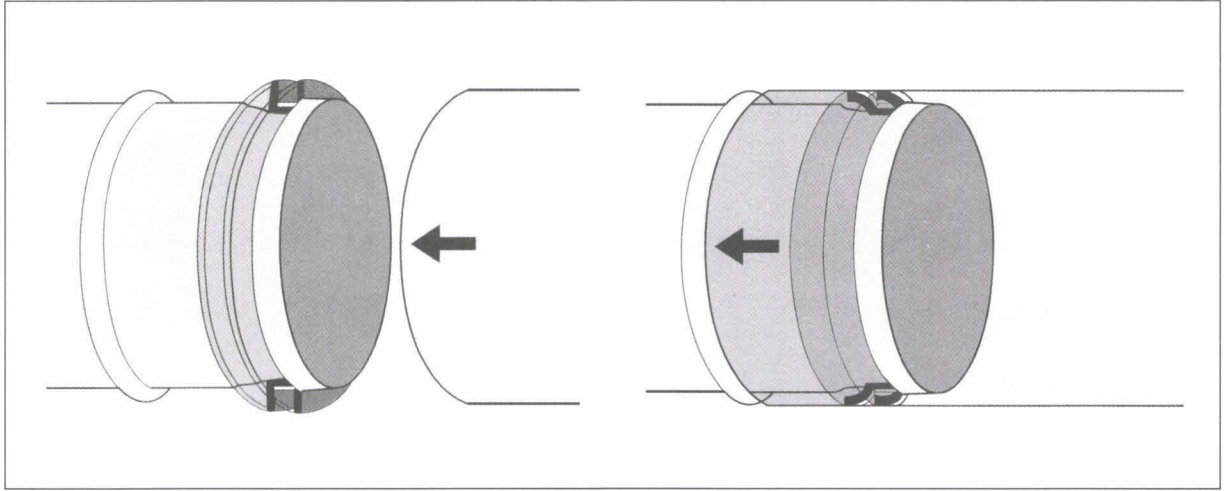
90° yuvarlatılmış dirseklerde sönüm değerleri Tablo 3.41’de verilmiştir.

3.6.3. SUSTURUCULAR VEYA PAKET TİPİ SÖNÜMLEYİCİLER

Paket tipi sönümleyiciler, geniş bir frekans aralığında yüksek bir sönüm gerektiğinde ve sönüm için kullanılabilecek kanal uzunluklarının kısıtlı olduğu hallerde özellikle elverişlidir. Bu tür sönümleyiciler ki bazen susturucu olarak da anılır, dikdörtgen veya yuvarlak formda olabilir. Sönümleyiciler esas olarak Şekil 3.42’de görüldüğü gibi metal bir dış kabuk ve perfore levhalardan oluşan çeşitli iç geçiş düzenlemelerinden ibarettir. Şekil 3.43’te ise yuvarlak tip sönümleyiciler görülmektedir. Bu perfore metal iç düzenlemelerin üzeri daha yüksek yoğunlukta, inorganik, fiberli, ses yutan malzeme ile kaplanmıştır. Hava geçişleri ve yutucu elemanlar aerodinamik ve akustik olarak farklı sönüm ve farklı basınç düşümleri yaratacak şekilde tasarlanmıştır.

Yıllık Çalışma Saati (h)	Sızdırmazlık	Hava Debisi (m ³ /h)	Kanal Yüzeyi (m ²)	Statik Basınç			
				500 (Pa)		1.000 (Pa)	
				Pik Yükte	Ortalama	Pik Yükte	Ortalama
2.000	48	6	600	54.400	27.200	84.400	42.200
			240	21.400	10.700	34.400	17.200
	3	6	600	3.400	1.700	5.200	2.600
			240	1.200	600	2.200	1.100
4.000	48	6	600	108.800	54.400	168.800	84.400
			240	42.800	21.400	68.800	34.400
	3	6	600	6.800	3.400	10.400	5.200
			240	2.400	1.200	4.400	2.200
6.000	48	6	600	163.200	81.600	253.200	126.600
			240	64.200	32.100	103.200	51.600
	3	6	600	10.200	5.100	15.600	7.800
			240	3.600	1.800	6.600	3.300

Tablo 3.34. HAVA KAÇAKLARI DOLAYISIYLA YILLIK PİK VE ORTALAMA ELEKTRİK ENERJİSİ KAYIPLARI (kWh)



Şekil 3.35. SIZDIRMAZ (SAFE) CONTA MONTAJI

Boyutlar (cm x cm)	Özgöl Sönümler (dB/0,3 m) Oktav Bandı Merkez Frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
15x15	1,08	1,24	1,60	2,98	7,62	7,48	3,98	2,60
15x25	0,82	0,96	1,35	2,66	6,52	6,26	3,59	2,46
15x30	0,77	0,90	1,29	2,57	6,23	5,94	3,49	2,42
15x45	0,69	0,79	1,18	2,42	5,74	5,41	3,31	2,36
20x20	0,77	0,90	1,29	2,57	6,23	5,94	3,49	2,42
20x30	0,65	0,74	1,12	2,34	5,49	5,13	3,21	2,32
20x45	0,60	0,67	1,04	2,22	5,10	4,72	3,06	2,26
20x60	0,56	0,60	0,96	2,09	4,70	4,29	2,90	2,20
25x25	0,63	0,71	1,09	2,29	5,34	4,97	3,15	2,30
25x40	0,55	0,59	0,94	2,06	4,62	4,21	2,86	2,19
25x50	0,53	0,55	0,89	1,98	4,37	3,94	2,76	2,15
25x75	0,51	0,51	0,82	1,87	4,02	3,59	2,62	2,09
30x30	0,56	0,60	0,96	2,09	4,70	4,29	2,90	2,20
30x45	0,51	0,52	0,85	1,90	4,14	3,71	2,67	2,11
30x60	0,50	0,48	0,79	1,81	3,85	3,41	2,54	2,06
30x90	0,40	0,43	0,74	1,70	3,54	3,10	2,41	2,00
45x45	0,40	0,43	0,74	1,70	3,54	3,10	2,41	2,00
45x70	0,33	0,35	0,64	1,54	3,09	2,65	2,20	1,91
45x90	0,30	0,32	0,59	1,47	2,90	2,46	2,11	1,87
45x135	0,27	0,28	0,54	1,38	2,67	2,24	2,00	1,82
60x60	0,30	0,32	0,59	1,47	2,90	2,46	2,11	1,87
60x90	0,25	0,26	0,51	1,34	2,55	2,13	1,94	1,80
60x120	0,23	0,24	0,47	1,27	2,37	1,95	1,85	1,76
60x180	0,21	0,21	0,43	1,20	2,19	1,78	1,75	1,71
75x75	0,24	0,25	0,49	1,31	2,48	2,06	1,91	1,78
75x110	0,21	0,21	0,43	1,20	2,19	1,78	1,75	1,71
75x150	0,19	0,19	0,39	1,13	2,03	1,63	1,67	1,67

Tablo 3.36. 25 mm CAM YÜNÜ KAPLI AKUSTİK İZOLELİ KANALLARDA
0,3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

Sönümleyici seçimleri imalatçı firmaların hazırladıkları abaklara göre yapılır. Bu abaklar ya tablolar halinde ya da diyagramlar halindedir. Bu sönümleyicinin seçiminde çok miktarda bağımsız değişken vardır. Bu değişkenleri 5 grupta toplamak mümkündür. Bunlar hava debisi, basınç düşümü, ses sönümü, boyutlar ve ekonomi yani 1 dB sönüme karşılık gerekli maliyettir. Bu açıdan belirli hava debisi ve sönüm için çok sayıda çözüm, daha doğrusu çok sayıda sönümleyici şekli vardır. Seçim optimum tipin bulunması ile yapılır.

3.6.3.1 Yuvarlak Susturucu Seçimi

Yuvarlak susturucularla ilişkili bir firma katalogunda bilgiler tablolar halinde verilmiştir. Şekil 3.43'te görülebileceği gibi bu firma üretiminde ara levhalı ve ara levhasız olarak iki temel tip vardır (örneğin SLU ve SLBU).

Öncelikle hangi tipin kullanılacağına karar verilmelidir. Siparişte SLU-aaa-bbb şeklinde iki büyüklük belirlenmelidir.

Seçim aşağıdaki adımlardan oluşur:

- Hava debisine göre *Tablo 3.44*'ten susturucu anma çapı belirlenir.
- Seçilen çaptaki susturucu için *Tablo 3.45* ve *46*'da verilen boya bağlı sönüm değerleri incelenir. Frekans bandına göre gerekli sönüm değerleri, tablolar-daki söz konusu çap için verilen sönüm değerleri ile karşılaştırılır. Bütün frekans bandında gerekli sönümden daha fazla sönüm veren susturucu boyu seçilir. Böylece seçim tamamlanmış olur.

Gerekirse basınç düşümü kontrolü yapılır. Öte yandan eğer gerekli sönüm sağlanamıyorsa, farklı çap değerlerindeki susturuculara bakılmalıdır.

Boyutlar (cm x cm)	Özgül Sönümler (dB/0,3 m) Oktav Bandı Merkez Frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
15x15	1,78	2,23	3,27	6,20	7,62	7,48	3,98	2,60
15x25	1,27	1,69	2,74	5,54	6,52	6,26	3,59	2,46
15x30	1,16	1,56	2,61	5,36	6,23	5,94	3,49	2,42
15x45	1,00	1,35	2,38	5,05	5,74	5,41	3,31	2,36
20x20	1,16	1,56	2,61	5,36	6,23	5,94	3,49	2,42
20x30	0,93	1,25	2,26	4,89	5,49	5,13	3,21	2,32
20x45	0,83	1,11	2,08	4,64	5,10	4,72	3,06	2,26
20x60	0,74	0,98	1,90	4,37	4,70	4,29	2,90	2,20
25x25	0,88	1,20	2,19	4,79	5,34	4,97	3,15	2,30
25x40	0,72	0,95	1,87	4,32	4,62	4,21	2,86	2,19
25x50	0,68	0,87	1,76	4,15	4,37	3,94	2,76	2,15
25x75	0,62	0,78	1,61	3,91	4,02	3,59	2,62	2,09
30x30	0,74	0,98	1,90	4,37	4,70	4,29	2,90	2,20
30x45	0,64	0,81	1,66	3,99	4,14	3,71	2,67	2,11
30x60	0,60	0,73	1,53	3,78	3,85	3,41	2,54	2,06
30x90	0,48	0,64	1,42	3,56	3,54	3,10	2,41	2,00
45x45	0,48	0,64	1,42	3,56	3,54	3,10	2,41	2,00
45x70	0,38	0,51	1,21	3,23	3,09	2,65	2,20	1,91
45x90	0,34	0,46	1,12	3,08	2,90	2,46	2,11	1,87
45x135	0,30	0,40	1,02	2,91	2,67	2,24	2,00	1,82
60x60	0,34	0,46	1,12	3,08	2,90	2,46	2,11	1,87
60x90	0,28	0,37	0,97	2,81	2,55	2,13	1,94	1,80
60x120	0,26	0,33	0,89	2,67	2,37	1,95	1,85	1,76
60x180	0,23	0,29	0,81	2,51	2,19	1,78	1,75	1,71
75x75	0,27	0,35	0,94	2,76	2,48	2,06	1,91	1,78
75x110	0,23	0,29	0,81	2,51	2,19	1,78	1,75	1,71
75x150	0,21	0,26	0,74	2,38	2,03	1,63	1,67	1,67
90x90	0,23	0,29	0,81	2,51	2,19	1,78	1,75	1,71

Tablo 3.37 50 mm CAM YÜNÜ KAPLI AKUSTİK İZOLELİ KANALLARDA
0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

3.6.3.2. Diğer Önlemler

- Havalandırma sistemlerindeki esas ses kaynağı fanlardır. Fan ne kadar yüksek devirde dönerse, daha fazla ses üretir. Bu nedenle sessiz sistem için mümkün olduğunca düşük devirli fan kullanmak gerekir.
- Kanallar tekniğine uygun tasarlanmalıdır. Yeterince rijit olmayan kanallar titreşerek ses üretir. Bu kanallar çeşitli yöntemlerle rijitleştirilmelidir.
- Fanların montajında titreşimlerin yapıya ve kanal sistemine geçmemesi için Şekil 3.47 ve 48'de olduğu gibi önlemler alınmalıdır. Fan titreşim sönümleyici elemanlar üzerine oturan beton bloklara monte edilir ve kanal bağlantısında körük kullanılır. Titreşim önleyici olarak mantar, yay ve lastik takoz kullanılabilir.
- Dirseklerde Şekil 3.49'daki gibi yönlendirici kanatlar kullanılmalıdır. Böylece akışta türbülans dolayısıyla ses üretimi önlenir.

Çap (cm)	Özgül Sönümler (dB/0,3 m) Oktav Bandı Merkez Frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
15	0,38	0,59	0,93	1,53	2,17	2,31	2,04	1,26
20	0,32	0,54	0,89	1,50	2,19	2,17	1,83	1,18
25	0,27	0,50	0,85	1,48	2,20	2,04	1,64	1,12
30	0,23	0,46	0,81	1,45	2,18	1,91	1,48	1,05
35	0,19	0,42	0,77	1,43	2,14	1,79	1,34	1,00
40	0,16	0,38	0,73	1,40	2,08	1,67	1,21	0,95
45	0,13	0,35	0,69	1,37	2,01	1,56	1,10	0,90
50	0,11	0,31	0,65	1,34	1,92	1,45	1,00	0,87
60	0,07	0,25	0,57	1,28	1,71	1,24	0,85	0,80
70	0,03	0,19	0,49	1,20	1,46	1,04	0,74	0,74
80	0,01	0,14	0,42	1,12	1,20	0,87	0,66	0,69
90	0,00	0,08	0,35	1,02	0,93	0,71	0,60	0,64
100	0,00	0,03	0,28	0,91	0,68	0,57	0,55	0,58
125	0,00	0,00	0,15	0,55	0,19	0,29	0,41	0,40
150	0,00	0,00	0,08	0,06	0,10	0,14	0,09	0,07

Tablo 3.38. 25 mm CAM YÜNÜ KAPLI AKUSTİK İZOLELİ YUVARLAK KANALLARDA 0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

Çap (cm)	Özgül Sönümler (dB/0,3 m) Oktav Bandı Merkez Frekansları (Hz)							
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
15	0,56	0,80	1,37	2,25	2,17	2,31	2,04	1,26
20	0,51	0,75	1,33	2,23	2,19	2,17	1,83	1,18
25	0,46	0,71	1,29	2,20	2,20	2,04	1,64	1,12
30	0,42	0,67	1,25	2,18	2,18	1,91	1,48	1,05
35	0,38	0,63	1,21	2,15	2,17	1,79	1,34	1,00
40	0,35	0,56	1,17	2,12	2,08	1,67	1,21	0,95
45	0,32	0,56	1,13	2,10	2,01	1,56	1,10	0,90
50	0,29	0,52	1,09	2,07	1,92	1,45	1,00	0,87
60	0,25	0,46	1,01	2,00	1,71	1,24	0,85	0,80
70	0,22	0,40	0,93	1,93	1,46	1,04	0,74	0,74
80	0,20	0,34	0,86	1,84	1,20	0,87	0,66	0,69
90	0,18	0,29	0,79	1,74	0,93	0,71	0,60	0,64
100	0,16	0,24	0,73	1,63	0,68	0,57	0,55	0,58
125	0,09	0,12	0,60	1,28	0,19	0,29	0,41	0,40
150	0,00	0,00	0,53	0,79	0,10	0,14	0,09	0,07

Tablo 3.39. 50 mm CAM YÜNÜ KAPLI AKUSTİK İZOLELİ YUVARLAK KANALLARDA 0.3 m UZUNLUK BAŞINA SÖNÜM (dB)

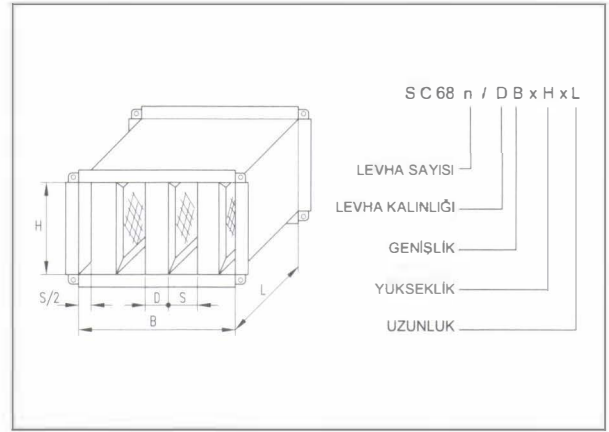
Oktav Bandı	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
Sönüm (dB)	2,1	7,5	17,1	38,4	51,3	37,2	25,5	24,0

Tablo 3.40. ÖRNEK HESAP

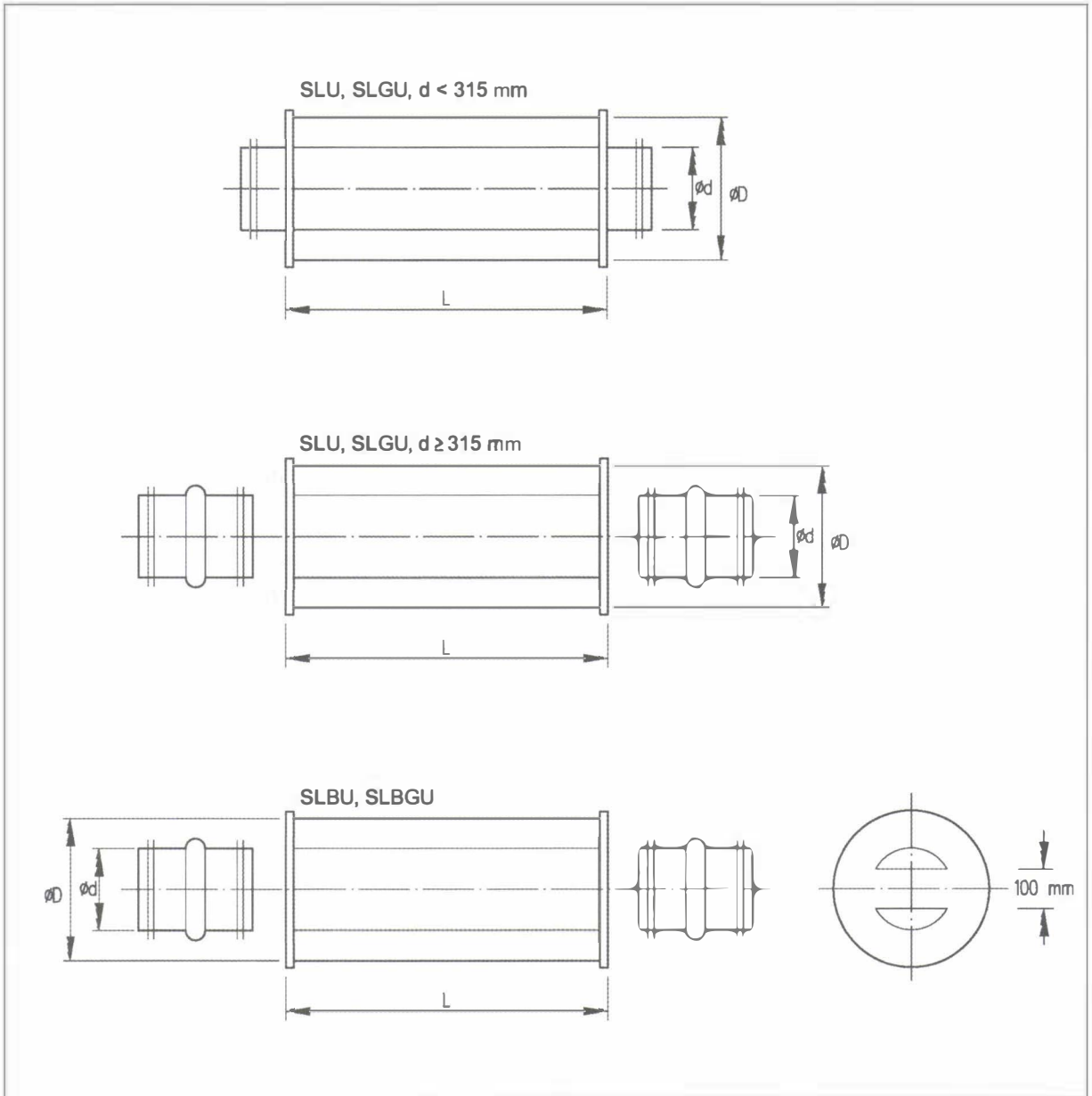
f_w	Sönüm
$f_w < 1.9$	0
$1.9 < f_w < 1.9$	1
$3.8 < f_w < 7.5$	2
$f_w > 7.5$	3

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

Tablo 3.41. YUVARLATILMIŞ DİRSEKLERDE SÖNÜM



Şekil 3.42. PAKET TİPİ SÖNÜMLEYİCİLER



Şekil 3.43. YUVARLAK TİP SÖNÜMLEYİCİLER

Anma Çapı (mm)		80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
Debi	Ara Levhalı	180	280	475	725	1.080	1.800	2.880	4.500	7.070	11.200	18.000
(m³/h)	Ara Levhasız	-	-	-	-	-	-	1.650	3.080	5.290	8.950	15.210

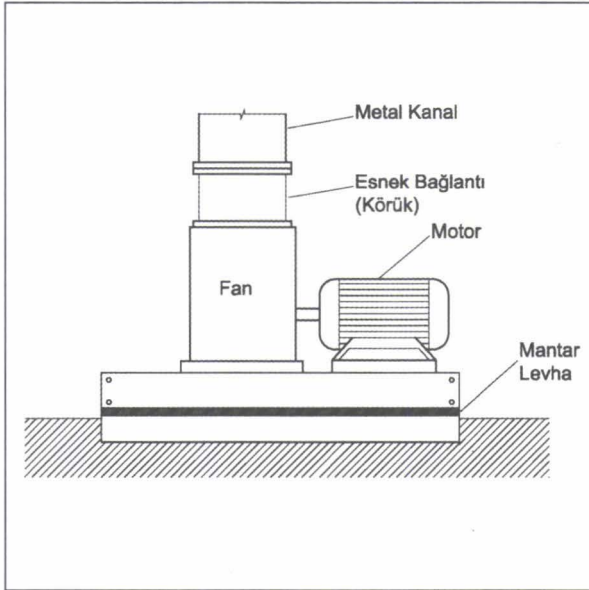
Tablo 3.44. ARA LEVHALI VE LEVHASIZ SUSTURUCU ÖN SEÇİM TABLOSU

Tanım	Ød (mm)	ØD (mm)	L (mm)	Ağırlık (kg)	Sönüm (dB) Oktav Bandları (Hz)					
					125	250	500	1.000	2.000	4.000
SLU 80 - 300	80	180	300	2	5	11	15	25	28	23
80-600	80	180	600	3	7	18	26	29	29	24
80-900	80	180	900	5	9	26	38	33	30	26
80-1.200	80	180	1.200	7	11	30	36	37	31	27
SLU 100-300	100	200	300	2	5	9	12	20	25	17
100-600	100	200	600	3	7	15	25	33	29	24
100-900	100	200	900	5	9	22	32	36	33	31
100-1.200	100	200	1.200	6	11	25	36	39	37	38
SLU 125-300	125	224	300	3	3	7	14	19	16	19
125-600	125	224	600	4	5	13	21	37	37	31
125-900	125	224	900	7	7	16	28	38	38	35
125-1.200	125	224	1.200	9	9	20	34	39	39	36
SLU 160-300	160	280	300	3	2	8	12	15	15	14
160-600	160	280	600	6	3	11	22	33	42	29
160-900	160	280	900	8	8	14	23	39	37	25
160-1.200	160	280	1.200	10	11	19	35	38	47	41
SLU 200-300	200	315	300	4	2	4	8	15	18	13
200-600	200	315	600	7	4	8	15	31	28	20
200-900	200	315	900	10	8	9	20	32	35	23
200-1.200	200	315	1.200	12	11	17	26	34	40	26
SLU 250-600	250	355	600	9	6	9	13	24	15	15
250-900	250	355	900	12	8	11	20	33	24	18
250-1.200	250	355	1.200	15	10	13	25	38	29	24
SLU 315-600	315	500	600	12	5	5	11	19	12	10
315-900	315	500	900	18	7	9	16	30	18	14
315-1.200	315	500	1.200	24	9	12	21	36	18	17
SLU 400-600	400	600	600	16	5	6	9	13	10	7
400-900	400	600	900	22	7	7	14	22	15	13
400-1.200	400	600	1.200	32	7	10	14	22	18	13
SLU 500-900	500	710	900	26	6	8	14	16	13	13
500-1.200	500	710	1.200	39	8	11	22	24	17	16
SLU 630-900	630	800	900	42	4	7	12	12	12	10
630-1.200	630	800	1.200	56	5	10	16	15	15	11
SLU 800-1.200	800	1.000	1.200	69	4	5	10	9	15	12
800-1.500	800	1.000	1.500	86	4	7	13	12	15	12

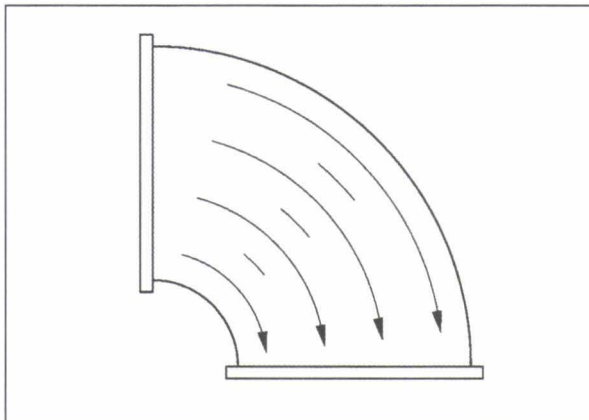
Tablo 3.45. YUVARLAK TİP ARA LEVHASIZ SUSTURUCULARDA SÖNÜM

Tanım	Ød (mm)	ØD (mm)	L (mm)	Ağırlık (kg)	Sönüm (dB) Oktav Bandları (Hz)					
					125	250	500	1.000	2.000	4.000
SLBU 315-600	315	500	600	15	7	15	18	26	34	24
315-900	315	500	900	22	11	18	26	37	40	28
315-1.200	315	500	1.200	29	15	21	33	41	46	40
SLBU 400-600	400	600	600	20	8	9	16	22	24	19
400-900	400	600	900	30	11	14	22	34	32	23
400-1.200	400	600	1.200	40	11	21	30	38	43	28
SLBU 500-900	500	710	900	40	8	12	19	27	21	19
500-1.200	500	710	1.200	53	10	16	26	35	29	22
SLBU 630-1.200	630	800	1.200	62	8	11	23	28	23	19
630-1.500	630	800	1.500	78	10	15	23	39	26	20
SLBU 800-1.200	800	1.000	1.200	80	5	9	17	23	21	16
800-1.500	800	1.000	1.500	99	5	12	19	26	23	18

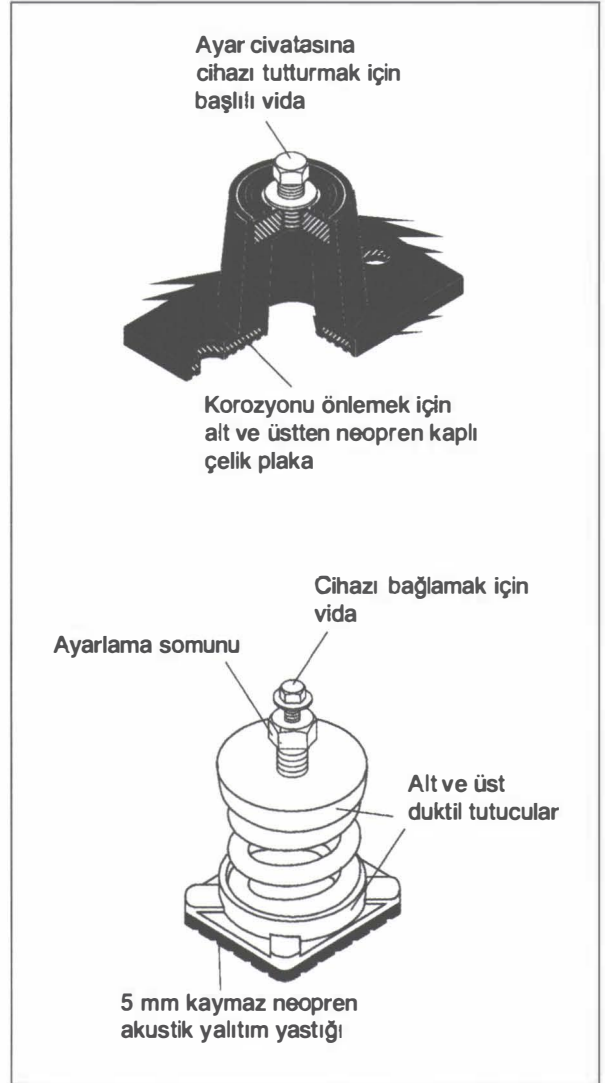
Tablo 3.46. YUVARLAK TİP ARA LEVHALI SUSTURUCULARDA SÖNÜM



Şekil 3.47. FAN MONTAJINDA KÖRÜK



Şekil 3.49. AKIŞ DÜZENLEMESİ İÇİN KANAT KULLANIMI



Şekil 3.48. LASTİK VE ÇELİK YAY İZOLATÖRLER

IV. BÖLÜM

KLİMA TESİSATI

4.1. ISIL KONFOR

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

4.1.1. KONFORA VE İÇ HAVA KALİTESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Isıl konfor ve kapalı iç hacimlerdeki hava kalitesi aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

- Aktivitelerinin, giyim kuşamlarının, kalma sürelerinin, ısı ve maddesel yüklerinin (örneğin koku) ve sayısal yoğunluklarının fonksiyonu olarak odada bulunanlar
- Yüzey sıcaklıkları, hava sıcaklığı dağılımı, ısı kaynakları ve zehirli madde kaynaklarının fonksiyonu olarak hacmin kendisi
- Hava sıcaklığı, hava hızı ve nemi, hava değişim oranı, havanın saflığı (koku ve asılı maddeler) ve hava hareketlerinin kontrolünün fonksiyonu olarak HVAC sistemi

Fiziksel ve zihinsel konfor duygusunu etkileyen diğer önemli faktörler akustik ve aydınlatma koşulları ve hacmin rengi olarak sayılabilir, ancak burada bu faktörler üzerinde durulmayacaktır.

4.1.1.1. Aktivite

Bir insan tarafından yayılan toplam ısı, söz konusu kişinin aktivite seviyesine bağlıdır. Aktivite seviyeleri ve insanlardan yayılan toplam ısı *Tablo 4.1*'de verilmiştir.

Aktivite	Aktivite Seviyesi	Kişi Başına Toplam Isı Yayımları (W) ^{1) 2)}
Statik zihinsel faaliyet (okuma, yazma)	1 ³⁾	
Çok hafif bedensel faaliyet (ayakta durma)	2	120
Hafif fiziksel faaliyet	3	150
Orta veya ağır fiziksel faaliyet	4	270 ve üzeri

¹⁾ Radyasyon, iletim, buharlaşma, taşınım 22 °C ortam sıcaklığındaki toplam emisyon.

²⁾ Oturma halinde steady-state enerji dönüşümünün 1 metabolik birimi: 1 metre = 58 W/m² vücut yüzeyi değerindedir (İnsan yüzeyi 1,7 m² alınmıştır).

³⁾ Aktivite seviyesi 1 1,2 metre değerine karşı gelir.

Tablo 4.1. AKTİVİTENİN FONKSİYONU OLARAK KİŞİ BAŞINA YAYILAN TOPLAM ISI

Giysiler	Isıl Direnç (m ² K/W)
Çıplak vücut	0
Hafif yaz giysileri	0,08
Orta giyim	0,16
Ağır giyim	0,24
Giysiler için kullanılan diğer bir birim 1 clo= 0.155 m ² K/W	

Tablo 4.2. GİYSİLERİN ISIL DİRENÇİ

4.1.1.2. Giyim

Vücuttan olan ısı transferi giyilen giysilerin cinsinden etkilenir. *Tablo 4.2* giysilerin ısı dirençleri konusunda fikir vermek üzere hazırlanmıştır.

4.1.1.3. Sıcaklık

Yaşam bölgesinde hava ve radyant sıcaklığının ortaklaşa etkisi göz önüne alınmalıdır. Bu sıcaklık oda operasyon sıcaklığı olarak bilinmektedir ve aşağıdaki eşitlikle tanımlanabilir:

$$t_o = 0,5 \times (t_a + t_r) \text{ Burada,}$$

t_o oda operasyon sıcaklığı (°C)

t_a yerel hava sıcaklığı (°C)

$t_r = \sum s_k \times t_k$ bu yerel radyant sıcaklıktır (°C).

s_k yüzeye göz önüne alınan noktalar olan P ve K noktaları arasındaki görme açıdır.

t_k yüzeylerden her birini ifade eden K numaralı yüzeyin sıcaklığıdır (°C).

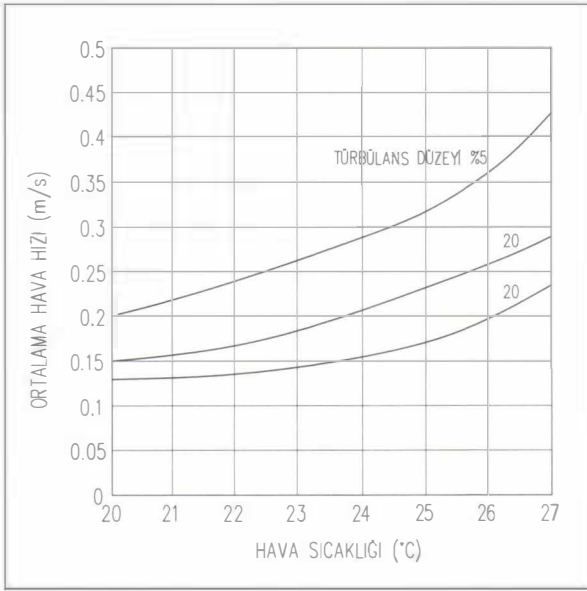
Yukarıdaki ilişki aşağıdaki hallerde geçerlidir.

- Aktivite seviyesi 1 veya 2 ise
- Hafif veya orta giyim halinde
- Oda hava sıcaklığı ve türbülansı müsaade edilen aralıkta ise (*Şekil 4.3*)

Emisyon oranı (yayılan radyasyon enerjisinin yüzeylerin maksimum radyasyon yayımlarına oranı) = 0,9
Oda operasyon sıcaklığı döşemeden 0,1 metre, 1,1 metre ve 1,7 metre yükseklikte (örneğin globe termometre ile) belirlenir. Yerel radyasyon sıcaklığının hesabında, yüzey sıcaklığı ve yüzey komponentleri görme açısına dayalı olarak ağırlıklandırılır.

4.1.1.4. Oda Operasyon Sıcaklığı Aralıkları

Tavsiye edilen oda sıcaklık aralıkları Şekil 4.4'te çapraz taralı alanla gösterilmiştir. ASHRAE Standard 55'e göre bir hacimde bulunanların %90'ının kabul edilebilir bulunduğu operasyon sıcaklığı olarak konfor sıcaklıklarını belirlemektedir. Buna göre sakin aktivite düzeyinde (70 W/m²) ve tipik iç ortam giysileriyle standardın tavsiye ettiği operasyon sıcaklık aralıkları kışın 20-24°C ve yazın 23-26°C değerindedir. Yaz çalışması sırasında yüksek dış hava sıcaklıkları halinde ve kısa süreler için ortaya çıkan yüksek ısı yüklerinde oda operasyon sıcaklığında bir yükselmeye müsaade edilir.



Şekil 4.3. HAVANIN SICAKLIĞININ VE TÜRBÜLANS DÜZEYİNİN FONKSİYONU OLARAK, KONFOR BÖLGESİNDE İZİN VERİLEN MAKSİMUM ORTALAMA HAVA HIZI DEĞERLERİ

Genellikle odanın soğutma yükü dış yüklerin bir fonksiyonu değildir. Tam tersine daha çok iç yüklere bağlıdır. Eğer bu yükler sadece kısa bir süre için meydana gelirse, dış sıcaklığın 29°C'ye kadar olan değerlerinde oda operasyon sıcaklığı 26°C'ye kadar çıkabilir (Şekil 4.4'te dik taranmış bölge). Belirli havalandırma sistemleri için (kaynakta havalandırma gibi) oda operasyon sıcaklığının yatay taralı alanda, yani 20-22°C arasında olmasına müsaade edilebilir.

4.1.1.5. Hava Sıcaklığının Tabakalaşması

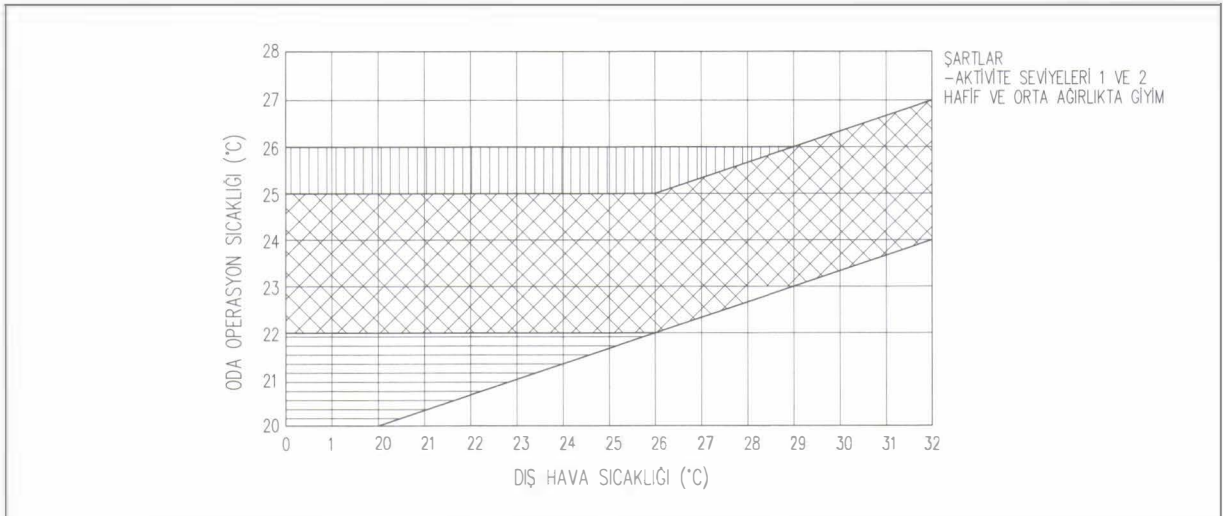
Hava sıcaklığı konusunda kendini iyi hissetme sadece sıcaklık seviyesi ile ilgili değildir. Aynı zamanda yaşanan bölgedeki düşey sıcaklık gradyanı da bu hisste önemli rol oynar. Bu bağlamda hava sıcaklığındaki düşey doğrultudaki sıcaklık gradyanı 1 metre oda yüksekliği başına 1°C değerini aşmamalıdır. Döşeme düzeyinden itibaren 0,1 metre yükseklikte hava sıcaklığı 20°C'nin altında olmamalıdır.

4.1.1.6. Radyant Sıcaklık Asimetrisi

İnsanlar kendilerini çevreleyen yüzeylerdeki farklı sıcaklıklara bağlı olarak dengesiz ısınma ve soğuma etkilerine maruz kalırlarsa, ısıl konforsuzluk hissederler. Bunu değerlendirmek için, göz önüne alınan hacim iki bölüme ayrılacak ve her bir bölüme karşı gelen radyant sıcaklıklar ölçülecek veya hesaplanacaktır. Her iki kısım arasındaki bölme, en büyük sıcaklık farklılıklarını gösteren yüzeylerin konumuna paralel olacaktır. Sonuçta konfor hissinin hâlâ devam ettirilebilmesi için, hesaplanan iki bölme arasındaki sıcaklık farkının belirli değerleri aşmaması gerekir.

Bu sınır değerler:

Sıcak tavan yüzeyleri için,	$t_{H1} - t_{H2} \leq 3,5 \text{ K}$
Soğuk duvar yüzeyleri için,	$t_{H1} - t_{H2} \leq 8,0 \text{ K}$
Soğutulmuş tavan yüzeyleri için,	$t_{H1} - t_{H2} \leq 17,0 \text{ K}$
Sıcak duvar yüzeyleri için,	$t_{H1} - t_{H2} \leq 19,0 \text{ K}$



Şekil 4.4. TAVSİYE EDİLEN ODA SICAKLIK ARALIKLARI

Bu değerler konfor bölgesindeki bir oda operasyon sıcaklığı ve hafif veya orta giyimli ve oturan bir insan için uygulanır. Diğer koşullarda şimdiki halde hiçbir güvenilir yargıya varılamaz.

4.1.1.7. Hava Hızı

Isıl konfor açısından özel öneme sahip olan bir faktör de yaşam bölgesindeki hava hızıdır. Hava hızını sınırlayan değerler hava sıcaklığının ve havanın türbülans düzeyinin bir fonksiyonudur. Bu değerlerin, yani havanın sıcaklığının ve türbülans düzeyinin fonksiyonu olarak, konfor bölgesindeki izin verilen maksimum ortalama hava hızı değerleri Şekil 4.3'ten elde edilebilir. Oda sıcaklıklarının 20°C ile 22°C arasında bulunması durumunda, karışım prensibine dayanan mekanik havalandırma dışında, hava hızlarının Şekil 4.3'te verilen değerleri aşmaması halinde (Şekil 4.4'teki yatay taralı alan) ısı konfor hâlâ sürdürülebilmektedir. Şekil 4.3'te görülen eğriler, çeşitli türbülans düzey aralıklarına karşı gelen, zaman ortalaması olarak, limit hız değerlerini temsil etmektedir. Gerekli ısı ve kütle taşınımının olabilmesi için belirli bir minimum hava hareketi gereklidir. Bu minimum hız ısı kaynağındaki doğal taşınım tarafından gerçekleştirildiğinden, böyle bir minimum değer belirlenmesine gerek görülmemektedir. Eğer giysilerin ısı direnci 0,032 m²K/W artarsa veya aktiviteye bağlı ısı üretimi 10 W artarsa, müsaade edilebilir hava hızı, yaklaşık olarak hava sıcaklığının 1 K artırılmasına karşı gelecek ölçüde artırılabilir. Sabit hava hızı halinde, hava sıcaklığı buna karşı gelen miktarda azaltılabilir. Hava hızlarının ölçülmesinde yönden bağımsız ölçü yapan cihazlar kullanılmalıdır. Zaman ortalamasının ölçülebilmesi açısından da ölçmenin en az 100 s süreli olması gerekir. Ölçmeler yerden 10, 110 ve 170 santimetre yüksekliklerde yapılmalıdır. Eğer hiçbir ölçme imkanı yoksa türbülans düzeyi %40 alınmalıdır (Şekil 4.3'teki en alt eğri).

4.1.1.8. Nem

Konfor şartları için havadaki nem miktarının üst limiti 11,5 g_{nem}/kg_{kuru hava} ve %65 bağıl nem şeklinde tarif edilebilir. Bağıl nemin alt limiti ile ilişkili hiçbir belirli bilgi mevcut değildir. Bağıl nemin %30 değeri alt limit olarak kabul edilebilir. Bu değer havanın sıcaklığından aşağı yukarı bağımsızdır. Belirli durumlarda, arada sırada bu değer altına düşülmesi kabul edilebilir.

4.1.2. ISIL KONFOR MODELLERİ

İnsan aktivite seviyesine bağlı olarak 100 ile 1.000 W mertebelerinde ısı üretir. Aslında ısı konfor hissi bu üretilen ısıнын rahatça çevreye yayılabilmesi ile ilişkilidir. Konfor hissinin devamı için vücut sıcaklığının çok dar bir aralıkta korunabilmesi gerekir. Bu sıcaklığın sabit tutulabilmesi ise, üretilen ısıнын çevreye

transfer edilebilmesi ile mümkündür. Bu tarif içerisinde ısı konforu, bir enerji dengesi olarak modellemek mümkündür. Bu doğrultuda çeşitli karmaşıklıkta enerji dengesi modelleri oluşturulabilir. Gerçekten de bu alanda geliştirilmiş farklı kabullere dayalı çok sayıda ısı konfor modeli bulunmaktadır. Burada en basit, fakat mekanizmanın temellerini verebilen steady-state enerji dengesi modeli üzerinde durulacaktır.

4.1.2.1. Steady-State Enerji Dengesi

Vücudun enerji depolama kabiliyeti ihmal edilerek ve vücut içi ile dış yüzey arasında sıcaklık farkı olmadığı kabul edilerek, tek homojen bir cisim için sürekli ve kararlı halde (steady-state) enerji dengesi

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res})$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada,

M = Metabolik enerji üretimi, W/m²

W = Yapılan mekanik iş, W/m²

Q_{res} = Solunumla verilen toplam ısı, W/m²

Q_{sk} = Deri yüzeyinden verilen toplam ısı, W/m²

C_{res} = Taşınım yoluyla solunumla verilen ısı, W/m²

C+R= Taşınım ve ışıınım yoluyla deriden duyulur olarak kaybolan ısı, W/m²

E_{sk} = Deri yüzeyinden buharlaşma (gizli ısı) yolu ile verilen ısı,

E_{res} = Solunumla buharlaşma yolu ile verilen ısı, W/m²

Bu basit enerji dengesi denkleminde görüldüğü gibi metabolik olarak üretilen enerjinin işe dönüştürülemeyen kısmı vücuttan dışarı atılmak zorundadır. Vücudun ısıyı dışarı atma yolları esas olarak solunum ve deri yüzeyi olarak ifade edilebilir. Her iki halde de duyulur ve gizli ısı biçiminde ısı kaybı olmaktadır. ısı üretimi ve kaybının bağlı olduğu faktörlerin incelenmesi aynı zamanda ısı konfor şartlarının belirlenmesi anlamına da gelmektedir. Metabolik ısı üretimi daha önce incelendiği gibi aktivite seviyesi, cinsiyet, yaşla ilişkilidir. ısı kaybetme yolları ise aşağıda kısaca incelenmiştir.

4.1.2.2. Yüzeyden Duyulur ısı Kaybı

Deri yüzeyinden olan ortama ısı geçişi giysiler üzerinden olmaktadır. Vücuttan bu yola olan ısı kaybı deri yüzeyinden giysilere ve giysiler boyunca iletimle olmakta ve giysi yüzeyine ulaşan ısı buradan taşınım ve ışıınım ile çevreye yayılmaktadır. Her iki yolla olan ısı geçişini de aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür:

$$C = f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_c), \quad R = f_{cl} \times h_r \times (t_{cl} - t_{r,ort})$$

Burada h_c taşınım ile, h_r ışıınım ile ısı transfer katsayısıdır. f_{cl} giysili alan faktörüdür. Görüldüğü gibi bu yolla ısı transferinde oda havası sıcaklığı ile odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ana parametrelerdir. Yani ısı konfor üzerine oda sıcaklığı kadar

etkili olan çevre yüzeylerin sıcaklığıdır. Özellikle bu noktada radyant ısıtmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Oda havasının sıcaklığı ve radyant sıcaklığı birlikte ifade için daha önce verilen oda operasyon sıcaklığı kullanılmaktadır. Oda operasyon sıcaklığı cinsinden her iki denklem birleştirilerek tek bir,

$$(C+R) = f_{cl} \times h \times (t_{cl}-t_o)$$

denklemini yazılabilir. Burada oda operasyon sıcaklığı t_o ile gösterilmiştir. Bu yolla ısı geçişinde bir başka önemli faktör de h katsayısıdır. Bu değer esas olarak vücut çevresindeki rüzgar hızına bağlıdır. Dolayısı ile taşınım ile ısı kaybı açısından bir minimum değer gerekirken, taşınım katsayısının çok büyük olması da aşırı soğumaya (draft) neden olarak rahatsızlık yaratır.

4.1.2.3. Yüzeyden Buharlaşma ile Isı Kaybı

Deri yüzeyinden buharlaşma ile ısı kaybı esas olarak deri üzerindeki buhar basıncı ile ortam havası buhar basıncı arasındaki farka ve deri üzerindeki nem miktarına bağlıdır. Bu terimin formülasyonu daha karmaşıktır. Ancak burada önemli olan buharlaşma yolu ile ısı kaybının öncelikle ortamdaki neme bağlı olmasıdır. Ortam ne kadar kuru olursa buharlaşma yolu ile o denli fazla ısı kaybetmek mümkündür. Tam tersine aşırı nemli ortamlarda buharlaşma ile (terleme ile) ısı kaybetmek çok zordur.

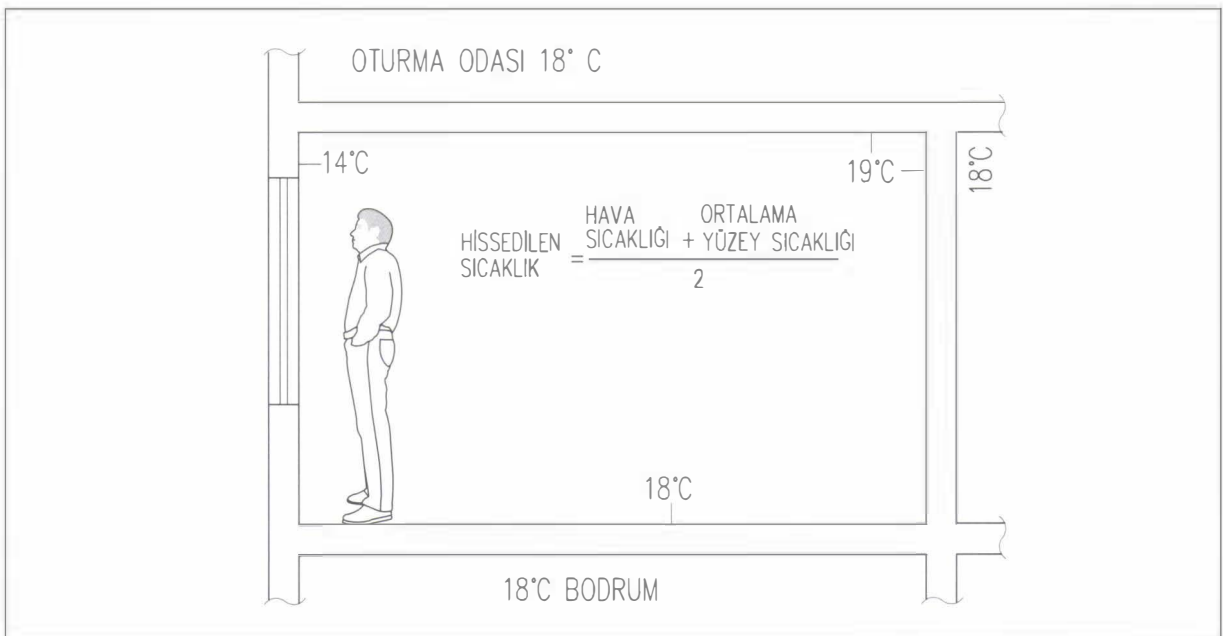
4.1.2.4. Solunum Yolu ile Isı Kaybetmek

Bu yolla ısı kaybı yine solunan havanın sıcaklığına ve özgül nemine bağlıdır. Oda havası şartlarında solunan hava, yaklaşık vücut sıcaklığında doymuş hava olarak

dışarı verilir. Yine solunan hava ne kadar soğuksa ve ne kadar kuru ise vücuttan ısı kaybı o denli yüksek olacaktır. Ancak burada solunan havanın çok kuru veya çok soğuk olması rahatsızlık yaratır.

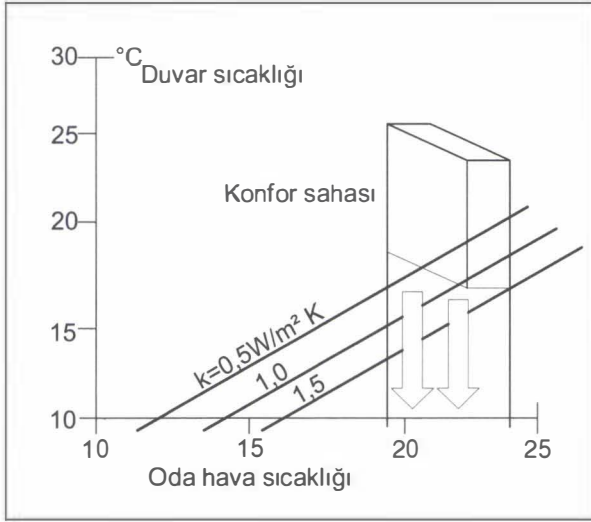
4.1.3. ISITMADA KONFOR

Isınma bugün bizler için doğal bir konfor unsurudur. Günün her saatinde ve evin her bölümünde şartlar tam istenen değerde olmalıdır. Bu ısı konforunun nasıl elde edileceği sorusunun cevabı ise çok karmaşıktır. Konfor yalnızca bireysel olarak istenen ve mevcut olan oda sıcaklığından oluşmaz. Aynı zamanda odayı çevreleyen yüzeylerin sıcaklıkları da önemlidir. *Şekil 4.5*'te gösterildiği gibi psikolojik hissedilen sıcaklık her ikisinin aritmetik ortalamasıdır. Pratikte yüzeyler arasındaki sıcaklık farkı 5°C 'den fazla olmamalıdır. Aynı zamanda hava ile ortalama yüzey sıcaklığı arasındaki fark 2°C 'den büyük olmamalıdır. İstenen konfor sıcaklığı 20°C , odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama 19°C olan sıcaklığı ile 21°C olan oda iç hava sıcaklıklarının ortalamasıdır. Dış duvarların ve pencerelerin sıcaklıkları bunların k -ısı geçirgenlik katsayısı değerlerine bağlıdır. Eğer dış duvar için $k=0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ değeri sağlanırsa, dış hava sıcaklığı -15°C değerinde bile oda sıcaklığı ile duvar yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı 2°C tutulabilir. *Şekil 4.6*'da oda havası ve duvar sıcaklığına bağlı olarak konfor bölgesi işaretlenmiştir. Dış sıcaklığın -15°C olarak alınması halinde çeşitli k sayıları ile hangi iç sıcaklıklarda konfora ulaşılacağı ayrıca bu şekilde işaretlenmiştir. Isı yalıtımı enerji ekonomisi kadar ısı konforu için de gereklidir.



Şekil 4.5. SICAKLIK HİSSİNE ODANIN ETKİSİ

Isıtmanın kesilmesi durumunda duvarlar ve oda içindeki eşyalar soğuyacaktır. Bu ısı atalet nedeni ile, kesintili bir ısıtma rejimi halinde, çok iyi ısı izolasyonu bile olsa istenilmeyen sıcaklıklara düşülebilir ve konfordan uzaklaşılır. Her 24 saatte bir kereden fazla düşük çalışma konumuna geçmek sürekli kullanılan hacimler için anlamsızdır. Isıtıcı yüzeyler prensip olarak dış duvarlara yerleştirilmiş olmalıdır. Böylece soğuk yüzeylerin ısıtılması mümkün olur ve konfor şartlarına daha kolay ulaşılır. Radyatörler yaklaşık ısılarının %75'ini taşınım ile verir. Yani bu ısıyı üzerlerinden geçen havaya aktarırlar. Bu ise



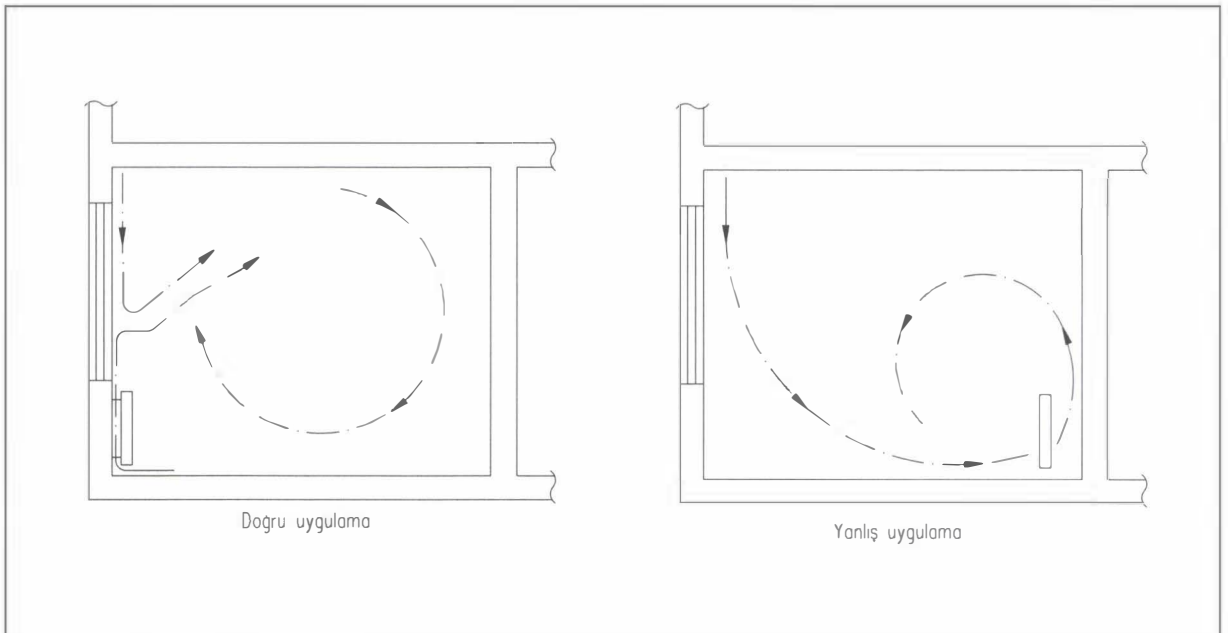
Şekil 4.6. KONFOR 18°C VE 23°C HAVA SICAKLIĞI ARASINDA HİSSEDİLİR. K KATSAYISI NE KADAR DÜŞÜK İSE HAVA SICAKLIĞI DA O KADAR DÜŞÜKTÜR.

soğuk duvar boyunca yükselen bir hava akımına neden olur (Şekil 4.7). Bu güç radyatörün iç duvarlara yerleştirilmesi halinde yok olur. Soğuk hava aşağı iner ve bütün odayı geçerek radyatöre ulaşır. Bu durumda döşemede soğuk bir bölge oluşur. Bu nedenle radyatörler bütün dış duvar boyunca veya hiç olmazsa bütün pencereler boyunca yerleştirilmelidir. Merkezi sıcak sulu kalorifer tesisleri önceleri çok yüksek sıcaklıklarda çalıştırılırdı. Yüksek sıcaklıklardaki radyatörler toz ve kuru hava nedeni ile rahatsızlık verici bir ortam yaratırdı. Zaman içinde yalıtımın artması ile radyatörlerdeki ısı yükü azaldı. Aynı dış hava sıcaklıkları ve işletme şartlarında daha az radyatör yeterli oldu. Yeni durumda radyatörleri küçültmek yerine sıcaklıkları düşürmek daha rahat ve konforlu ortamlar sağlar. İyi izole edilmiş yapılarda eski büyüklüklerdeki radyatörlerde en soğuk günlerde bile gerekli su sıcaklığı 75°C değerini geçmez. Artık Almanya'da 90/70°C sistemler yerine 75/60°C sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu düşük sıcaklıklı ısıtmada radyatör konstrüksiyonlarının da uygun biçimde değiştirilmesi gündeme gelmiştir. 75/60°C sıcak sulu ısıtma sistemleri ile,

- Oda içinde aynı oranda sıcaklık değişmez.
- Hava sirkülasyonu azalır.
- Bölgesel aşırı sıcak ve kuru havanın ortadan kalkması sayesinde daha konforlu bir ısıtma elde edilir.

4.1.4. 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



Şekil 4.7. ODA HAVASI AKIMI RADYATÖRÜN DURDUĞU YERE GÖRE BELİRLENİR.

hava odaya verilse bile, eğer oda içine verilen havanın düzgün dağılımı sağlanamazsa, beklenen etki gerçekleşmez ve konfor oluşmaz. Bunun için:

- a. 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 4.8).
 - Üfleme havasının sıcaklığı, oda sıcaklığından daha düşük olmalıdır.
 - Isıtma, cam önlerinden; radyatör vb elemanlarla (statik ısıtma) yapılmalıdır (Şekil 4.9A).

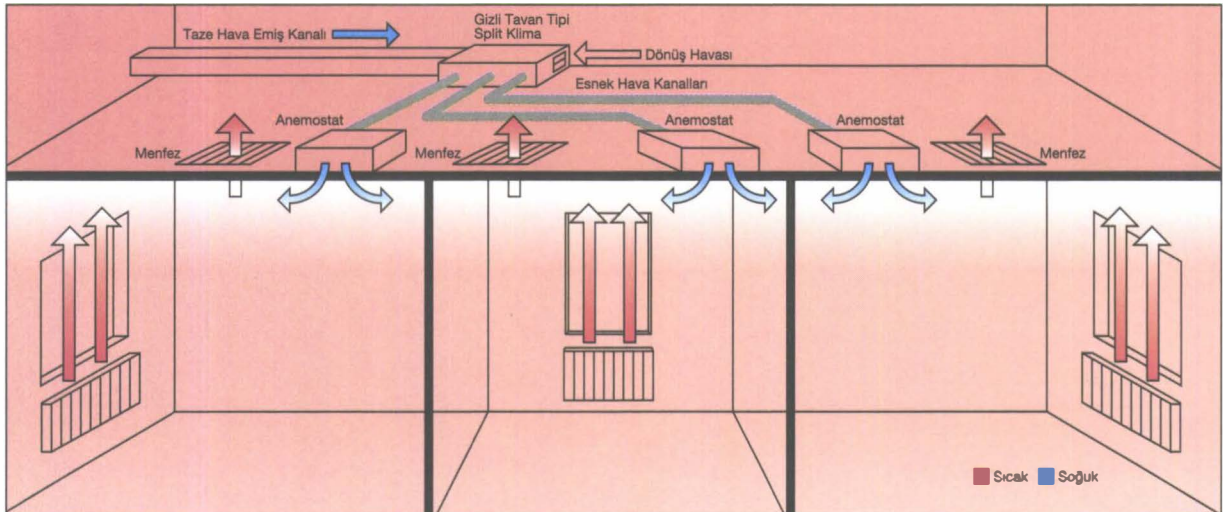
Böylece,

- 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 (Şekil 4.8).

- b. Isıtma ihtiyacı varsa, bunu sıcak hava ile karşılamak yerine, statik ısıtma yapılmalıdır. "Sıcak hava

üfleterek ısıtma yapmak kötü bir fikirdir". Isıtma ihtiyacını statik ısıtma yapmadan, tavandan havayı sıcak üfleterek karşılamak istenirse (Şekil 4.9B):

- 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 üfleme gerekir.
- Bu durumda hava sesi oluşabilir.
- Ortam havasını daha yüksek hızla üfleme, 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 çalışır 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.



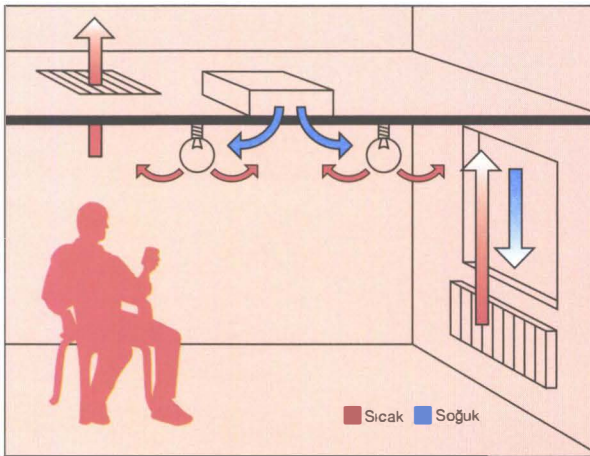
Şekil 4.8. TAVAN SEVİYESİNDEN ORTAMA VERİLEN KARIŞIM HAVASI KİŞİN EKONOMİZÖR GİBİ ÇALIŞIR.

4.2. KLİMA SİSTEMLERİ

4.2.1. TAM HAVALI SİSTEMLER

4.2.1.1. Tam Havalı Sistemlerin Avantajları

- Merkezi klima cihazının, yerleşim alanları dışında makine dairesinde tesis edilmesi; filtrasyon, koku, ısı ve nem kontrollerinin istendiği şekilde daha rahat yapılmasını sağlar.
- Boru bağlantılarının, drenaj borularının, elektrik hatlarının, filtrelerin klimatize saha dışında olması, bunların bakımını kolaylaştırmasının yanında, bunların ayak altından uzaklaşmasından dolayı hasar görmelerini de önler.
- İyi bir havalandırma ve iyi bir hava dağılımı yapılmasına imkan sağlar.
- İyi bir filtrasyon sağlar, iç hava kalitesi açısından uygun özellikleri vardır. Avrupa'da hijyenle ilişkili kurallar klima sistemlerinde çift kademe filtrasyonu (EU 3-4 + EU 7) öngörmektedir. Tam havalı sistemler bu uygulama açısından mükemmeldir.
- Büyük miktar egzoz gerektiren tasarımlarda, çok rahatlıkla dış hava temini imkanı getirir.
- Mekanda pozitif basınç yaratarak toz ve koku girişini engeller, mekanlar arasında basınç farkları oluşturulabilir.
- Dış havanın, oda sıcaklıklarından düşük olduğu zamanlarda, soğutucu cihazları devre dışı bırakarak, dış hava ile soğutma olanağı vardır.
- Ayrıca ısı geri kazanım imkanı vardır. Isı geri kazanım cihazlarıyla dışarı atılan (sıcak veya soğuk) enerjiyi %90'lara varabilen verimlerle geri kazanıp kullanmak imkanı verir.
- Zonlama yapılması, esneklik ve nem kontrolü sağlaması her mevsim için geçerlidir.
- Mevsimsel change over yapılması ve otomatik kontrol uygulanması çok kolaydır.
- Kışın nemlendirme yapılması uygundur.
- Yangın basınçlandırmaya yardımcı olur.



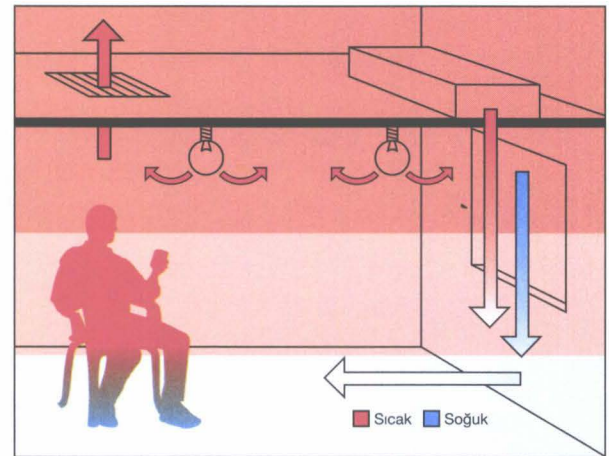
Şekil 4.9A. STATİK ISITMA VAR
(Radyatörler cam önünde.
Hava tavandan soğuk üfleniyor.
Homojen ısıtma sağlanıyor.)

4.2.1.2. Tam Havalı Sistemlerin Dezavantajları

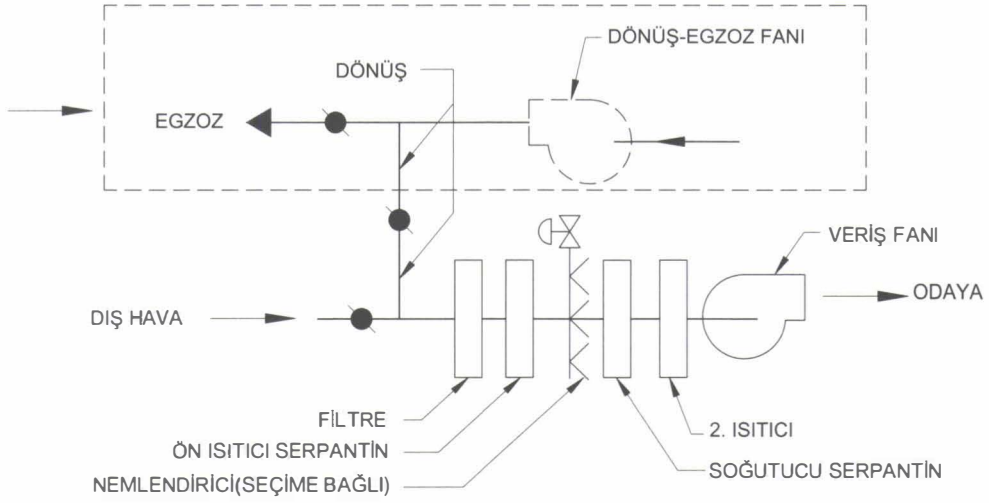
- Kanal için de ilave bir yükseklik gerektiğinden, binanın yükselmesine neden olur.
- Çevre zonların ısıtılmasında kullanıldığı zaman kullanım saatleri dışında da, fanların çalışmasını gerektirir.
- Kanallarda hava balansının yapılması zor bir işlemdir.
- Çevresel zonlardaki ısıtma, hava ile yapılması halinde, sulu sistemlere nazaran daha geç kullanıma hazır olur.
- Uç elemanlara ulaşmak için bırakılacak müdahale kapakları, mimari, dekorasyon sorunu yaratır.
- İç soğutma yükünün fazla olması, daha büyük hava miktarları gerektirecektir. Neticede mimarla birlikte fazlaca çalışmak gerekecektir.
- Merkezi cihaz arıza yaptığında bütün işletme (veya büyük bir bölümü) kesintiye uğrayacaktır.
- Hava dengelemesi gereklidir.
- Fanlarda önemli ölçüde enerji tüketilir. Enerjiyi havayla taşımanın maliyeti oldukça yüksektir.

4.2.1.3. Sabit Havalı Tek Kanallı Tek Zonlu Sistemler (Şekil 4.10)

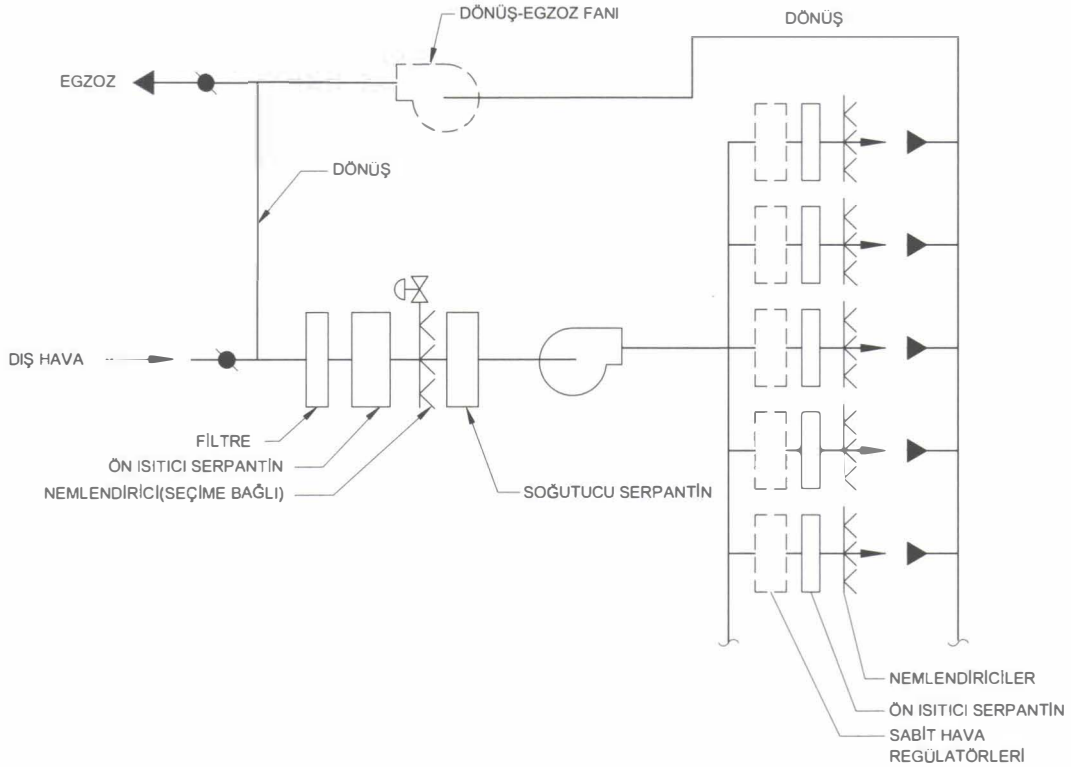
En basit, tek bir zona hizmet eden, sabit debili, üflenen hava sıcaklığı değiştirilebilen bir sistemdir. Otomatik kontrolle hacme üflenen hava sıcaklığı (ve isteniyorsa nem içeriği) kontrol edilir. Dikkatli bir dizayn ile, sistemin hizmet ettiği hacmin sıcaklık ve nem kontrolü çok güzel yapılabilmektedir. Sistem istenildiğinde, komşu sistemlere zarar vermeden durdurulabilir. Sistem egzoz fanı ilavesiyle, ara mevsimlerde uygun dış sıcaklıklarda, dış hava ile soğutma yapması sağlanabilir. Dönüş-egzoz fanı kullanılmazsa (sabit dış hava çalışma durumunda) bu olanaktan yararlanılamaz. Reheat sistemde, birden fazla zona hizmet verilebilir.



Şekil 4.9B. STATİK ISITMA YOK
(Hava tavandan sıcak (yazın soğuk) üfleniyor.
Kışın soğuk hava yerde hareket edebilir.
Oda içinde sıcaklık dağılımı homojen değil.)



Şekil 4.10. TEK KANALLI SİSTEM



Şekil 4.11. REHEAT SİSTEMİ

Şekil 4.11’de görülen bu sistemde hava miktarı, maksimum soğutma yükünün karşılanmasına göre seçilir. Soğutma yükünün azalması halinde, azalan yük miktarı kadar ısı, söz konusu hacimdeki reheat serpantin vasıtasıyla eklenerek, oda sıcaklığının sabit tutulması temin edilmektedir. Bu sistemde, konfor ve proses klimasında, ortam şartlarını çok hassas biçimde kontrol etmek olanağı bulunmaktadır. Hava miktarı, birden çok mahal olması halinde her odanın maksimum hava debileri toplanarak bulunur. Soğutma yükü ise blok yüküdür. Yani, maksimum yük saatinde oluşan her odaya ait, o saatteki yükler toplamıdır.

a. Reheat Sistem Avantajları

Odada istenen şartlar, hassas bir şekilde gerçekleştirilir. Laboratuvarlarda (yüksek egzoz miktarı olan yerlerde) hastanelerde, ameliyathanelerde, yoğun bakım ünitesi olan yerlerde kullanılır.

b. Dezavantajları

Çok pahalı bir işletme gideri vardır. Konfor uygulamaları için bazı enerji yönetmeliklerine aykırıdır. Çift kanallı sistemlerde (Şekil 4.12), merkezi santralde soğutulan ve ısıtılan hava, iki kanal ile mahallere gönderilmektedir. Burada her odada veya zonda, sıcak ve soğuk hava karışım valfiyle karıştırılıp istenen mahal şartları temin edilebilir. Çift kanallı sistemler, sabit havalı veya VAV esaslı olarak dizayn edilebilirler.

4.2.1.4. Değişken Hava Debili Havalı Klima Sistemleri (VAV Sistemleri)

VAV sistemlerinde (Şekil 4.13) odaya beslenecek hava bir merkezi santralde şartlandırılır (ısıtılır veya soğutulur) ve orta basınçlı bir kanal sistemi ve VAV kutuları yardımı ile odalara beslenir. Santral çıkışındaki hava şartları sabittir. Odaya verilen hava miktarı VAV kutuları vasıtasıyla değiştirilerek değişken yükler karşılanır. Yaz-kış bütün yıl boyunca santral çıkışında hava yaklaşık 16 °C mertebesinde sabit bir sıcaklıktadır. Soğutma gerekiyorsa odaya bu hava üflenir. Soğutma ihtiyacı azaldıkça, üflenene hava da azaltılır. Ara mevsimlerde ve kışın soğutma grubunun çalışmasına gerek yoktur. Dış hava sıcaklığı düşükse, damper ayarı ile dışardan daha fazla soğuk hava alarak bedava soğutma yapmak mümkündür. Isıtma ihtiyacı doğduğunda, VAV kutusu çıkışındaki reheat ısıtıcı devreye girerek istenen sıcaklıkta bir havanın odaya üflenmesi sağlanır. Bu ısıtıcı tercihen elektrikli ısıtıcı olmalıdır. Ancak uygulamada VAV kutusundaki ısıtma amacıyla sıcak su serpantinleri de kullanılmaktadır. Sıcak su ile ısıtma, tercih edilmemesi gereken problemli bir uygulamadır. Tavanda su boruların dolaşması, yer ihtiyacı ve su kaçak riski temel problemlerdir. VAV kutuları beslenen soğuk hava miktarını odadan aldığı kumanda ile ayarlayarak odanın soğutma yükünü dengeler. Bütün sistemde hava kısılarsa, besleme kanalındaki bir basınç sensörü yardımı ile santraldeki beslenme fanı debisi azaltılarak

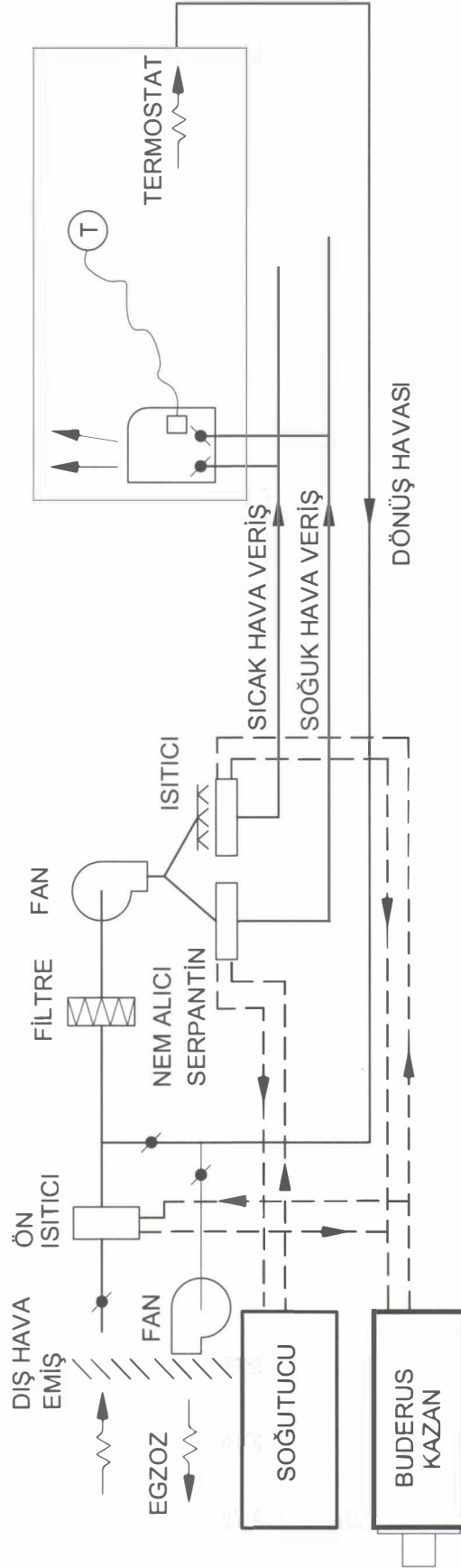
kanallardaki basınç sabit tutulur. Egzoz fanı debisi ise besleme fanına bağlı olarak değiştirilmektedir. VAV sisteminin başarılı uygulanması için seçilecek menfezin büyük önemi vardır. Menfezler, geniş aralıkta değişen beslenme havası debisi şartlarında, odada ideal hava dağıtımını yapabilmelidir. Adi menfezlerle düşük debilerde odada istenilen hava hareketi ve karışım sağlanamaz ve soğuk hava düşmeye başlar. Bunun için değişim oranı yüksek, yüksek indüksiyon oranlarını devam ettirebilen, hızlı hava karışımı ve iyi bir sirkülasyon sağlayan tipler seçilmelidir.

a. Avantajları

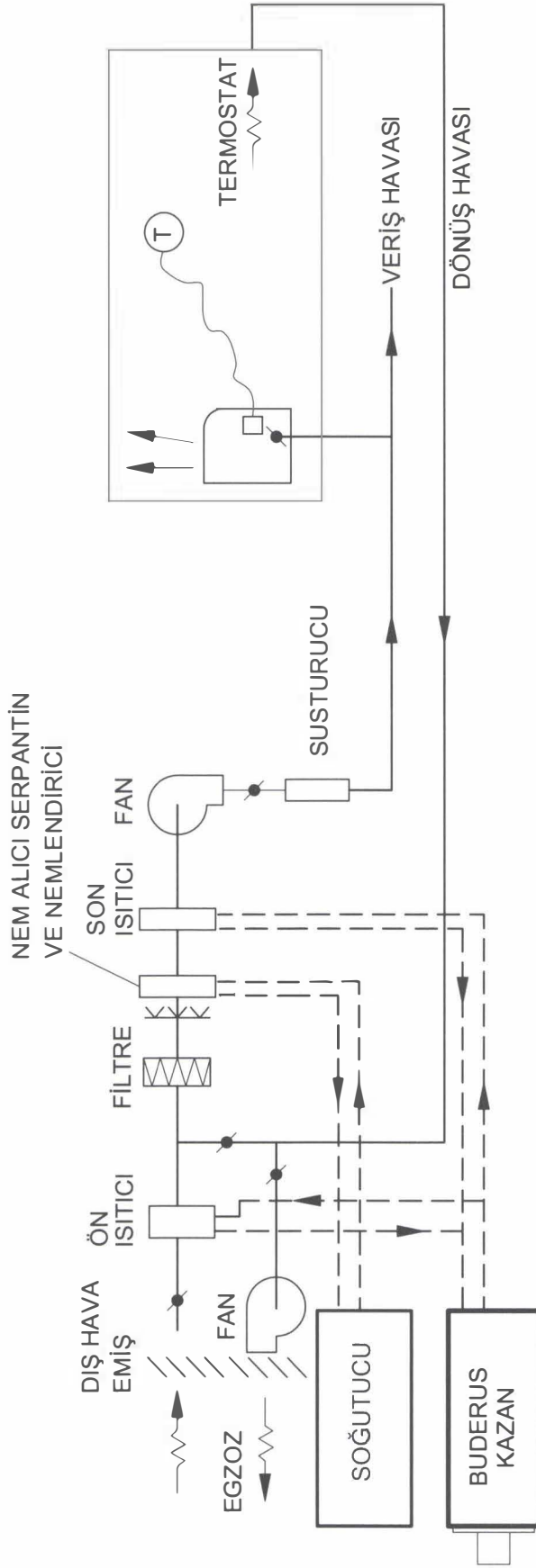
- İşletme maliyeti ve enerji gideri sabit debili konveksiyonel sisteme göre azdır.
- VAV sistemleri zonların yükleri ile ilişkili olan diversite avantajını kullanabilir.
- VAV sistemleri ile sınırsız sayıda zona servis verilebilir.
- Esnek uygulanabilme ve yerleştirilebilme kabiliyeti vardır.
- Kullanılabilir döşeme alanı oranı yüksektir.
- Sistem hava dengelemesini kendi kendine yapabilmektedir.
- Değişen yüklere etkin bir biçimde cevap verir.
- Bina otomasyon sistemine bağlanabilir.
- Mevsimsel değişim (change over) için özel provizyona gerek yoktur.
- Her zon için anında ısıtma ve soğutma sağlanabilir. Farklı zonlarda aynı anda ısıtma ve soğutma yapılabilir.
- İyi bir sıcaklık kontrolü ve yüksek ısıl konfor sağlanır.
- Sistem sessizdir.

b. Dezavantajları

- Yatırım maliyeti daha yüksektir.
- Değişen yüke bağlı olarak dış hava oranı değiştirilemediğinden, düşük yüklere yeterli taze hava beslenmesi problem olmaktadır.
- Belirli bir asma tavan yüksekliği gerektirir.
- VAV sistemler tam bir nem kontrolü sağlamaz, tam nem alma kapasitesi her zaman mevcut olmayabilir.
- Soğutma bataryasının kapasite kontrolü direkt olarak mekanın duyulur yüküne bağlıdır. Gizli ısı yükünü hissetmez.
- Merkezi cihaz tek bir zonda şartlandırma ihtiyacı olduğunda, binadaki diğer kullanılmayan zonlar şartlandırma istenmiyorsa bile kullanılmalıdır. Tüm zonlar boşalmadan merkezi cihaza gece işletmesi kontrolü uygulanamaz.
- Zon bazında enerji tüketimini incelemek ve ölçmek kolay değildir.
- VAV sistemler özel üfleme menfezleri ile kullanılırlar, sabit debili sistemlerin menfezleri uygun değildir.



Şekil 4.12. SABİT HAVALI ÇİFT KANAL



Şekil 4.13. TEK KANAL VAV

4.2.2. FAN COİL SİSTEMLERİ

Fan coil sistemi esas olarak tamamen sulu bir sistemdir. Bir merkezde hazırlanan sıcak su ve soğutulmuş su, bina içine dağıtılmış fan coil cihazlarına dağıtılır. Sıcak su bir sıcak su kazanında, soğuk su ise su soğutma grubunda (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 veya soğutulurak sirküle ettirilir. Bu amaçla sirkülasyon pompaları kullanılır.

Özellikle çok odalı binalarda ve kanal geçirmek için yeterli hacmin bulunmadığı uygulamalarda tercih edilir. Yüksek yapılı konutların yanı sıra otel, hastane ve ofis binalarında da kullanılan sistemlerdir. 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 rezervasyonların önceden bırakılması gerekmektedir.

Klima santralleri tarafından üflenene ve emilen taze hava için shaftlarda 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 herbirinin ilave maliyeti hesaplanmalıdır.

4.2.2.1. İki Borulu Sistem (Şekil 4.14)

İki borulu fan coil mevsime göre sistemi ya ısıtır, ya soğutur. Yüksek binalarda, duvarlara delik açılarak taze hava alınması tavsiye edilmez. Rüzgarla veya infiltrasyonla hava miktarı değişecektir.

a. Avantajları

- Her oda bağımsız kontrol edilebilmektedir.
- Her odadaki hava sirkülasyonu sadece o odaya özgü olup, bu nedenle diğer odaların havası birbirine karışmamaktadır.

- Pencere altlarına konulması daha uygundur (otellerde yer sorunu nedeniyle genellikle tavana monte edilir).
- Mevcut binalara klimatizasyon yapılması halinde, genelde boru çekmek kanal çekmekten kolaydır.

b. Dezavantajları

- Bütün sulu sistemler, diğer havalı sistemlere nazaran daha çok bakım gerektirir. Üstelik bu bakım işlemi, kullanım alanı içinde yapılmaktadır.
- Kondens tavalalarının ve borularının zaman zaman yıkanması gerekir.
- Hava filtreleri sıkça temizlik ister.
- Yazın bağıl nem miktarı fazla olmamaktadır. Bihassa iki yöllü oransal kontrol kullanılırsa, nem kontrolü güçleşir.
- Ara mevsimlerde istenen konforu (sabah ısıtma, öğleden sonra soğutma gerektiğinden) sağlayamaz.
- Konut gibi beklentisinin çok yüksek olduğu konfor tesislerinde ses istenmeyen, gürültü ise hiç istenmeyen bir unsurdur. Ses problemi, yıllar içerisinde artarak sorun olabilir.

- Fan coil sistemleri ile soğutucu akışkan debili klima sistemleri (VRV) karşılaştırılırsa; fan coil iç ünitelerinde batarya kapasiteleri VRV iç ünitelerinin batarya kapasitelerine nazaran çok daha büyüktür. Bu sebeple fan coil iç ünitelerindeki fanlar bu direnci yenmek amacıyla daha büyüktür; dolayısıyla daha seslidir.

Üniteler, pencere önüne konulması halinde genellikle 6 metre derinliğe kadar bir sahayı kapsayabilmektedir. Genelde su giriş sıcaklığı yazın 7-10 °C arasında seçilir, su miktarı değiştirilerek kontrol sağlanır. Kışın su miktarı genelde değiştirilmez, fakat su sıcaklığı düşürülür. Çok cephe- li binalarda, su miktarı tayininde, diversite dikkate alınabilir. Kolon çaplamalarında diversite dikkate alınmamalıdır. Sekonder pompa devamlı çalışmaktadır ve bu pompayı seçerken çok dik karakterli eğriye sahip olmamasına dikkat etmek lazımdır. Su hızı 2 m/s'nin altında olmalıdır. Aksi halde aşırı basınç kaybı oluşur.

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 odalardaki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyeleri için önlemler alınmalıdır (izolasyon, doğru yer seçimi vb).

- 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 paylaştırılması 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 kaydıyla). 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 paylaştırılması ile yaklaşık bir paylaşım yapılabilir.

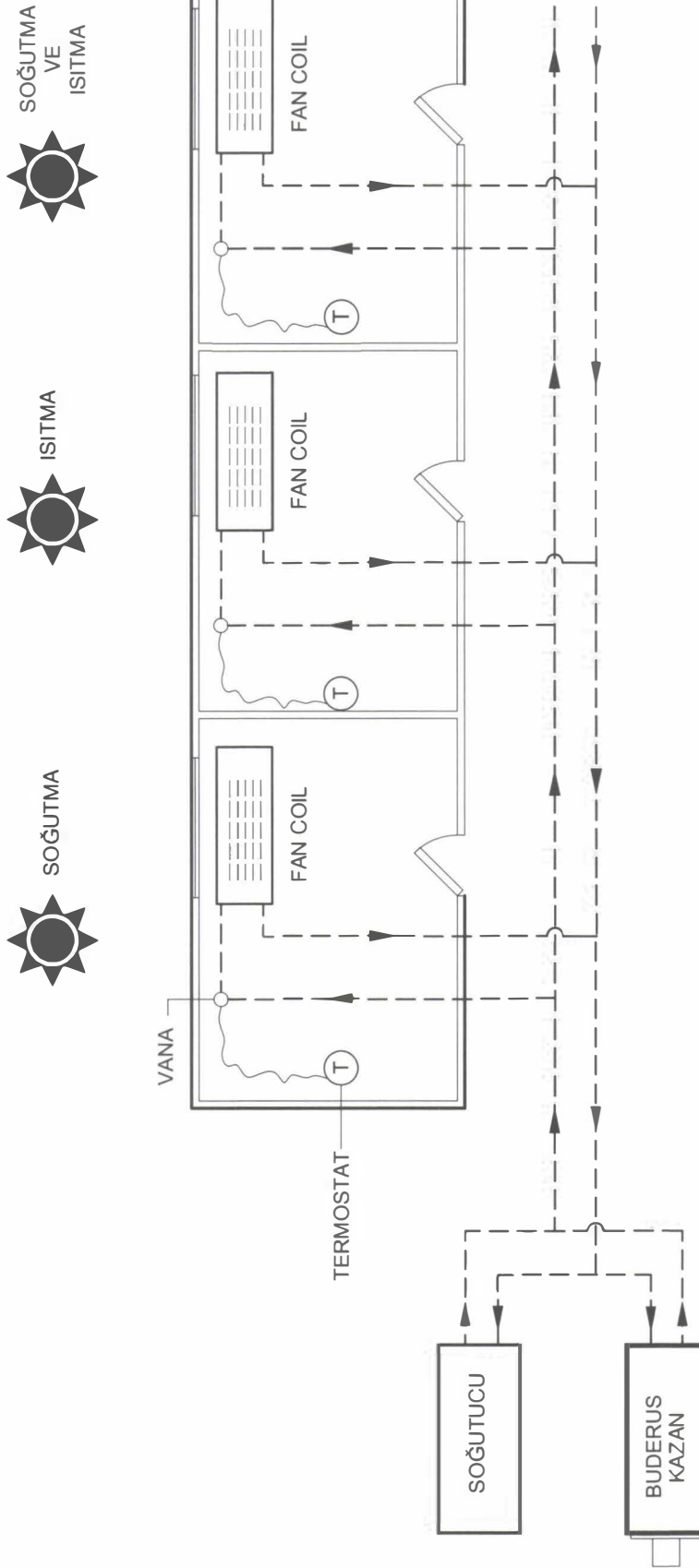
- Konut uygulamalarında kullanıcı tercihlerine göre olabildiğince bağımsız sistemler yaratılmalıdır. Kullanıcı istediği anda soğutma veya ısıtma komutlarından birini verebilmeli ve gerçekleştirebilmelidir. Bu nedenle olabildiğince 4 borulu fan coil sistemlerini tercih etmek gerekir.
- Fan coil sistemleri 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.

4.2.2.2. Dört Borulu Sistem (Şekil 4.15)

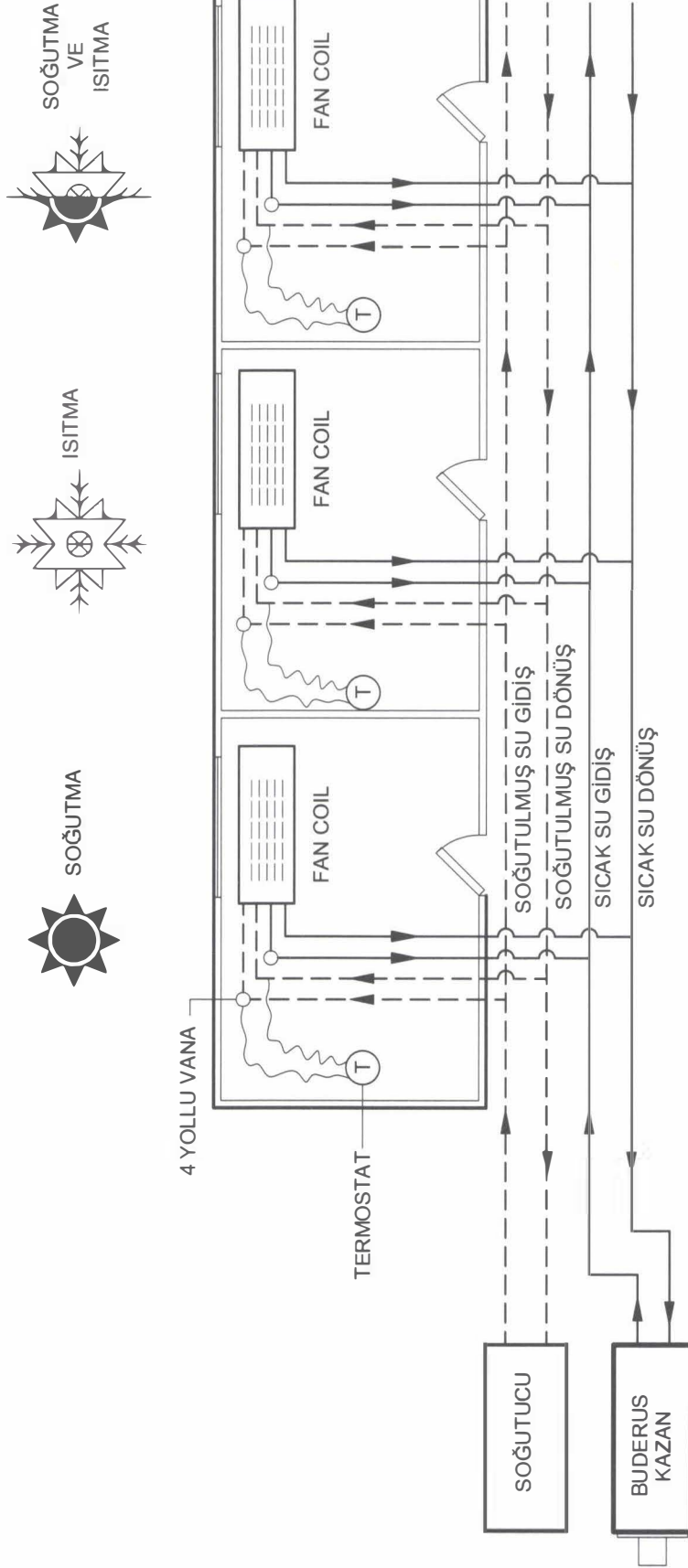
Dört borulu sistemde soğuk su gidiş, soğuk su dönüş, sıcak su gidiş, sıcak su dönüş olmak üzere 4 boru mevcuttur. Terminal ünitelerde, genelde biri ısıtıcı biri de soğutucu olmak üzere 2 ayrı serpantin mevcuttur. Primer taze hava bütün yıl boyunca sabit sıcaklıkta kalacak şekilde, bir santralde hazırlanarak kanallarla odalara beslenir. Primer hava için veya sekonder su devrelerinde zonlama yapmaya gerek yoktur.

İki borulu sistemle mukayese edersek:

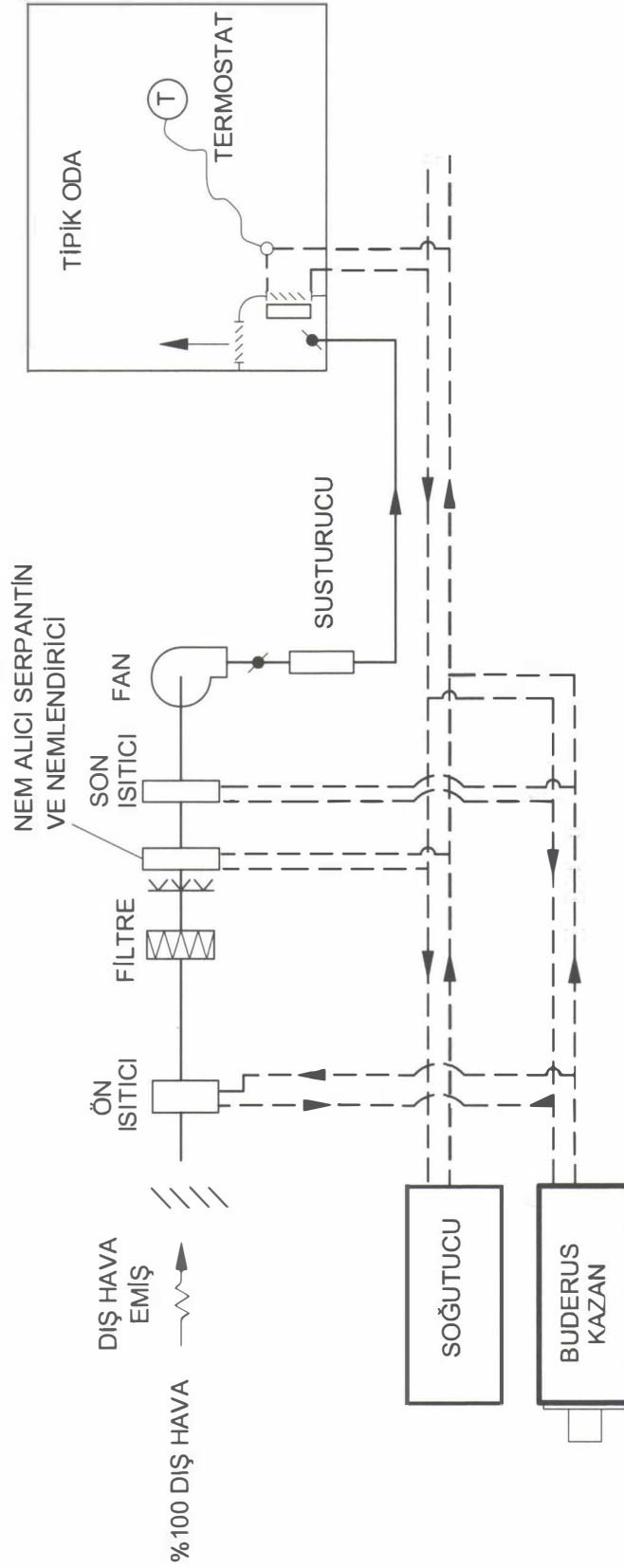
- İki borulu sisteme nazaran çok esnek ve yük değişikliklerine ani cevap veren bir sistemdir.
- Yaz kış change over yapılmasına gerek yoktur.
- Verimliliği fazla, işletme masrafları az, fakat ilk yatırım maliyeti yüksektir.



Şekil 4.14. İKİ BORULU SİSTEM



Şekil 4.15. DÖRT BORULU SİSTEM



Şekil 4.16. ENDÜKSİYON

Tasarımında dikkat edilecek hususlar:

- Ters dönüşlü boru (eşit direnç) sistemi uygulanırsa sistemin balans edilmesi kolay olur.
- Genelde, ünitelerdeki basınç kayıpları 3 mSS gibi yüksek tutulursa balans daha kolay sağlanır.
- Sıcaklık düşümü küçük tutulursa balans daha rahat olacaktır.
- Boruların izolasyonu (terlemeyen sistem dizaynlarında) gerekemeyebilir. Ama izole etmekte gene de yarar vardır. Cihaz giriş çıkışları vanalarla kesilebilmelidir. Vanalar tava üzerine alınırsa bunların izolasyon derdinden kurtulunur. Kolonlar üzerinde kesme, boşaltma, ayar vanalarının olması çok gereklidir.
- Terlemeyen serpantin dizaynı yapılmışsa, drenaj borusu kullanılmayabilir. Fakat otel ve apartmanlarda drenajın mutlaka çekilmesi gerekir.

4.2.2.3. Primer Havalı Fan Coil Sistemi

İnsanların ihtiyacı olan dış taze hava bir primer hava santralında hazırlanır. Bu cihaz dış havayı iklimlendirerek, kanallarla ya fan coilere göndermekte ya da odaya doğrudan üfleemektedir.

4.2.3. ENDÜKSİYON SİSTEMLERİ (Şekil 4.16)

Endüksiyon sistemi çok katlı binaların çevre odalarında, ofis binası, otel, hastane, apartman, gibi çok odalı binalarda kullanılırdı. Günümüzde endüksiyon sistemler artık pek kullanılmamaktadır. Yüksek binaların klimalandırılmasında minimum shaft gerektiren bir sistemdir.

a. Avantajları

- Az yer gerektirir (tam havalı sistemlerin aksine, duyulur ısı yükünün büyük miktarının su ile karışılmasından dolayı).
- Her odanın bağımsız kontrolü mümkündür.
- Minimum servis (fan motoru yok) ihtiyacı gösterir.
- Merkezi nem alma ve oldukça küçük bir merkezi sistemdir.
- Odalarda fan olmayacaktır.

b. Dezavantajları

- Change over işlemi benzerlerine göre daha problemlidir.
- Kontrol daha karmaşıktır.
- Sekonder hava devresi üzerinde filtre gereklidir.
- Primer hava devresini kapatmak mümkün değildir.
- Oda nem miktarını ayarlayabilmek için, primer su devresinde düşük bir sıcaklığı gerektirmektedir.
- Egzoz hava miktarı çok fazla olan yerlerde uygulanamaz.
- Genelde tesis edilmeyen drenaj borusunun olmayışı, aşırı insan yükünde veya penceresinin açık kalması halinde, önemli zararlara sebep olabilmektedir.
- Terminal ünitelerindeki basınç kaybından dolayı, enerji sarfıyatı fazladır.

4.2.4. AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI

Bu sistem ısıtmanın sıcak sulu kalorifer sistemiyle, soğutmanın kanal tipi split klima ile yapıldığı hibrit bir klima sistemi olarak tanımlanabilir.

a. Isıtma

- Isıtma cam altına monte edilen ısıtıcılar ile yapılmaktadır. Kışın cam yüzeyinden soğuyarak aşağıya inen hava, ısıtıcılar üzerinde ısınarak yukarıya doğru yükselir.
- Cam önlerine termostatik radyatör valfi monte edilmiş radyatörler (veya termostatik kontrollü elektrikli ısıtıcılar) yerleştirilir.
- Radyatörlerde ısınan hava yukarı doğru doğal sirkülasyon ile yükselir. Sıcak hava ortam havasına göre daha hafiftir. Bu nedenle yukarıya doğru kendiliğinden ve sessizce yükselerek, ortamı soğuk radyasyon etkisinden koruyan, bir sıcak hava perdesi oluşturur ve en iyi ısıtma konforunu sağlar.
- Termostatik vanalar ile ortam sıcaklığı istenilen değerde hep sabit kalır. Ortam sıcaklığının sabitlenmesi konfor ve yakıt ekonomisi sağlar.
- Kışın ortam havası sıcaklığı arttıkça, nem oranı da azalır. Nem oranı azaldıkça da grip olma riski artar. Termostatik vana kontrolü, dolaylı olarak odadaki nem oranının da kontrol edilmesini sağlayarak sağlıklı bir ortam hazırlar.
- Radyatörlere sıcak su, dış hava sıcaklığına göre kazan suyu sıcaklığını ayarlayan kontrol panel ile çalışan kalorifer kazanından gönderilir. Termostatik vanalar bu nedenle ani ısı yüklerini (güneş ışınları, içeriye çok sayıda insan girmesi vb) dengeler.
- Isıtıcılar (radyatörler) cam altına olabildiğince yaygın olarak yerleştirilmelidir. Geniş tip radyatörler yerine, dar tip radyatörler tercih edilmelidir (tekli alüminyum radyatör gibi). P100 tipi panel yerine P55 tipi panel radyatör kullanılmalıdır.
- Radyatörlerin hafif ve su hacminin az olması da otomatik kontrolü kolaylaştıracığı için, yakıt ekonomisine katkıda bulunacaktır.

b. Havalandırma ve Soğutma

- Havalandırma ve soğutma kanal tipi split klima cihazları ile yapılır. Taze hava, klima cihazının arkasından dışarıya açılan bir hava kanalı yardımı ile alınır (hava kanalı üzerine damper monte ediniz) veya bir booster fan (hız anahtarı ile devri kontrol edilen) yardımı ile klima cihazı emişine gelir. Dönüş havası ile taze hava karıştırılarak filtre edilir. Yazın soğutulmuş hava kanalları yardımı ile ortama ulaştırılır.
- Klimatize edilen hava ortama tavandaki anemostatlar veya alın menfezleri ile verilir. Yeterli sayıda anemostat (veya menfez) kullanıldığı için, hava ortama homojen bir şekilde dağıtılır ve en iyi konfor sağlanır.

- Uygun kesitlerle hava dağıtıldığı için ortamda tam bir sessizlik sağlanmaktadır.
- Egzoz ise, ayrı aspiratör ile yapılmaktadır. Egzoz havası varsa depo, kapalı garajlara; Adana, Antalya gibi bölgelerde asansör makine dairelerine (çok sıcak havalarda termik atmasını önlemek için) atölye hacimlerine üflenerek; bu hacimlerin az da olsa, ısıtılması ve havalandırılması ilave bir bedel ödemeksizin sağlanmaktadır. Ayrıca bu hacimler (+) basınçta tutularak tozdan arındırılabilir. Bu tip hacimler yoksa, veya çok ters tarafta kalıyorsa egzoz havası kondenserlerin üzerine atılarak, kanal tipi split cihazların verimleri arttırılabilir.
- Kat yüksekliği 2,6 metre olan hacimlerde bir anemostatdan ortama verilen hava miktarı 7.500 Btu/h kapasitesinde olmalıdır. 10.000 Btu/h değerini aşmamalıdır. Daha fazla kapasitede hava verilirse, ortamda ideal hava dağılımı gerçekleşmez, hız artar, soğuk bölgeler oluşur ve konfor bozulur. Kat yüksekliği 15 metre olan bir sergi holünde ise, bir anemostatdan 50.000 Btu/h kapasitesinde hava verilebilir.
- Duvar tipi split klimalarda duvardan yani tavana göre daha da alt seviyeden ortama 12.000-30.000 Btu/h gibi çok yüksek kapasitede soğutulmuş hava verilmesi, bu cihazların altında veya yakınında oturanların hasta olma riskini arttırmaktadır. Duvar tipi split klimalarda havalandırma imkanı yoktur. Ayrıca ses problemi oluşmaktadır. Salon tipi cihazlarda ise soğuk hava hacme tek bir noktadan verilmekte ve genelde konfor açısından en kötü uygulama örneklerinden birini oluşturmaktadır. Bu durumu kalorifer tesisatı yapmak yerine, büyük bir soba ile ısıtma yapmaya benzetebiliriz.
- Kanal tipi split klima cihazları ile hava ortama homojen olarak dağıtıldığı için, ortamda hava hareketi ve ses hissedilmeden ideal konfor sağlanmaktadır. Havalandırma ise 12 ay yapılabilir.

c. Amerikan Sistem Klimanın Avantajları

- Konfor
 - Hava dağılımı homojen yapıldığı için, rahatsız edici hava hareketleri oluşmaz.
 - Sessiz bir ortam sağlanır.
 - Isıtma cam altından yapıldığından, soğuk havada, ortamda soğuk radyasyon etkisi oluşmaz. Ortam sıcaklığı dış hava kompanzasyon panelli çalışan kazan ve termostatik radyatör valfleri sayesinde sabit kalır.
 - Soğuk hava ise tavandan verildiğinden, aşağıya inerken ortam havası ile karışır ve ideal dağıtım sağlanır.
 - Yazın kanal tipi klima cihazları nemi aldığı için, ortamda ideal hava şartları oluşur.
 - Ortama ihtiyaç kadar taze hava verilir ve egzoz edilir. Ortamda sigara dumanı (veya kokusu) içeren kirli hava oluşmaz.

- Ortama verilen taze hava, egzoz edilen hava miktarından biraz daha fazladır. Bu şekilde ortam (+) basınçta tutulur. Kapı ve doğramalardan fazla hava dışarıya kaçırılır. Ortama toz girmesi önlenir. Tozdan arındırılmış ortamda temiz hava konforu artırır, tozun getirdiği problemlerden (bilgisayar arızaları, sık sık toz alma ihtiyacı, masa, mobilya gibi malzemelerin toz alınırken çizilmesi, halıların ömrünün kısalması vb) çok büyük oranda kaçınılmış olur.
- İşletme Kolaylığı
 - Amerikan sistem klima tesisatını sekreterler veya büro çalışanları işletir. Ayrıca bir teknisyene ihtiyaç duyulmaz. Kalorifer sistemi haftanın her gününe ayrı ayrı programlanır. Örneğin kışın sabah saat 08.30'da ortam sıcaklığının 20°C olması isteniyorsa, Logamatic panel dış hava sıcaklığını ölçerek kazanı önceden çalıştırıp (soğuk havalarda daha da erken çalıştırır) 08.30'da 20°C oda sıcaklığı şartını sağlar. Pazar günü çalışmayan binalarda, pazartesi sabahı kazanı otomatik olarak daha erken çalıştırıp 08.30'da 20°C oda sıcaklığı şartını yine sağlar.
 - Soğutmada ise istenen sıcaklık dijital termostat üzerinde kolayca seçilir.
- İşletme Esnekliği
 - Ara mevsimde (Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ayları gibi) sabah ısıtma sistemi, öğlen saatlerinden itibaren otomatik olarak soğutma sistemi çalışabilir.
 - İşyerlerinde fazla mesai saatlerinde (akşam veya hafta sonu gibi) ise sadece birkaç odayı soğutmak (kışın da heat pump ile ısıtmak) mümkündür.
 - Esneklik ve ekonomi sağlanır.
 - Evlerde ve villalarda ise; gündüz salon, gece yatak odaları soğutularak ekonomi sağlanabilir.
- Servis Kolaylığı
 - Sistem elemanları arıza yapma riski olmayan basit ve uzun ömürlü cihazlardan seçilirse, servis ihtiyacı yılda bir defa genel bakım yapılması ve bölgeye göre ayda veya birkaç ayda bir defa filtre temizliğinden ibarettir.
 - Servis gereksinimi olan cihazların sayısı klasik sistemlere göre daha az sayıda olup, belirli hacimlere toplanmıştır. Servis çok kolay yapılır ve servis sonrası iz bırakma riski oluşmaz. Yaşam mahalleri içerisinde servis gereksinimi olan cihazlar yoktur.
- İşletme Maliyeti
 - Isıtma cam altından, soğutma ise tavandan yapıldığı için ısı transferi ideal şekilde yapılır ve enerji gereksinimi en aza indirilir.
 - Esnek bir sistem olduğu için işyerlerinde mesai saatleri dışındaki kullanımda binanın küçük bir bölümü ısıtılıp soğutulur ve enerji tasarrufu sağlanır.
 - Konutlarda ise istenirse gündüz salon, gece yatak odaları ayrı ayrı soğutulabilir.

- **Kuruluş Maliyeti**
- Kuruluş maliyeti klasik sistemlerden %20 ile %60 oranında daha ucuzdur.
Önemli Not: Kışın taze havanın ısıtma ihtiyacı, kanal tipi heat pump split cihaz kullanılması halinde (taze hava ihtiyacı %10 ila %30 arasında ise) bu cihaz ile karşılanır. Kazan kapasitesini hesaplarken, taze havanın ısıtma yükü eklenmez.
- **Ömür**
- Sistem elemanları çok uzun ömürlü olup, kaliteli cihazların kullanılması halinde ekonomik ömür 20 yıldan daha fazla olabilmektedir.

4.2.4.1. İşyerlerinde Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği

Amerikan sisteminin başarı ile uygulandığı ofis yapısı örneği Şekil 4.17 ve 4.18’de gösterilmiştir. Açık tek hacim olan showroom, bölmeli ofis odaları ve büyük seminer salonu gibi farklı karakterlerde hacimlerin bulunduğu 4 katlı bu ofis binasında 8 adet kanal tipi split klima cihazı kullanılmıştır. Her katta 2 adet olarak düzenlenen 50.000 Btu/h kapasiteli hava kanallı split cihazların üzerindeki içi akustik izoleli galvaniz sacdan yapılmış kutuya (plenum) verilmektedir ve eşit dirençle sahip çok sayıda kanal ile dağıtım yapılmaktadır. Böylece kanal çapı küçük tutulabilirken (en az

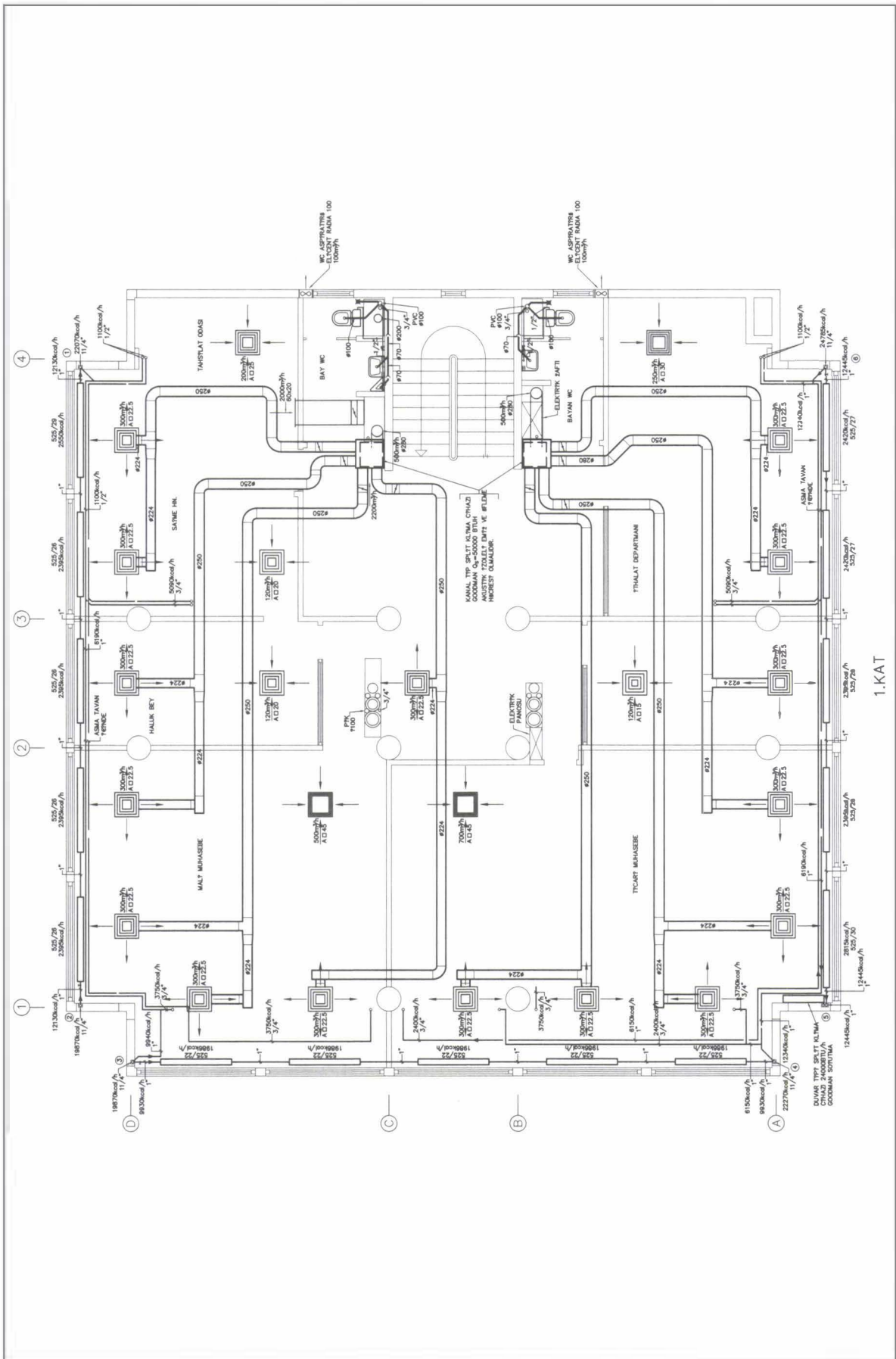
asma tavan içi yüksekliğe ihtiyaç duyuluyor) dengeli bir dağıtım da sağlanmış olmaktadır. Cihaz yerleşimi ve kanal dağıtımı yaklaşık simetriktr. Cihaz sayısına bağlı olarak sistemde 8 zon yaratılmıştır. Normal çalışma şartlarında yaklaşık %20 taze dış hava beslemekte ve aynı oranda hava asma tavan içinden egzoz edilmektedir. Isıtma ise sıcak sulu bir sistemle temin edilmektedir. Sistemde alüminyum radyatörler kullanılmıştır. Her biri radyatör girişinde termostatik vana bulunmaktadır. Böylece farklı zonların, farklı ısınma ihtiyaçlarına cevap verebilmektedir.

Şekil 4.17’de ofis katı planı görülmektedir. Şekil 4.18’de ise yaklaşık 100 kişi kapasiteli seminer salonu çözümü verilmiştir. Amerikan sistemde cihazlar başka bir odada bulunurken (örneğin depo amaçlı kullanılan bir odada) ortamda sadece kanallar dolaşır. Eğer bir asma tavan var ise asma tavan içinde de bulunabilir (Şekil 4.19).

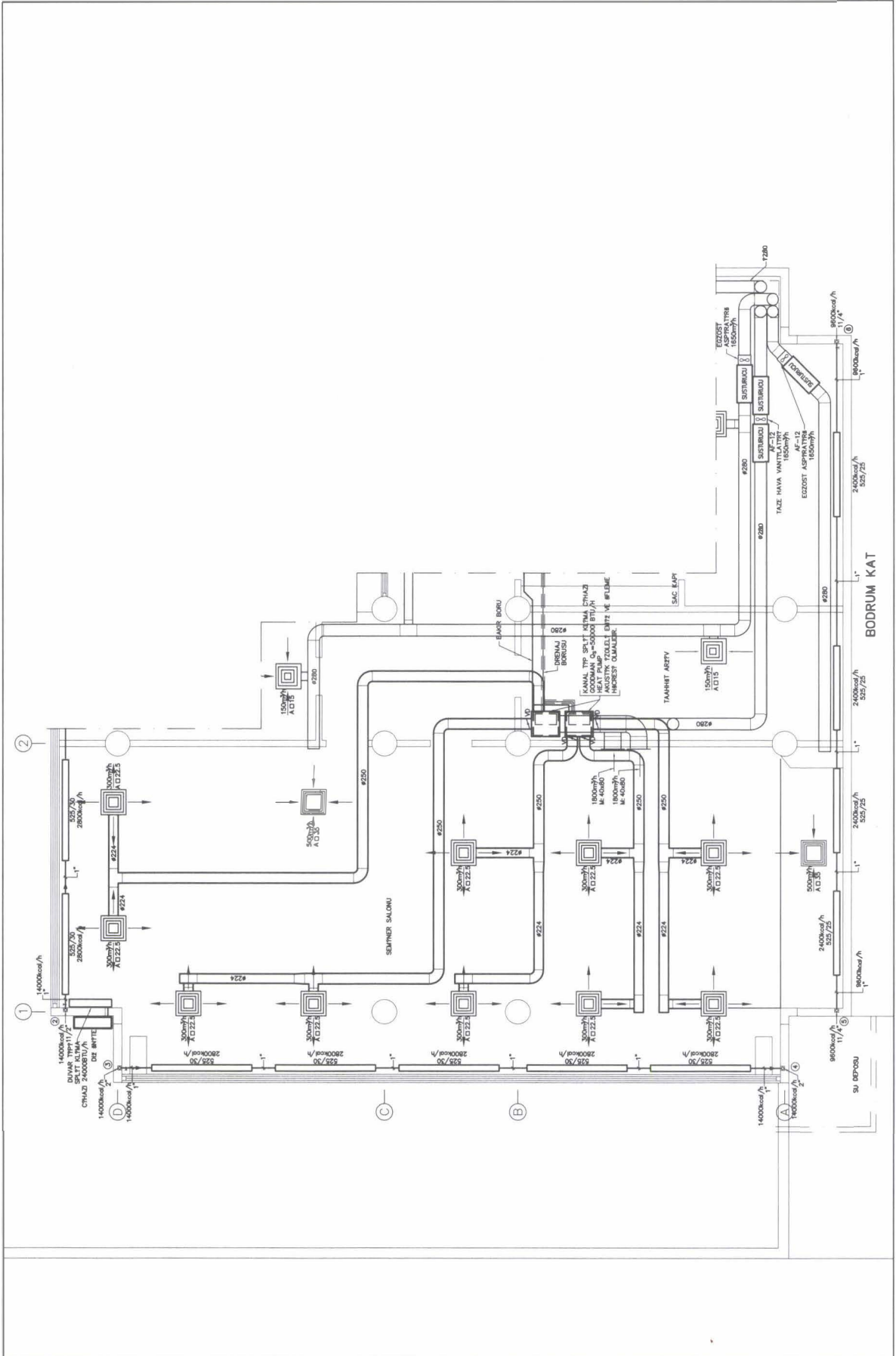
Kanallar estetik oldukları için açıktan da geçebilir (Şekil 4.20). Eğer küçük ve açık bir mekan soğutulacak ise dönüş kanalı çekilmeyerek serbest emiş yapılabilir (Şekil 4.21). Cihazın bulunduğu yan odanın kapısına bir transfer menfezi bırakılabilir (Şekil 4.22). Diğer bir alternatif ise kanal tipi klimanın özel bir dolap hazırlanarak ortamda bırakılmasıdır (Şekil 4.23).



Şekil 4.19. PASTAHANE UYGULAMA ÖRNEĞİ - ASMA TAVAN UYGULAMASI



Şekil 4.17. AÇIK OFİSTE AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI ÖRNEĞİ



Şekil 4.18. SEMİNER SALONUNDA KLİMA UYGULAMASI ÖRNEĞİ (120 kcal/h kapasiteli)



Şekil 4.20. MAĞAZA UYGULAMA ÖRNEĞİ
AÇIKTAKİ HAVA KANALLARI



Şekil 4.21. MAĞAZA UYGULAMA ÖRNEĞİ
KANAL TİPİ KLİMA DEPODA



Şekil 4.22. MAĞAZA UYGULAMA ÖRNEĞİ
SERBEST EMİŞ İÇİN DEPO KAPISINDAKİ TRANSFER MENFEZİ



Şekil 4.23. OFİS UYGULAMA ÖRNEĞİ
KANAL TİPİ KLİMA AÇIK OFİSTE ORTAMDA

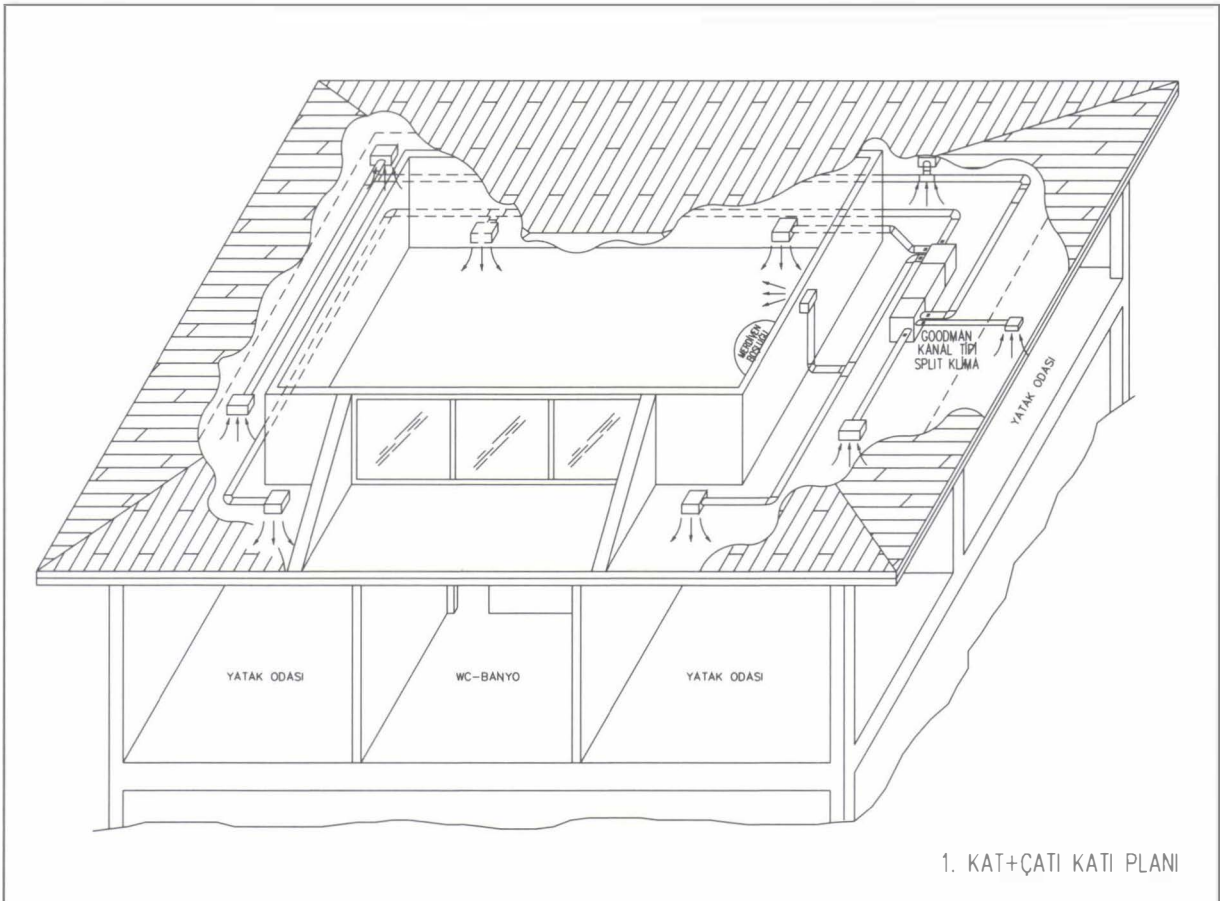
4.2.4.2. Konutlarda ve Villalarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği

Villa uygulamalarında çatı arasına yerleştirilecek cihazla çatı katını ve onun altındaki yatak odaları katını soğutmak ve havalandırmak mümkündür. Bu uygulamada asma tavan yapılması gerekmez. Sistem perspektif olarak Şekil 4.24'te görülmektedir. Bodrum katına yerleştirilecek cihazla da onun üzerindeki salon katı soğutulur. Şekil 4.25A ve B'de aynı villanın kat planı projeleri verilmiştir. Burada sıcak sulu ısıtma kısmı verilmemiştir. Bu sistemde gün içinde genelde salon katı, geceleri ise yatak odası katı kullanıldığından klimalar farklı sıcaklık ve zamanlarda çalıştırılarak hem zon kontrolü yapılmış, hem de enerji tasarrufu sağlanmış olur. Yıl boyunca soğutmaya İstanbul'da 3-4 ay ihtiyaç duyulur. Havalandırma ihtiyacı ise 12 aydır. Bu sistemde 12 ay boyunca havalandırma yapılabilmesi önemli bir avantajdır.

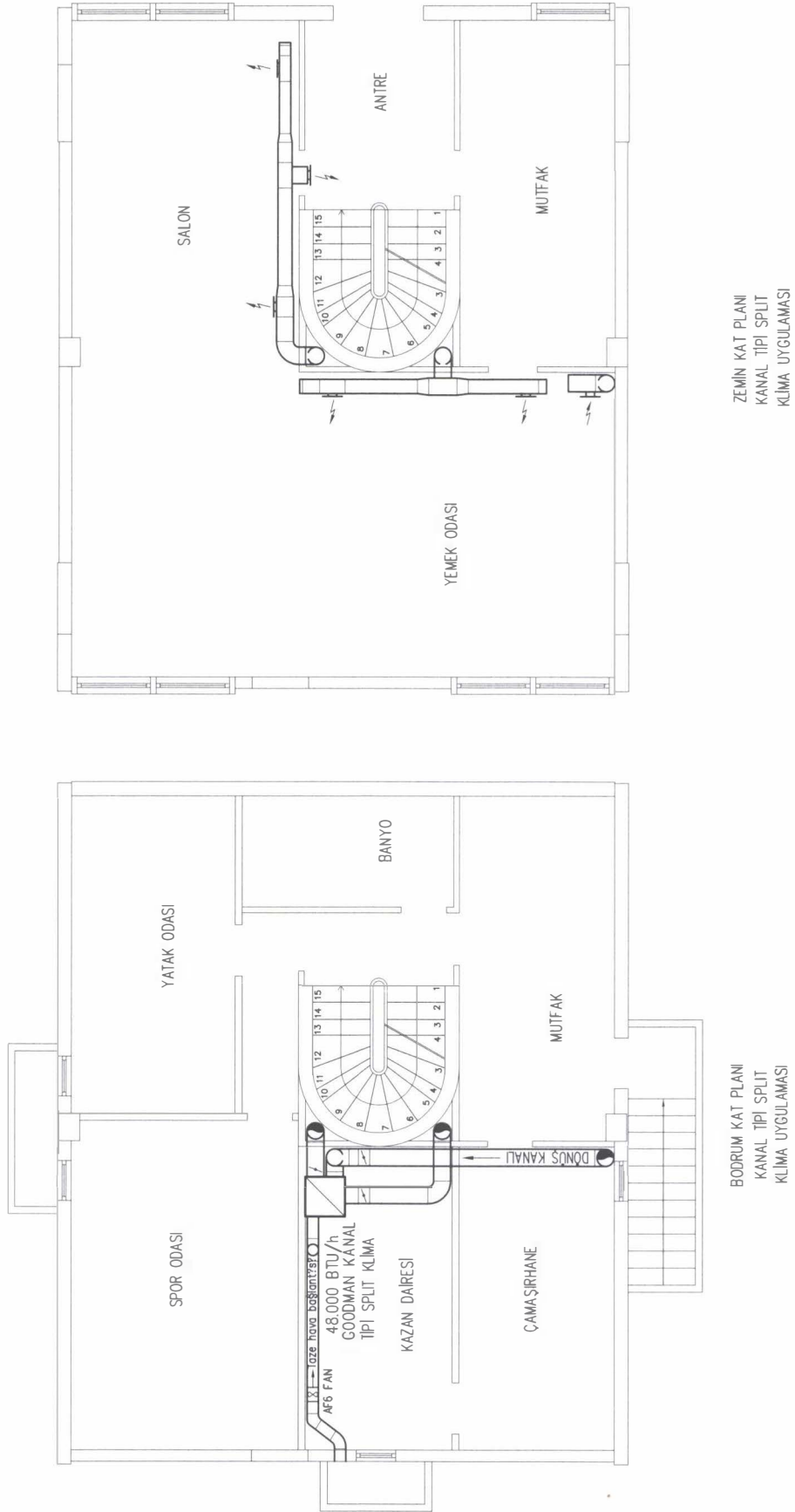
4.2.4.3. Çok Katlı Yapılarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği

Yukarıda anlatılan sistem tek katlı veya az katlı yapılarda uygulandığı gibi, çok katlı yapılarda da uygulanabilir. Bu yönde yurtdışında yapılan uygulamalar vardır. Çok katlı yapılarda bu sistemin yukarıda anlatılan avantajları

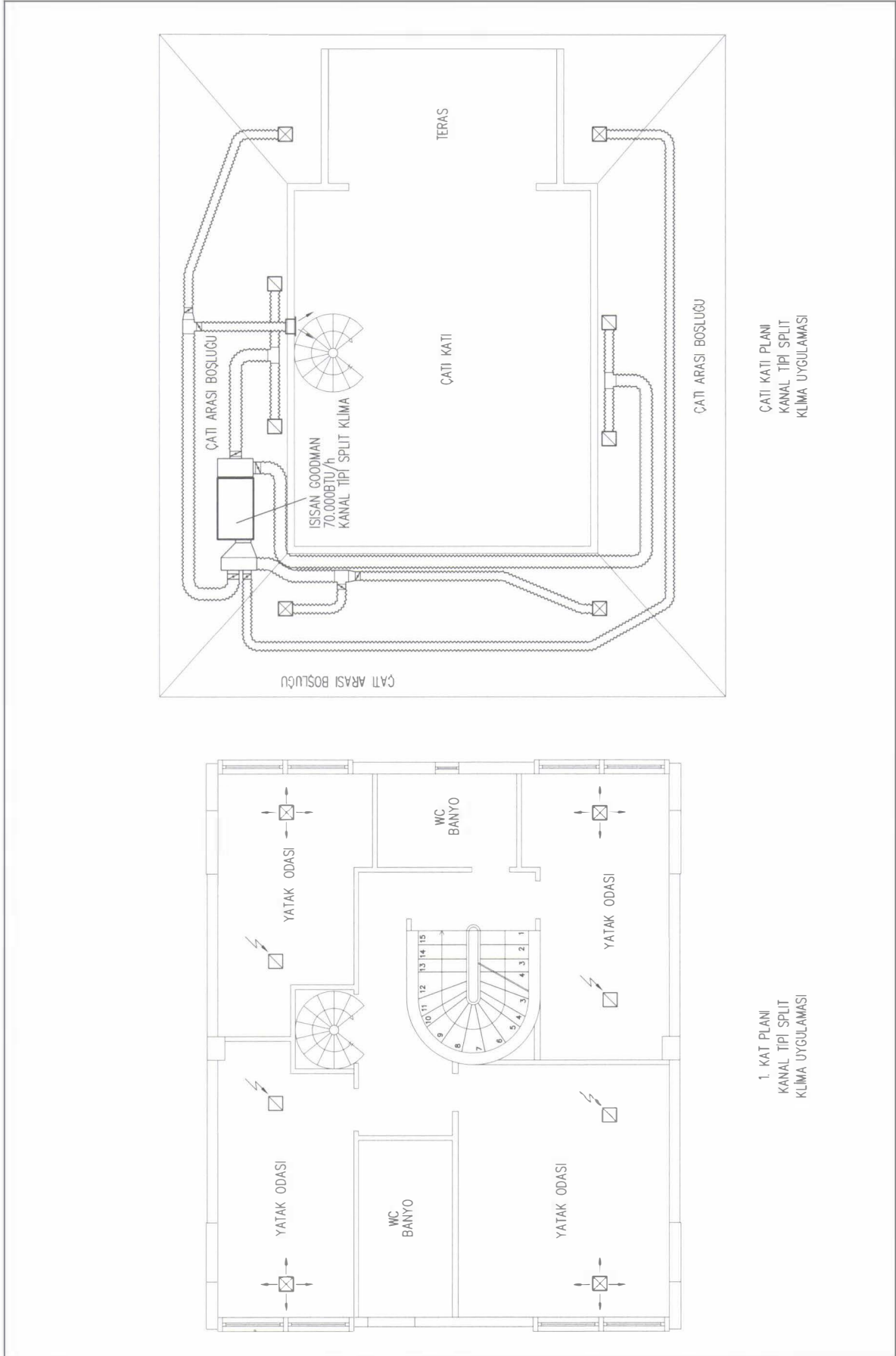
arasındaki esneklik özelliği öne çıkmaktadır. Sistem kat bazında kiralanın veya satılan büyük iş merkezleri için çok uygundur. Yerleşim sırasında yapılacak bölmelere uygun olarak anemostat yerleri ayarlanabilir. Enerji giderlerinin paylaşımı problem teşkil etmez. Kat kat yerleşim yerine, bütün bina tek bir firmaya ait olsa, mesai saatleri dışındaki kısmi kullanımlara en iyi cevap veren sistem budur. Personelin bulunmadığı yerler gereksiz yere ısıtılıp soğutulacaktır. Çok katlı yapılarda daha ziyade giydirme cephe söz konusudur. Giydirme cepheli binanın genellikle arka cephesinde ve tercihen köşede iç balkon biçiminde dış ünitelerin konulabileceği bir mekan oluşturulmalıdır. Böyle bir mekanın planında görünüşü Şekil 4.26'da verilmiştir. Dış üniteler bu mekana sıralanmakta ve bu mekan ön ve yan yüzlerinde yaratılan panjurlu yüzeyler sayesinde dış hava ile irtibatlandırılmaktadır. Mümkünse dış hava yan cepheden alınıp, ön cepheden atılmalıdır. Ön ve yan cephelerin görünüşü Şekil 4.27'de verilmiştir. Yan cephede hava tüm yüzeyden alınırken, ön cephede sadece belirli bir seviyenin üzerinde hava atışı için panjurlu yüzeyler bulunmaktadır. Eğer dış ünitelerin konulacağı mekan köşede oluşturmak mümkün olamıyorsa, arka cephenin ortasında oluşturmak düşünülebilir. Böylece hava panjurlu yüzeylerden alttan alınıp üstten dışarı atılacaktır.



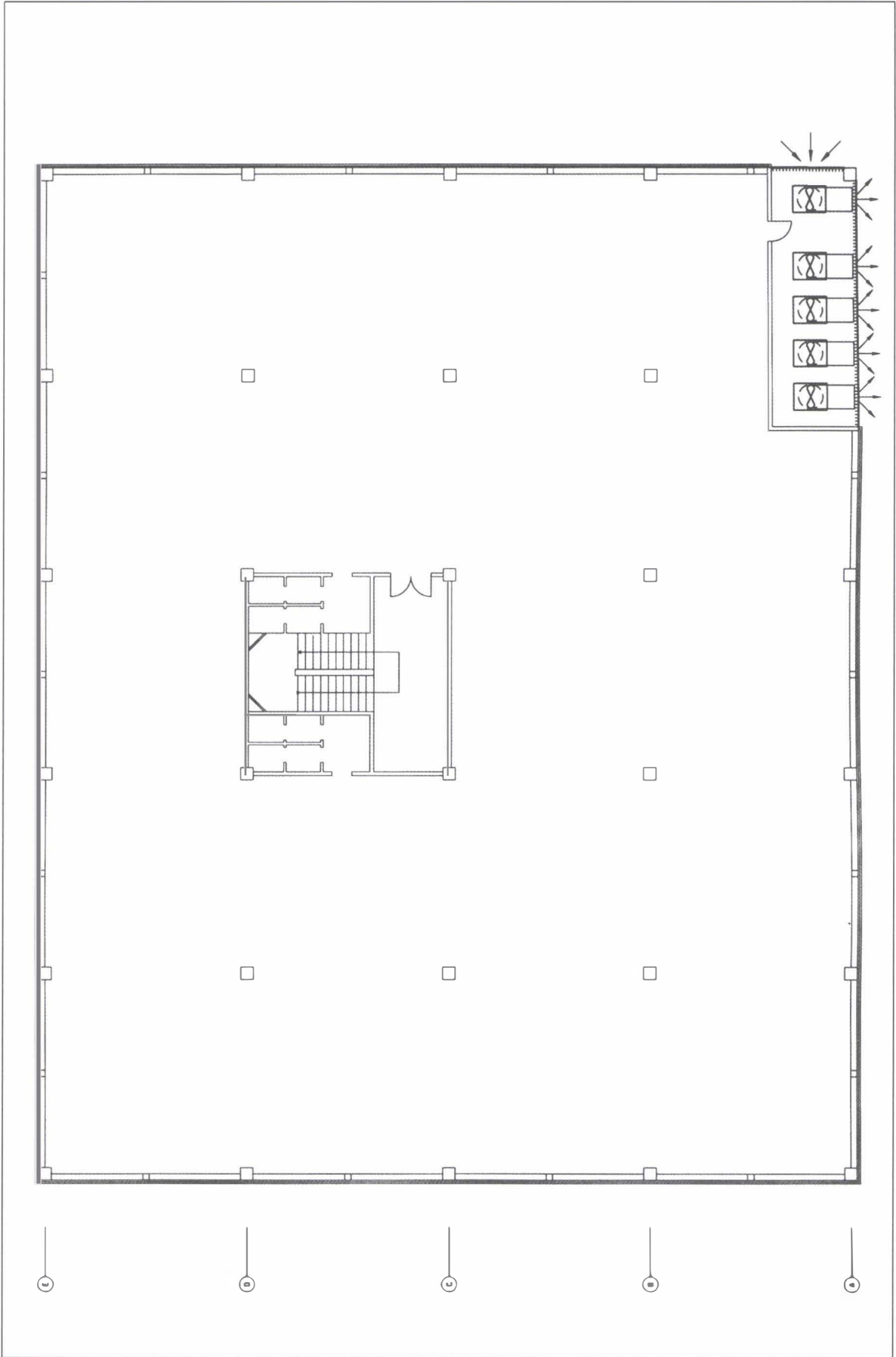
Şekil 4.24. KONUTLARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI PERSPEKTİF GÖRÜNÜMÜ



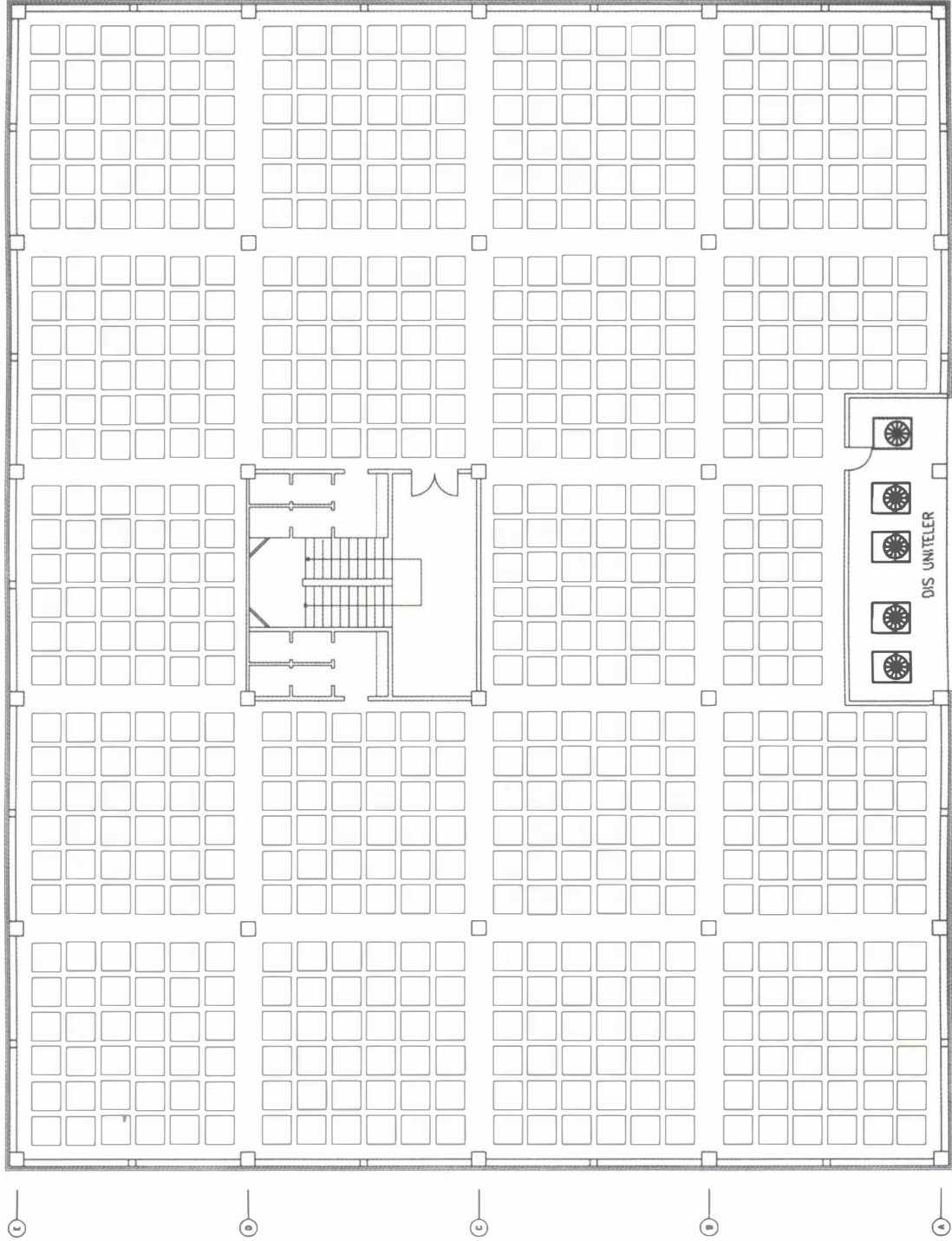
Şekil 4.25A. KONUTLARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI KAT PLANLARI



Şekil 4.25B. KONUTLARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI KAT PLANLARI



Şekil 4.26. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI DIŞ CEPHE CİHAZ YERLEŞİMİ - I



Şekil 4.27. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI DİŞ CEPHE CİHAZ YERLEŞİMİ - II

Bu durumda bütün bina arka cephesi görünüşü *Şekil 4.28*'de görülmektedir. Burada ele alınan bina tek katta $40 \times 20 = 800 \text{ m}^2$ alana sahiptir.

Her kat açık ofis olarak düzenlenmiştir. Buna göre her katta dört cephede dört dış zon ve bir de iç zon olmak üzere beş zon bulunmaktadır. Dış zonlar dış cephenin dört köşesinde oluşturulmuştur. Her zon kendi termostatından kumanda almaktadır. Klima sistemini oluştururken her zona bir adet olmak üzere her katta beş adet kanallı split klima cihazı kullanılacaktır. Sistemin oluşturulmasında çeşitli alternatif çözümler mümkündür. Burada üç alternatif çözüm üzerinde durulacaktır. Her üç alternatifte de ısıtma sistemi aynıdır. Pencere önlerine çepeçevre yerleştirilmiş termostatik vanalı radyatörlerle sıcak sulu merkezi ısıtma yapılmaktadır. Kazan otomatik kontrol paneli yardımı ile dış hava sıcaklığına bağlı olarak su sıcaklığını ayarlamaktadır. İç mekan sıcaklıklarının sabit tutulması ise termostatik radyatör vanaları ile sağlanmaktadır. Dolayısı ile her radyatör bir iç zon gibi hareket etmekte ve bağımsız olarak kontrol edilmektedir.

Doğal gazın yakıt olarak bulunması halinde, ısıtma kazanı olarak duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlarla oluşturulan bir kaskad sistem kullanılırsa, büyük yakıt tasarrufu sağlamak mümkündür. Bu amaçla kullanılacak sıcak sulu sistemi $70/55^\circ\text{C}$ gibi düşük sıcaklık sistemi olmalıdır. Isıtma konforu ve yakıt ekonomisi bakımından bu en iyi çözümü ifade etmektedir. Kazan için diğer bir alternatif, her katta duvar tipi

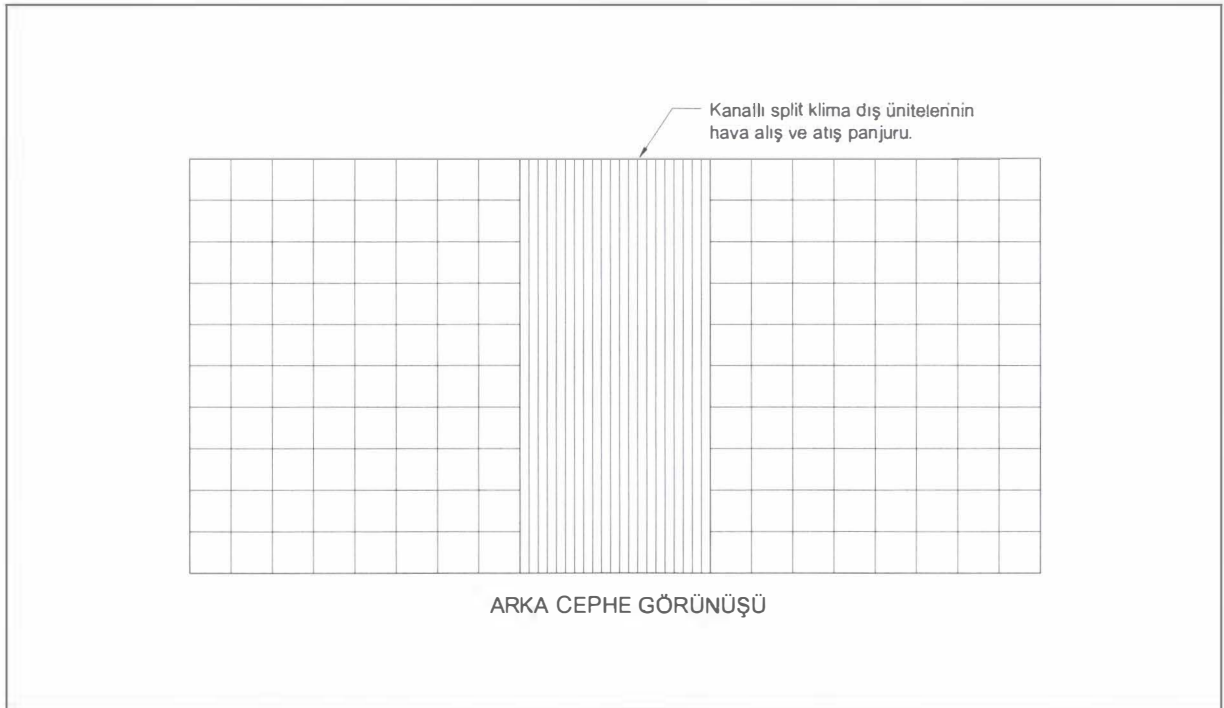
yoğunlaşmalı kazan kullanılmasıdır. Böylece bütün katlar ısıtma ve soğutma anlamında bağımsız hale gelmektedir. Bu çözümde kazanın konulacağı yer ve gerekli baca zorluk oluşturabilir. Eğer her kat için kazan konulamıyorsa, kış yakıt giderinin paylaşımı açısından yakıt payölçer kullanımı önerilebilir. Bu durumda ısıtma boru tesisatı klasik çift borulu çözüm yerine tek borulu sistem ile çözülmelidir. Tek borulu sistemde aynı zamanda önemli bir maliyet düşümü potansiyeli bulunmaktadır.

4.2.4.4. Alternatif Havalandırma Klima Sistem Çözümleri

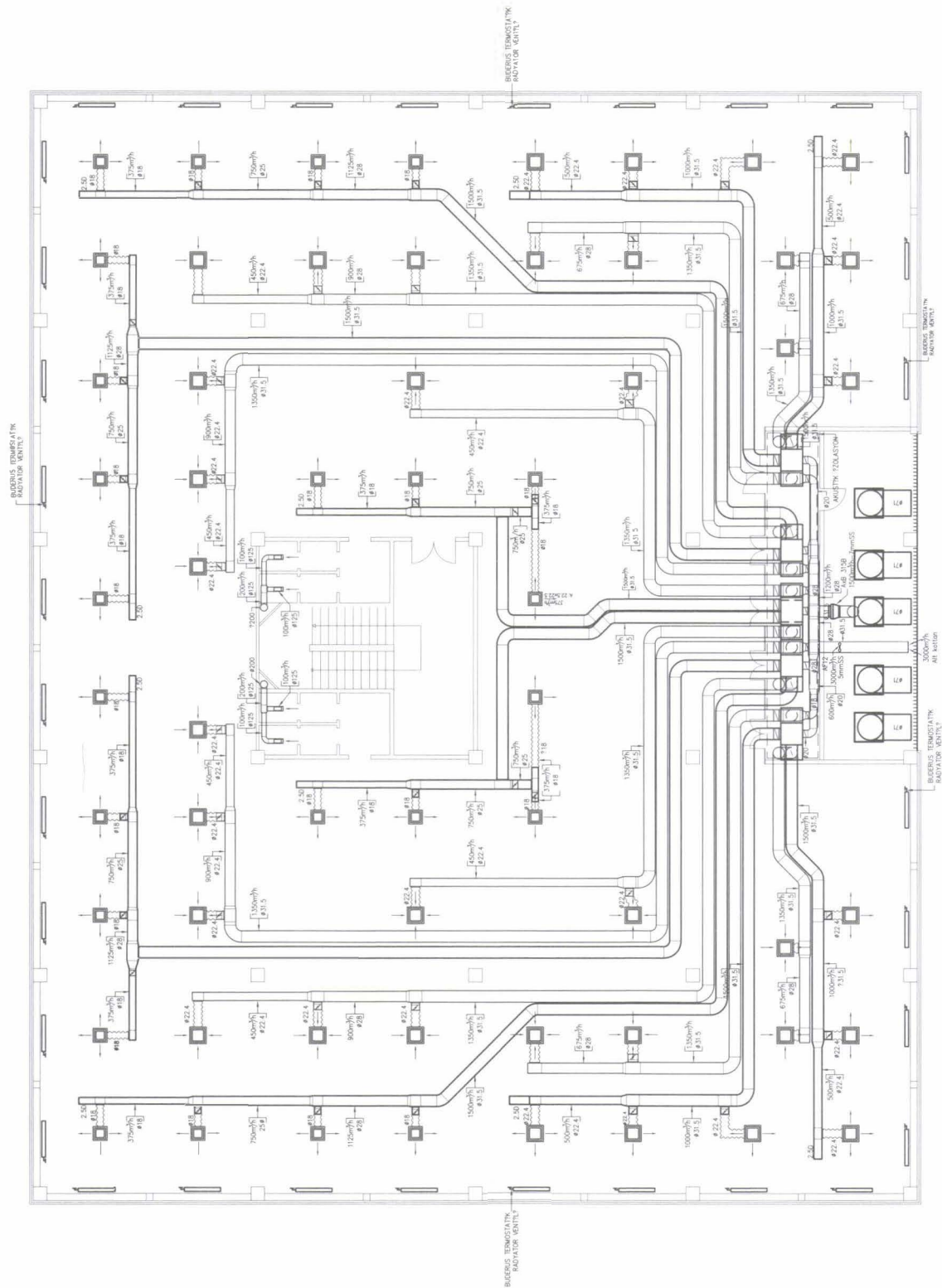
Dış üniteler her üç alternatifte de arka dış cephenin ortasında hazırlanan iç balkona konulmuştur. Birinci ve ikinci alternatiflerde iç üniteler hemen dış ünitelere bitişik olarak yaratılan hacimde yerleştirilmiştir. İç cihazların bulunduğu hacim bir bölme içine alınmıştır. İç ünitelerin bakımları bu bölme veya dolap kapakları açılarak kolayca yapılabilir.

a. Alternatif 1

Birinci alternatifte iç ünitelere ikişer adet gidiş ve dönüş kanalı bağlanmaktadır. Bu sisteme ait örnek uygulama projesi *Şekil 4.29*'da verilmiştir. Her iç üniteden iki gidiş kanalı çıkmakta, her bir kanal kolu köşe zonun bir cephesini beslemektedir. Yine aynı zonlardan havayı iki dönüş kanalı toplamaktadır. İç zonda ise simetrik bir kanal düzeni oluşturulmuş, iki simetrik kolla iç zonun çekirdeğinden verilen hava iç zonun çevresinden simetrik iki kanalla toplanmaktadır.



Şekil 4.28. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI BİNA ARKA CEPHE GÖRÜNÜŞÜ

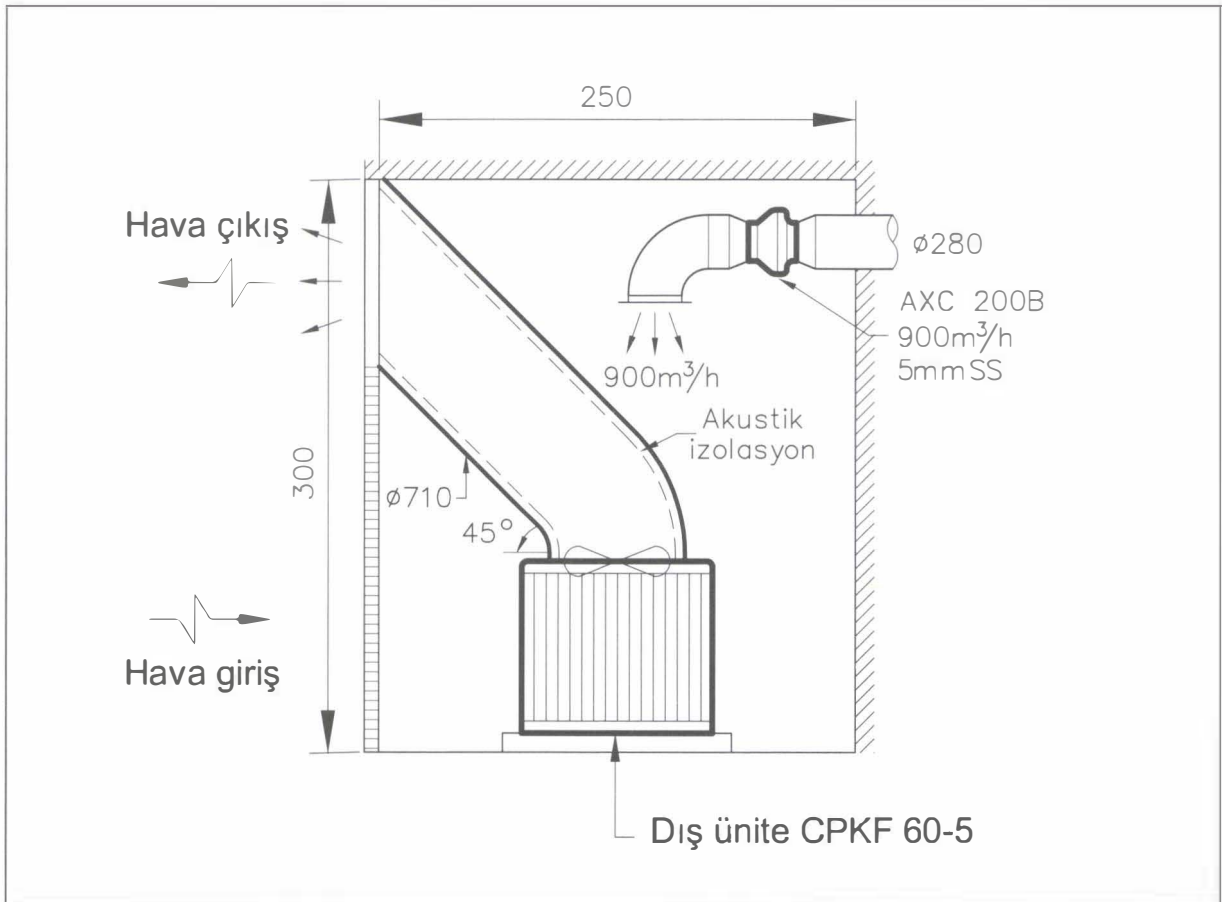


Şekil 4.29. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI (1. Alternatif çözüm için)

Her zon kendi termostatı ile kumanda almakta ve bağımsız olarak çalışmaktadır. Bu yöntemde kanal maliyeti yüksek olmakla birlikte mükemmel bir hava dağılımı ve zon kontrolü yapmak mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda sistem minimum ses düzeyine bu alternatifte sahip olmaktadır. Bu alternatifte ait dış ve iç ünite üzerindeki çözümlerin detayları Şekil 4.30'da görülmektedir. Dış ünite havayı ön yüz alt kotundaki panjurlu yüzeylerden almaktadır. Dış ünite fanı ile hareket ettirilen hava cihaz çıkışında, kanalla, ön yüzeyin üst kotundan dışarı atılmaktadır. Bu hava atış kanalı içten akustik kaplamalıdır. Akustik kaplama kalınlığı en az 50 mm olmalıdır. Dış ünitenin bulunduğu kapalı hacme aynı zamanda odadan dışarı atılan egzoz havası verilmektedir. Yaz şartlarında soğuk olan bu hava cihaz verimini arttırmaktadır. Isı pompası tipi cihazlarda aynı durum kış şartlarında da geçerlidir. Isıtma modunda sıcak egzoz havasının dış ünite üzerine verilmesi cihaz verimini artırır. İç ünitenin altında ve üstünde olmak üzere iki plenum oluşturulmuştur. Her iki plenum da içten akustik kaplamalıdır. Üstteki plenumdan iki gidiş kanalı çıkmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi dış cephe zonlarını besleyen

kanallar birbirine dik iki yüzden çıkmaktadır. 60.000 Btu/h kapasiteli cihazlar için yuvarlak kanal çapı 315 mm değerindedir. Dönüş kanalları da yine aynı boyuttur ve cihazın iki ayrı tarafından inerek toplama plenumuna bağlanmaktadır.

Cihazların her birinin dönüş kanallarından bir tanesinden $\varnothing 180$ mm bir kol alınarak bunlar bir plenum şeklinde $\varnothing 280$ mm kanalla toplanıp, yine $\varnothing 280$ mm bir kanal ucuna takılan booster fan şeklindeki egzoz fanı ile 1.500 m³/h debisindeki egzoz havası dış ünitelerin bulunduğu mekana atılmaktadır. Burada dışarıdan emilen dış hava ile karışıp cihaz kondenseri üzerinden geçtikten sonra dışarı atılmaktadır. Taze hava ise dış ünitelerin bulunduğu hacimden alt kottan hemen pancur önünden bir kanalla emilmektedir. 3.000 m³/h debisinde bir booster fan ile emilen taze hava $\varnothing 315$ mm ana kanaldan $\varnothing 200$ mm kollarla cihazların dönüş havası plenumlarına dağıtılmaktadır. Böylece tarif edilen sistemle her kat bağımsız olarak havalandırılmakta, pozitif basınç yaratılmakta ve yine her katta bağımsız beş zon yaratılmaktadır. Oluşturulan sistem son derece esnek ve maksimum enerji tasarrufu sağlayan bir özellikte olmaktadır.



Şekil 4.30. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI
DIŞ ÜNİTE DETAYI (1. Alternatif çözüm için)

b. Alternatif 2

İkinci alternatifte iç ünitelere birer adet gidiş ve dönüş kanalı bağlanmaktadır. Bu sisteme ait örnek uygulama projesi *Şekil 4.31*'de verilmiştir. Her iç üniteden bir gidiş kanalı çıkmakta ve bu kanal bütün zonu beslemektedir. Yine aynı zonlardan hava tek dönüş kanalı ile toplamaktadır. İç zonda simetrik bir kanal düzeni oluşturulmuştur. İç zonun çekirdeğinden verilen hava, iç zonun çevresinden simetrik olarak toplanmaktadır. Bu çözümde kanal maliyeti düşmektedir. Buna karşılık hava dağılımında dengeleme ön plana çıkmaktadır. Bunun için sistemde dengeleme damperleri oluşturulmuştur. Bu damperler anemostatlarda değil, kol girişlerindedir. Böylece ses problemlerine önlem alınmaktadır. Dış ünite hava akışı bir önceki çözümle aynıdır. Dış ünitenin bulunduğu kapalı hacme yine aynı zamanda odadan dışarı atılan egzoz havası atılmaktadır. İç ünitenin altında ve üstünde olmak üzere iki plenum oluşturulmuştur. Her iki plenum da içten akustik kaplamalıdır. Bu plenumlar doğal olarak daha küçüktür. Üstteki plenumdan çıkan yuvarlak kanal çap 450 mm değerindedir. Dönüş kanalı da yine aynı boyuttur ve cihazın altındaki toplama plenumuna bağlanmaktadır. Cihazların her birinin dönüş kanalından çap 180 mm bir kol alınarak bunlar bir plenum şeklinde çap 280 mm kanalla toplanmaktadır. Booster fan şeklindeki egzoz fanı ile 1.500 m³/h debisindeki egzoz havası bu plenumdan çap 280 mm bir kanalla alınarak dış ünitelerin bulunduğu mekana atılmaktadır. Taze hava ise yine dış ünitelerin bulunduğu hacimden alt kottan hemen pancur önünden bir kanalla emilmektedir. 3.000 m³/h debisinde bir booster fan ile emilen taze hava çapı 31,5 cm ana kanaldan çap 200 mm kollarla cihazların dönüş havası plenumlarına dağıtılmaktadır.

c. Alternatif 3

Üçüncü alternatifte dönüş kanalları bulunmamaktadır. Bu alternatifte özellikle sızdırmaz yuvarlak kanallar kullanılmalıdır. Her iç üniteden iki besleme kanalı çıkmakta ve havayı 1. Alternatifteki gibi dağıtmaktadır. Bu sisteme ait örnek uygulama projesi *Şekil 4.32*'de verilmiştir. Havanın dönüşü kanalsız olarak iç ortamdan cihaz fanlarının emişi ile sağlanmaktadır. Bu nedenle bütün iç üniteleri aynı yerde toplamak uygun değildir. Şekilde görüldüğü gibi örnek uygulama projesinde üç iç ünite eski yerindedir. Diğer iki iç ünite yapının ön taraflarında iki ayrı bölme içine yerleştirilmiştir. Bu çözümde de kanal maliyeti düşmekte buna karşılık iç hava hareketleri ilk çözümdeki mükemmellikte olmamaktadır. Dış ünite hava akışı bir önceki çözümle aynıdır. Dış ünitenin bulunduğu kapalı hacme çapı 200 mm bir kanal ve ucundaki booster fan ile iç hacimden emilen 900 m³/h hava atılmaktadır. Bu çözümde geri kalan diğer iki iç ünitenin egzoz havası her bir cihaz için

300 m³/h olarak iç ortamdan emilip, ortak baca ile çatı üzerinden dışarı atılmaktadır. Egzoz kanalı tuvalet egzozları ile birlikte iç cihaz dolapları içinden geçmektedir. İç ünitenin altında ve üstünde olmak üzere iki plenum oluşturulmuştur. Her iki plenum da içten akustik kaplamalıdır. Alt plenum doğal olarak daha küçüktür. Üstteki plenumdan çıkan yuvarlak iki kanal çapı 315 mm değerindedir. Taze hava yine dış ünitelerin bulunduğu hacimden iki bölmeyi ayıran ara duvar üzerinden alt kottan çap 200 mm kanallarla emilmektedir. Her cihaz için bir taze hava kanalı gerekmektedir. Dış ünitelere bitişik kısa kanallar için fana gerek yoktur. Ancak iç bölgelere yerleştirilen iki iç ünite için taze hava kanalları üzerine booster fanlar konulmalıdır. Bu yolla temin edilen taze hava alt plenumlara bağlanmaktadır. Aynı alt plenumlardan serbest olarak iç ortam havası emilmektedir. Bunun için iç ünite dolaplarının ön yüzlerinde panjurlu dolap kapakları kullanılmıştır. Son yıllarda gelişen ve özellikle Japonya'da yaygınlaşan bir başka sistem VRV sistemidir. Bu sistem çok katlı uygulamalarda kanallı split klimanın alternatifidir. Burada tek dış üniteden, farklı odalardaki çok sayıdaki iç üniteye soğutucu akışkan doğrudan beslenir. Kapasite kontrol iç ünitelerde soğutucu akışkan debisi ayarıyla gerçekleşir. Bir başka çok katlı yapı Amerikan sistem klima uygulaması *Şekil 4.33* ve *4.34*'de gösterilmiştir.

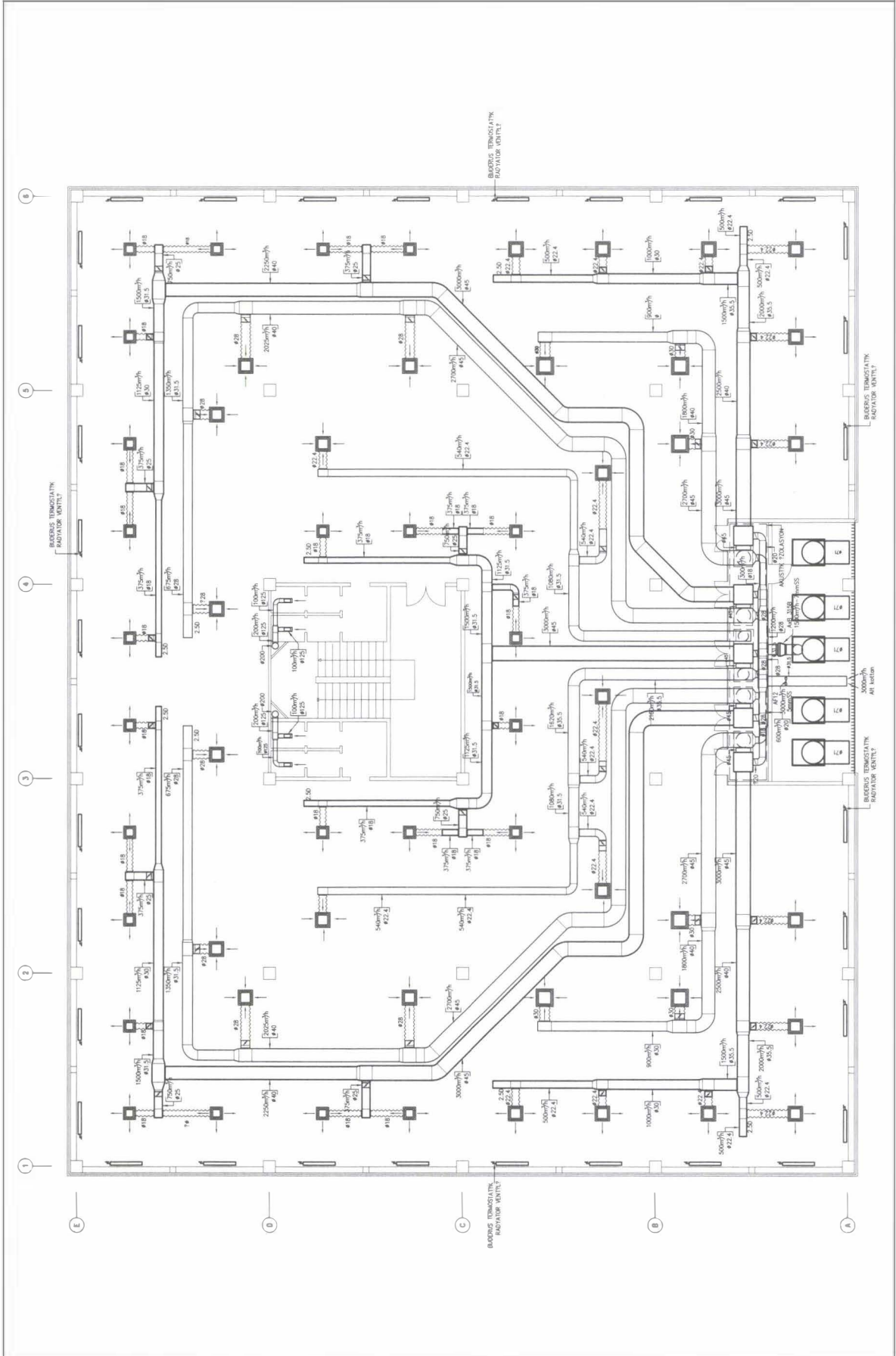
4.2.5. SOĞUK TAVAN SİSTEMLERİ

4.2.5.1. Sistem Prensipleri

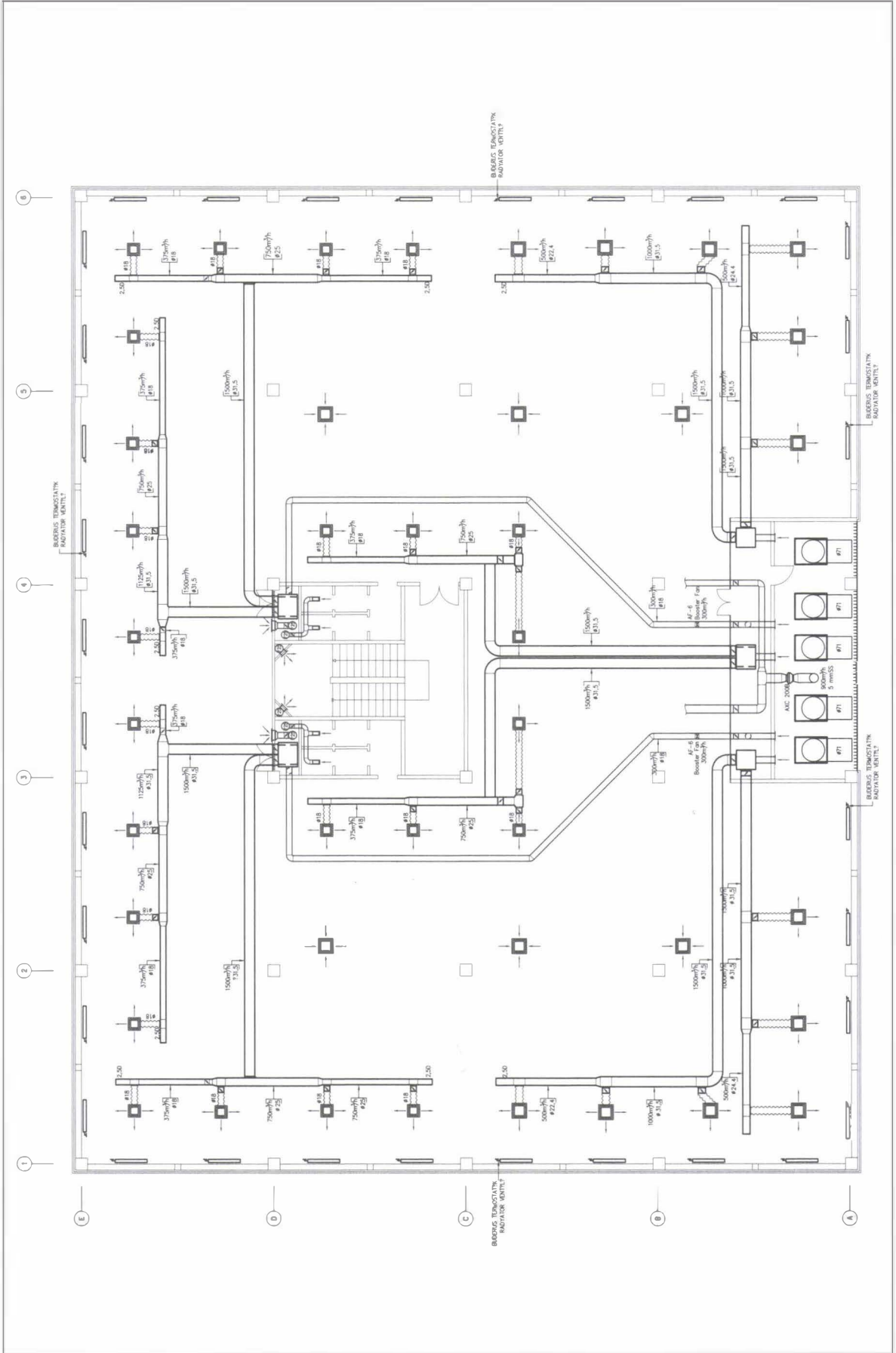
Soğuk tavan sistemi asma tavana veya tavan altına yerleştirilen, havayı doğal veya zorlanmış hava akımı ile soğutan soğutucu serpantinlerden oluşur. Soğutucu akışkan olarak su kullanılır. Soğuk tavan yüksek iç hava kalitesinin önemli olduğu; soğutma, havalandırma ve ısıtma yapılan yerlerde kullanılır. Direkt olarak oda içerisine yerleştirilen bu sistem, yoğunlaşma riski yüzünden iç havanın neminin yüksek olmadığı durumlarda tercih edilir. Soğuk tavan sistemine en çok rastlanan yerler açık ofisler, otel odaları, hastane oda ve koridorları, bankalar ve benzeri mekanlardır.

a. Soğuk Tavan Sisteminin Kullanılması Uygun Olan Yer ve Durumlar

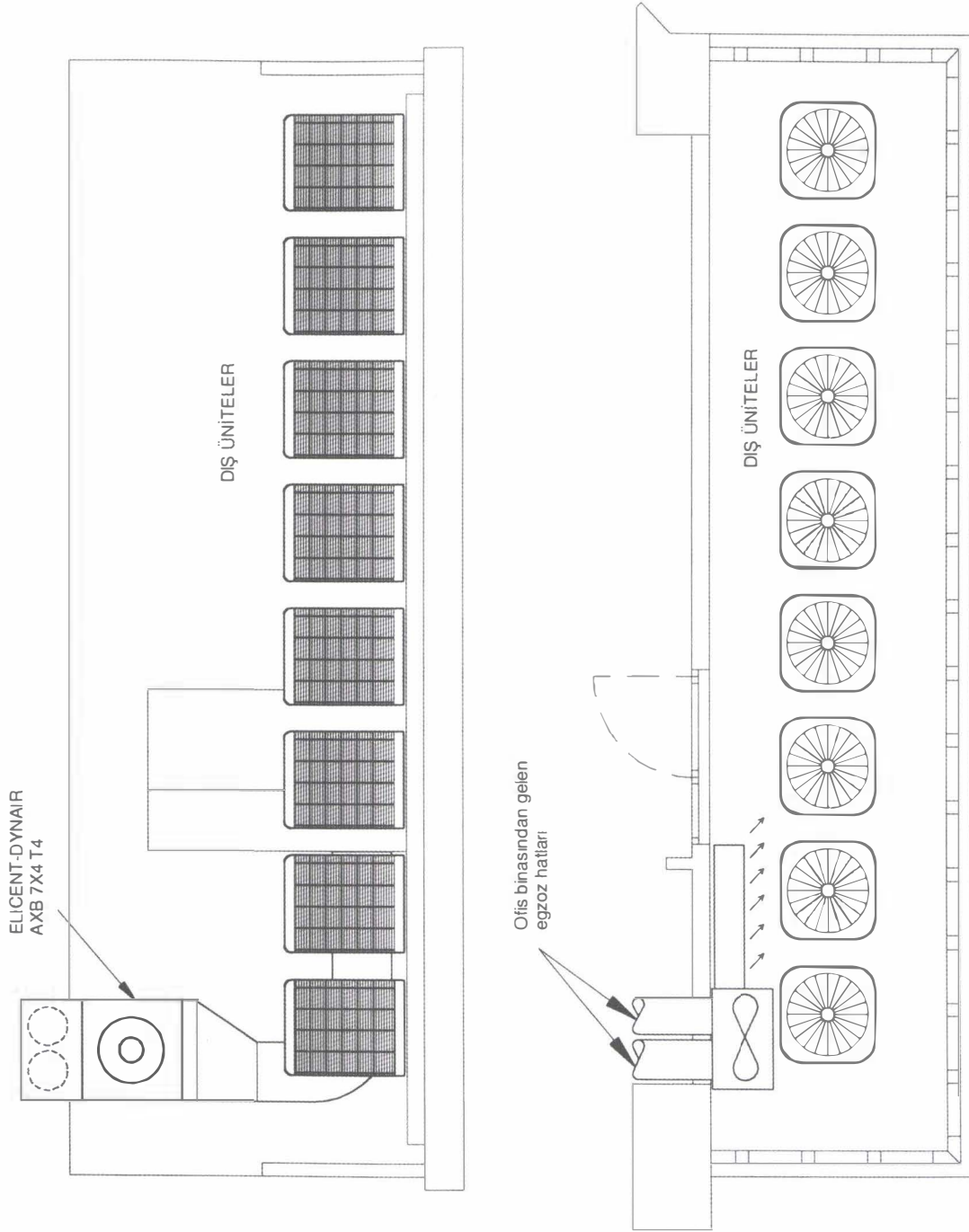
Soğuk tavan sisteminde akışkan olarak kullanılan suyun çok iyi bir enerji taşıyıcı olmasına bağlı olarak hem enerji tasarrufu yapılır hem de oda alanı en verimli şekilde kullanılır (**Bakınız İsisan Çalışmaları No. 351 Enerji Ekonomisi; 2.2.7. Enerjinin Taşınması**). Soğuk tavan sistemi kuru soğutma prensibine göre çalışır. Yoğuşmayı engellemek için mahal içerisindeki havanın nem oranı yüksek olmamalıdır. Klima santralinde taze havanın nemi alınmalı ayrıca bina içerisindeki olan infiltrasyon kontrol altında tutulmalıdır.



Şekil 4.31. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI (2. Alternatif çözüm için)



Şekil 4.32. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI (3. Alternatif çözüm için)



Şekil 4.33. ÇOK KATLI YAPILARDA ÖRNEK AMERİKAN SİSTEM UYGULAMASI DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ

130

b. Soğuk Tavan Sisteminin Kullanılması Uygun Olmayan Yer ve Durumlar

İnsan sayısının yüksek ve buna bağlı olarak havalandırma ihtiyacının fazla olduğu konferans salonları, sınıf ve toplantı odaları gibi yerlerde soğuk tavan sisteminin kullanılması sakıncalıdır. Kirilenme oranının ve ısı yüklerinin yüksek olduğu mahallerde VAV sistemlerin kullanılması daha uygundur. İnfiltrasyon riskinin bulunduğu (açık kapı ve pencerelerden) ve iç havanın nem oranının fazla olduğu yerlerde fan coil sistemlerin kullanılması tavsiye edilir.

c. İşletme Değerleri

Toplam duyulur soğutma (hava ve su) ihtiyacının 120 W/m^3 'nin altında olduğu yerler için, aktif soğuk tavan sistemi tercih edilir. Termal konfor şartlarının sağlanması için optimum soğutma kapasitesinin $60-80 \text{ W/m}^2$ arasında olması tavsiye edilir. Bu sistemde üflenlen hava hızları $1,5-3 \text{ l/s, m}^2$ değerlerindedir. Pasif soğuk tavan sisteminde ise toplam duyulur ısı yükünün $40-80 \text{ W/m}^3$ arasında olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Termal konforun şart olmadığı mahallerde sistem daha yüksek kapasitelerde çalıştırılabilir.

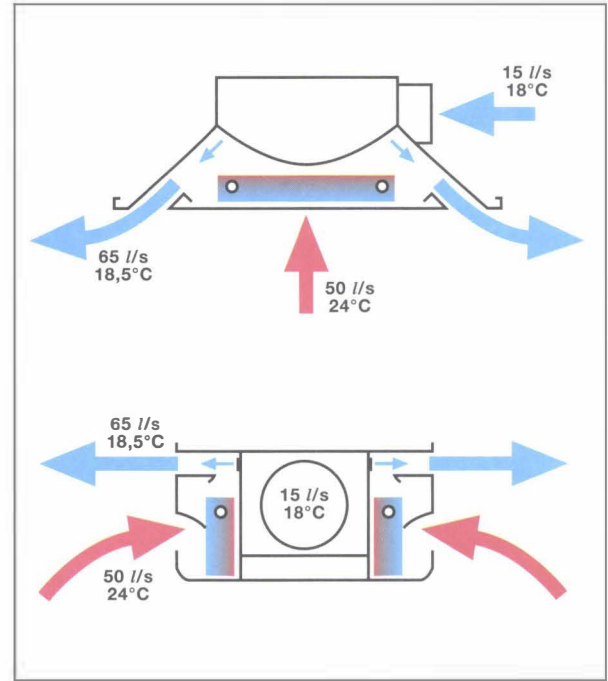
d. Aktif Soğuk Tavan Sistemleri (Şekil 4.35)

Aktif soğuk tavan sistemi soğutmanın yanında kanal bağlantısı ile odanın taze hava ihtiyacını da karşılar. İstendiğinde sistemde sıcak su kullanılarak ısıtma da yapılabilir. Bu sistemde zorlanmış konveksiyon ile ısı transferi iyileştirilmiştir. Yüksek soğutma kapasitelerinde dahi daha iyi bir hava dağılımı sağlanmıştır. Bu sistemde klima santralinden gelen taze hava soğuk tavan modülleri ile oda içerisine verilir. Taze hava, oda havasını indükleyerek soğutucu serpantininden geçmesini sağlar. İstenen rejime göre (ısıtma veya soğutma) soğuk tavan serpantininde $14-18^\circ\text{C}$ soğuk su veya $30-35^\circ\text{C}$ sıcak su dolaştırılır. Oda sıcaklığı, serpantininden geçen suyun debisi ile

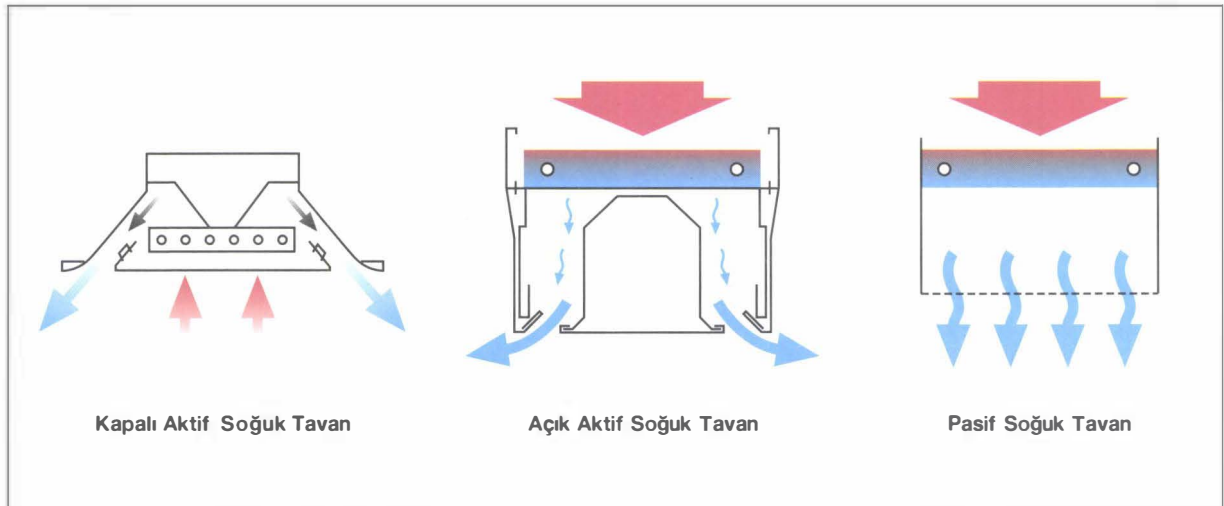
ayarlanır. Soğuk tavan modülünün her iki tarafında modül uzunluğundaki slot difüzörler tarafından, karışım havası odaya verilir. Aktif soğuk tavan sistemi hava akım yönüne göre açık ve kapalı olarak ikiye ayrılır (Şekil 4.36). Kapalı aktif soğuk tavana oda havası asma tavan içerisinde dolaşmadan direkt olarak serpantininden geçer.

e. Pasif Soğuk Tavan Sistemleri

Pasif soğuk tavan modüllerinde ısı transferi büyük ölçüde doğal konveksiyonla düşük oranda da radyasyonla sağlanır. Oda içerisine taze hava duvar, tavan veya yükseltilmiş döşemede bulunan difüzörler tarafından üflenir. Modül, bir kasa içerisine yerleştirilmiş soğutucu serpantininden oluşmaktadır.



Şekil 4.35. AKTİF SOĞUK TAVAN SİSTEMLERİ



Şekil 4.36. KAPALI-AÇIK AKTİF VE PASİF SOĞUK TAVAN

14-18°C arasındaki soğuk su, soğutucu serpantine gönderilir. Serpantin kanatları arasında dolaşan hava, çevresini saran havadan daha soğuk hale getirilir ve oda içerisine düşmeye başlar. Soğuk tavan sisteminde havalandırma sistemine bir bağlantı bulunmamaktadır. Bu durum modüllerin oda içerisine yerleştirilmesinde büyük esneklik sağlar. İstenirse asma tavanın içine yerleştirilebilen modüller, mimariye göre perfor tavan üzerine de monte edilebilir. Üfleme havası oda içerisine alt veya üst kottan üflenebilir. Pasif soğuk tavan sisteminde, oda içerisine taze hava girişini sağlayan menfez, difüzör gibi nihai havalandırma ekipmanlarının dizaynına dikkat edilmelidir. Yanlış yerleşim, pasif soğuk tavana olan hava akımını etkileyerek, sistem veriminin düşmesine yol açar. Pasif soğuk tavan modülleri, oda içerisine yerleştirilen duvar veya yer havalandırma üniteleri ile de kullanılabilir. Bu uygulamada soğuyan hava aşağı inerek düşük hızdaki taze hava ile karışarak oda içerisinde istenen kalitede hava karışımını sağlar.

4.2.5.2. Soğuk Tavan Sistem Tasarımı

Soğuk tavan dizayn değerlerini belirlerken, istenen iç hava şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Düzenli bir işletimin ve ısı konforun sağlanması için gerekli olan soğutma kapasitesinin ve taze hava oranının önceden hesaplanması şarttır. Yükselen soğutma kapasiteleri ile indüksiyon oranı (normalde 1:3-1:5) artış gösterir. Sistem değerlerini, gerekli olandan daha yüksek belirlemek maliyet açısından büyük yük getirir. *Tablo 4.37*'de değerler maksimum soğutma kapasiteleri ile taze hava debisi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Uluslararası standartlara göre iç hava tasarım değerleri *Tablo 4.38*'de verilmiştir. Bunlara göre soğuk tavan tasarım değerleri de *Tablo 4.39*'da verilmiştir.

a. Soğuk Tavan Sistem Tasarımı İçin Pratik Notlar

- Sistem tasarımı yapılırken gerçek soğutma yükleri ile hesap yapılmalıdır. Arttırılmış yükler hem daha pahalı bir çözüm sunar hem de konforsuzluğa neden olur.
- Bir çok durumda taze havanın neminin alınması gerekmektedir. Taze hava debisinin hijyenik ihtiyaçları karşılayacak şekilde (1,5-3 l/sn m³) (5-15 l/s modül-m) ve oda içerisinde oluşan nemi absorbe edecek miktarda olmasına dikkat edilmelidir. Taze hava debisinin yüksek olması oda içerisinde istemeyen hava akımlarına sebebiyet verebilir.

- Montaj ve bakım kolaylığı açısından dizaynda modül çeşitliğinin (tip, uzunluk vb) az olmasına dikkat edilmelidir.
- Soğuk tavan sisteminin ısıtıcı olarak kullanımında, gerçek ihtiyacın üstünde kapasite yüklemeleri sistemin doğru çalışmasını engeller. Sıcak su sıcaklığının mümkün olduğu kadar düşük olmasına dikkat edilmelidir (maksimum 45°C).
- İnfiltrasyonun engellenebildiği sürece, soğuk tavan sistemi sıcak ve nemli iklimlerde de kullanılabilir. Bunun yanında taze hava debisinin yeterliliği kontrol edilmelidir.
- Soğuk tavan sistemlerinde yoğunlaşma şu yollarla engellenebilir:
 - Soğuk su sıcaklığının yeteri derecede yüksek olması (14°C ve üzeri)
 - Taze havanın neminin alınması (Özellikle dış hava sıcaklığı 22°C'den yüksek ise)
 - Vana ve boruların izole edilmesi
- Kuru Soğutma yapıldığından sistemdeki borulama çapları daha büyüktür (gidiş - dönüş suyu sıcaklık farkı 2 - 4°C arasında).
- Oda sıcaklık kontrolü, klasik sistem olan 2 yollu on-off vanalarla sağlanmıştır.
- Soğuk tavan sistemi "free cooling" yapılmasına olanak verir.

b. Soğuk Tavan Yerleşimi

Pasif soğuk tavan sistemleri odanın kullanım alanlarının hemen üstüne monte edilmemelidir. Bunun nedeni doğal konveksiyondan oluşan hava hızlarının modül altında en yüksek değerlere ulaşmasıdır. Eğer pasif tavan modülleri pencere veya diğer yüksek ısı yüklerinin üstüne yerleştirilecekse, soğutma yüklerinde belli ölçülerde azalma olacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Perfore tavan üzerine yerleşim istenmeyen hava cereyanlarını büyük ölçüde azaltır. Fakat bu durumda istenen soğutma rejiminin garanti altına alınması için perfor alan açıklığının yeterli olduğuna (yaklaşık %50 açık alan) dikkat edilmelidir. Aktif soğuk tavan sistemleri odanın kullanım alanının tam üstüne monte edilmelidir çünkü modül altındaki hava hızı en düşük değerdedir (Eğer atış şekli yataysa). Eğer soğuk tavan modülü duvara yakın bir yerde konumlandırılmışsa asimetrik veya tek yöne atış ayarı gerekmektedir. Aktif soğuk tavan modüllerinin oda içerisine boylamasına yerleştirilmesiyle, tüm mevsimlerde oda içerisinde düşük hava hızları sağlanır. Daha uzun modüller kullanılarak metre başına

Taze Hava Debi Oranı (l/s m ³)	Soğutma Kapasitesi (W/m ³)
1,5	70
2,0	90
3,0	120

Tablo 4.37. MAKSİMUM SOĞUTMA KAPASİTELERİYLE TAZE HAVA DEBİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

düşen soğutma kapasitesi azaltılır ve istenen hızlar garanti edilmiş olur. Uzunlamasına yerleşim, cam yüzeylerin hala soğuk olduğu fakat oda içerisindeki yüklerden dolayı soğutma istenen geçiş mevsimlerinde de efektifdir. Soğuk cam yüzey üzerinde üflenen soğuk hava ile cam yüzey altındaki hava hızları artırılır (Şekil 4.40).

Oda içerisinde istenmeyen hava akımlarını önlemek için saptanan soğutma kapasitesi limitleri:

- Aktif soğuk tavan : Ortalama 250 W/m (maksimum 350 W/m)

- Pasif soğuk tavan : Ortalama 150 W/m (maksimum 250 W/m)

Taze hava ile oda havasının efektif karışması için belirlenen ısıtma kapasitesi limitleri:

- Aktif soğuk tavan : Ortalama 150 W/m

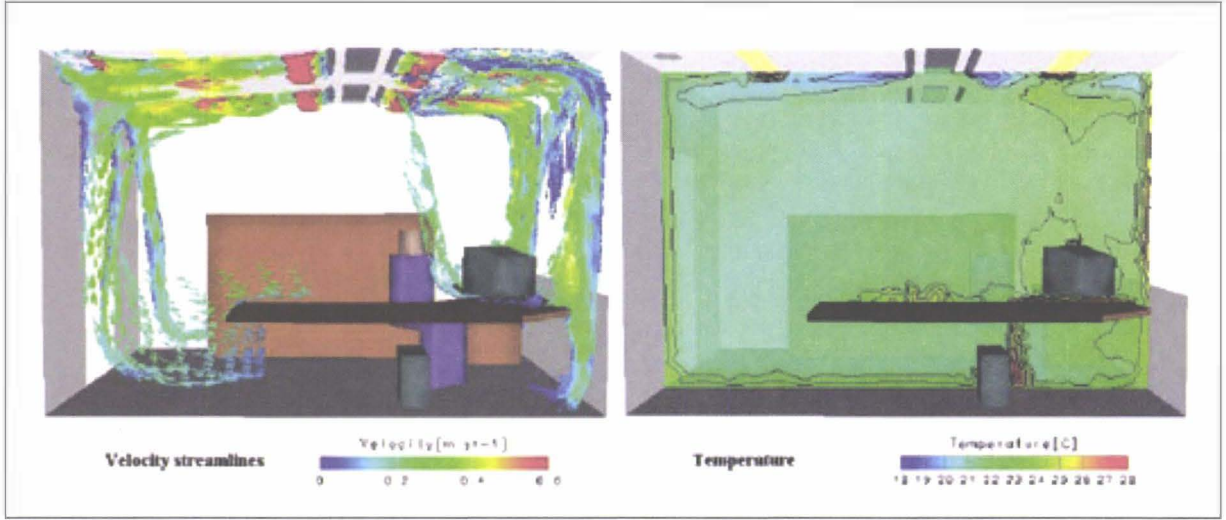
c. Bina Çevresine Yerleştirilen Soğuk Tavan Sistemi
Bina cephesine paralel uygulamalarda pasif soğuk

	Yaz	Kış
Sıcaklık		
Oda Sıcaklık Değerleri	24,5 ± 1,5°C	22 ± 2°C
Düşey Hava Sıcaklık Farkları	< 3°C	< 3°C
Pencerelerin Radyant Sıcaklık Asimetrisi	< 23°C	< 10°C
Tavanın Radyant Sıcaklık Asimetrisi	< 14°C	< 5°C
Döşeme Yüzey Sıcaklığı	19 - 26°C	19 - 26°C
Hava Kalitesi		
m Başına İstenen Taze Hava Miktarı	1,5...3 l/s m ²	1,5...3 l/s m ²
Kişi Başına İstenen Taze Hava Miktarı	8...20 l/s kişi	8...20 l/s kişi
Hava Hızları		
İstenmeyen Hava Akımları	< %15	< %15
Yaşam Alanı İçerisinde Ortalama Hava Hızları	0,18 m/s	0,15 m/s
Yaşam Alanı İçerisinde Maksimum Hava Hızı	0,23 m/s	0,18 m/s
Bağıl Nem Oranı	% 30 - 55	% 25 - 40
Ses Seviyesi Sınırları	NR20 - NR40	NR20 - NR40

Tablo 4.38. İÇ HAVA TASARIM DEĞERLERİ

	Yaz	Kış
Soğutma ve Isıtma		
Optimum Isı Kayıp ve Kazançları	60 - 80 W/m ²	25 - 35 W/m ²
Maksimum Isı Kayıp ve Kazançları	< 120 W/m ²	< 50 W/m ²
Yaşam Alanı Üzerindeki Pasif Soğuk Tavan Kapasitesi	< 150 W/m	-
Yaşam Alanı Dışındaki Pasif Soğuk Tavan Kapasitesi	< 250 W/m	-
Aktif Soğuk Tavan Kapasitesi (Yüksek İç Hava Kalitesi)	< 250 W/m	< 150 W/m
Aktif Soğuk Tavan Kapasitesi (Orta İç Hava Kalitesi)	< 350 W/m	< 150 W/m
Üfleme Havası		
Aktif Soğuk Tavan Taze Hava Debisi	5 - 15 l/s,W/m ²	5 - 15 l/s,W/m ²
Üfleme Havası Sıcaklığı (Optimum Konfor Değerleri)	18 - 20°C	19 - 21°C
Aktif Soğuk Tavan Basınç Kaybı (Hava Tarafı)	30 - 120 Pa	30 - 120 Pa
Oda Havası		
Aktif Tavan: Hava Sıcaklığı (Modül İçerisine Giren)	Oda hava sıcaklığı	Oda hava sıcaklığı + (0 - 2°C)
Pasif Tavan: Hava Sıcaklığı (Modül İçerisine Giren)	Oda hava sıcaklığı + (0 - 2°C)	-
Besleme Suyu		
15mm Boru Çapıyla Su Debisi (Türbülanslı Akış)	> 0,030 - 0,10 kg/s	> 0,030 - 0,10 kg/s
10mm Boru Çapıyla Su Debisi (Türbülanslı Akış)	> 0,015 - 0,04 kg/s	> 0,015 - 0,04 kg/s
Besleme Suyu Sıcaklığı	14 - 18°C	30 - 45°C
Basınç Kaybı (Su Tarafı)	0,5 - 15 kPa	0,5 - 15 kPa

Tablo 4.39. SOĞUK TAVAN TASARIM DEĞERLERİ



Şekil 4.40. SOĞUK TAVAN İLE SOĞUTMA



Şekil 4.41. FARKLI SOĞUK TAVAN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

tavan modülleri pencerelere, cam cephelere yakın yerleştirilir. Buradaki amaç oda içerisine nüfus eden radyasyon enerjisi yüzünden yüksek soğutma yükü ihtiyacını engellemektir. Radyasyonun, özellikle dış cepheden uzak hava akış yönlerine ve hava sıcaklıklarına olumsuz etkisini azaltır. Ayrıca cam yüzey üzerinde ısınan hava yüzünden artan hava-su sıcaklık farkı nedeniyle soğuk tavanın soğutma kapasitesinde artış olur.

d. Tüm Sistem Çözümü

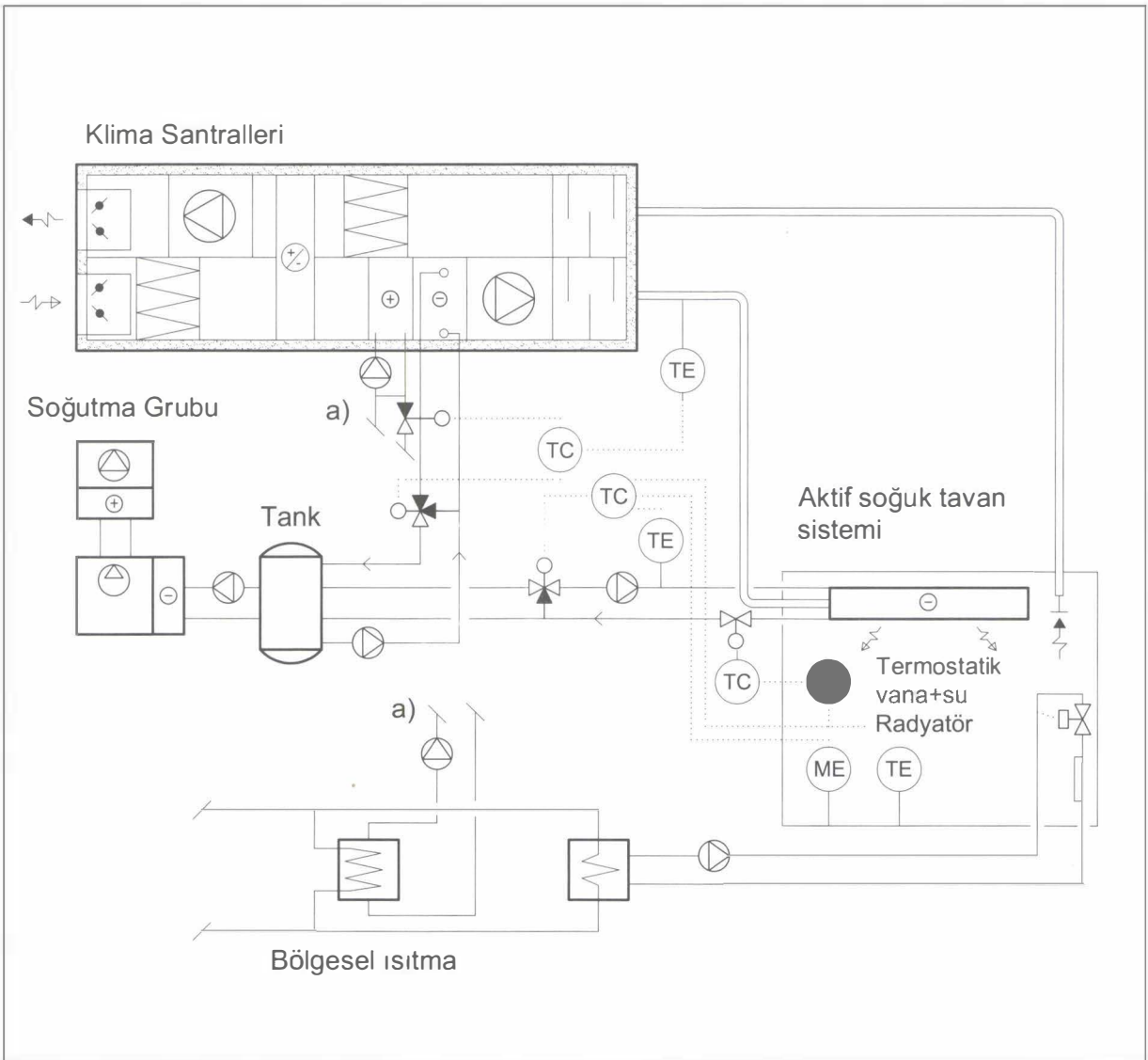
Sıkça uygulanan bir yöntem ise odanın ısıtma, soğutma ve havalandırmasını yapan soğuk tavan modülleri ile beraber aydınlatma, sprinkler sistemi gibi odanın diğer tüm teknik ihtiyaçlarını tek bir sistemde çözmektir. Bu dizayn şeklinin en önemli avantajı işletme sırasında karşılaşılan sorunların tek bir noktada çözülmesi ve buna bağlı zaman tasarrufudur. Ayrıca

bu uygulama estetik bir çözüm olduğundan mimarların sıklıkla başvurduğu bir yöntemdir (Şekil 4.41).

e. Hava ve Su Dağıtım Sistemi

Aktif soğuk tavan ile soğutma için tipik bir sistem şeması Şekil 4.42’de görülmektedir. Soğuk tavan modülleri giden soğuk su hattı soğutma grubuna buffer tank ile bağlanır. Soğuk su, su sıcaklığı kontrolü için üç yollu vanalar ile sürekli sistemi sirküle eder. Soğuk tavan modülüne giriş suyu sıcaklığı (14-18°C) taze havanın nemini alabilmek için klima santrali soğutucu bataryadan geçen su sıcaklığından belli ölçüde yüksektir. Eğer soğuk tavan sistemi ısıtma için de kullanılıyorsa, sistemde iki farklı su devresi bulunmalıdır:

- Soğuk tavan için düşük sıcaklıktaki (35-40°C) devre,
- Klima santrali ısıtma serpantini için yüksek sıcaklıktaki devre.



Şekil 4.42. AKTİF SOĞUK TAVAN UYGULAMASI ÖRNEK SİSTEM ŞEMASI
(TC = Sıcaklık Kontrol Paneli, TE = Sıcaklık Sensörü, ME = Nem Sensörü)

Sistemdeki su sıcaklığı oda veya dönüş havası çığ noktasına göre kontrol edilir. Yoğuşmayı önlemek için sistemde vana kullanılması şarttır. By pass'lı iki yollu veya üç yollu vana sistemi kullanılabilir. Sistemdeki soğuk su sıcaklığının yüksek olması nedeni ile soğutma gruplarının COP'sinde artış görülmektedir. Daha küçük model soğutma grubu seçilebilir ve bu sayede işletme maliyetleri düşürülebilir. Sistemde kullanılan soğutma grubu klima santraline 7°C'de soğuk su gönderirken soğuk tavan sistemini de 14°C' lik su ile besliyor. Klima santrali için 7/12°C soğuk su üreten bir soğutma grubunun soğutma kapasitesi 312 kW iken, soğuk tavan sistemine 14/19°C soğuk su gönderen aynı soğutma grubunun kapasitesi 384 kW'a çıkmaktadır.

f. Borulama

Kuru soğutmalı soğuk tavan sistemine gelen soğuk su ile oda havası sıcaklığı arasındaki düşük fark nedeniyle (8-10°C), su debileri daha yüksektir. Buna bağlı olarak borulama çapları da artış göstermektedir. Genellikle borulama 50 ile 100 Pa arasında basınç düşümü kabul edilir. Böylelikle balans vanalarında daha düşük basınç kaybı meydana gelir ki bu da gürültü oluşumunu engeller. Sistemde bakır, çelik veya plastik boru kullanılabilir. Enerji tasarrufu sağlamak ve yoğuşmayı önlemek için borular her zaman izole edilmelidir.

4.2.5.3. Soğuk Tavan Sistem Avantajları

- Soğuk tavan ünitelerinde fan bulunmadığından, sistemin ses seviyeleri çok düşüktür.
- Soğuk tavan sisteminde yüksek ısı taşıyıcı özelliğine sahip suyun kullanılmasıyla hem enerji tasarrufu yapılır hem de oda alanı en verimli şekilde kullanılır.
- Sistem çalışma prensibi oldukça kolay ve sorunsuzdur. Soğuk tavan modüllerinde arıza verme ihtimali olan ve enerji tüketen bir fan bulunmaz.

- Odaya gerekli olan hava, oda içerisine yerleştirilen soğuk tavan modülleri ile sağlanır. Ayrıca bir hava dağıtım elemanına gerek yoktur.
- Soğutma rejiminde besleme suyunun 14-18°C arası olması, ısı kazanç ve kayıpların daha az olmasına neden olur ve sistemin işletme açısından daha ekonomik olmasını sağlar. Soğutma hattındaki boru izolasyonlarının kalınlıkları daha düşüktür.
- Sistemde periyodik şekilde değiştirilmesi gereken herhangi bir filtre bulunmamaktadır. Drenaj sisteminin olmaması da bakım maliyetlerinin düşük olmasına yol açan bir başka faktördür. Bunun yanında sistemin 3-5 sene arayla vakumla temizlenmesi tavsiye edilir.
- Sistemde yoğuşma tavaasına ve filtreye ihtiyaç duyulmaması ve temizliğinin çok kolay yapılabilmesi nedeniyle hijyenik mahallerde istenen çözümlerdendir (Tablo 4.43).
- Soğuk ve ılık havalarda free-cooling yapmaya imkan verir.

4.2.5.4. Soğuk Tavan Sistem Dezavantajları

- Toplam duyulur soğutma (hava ve su) ihtiyacının 120 W/m³'nün üstünde olduğu yerlerde, soğuk tavan sistemi efektif bir çözüm değildir; yerleşim problemi yaşanabilir.
- Özellikle yere kadar cam cephesi bulunan yerlerde statik ısıtmaya ihtiyaç duyulabilir.
- Hava değişim katsayısı yüksek olan konferans salonları, toplantı odaları gibi yerlerde soğuk tavan sisteminin kullanılması uygun değildir. Bu gibi mahallerde tüm havalı sistemler daha doğru bir çözümdür.
- İç hava nem oranı yüksek yerlerde yoğuşma riski vardır. Ayrıca kontrolsüz açılan pencerelerin bulunduğu ve infiltrasyonun yüksek olduğu yerlerde bu risk artar.

Fan Coil Sistemi (300 odalı, 20 yıl kullanım ömrü)		
Filtre değişimi	3,5 EUR - yılda iki defa	42.000 EUR
	15 dakika işçilik süresi (10 EUR/h)	30.000 EUR
Yoğuşma sistem temizliği	Yılda 2 defa - 10 dakika (10 EUR/h)	20.000 EUR
Motor değişimi	120 EUR/motor (%25 toplam adet)	9.000 EUR
	2 saat işçilik süresi (10 EUR/h)	1.500 EUR
Fan coil değişimi	200 EUR/adet (%50 toplam adet)	30.000 EUR
TOPLAM		132.500 EUR
Soğuk Tavan Sistemi (300 odalı, 20 yıl kullanım ömrü)		
Soğuk tavan modül temizliği	15 dakika işçilik süresi - 5 yılda bir (10 EUR/h)	3.000 EUR
BAKIM MALİYETLERİ FARKI		129.500 EUR

Tablo 4.43. 300 ODALI BİR OTELDE KULLANILAN FAN COİL SİSTEMİ İLE AYNI YERE KURULAN SOĞUK TAVAN UYGULAMASININ BAKIM MALİYET ANALİZİ

V. BÖLÜM

KLİMA HAVALANDIRMA TESİSATI ELEMANLARI

5.1. SPLIT KLİMA CİHAZLARI

Bu cihazlar evler, küçük işyerleri, dükkânlar ve ofislerin iklimlendirilmesinde en yaygın kullanılan sistemlerdir. Bu sistemlerde kompresör ve kondenser ünitesi ki buna dış ünite denir, bahçe, teras, binaların dış cepheleri gibi yerlere bina dışına yerleştirilir. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan ve filtre, conta vs gibi diğer aksesuar iç üniteyi oluşturur. İç ünite ile dış ünite soğutucu akışkan bakır boruları ile birbirine bağlıdır. İç üniteler duvar tipi, kaset tipi (asma tavan tipi), gizli tavan tipi, yer-tavan tipi, salon tipi, olabileceği gibi, kanal tipi de olabilir. Kanal tipi iç ünitelere bağlanan kanal sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere taşınabilir.

Bir split klima uygulamasında ana elemanlar,

- Dış ünite
- İç ünite
- Bakır boru tesisatı
- Aksesuarlardan (dış ünite konsolu, kumanda, boru kelepçesi vs) oluşur.

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 ünite olduğu için bakır boru lama mesafeleri diğer klima sistemlerine göre daha sınırlıdır. Bu yüzden mimaride iç ve dış ünite yerleri seçilirken çeşitli kısıtlamalar söz konusu olur. 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 ısıl genişmeden kaynaklanan hareket etme ihtimalleri ankastre uygulamalarda dikkate alınmalıdır. Ayrıca herhangi bir servis ihtiyacı yada kaçak durumunda ankastre uygulamalarda boruların geçtiği duvarın kırılma zorunluluğu ortaya çıkabilir.

5.1.1. GENEL ÖZELLİKLER

5.1.1.1. 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 kademeli olarak ayarlayabilir.

- Oda sıcaklık kontrolü özelliği standart on-off cihazlara göre çok daha hassastır.
- 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.

5.1.1.2. 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 5.1*). 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.

5.1.1.3. Mini Split Sistem Yüksek Yapılı Konutlar Uygulama Örnekleri

Şekil 5.1 ve 2'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 5.3*'deki uygulama ısıtmanın statik olarak bireysel kombi sistemi ile, soğutmanın ise yine bireysel olarak mini split klimalar ile yapıldığı bir çözüm örneğidir. Cihazlara gerekli servis müdahaleleri, dış üniteler cam önlerinde bulunduğu için diğer örnek uygulamaya göre daha rahat ve kolaydır. Ancak dış ünite balkon, teras yada bahçe gibi rahatça servis verilecek yerlerde olmadığı ve servis teknisyeni açısından gerekli önlemler alınmadığı sürece servis elemanı için hayati risk oluşturur.



Şekil 5.1. CEPHEDEKİ DIŞ ÜNİTELERİN OLUŞTURDUĞU GÖRÜNTÜ KİRLİLİĞİ



Şekil 5.2. 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 5.3. MİNİ SPLİT DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ
DÜZENLİ YERLEŞİM
(SERVİS TEKNİSYENİ İÇİN RİSKLİ)

5.1.1.4. Taze Hava İhtiyacı

Mini Split 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.

5.1.2. DUVAR TİPİ SPLİT KLİMALAR

Duvar tipi iç üniteler doğrudan şartlandırılacak hacme yerleştirilirler. Bu nedenle bu üniteler dekoratiftir. Soğutma kapasiteleri 7.000-30.000 Btu/h arasındadır. Yeni nesil duvar tipi split klimalarda iç ünite üzerinde dijital gösterge, ultraviyole titanyumdioksit filtre, koku giderici filtreler, statik hava filtresi vs gibi yeni özellikler bulunmaktadır. İç ve dış ünite bakır boru mesafesi küçük kapasitelerde 15 metre, büyük kapasitelerde ise 70 metreye kadar çıkan modeller mevcuttur (Şekil 5.4).

5.1.3. KASET TİPİ SPLİT KLİMALAR

Kaset tipi split klimalar tavan arası yüksekliğin izin verdiği tüm mekanlarda uygulanabilmektedir. Özellikle ofisler, banka şubeleri, lokantalar, seminer salonlarında sıklıkla uygulanır. Dört yöne üfleme kabiliyetleri ile homojen bir hava dağılımı elde edilir. Soğutma

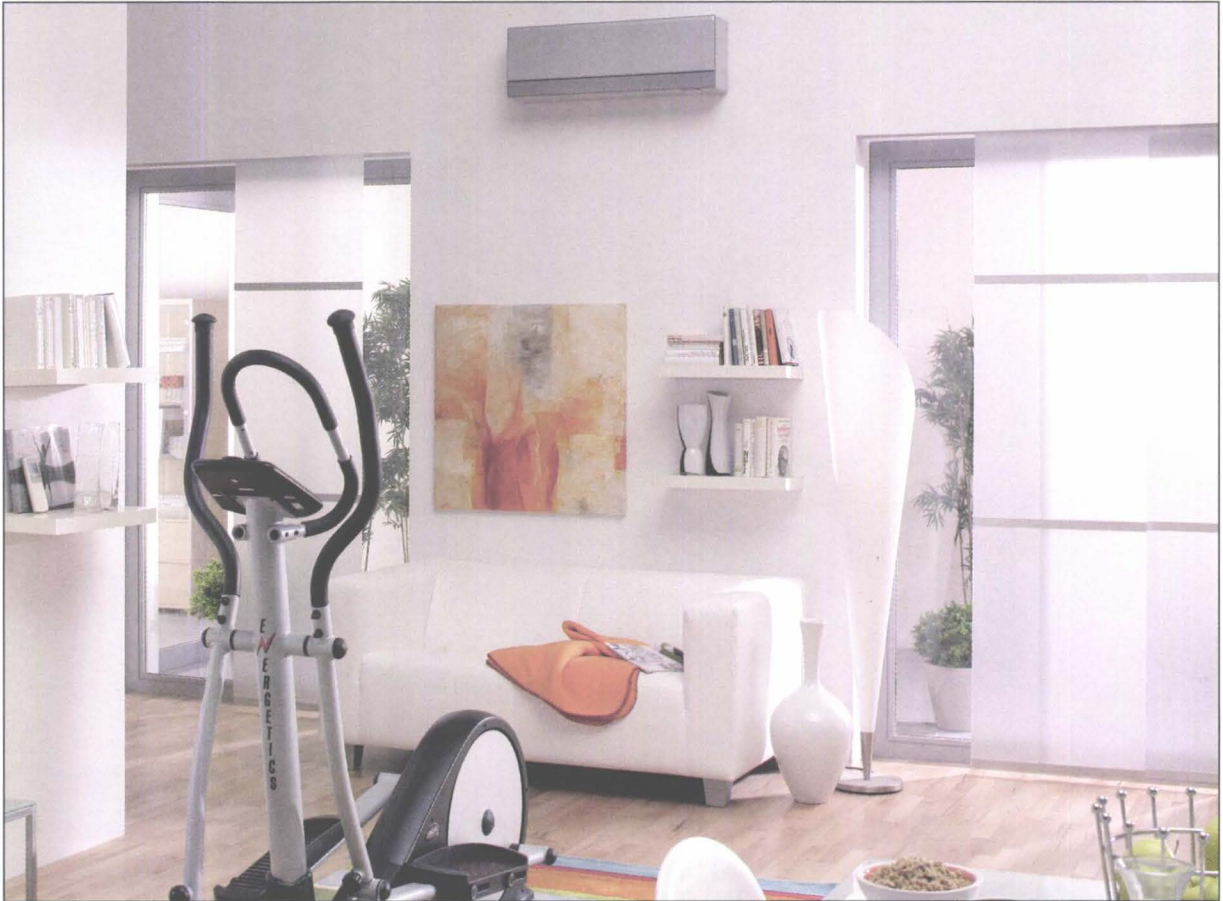
kapasiteleri 9.000-48.000 Btu/h arasındadır. İç ve dış ünite arası bakır borulama mesafesi kapasiteye göre 30-50 metre arasında, inverter tip kaset klimalarda ise 75 m'ye kadar ulaşır. Bu sayede uygulamada esneklik sağlar (Şekil 5.5).

5.1.4. YER-TAVAN TİPİ SPLİT KLİMALAR

Uygulamada duvarda yer olmadığı veya tavan arası yüksekliğinin müsait olmadığı durumlarda, yer-tavan tipi split klimalar kullanılır. İç üniteler herhangi bir modifikasyona gerek olmadan yere veya tavana konabilir. Soğutma kapasiteleri 9.000-48.000 Btu/h arasında değişmektedir. İç ve dış ünite arası bakır borulama mesafesi kapasiteye göre 15-50 m arasında değişir (Şekil 5.6).

5.1.5. SALON TİPİ SPLİT KLİMALAR

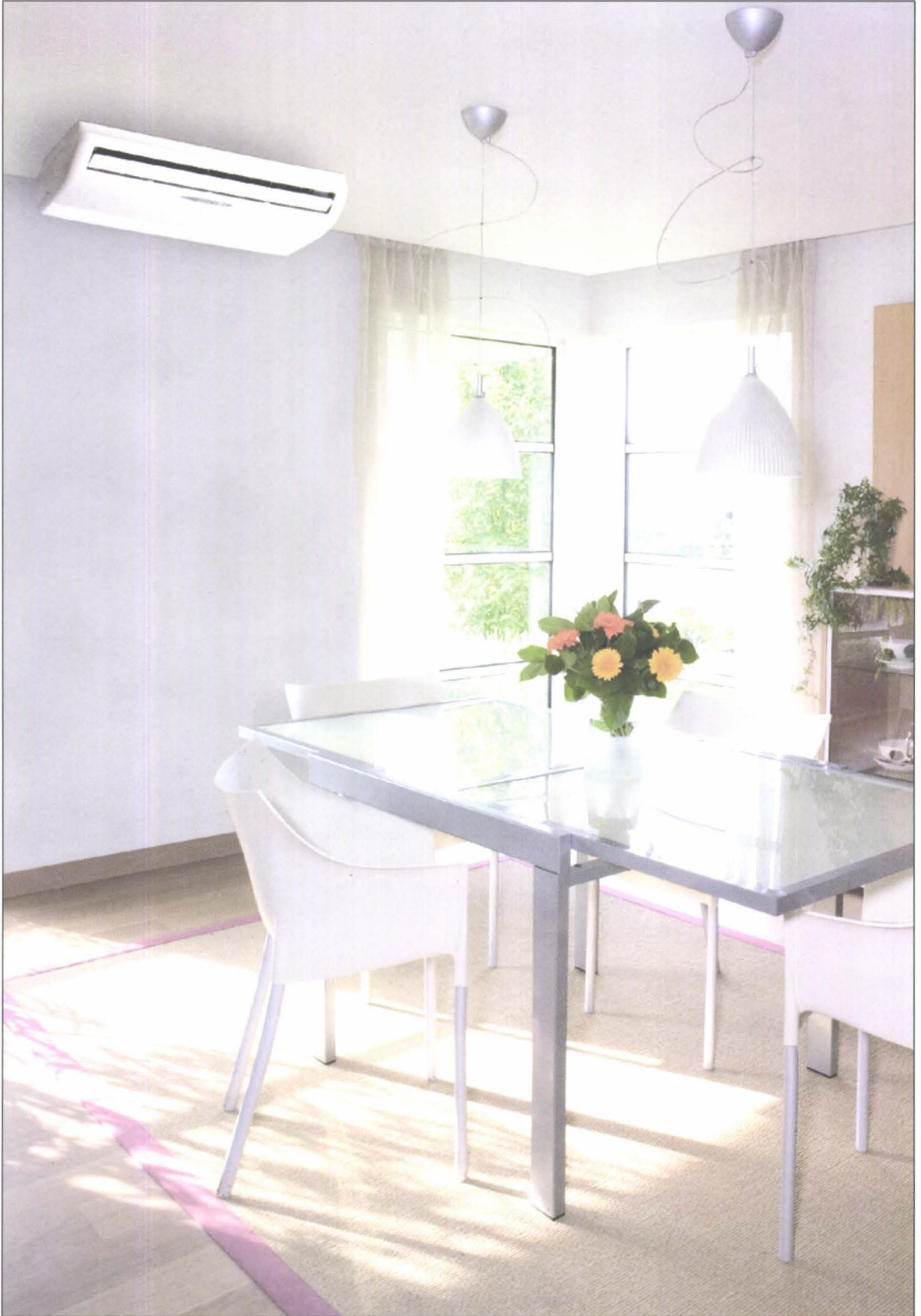
Salon tipi split klimalar geniş hacimli mekanlar için uygundur. Salon tipi cihazların kapasiteleri genelde yüksek olup, uygulamada tek bir noktadan ısıtma veya soğutma yapılmaktadır. Ancak tek bir noktadan yüksek kapasitede havayı ortama vermek, havanın homojen dağılımı açısından doğru bir çözüm değildir. Soğutma kapasiteleri 18.000-50.000 Btu/h arasında değişmektedir. İç ve dış ünite arası bakır borulama mesafesi kapasiteye göre 15-50 m arasında değişir (Şekil 5.7).



Şekil 5.4. DUVAR TİPİ SPLİT KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.5. KASET TİPİ SPLİT KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.6. YER-TAVAN TİPİ SPLIT KLİMA UYGULAMASI



Şekil 5.7. SALON TİPİ SPLIT KLİMA UYGULAMASI

5.1.6. GİZLİ TAVAN TİPİ SPLIT KLİMALAR

Bu cihazlar “kanal tipi split klima” olarak da anılmaktadır. 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. Gizli tavan tipi split klimalar sadece yatay olarak asma tavan içine konulurlar. 200-350 mm arası yüksekliğe sahip olduklarından asma tavan aralığında rahatlıkla uygulanabilirler. Bu cihazlar ile dış ortamdan belli oranda taze hava alınabilir. Bu sayede iç ortam hava kalitesi bozulmaz. İç ünite tavan içerisinde kaldığı için uygulamada sadece üfleme ve emiş menfezleri gözüktür. Esnek kanal veya hava kanalları ile şartlandırılmış hava istenen her noktaya ulaştırılır. Tek bir noktadan tüm yükü üflemediğinden iç ortamda homojen bir hava dağılımı olur. Her noktada aynı konfor şartı sağlanır. Soğutma kapasiteleri 8.500-90.000 Btu/h arasında değişmektedir. İç ve dış ünite arası bakır borulama mesafesi kapasiteye göre 15-50 m arasında, inverter tip yüksek kapasiteli tiplerde ise 100 m’ye kadar ulaşır (Şekil 5.8). 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.

5.1.7. DÖRT YÖNE ÜFLEMELİ ASILI TAVAN TİPİ KLİMALAR

Uygulamada duvarda yer olmadığı veya tavan arası yüksekliğinin müsait olmadığı durumlarda, bu tip split klimalar kullanılır. İç üniteler herhangi bir modifikasyona gerek olmadan tavana konabilir. Dört yöne üfleme özelliği sayesinde homojen bir hava dağıtımı sağlanır. Bu tip klimalar oda köşelerinde de , bir veya iki üfleme ağı kapatılarak kullanılabilir. Soğutma kapasiteleri 24.000-42.000 Btu/h arasında değişmektedir. İç ve dış ünite arası bakır borulama mesafesi kapasiteye göre 50-75 m arasında değişir. İnverter modelleri de mevcuttur (Şekil 5.9).

5.1.8. MULTİ SPLIT-MULTİ İNVERTER SPLIT KLİMA SİSTEMLERİ

Bir dış üniteye birden çok iç ünite bağlanabilen (maksimum 5 iç ünite) klima sistemlerine “multi split klima” sistemleri denir. İnverter ve sabit devirli olarak iki farklı seride üretilmektedir. Dış ünite yer sıkıntısı olan uygulamalarda tercih edilmektedir. Bu sistemler aynı anda soğutma veya aynı anda ısıtma yapabilmektedir. Ayrıca farklı hacimleri, birbirinden bağımsız olarak kontrol edebilme imkanı vardır. Bu sistemlerde aynı tip iç ünite modelleri (Örneğin duvar tipi + duvar tipi) uygulanabileceği gibi farklı iç ünite modelleri de (Örneğin kaset + duvar + yer tipi gibi) kombine edilebilir. Multi split klima sistemleri dış ünite kapasiteleri ile anılmaktadırlar ve soğutma kapasiteleri 12.000-30.000 Btu/h arasında değişmektedir. Uygulamada her bir iç üniteden dış üniteye ayrı bakır boru tesisatı çekilmesi gereklidir. Bir iç ve dış ünite arası bakır borulama mesafesi kapasiteye göre 20-25 m arasında değişir ve toplamda 75 m bakır borulama yapılabilir (Şekil 5.10).

5.1.9. SÜPER İNVERTER MULTİ SPLIT KLİMA SİSTEMLERİ

Bir dış üniteye 6-9 adet iç ünite bağlanabilen klima sistemlerine “Süper İnverter Multi Split” Klima sistemleri denir. Bu sistemi multi split klima sisteminden ayıran en büyük özellikler, bağlanabilen iç ünite sayısı, tesisat limitleri, dış ünite çalışma sıcaklık aralığı (ısıtmada -15°C, soğutmada +46°C) ve de kullanılan BP üniteleridir (Gaz dağıtım kutusu). Normalde iç ünitenin içinde bulunan genleşme vanası, bu sistemde BP ünitesinin içerisinde yer alır. Bu nedenle bu sistemde kullanılan iç üniteler daha kompakt ve daha sessizdir. Ancak oda sıcaklık kontrolü VRV sistemlerde olduğu kadar hassas değildir. Soğutma kapasiteleri 38.000-53.000 Btu/h arasında değişmektedir. Sistemin maksimum borulama mesafesi 70 m, toplam borulama mesafesi ise 145 m’dir (Şekil 5.11).

5.1.9.1. Enerji Ekonomisi

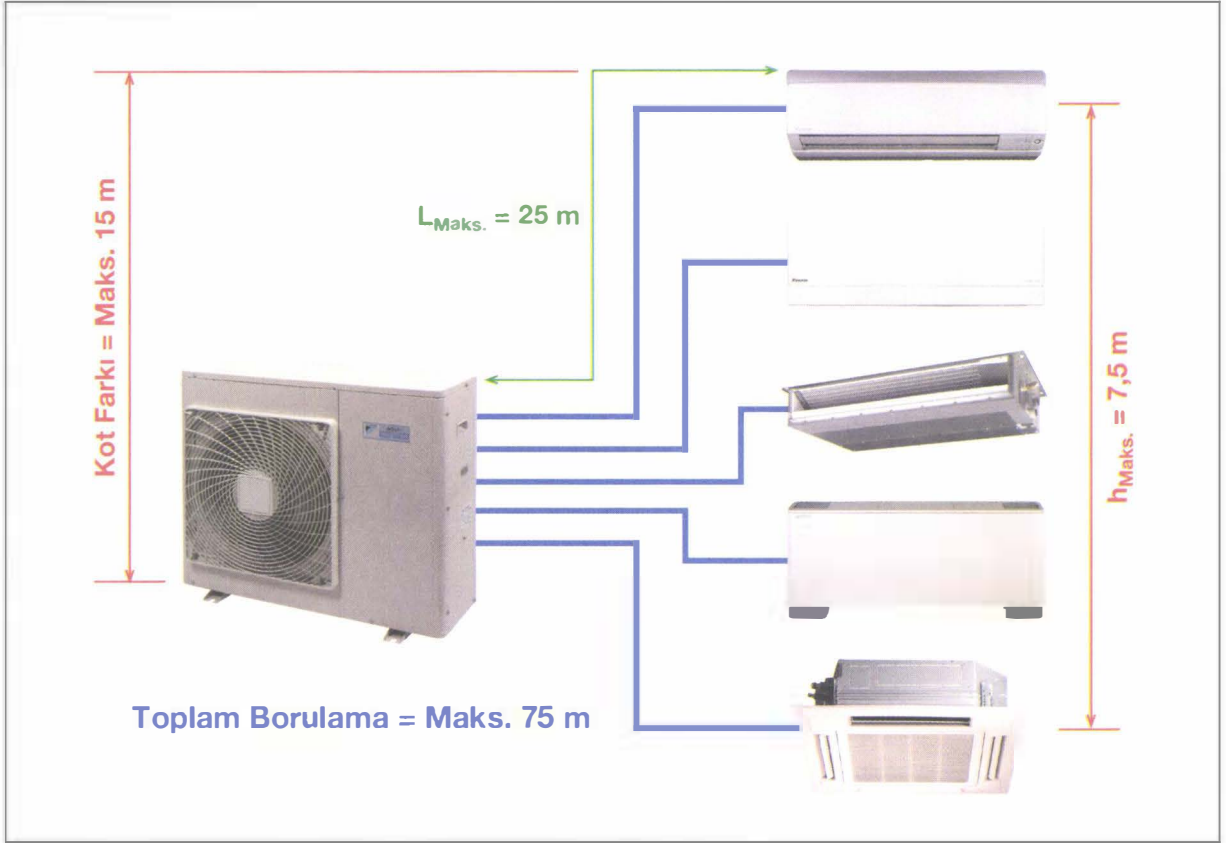
Multi ve süper multi cihazların tamamı inverter kompresörlüdürler. İnverter kompresörlere komut veren oldukça hassas elektronik kontroller ve akışkan kontrolörleri, enerji paylaşımı ve kapasite kontrolü için bu sistemin en önemli bileşenleridir. Her odanın ihtiyacına, odalardaki ayar sıcaklığı ile ortam 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.



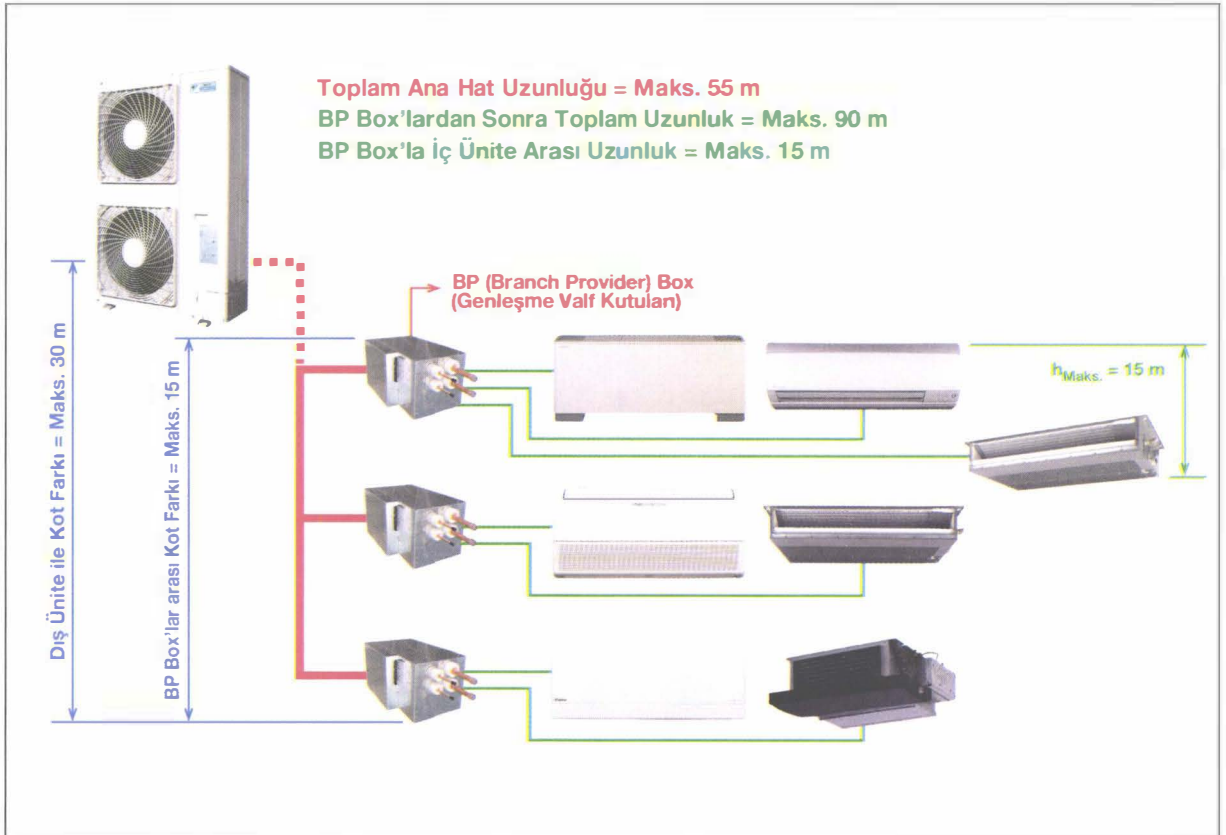
Şekil 5.8. GİZLİ TAVAN TİPİ SPLIT KLİMA UYGULAMASI



Şekil 5.9. DÖRT YÖNE ÜFLEMELİ ASILI TAVAN TİPİ SPLIT KLİMA UYGULAMASI



Şekil 5.10. MULTİ SİSTEM BAKIR BORULAMA LİMİTLERİ



Şekil 5.11. SUPER MULTİ SİSTEM BAKIR BORULAMA LİMİTLERİ

Çünkü soğuk hava sıcak havaya göre daha yoğun ve daha hissedilir özelliğindedir. Dolayısıyla cihazların kapasite kontrollü olması soğutmanın multi veya süper multi cihazlarla, ısıtmanın ise statik olarak yapıldığı sistemlerde önemli düzeyde enerji ekonomisi sağlar.

5.1.9.2. Yer İhtiyacı

Tek bir dış üniteden multi sistemlere 5 adede kadar, süper multi sistemlere ise 9 adede kadar iç ünite bağlanabildiğinden tek bir merkezden konut yada 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.

5.1.9.3. Kapasite Dağılım Faktörü (Diversite Faktörü)

Multi veya süper 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.

5.1.9.4. Taze Hava İhtiyacı

Multi split (veya süper multi split) ve 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.

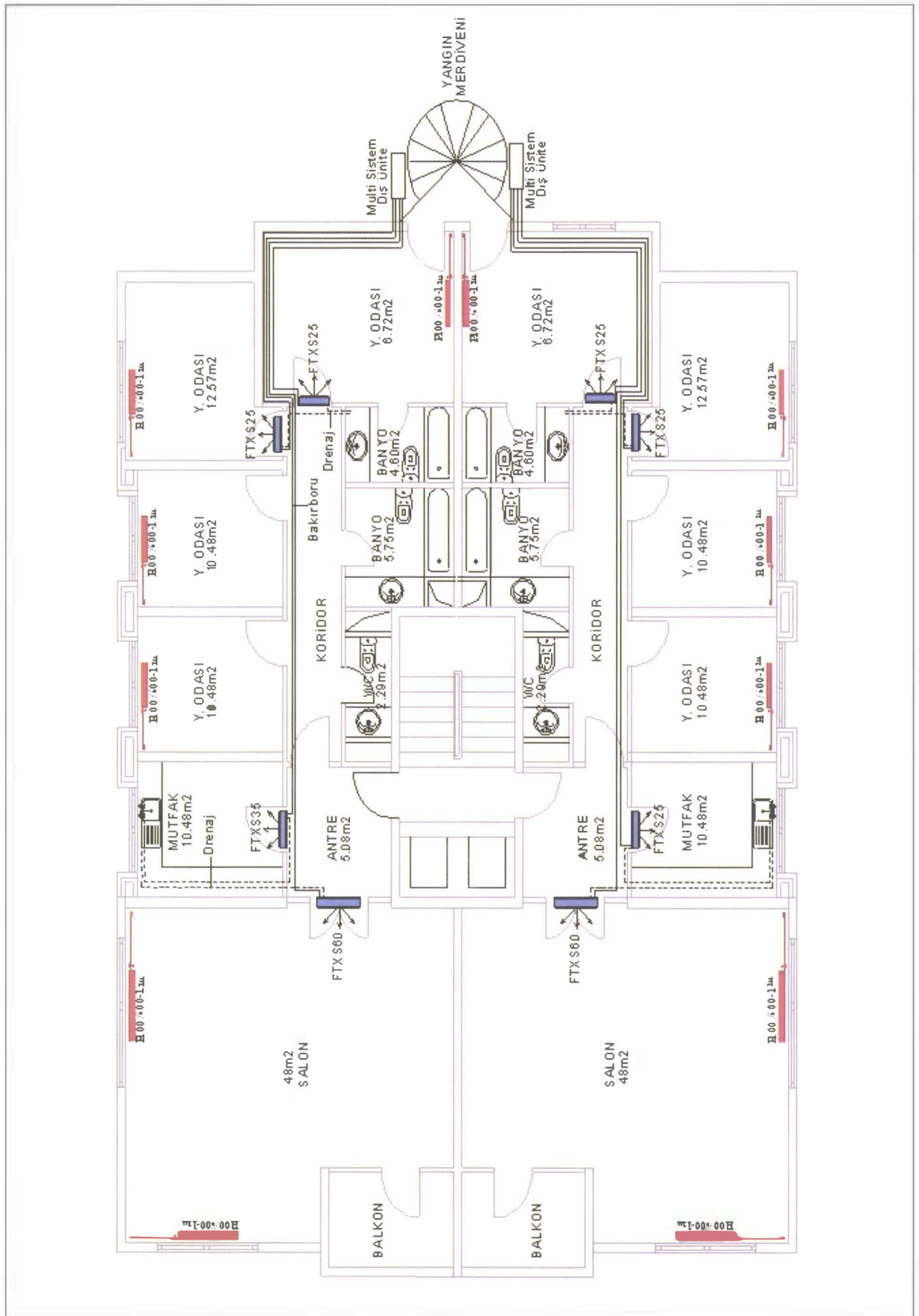
5.1.9.5. Örnek bir Konutta Sistem Karşılaştırmaları

Konut olarak kullanılan örnek bir konut için alternatif klima sistemleri *Şekil 5.12-14*'te incelenmiştir. Bir kat- ta iki daire bulunan örnek projenin kat planında klima sistemlerinin uygulamaları gösterilmiştir. *Şekil 5.12A*'da multi, *Şekil 5.12B*'de süper multi ve *Şekil 5.12C*'de ise mini VRV sistem uygulamaları gösterilmiştir. *Şekil 5.13*'te 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.

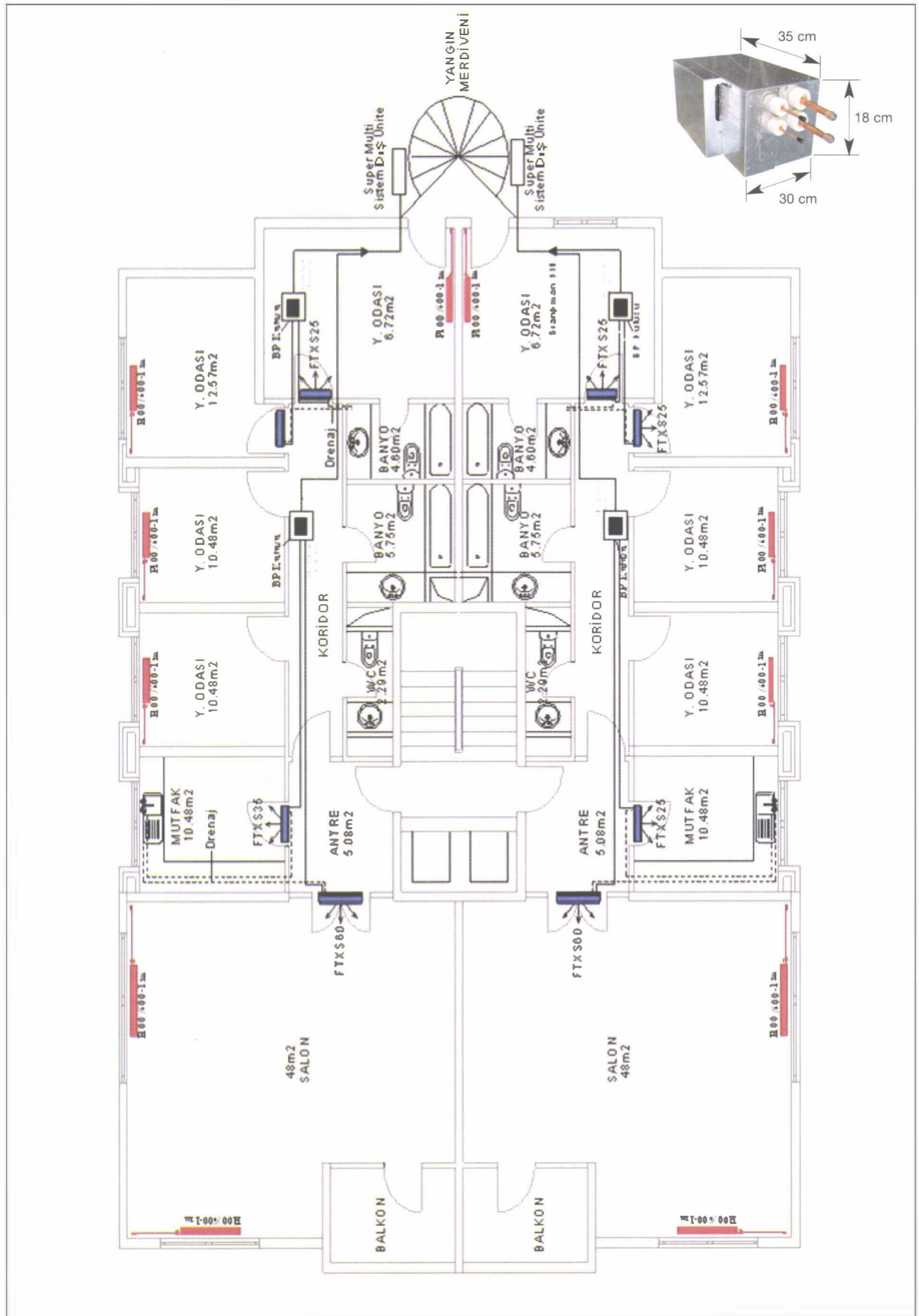
Şekil 5.14'te ise karşılaştırma yapılabilmesi için, sol dairede süper multi sistem, sağ dairede ise mini VRV sistem çözümü gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi her iki sistemde de tek dış ünite ve tek ana bakır boru hat bulunmaktadır. Fakat süper multi sistemde tek hat ana dağıtım kutularına kadar 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 dış 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 5.15*). 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 5.16*'da verilmiştir.

5.1.10. HAVA KANALLI SPLIT KLİMALAR

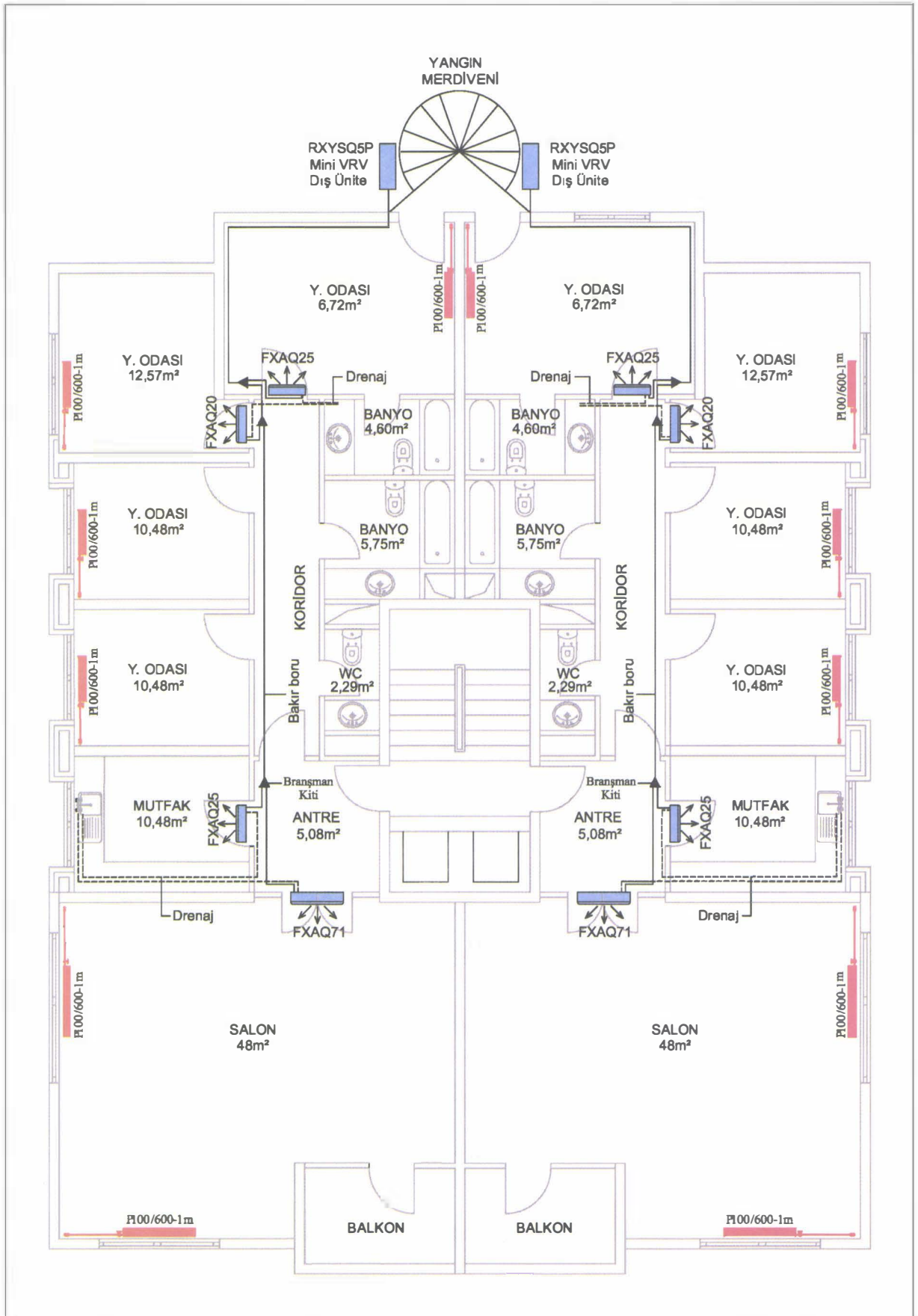
Bu sistemler bir iç bir dış üniteden oluşan, şartlandırılacak ortama enerjinin hava ile taşındığı sistemlerdir. Bu sistemlerin iç üniteleri dik tipte olup döşeme üzerine yerleştirilen cihazlardır. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre, kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. 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 yapabilmek 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 shaftlardan, yada uygun şekilde tasarlanmış bina cephesi panjurlarından alınabilir.



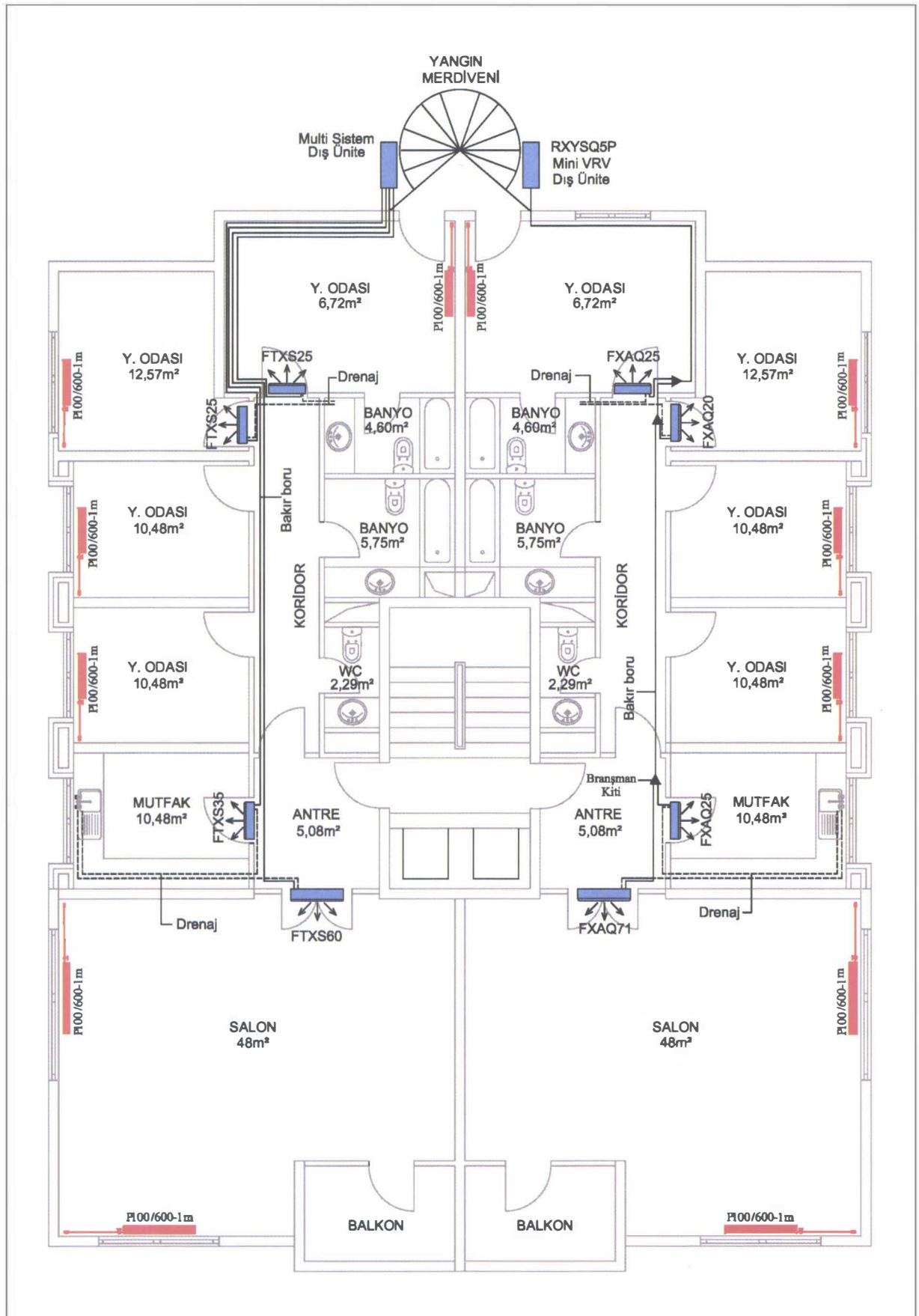
Şekil 5.12A. MULTİ SPLİT+STATİK ISITMA UYGULAMASI



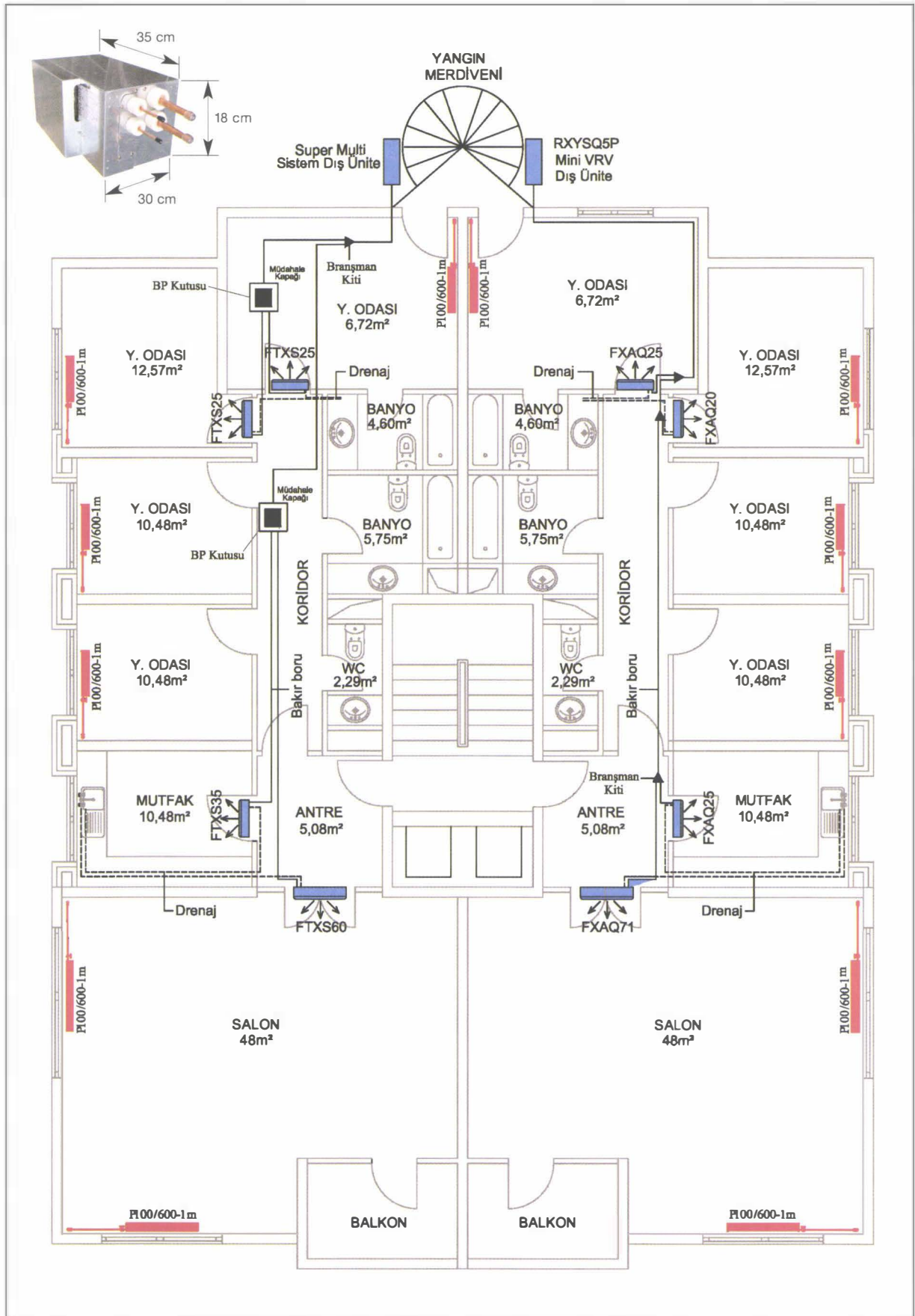
Şekil 5.12B. SÜPER MULTİ SPLİT+STATİK ISITMA UYGULAMASI



Şekil 5.12C. MİNİ VRV SPLIT SİSTEM+STATİK ISITMA UYGULAMASI



Şekil 5.13. MULTİ SPLIT+MİNİ VRV SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 5.14. SÜPER MULTİ SPLİT+MİNİ VRV SPLİT SİSTEM KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 5.15. MULTİ SİSTEM UYGULAMASI DIŞ ÜNİTELER, ZOR SERVİS
(SERVİS TEKNİSYENİ İÇİN TEHLİKELİ. YANGIN MERDİVENİNE MONTAJ DA DOĞRU DEĞİL)

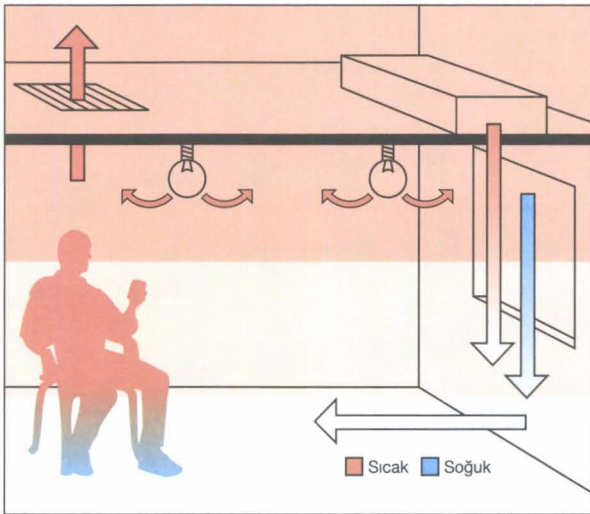
Sistem Tip	Minimum / Maksimum				Modeller
	Kapasite (Btu/h)	İç-Dış Ünite Arası Borulama (metre)	Toplam Borulama (metre)	İç-Dış Ünite Arası Kot Farkı (Dış Ünite Yukarıda) (metre)	
Split Klimalar	8.500-24.000	10-30		8-20	Duvar, Döşeme, Gizli tavan, Slim gizli tavan, 60x60 kaset, Tavan
Sky Air Serisi Split Klimalar	24.000-85.000	50-100		30	Duvar, Gizli tavan, Kaset, Tavan, 4 yöne üflemlili 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 üflemlili kaset, 4 yöne üflemlili kaset, 2 yöne üflemlili kaset, Tek yöne üflemlili kaset, Mini gizli tavan, İnce gizli tavan, Gizli tavan tipi orta statik basınçlı, Gizli tavan tipi yüksek statik basınçlı, Duvar tipi, Asılı tavan tipi, 4 yöne üflemlili asılı tavan, Kasetli döşeme, Gizli döşeme

Tablo 5.16. SPLIT KLİMA LAR İÇİN TESİSAT LİMİTLERİ

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 shaft 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 5.17);

- 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.



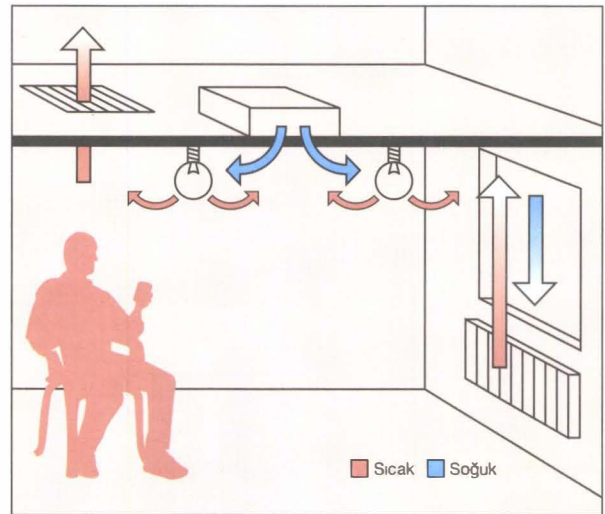
Şekil 5.17. STATİK ISITMAYOK
(Hava tavadan sıcak (yazın soğuk) üfleniyor.
Kışın soğuk hava yerde hareket edebilir.
Oda içinde sıcaklık dağılımı homojen değil.)

Cam önlerinden statik ısıtma yapılırsa (Şekil 5.18);

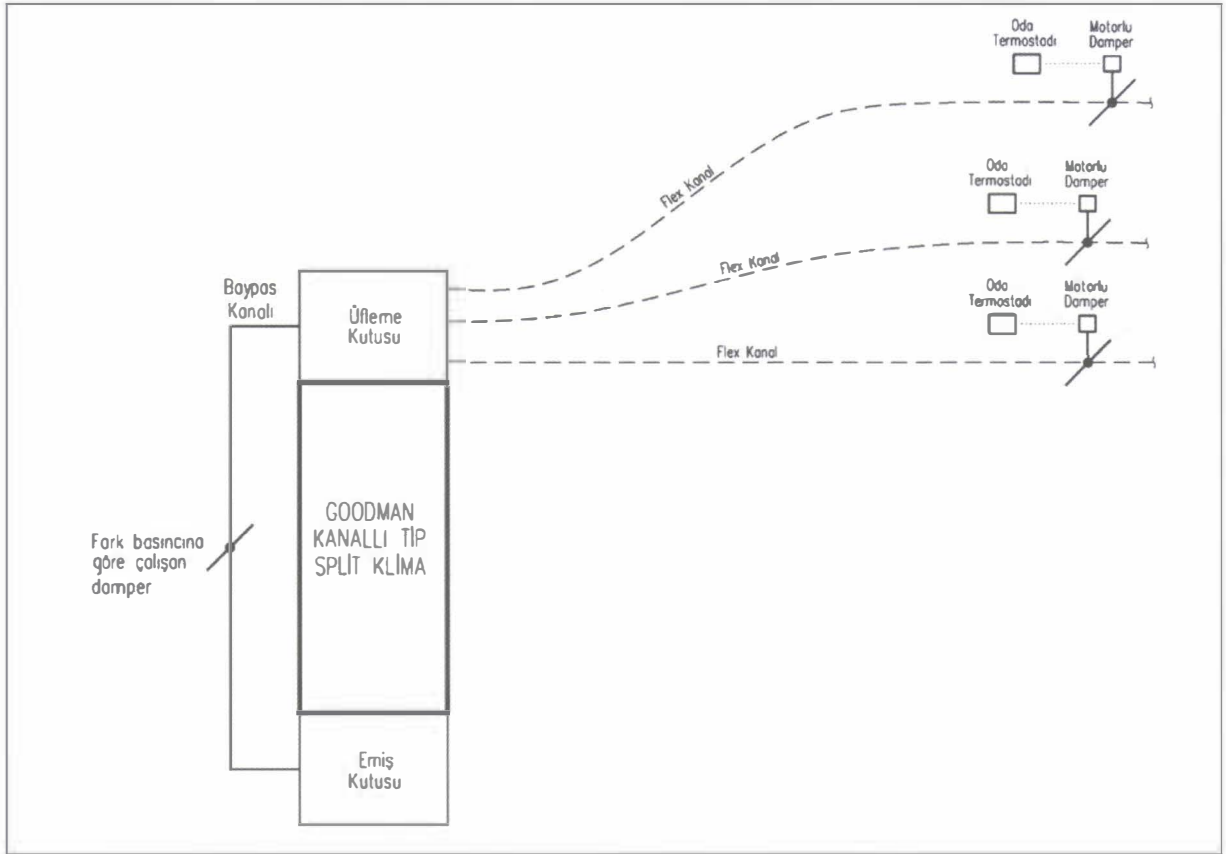
- Hava hareketi, ses ve gürültü oluşmaz.
- Daha konforlu bir ortam sağlanır.
- Egzoz menfezinden by pass riski yoktur.
- Tavanda biriken ısıdan yararlanılır. %20 oranında taze hava ısıtılmadan ortama verilebilir. Enerji tasarrufu sağlanır.
- Taze hava ortamdaki hava ile ideal bir şekilde karışır.
- Uniform 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 düşünülerek bu tür uygulamalardan kaçınılmalıdır.

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 5.19).



Şekil 5.18. STATİK ISITMA VAR
(Radyatörler cam önünde.
Hava tavadan soğuk üfleniyor.
Homojen ısıtma sağlanıyor.)



Şekil 5.19. KANALLI KLİMALARDA ZON KONTROLÜ
(ÇOK ÖZEL KOŞULLARDA TERCİH EDİLEBİLİR)



Şekil 5.20. SERBEST EMİŞLİ UYGULAMA

5.1.10.1. Yer Tipi Hava Kanallı Split Klimalar

Bu cihazlar dik tipte olup döşemeye yerleştirilir. Hava-yı 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 yapılar da iç ünitelere verilecek taze hava şaftlardan, yada uygun şekilde tasarlanmış bina cephesi panjurlarından alınabilir. Dış üniteler yeterli hava alış-verişi 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 5.23'te 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

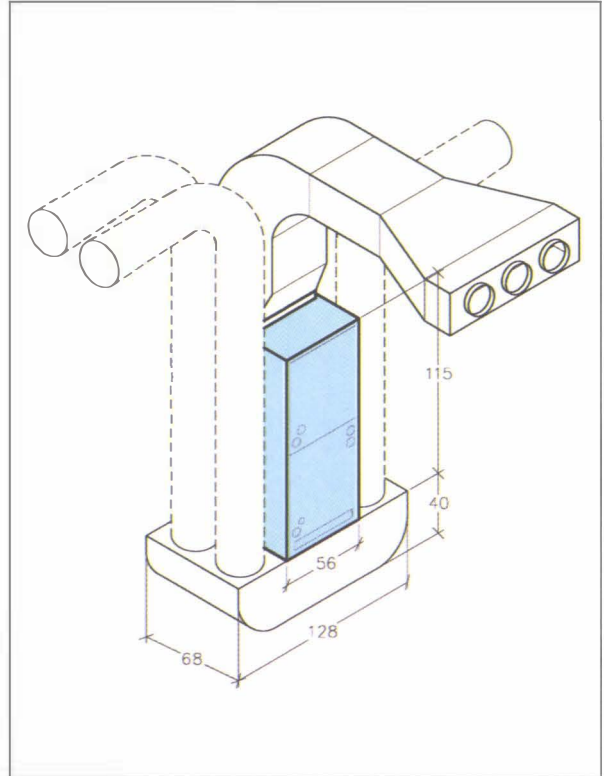
monte edildiği için oldukça kolay müdahale edilebilir durumdadırlar. İç üniteler serbest emişli ve panjur kapılı monte edilebileceği gibi (Şekil 5.20), çok daha sessiz olması için tamamen kapalı dolap içi emiş kanallı (üfleme ve emiş kanallarında esnek kanallar kullanılarak hava sesi tamamen sönmünebilir) ve üfleme dağıtım kutulu uygulama yapılabilir (Şekil 5.21 ve 22).

5.1.10.2. Gizli Tavan Tipi Hava Kanallı Split Klimalar

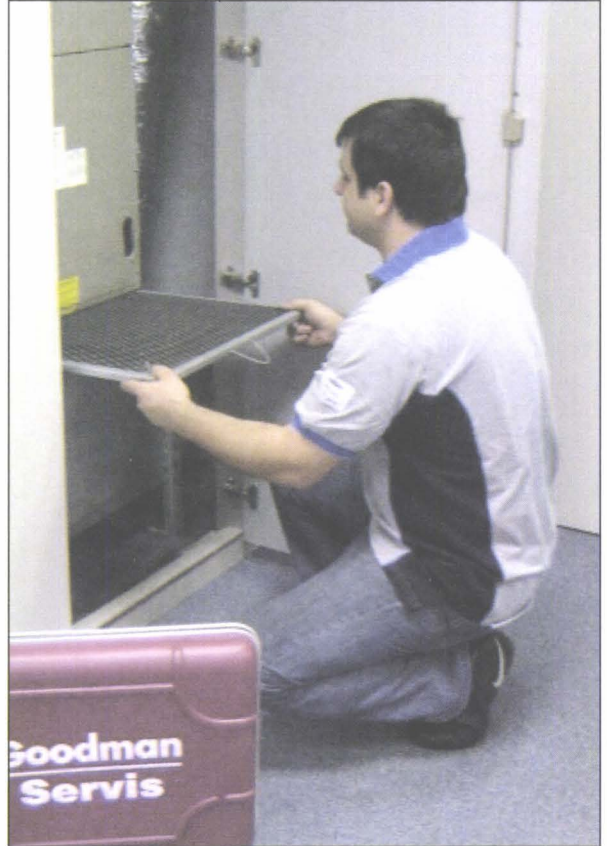
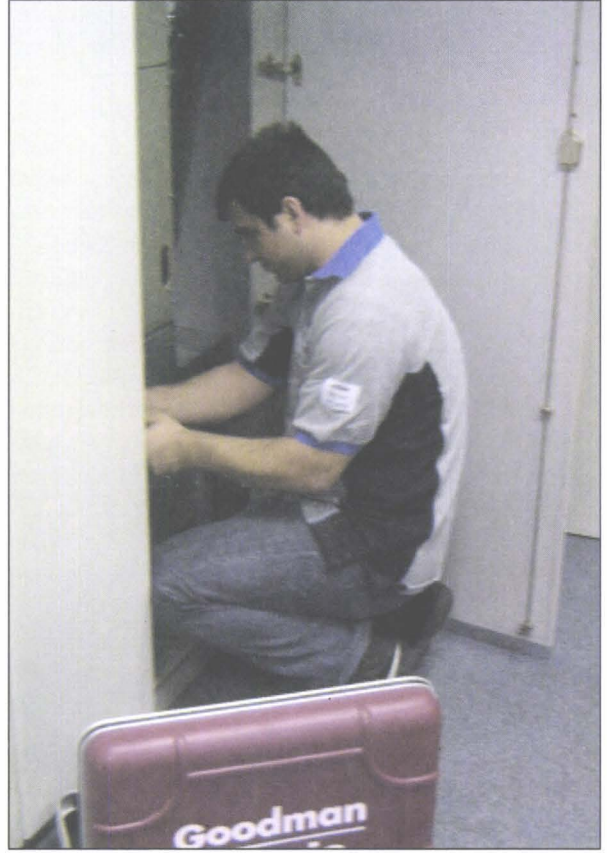
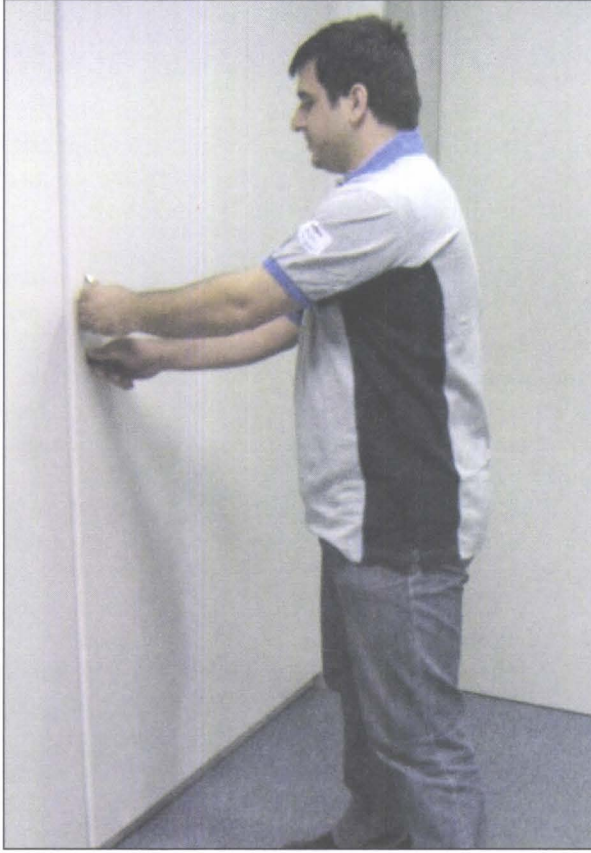
Gizli tavan tipi klimalar ince yapıları dolayısıyla asma tavan içine yerleştirilmeye uygun kanallı tip split klimalardır. Gizli tavan tipi split klimalar 20 ile 35 cm arası yüksekliğe sahip olduklarından asma tavan aralığında rahatlıkla uygulanabilirler. Kanal bağlanabilen sistemler oldukları için kanallı 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 klimasistemleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Tavan arası uygulamalarda kullanıldıklarından filtre temizliği ve servis amaçlı olarak tavanda cihaz ölçüsünde müdahale kapağı bırakmak gerekir (Şekil 5.24). Bu tür klima cihazları asma tavan içine monte edildiklerinden;



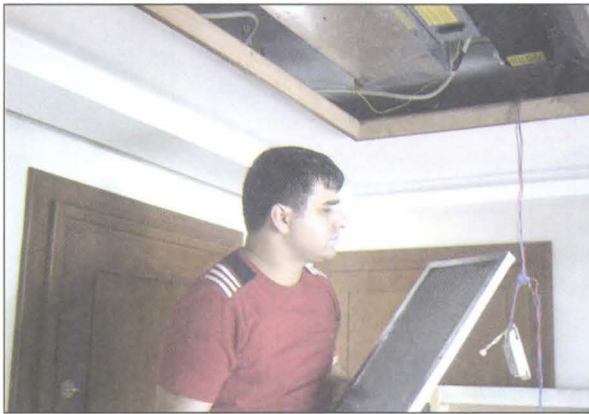
Şekil 5.21. DÖNÜŞ HAVA KANALLI UYGULAMA



Şekil 5.22. DÖNÜŞ HAVA KANALLI UYGULAMA PLANI



Şekil 5.23. DÖŞEMEYE MONTE EDİLEN SPLIT KLİMA İÇ ÜNİTELERİNDE BASİT VE HIZLI FİLTRE TEMİZLİĞİ YAPILABİLİR.



Şekil 5.24. GİZLİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTEYE SERVİS HİZMETİ, YERE MONTAJA GÖRE DAHA ZOR YAPILIR. Dekorasyonda kapak detayları, servisin kolay yapılabileceği boyutlarda olmalı ve kolay sökülüp takılabilmelidir.

- 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.

5.1.10.3. Ofis Uygulama Örneği: Yüceler Mağazası İstoç (Şekil 5.25)

Yüceler'in İstoç'taki mağazasında ısıtma, soğutma ve havalandırma tesisatı hava kanallı split klimalarla yapılmıştır. Isıtma yoğunlaşmalı kaskad sistem ile (Şekil 5.26) sulu bataryalarla sağlanmaktadır. Isıtma, soğutma ve havalandırma aynı kanaldan üst kottan üflenmektedir. Özellikle ofis kısımlarında ısıtmada 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 5.27). Hava kanallarının katlardaki yerleşimi Şekil 5.29'da verilmiştir. Klimaların dış üniteleri çatıya yerleştirilmiştir (Şekil 5.28). Dış ünite yerleşimi Şekil 5.30'da verilmiştir.

5.1.10.4. Konut Uygulama Örneği: Trio Konutları (Şekil 5.31)

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 5.32). Şekil 5.31-35 aralığında gösterilen fotoğraflarda Trio konutlarında yapılan kanallı klimayla soğutma, radyatörlerle statik ısıtma, dış ünitelerin asansör boşluklarının yanında yaratılmış özel hacimlerde dış ünitelerin monte edildiği, bina

cephesinde dekoratif panjurla kondenserlerin hava alışverişinin sağlandığı uygulama gösterilmektedir. Bu tür uygulamalarda kondenserlerden üflenerek 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 5.34 ve 35). İç ünitelerin filtre temizliği dışında sürekli servise ihtiyacı yoktur. Filtre temizliğini de kullanıcı kolaylıkla yapabilmektedir. Ortama klimatize edilmiş hava slot difüzörlerle verilmektedir (Şekil 5.36). Trio konutları kanal tesisatı Şekil 5.37'de verilmiştir.

5.1.11. İNVERTER KOMPRESÖRLÜ SPLIT KLİMALAR

Doğru gerilimden (DC), değişken gerilim dalga (AC) biçimine dönüştürülebilen, frekansı ve gerilimi birbirinden bağımsız ayarlanabilen düzeneklere "İnverter Sistemler" adı verilir. Kompresörü bu şekilde kontrol edilebilen klima cihazlarına da "İnverter Klimalar" adı verilir. Klima sistem montajından önce yapılan ısı kazancı hesabı ile mekanın pik soğutma yükü hesaplanır ve bu hesaba göre kapasite tayin edilir. Ancak soğutma mevsimi boyunca sistem genellikle kısmi yükte çalışır. Kısmi yükte çalışan inverter kompresörlü sistem klasik on-off kontrollü sisteme göre daha verimli çalışacaktır. Genel olarak kısmi yük veya değişken yüklerde çalışacak olan klima sistemleri kompresörlerinin, inverter kompresör olarak kullanılması hem elektrik enerjisi tüketimini azaltacak hem de çok daha hassas sıcaklık kontrolüyle istenilen konfor şartlarının oluşmasına imkan sağlayacaktır. Mevsimlik elektrik harcaması ortalama olarak klasik split klima sistemlerine göre yaklaşık %30 daha azdır. İnverter kontrol devresi, kompresörü %20 oranında modüle etmiş olsun. Bu durumda motor %80 devirle döner. Güç eğrisine bakılırsa, motor %80 devirle dönerken, tam devirle döndüğü halindeki güç harcaması ile kıyaslandığında enerji harcamasının %50 oranına düşük olduğu görülür. Fanlarda olduğu gibi güç devrin küpü ile orantılı olarak değişmektedir (Şekil 5.39):

Güç oranı = (hız oranı)³ = (n²/n¹)³ = (0,80)³ = 0,50
Klasik split klimalarda kompresör rotasyonu sabittir. Kompresör, aynı kapasitede sabit çalışır. İklimlendirilen mekanda ayarlanan sıcaklığa ulaşıldığında, kompresör durur. Kompresörün dur-kalk yapması, klasik split klima sistemlerinin çalışma şeklidir. Kompresörün aynı kapasitede dur-kalk yaparak iç ortam sıcaklığını hassas kontrol etmesi mümkün değildir. Oda sıcaklığındaki dalgalanmalar sebebiyle

konfor şartlarından sapma meydana gelir. Enerji sarfiyatı artar. İnverter kompresörlü split klimalar, kapasitelerini modüle edebilmektedir. Kapasite ayarını yapan, kompresördür. Şebekeden gelen sabit frekanslı elektriğin frekansını değiştirerek kompresör rotasyon sayısını ayarlar. İnverter klimalarla iklimlendirilen ortamda oda sıcaklığı $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle sabit tutulabilir. Konfor şartlarından sapma olmaz.

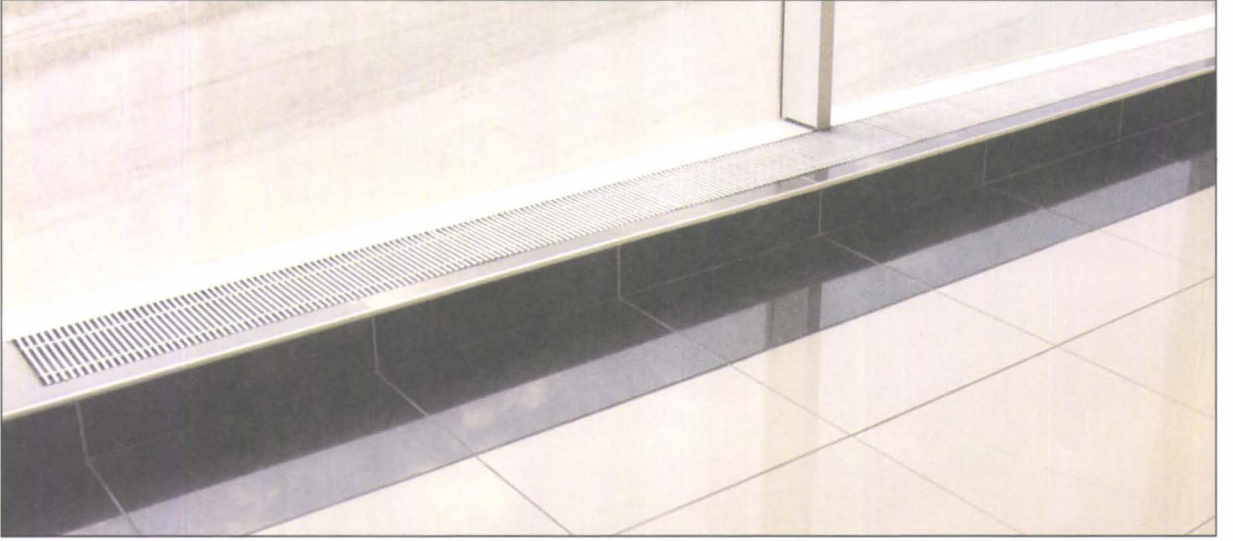
- Soğutma ve ısıtma kapasitesi; dış ortam sıcaklığı, iç ortam sıcaklığı ve ayarlanan sıcaklığa bağlı olarak ayarlanır.
- Oda sıcaklığı, belirli bir aralıkta sürekli sabit kalır.
- Sistem, mekanı az sürede istenen sıcaklığa ulaştırır.
- Defrost süreleri standart klimalara göre çok daha kısa olduğu için, defrost süresince iç ortam sıcaklığında değişme olmaz.



Şekil 5.25. Yüceler Mağazası HAVA KANALLI SPLIT KLİMA UYGULAMASI



Şekil 5.26. Yüceler Mağazası YOĞUŞMALI KASKAD BACA ÇIKIŞI

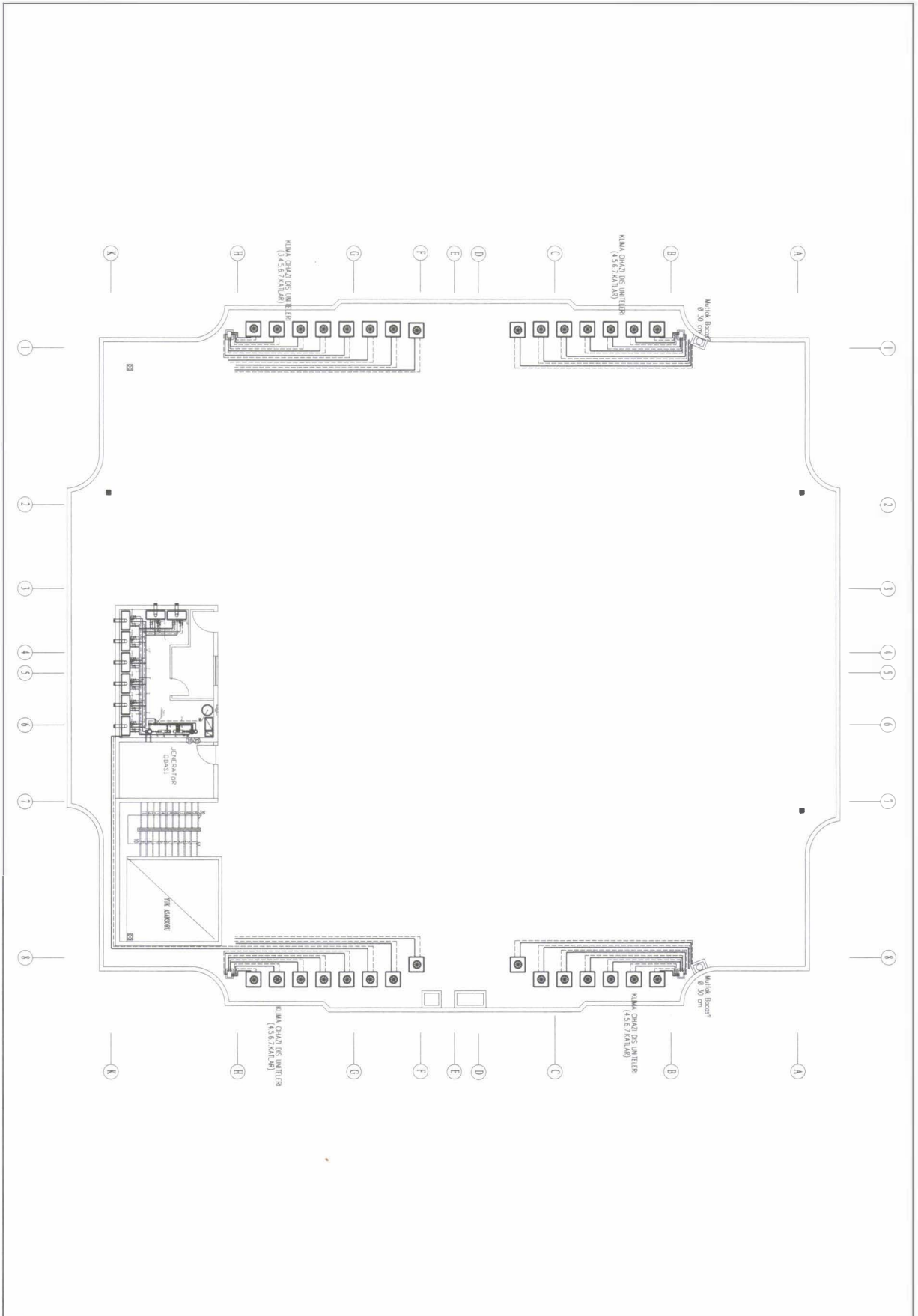


Şekil 5.27. Yüceler Mağazası KONVEKTÖRLER



Şekil 5.28. Yüceler Mağazası DIŞ ÜNİTELER

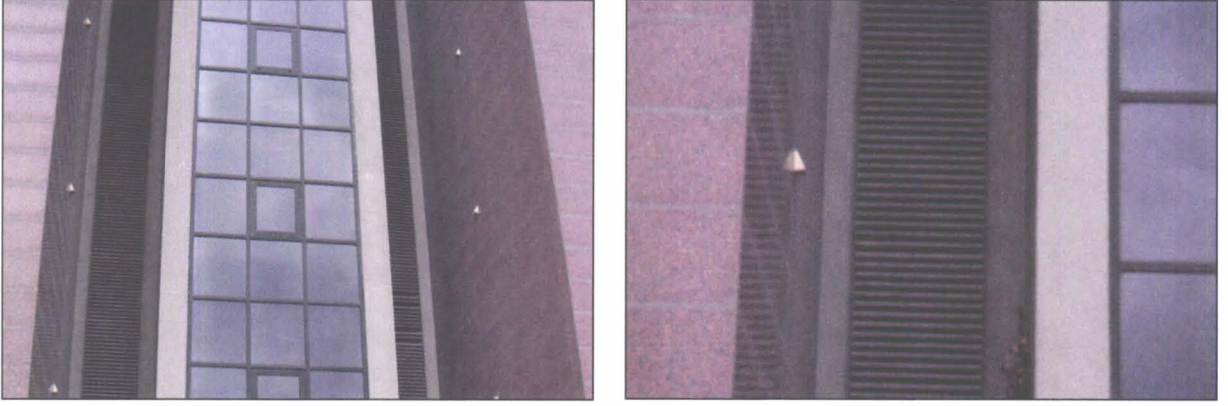
163



Şekil 5.30. Yüceler Mağazası DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ



Şekil 5.31. Trio Konutları HAVA KANALLI SPLİT+STATİK ISITMA UYGULAMASI



Şekil 5.32. Trio Konutları DIŞ CEPHE-DIŞ ÜNİTELER PANJURUN ARKASINDA



Şekil 5.33. Trio Konutları DIŞ ÜNİTE YERLEŞİMİ



Şekil 5.34. Trio Konutları HAVA KANALLI SPLİT KLİMA İÇ ÜNİTE YERLEŞİMİ (DOLABIN DIŞTAN GÖRÜNÜŞÜ)



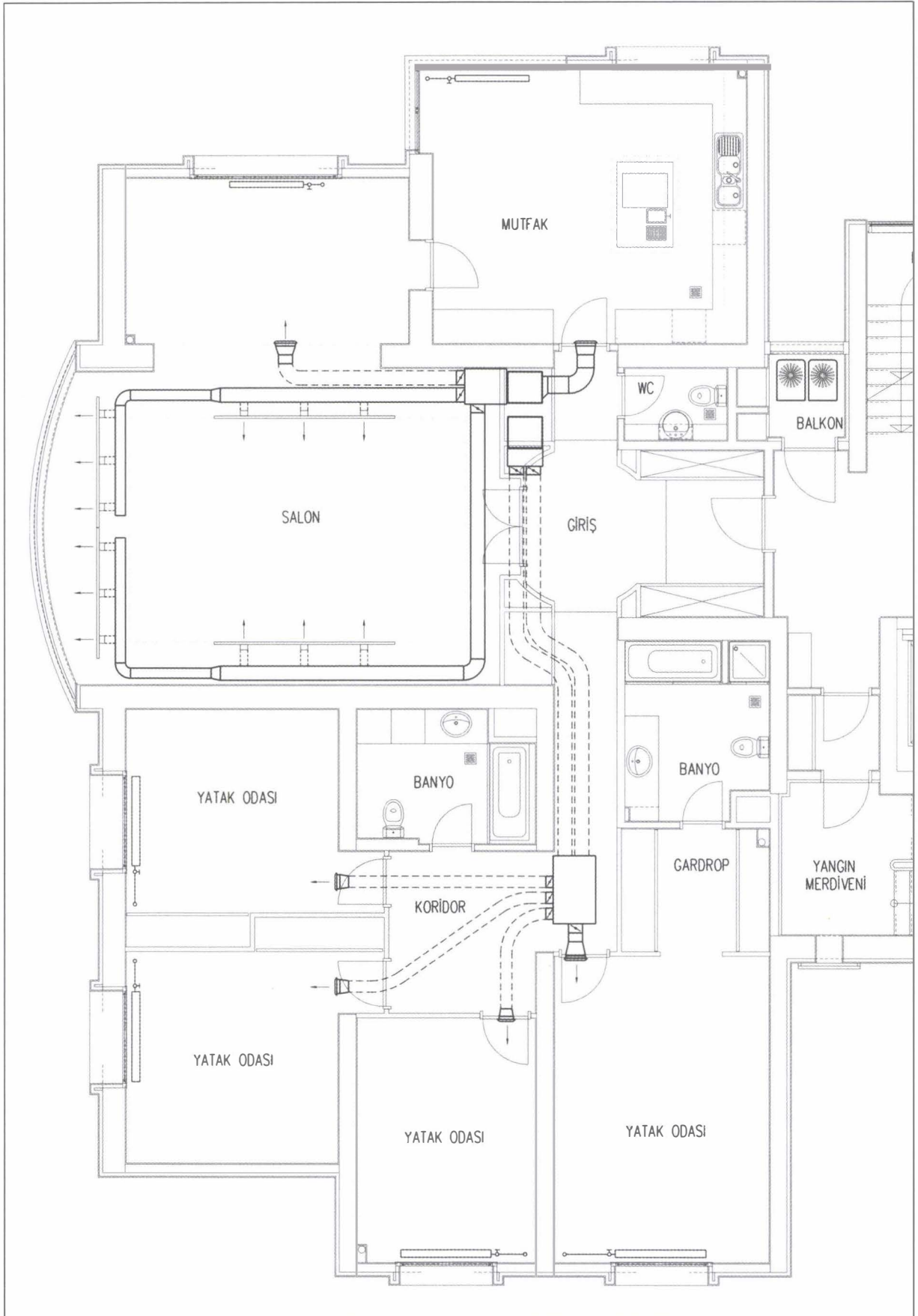
Şekil 5.35. Trio Konutları HAVA KANALLI SPLİT KLİMA İÇ ÜNİTE YERLEŞİMİ (DOLAP İÇİ UYGULAMA)

- İnverter klimalar ortam ve ayar sıcaklığının yanı sıra soğutucu akışkan kontrolü yapabilmeleri ve COP değerlerinin standart klimalara göre daha yüksek olması sayesinde daha yüksek verime sahiptir.
- İnverter kompresörlü klimalarda teknik kataloglarda cihazların enerji verimlilik değerleri (COP, EER) tam yükte çalışma durumuna göre verilir. Ancak cihazların inverter kapasite kontrollü olması, cihazların kısmi yüklerde büyük verimlilik değerlerine ulaşmasına yol açar. İnverter kompresörler özellikle %25-75 kapasite aralığında en büyük verim değerlerine ulaşır (Şekil 5.40). Örnek vermek gerekirse inverter kompresörlü klimada cihazın tam yükte COP değeri 3,2 iken, kısmi yüklerde (%25-75) COP değeri 4'ün altına düşmüyor. Sistem ısı yükleri sezon boyunca sürekli bu aralıkta gerçekleşeceği için, işletme sezonu boyunca inverter klimalı bir sistemde sezon COP değerleri çok yüksek gerçekleşir.
- İnverter kompresörlü split klimaların bir diğer avantajı da geçiş mevsimlerinde ortaya çıkar. Isıtmanın pencere önlerinden statik, soğutmanın inverter kompresörlü split klima ile yapıldığı bir sistemde, geçiş mevsimlerinde ısıtma için inverter kompresörlü klima kullanıldığı takdirde özellikle dış hava sıcaklıkları yüksek olacağından, ve ısı yüklerinin az olması sebebiyle cihaz COP'si yaklaşık 4 değerlerinde olur. Yani cihaz elektrik şebekesinden çektiği her bir birim güç karşılığı şartlandırılan mahale 4 birim ısı verir. Öte yandan eğer geçiş mevsiminde ısıtma inverter heat pump klima yerine yine statik olarak en ucuz yakıt doğal gaz kullanılarak yapılır ise sistemde yakılan her bir birim doğal gaz karşılığında bir birim ısı elde edilir. Bugünkü fiyatlarla doğal gaz yakıt bedeli elektrik bedelinin yarısı kadardır. Dolayısıyla heat pump sistem ile geçiş mevsimlerinde ısındığında doğal gazlı sistemin yarısı kadar harcama yapılacaktır.

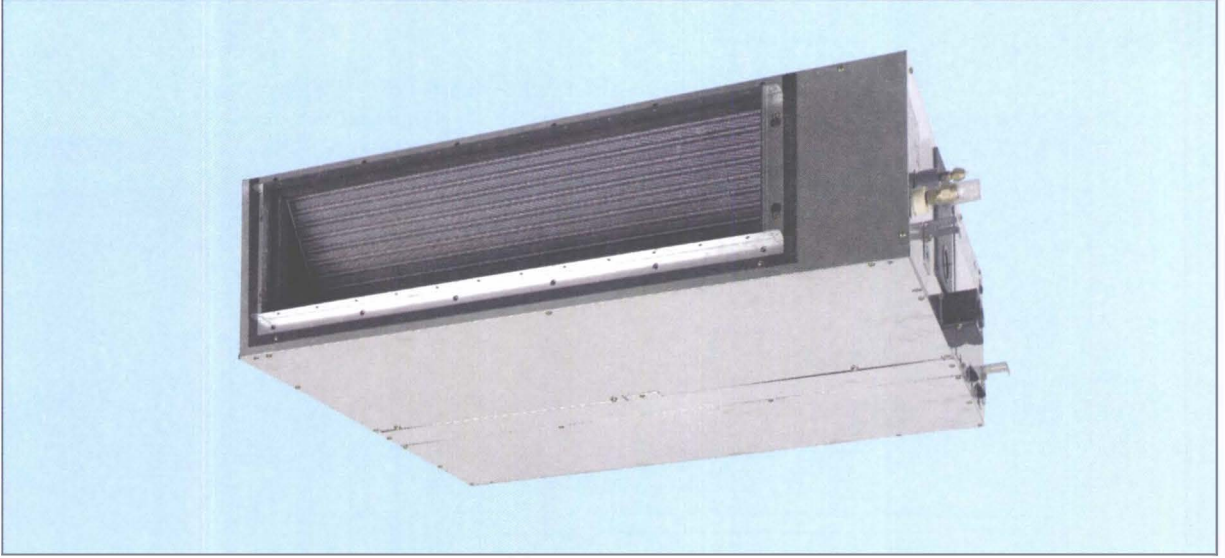


Şekil 5.36. Trio Konutları DAİRE-SLOT DİFÜZÖR

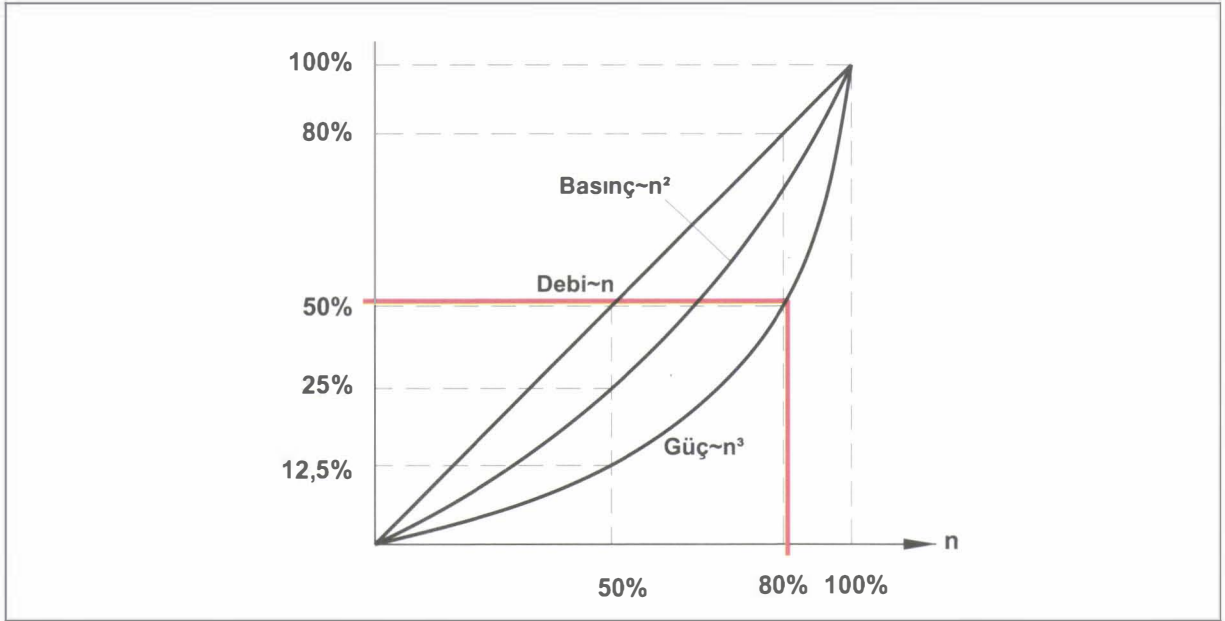
Not: Duvar önüne monte edilen radyatörlerden çıkan hava duvarın daha çabuk kirlenmesine neden olur. Radyatörler mümkünse her zaman cam önüne monte edilmelidir.



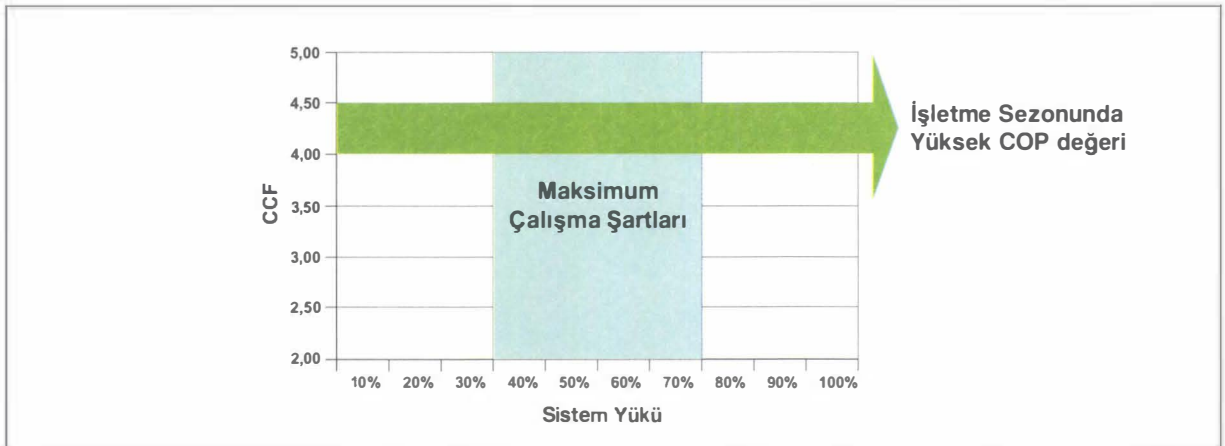
Şekil 5.37. Trio Konutları KANALLI SPLİT VE RADYATÖR UYGULAMASI KAT PLANI



Şekil 5.38. GİZLİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTE



Şekil 5.39. KAPASİTE KONTROL ELEKTRİK SARFIYAT GRAFİĞİ



Şekil 5.40. SEZON İŞLETMESİNDE COP DEĞİŞİMİ

Standart klimalar ilk çalışma (demeraj) anında normal çalışma akımının yaklaşık on katı oranında akım çeker. inverter klimalar ise frekans kontrollü çalıştıklarından kalkış anında çekilen akım normal çalışmada çekilen akım ile aynı değere sahiptir. Böylelikle cihazlarda minimum yıpranma, maksimum ömür ve yüksek enerji tasarrufu sağlanır. Özellikle yatak odalarında inverter kompresörlü klima cihazları kullanılmalıdır. Sadece akşam saatlerinde kullanılan yatak odalarında soğutma yükü zaman zaman çok düşmektedir. Gece boyunca yatak odalarında istenen sıcaklık yazın 27°C dir. İnverter kompresörlü klima bu şartlarda en yüksek verimle çalışacak sistemdir. Kanal tipi split klima cihazlarıyla duvar tipi mini split klima cihazları karşılaştırması Bölüm VI'da verilmiştir.

5.1.12. KLİMA CİHAZLARI YER SEÇİMLERİ, YERLEŞİMLERİ VE MONTAJI

5.1.12.1. Güvenlik Tedbirleri

Klima cihazı ve ekipmanlarının montajı ve servisleri, elektriksel olaylar ve sistem basıncından dolayı tehlikelidir. Bu nedenle klima cihazı ve ekipmanlarının servis, montaj ve bakımları sadece yetiştirilmiş ve kalifiye personel tarafından yapılmalıdır. Konu hakkında bilgisi olmayan kişilerin sadece ünitelerin ve filtrelerin temizliği gibi basit bakım işlemlerini yapmalarına izin verilmelidir. Diğer bütün işlemler yetiştirilmiş servis personelleri tarafından yapılmalıdır.

5.1.12.2. Montaj Yerinin Seçimi

5.1.12.2.1. Duvar Tipi İç Üniteler

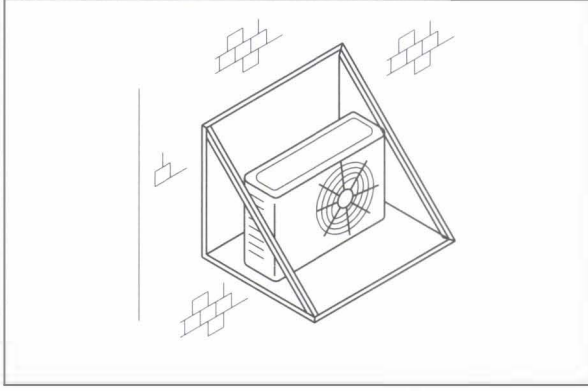
- Yerleşim yeri yanıcı gazların yakınında olmamalıdır.
- Cihaz yerleşim yeri direkt olarak güneş ışığına maruz kalmayacak bir bölge olmalıdır.
- Klimayı mutfığa ve makinelerin yağlı ortamda çalıştığı yerlere yerleştirdiğimizde cihaz yağ dumanını direkt olarak emmeyeceği bir noktaya yerleştirilmelidir.
- Yüksek frekans yayacak makine olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Ünite performansını etkileyecek kadar büyük ısı kaynaklarının yakınına yerleştirilmemelidir.
- Ünite aşırı rutubetli ortamlara monte edilmemelidir.
- Hava sirkülasyonunun engellenemeyeceği bir yer seçimi yapılmalıdır.
- Yerleşim yeri odayı en iyi şekilde ısıtıp soğutacak herhangi bir köşesinde, mümkün olduğunca yüksek bir noktada seçilmelidir.
- Cihazın yeri servis işlemlerine imkân verir şekilde olmalıdır.
- Ünite bakım kolaylığı ve devamlı serbest hava alabileceği yan ve üst boşluklara sahip konumda yerleştirilmelidir.
- Ünitenin monte edildiği yer ağırlığının çekebileceği konstrüksiyona sahip olmalıdır.

5.1.12.2.2. Duvar Tipi Dış Üniteler

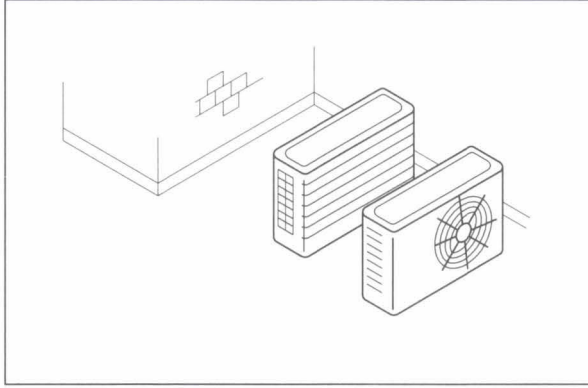
- Direkt güneş ışığına maruz kalacak şekilde monte edilmemelidir. Hava akışına engel teşkil etmeyen kör bir nokta montaj yeri olarak idealdir.
- Ünitenin yazın mümkün olduğu kadar soğuyabileceği, kışın ise mümkün olduğunca sıcak kalabileceği korunaklı bölgelere montajı tercih edilmelidir.
- Isı kaynaklarına, egzoz fanlarına, buhar ve yanıcı gaz kaynaklarına yakın montajdan kaçınılmalıdır.
- Ünite mümkün olduğunca, kuvvetli rüzgâr alan yerlerde monte edilmemelidir. Eğer bu durum kaçınılmaz ise dış ünitenin 2-3 metre önüne rüzgârı perdeleme amaçlı olarak bir duvar yapılabilir (cihaz yere monte ediliyorsa).
- Aşırı derecede nemli ortamlarda cihaz montajından kaçınılmalıdır.
- Cihaz direkt olarak toprak zemine ve eğik bir biçimde monte edilmemelidir.
- Ünitelerin arka bölümü mümkün olduğunca kuzeye bakacak şekilde monte edilmelidir. (Heat pump'ta kullanıldığında yağın karın ısı değiştirici yüzeylere birikimini azaltmak için)
- Tek bir yere iki veya daha fazla ünite montajı yapıyor ise aşağıda belirtilen unsurlara dikkat etmelidir. Ünite, bina cephesine ve altından insanların geçtiği bir bölüme monte edildiğinde drenaj suyunun ısıtma esnasında dış üniteden akıp çevreye rahatsızlık verebileceği kesinlikle göz ardı edilmemelidir.
- Ünite servis verilebilir bir şekilde monte edilmelidir.
- Duvar tipi dış ünitenin yerleşim detayları *Şekil 5.41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 ve 48'de* verilmiştir.

5.1.12.2.3. Kanal Tipi Dış Üniteler

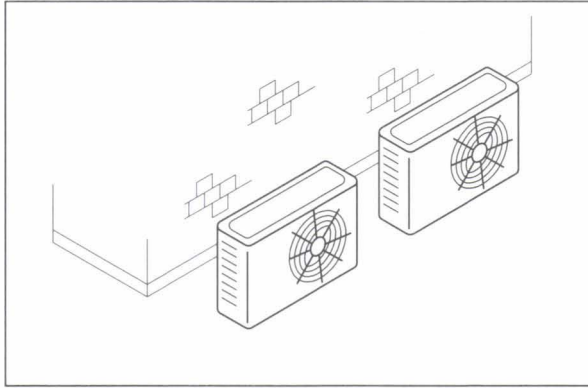
Kondenser ünitesi dış havaya serbest olarak yerleştirilmeli ve üniteye hava girişi ve çıkışı engellenmemelidir. Aynı zamanda üniteye kolayca servis yapılabilen ve ulaşılacak bir biçimde yerleşim yapılmalıdır. Kondenser havası cihaza üç taraftan girer ve hava üstten atılır. Elektrik ve soğutucu akışkan borusu bağlantıları ünitenin sağ tarafındadır. En yaygın uygulamada ünite gerideki bir duvardan 200-250 mm açıkta yerleştirilir. Bu duvara yakın yerleşim boru ve kablo kullanımını azaltır, çarpmaları en aza indirir (*Şekil 5.49*). Eğer daha dar yerlerde yerleşim gerekli ise yarlardan en az 250 mm mesafe olmalıdır. Servis için yaklaşım alanında en az 50 cm mesafe bulunmalıdır. Üst taraf ise tamamen serbest olmalıdır. Eğer cihaz bir çıkıntının altına yerleştirilmişse çıkıntı ile cihaz arasında en az 1 m mesafe olmalıdır. İlgili izafi yükseklik limitleri ve maksimum soğutucu akışkan hattı uzunlukları için cihaz kataloglarına bakılmalıdır. Kondens ünitesi (dış ünite) beton bir kaide üzerine monte edilmelidir. Çatı üstü uygulamalarında ise çatı konstrüksiyonunun üniteyi taşımaya müsait olduğundan emin olunmalıdır. Çatı üstü uygulamalarda nem yalıtımı ve ses-titreşim yalıtımı özellikle ele alınmalıdır.



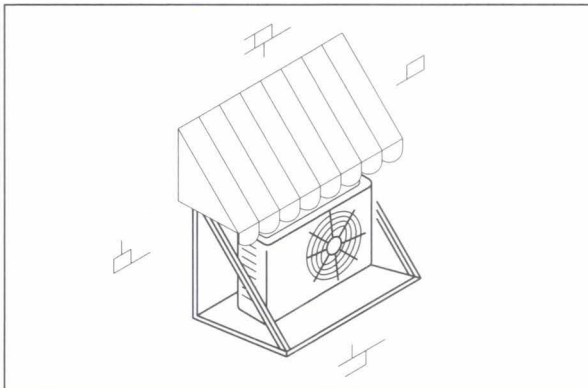
Şekil 5.41. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI



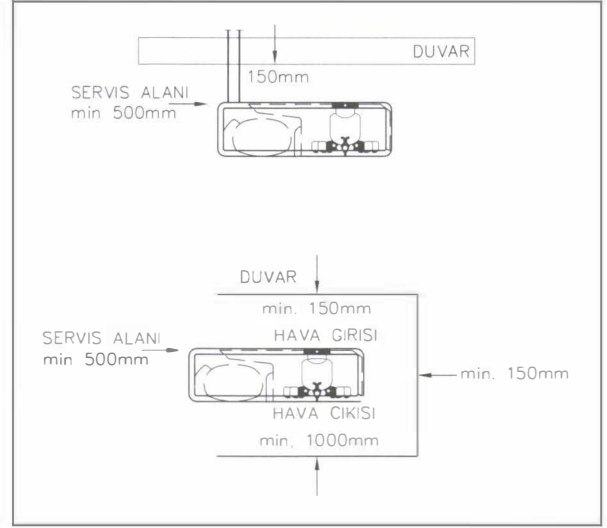
Şekil 5.42. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI



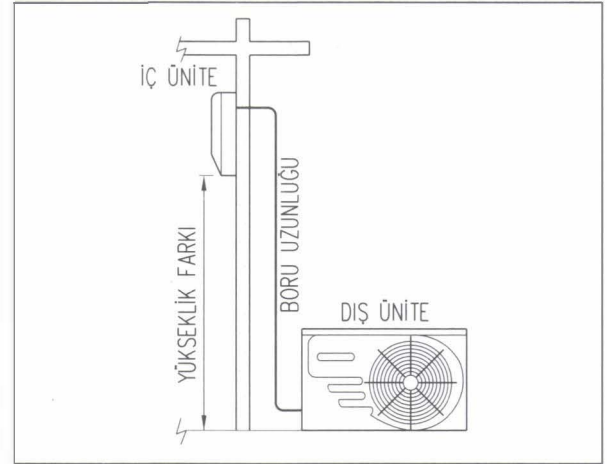
Şekil 5.43. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI



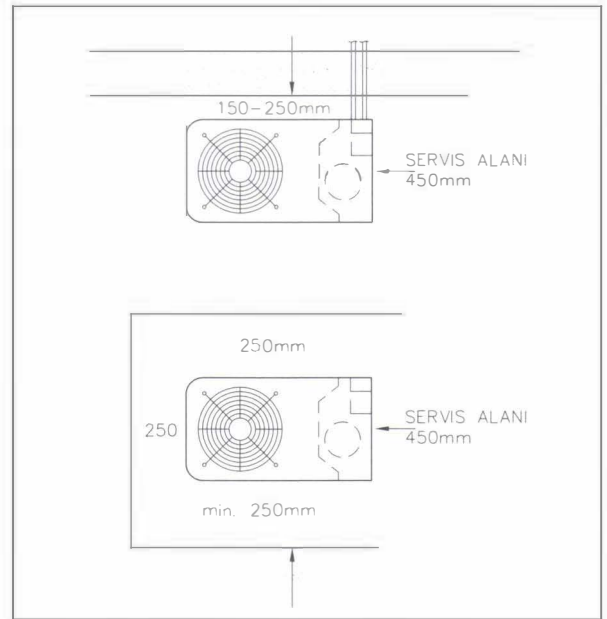
Şekil 5.44. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI



Şekil 5.45. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI



Şekil 5.46. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI



Şekil 5.49. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI

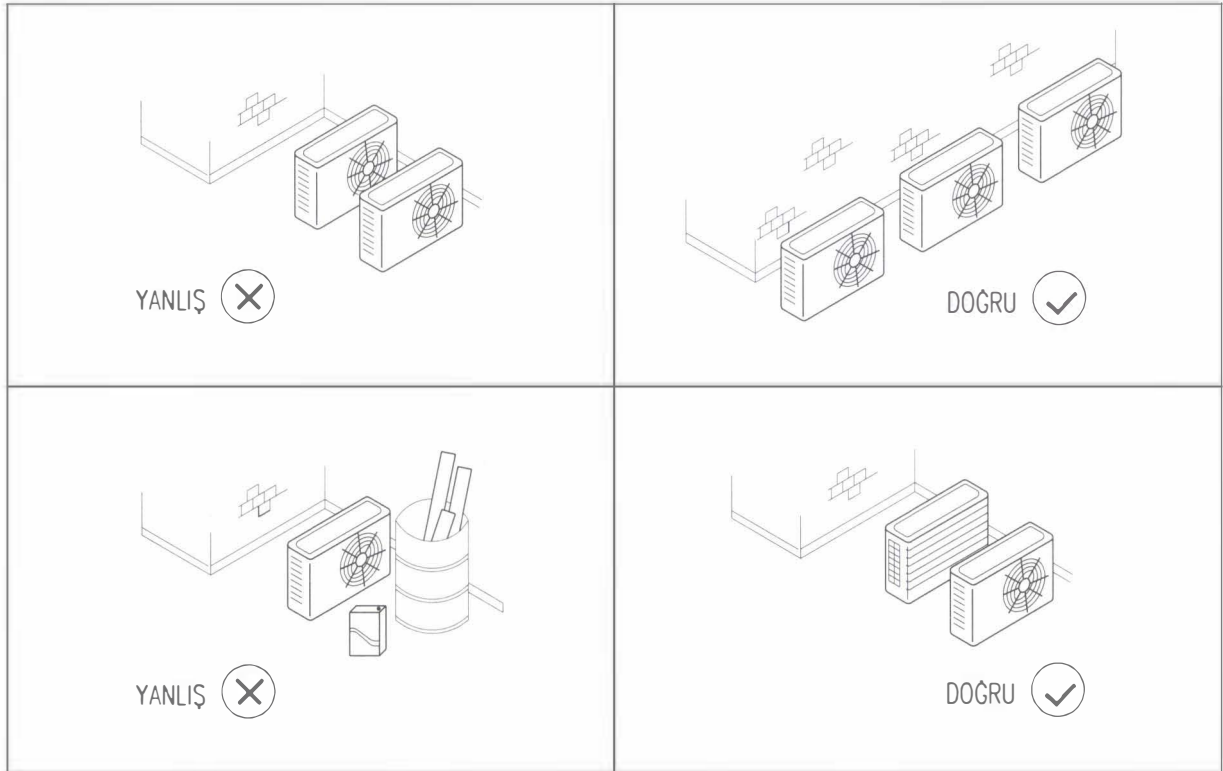
Isı pompası ağır karlı ve/veya sürekli donma noktasında bulunan alanlarda özel mahallerde bulunmalıdır. Ünite defrostonu (çözünmüş buzları) ve buzlarını engelsiz olarak drenaja verebilecek bir yerde olmalıdır.

- Dış ünite hava akışı sınırsız olacak bir yerde olmalıdır.
- Servisin çalışmasını sağlayacak uygunlukta olmalı ve servisin çalışmasını engelleyici unsurdan en az 30 cm uzaklıkta olmalıdır.
- Cihaz montajında bağlantıların sağ taraftan olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.
- Montaj esnasında dış ünitenin ses etkisi göz önünde bulundurularak cihazları pencere önlerinden ve titreşim ve gürültünün kolaylıkla iletilebileceği ortamlardan uzak tutmaya gayret edilmelidir.

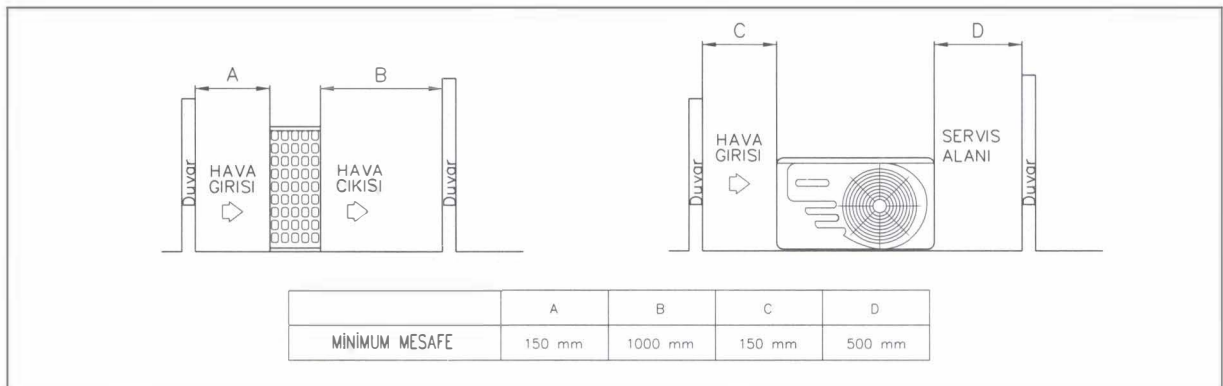
Pencere ile karşısındaki çıkış arasında en az 8 m mesafe bulunmalıdır.

- Çatı ve teras montajlarında ağırlığın dengelenmesi ve titreşimin iletimini en az düzeye indirmek amacıyla cihaz kalas yada lastik takoz üzerine konulmalıdır.
- Beton kaide yüksekliği bölgedeki kar seviyesinden 5 cm daha yüksekte olmalıdır.

Soğutucu akışkan boruları bakır olmalıdır. Boru çapları ilgili firma kataloglarında genellikle belirtilir. Boruların tesise kadar ve tesis sırasında kuru ve temiz tutulmasına çok dikkat edilmeli ve bağlantıya hazır hale getirilmeden uçlarındaki tapalar çıkarılmamalıdır. Emme hattı yoğunlaşma olmaması için izole edilmelidir. Genellikle $\frac{3}{8}$ inç kalınlıkta izolasyon bu amaçla yeterlidir.



Şekil 5.47. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI

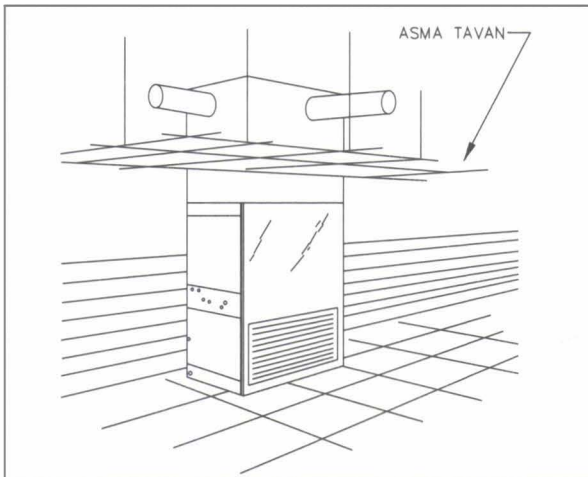


Şekil 5.48. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI

5.1.12.2.4. Kanal Tipi İç Ünitelerin Tesisi

- Ünitelerden veya üniteye, hava akışını engellemeyecek bir yere monte edilmelidir.
- Şartlandırılacak ortama havayı tamamen dağıtılabilecek hava kanal dizaynı için uygun montaj yeri seçilmelidir.
- Cihazlar tavan arasına monte edilebilir. Tavan arası montajında cihaz döşemeye yerleştirildiğinde tavandan aşağıya minimum ses gidecek şekilde izolasyon yapılmalıdır.
- Cihaz servis ve çalıştırma işlemlerinin tümü için cihazın ön kısmı mutlak suretle açık ve müdahale edilebilir durumda monte edilmelidir. Servis için minimum mesafe 600 mm'dir.
- Ünite aşırı rutubetli ortamlara yerleştirilmemelidir.
- Seçilen yer boruların, drenaj hattının, elektrik hattının, dış üniteye ulaşabileceği en kısa mesafede olmalıdır.
- Cihaz dikey olarak monte edildiğinde hava emişi cihazın alt bölümündendir. Bu durumda cihaz yerden en az 300 mm yukarıya kaldırılmalıdır.
- Bu tip uygulamalarda drenaj için ek bir drenaj ünitesi yerleştirilmelidir. Daha da ileri bir aşama olarak ikincil bir drenaj ünitesi cihazın altına monte edilmeli ve belli bir eğim verilerek kullanıcının rahatlıkla ulaşabileceği şekilde monte edilmelidir. Bu şekildeki bir uygulama birincil drenaj borusunun tıkanması durumunda drenajın sağlanmasına yardımcı olacaktır. Bu cihazlar uygulama olarak kullanıcıya esneklik getirirler. Dik, yatay veya aşağıya doğru monte edilmesi mümkündür.

Evaporatör ve fandan oluşan iç ünite yatay ve dikey iki pozisyonda monte edilebilir. Dönüş havasının kanalsız olarak emildiği dikey pozisyonda montaj örneği Şekil 5.50'de gösterilmiştir. Hava emişi için 26-35 kW güçleri arasında 1,0 x 0,5 m bir delik yeterlidir. Cihazın üfleme tarafı asma tavan içinde kalmakta ve besleme kanalları doğrudan bağlanabilmektedir.



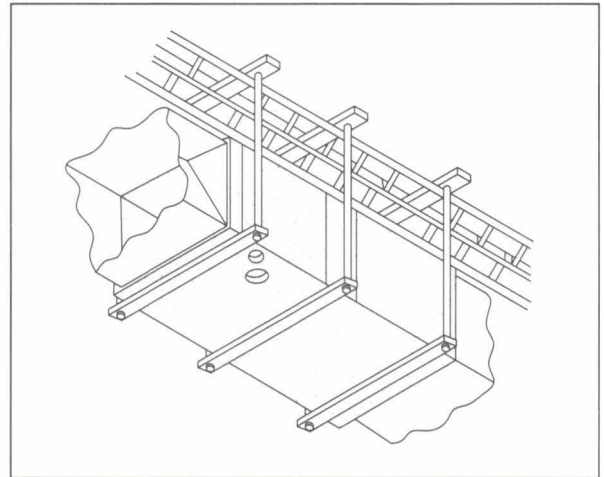
Şekil 5.50. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI

Yatay yerleşimde asılı olarak asma tavan arasında veya bir platform üzerine montaj mümkündür. Şekil 5.51'de yatay asılı yerleşim örneği görülmektedir. İç ünitelerde servis için 750 mm açıklık gereklidir. Diğer yüzeyler sıfır açıklıkla yerleştirilebilir. Belirli bir kapasiteye kadar dış ünite ile tek devreli bir boru bağlantısı yeterlidir. Bu tek devrede bir buhar emiş ve bir sıvı hattı olarak iki boru bulunur. Büyük cihazlarda ise örneğin 37 kW kapasiteli tiplerde 2 emiş, 2 sıvı hattı olarak iki devre bulunur. Her bir devre ayrı bir dış üniteye bağlıdır. Böylece iki kademeli soğutma yapmak mümkün olmaktadır. Eğer dış ünite, iç ünitelerden daha yüksekte ise, iç ünite çıkışında emiş hattında bir U oluşturulmalıdır. Bütün emiş hattı nem kesici özellikle bir izolasyon malzemesi ile izole edilmelidir. Örneğin izolasyon için Armaflex veya Rubaflex türü malzeme kullanılabilir. Yoğuşan suları tahliye için iç üniteye bir boru bağlantısı bulunmaktadır. Yatay montajda cihaza bu deliğe doğru hafif bir eğitimi verilmesi gerekir. Bu ağza 7/8" bakır boru veya 3/4" galvaniz veya plastik boru ile bağlantı yapılarak kondens suları drenaja verilir. Cihaz çıkışında bu hat için de bir U teşkil edilmelidir.

5.1.12.2.5. Oda Termostatu

Bu ısıtma yada soğutma ünitesinin çalışmasını kontrol eden bir cihazdır. Bu cihaz oda içindeki sıcaklığı hissederek ve ayarlanan sıcaklıkta sabit tutulmasını temin eder. Oda termostatu merkezi bir yerde olmalı ve sıcaklık ve radyasyondan etkilenmeyecek bir yerde olmalıdır. Termostat senede bir kez temizlenmelidir.

- Oda termostatu direkt güneş ışığı almayacak bir yere yerleştirilmelidir.
- Herhangi bir ısı kaynağından etkilenmemelidir.
- Yerden en az 1,5 m yükseğe ve yere paralel bir şekilde montaj yapılmalıdır.
- Oda termostatına kolaylıkla müdahale edilebilecek bir yere monte edilmelidir.



Şekil 5.51. DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM DETAYI

5.1.13. SPLIT KLİMA CİHAZLARININ VERİMLİ KULLANILMASI İÇİN FAYDALI BİLGİLER

- Klima çalışırken ihtiyaç dışı ısı yayan cihazlar kapatılmalıdır.
- Termostatı mümkün olan en yüksek sıcaklıkta tutulmalıdır. Tavsiye edilen sıcaklık 24-25°C'dir. İç mekanda sabit kalınıyorsa, dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkının 8°C olması insan sağlığı için idealdir. Çok sık girilip çıkılan yerlerde ise dış-iç hava sıcaklık farkının 5-6°C olması yeterlidir. Aksi halde nezle olma riski oluşabilir.
- Günün sıcak saatlerinde pencereleri açarak sıcak havayı içeriye alınmamalıdır. Doğal havalandırma yapılması gerekiyorsa bunu gecenin serin saatlerinde yapılmalıdır.
- Klima kanalları veya üfleme emiş ağızları mobilya veya başka bir eşya ile bloke edilmemelidir.
- Binaların ısı yalıtımı, kış için önemli olduğu kadar, yaz için de önemlidir. Binada ısı yalıtım önlemlerinin alınıp alınmadığını kontrol edilmelidir. Filtreli veya güneş ışığını yansıtabilen tipte cam kullanılmalıdır.
- Yeni bir klima satın alırken enerji açısından verimli olanı seçilmelidir.
- Odadan belirli bir süre ayrılanılacaksa fanı kapatılmalıdır. Açık kalması mutlak bir enerji israfıdır.
- Klimaların bakımını periyodik olarak yapılmalıdır. Periyodik bakımın, cihazın ömrünü uzatacağı gibi, aşırı elektrik sarfiyatını önleyeceği de unutulmamalıdır.
- Klimaların filtreleri temiz tutulmalıdır. Filtresi kirli cihazda %6'ya varan oranda enerji kaybı olmaktadır. Kirli filtre arıza riskini de arttıracaktır.
- Klimalara kalifiye bir ekip tarafından yılda en az bir kere bakım yaptırılması, verimli çalışması için gereklidir. Kondenser paketleri, soğutma sezonu başında ve sonunda sulandırılmış deterjan ile temizlenmelidir.
- Klimalar direkt gün ışığından korunmalıdır.
- Günün soğuk saatlerinde pencereler açılarak soğuk dış hava ile ortam soğutulabilir. Günün sıcak saatinde gün ışığının odaya girmemesi için gerekli tedbirler alınmalıdır (Dış panjur, güneş kesicileri vb).
- Dış üniteye hava girişi ve çıkışı kısımlarını kapatan herhangi bir engel bulunmamasına dikkat edilmelidir (Her sezon başında tekrar kontrol edilmelidir.).
- İklimlendirilen ve kapısı çok sık açılan binalarda hava perdesi kullanılmalıdır.
- Duvar tipi split klimalar da kullanıldıkları hacimlerde konforu sağlarken hem sistemin hassas kontrolü sağlanmış hem de enerjinin minimum miktarda kullanılması sayesinde tasarruf edilmiş olur.

Yeni seri özel duvar tipi split klimalarda kullanılan yüksek verimli kompresörler çok sessiz, uzun ömürlü ve güvenlidir; ekstra enerji kaybına imkan vermez. Özel çok parçalı iç ünite serpantin tasarımı ile soğutma yüzeyleri arttırılmış, daha büyük çaplı fan çarkı ve özel fan motorları sayesinde hava sesi minimuma indirilmiştir. İç ünite fanı mikro işlemci ile kontrol edilir. Fan hızı değişimleri kesinlikle hissedilmez. Cihazların Akıllı kontrol özelliği sayesinde kullanım çok kolaydır. Bu sayede kendi başına karar verebilen özel yazılım sistemi sayesinde kullanıcı, uzaktan kumandada bu modu seçtiğinde üstün teknolojiye sahip elektronik kart ve sensörler, algıladığı ortam sıcaklık değerlerine göre soğutma, ısıtma ve nem alma konumlarının hangisinde çalışacağına kendisi karar verir. Dolayısıyla gereksiz enerji sarfiyatı olmaz. Ortamın sıcaklık ve nem değerleri bu özellik sayesinde sürekli olarak hassas bir şekilde sabit tutulur. Kullanıcı dilediğinde hafızadaki standart değerleri değiştirip, kendi konfor şartlarını da oluşturabilir. Hava yönlendirici klapeler 125° geniş açıda 3 boyutlu hava akışı sağlar. Kumanda üzerinden hem iç klappenin hem de dış klappenin yönlendirilmesi ayrı ayrı yapılabilir. Klape kontrolü sayesinde yoğunlaşma koruması ve ısıtmada soğuk hava etkisinden korunma sağlanmış olur. Soğutmada ve ısıtmada akıllı kontrol sayesinde uygun klape konumunu kendisi seçer. Ultraviyole dezenfeksiyon teknolojisi ile ultraviyole ışık gücü altında aktive olan Titanyumdioksit (TiO₂) filtresi sayesinde bakteri ve virüslerin koruma zarlarını parçalayarak ölmelerine neden olur. Böylelikle sağlıklı bir ortam ve iç hava kalitesi olabildiğince yükseltilmiş bir ortam sağlanır. Cihaz sadece hava temizleme modunda çalışma özelliğine de sahiptir.

5.1.14. KANAL TİPİ SPLIT KLİMALARDA ESNEK HAVA KANALI KULLANIMI

Kanal tipi klimalar iklimlendirilecek ortamların homojen olarak soğutulması-ısıtılması ve havalandırılmasını sağlar. Bu cihazlar taze hava alabildikleri için, ortamda toz olmaz, dış hava cam ve dış kapıdan içeriye kontrolsüz ve tozlu olarak girmez (hava camlardan ve dış kapıdan dışarıya sızar). Kanal tipi klimalar iç hava kalitesini artırması, ortamı farklı zonlara ayırabilme özelliği, 12 ay havalandırma yapabilmesi ve yüksek verimli çalışma özellikleri ile ülkemizde çok yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kanal tipi klimaların avantajlarından en iyi şekilde yararlanabilmek için doğru bir kanal tipi seçimi, doğru bir kanal dizaynı ve boyutlandırılması ve düzgün bir montaj yapılmalıdır. Bunların tamamı sistemin verimliliğini ve ekonomikliğini arttıran unsurlardır. İşte bu noktada kanal tipi klima uygulamasında esnek hava kanallarının kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Kanal tipi klima sistemi ile yapılan her türlü ısıtma-soğutma-havalandırma tesisatlarında ana hatlardan anemostatlarla, (anemostat, menfez ve lineer difüzörler) bağlantıda esnek hava kanallarını kullanmak mümkündür. Bu sayede ilk yatırım, işçilik maliyeti, ses seviyesi azaltılmış, hızlı ve kolay bir montaj sağlanmış ve sisteme esneklik kazandırılmış olur. 24.000 Btu/h-180.000 Btu/h kapasite aralıklarında, tüm sistemi her anemostata ayrı bir hat (veya iki anemostata bir hat) çekmek suretiyle esnek hava kanalları kullanarak yapabiliriz.

5.1.14.1. İlk Yatırım Maliyeti

İzoleli ve izolesiz hava kanalları ile karşılaştırıldığında esnek hava kanalı fiyatı çok daha ucuzdur. Ayrıca dirsek kullanılmaya ihtiyaç olmadığı için (esnek hava kanalı kıvrılarak dirsek oluşturulur.), fittings maliyeti de çok düşüktür. Kullanılmayan, artan malzeme başka yerlerde değerlendirilebilir.

5.1.14.2. İşçilik Maliyetine Etkisi

Esnek hava kanalın montajı herhangi bir kanala ve o kanala ait fittings malzemelerinin montajına göre daha kolay ve hızlı olduğu için işçilik maliyetini düşürür. Kısa sürede montaj, bazen en önemli avantaj olarak da değerlendirilebilir.

5.1.14.3. Ses Seviyesine Etkisi

Diğer hava kanalı sistemlerinde ses (gürültü) önlemi için susturucular kullanılır ve akustik izolasyonlar yapılır. Esnek hava kanallarının ses kırıcı özelliği olduğu için, ayrıca akustik izolasyon vb maliyetler oluşmaz.

5.1.14.4. Sistem Esnekliğine Etkisi

Herhangi bir kanal sisteminin uygulama aşamasında, kanallar üzerindeki bağlantı ağızlarının uygulayıcı tarafından yanlış açıldığını veya bu bağlantı ağızlarının açılmasından sonra binanın mimarisinde ve projesinde bir değişiklik olduğunu varsayalım. Bu uygulamalarda çok sık rastlanılan bir durumdur. Eğer sistemdeki ana kanallardan anemostatlarla olan bağlantılar projede Esnek hava kanalları ile yapılmadıysa bağlantı ağızları açılan kanallar ilave kanal veya fittings kullanmak suretiyle projenin yeni haline uydurulmalıdır. Ayrıca önceki projeye göre üretilmiş olan malzemeleri başka bir hatta kullanma şansınız olmaya bilir. Bunların tümü maliyeti ve montaj süresini artırıcı etkenlerdir.

5.1.14.5. Esnek Hava Kanalının Özellikleri

- 4" (Ø102 mm), 5" (Ø127 mm), 6" (Ø152 mm), 7" (Ø180 mm), 8" (Ø203 mm), 9" (Ø229 mm), 10" (Ø254 mm), 12" (Ø305 mm), 14" (Ø355 mm), 16" (Ø406 mm), 18" (Ø457 mm), 20" (Ø508 mm) çaplarında standart olarak üretilir.

- Ses sönümleyici özelliğe sahiptir.
- Pislik tutmaz.
- Sızdırmazdır.
- İç yüzeyi alüminyum folyodan yapılan hava kanallarında (alüminyum folyo yapıştırma olduğu için) hava kaçağı riski olduğu halde, Esnek hava kanalları monoblok (tek parçalı) imal edilir ve hava kaçağı oluşmaz.
- Basınç kayıpları çok düşüktür.
- İzoleli ve izolesiz olarak üretilir.
- İzolesiz kanallar özel polyester malzemeden imal edilmiştir.
- İzoleli kanalların iç çeperi özel polyester kaplı olup, arada 3 cm camyünü izolasyon bulunmaktadır.
- İzolasyonun dış yüzeyi de alüminyum folyo ile bütünüyle kaplanmıştır.
- -30°C/+120°C sıcaklık aralığında kullanılır.
- Esnek hava kanallar NFPA 90A ve 90B (Amerikan Yangın Güvenlik Enstitüsü) standartlarına ve UL181 (Under Writes Laboratory) standartlarına uygundur. Genel olarak bütün esnek hava kanallarında yukarıda belirtilen yangın güvenlik standartlarına uygunluk sağlanmalıdır.
- Kanallar 148°C'de alev almadan, yanmadan erimeye başlar. Erime sonucunda da zehirli gaz çıkartmaz.
- Tüm klima ve havalandırma tesisatlarında güvenle kullanılabilir.

5.1.14.6. Esnek Hava Kanallarında Ses Sönümü

Kanal içinde ilerleyen ses üç şekilde azalır;

- Cidarda yutulur. Bunun için cidarın ses enerjisini absorbe edecek bir özellikte olması gerekir.
- Yansımalarla geri kaynağa döndürülür. Özellikle bunun için kanal cidarının düz olmaması gerekir.
- Kanal cidarını geçerek kanal dışına yayılır. Böylece kanal içinde ilerleyen ses azalır. Bunun için cidarın ince ve kütesinin az olması gerekir.

Kanal dışında izolasyon tabakası yoksa, plastik film cidarında yutulma çok azdır. Ancak yüksek frekanslı sesler cidardaki plastik deformasyon ve esnekliği sağlayan metal tel ile birlikte bir miktar sesi geri yansıtır ve ses kırıcı özellik yaratır. Plastik ince filmden oluşan kanal cidarında, kanal girişinde kanal içindeki mevcut olan ses enerjisinin büyük kısmı cidardan geçerek kanal dışındaki ortama yayılır. Eğer kanal dışında izolasyon tabakası varsa (25 mm'den az olmamalıdır), cidardan geçen sesin önemli bir kısmı bu tabakada yutulur. Yutucu etkinin artması için izolasyonun üstü mümkün olduğunca sert bir folyo ile kaplanmalıdır. İzoleli esnek hava kanalları bu özellikleri sağlamaktadır.

Özet olarak esnek hava kanallarının avantajları;

- Çok kısa sürede montaj imkanı
- Ses (gürültü) kırıcı özelliği
- Ucuz fiyat

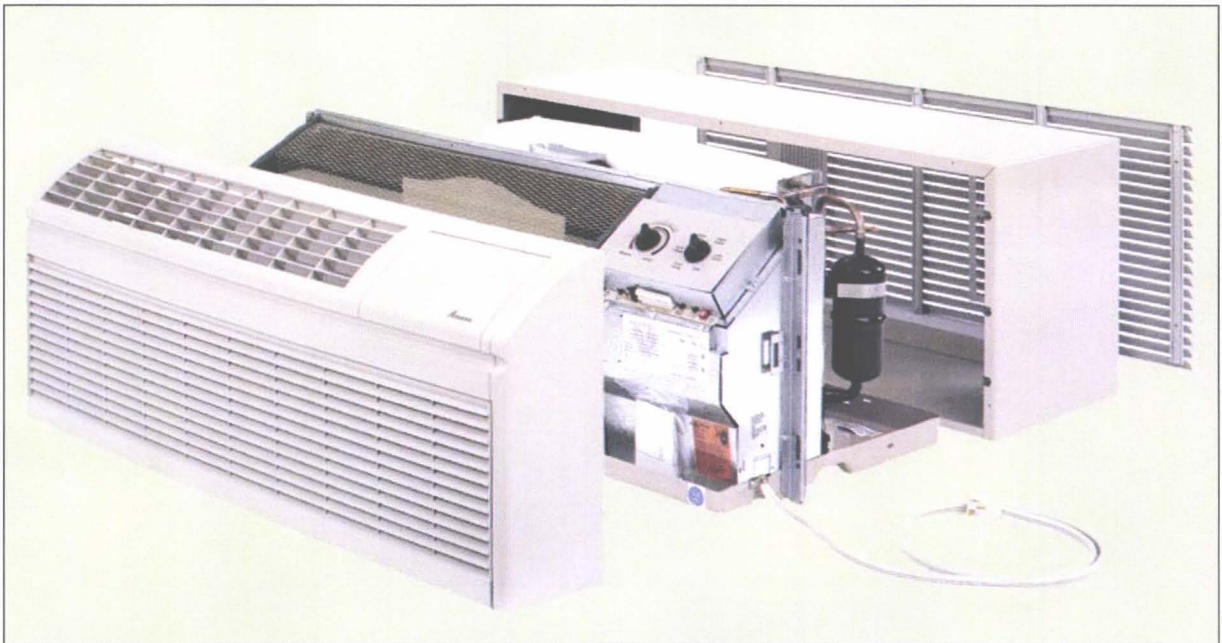
5.1.15. HAVA KANALI MONTAJI

- Asma tavan içerisinde yeterli yükseklik varsa, hava kanalları asma tavan boşluğu içinden dağıtım yapılır. Sızdırmaz contalı yuvarlak hava kanalları idealdir.
- Asma tavan içindeki yüksekliğin az olduğu yerlerde;
 - İç ünite üzerine dağıtım kutusu yapılır.
 - Her iki anemostada bir çıkış veya her anemostada bir hava kanalı çıkışı yapılır.
 - Hava damperleri dağıtım kutusu çıkışına monte edilerek, odalara girmeden hava ayarı yapılabilir.
 - Anemostat ve menfezler dampersiz seçilebilir.
 - Damperli menfez ve anemostatlar için daha fazla asma tavan boşluğu ihtiyacı ortadan kalkar.
 - Hava dağıtımı contalı fittingsler ve esnek hava kanalları ile yapılabilir.
 - Esnek hava kanalları ile hava gerekirse 100 m mesafelere de taşınabilir.
- Komple asma tavan yapılamayan yerler için alternatif çözümler;
 - Cam kenarlarında kısmi asma tavan boşluğu yaratılabilir.
 - Ofislerde merdiven önü ve koridorlarda asma tavan yapıp, hava kanalı montajı yapılır. Odalara kapı üzerinden veya duvardan üst kattan hava üflenir veya cam önünde kısmi asma tavan ya da dekoratif kısmi tavanlar oluşturularak hava kanalı dağıtımı yapılır. Modern binalarda yapı mimarının dizayn şartlarına uyarsa; yuvarlak hava kanalları istenilen renge boyanarak kullanılabilir.
 - Apartman dairelerinde İç ünite koridor üzerinde bir dolabın içine yerleştirilip, hava kanalları koridor tavanından dağıtılır. Odalara kapı üzerinden veya duvardan üst kattan hava üflenir.

- Villalarda, yatak odası katlarının klima cihazı iç ünitesi çatı arasındaki kullanılmayan boşluğa yatay olarak yerleştirilir. Hava kanalları çatı arasındaki boşluktan yatay olarak monte edilir. Alt kattaki yatak odalarının tavanı delinip, anemostat ve menfezler yerleştirilir. Yatak odalarına şartlandırılmış hava verilir ve alınır: Asma tavana ihtiyacı da oluşmaz. Aynı cihaz veya başka bir cihaz çatı arasındaki hacimlere de hava verir.
- Salon ve giriş katının klima cihazı aynı katta dolap içine veya bodrum kata yerleştirilip, hava kanalı dağıtımı için çözümler üretilebilir.

5.2. OTEL ODASI KLİMASI (Şekil 5.52)

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. Bu cihazların kullanım yerleri oteller, moteller, villalar, işyerleri ve apartman daireleridir. 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 5.53'te 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 ısıyı atarken oda içinde bulunan evaporatör kısmı üzerinden bir başka fanla geçirilen hava üzerinden ısı çekilir. Cihaz bu şekilde soğutma yaparken soğutucu akışkan çevrimi ters



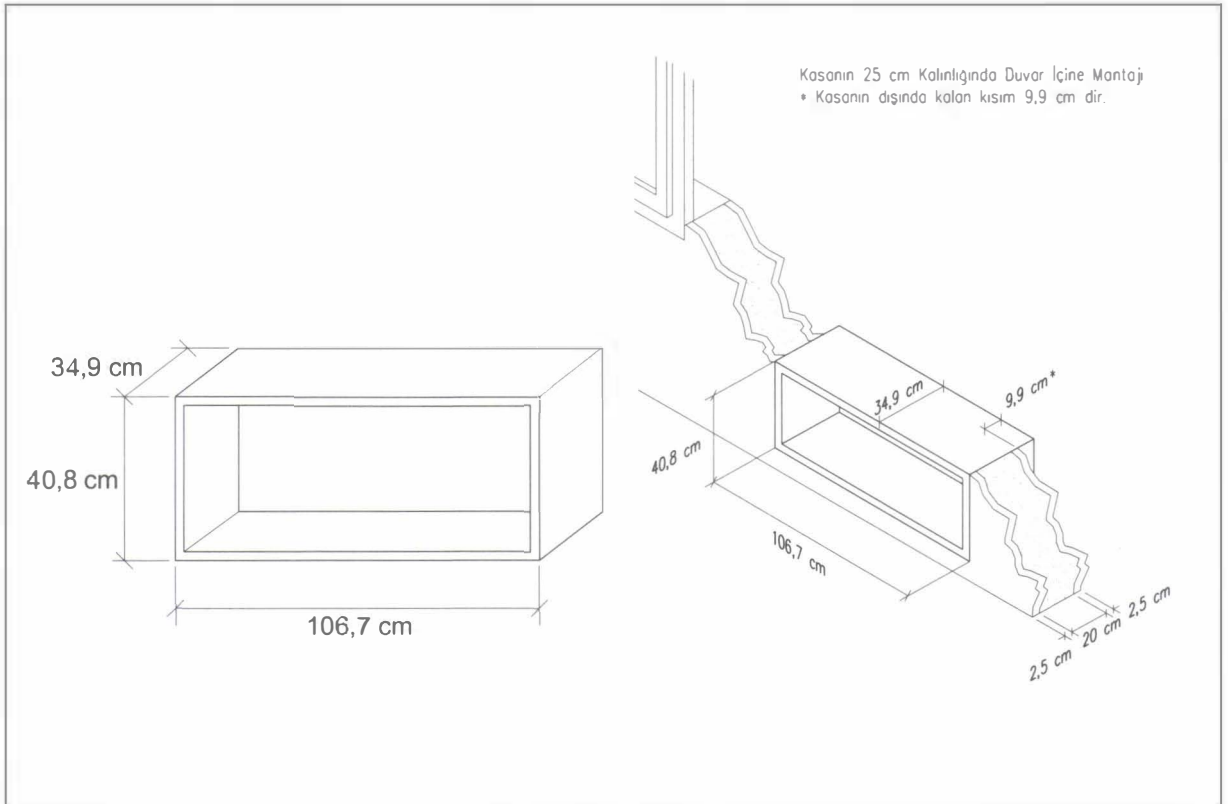
Şekil 5.52. OTEL ODASI KLİMASI

döndürülerek kışın heat pump modunda ısıtma yapılabilir. 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 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 sunar. Taze hava için ayrı bir filtre olduğundan, iç ortam havası filtresi kirlenmesi ve bakım periyodu süresi uzar. Cihaz özellik olarak kendi yoğuştuğu 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 ila +52°C) tek bir üniteden yapabilmesi, merkezi klima santrali yada

taze hava şaftlarına ihtiyaç duymadan direkt olarak taze hava olarak filtre edip, şartlandırıp iç ortama verebilmesi ve herhangi bir bakır boru tesisatı ihtiyacı olmaması nedeniyle tercih edilen sistemlerdendir. Şekil 5.55-58'de Amerika'da yüksek yapılı konut binalarında, Şekil 5.54'de ise İstanbul'da bir yalıda yukarıda sözü edilen avantajları nedeniyle kullanımı tercih edilen sistem örnekleri görülmektedir. Tablo 5.59'da otel odası klima cihazlarının split klima, Tablo 5.60'da ise fan coil cihazlarıyla karşılaştırması verilmiştir.



Şekil 5.54. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.53. ÖZEL KÖR KASA BOYUTLARI



Şekil 5.55. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ (NEW YORK)



Şekil 5.56. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ (NEW YORK)



Şekil 5.57. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ (NEW YORK)



Şekil 5.58. OTEL ODASI KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ (NEW YORK)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Mini Split
1) Havalandırma Yeteneği	1- Taze hava cihaz üzerinden filtre edilerek alınır. (120~135 m³/h) 2- Taze hava miktarı cihaz içinden ayarlanabilir. 3- Taze hava alınarak havalandırılan otel odalarında: a) İç hava kalitesi artar. b) Temiz hava müşteri memnuniyetini artırır. c) Sağlıklı bir ortam oluşur. d) Taze hava aldığı için ortamda pozitif basınç yaratılarak içeriye tozlu havanın girmesi önlenir. Tozun neden olacağı eşyaların çizilmesi, halıların eskimesi ve sağlık problemleri riskini azaltılır. e) Havalandırma 12 ay kullanıldığı için soğutmadan daha önce gelen bir ihtiyaçtır. 4- Cihazın içinde taze hava için ayrı bir filtre vardır. Bu nedenle, cihazda filtre kirlenmesi ve temizleme periyodu süresi uzar. 5- Taze hava filtresi anti bakteriyel özellikte olup yıkanabilir ve çok kolay temizlenir.	a) Split cihazlar ile genellikle taze hava alınamaz ve iç hava kalitesi bozulur, odada rahatsız edici koku oluşur. b) Pencere doğramaları sızdırmaz yapıldıktan sonra iç hava kalitesi bozuldu. Havalandırma olmayan otel odalarında müşteri kötü kokudan rahatsız olmaktadır. c) Odalarda halı, boya, badana, dolap ve eşyalardan çıkan kimyasal gazlar iç hava kalitesini bozar ve insanları rahatsız eder. d) Taze hava alınmayan hacimlerde yaşayan insanlarda alerjik rahatsızlıklar, astım, vb hastalıklar (doğramalar hava sızdırmaz yapılmaya başladıktan sonra) çok arttı. Gelişmiş ülkelerde çocukların üçte biri astım veya alerjik rahatsızlıklara yakalanıyor. Kapalı mekanların havalandırılması (taze hava verilmesi) zorunlu hale geldi. e) Oda kapısı açıldığında sıcaklık veya basınç farkından dolayı odaya tozlu hava girer. f) Toz temizlik maliyetini artırır, eşyaların daha kısa sürede eskimesine neden olur.
2) Yoğuşma Suyu ve Drenaj Tesisatı	Drenaj borusuna ihtiyaç yoktur. Yoğuşan su kondenser tavasında buharlaştırıp dışarıya atılır (No-frost sistem).	Drenaj borusu gereklidir. Drenaj borusuna bina içinde ısı yalıtımı yapılmalıdır.
3) Elektrik Kesilip, Tekrar Geldiğinde Cihazların Devreye Girmesi	a) Çok sayıda klimanın beraber bulunduğu otellerde, elektrik kesintisinden sonra, tüm cihazlar aynı anda çalışmaya başlar (restart) ve aşırı akım çekilir. Elektrik sorunları oluşabilir. b) Otel odası klimaları random restart programlı olarak imal edilmektedir. Tüm otel odası klimalar birbirinden farklı sürelerde çalışmaya başlama (random restart) devresine ayarlanmıştır. Elektrik tekrar gelince, otel odası klimalar farklı sürelerde devreye girer ve böylece ani voltaj düşmesi ve aşırı akım çekilmesi önlenir. Cihazların arıza riski (motor yanması, vb) oluşmaz. c) Otel odası klimalarından hiçbirisi elektrik geldiği anda devreye girmez. Elektrik geldikten 2 dakika sonra ilk cihaz devreye girer ve kaldığı yerden ısıtma veya soğutma yapmaya devam eder. Böylece voltaj dalgalanmalarından etkilenmez. d) Elektrik geldikten sonraki 2 ila 5 dakika içinde otel odası klimaları farklı sürelerde devreye girerek hem kendilerini, hem de otelin elektrik şebekesini korurlar. Cihazın arıza riski önlenir, ömrü uzar.	Split cihazlar elektrik kesildiğinde durur, elektrik tekrar geldiğinde ise: a) Çalışmaz, çalıştırmak için tekrar çalış komutu vermek gerekir. b) Ya da genellikle hepsi birden devreye girer. Elektrik tesisatı çok iyi değilse, voltaj düşümü, vb elektriksel sorunlar oluşabilir. c) İç üniteler elektrik kesilmeden önce ısıtma yapıyorsa; elektrik tekrar geldiğinde genellikle çalışmaz. Çalış komutu vermek gerekir. d) İç üniteler elektrik kesilmeden önce soğutma yapıyorsa; elektrik tekrar geldiğinde genellikle 24°C sıcaklık değerini sağlamak için çalışır. Müşterinin ayarladığı değerde çalışmaya başlamaz. Müşterinin oda termostatını tekrar istediği sıcaklık değerine ayarlaması gerekir.
4) Servis Bakım Kolaylığı ve Arıza Riski	a) Cihaz içindeki tüm bağlantılar fabrika çıkışında test edilir. Tüm ön ayarlar fabrikada yapılır. b) Paket olarak fabrikada imal edilen cihaz binada önceden bırakılan rezervasyon içine yerleştirilir. c) Oteller, alışveriş merkezleri, küçük dükkanlar gibi çok sayıda cihazın kullanıldığı yerlerde arıza yapan cihaz kasasından kolayca çıkarılır ve yerine yedek bir cihaz takılır. d) Konfor arıza sebebiyle kesintiye uğramaz. e) Işıklı arıza tespit sistemi f) Elektronik kartta bulunan "Led" lambası arızanın türüne göre değişik zaman aralıklarında yanıp sönerak servise bilgi verir. Servis hata tespiti için zaman harcamaz, tahmin yürütmez. g) Elektrik kesilip, tekrar geldiğinde otel odası klimalarının her biri farklı zamanlarda devreye girdikleri için (random restart özelliği) demeraj akımı sebebiyle elektrik devrelerinin hasar görme ihtimali yoktur. h) Yılda bir defa periyodik bakım yapılması ve filtrelerin temiz tutulması tavsiye edilir.	a) Kaliteli bir cihaz kullanıldığında genellikle sorun çıkmaz. b) İç ve dış üniteler arasındaki bakır boru ve elektrik tesisatı montajı ve sızdırmazlık testleri şantiyede yapılır. c) Kalitesine bağlı olarak rakorlardan, bağlantılardan ve kaynak yerlerinden yapılan imalattan kaçak riski olabilir. Daha çok karşılaşılan rakorların titreşimle zamanla gevşemesinden gaz kaçağı olmasıdır. Her gaz şarj işletme maliyetini artırır ve çevre için zararlıdır. d) Servis ve bakım maliyeti cihaz kalitesine bağlı olmakla birlikte genellikle biraz daha fazladır. e) Dış ünitenin de kolay servis verilecek ve sirkülasyonu engellemeyecek uygun bir yerde olması servisi kolaylaştırır. Aksi halde servis vermek zorlaşır, servis kalitesi düşer ve cihazlar daha sık ve ciddi arıza yapabilir.

Tablo 5.59. OTEL ODASI KLİMASI - SPLIT KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Mini Split
5) Soğuk Bölgeler ile (-29°C) Sıcak ve Nemli Bölgelerde (+52°C) Çalışma İmkani ve Elektrikli Isıtıcı Takviyesi	a) Defrost anında devreye girerek cihazın soğuk üflemesini önler. b) Elektrikli ısıtıcı heat pump kapasitesinin aşırı ısıtma yükünü karşılayamadığı durumlar oluşursa otomatik olarak devreye girer. c) Mükemmel ısıtma sağlar. d) Cihaz -4°C dış hava sıcaklığına (ısıtmada evaporasyon sıcaklığı -7°C) kadar heat pump olarak çalışır. -4°C'den sonra elektrikli ısıtıcı devreye girer. e) -29°C dış hava sıcaklığına kadar ısıtma, f) +52°C dış hava sıcaklığına kadar soğutma yapabilme yeteneği vardır. g) Nemli ve sıcak bölgelerde sorunsuz çalışır.	a) Soğuk bölgelerde defrost anında odaya soğuk hava üfler veya fanı da durdurur. Isıtma defrost süresince durur. b) Belirli bir dış hava sıcaklığının altında ısıtma yapamaz (cihazın kondenser yüzeyine bağlı olarak çalışabileceği sıcaklık farklıdır). c) Elektrikli ısıtıcı takviyesi genellikle yoktur. d) Çok soğuk bölgelerde kullanılması genellikle uygun değildir. e) Kondenser yüzeyi büyük olmayan split cihazlarda dış hava sıcaklığının yüksek olduğu günlerde (+38°C'nin üzerinde) ciddi arızalar olabilir. f) Ancak kaliteli split cihazlar tropikal bölgelerde bile çalışabilir.
6) Kışın Soğutma İmkani	Elektronik kumanda sistemi sayesinde; ilave kış kitine ihtiyaç duymadan, kışın da soğutma yapabilir.	Kışın soğutma yapabilmesi için (soğuk günlerde) kış kitine ihtiyaç vardır. İlave maliyet getirir.
7) Otomatik Acil Isıtma ve Donma Koruması	a) Isıtma yükü heat pump çalışmadaki ısıtma kapasitesinden fazlaysa (veya oda termostatının ayar sıcaklığı ile odanın o andaki sıcaklık farkı 2,2°C' den fazla ise), elektrikli ısıtıcı hemen devreye girer, ısıtma kısa sürede yapılır ve konfor bozulmaz. b) Ortam istenen sıcaklığa ulaştıktan sonra, fark 2,2 °C aralığında olduğu sürece sistem heat pump çevrimle elektrikli ısıtıcıya ihtiyaç duymadan ısıtmaya devam eder. c) İhtiyaca bağlı olarak, heat pump+ elektrikli ısıtıcı birlikte çalıştırılabilir. d) Opsiyonel termostat kullanılarak, ayar sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasındaki farka göre heat pump çevrime takviye olarak ısıtıcıyı sadece belli sıcaklık aralığında devreye sokmak mümkündür. e) Oda sıcaklığı 4°C'ye düştüğünde; donmaya karşı sadece cihaz fanı ve elektrikli ısıtıcı otomatik olarak kendiliğinden çalışır, 6°C'de fan ve ısıtıcı donma riski ortadan kalktığı için durur. f) Heat pump sistem arıza yaparsa (ki bu olasılık çok düşüktür) elektrikli ısıtıcı yedek ısıtma alternatifidir.	Genellikle yok.
8) Yer Kaybı	a) Odada cam önüne monte edilir. Oda içindeki derinliği 18 cm'dir. b) Dışarıdan cihazların arka bölümü görünür.	a) İç üniteler genellikle duvar veya cam önüne ya da tavana monte edilir. b) Dış üniteler için bina dışında uygun bir yere ihtiyaç vardır. c) Dış üniteler genellikle bina dış duvarına monte edilir. Bina dıştan ısı yalıtımlı ise, dış ünitelerin askı konsollarının bina dış yüzeyindeki ısı ve nem yalıtımını bozmamasına dikkat edilmelidir.

Tablo 5.59. OTEL ODASI KLİMASI - SPLİT KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Mini Split
9) Montaj Süresi ve Montaj Kolaylığı	a) Önceden rezervasyon bırakılmışsa montaj çok kolaydır. Cihaz kör kasa veya duvarda bırakılan boşluk içine yerleştirilir, fişi takılır ve çalıştırılır. b) 200 odalı bir otelin tüm yatak katlarının cihazlarının montajı ve testi bir haftada yapılabilir.	a) Montaj süresi daha fazladır. Aşağıdaki işlemler yapılır: b) İç ve dış üniteleri asmak için gerekli konsol veya ayakların montajı, c) İç ünite için drenaj bağlantısının yapılması, d) Bakır borular ve izolasyonlarının yapılması, e) İç ve dış ünite arasındaki borulara ve cihaz bağlantılarına test yapılması, elektrik tesisatının yapılması ve gerekiyorsa dekoratif kaplama yapılması, f) Sistemin vakuma alınması (vakum süresince de beklemek gerekir), g) Sisteme gaz şarjı yapılması ve gaz basıncının kontrolü, h) Genellikle bakır borular inşaat sırasında ve dekorasyondan önce monte edilir. Cihaz ise dekorasyondan sonra monte edilir ve bakır borular rakorla bağlanır. Bakır boruların inşaat dekorasyon sırasında zarar görme olasılığı yüksektir.
10) İlk Yatırım Maliyeti	A) Yatak Odaları 1- Yaklaşık olarak 1.000.-\$/oda ilk yatırım maliyeti vardır. 2- Oda sayısına bağlı olarak maliyet değişmez. 3- İlk yatırım maliyeti: Otel odası klima cihazı, Montaj kasası (veya düzgün geometrik bir boşluk bırakılmalıdır), Elektrik tesisatı, Oda termostatu (opsiyonel) toplamından oluşur. B) Genel Hacimlerin Sistem Seçimi 1- Genel hacimler için otel şartlarına en uygun sistem seçilir. 2- Kullanma sıcak suyu için a) Güneş kolektörleri ile sıcak su temin edilebilir. b) Kazan-boyler sistemi ile sıcak su temin edilebilir. c) Kazan ve güneş kolektör sistemleri birlikte kullanılabilir. 3- Lokanta, kafeterya, loby, vb hacimler: a) Sıcak iklim bölgelerinde hava kanallı split ve roof top cihazlar ile soğutup, ısıtılır, taze hava verilir. b) Biraz daha soğuk iklim bölgelerinde ise cam önlerine radyatör ve termostatik vanalar monte edilir. Genel hacimlerdeki radyatörlerin termostatik vanaları istenilen sıcaklığa içinden sabitlenebilir de. Soğutma ve havalandırma hava kanallı split ve roof top cihazlar ile yapılır. 4- Egzoz tesisatı lokal veya merkezi sistem yapılabilir.	1- Cihaz kalitesine bağlı olarak maliyet 400-800 \$/oda mertebesinde. 2- Cihaz bedeline ilave olarak: a) Dış ünite konsol bedeli, b) Bakır boru montaj bedeli, c) Bakır boruların izolasyon bedeli, d) Freon gazı test bedeli, e) Dış ünite elektrik bağlantısı, f) Bakır boruların ve elektrik bağlantılarının kaplama veya gizleme bedellerinin toplamı maliyeti oluşturur. 3- Dış üniteler bina dış yüzeyine asılacaksa, dış cephenin ısı ve nem yalıtımına özen gösterilmelidir. 4- İç ve dış ünite arasındaki izoleli bakır boruların dış duvardan geçişlerinde (özellikle bina dış cephesinden yağmur ve nem alınmaması için) detaylara özen gösterilmelidir. Benzer sistem uygulanabilir.
11) Oda Sıcaklık Sınırlaması	a) İstenirse müşterinin kullanabileceği oda sıcaklık değerleri cihaz içinden ısıtma ve soğutma için ayrı ayrı değerlere sınırlanabilir. b) Sınırlama sıcaklık aralığı şeklinde yapılır. c) Enerji tasarrufu sağlanır. d) Isıtma ve soğutma için ayrı ayrı sıcaklık değerleri ile sınırlama yapılamaz.	a) Yok. b) Sabit sıcaklığa sınırlanabilir. Bu da konforu bozar, müşteri memnuniyetini azaltır. c) Genellikle sıcaklık aralığı sınırlaması yapılamaz (işletmede enerji maliyeti artar). d) Isıtma ve soğutma için ayrı ayrı sıcaklık değerleri ile sınırlama yapılamaz.

Tablo 5.59. OTEL ODASI KLİMASI - SPLIT KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Mini Split
12) Bina Otomasyonuna Uygunluk ve Resepsiyondan Kumanda İmkânı (Front Desk Kontrol)	a) Resepsiyondan kontrol imkanı (Front desk kontrol): Müşterinin otele girişi yapıldığında, otomatik olarak cihaz resepsiyon görevlisi tarafından veya otomatik olarak çalıştırılabilir. Müşteri yukarıya çıktığında cihazı çalışır bulacaktır. b) Müşteri oteli terk ettiğinde ise otomatik olarak durdurulabilir. c) Resepsiyondan cihaz kapatıldığında donma koruması aktiftir. d) Bina otomasyonuna bağlanabilir.	Bina otomasyon sistemine bağlanabilme imkanının olup, olmadığı imalatçı ile konuşulmalıdır.
13) Yıllık İşletme Maliyeti	1- Düşük maliyet. 2- Oda sıcaklığının sınırlanabilmesi (Bakınız Karşılaştırma Kriteri 10) 3- İşletme maliyetini daha fazla azaltabilme imkanı sağlar. 4- Cihaz üzerindeki (veya alternatif olarak duvardaki) termostat kontrolü ile oda sıcaklığının istenilen değerde olması sağlanır. Fanın çalışması için işletmecinin tercihine göre iki seçenek vardır ve cihaz içinden ayarlanır. a) "Fan-on" konumuna ayarlanır. Isıtma veya soğutma yapılırken (veya sadece fan çalıştırılarak) odaya taze hava girişi sürekli sağlanır. b) Alternatif olarak "fan-auto" konumuna ayarlanır. Isıtmada veya soğutmada istenilen oda sıcaklığına ulaşıldığında kompresör durur, fan 30 saniye daha çalıştıktan sonra durur. Böylece bataryadaki ısı oda içine aktararak enerji ekonomisi sağlanır. c) Fan sürekli çalışmadığı için ayrıca elektrikten de tasarruf edilir. d) İşletmeci müşterisine vermek istediği konfor şartlarına göre bu tercihlerden birini yapabilir.	a) Elektrik tüketimi için cihazın katalog değerlerine bakılmalıdır. Ancak kullanıcılar ile konuşarak araştırma yapılabilir. b) Split cihazların kondenser yüzeylerinin yeterince büyük olması özellikle havanın sıcak ve soğuk olduğu günlerde verimi ve elektrik tüketimini etkiler. c) Montaj kalitesinin çok iyi olması sorunsuz çalışma ve gaz kaçak riskini azaltır. d) Gaz kaçağı olduğu oranda ilave freon gazı ve servis maliyeti oluşur. e) Kaliteli cihazlar seçilip montajı da kalifiye elemanlarla yapılırsa işletme maliyeti düşük olur.
14) Ömür	a) Dış ünitesi olmadığından; ünite içindeki fan, kompresör ve dış ünite aksamının korozyon tehlikesi yoktur. b) Cihaz kasası heavy galvanized sac üzerine korozyona çok dirençli boyanmış olarak imal edilmektedir. c) Otel klima cihazların ekonomik ömrü yaklaşık 20 yıldır.	a) Cihaz kalitesine bağlı olarak 4-10 yıl aralığı gerçekçi olabilir. Araştırılmalıdır. b) Dış ünite fanı ve kompresör korozyon tehlikesi ile karşı karşıyadır. c) Dış ve iç ünite arasındaki bakır boru bağlantısı dışarıdan gelebilecek darbeler ile hasar görebilir. Bu nedenle bakır boru bağlantılarında freon gazı kaçağı riski mevcuttur.
15) Ses Seviyesi	a) Oda içinde: Split cihazlardan biraz daha fazla. b) Bina dışında: ± split cihazlara benzer. c) Amerika'da kendi sınıfının en sessiz ve en çok satılan cihazı olan otel odası klima cihazlarının pazar payı yaklaşık %40 mertebesindedir. d) Tüm ünitelerde sessiz (düşük ses seviyesinde) ve verimli çalışan rotary kompresörler mevcuttur. e) Türkiye'de dört yıldır kullanılan otel odası klimalarının ses seviyesi, ilk çalışmaya başladığı günkü durumdadır.	a) Cihaz kalitesine göre değişir. Genellikle ses seviyesi biraz daha düşüktür. b) Yeni her cihaz güzeldir. Kullanılmaya başladıktan iki-üç yıl sonra cihazın durumu ve ses seviyesinin nasıl olduğu araştırılmalıdır.

Tablo 5.59. OTEL ODASI KLİMASI - SPLIT KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Mini Split
16) Özel Kanal Uzatma Parçası	Özel kanal uzatma parçası ile komşu odaları aynı cihaz ile şartlandırma imkanı vardır. Hava debisi %60 - %40 veya %70 - %30 oranında ayarlanabilir. İstenirse cihaz ile iki oda ısıtılır veya soğutulur.	Yok. (Cihaz sadece bulunduğu ortamı şartlandırır.Ya da hava kanallı split cihazlar kullanılabilir.)
17) Sıcak Su veya Buharlı Isıtıcı Serpantin Bağlantısı	Isıtma yükü çok olan uygulamalarda özel sıcak su veya buharlı ısıtıcı serpantin de elektrikli ısıtıcı yerine kullanılabilir.	Yok.
18) Düşük Voltajda (165 V Kadar) Çalışabilme Yeteneği	Otel odası klimaları düşük voltajda da (165V) cihaz çalışabilecek şekilde imal edilmektedir. Voltaj 165V altına inerse, cihaz otomatik olarak durur ve kendini korur.	
19) Lejyoner Hastalığı Riski	Lejyoner hastalığı riski yoktur. No-frost sistemde tavadaki su otomatik olarak buharlaştırılır.	Lejyoner hastalığı riski yoktur. Ancak drenaj tavalarında su kalmamalıdır.
20) Mimari Estetik	a) Cihazların dış cepheden görülmesi mimari açıdan dezavantaj olarak değerlendirilebilir. b) Ancak bina cephesi, bu cihazların kullanılacağı dikkate alınarak da tasarlanabilir. Amerika'da yaygın olarak uygulanmaktadır. c) Cihazın montajı için dış duvar içine cihaz kasası önceden yerleştirilir. Cihaz ise siva ve boya işleri tamamlandığında yerleştirilir (veya düzgün ve geometrik bir boşluk bırakılmalıdır). d) Cihazın kasa boyutları (rezervasyon için): Genişlik :1.070 mm Yükseklik: 410 mm Derinlik : 340 mm e) İstenirse cihazın ön kapağı çıkartılıp, dekorasyona uygun bir kaplama içine de gizlenebilir. f) Dış ortamdan iç ortama su sızdırmazlığı (yağmur vb) Amerikan ASTM E 331-86 standartlarına göre test edilmiş, dışarıdan müdahale ve demontaj imkanı tanımayan, paslanmaz, estetik dış kabine sahiptir. g) Özel ABS'den imal edilen cihaz ön paneli kolayca silinip, temizlenebildiği için zamana bağlı olarak renginde solma olmaz. h) Hava üfleme menfezi, havayı oda içine dikey veya açılı üfledebilecek şekilde monte edilebilir. ı) Elektrostatik boyalı, sağlam alüminyum dış panjuru, ön kapağı ile dış cephede ve bina içinde mimariye uyum sağlar. Dışardan görünümü estetikdir. j) Amerika'da otel odası klimaları otel, hastane, vb binalarda yaklaşık 30 yıldır çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ramada, Holiday Inn, Marriott vb otel zincirleri otel odası klimasını yıllardır kullanmaktadır.	a) Dış ünite için servis vermeye uygun ve sirkülasyonu engellemeyecek bir yere ihtiyaç vardır. b) Bakır boru bağlantısı için dış duvara açılan delikler ve izoleli bakır boruların dışarıdan görünümü binaların dış estetiğini bozmayacak şekilde yapılmalıdır. c) İç ve dış üniteler arasındaki bağlantıyı sağlayan izoleli bakır borular bina içinde de çirkin bir görünüm oluşturmamalıdır (veya özel bir dekoratif önlem alınmalıdır). d) Dış üniteler çok kaliteli de olsa, cihazı taşıyan konsollar ve civatalar genellikle bir-iki yılda paslanır. Bina duvarında da akan paslı su kirli bir görüntü oluşturabilir. Konsollar galvaniz kaplanmış olsa bile, paslanma biraz daha gecikmeli de olsa yine bina cephesine akar.

* Karşılaştırma tabloları otel odası klimalarının olanakları ile ilgili bilgi aktarmak ve diğer sistemlerle karşılaştırmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Tablo 5.59. OTEL ODASI KLİMASI - SPLİT KLİMA CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Fan Coil (2 Borulu veya 4 Borulu) Sistem
1) İlk Yatırım Maliyeti	A) Yatak Odaları 1- Yaklaşık olarak 1.000 \$/oda ilk yatırım maliyeti vardır. 2- Oda sayısına bağlı olarak maliyet değişmez. 3- İlk yatırım maliyeti: Otel odası klima cihazı, Montaj kasası (veya düzgün geometrik bir boşluk bırakılmalıdır), Elektrik tesisatı, Oda termostatu (opsiyonel) toplamından oluşur. 4- Yangın damperi gerektirmez. B) Genel Hacimlerin Sistem Seçimi 1- Kullanma sıcak suyu temini için: a) Güneş kolektörleri ile sıcak su temin edilebilir. b) Kazan boyler sistemi ile sıcak su temin edilebilir. c) Kazan ve güneş kolektör sistemleri birlikte kullanılabilir. 2- Genel hacimler için otel şartlarına en uygun sistem seçilir. 3- Lokanta, kafeterya, lobi, vb genel hacimlerin klimatizasyonu için alternatif olarak: a) Sıcak iklim bölgelerinde hava kanallı split ve roof top cihazlar ile soğutup, ısıtılır, taze hava verilir. b) Biraz daha soğuk iklim bölgelerinde ise cam önlerine radyatör ve termostatik vanalar monte edilir. Genel hacimlerdeki radyatörlerin termostatik vanaları istenilen sıcaklığa içinden sabitlenebilir de. Soğutma ve havalandırma hava kanallı split ve roof top cihazlar ile yapılır. 4- Egzoz tesisatı lokal veya merkezi sistem yapılabilir.	1- İki borulu sistemde yaklaşık: 1.500 \$/oda 2- Dört borulu sistemde yaklaşık: 2.000 \$/oda ilk yatırım maliyeti vardır (aşağıdaki maliyetleri dikkate alınız). 3- Oda sayısı azaldıkça oda başına ilk yatırım maliyeti artar, oda sayısı arttıkça azalır. 4- İlk yatırım maliyetine inşaat ve dekorasyon maliyetleri de eklenince yukarıdaki oda başına maliyetler daha fazla artacaktır. 5- İnşaat ve dekorasyon ilave maliyetleri: a) Makina dairesi ilave inşaat maliyeti, b) Tesisat şaftları ve kapakları, c) Tesisat galerileri, d) Cihazların beton kaideleri, e) Fan coil tavandaysa, oda girişindeki asma tavan maliyeti, f) Fan coil cam önündeyse fan coil'i ve boruları gizleyen kaj radyatör maliyeti. 6- Kazan dairesi ve tesisat şaftlarının yer kaybı da ciddi oranda maliyet oluşturur. 7- Tesisat maliyeti (fan coil maliyetine ek olarak). a) Su soğutma grubu - Soğutulmuş su pompaları - Soğutma mekanlarındaki boru, vana, kolektör, otomatik kontrol cihazları - Boruların ve vanaların özel ısı yalıtımları ve kaplamaları - Elektrik panosu ve elektrik tesisatı - Su soğutmalı ise soğutma kulesi, kondenser pompası, boru, vana kolektör ve elektrik tesisatı b) Kalorifer kazanı - Brülör - Sirkülasyon pompaları - Isıtma merkezindeki boru, vana, kolektör ve aksesuarları - Otomatik kontrol cihazları - Elektrik panosu ve elektrik tesisatı - Yakıt deposu ve yakıt tesisatı (veya doğal gaz tesisatı) fark maliyeti c) Pompalar, soğutma grubu ve diğer cihazların takoz ve titreşim önleyicileri (cihazların altında ve boru bağlantılarındaki) d) Tesisat galerilerinde ve tesisat şaftlarındaki fan coil'lere kadar olan borular, vanalar, konsollar, boru ısı izolasyonları, kaplamaları e) Fan coil girişindeki iki veya üç yollu motorlu vanalar, tecrit vanaları, fan coil askı elemanları, fan coil hava emiş ve atış menfezleri, otomatik kontrol ve termostatlara, elektrik tesisat maliyeti f) Drenaj sistemi g) Taze hava klima santrali ve klima santrali ile ilgili: - 3 yollu vanalar, otomatik kontrol sistemi ve tecrit vanaları - Boru bağlantıları, boruların ısı yalıtımları ve kaplamaları - Beton kaidesi ve titreşim önleyiciler - Elektrik panosu ve tesisatı h) Klima santrali ile yatak odaları arasındaki: - Hava kanalları, askıları, hava damperleri, yangın damperleri, ısı yalıtımları ve kaplamaları - Hava kanallarının geçtiği tesisat şaftlarının yer kaybı - Şaft kapakları vb dekorasyon maliyetleri 8- Tesisatın devreye alınması ve sonrası: a) Basınç testlerinin yapılması b) Sistemin yıkanması c) Sisteme yumuşatılmış su doldurulması (her boşaltmada yumuşatılmış su doldurulmalıdır) d) Sistemin dengelenmesi (odalarındaki su ve hava debilerinin ayarlanması)

Tablo 5.60. OTEL ODASI KLİMASI - FAN COİL CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Fan Coil (2 Borulu veya 4 Borulu) Sistem
2) Yıllık İşletme Maliyeti	Düşük maliyet 1- Odadaki cihaz çalıştırıldığında enerji kullanır. 2- Kullanılmayan veya cihazı çalıştırılmayan odalar için bir enerji kaybı oluşmaz. 3- Enerji tasarruf programı (energy saving program) olan otellerde enerji maliyeti fan coil sisteme göre çok daha fazla azalır. 4- İşletme basit ve kolaydır. 5- Sonuç: Otelin doluluk oranı, enerji tasarruf, tesisin yatay veya düşey büyüklüğü ve işletme şartlarına göre değişmekle birlikte fan coil sisteme göre yaklaşık %50 daha ekonomik işletme sağlanabilir. 6- Müşterinin termostattan kullanılabileceği oda sıcaklığının ısıtmada ve soğutmada ayrı ayrı sınırlandırılabilme imkanı da işletme maliyetini azaltır. Sınırlama, sıcaklık aralığı şeklinde de yapılabilir. 7- Cihaz üzerindeki (veya alternatif olarak duvardaki) termostat kontrolü ile oda sıcaklığının istenilen değerde olması sağlanır. Fanın çalışması için işletmecinin tercihi gereği iki seçenek vardır ve cihaz içinden ayarlanır. a) "Fan-on" konumuna ayarlanır. Isıtma veya soğutma yapılırken (veya sadece fan çalıştırılarak) odaya taze hava girişi sürekli sağlanır. b) Alternatif olarak "Fan-auto" konumuna ayarlanır. Isıtmada veya soğutmada istenilen oda sıcaklığına ulaşıldığında kompresör durur, fan 30 saniye daha çalıştıktan sonra durur. Böylece bataryadaki ısı oda içine aktararak enerji ekonomisi sağlanır. c) Fan sürekli çalışmadığı için ayrıca elektrikten de tasarruf edilir. d) İşletmeci müşterisine vermek istediği konfor şartlarına göre bu tercihlerden birini yapabilir.	Yüksek maliyet 1- Oda başına enerji maliyeti çalıştırılan cihaz sayısına bağlı olarak çok değişir. Kapasite kullanımı azaldıkça merkezi sistemdeki: a) Ana cihazların (soğutma grubu-kazan) verimi düşer, b) Pompalar ve klima santrali fanları enerji tüketmeye devam eder, c) Frekans konverterli pompalar kullanılarak elektrik tüketimi azaltılsa da, borular ve sistemdeki ısı kazanç ve kayıpları devam eder. d) Borulardaki (makine dairesi, galeriler, tesisat şaftları ve yerlerdeki) ısı kaybı ve kazançları büyük oranda enerji maliyeti oluşturur. 2- Merkezi sistem elemanları ve dağıtım hatlarının işletme ve bakımı ile ilgili daha fazla personele ihtiyacı vardır. 3- Fan coil girişinde : a) İki yollu vana kontrolü varsa, fan coil'den su dolaşmaz. Ancak ana tesisat borularında soğuk veya sıcak su dolaşmaya devam eder. b) Üç yollu vana kontrolü varsa, fan coil'den su dolaşmaz. Ancak soğuk veya sıcak su tüm borularda ve branşmanlarda dolaşmaya devam eder. c) Fan coil girişinde motorlu vana yoksa, yani kontrol fanı durdurup çalıştırarak yapılırsa; soğuk veya sıcak su tüm borularda ve fan coil'in içinden de dolaşarak aşırı enerji tüketimine neden olur.
3) Havalandırma Yeteneği	a) Taze hava cihaz üzerinden filtre edilerek alınır (120-135 m³/h). b) Taze hava miktarı, ihtiyaca göre cihaz içinden ayarlanabilir. c) Cihazın içinde taze hava için ayrı bir filtre vardır. Bu nedenle, cihazda filtre kirlenmesi ve temizleme periyodu süresi uzar. d) Taze hava filtresi anti bakteriyel özellikte olup yıkanabilir ve çok kolay temizlenir. e) Egzoz banyodan yapılır.	Taze hava merkezi sistemden alınır. Egzoz banyodan yapılır.
4) Yoğuşma Suyu ve Drenaj Tesisatı	Drenaj borusuna ihtiyaç yoktur. Yoğuşan su kondenser tavasında buharlaştırıp dışarıya atılır (NO-frost sistem).	Drenaj borusu gereklidir. Drenaj borusuna bina içinde ısı yalıtımı yapılmalıdır.
5) Yer Kaybı	a) Odada cam önüne monte edilir. Oda içindeki derinliği 18 cm'dir. b) Dışarıdan cihazların arka bölümü görünür. c) Oda içinde asma tavan gerektirmez.	a) Fan coil'ler otel odalarında cam önüne veya tavana monte edilir. 25 cm genişlikte ahşap veya metal kaplama içine veya asma tavan içine gizlenir. Boru bağlantılarını gizlemek için; cam önünde kaj radyatöre (dekoratif kaplama), tavanda ise asma tavana ihtiyacı vardır. b) Su soğutma grubu, pompalar, vb için makine dairesine ihtiyacı vardır. Su soğutmalı sistem ise; soğutma kulesi ve pompaları için bina içinde ve dışında yere ihtiyaç vardır. c) Taze hava santrali için makine dairesinde veya dışında kapalı bir alana ihtiyaç vardır. d) Soğutulmuş su, ve kalorifer tesisatı gidiş-dönüş boruları, drenaj boruları ve taze hava kanalları için tesisat galerilerine ve şaftlarına ihtiyaç vardır. e) Soğutulmuş su, sıcak su borularının ve yatak odalarının taze hava kanallarının yatay geçişleri için daha yüksek tavana veya asma boşluğuna ihtiyaç vardır. f) Kalorifer kazanlarının bacaları için tüm katlarda daha fazla yere ihtiyaç vardır.
6) Montaj Süresi ve Montaj Kolaylığı	a) Önceden rezervasyon bırakılmışsa montaj çok kolaydır. Cihaz kör kasa veya duvarda bırakılan boşluk içine dışarıya doğru %1 eğimle yerleştirilir, fişi takılır ve çalıştırılır. b) 200 odalı bir otelin tüm yatak katlarının cihazlarının montajı ve testi bir haftada yapılabilir.	a) Makina dairesindeki cihazların ve tesisatın, tesisat galerileri ve tesisat şaftlarındaki boru ve hava kanallarının montajı için aylar mertebesinde süre gereklidir. b) Ayrıca tesisat montajı yapılırken inşaat, elektrik, dekorasyon işlerinin birlikte koordinasyonu gerekir.

Tablo 5.60. OTEL ODASI KLİMASI - FAN COİL CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Fan Coil (2 Borulu veya 4 Borulu) Sistem
7) Yatırımın Kademeli Yapılması (Genişleme imkanı)	Önceden; a) İlave yatırım gerekmiyor. b) Hiçbir önlem gerekmiyor. c) İlave yatırım (tevsii) devreye alınırken sistem kesintiye uğramaz.	a) Sistem ana ekipmanları, pompalar, vanalar, boruların ilave yatırıma göre seçilmesi ve satın alınması ve montajı gerekir. b) Yada ilave cihazlar için yer ayrılması, elektrik panosu, kollektörler, vb elemanların ilave yatırım da gözüne alınarak yapılması gerekir. c) İlave kısım devreye alınırken sistem kısa süreli de olsa kesintiye uğrayabilir.
8) Eski Otellerde Yenileme - Dekorasyon İşlerinin Yapılması Kolaylığı ve Maliyeti	a) Yenileme, dekorasyon işleri yatay veya düşey kolayca yapılır. b) Maliyet çok düşüktür.	a) Otelde yenileme, dekorasyon işleri genellikle üst katlardan başlayarak kat kat, aşağıya doğru tamamlanarak yapılır. b) Oysa fan coil sistemde borular ve hava kanalları genellikle düşey olarak monte edilmiştir. Eski boruların değişimleri düşey olarak yapılmak zorundadır. c) Dekorasyon işleri sırasında, tesisatın da yenilenmesi ciddi koordinasyon gerektirir. d) Borulara kaynak yapılırken yangın riski, testler sırasında da binaya su basma riski oluşabilir. e) Sistem kısa veya uzun aralıklarla kesintiye uğrayabilir. f) Maliyet çok yüksektir.
9) Mevsim Geçiş Kolaylığı ve Ara Mevsimdeki Performans	a) Ara mevsimde sabah ısıtma, öğleden sonra soğutma, gece tekrar ısıtma her odada yapılabilir. b) Müşteri her odada, her zaman ısıtma veya soğutma yapabilir. c) Dört mevsimde de istenen ısı konfor sağlanır ve işletme maliyeti de çok ucuzdur.	a) İki borulu fan coil sistemde tüm otelde ya ısıtma ya da soğutma yapılır. Bu nedenle ara mevsimlerde sıkıntı yaşanabilir. b) Dört borulu fan coil sistemde de merkezi ısıtma ve soğutma sistemi ara mevsimde birlikte çalışıyorsa (aynı anda tesisat borularında sıcak su ve soğuk su dolaşıyorsa) her oda, her zaman ısıtılır veya soğutulabilir. Ancak işletme çok pahalıdır.
10) Bina Otomasyonuna Uygunluk ve Resepsiyondan Kumanda İmkânı (Front Desk Kontrol)	a) Resepsiyondan kontrol imkanı (Front desk kontrol): Müşterinin otele girişi yapıldığında, otomatik olarak cihaz çalıştırılabilir. Müşteri yukarıya çıktığında cihaz çalışır bulacaktır. b) Müşteri oteli terk ettiğinde ise otomatik olarak durdurulabilir. c) Resepsiyondan cihaz kapatıldığında donma koruması aktiftir. d) Bina otomasyonuna bağlanabilir.	Bina otomasyonuna bağlanabilir. Front desk kontrol yapılabilir.
11) Ses Seviyesi	a) Oda içinde: Kaliteli bir fan coil'den biraz daha fazla. b) Bina dışında: Split cihazlara benzer. c) Tüm ünitelerde sessiz (düşük ses seviyesinde) ve verimli çalışan rotary kompresörler mevcuttur.	a) Fan coil'lerin ses seviyesi imalat kalitesine göre değişir. Kaliteli bir fan coil'in ses seviyesi daha düşüktür. Aynı kapasitedeki kaliteli fan coil'in ses seviyesi, ortalama 27 dBA mertebesinde dir. b) Yeni her cihaz güzeldir. Kullanılmaya başladıktan iki-üç yıl sonra cihazın durumu ve ses seviyesinin nasıl olduğu araştırılmalıdır.
12) Ömür	a) Dış ünitesi olmadığından ünite içindeki fan, kompresör ve dış ünite aksamının korozyon tehlikesi yoktur. b) Cihaz kasası heavy galvanized sac üzerine korozyona çok dirençli boyanmış olarak imal edilmektedir. c) Otel odası klima cihazlarının ekonomik ömrü yaklaşık 20 yıldır.	Fan coil ve diğer cihazların imalat kalitesine, montaj kalitesine göre değişir. Kaliteli fan coil'lerin ekonomik ömrü 20 yıl ve yukarıdır.
13) Servis, Bakım Kolaylığı ve Arıza Riski	a) Cihaz içindeki tüm bağlantılar fabrika çıkışında test edilir. Tüm ön ayarlar fabrikada yapılır. b) Paket olarak fabrikada imal edilen cihaz binada önceden bırakılan rezervasyon içine yerleştirilir. c) Oteller, alışveriş merkezleri, dükkanlar gibi çok sayıda cihazın kullanıldığı yerlerde arıza yapan cihaz kasasından kolayca çıkarılır ve yerine yedek bir cihaz takılır. d) Konfor arıza sebebiyle kesintiye uğramaz. e) Işıklı arıza tespit sistemi Elektronik kartta bulunan "Led" lambası arızanın türüne göre değişik zaman aralıklarında yanıp sönerek servise bilgi verir. Servis hata tespiti için zaman harcamaz, tahmin yürütmaz. f) Elektrik kesilip, tekrar geldiğinde otel odası klimalarının her biri farklı zamanlarda devreye girdikleri için (random restart özelliği) demeraj akımı sebebiyle elektrik devrelerinin hasar görme ihtimali yoktur. g) Türkiye'de son altı yıldır kullanılan otel odası klima cihazlarından: -Hiçbirine arıza servisi yapılmamıştır. -Hiçbirine ilave gaz şarjı yapılmamıştır. h) Ancak yılda bir periyodik bakım yapılması ve filtrelerin temiz tutulması tavsiye edilir.	a) Su soğutma grubu, pompalar, su soğutmalı ise soğutma kulesi ve pompaları, ısıtma pompaları, vanalar, iki ve üç yollu vanalar ve otomatik kontrol elemanlarının periyodik bakımlarının yapılması gerekir. b) Pislik ayırıcıların ve vanaların periyodik olarak temizlenmesi gerekir. c) Zaman içinde bozulan ısı yalıtımlarının (özellikle tesisat galerisinde ve tesisat saftlarında) onarılması veya yenilenmesi gerekir. d) Tesisat eskidikçe çürüyen tesisat borularının (özellikle tesisat galeri ve tesisat saftlarındaki) yenilenmesi gerekir. e) Bu işlemlerin maliyeti dışında, sistemin kesintiye uğraması riski de oluşur. Onarımlar sırasında ısıtma ve soğutma sistemi kısmen veya tamamen kullanılmadığında müşterilerin şikayeti oluşur. f) Fan coil drenaj tavanında yoğunlaşma olması yada su borularında kaçak olması durumunda; asma tavan bozulur, odaya su akabilir, tesisata servis verilmesi gerekir. Bozulan asma tavan, halı vs için ilave masraf yapılır. Bu işler esnasında odaya müşteri alınmaz ise otelin müşteri cirosundan da kaybı olur.

Tablo 5.60. OTEL ODASI KLİMASI - FAN COİL CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Fan Coil (2 Borulu veya 4 Borulu) Sistem
14) Elektrik Kesilip, Tekrar Geldiğinde Cihazların Devreye Girmesi	a) Çok sayıda klimanın beraber bulunduğu otellerde, elektrik kesintisinden sonra, tüm cihazlar aynı anda çalışmaya başlar (restart) ve aşırı akım çekilir. Elektrik sorunları oluşabilir. b) Otel odası klimaları random restart programlı olarak imal edilmektedir. Tüm otel odası klimalar birbirinden farklı sürelerde çalışmaya başlama (random restart) devresine ayarlanmıştır. Elektrik tekrar gelince, otel odası klimalar farklı sürelerde devreye girer ve kaldığı yerden ısıtma veya soğutma yapmaya devam eder. Böylece ani voltaj düşmesi ve aşırı akım çekilmesi önlenir. c) Otel odası klimalarından hiçbiri elektrik geldiği anda devreye girmez. Elektrik geldikten 2 dakika sonra ilk cihaz devreye girer ve kaldığı yerden devam eder. Böylece voltaj dalgalanmalarından etkilenmez. d) Elektrik geldikten sonraki 2 ila 5 dakika içinde otel odası klimaları farklı sürelerde devreye girerek hem kendilerini, hem de otelin elektrik şebekesini korurlar. Cihazın arıza riski önlenir, ömrü uzar.	Aynı program bina otomasyonu ile yapılabilir (ek maliyet).
15) Soğuk Bölgeler ile (-29°C) Sıcak ve Nemli Bölgelerde (+52°C) Çalışma İmkani ve Elektrikli Isıtıcı Takviyesi	a) Defrost anında elektrikli ısıtıcı devreye girerek cihazın soğuk üflemesini önler. b) Elektrikli ısıtıcı heat pump kapasitesinin aşırı ısıtma yükünü karşılayamadığı durumlarda otomatik olarak devreye girer. c) Mükemmel ısıtma sağlar. d) Cihaz -4°C dış hava sıcaklığına (ısıtmada evaporasyon sıcaklığı -7°C) kadar heat pump olarak çalışır. -4°C'den sonra elektrikli ısıtıcı devreye girer. e) -29°C dış hava sıcaklığına kadar ısıtma, f) +52°C dış hava sıcaklığına kadar soğutma yapabilme yeteneği vardır. g) Nemli ve sıcak bölgelerde sorunsuz çalışır.	- Isıtma genellikle kalorifer kazanı ile yapıldığı için soğuk günlerde sorunsuz çalışır. Kazan iki adet seçilip, kısmi de olsa yedekleme kapasitesi olmalıdır. - Soğutma grubu bölgenin iklim şartlarına göre seçilir.
16) Kışın Soğutma İmkani	Elektronik kumanda sayesinde, ilave kış kitine ihtiyaç duymadan kışında ihtiyaç duyulan odalarda soğutma yapılabilir.	a) 2 borulu fan coil sistemde kışın ihtiyaç duyulan odalarda soğutma yapılamaz. b) 4 borulu fan coil sistemde kışın soğutma yapılabilir. Ancak soğutma grubu ve soğutma pompalarının çalıştırılması gerekir.
17) Otomatik Acil Isıtma ve Donma Koruması	a) Isıtma yükü heat pump çalışmadaki ısıtma kapasitesinden fazlaysa (veya oda termostatının ayar sıcaklığı ile odanın o andaki sıcaklık farkı 2,2°C'den fazla ise), elektrikli ısıtıcı hemen devreye girer, ısıtma kısa sürede yapılır ve konfor bozulmaz. b) Ortam istenen sıcaklığa ulaştıktan sonra, fark 2,2°C aralığında olduğu sürece sistem heat pump çevrimle elektrikli ısıtıcıya ihtiyaç duymadan ısıtmaya devam eder. c) İhtiyaca bağlı olarak, heat-pump+ elektrikli ısıtıcı birlikte çalıştırılabilir. d) Opsiyonel termostat kullanılarak, ayar sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasındaki farka göre heat pump çevrime takviye olarak ısıtıcıyı sadece belli sıcaklık aralığında devreye sokmak mümkündür. e) Oda sıcaklığı 4°C'ye düştüğünde; donmaya karşı sadece cihaz fanı ve elektrikli ısıtıcı otomatik olarak kendiliğinden çalışır, 6°C'de fan ve ısıtıcı donma riski ortadan kalktığı için durur. f) Heat pump sistem arıza yaparsa (ki bu olasılık çok düşüktür) elektrikli ısıtıcı yedek ısıtma alternatifidir. a) İstenirse müşterinin kullanabileceği oda sıcaklık değerleri cihaz içinden ısıtma ve soğutma için ayrı ayrı değerlere sınırlanabilir. b) Sınırlama sıcaklık aralığı şeklinde yapılır. c) Enerji tasarrufu sağlanır.	Soğuk bölgelerde otomatik acil ısıtma ve donma koruması otomasyon sistemine eklenmelidir.

Tablo 5.60. OTEL ODASI KLİMASI - FAN COİL CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Karşılaştırma Kriteri	Otel Odası Kliması Isıtır - Soğutur - Taze Hava Verir	Fan Coil (2 Borulu veya 4 Borulu) Sistem
18) Oda Sıcaklık Sınırlaması	a) İstenirse müşterinin kullanabileceği oda sıcaklık değerleri cihaz içinden ısıtma ve soğutma için ayrı ayrı değerlere sınırlanabilir. b) Sınırlama sıcaklık aralığı şeklinde yapılır. c) Enerji tasarrufu sağlanır.	Bina otomasyon sistemi varsa, fan coil sistemde de yapılabilir.
19) Düşük Voltajda (165V Kadar) Çalışabilme Yeteneği	a) Otel odası klimaları düşük voltajda da (165V) cihaz çalışabilecek şekilde imal edilmektedir. b) Voltaj 165V altına inerse, cihaz otomatik olarak durur ve kendini korur.	220V, 50Hz cihazlar kullanılır.
20) Nem Alma Kapasitesi	Arttırılmış nem alma kapasitesi (1,51 - 1,75 l/h) sayesinde odadaki konfor yükselir.	Yeterli nem alma kapasitesi vardır.
21) Sıcak Su veya Buharlı Isıtıcı Serpantin Bağlantısı	Isıtma yükü çok olan uygulamalarda özel sıcak su veya buharlı ısıtıcı serpantin de elektrikli ısıtıcı yerine kullanılabilir.	Isıtma zaten sıcak su ile yapılır.
22) Özel Kanal Uzatma Parçası	Özel kanal uzatma parçası ile komşu odaları aynı cihaz ile şartlandırma imkanı vardır. Hava debisi %40 - 60 veya %30 - 70 oranında ayarlanabilir. İstenirse cihaz ile iki oda ısıtılır veya soğutulur.	Özel kanal uzatma parçası fan coil'lere de uygulanabilir.
23) Lejyoner Hastalığı Riski	Lejyoner hastalığı riski yoktur.	Su soğutma kulesi varsa, Lejyonella riski oluşabilir. Soğutma kulesi devresindeki suyu kontrol altında tutup, kimyasal madde kullanmak gerekir. Pahalı bir işlemdir.
24) Yakıt Depolama	Yakıt sadece kullanma sıcak suyu için gerekir. Kullanma sıcak suyu için de kısmen veya tümüyle güneş enerjisinden yararlanılabilir. Yakıt bitti, ısıtma durdu, vb sorunlar oluşmaz.	Yakıt deposuna veya daha büyük hacimli yakıt deposuna ve uygun bir yere ihtiyaç vardır.
25) Mimari ve Estetik Görünüş	a) Cihazların dış cepheden görülmesi mimari açıdan dezavantaj olarak değerlendirilebilir. b) Ancak bina cephesi, bu cihazların kullanılacağı dikkate alınarak da tasarlanabilir. Amerika'da çok yaygın olarak tasarlanıp, kullanılmaktadır. c) Cihazın montajı için dış duvar içine cihaz kasası önceden yerleştirilir. Sıva ve boya işleri tamamlandığında cihaz yerleştirilir. (veya düzgün ve geometrik bir boşluk bırakılmalıdır.) d) Cihazın kasa boyutları (rezervasyon için): Genişlik : 1.070 mm Yükseklik: 410 mm Derinlik : 340 mm e) İstenirse cihazın ön kapağı çıkartılıp, dekorasyona uygun bir kaplama içine de gizlenebilir. f) Dış ortamdan iç ortama su sızdırmazlığı (yağmur vb) Amerikan ASTM E 331-86 standartlarına göre test edilmiş, dışarıdan müdahale ve demontaj imkanı tanımayan, güvenli, paslanmayan, estetik dış kabine sahiptir. g) Özel ABS'den imal edilen cihaz ön paneli kolayca silinip, temizlenebildiği için zamana bağlı olarak renginde solma olmaz. h) Hava üfleme menfezi, havayı oda içine dikey veya açılı üfleyebilecek şekilde monte edilebilir. i) Elektrostatik boyalı, sağlam alüminyum dış panjuru, ön kapağı ile dış cephede ve bina içinde mimariye uyum sağlar. Dışardan görünümü estetikdir. j) Amerika'da otel odası klimaları otel, hastane, vb binalarda yaklaşık 30 yıldır çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ramada, Holiday Inn, Marriott vb otel zincirleri otel odası klimasını yıllardır kullanmaktadır.	a) Fan coil'ler bina içindedir. Oda dekorasyonuna uygun olarak gizlenir. b) Bina içinde de soğutma grubu (hava soğutmalı ise bina dışında), pompalar, kazanlar ve taze hava klima santrali için yeterli büyüklükte uygun bir yer ayrılmalıdır. c) Soğutma kulesi ve daha büyük yakıt deposu (doğal gaz yoksa) için bina dışında uygun yerler ayrılmalıdır. d) Bina ısıtma kazanlarının bacaları için tüm katlarda boşluk bırakılmalıdır. e) Fan coil'lerin soğutulmuş su ve sıcak su boruları için tüm katlarda tesisat şaftları (veya çok büyük boşluklar) bırakılmalıdır. f) Fan coil'lerin taze hava kanalları için tesisat şaftları çok daha büyük yapılmak zorundadır.

* Karşılaştırma tabloları otel odası klimalarının olanakları ile ilgili bilgi aktarmak ve diğer sistemlerle karşılaştırmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Tablo 5.60. OTEL ODASI KLİMASI - FAN COİL CİHAZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

5.3. ÇATI TİPİ ISI POMPASI ÜNİTELERİ

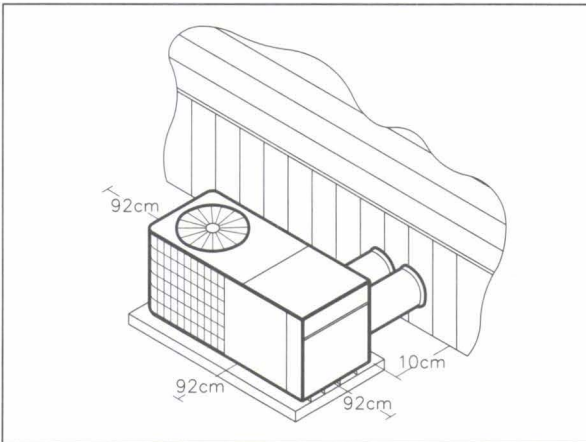
Paket tipi klima cihazları sadece dış hacimlere (açık havaya) yerleştirilmek üzere tasarlanmıştır. 48.000-60.000 Btu/h arası kapasitelerde mevcuttur. 3-15 kW arası elektrikli resistans ısıtıcılar ile kullanılabilir. Mobil evlere mevcut yüksek basınçlı kanal sistemiyle kolaylıkla adapte edilebilir. Aynı zamanda normal ve düşük basınçlı uygulamalar için bir plenuma bağlanmak üzere dönüştürülebilir. Bu cihazlar bir paket ünite biçiminde her şeyi kendi içindedir. Sadece dönüş ve besleme kanalı ve elektrik bağlantıları yapılması yeterlidir. Ünite içinde hermetik bir soğutma sistemi (kompresör, yoğuşturucu batarya, buharlaştırıcı batarya), bir iç ünite fanı, bir yoğuşturucu fanı ve gerekli tüm kablolama mevcuttur. Isı pompası tipinde ayrıca geri çevirici vana, selenoid, defrost termostatu ve kontrolü mevcuttur. Sistem fabrikada vakumlanmış, doldurulmuş ve test edilmiştir.

5.3.1. MONTAJ YERİ

Bu üniteler dış hacimlere monte edilmek üzere dizayn edilmişlerdir. Bir kaide üstüne veya çatıya monte edilebilir. Tavan arası, merdiven boşluğu, dolap vb ev içi hacimlere, dış ortam havasını alamayacağı yerlere kesinlikle yerleştirilmemelidir. Heat pump tiplerinde soğuk bölgelerde (uzun süreli 0°C altında çalışma oluyorsa) kar birikimi ve drenaj; cihaz yerleşiminde göz önünde bulundurulmalıdır. Bu ünitelerin alt kısımları U şeklindeki bataryanın hemen altından kesilmiş ve açık bırakılmıştır. Bu şekilde buz ve suyun herhangi bir engelle karşılaşmadan akıp gitmesi sağlanır.

5.3.2. AÇIKLIKLAR

Yoğuşturucuya 3 yönden hava girişi vardır. Ünitenin üst kısmından hava atışı yapılır. Ünite çevresinde minimum 850 mm boşluk olmalıdır. Ünitenin üstü tamamen boş kabul edilmiştir. Eğer ünite üstünde bir kapatma varsa minimum 1,5 m boşluk olmalı ve sıcak havayı kapatmanın dışına yönlendirecek bir yansıtıcı bulunmalıdır.



Şekil 5.61. BİNA YANINA KAİDE ÜSTÜNE MONTAJ

5.3.3. BİNANIN YANINDA, KAİDE ÜSTÜ MONTAJ (Şekil 5.61)

- Ünite binaya yapışık olmayan sağlam bir kaide üstüne oturtulmalıdır. Yoksa binaya titreşim ve ses transferi söz konusu olabilir.
- Besleme ve emiş kanal uzunluklarını minimuma indirecek bir yere yerleştirilmelidir.
- Çevresinde su birikmeyecek yere monte edilmelidir.
- Ses, gölge durumu ve estetik görüntü gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

5.3.4. ÇATIYA MONTAJ (Şekil 5.62)

- Çatının ve kirişlerin ünite ağırlığına dayanabileceğinden emin olmalıdır. Bu çok önemlidir ve kullanıcının sorumluluğundadır.
- Çatı sızdırmazlığı tam olarak sağlanmalı ve drenaj suyu uygun şekilde tahliye edilmelidir.
- Ses, gölge durumu ve estetik görüntü gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

5.3.5. BASMA VE EMİŞ KANAL

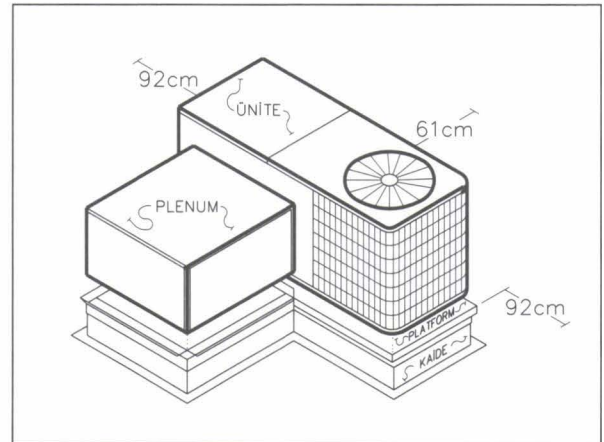
BAĞLANTILARI MOBİL EV UYGULAMASI

Emme ve basma fittingsleri ünite üstündeki kareden dairesel kesite geçiş parçalarına monte edilmelidir. Paket tipi klima cihazları hem emiş hem basma kanal ve fittingsleri genellikle 14" olmaktadır. Bağlantı parçası Şekil 5.63'deki gibi olmalıdır.

5.3.6. BASMA VE EMİŞ KANAL

BAĞLANTILARI PLENUM UYGULAMASI

Kareden daireye geçiş parçası çıkartılmalı ve uygun plenum veya kare kanal yerleştirilmelidir. Kare kanal kesit alanları "Mobile home" uygulamasındakilere eşit veya büyük olmalıdır. Dış hacimden geçen kanallarda minimum 2" izolasyon (K değeri yüksek) ve buhar geçirmez katman kullanılır. Çatı arası, shaft gibi alanlardaki dağıtım kanallarında minimum 2" izolasyon kullanılır. 1/2"-1" arası izolasyon, iç hacim kanalları için genellikle yeterlidir. Her branşmanda ayar damperi kullanılması tavsiye edilir.



Şekil 5.62. ÇATIYA MONTAJ

Not: Hava taşınan kanal ve bölgelerde sızdırmazlık çok önemlidir ve genel cihaz verimliliğini çok etkiler.

5.3.7. BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI BAKIMI

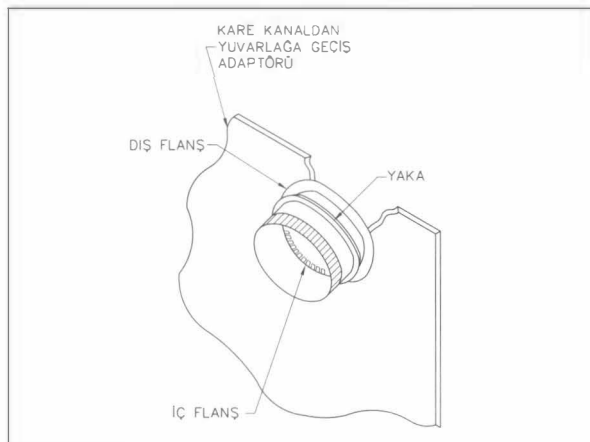
Paket klima ve ısı pompası doğru monte edildiği takdirde senelerce problem çıkarmadan ve aşırı servis gerektirmeden çalışır. Kullanıcı her durumda sezon başında bir kontrol yapmalıdır; Bataryalar tıkalı olmamalı ve yeterli hava debisini geçirebilmelidir. Atış ve emiş menfezleri önünde herhangi bir engel olmamalı. Filtreler temizlenmiş veya değiştirilmiş olmalıdır.

5.4. KANAL TİPİ HAVA ISITICI

Tamamen fabrikada monte ve test edilmiş ısıtma veya ısıtma/soğutma kombinasyonu amaçlı cihazlardır. Isıtma amaçlı sıcak hava gaz yakıt yakılarak temin edilmektedir. Genellikle bodrum kata veya çatı arasına yerleştirilmektedir. Ancak dolap içine veya tesisat odasına da yerleştirilebilir. *Şekil 5.64, 65 ve 66'da* görüldüğü gibi dikey (baş yukarı), düşey (baş aşağı) ve yatay tesis edilebilirler. Bu cihazlar mutlaka baca bağlantılı olmalı, temiz hava cihazın bulunduğu ortama temin edilirken, yanma ürünleri baca ile dış atmosfere atılmalıdır. Isıtma için kullanılacak hava iç ortamdan kanallarla emilir, temiz dış hava ile belirli oranda karıştırılır ve ısıtıldıktan sonra besleme kanalları ile yine iç odalara gönderilir. Hava hareketi bir fanla sağlanır.

5.4.1. CİHAZ YERLEŞİMİ

Gazlı ısıtıcıyı, mobil evlere yerleştirmeyin. Bu cihaz sadece inşa edilmiş evlerde uygundur. Isıtma ünitesi bakanın yakınında, ısı dağıtım sistemlerine uygun olarak yerleştirilmelidir. Bu cihaz, kullanılan bir odaya yerleştirilecekse, kapının, cihazın en geniş parçasının geçmesine izin verecek kadar geniş olması gerekir. Bu cihaz, sadece kapalı mekanlarda yerleştirilmek üzere tasarlanmıştır. Bu cihazı, dışarıya (açık



Şekil 5.63. KANAL ADAPTÖRÜ

mekana) yerleştirmeyin. Bu cihaz, sudan korunacak şekilde yerleştirilmelidir. Bu cihazı arka üstü yerleştirmeyin ve yatay olarak havalandırmayın. Servis kolaylığı açısından, bütün gazlı ısıtıcıların ön tarafında en az 600 mm aralık bırakılması uygun görülmüştür. Cihaza erişebilme açıklığı, yangın koruma açıklığından daha önce gelmelidir. Eğer gazlı ısıtıcı, bir garaja konulacaksa, çakmak ve brülör yerden en az 250 mm yukarıda olacak şekilde ve gazlı ısıtıcı, araçlardan gelebilecek fiziksel hasarlardan korunacak şekilde yerleştirilmelidir. Yukarı dikey akışlı veya yatay gazlı ısıtıcılar halı, tuğla veya odun gibi yanıcı maddelerin üstüne yerleştirilmemelidirler.

5.4.2. UYARI

Maddeler, gazlı ısıtıcının havalandırma kutusunun karşısına veya üstüne konulmamalıdır. Cihazın çevresi temiz tutulmalıdır. Gazolin veya diğer patlayıcı buhar ve sıvılar içeren maddeler, cihazdan uzak tutulmalıdır. Müşterinin, bu cihazın bulunduğu bölgenin, herhangi bir depolama amacıyla kullanılamayacağını bilmesi gerekir.

5.4.3. SADECE YUKARI DİKEY AKIŞLI GAZLI ISITICILAR İÇİN UYARI

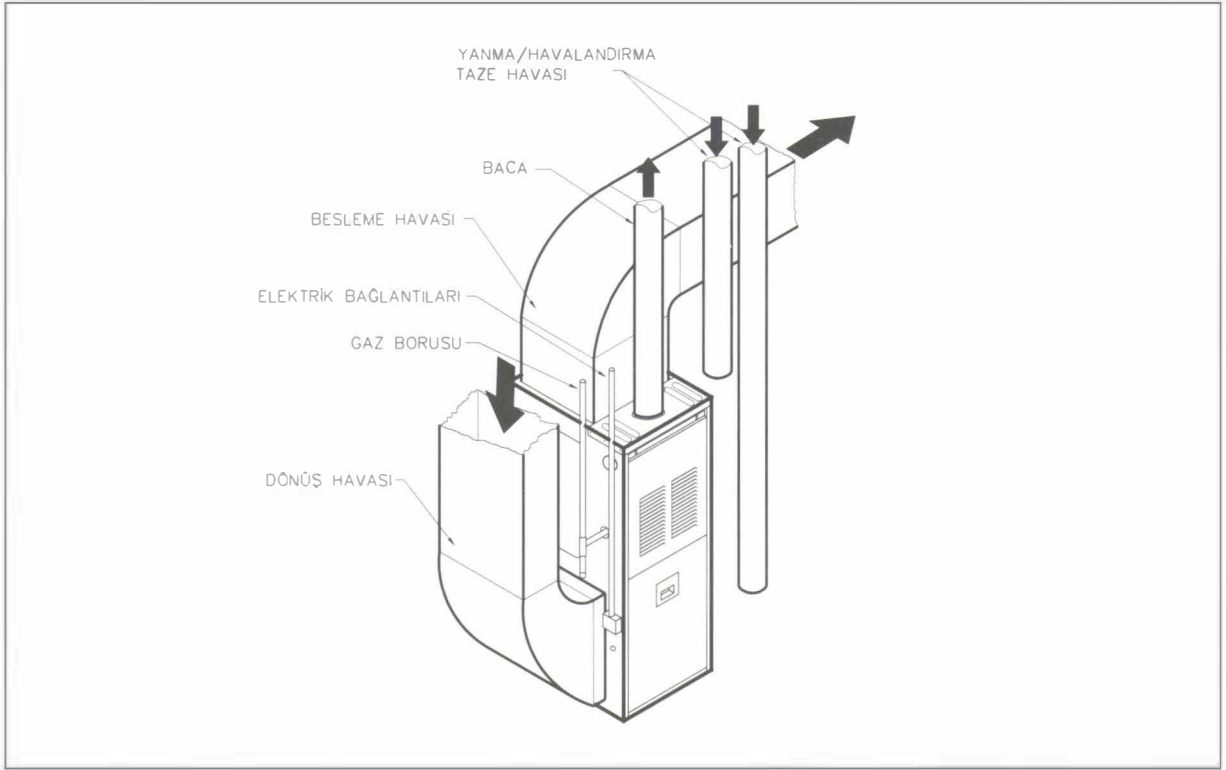
Cihazın yanında, katı metal esaslı bir montaj tabanı bulunmalıdır ve cihaz dönüş havası kanallarıyla monte edilirken, montaj tabanı yerine konulmalıdır. Bu tabanın unutulması, yanma ürünlerinin yaşanan odaya boşalmasına ve CO zehirlenmesi gibi kötü sonuçların doğmasına neden olur.

Yukarıda anlatılanlar özetlenirse, yerleşim için aşağıda yazılanlar kontrol edilmelidir:

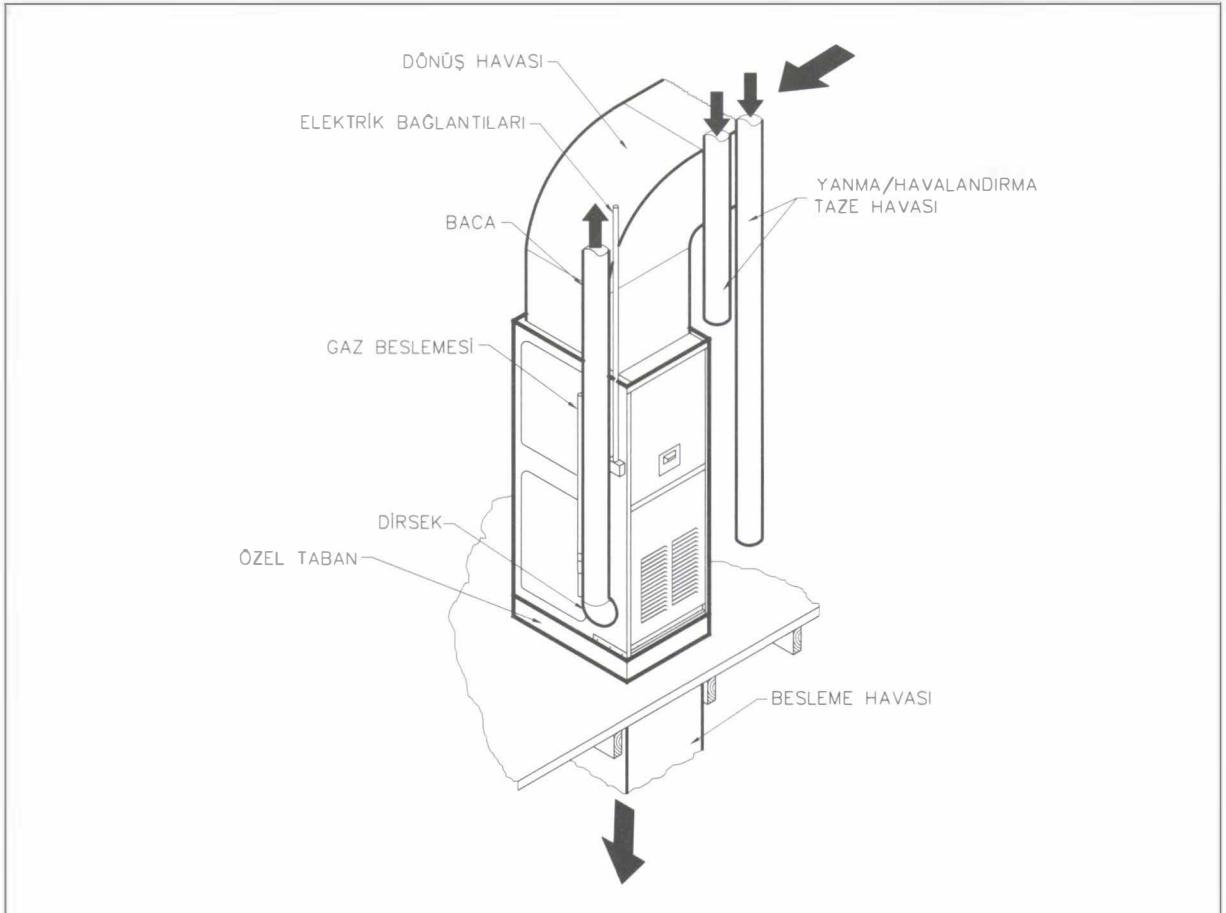
- Cihazın yanıcı maddelerden uzaklığını kontrol ediniz.
- Servis için gerekli açıklığı ayarlayınız.
- Zeminin halı, tuğla veya başka yanıcı maddelerden (özellikle odun) olmamasına dikkat ediniz.
- Garajda, gazlı ısıtıcı elverişli bir şekilde yükseltilmelidir.
- Gazlı ısıtıcının çevresinde, gazolin gibi patlayıcı maddeler bulunmamalıdır.
- Yukarı dikey akışlı cihazlarda, dönüş havası kenarına, metal esaslı montaj tablası yerleştirilmemelidir.
- Aşağı dikey akışlı cihazlarda, döşeme altına özel bir taban yerleştirilmelidir.

5.4.4. YANMA/HAVALANDIRMA BESLEME HAVASI

Cihazın kötü veya tehlike yaratan çalışması büyük ölçüde, yanma ve havalandırma havasının uygunsuzluğundan oluşmaktadır. *Şekil 5.67'de* sınırlı bir alanda yerleştirilmiş, gazlı ısıtıcı ve gaz yakan başka bir cihaz için gerekli minimum yanma/havalandırma havası açıklıklarını gösterilmektedir. İdeal yanma ve havalandırma havasının sağlanması gerekir.



Şekil 5.64. DİKEY (BAŞ YUKARI) YERLEŞİM



Şekil 5.65. DÜŞEY (BAŞ AŞAĞI) YERLEŞİM

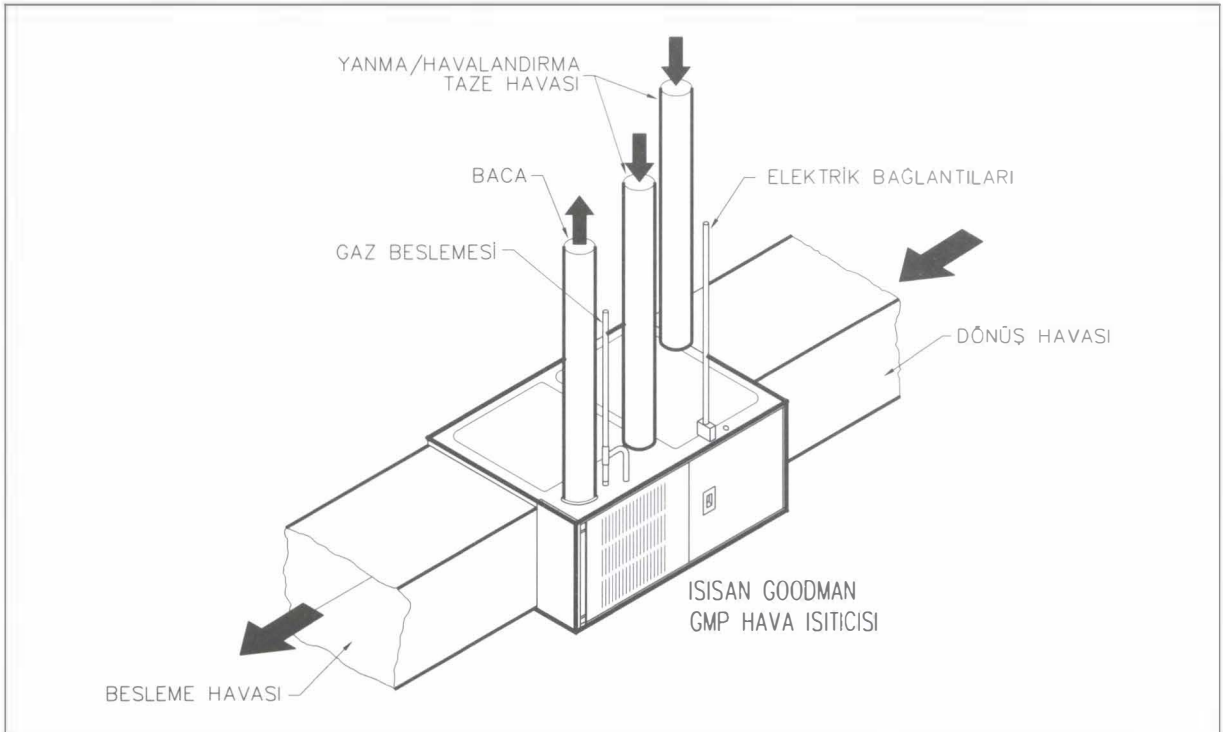
Sisteme, yanma/havalandırma havası beslemesi için aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- Yanma/havalandırma havasını besleyen geçiş yolları, havanın tesisat odasına geçişini engellemeyecek şekilde yapılmalıdır.
- Şekil 5.67’de belirtildiği gibi, yanma ve havalandırma havası kanallarının büyüklüğü, hava kaynağının bulunduğu yerle ilgilidir. Burada verilen alanlar serbest alanlar olup, kullanılacak panjur veya kafes net açıklığı bu değerlere eşit olmalıdır. Yapılan kafes hareketsiz ve sabit olmalıdır. Tüketici, bu açıklıkları bloke etmemesi veya sınırlandırmaması konusunda bilgi sahibi olmalıdır.
- Dikdörtgen hava kanalı boyutları 3’ten daha küçük olamaz.
- Eğer ünite egzoz fanının yakınına yerleştirilmişse, egzoz fanının odada negatif basınç yaratmaması için yeterli yanma ve havalandırma yapılmalıdır.
- Yanma havasının yatak odası veya banyodan sağlanmaması gerekir.
- Eğer cihazın konulduğu kapalı hacim sızdırmaz nitelikte ise yanma ve havalandırma havası temini için gerekli önlem alınmalıdır (Şekil 5.67).

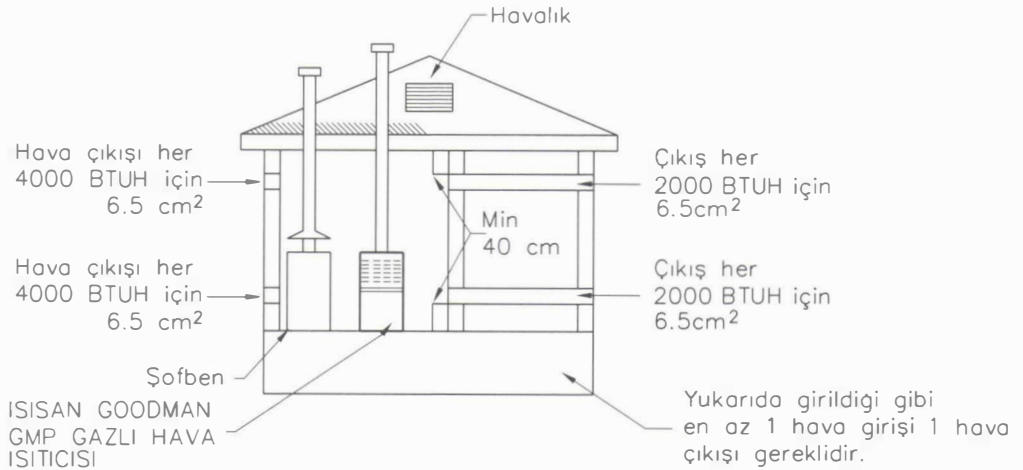
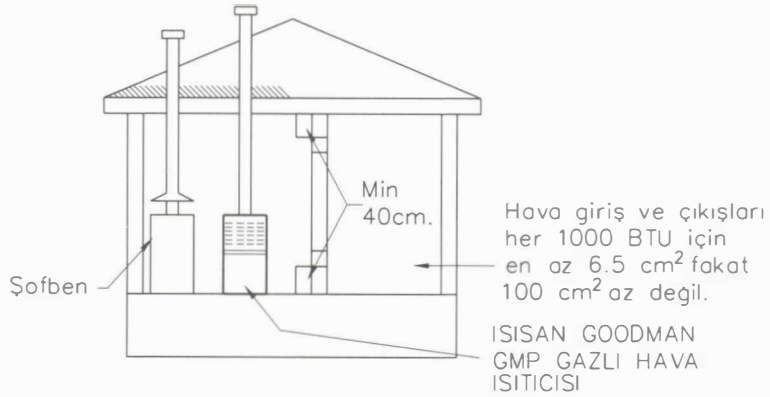
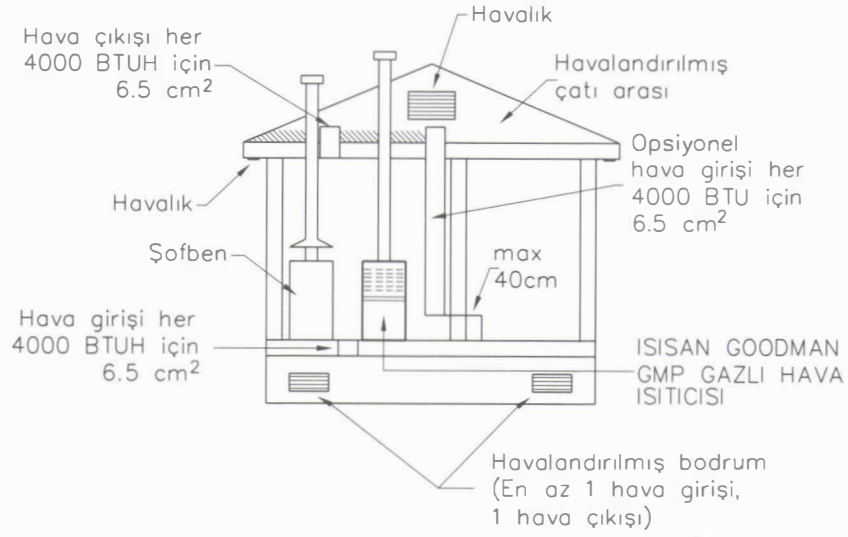
5.4.5. GENEL NOTLAR

- Kanal tipi hava ısıtıcıları ısıtmayı doğal gaz ve LPG ile yapmaktadırlar. Cihazlar standart olarak doğal gaza ayarlı üretilmektedir. Üzerlerinde yapılan küçük bir değişiklik ile (LPG dönüşüm seti) cihazlar LPG ile de kullanılabilir.

- Kanal tipi hava ısıtıcıları tam güvenlik sistemi ile donatılmışlardır. Brülör üzerinde herhangi bir sebeple alev oluşmadığı zaman, alev yanma beklerinden dışarı taşıdığı zaman, bacada tıkanma, çekmeme durumu olduğu zaman, güvenlik sistemine bağlı olan sensörler bunu anında yakalayıp, sistemi kapatarak emniyeti sağlar.
- Kanal tipi hava ısıtıcılarında 3 hızlı fan motorları kullanılmaktadır. Fan hızları cihaz bilgisayarına yüklenmiş olup, cihaz otomatik olarak hangi hızda çalışacağını seçmektedir.
- Kanal tipi hava ısıtıcılarında dönüş havası yandan (sağdan/soldan) veya alttan cihaza verilebilmektedir.
- Kanal tipi hava ısıtıcıların tüm modellerinde cihaz baca çapı 100 mm’dir.
- Kanal tipi hava ısıtıcıları, cihaz üzerinde hiç bir değişiklik yapılmadan yukarıya hava üfleyecek, aşağıya hava üfleyecek veya yana hava üfleyecek (sağa/sola) şekilde monte edilebilir.
- Kanal tipi hava ısıtıcıları, cihaz çıkışlarına bağlanan soğutucu batarya ve dış ünite (kondenser) ile soğutma da yapılabilir. Ancak cihaz aşağı üfleme konumunda monte edilmiş ise, soğutucu batarya aşağıda ısıtıcıdan sonra monte edilmelidir.
- Kanal tipi hava ısıtıcılarının kontrol ünitesi, herhangi bir arıza durumunda arızanın hangi kısımda olduğunu servise bildiren özel bir sisteme sahiptir. Böylece servis arızayı bulmak için cihazı söküp takmak yerine cihazın gösterdiği kısma müdahale edecektir.



Şekil 5.66. YATAY TESİS

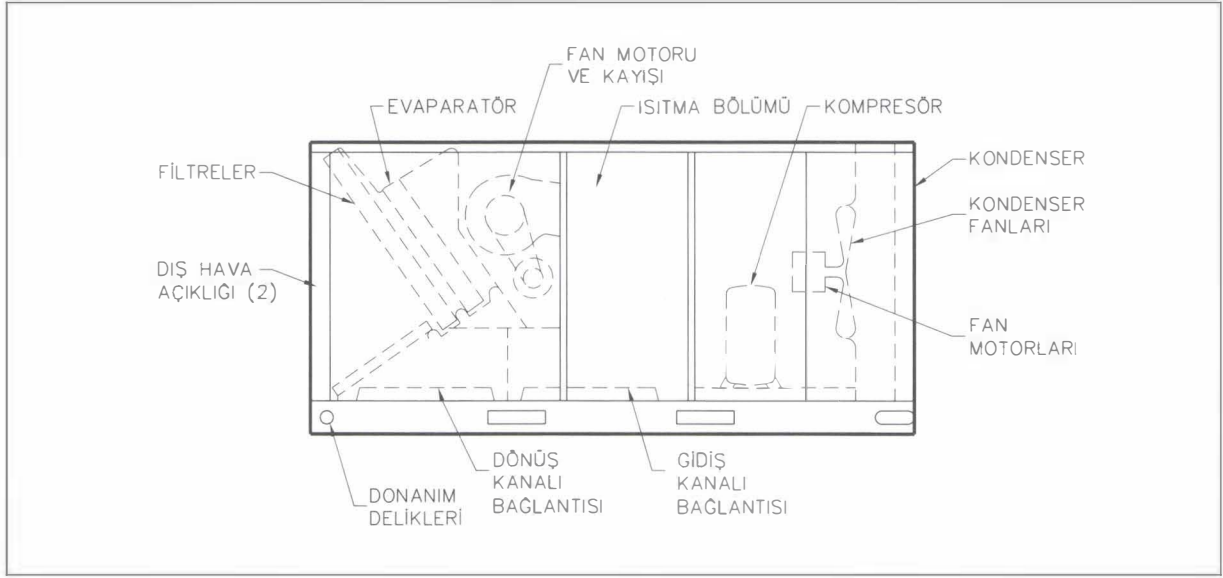


Şekil 5.67. HAVALANDIRMA KANALLARI BÜYÜKLÜKLERİ

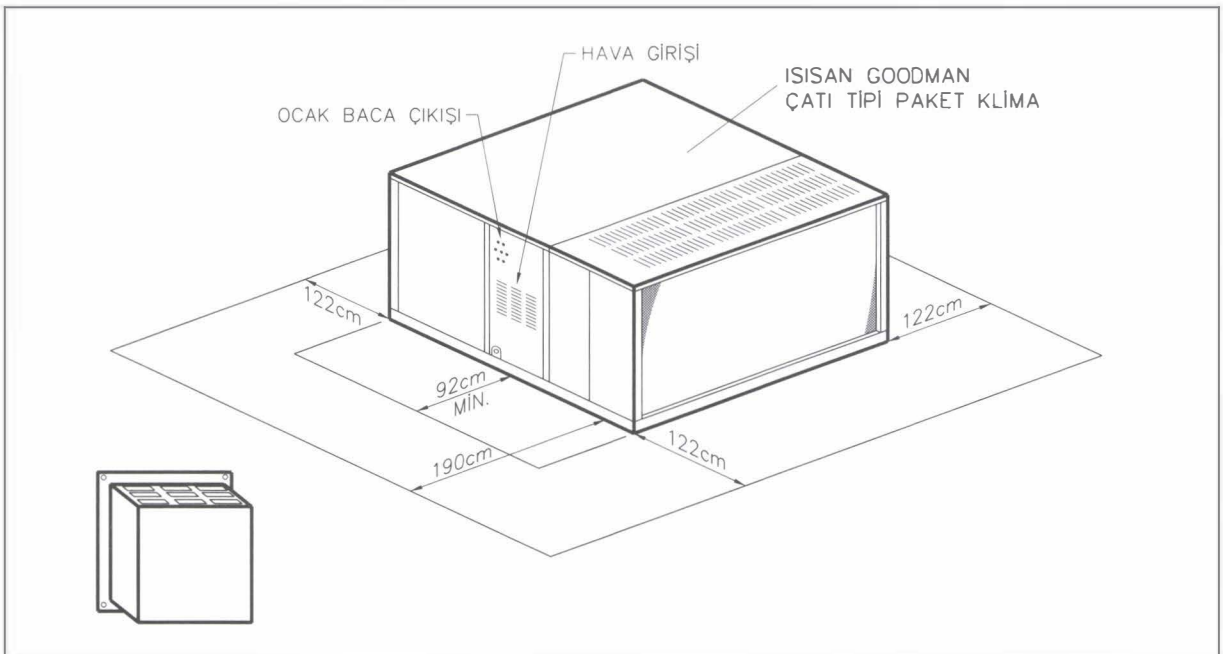
5.5. ÇATI TİPİ PAKET HAVA ISITICILARI + KLİMA ÜNİTELERİ

Çatı tipi paket hava ısıtıcıları tam olarak monte edilmiş ve fabrika testi yapılmış olarak sevk edilir. Genelde cihazın şantiyeye varmasından önce çatı üzerine monte edilmiş, çelik bir montaj destek parçası üzerine yerleştirilir. Cihaz Şekil 5.68’de görüldüğü gibi filtre, soğutucu ve ısıtıcı bölümlerinden oluşmaktadır. Tek fanla dış hava ve dönüş havası emilerek karıştırılmakta ve şartlandırıldıktan sonra kanal sistemine basılmaktadır. Soğutma DX olup, kompresör, kondenser ve evaporatör (soğutucu serpantin) ünitenin kendi bünyesi içindedir.

Isıtma elektrikle veya gaz yakıtlı hava ısıtıcı (furnace) ile gerçekleştirilmektedir. Cihaz etrafında, güvenlik, servis, bakım ve değişik operasyonlar için uygun açıklık bırakılmalıdır. Şekil 5.69’da gösterildiği gibi, cihazın ana kontrol panel tarafında olası şaft, fan coil, elektrik ısıtması ve gaz yakıtlı ısıtıcı müdahalelerini kolaylaştırmak için toplam 1.900 mm’lik açıklık bırakılmalıdır. Cihazın diğer taraflarında kompresöre müdahaleyi kolaylaştırabilmek, servis imkânı sağlamak ve temel havalandırmayı mümkün kılarak kondenser hava akışına müsaade edebilmek için 1.200 mm’lik açıklık tavsiye edilir. Cihaz herhangi bir engel veya çıkıntının altına monte edilmemelidir.



Şekil 5.68. ÇATI TİPİ PAKET HAVA ISITICISI + KLİMA ÜNİTESİ CİHAZ YAPISI



Şekil 5.69. ÇATI TİPİ PAKET HAVA ISITICISI + KLİMA ÜNİTESİ SERVİS AÇIKLIKLARI

5.5.1. GAZ ISITICI ÜNİTELERİ

- Şekil 5.69'da görüldüğü gibi, cihazın yanma odası giriş tarafından herhangi bir yanıcı (tutuşucu) malzemeden minimum 900 mm açıklık bırakılmalıdır. Bütün yanıcı (tutuşucu) malzemeler bu alanın dışında tutulmalıdır.
- 900 mm minimum açıklık uygun yanma havası girişi ve baca gazı akışını sağlamak için gereklidir. Yanma havası girişi ve ocak baca gazı atışı hiçbir sebeple (karlanma dahil) kapatılmamalı, bloke edilmemelidir.
- Çatı sızdırmazlığı tam olarak sağlanmalı ve drenaj suyu uygun şekilde tahliye edilmelidir.
- Isıtıcı bacası çıkışından herhangi bir elektrik sayacı, gaz sayacı ve regülatöre minimum 1.200 mm yatay açıklık gereklidir.

5.5.2. ÇATI PLATFORMU MONTAJI VE UYGULAMASI

- Çatı kaideleri, montaj edilmiş şekilde gönderilir. Şantiye montajı, çevrenmesi, basamaklanması ve çatı yapısına desteklemesinin yapılması taahhütçü firmanın sorumluluğundadır.
- Çatı kaidesi montajı için gerekli olan tüm parçalar kaide aksesuarları arasında mevcuttur.
- Tüm çerçeve tipi kaide aksesuarları fabrikadan temin edilebilir. Ancak dirsek tipi çatı kaidelerinin fabrikadan temini mümkün değildir. Tüm çevre kaidesi, platforma bağlanacak olan bir kanal bağlantı çerçevesini içerir. Aynı bir kanal bağlantı çerçevesi, dirsek kaidesi ile beraber kullanılmak üzere imal edilebilir. Cihaz dirsek kaidesi üzerine ya kondenser tarafı ya da iki yan tarafı dışarıda kalacak şekilde yerleştirilebilir. (Şekil 5.70)

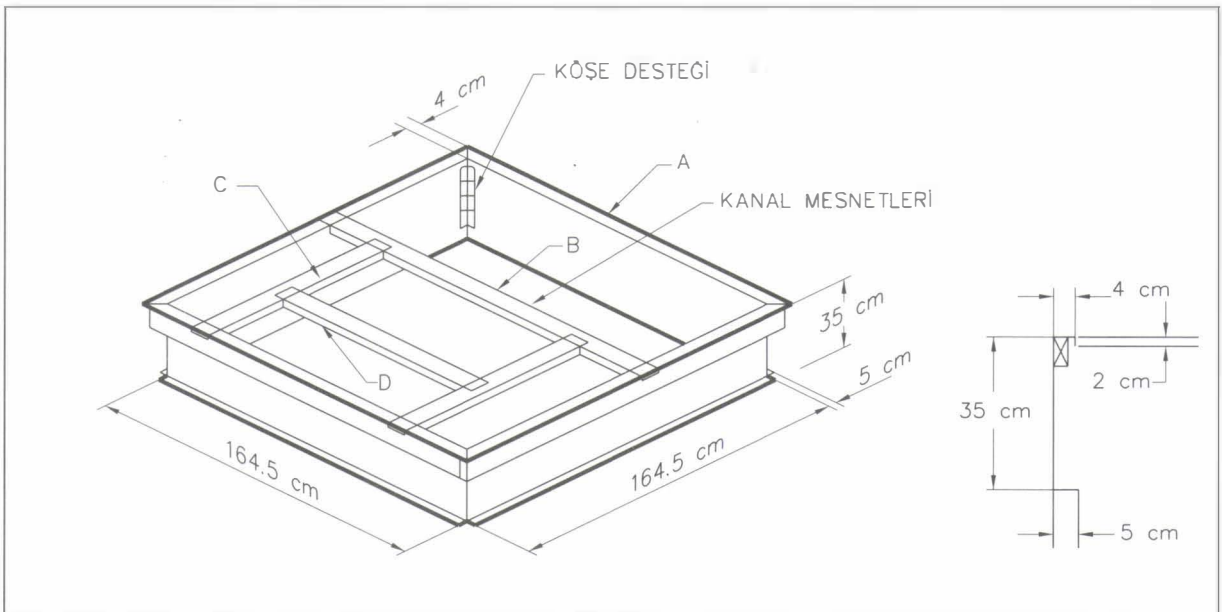
- Dirsekler çatı elemanlarının iki paralel kenarı üzerine desteklenmelidir. Çatı elemanları cihaz hava kaynağı ve dönüş kanalı açılma alanlarını etkilememelidir.
- Çatı kaide izolasyonu eğimli uzun parçalar ve genel çatılama elemanları taahhütçü firma tarafından yerleştirilmelidir.
- Cihaz ve kaide aksesuarları cihaz yerleştirilmeden önce dikey kanal bağlantısına müsaade edecek şekilde dizayn edilmiştir. Cihaz bağlandıktan sonra kanal bağlantısı yapılması tavsiye edilmez.

5.5.3. DİKEY ATIŞ KANAL BAĞLANTILARI

Cihaz ve kaide aksesuarları kanal bağlantıları cihaz yerleştirilmeden önce yapılacak şekilde dizayn edilmiştir. Kanal bağlantısı cihazın yerleştirilmesinden sonra yapılabilir, fakat bu tavsiye edilmez. Kanallar hiçbir zaman cihaz tabanına tam olarak bağlanmamalıdır. Esnek kanal bağlayıcıların kanal içinde cihazın yanında olmaları tavsiye edilir. Bütün kanalları bina yapısını kontrol ederek destekleyiniz. Dış kanalların iklim korumaları, bağlantıları mastiklenmelidir. Şartlandırılmamış mahallerdeki kanallar izole edilmeli ve kaplanmalıdır.

5.5.4. TERMOSTAT

24 Voltluk bir termostat monte edilmelidir. Termostat cihaz ile birlikte satın alınabilir veya daha sonradan temin edilebilir. Termostatlar isteğe göre, programlanabilir veya elektromekanik olabilir. Termostatı şartlandırılmış ortama, ortalama sıcaklığı hissedebileceği bir yere yerleştirilir. Termostat direkt olarak hava akımına maruz kalacağı bir yere, güneş ışığı veya diğer ısı kaynaklarından etkileneceği bir yere yerleştirilmemelidir.



Şekil 5.70. ÇATI TİPİ PAKET HAVA ISITICISI + KLİMA ÜNİTESİ ÇATI PLATFORMU

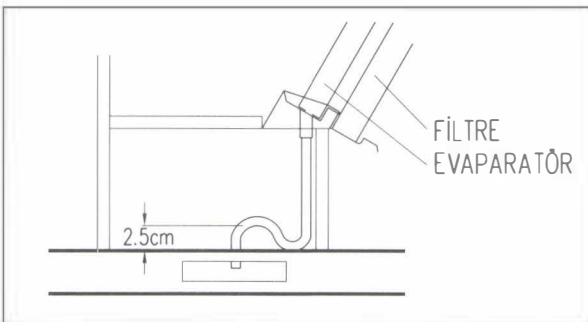
5.5.5 KONDENS SUYU DRENAJ BAĞLANTISI
Bütün cihazlar Şekil 5.71'de gösterildiği gibi drenaj tavaşının her iki tarafına yerleştirilebilen esnek boru kondens kapalı ile donatılmıştır.

5.5.6. UYARI

Drenaj borusu sonu izolasyon içinden ve taban profili üzerinden geçirilerek, yoğunlaşma suyunun çatıya veya dış drenaj sistemine serbest bir çıkışı sağlanmış olur. Drenaj tavaşının karşısında bulunan ve kullanılmayan delik verilen tıkaç ile kapanmalıdır. Yoğuşmuş suyunun drenajının direkt olarak çatıya akması kabul edilebilir. Küçük taştan, tahtadan veya metalden bir akış kanalı yapılması çatıda meydana gelebilecek hasarları önleyebilmek için tavsiye edilir. Eğer yoğunlaşmış olan su drenaj sistemiyle bina içine boru ile akıtılacaksa, drenaj çatıya dışından girmelidir. Esnek yoğunlaşma suyu tapası dış bir drenaj hattına bir boru kelepçesi ile bağlanabilir. Her klima sisteminin drenaj tavaşı üzerinde bir miktar nem oluşacağı gerçeğinden hareket ederek, bu bölgelerde oluşan bakterilerden dolayı yosunlaşmaların meydana gelebileceği unutulmamalıdır. Bu oluşumun yaratacağı tıkanmaların sebep olacağı drenaj tavaşı taşmalarını önlemek için periyodik temizleme yapmak gereklidir.

5.5.7. GENEL NOTLAR

- Çatı tipi paket klimalar ısıtmayı doğal gaz ve LPG ile yapmaktadır. Cihazlar doğal gaza ayarlı gelmekte, yapılan küçük bir değişiklik (LPG dönüşüm seti) LPG ile de kullanılabilir.
- Çatı tipi paket klimalar tam güvenlik sistemi ile donatılmıştır. Brülör üzerinde alev oluşmadığı zaman, alev beklerden dışarı taşıdığına, bacada tıkanma-çekmeme hallerinde, sistemi kapatarak emniyeti sağlar.
- Kontrol ünitesi herhangi bir arıza durumunda, arızanın hangi kısımda olduğunu servise bildiren özel bir sisteme sahiptir.
- Çatı tipi paket klimalar havayı cihaz altından basacak şekilde teslim edilmektedirler ve bu yüzden kaide üzerine yerleştirilmelidirler. Ancak özel bir aksesuar yardımı ile yatay hava üfleme de mümkün olabilmektedir.



Şekil 5.71. İÇ KONDENS DRENAJ YOLU

- Çatı tipi paket klimalarının gaz valfleri iki kademlidir. 1. kademe %70 kapasite ile, 1. ve 2. kademeler beraber %100 kapasite ile çalışmaktadır. Çatı tipi paket klimalarda soğutma da iki kademlidir. Bu iki kompresör ile sağlanır. Kompresör kapasiteleri toplam kapasitenin %50-%50'sidir. Cihaz kompresörleri scroll tip de olup mutlaka faz koruma rölesi ile beraber kullanılmalıdır. 1. kademe kompresör arızalı olsa bile, 2. kademe kompresör devreye girebilmektedir. İstenilen hava debisine göre fan devri ayarlanabilmektedir.
- Çatı tipi paket klimalarda kondenser hava atışı yukarı doğrudur.
- Çatı tipi paket klimaları bina içerisinde özel bölümlere de yerleştirilebilir, ancak cihaz etrafında belirli mesafeler bırakılması gereklidir (Hava atışı, hava emişi ve servis için).

5.6. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİ (HAVA SOĞUTMALI VEYA SU SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ)

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 binadan tek bir villaya kadar tüm yapılarda esnek uygulama imkanı sunmaktadır. Bu sistemler bir tek gidiş ve dönüş bakır boru hattı ile birden çok iç üniteyi çalıştırabilen sistemlerdir. Bu özellik VRV sistemler ile Multi Sistemleri birbirinden ayıran en temel özelliktir. Yıllar boyunca VRV sistemleri büyük gelişmeler göstermiştir (Tablo 5.72). 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 seriler soğutmada çalıştırılırken tüm iç üniteler soğutma 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 kullanıma imkan verir.

		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 Aralığı		%15 ... %100	%3 ... %100	%3 ... % 100
Maksimum Kot Farkı	Dış Ünite Yukarıda (m)	50	50	90
	Dış Ünite Aşağıda (m)	40	40	90
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	İnverter DC
Dış Ünite Ses Seviyesi dB(A)		57	57	41'e kadar Gece sessiz modunda.
Kondenser Fanı Cihaz Dışı Statik Basıncı (Pa)		50	60	80

Tablo 5.72. VRV SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ

- **Su Soğutmalı VRV Isıtma+Soğutma (Water Cooled Heat Pump):** Heat pump VRV'den farkı, ısının hava soğutmalı kondenser ile dışarı atılmayıp, su soğutmalı kondenser yoluyla dışarı atılmasıdır. Sistem hem ısıtma hem de soğutma amaçlı kullanılabilir. Bu seriler de heat pump VRV sistemler gibi soğutmada çalıştırılırken tüm iç üniteler 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 değiştirmekutularını ilave edilmesi yeterli olacaktır.
- Split uygulamalarda kullanılan cihazların bakır borulama mesafeleri genellikle 15 metre ile sınırlı olduğu için dış üniteleri uzak mesafelere taşımak imkansızdı.
- Projelerde çok sayıda dış ünite kullanılmak zorunda kalındığı için dış ünitelerin işgal ettiği yer oldukça fazlaydı.
- Dış ünitenin yukarı veya aşağıya konulması gereken durumlarda (Örn. Yüksek Bloklar) VRV dışındaki tüm sistemler uzun kot farkı uygulamalarına izin vermemekteydi.
- Birebir veya multi-split uygulamalarında her bir iç üniteye dış üniteden ayrı ayrı bakır boru hattı çekilmesi gerekiyordu. Bu durum hem bakır borunun çekilmesi için gerekli olan alanın artmasına hem de yüksek montaj maliyetlerine neden oluyordu. Ayrıca multi cihazlarda 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 grubundan ise 64 iç üniteye kadar cihaz bağlanabilmektedir.
- Tek bir boru hattı üzerinden tüm iç üniteler kolayca çalıştırılabilmektedir.
- Çok küçük dış ünite ölçüleri ile yüksek verimlere ulaşılmış, minimum yer kaybı sağlanabilmektedir.
- Toplamda 1.000 metre (1 km) bakır boru hatının tek bir sistemden çekilebilme avantajı ile her türlü uygulamada istenilen her yere dış ünite ve iç ünite montajı kolaylıkla yapılabilmektedir.

5.6.1. VRV SİSTEMİN ORTAYA ÇIKARILMASI VE GELİŞTİRİLMESİNDEKİ TEMEL NEDENLER

- Birebir split ünitelerin 1 iç ve 1 dış ünitesi bulunmaktaydı. Bu nedenle klima uygulaması yapılan mahallerde özellikle dış ünitelerin monte edileceği yerler temel sorunların başında geliyordu. Genellikle çok sayıda klima cihazı kullanılan uygulamalarda “dış ünite kirliliği” aşılamaz bir sorun olarak uygulamacıların karşısına çıkmaktaydı (Şekil 5.73).



Şekil 5.73. DIŞ ÜNİTE KİRLİLİĞİ

- Kritik devrede 165 metre bakır boru mesafesine ve 50 metrenin üzerinde kot farkı uygulamalarına ulaşılabildiği için dış üniteler terasa, çatıya, bahçeye veya bina altına gizlenebilmiş, dış ünite kirliliğinden tamamen kurtulma imkanı sağlanmıştır.
- VRV sistemlerin enerji tüketimleri aşağıdaki nedenlerden dolayı oldukça düşük seviyelere indirilmiş, buna karşın verimleri önemli ölçüde artmıştır;
 - Çok hassas elektronik kontrollerin ve hassas soğutucu akışkan kontrollerinin geliştirilmesi,
 - İnverter teknolojisi ve sıralı standart kompresörler,
 - Yeni nesil soğutucu akışkanlarla ve yeni nesil kompresör teknolojileri ile küçük kondenser yüzeyleri elde edilip çok yüksek verimlere ulaşılmıştır.

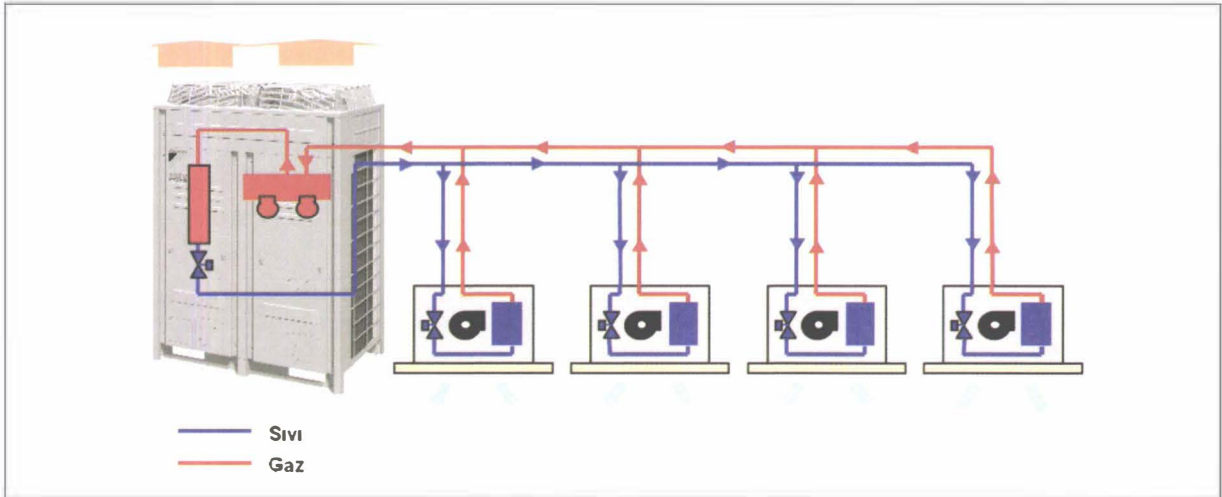
5.6.2. VRV SİSTEMLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Şekil 5.74A'da tipik bir VRV sistemin (heat pump veya sadece soğutma) tek bir dış ünite modülünden ve iç ünitelerden oluşan sistem şeması görülmektedir.

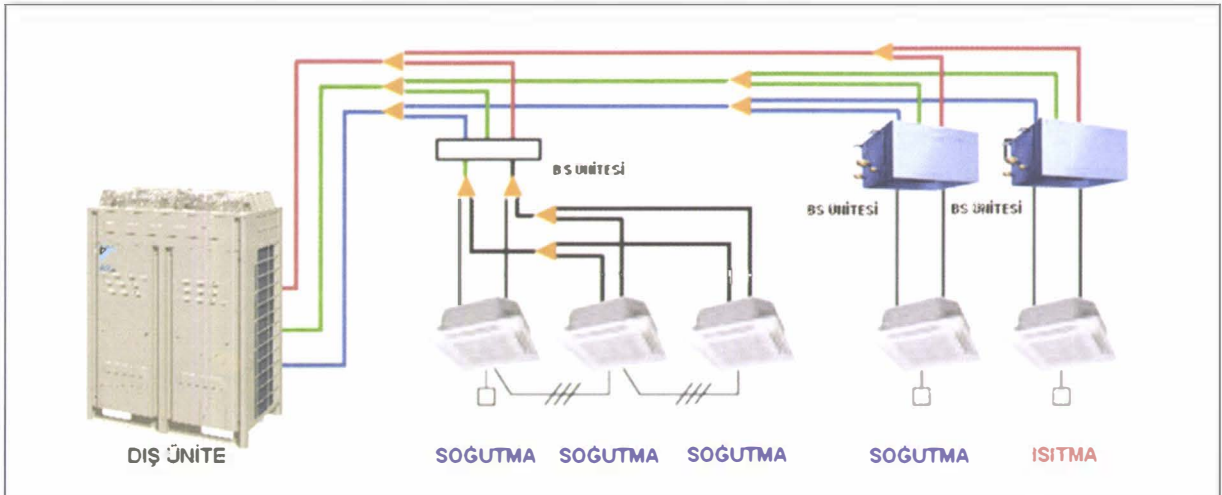
Sistemdeki ana ve yan ekipmanlar:

- 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 ısı 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 (iç 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



Şekil 5.74A. VRV SİSTEM ŞEMASI



Şekil 5.74B. ISI GERİ KAZANIMLI VRV SİSTEM ŞEMASI

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 5.74B*).

5.6.3. HAVA SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ

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.

5.6.3.1. 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 markalar da $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ulaşmıştır.

5.6.3.2. 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.

5.6.3.1. Minimum Yer İhtiyacı

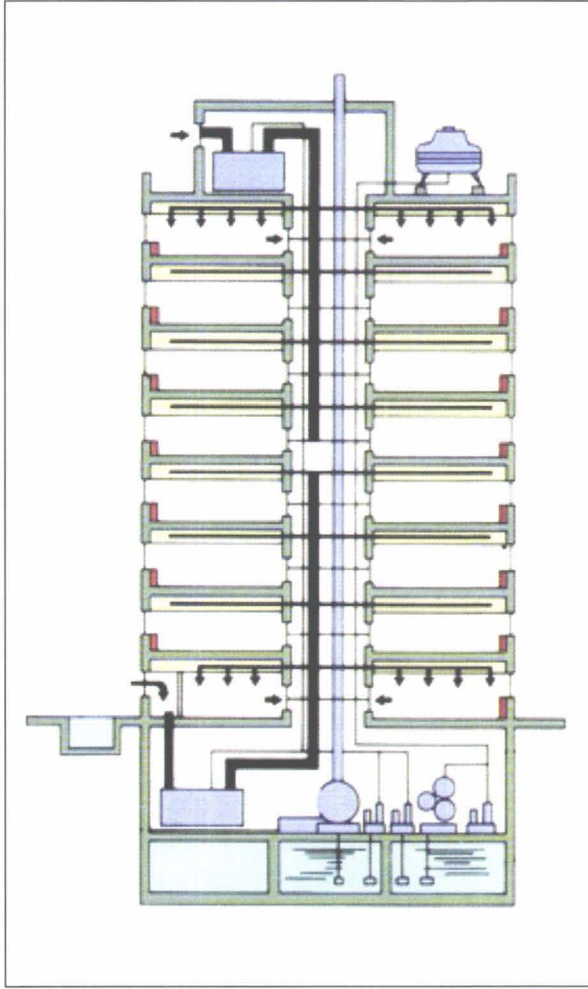
VRV sistem dış üniteleri hem küçük ebatla olması hem de ısıtma ve soğutmayı aynı sistemle yapabilme imkanı ile merkezi sistemde yer alan kazan, soğutma grupları gibi cihazlara olan ihtiyacı ortadan kaldırır (*Şekil 5.75A ve B*). Bu sayede merkezi sistemde bu cihazlar için ayrılan yer depo, garaj gibi 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. 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.

5.6.4. SU SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ

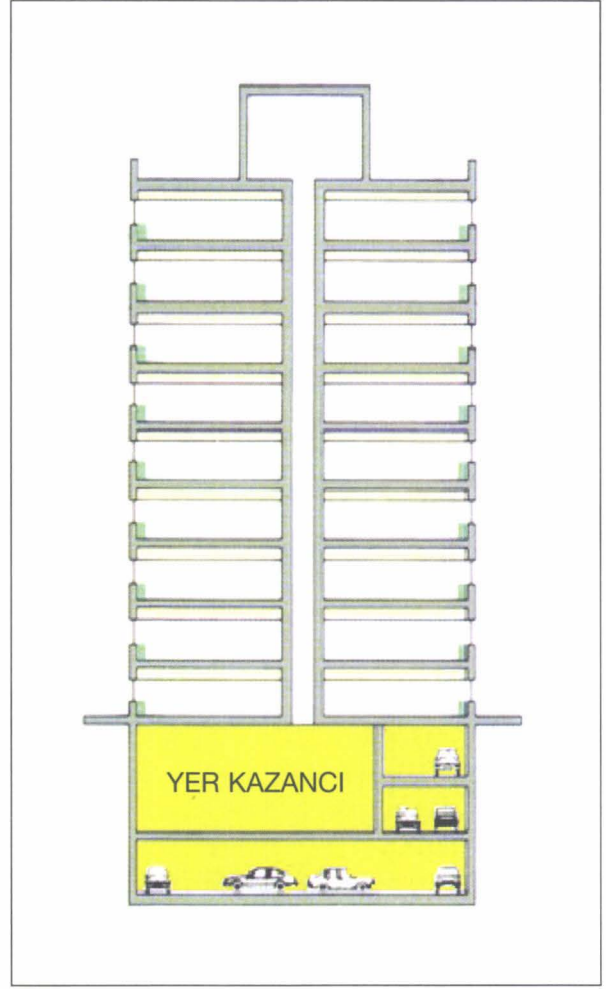
VRV sisteminin bütün avantajlarına sahip, sistemde soğutucu akışkan ile dış ortam arasındaki ısı transferini su ile gerçekleştiren bir sistemdir. Sistemin VRV tarafı; kondenser, iç üniteler, soğutucu akışkan ve kontrol ekipmanlarından, sistemin su tarafı; pompalar, valfler, genişleme tankı, ısı transfer 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 vermek üzere soğutucu akışkana iletir. Sistemin otomasyonu frekans kontrollü pompalar, iki yol- lu on-off kontrollü vanalar ile sağlanır. Sistemin çalışma aralığı su çevriminin sıcaklığına bağlıdır. Bu sıcaklık $15-45^{\circ}\text{C}$ arasında muhafaza edilmelidir. Sistemdeki ısı, 2 borulu su çevrimi vasıtası ile kondenser ünitesinden ısıtma veya soğutma prosesine göre alınır veya verilir. Su soğutmalı VRV cihazlarının genel özellikleri *Tablo 5.76'* da 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)



Şekil 5.75A. MERKEZİ SİSTEMDEKİ
YER İHTİYACI



Şekil 5.75B. VRV SİSTEMDEKİ
YER İHTİYACI

Kondenser İşletme Basıncı	20 bar	
Su Sıcaklığı	10-45 °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 İşdeğer 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 5.76. SU SOĞUTMALI VRV CİHAZLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

5.6.4.1. 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.

5.6.4.2. Su Soğutmalı VRV Sisteminin Uygulama Alanları

- 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.
- Su Soğutmalı VRV Sisteminin Adapte Edilebileceği, Su Çevriminin ve Isı Kaynağının Mevcut Olduğu Revizyon Geçiren 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.

Tesisattaki su tarafındaki ana ve yardımcı malzemeler:

- Su soğutmalı VRV dış ünitesi
- İç üniteler
- Bakır boru tesisatı
- Branşman kitleri
- Kumandalar

Tesisattaki su tarafındaki ana ve yardımcı malzemeler:

- Açık yada kapalı tip soğutma kulesi
- Kazan
- Denge kabı
- Eşanjörler
- Frekans kontrollü pompalar
- İki yönlü on-off kontrollü vanalar
- Genleşme kapları
- Pislik/hava ayırıcılar

Sistemde, soğutma modunda iç üniteler iç ortamdan aldığı ısıyı kondensere taşımakta burada ısı, su çevrimine geçmekte gaz ısısını suya aktardığı için yoğunlaşan 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 aktarır 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 yollu 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 tesisat şeması Şekil 5.77'de verilmiştir.

5.6.4.3. Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery) Sistemler

Bu türdeki sistemler (Şekil 5.78) su soğutmalı 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. Sistemin su tarafında ise su soğutmalı VRV dış ünite bağlantı şeması Şekil 5.79'da verilmiştir. Sistemin su tarafında ise fan coil sistemi ile hiçbir farkı yoktur (Şekil 5.80).

5.6.5. VRV SİSTEMDE KULLANILAN İÇ ÜNİTE TİPLERİ

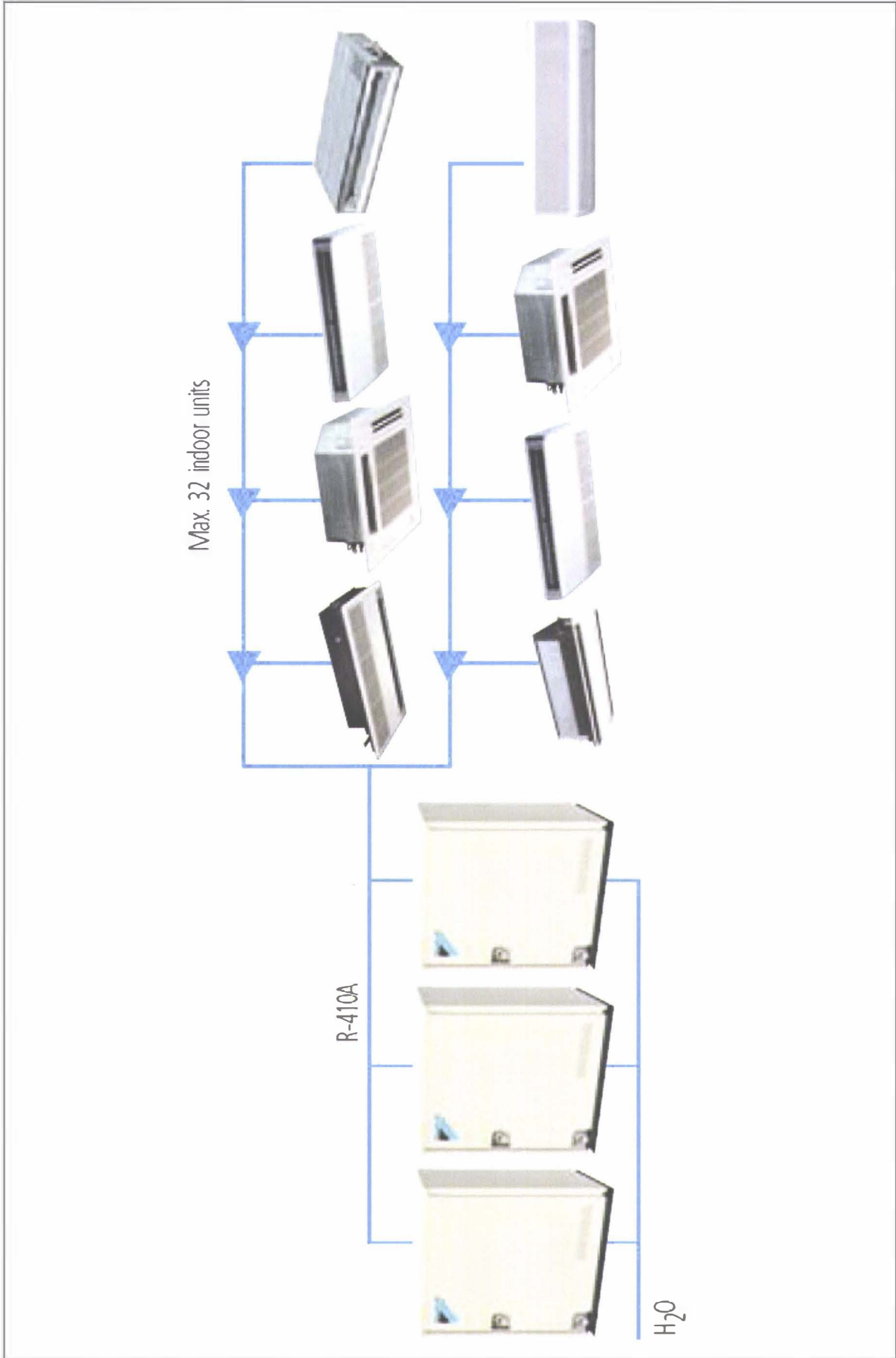
VRV sistemlerde her türlü ihtiyaca ve mekana uygun iç ünite tipleri bulunmaktadır. İç ünite kapasiteleri markaya ve modele göre değişmekle birlikte 2,2 -28kW arasında değişmektedir. VRV sistemde kullanılan iç ünite tipleri Şekil 5.81'de bazı uygulama örnekleri de Şekil 5.82A-H'de gösterilmiştir.

5.6.6. BRANŞMAN KİTLERİ (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 fittingsler kullanılmalıdır. Branşman kiti (Refnet Joint), sistemde borunun iki ayrı hatta ayrılması (veya tam tersi birleşmesi) durumunda kullanılır (Şekil 5.83). Kolektör (Refnet Header) ise bir borudan birkaç kola ayrılmaya veya birkaç koldan gelen akışkanın tek boruda toplanmasına imkan veren bir parçadır (Şekil 5.84). 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 ağızına 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. VRV sisteminde tesisat limitleri çok geniştir (Tablo 5.85). Bu özellik, proje safhasında ve montaj aşamasında büyük esneklik sağlamaktadır. Yüksek bloklarda da bu özellik önemli bir avantaj sağlar. 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 soğutma akışkanının (R22) yaşanan mahaller içinde bulunmasıydı. Ayrıca tek noktadan olabilecek bir kaçak tüm sistemin çalışmasına engel olacaktı. Direk ekspansiyonlu cihazların üfleme hava sıcaklıkları nedeniyle de (soğuk üfleme gibi) konfor açısından da zafiyetleri bulunmaktadır. Ancak üfleme havası sıcaklığını (veya evaporasyon sıcaklığını) merkezi otomasyon sisteminde yükseltmek ve cihazdan çıkış havasını konfor sıcaklığına uygun sıcaklıkta üfleme mümkündür.





Şekil 6.5.78. SU SOĞUTMALI VRV HEAT RECOVERY SİSTEM

5.6.7. KONTROL SİSTEMİ VE KUMANDA SEÇENEKLERİ

VRV sistemde kontrol tam bağımsız olarak sağlanabilmekle birlikte ayrıca mevcut bina yönetim sistemlerine de entegre olabilmektedir. VRV sistemde kontrol sistemi, bireysel kontrol ve merkezi kontrol olarak ikiye ayırmak mümkündür. Kullanılan kumanda tipleri Şekil 5.86'da 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 1 adet kumanda gerekmektedir. Merkezi kumandalar ise birden fazla iç ünitenin kontrol edilmesi istendiğinde kullanılır. VRV sistemlerde 1 adet merkezi kumanda ile maksimum 128 adet iç üniteyi kontrol edebilme imkanı vardır. Merkezi kumanda iç üniteleri gruplamak, zonlara ayırıp kontrol etmek ve tek tek iç ünite değerlerini ayarlamak mümkündür. VRV sistemi bilgisayar vasıtasıyla kontrol etmek bile mümkündür. 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.

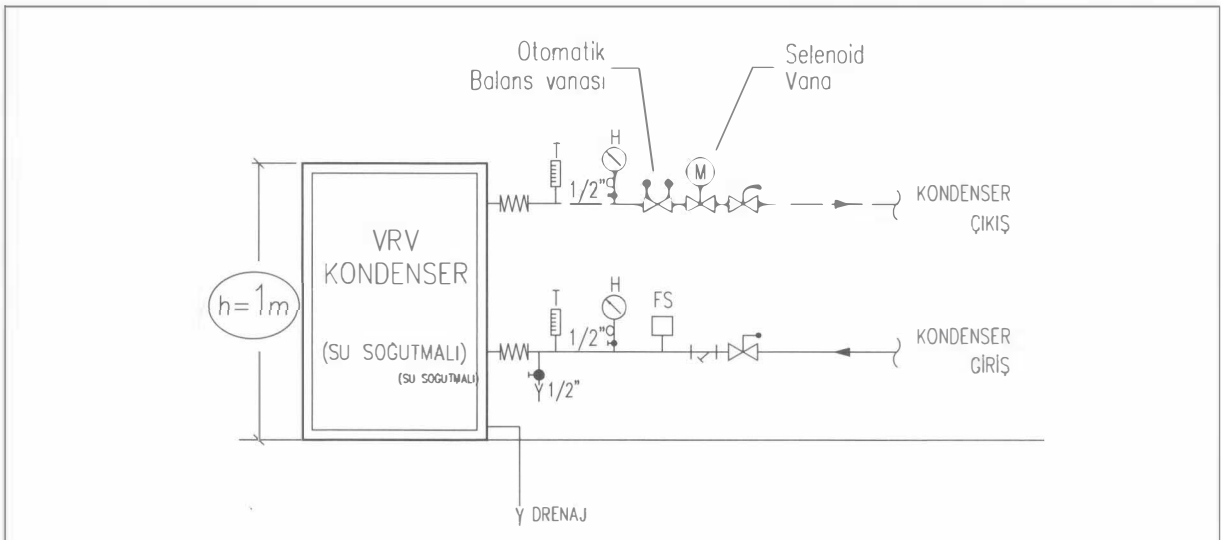
5.6.8. VRV SİSTEM UYGULAMA ALANLARI

- Birbirinden bağımsız birden fazla bölgenin iklimlendirme ihtiyacının olduğu ve yük ihtiyacının sürekli değiştiği otel, hastane, ofis, restoran, mağaza, tiyatro, sinema gibi tüm yapılar,
- Cam giydirmeye cepheli yüksek binalar,
- Mimari unsurların ön planda olduğu ya da dış cephesinde deformasyon istenmeyen tarihi yapılar,

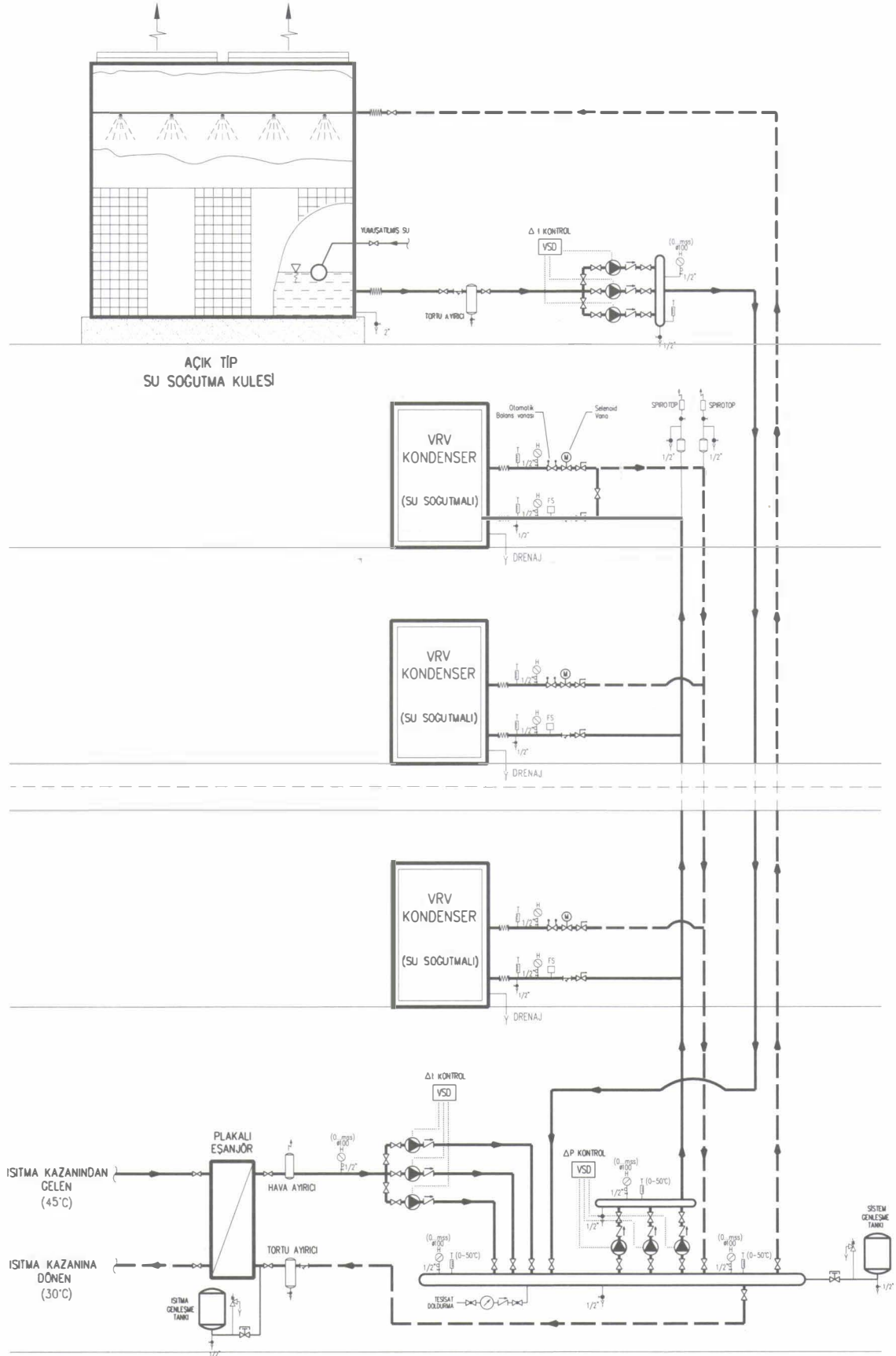
- Bina içinde soğutucu akışkan borularına göre çok büyük yer kaplayan hava kanallarının geçirilmesi-zinin zor olduğu yapılar,
- Mevcut ısıma-soğutma tesisatının yetersiz kaldığı ve tadilat gerektiren yapılar,
- Mekanik tesisata yeterince yer ayrılamayan, soğutucu sistemin açık havaya (çatı,bahçe) konulması 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.

5.6.8.1. Merkezi Sistem Uygulamaları

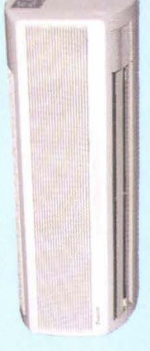
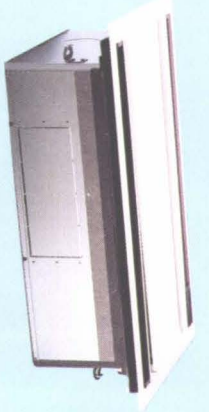
Klasik birebir split cihazlarına göre VRV sistemlerin tek dış üniteden oluşturulabilen ısıtma-soğutma kapasiteleri çok daha büyük ve tesisat limitleri ise oldukça uzun ve her türlü uygulama için olabildiğince esnektir. Bu imkanlardan dolayı dış üniteler zemine, terasa veya bina içine rahatlıkla monte edilebilir (Şekil 5.87, 88, 89 ve 90). 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 arttırmaktadır. 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 detaylı olarak incelenmesinin ardından karar verilmesi gerekir.



Şekil 5.79. SU SOĞUTMALI VRV KONDENSER BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 5.80. SU SOĞUTMALI VRV SİSTEM SU TARAFI AÇINIM ŞEMASI

	Tek Yöne Üflemleri Tavan Tipi		Gizli Tavan Tipi		Kasetli Döşeme (Yer) Tipi
	Kaset Tipi (60x60)		Gizli Tavan Tipi (Otel Tipi)		Kasetli Döşeme (Yer) Tipi
	Kaset Tipi		Dört Yöne Üflemleri Tavan Tipi		Tavan Tipi
	Duvar Tipi		İki Yöne Üflemleri Tavan Tipi		Yüksek Basıncılı Gizli Tavan Tipi

Şekil 5.8/1. VRV SİSTEMDE KULLANILAN İÇ ÜNİTE TİPLERİ



Şekil 5.82A. DUVAR TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.82B. KASET TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.82C. TEK YÖNE ÜFLEMELİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.82D. İKİ YÖNE ÜFLEMELİ TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.82E. GİZLİ TAVAN TİPİ (OTEL TİPİ) İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.82F. TAVAN TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



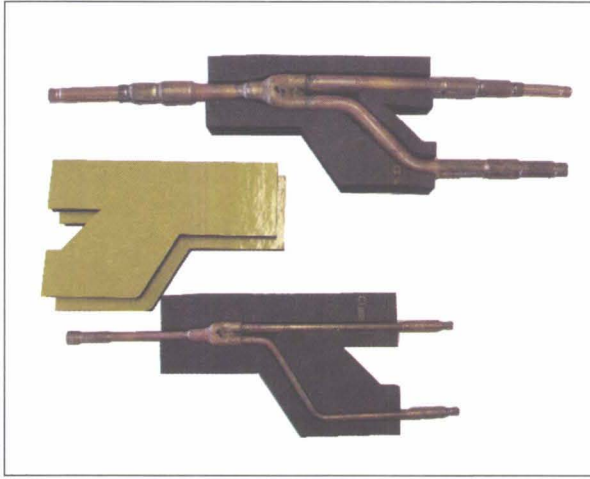
Şekil 5.82G. KASETLİ DÖŞEME (YER) TİPİ İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



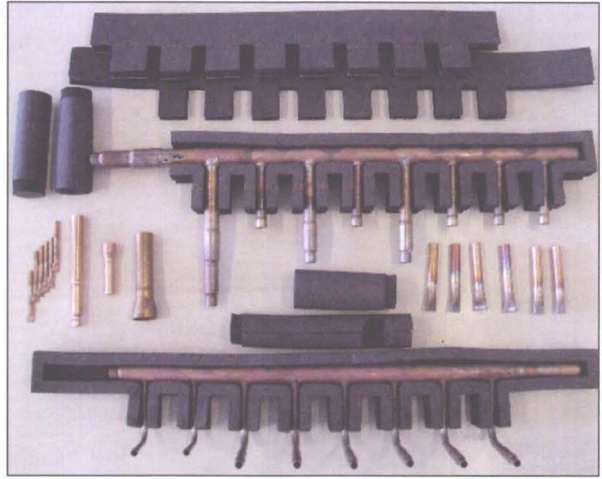
Şekil 5.82H. KASETSİZ DÖŞEME (YER) TIPI İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ

Tablo 5.91’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 5.91’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. 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).



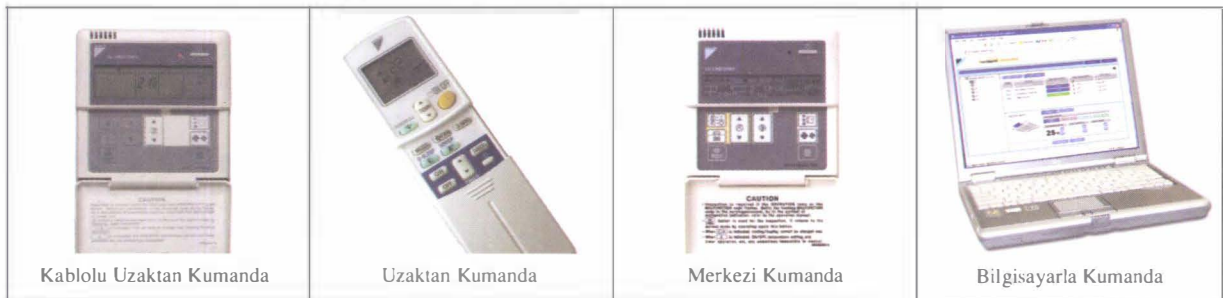
Şekil 5.83. BRANŞMAN KİTİ (REFNET JOINT)



Şekil 5.84. KOLEKTÖR (REFNET HEADER)

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 statik basınçlı, Gizli tavan tipi yüksek statik basınçlı, 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 WII - Su Soğutmalı VRV Heat Pump	96.000-288.000	120	300	50	
VRV WIII - 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 5.85. VRV SİSTEMLERİ TESİSAT LİMİTLERİ



Şekil 5.86. VRV SİSTEMDE KULLANILAN KUMANDA VE KONTROLLER

5.6.8.2. 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.

5.6.8.3. Yüksek Bloklar

Özellikle her bir mekanın bağımsız olarak ısıtılması veya 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 giydirme cephe 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,giydirme 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: Giydirme cephe 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 gerektiği 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 5.87) veya yere (Şekil 5.88) 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 üniteler belirli katlar arasına (Şekil 5.89 ve 90) 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 5.92). 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.

5.6.9.4. Villalar

Villa tipi konutlar için ısıtma-soğutma cihazlarının konulacağı mekanlar her zaman için sorun teşkil etmektedir. Isıtma için ayrı bir kazan dairesi olması, soğutma cihazlarının çok sayıda dış ünitelerinin nereye konulacağı uygulamada istenmeyen durumların başında gelir. VRV sistemde dış ünite veya dış üniteler fazla yer işgal etmezler, bir veya iki dış ünite ile tüm villa ısıtılıp soğutulabilir (Şekil 5.93). Bakır boru tesisatı çok fazla yer kaplamadığı için mimaride geniş alanlar bırakır. Dış ünitelerin ses seviyesi düşük olduğu için hem ait olduğu villayı, hem de komşu villaları rahatsız etmez. Villa uygulamalarında genellikle ısıtma-soğutma cihazlarının iç mekanda gözükmemesi istenmeyen bir durumdur. Bu tip durumlarda VRV sistem gizli tavan tipi cihazlar ile çözüme gidilebilir. VRV sistemin bağımsız olarak her mekanı ayrı kontrol edebilme özelliği sayesinde değişik mekanlarda değişik konfor şartları elde edilebilir. Hatta Heat Recovery VRV sistem ile aynı anda bir odada (örneğin çalışma odası) soğutma yapılabilirken, diğer bir odada (örneğin yatak odası) ısıtma yapılabilir. VRV sistemde merkezi kumanda seçeneği ile tüm villa iç üniteleri kontrol edilebilir. Tek tek her cihaz için farklı durumlar tek bir merkezden kumanda edilebilir. Bilgisayar kontrolü seçeneği ile tüm cihazlar aynı zamanda bir bilgisayar vasıtasıyla kontrol (oda sıcaklığı, üfleme sıcaklığı, on-off durumu vs) edilebilir. (Bakınız IX. Bölüm; Hafta Sonu Evleri, Villalar)

5.6.10. 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 5.94) 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



Şekil 5.87. VRV DIŞ ÜNİTELER ÇATI UYGULAMASI



Şekil 5.88. VRV DIŞ ÜNİTELER ZEMİN UYGULAMASI

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

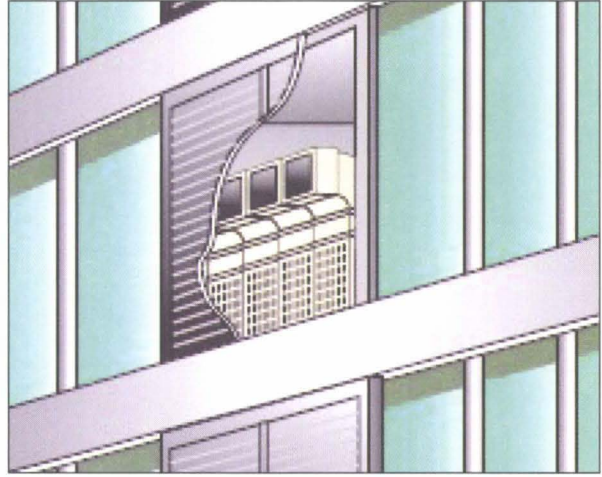
ısı enerjisinin yıllık getirisi ve ısı geri kazanım cihazlarının fanlarının yıl içinde harcadığı toplam enerji miktarına karşılık ısı geri kazanım cihazının kazandıracığı enerjinin çok iyi hesaplanması ve buna göre sistem seçimi yapılması verimlilik açısından önemlidir.

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 Nemlendiricili 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 5.89. TESİSAT GALERİSİNDEKİ
DIŞ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 5.90. ARA KAT UYGULAMASI
DIŞTAN GÖRÜNÜŞ

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 İçin	15,0	20,0	9,4	8,7	17,5	6,3	5,7	11,3	12,5
1 Bina İçin	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

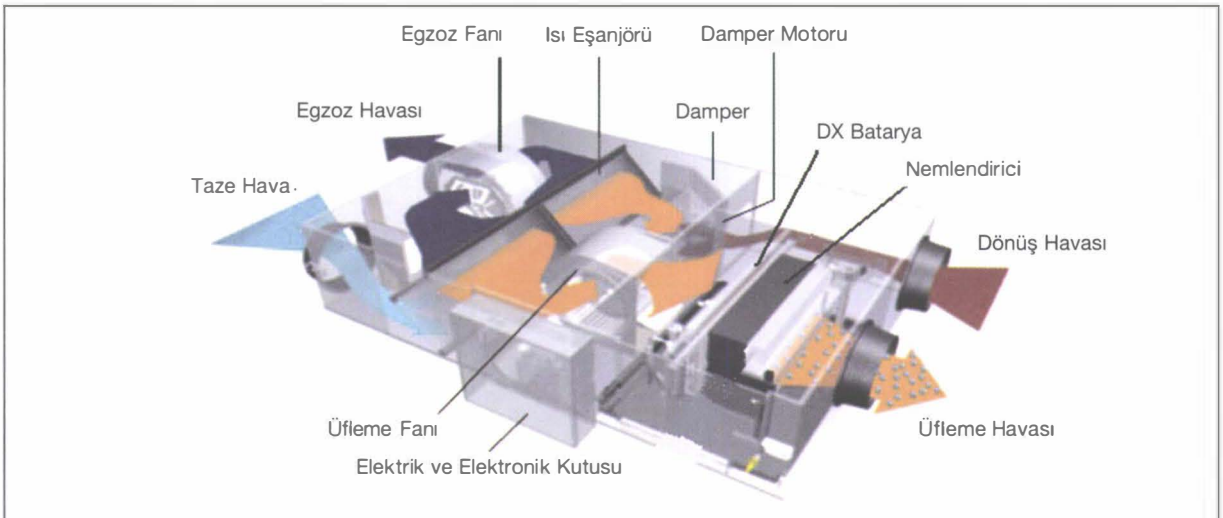
Tablo 5.91. ÇEŞİTLİ ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN VRV SİSTEM İLE YAKLAŞIK İLK YATIRIM MALİYETLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil 5.92. TESİSAT MERKEZİNDEKİ DIŞ ÜNİTELERE DIŞARDAN HAVA KANALI BAĞLANTISI



Şekil 5.93. MİNİ VRV SİSTEM UYGULANMIŞ VİLLADA DIŞ ÜNİTE YERLEŞİM ÖRNEĞİ



Şekil 5.94. ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZI (HRV)

VI. BÖLÜM

KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Enerji maliyetlerinde son otuz yıl içinde önemli artışlar olmuştur. 1960'lı yıllarda varili 2 USD olan petrol günümüzde 130-140 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 kirlilememesi, daha az yakıt tüketmesi ve bakımı ve işletmesinin daha kolay ve ucuz olması istenmektedir.

Isıtmanın aşağıdan, soğuk yüzey önlerinden ve mümkün olduğunca ısınım yolu ile yapılması ana konfor prensibidir. Isı kaybı yoğunluğu fazla olan dış yüzeyler (ki genellikle cam yüzeylerdir) önlerine konulacak radyatör gibi statik ısıtıcılarla ısıtılmalıdır. Böylece soğuk dış yüzey sıcaklıkları dengelenir.

Mahallin içindeki insanlar hava sıcaklığı ile mahalli çevreleyen yüzey sıcaklıklarının ortalamasını hissederler. Bu konudaki kuralları *Tablo 6.1*'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 boğalayacak şekilde üflenmelidir.
- Yorum 1:**
Aynı difüzörlerden yazın da soğuk havanın verileceği unutulmamalıdır. Soğuk hava ağır olduğu için, aşağıya doğru çok hızlı inerek rahatsızlık verebilir.
3. Eğer ısı kaybı duvarın her metresi için 820 Btu/h (238 Watt)'dan az ise, yine pencere altına yerleştirilen radyatör veya konvektörle veya döşeme üzerinden üfleyen konvektörle **alttan ısıtma yapılması tavsiye edilir**.
Ancak bu koşullarda hava dış duvara bitişik veya çok yakın yerleştirilen tepe difüzörleriyle de verilebilir. Hava bu çözümde dışa bakan duvar/pencereye doğru üflenir veya hem duvar/pencereye doğru ve hem de açığa doğru çift yönde üflenir.
 4. **Yorum 2:**
 - a) Yaşanılan hacimlerde: ısıtmanın her zaman cam altından yapılması (statik ısıtma) tavsiye edilmektedir.
 - b) İnsanların kısa süreler kaldığı yerlerde: (fuaye, giriş vb) ise;
Isı kaybı 429 Watt/m değerini aşıyorsa, alttan ısıtma yapılmalıdır.
Isı kaybı 238 - 429 Watt/m değerleri arasındaysa ve alttan ısıtma yapılamıyorsa, sıcak hava yukarıdan özel difüzörler kullanılarak üflenebilir.
 5. Buna karşılık soğutma yukarıdan yapılmalıdır. Duvar tipi soğutucularla aşağıdan yapılan soğutma işlemleri, yaz klimasında konforsuzluğa neden olmaktadır. Bu soğutuculardan çıkan soğuk hava fazla yükselemeyerek geri düşmekte ve insanlara çarparak üşütmekte ve hasta etmektedir. Isıtma ve soğutmanın birlikte tavandan yapılması halinde ise; kışın sıcak havayı aşağı indirebilmek için menfez çıkış hızları artırılmak zorundadır. Bu durumda ses oluşur ve aynı menfezden yazın çıkacak soğutulmuş hava daha ağır olduğu için, aşağı hızlı inerek konforu bozar.

Tablo 6.1. ISI KAYBINA GÖRE ISITMA ŞEKLİ SEÇİMİ

6.1. KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ

6.1.1. 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 ısıtılmalı veya fan tahrikli VAV hava karışımı sistem olması tanımlanmalıdır. Paket sistemde soğutma sistemi daima DX sistemidir. Ancak burada pistonlu veya scroll bir kompresör seçimi söz konusudur. Isıtma; gazlı ısıtıcı 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 yükseleştirilmeli veya on/off kapasite kontrolünden birinin seçimi

6.2. 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:

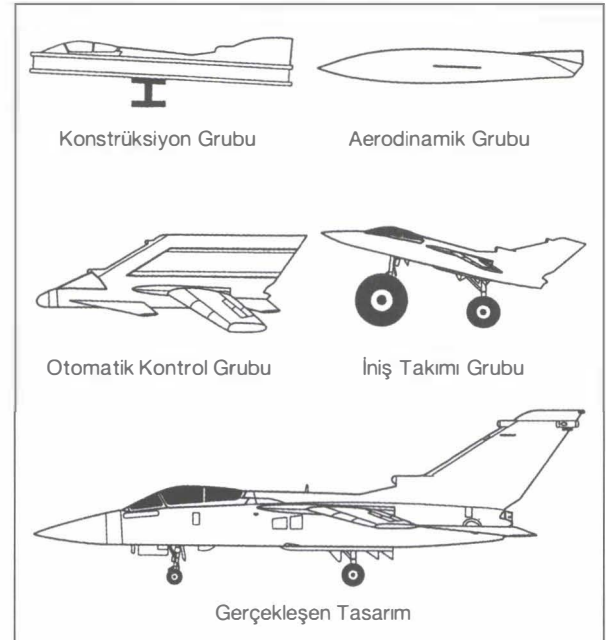
- **Konfor:** İnsanlar ancak belirli çevre koşullarında kendilerini rahat hissederler. Konfor şartları adı verilen bu şartlar klima sayesinde mekanik olarak temin edilebilir. Bunun için insanların yaşadığı her yerde (konutlar, iş yerleri, alışveriş merkezleri, kurumlar vs) klimanın hedefi konfordur. 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 örneklerle 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.

6.3. 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 soğutma 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 mimarın 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 seçimi 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 ilişkili durum ısıtma ve soğutma sürelerinin gözönüne alınması suretiyle tercih yapılması, hareketli elemanların kullanılması gibi yollarla çözülebilir. Mal sahibi, mimar, mühendisler, yeni projeye alaka bütün ilgililer bir araya gelmeli ve ortak karar almalıdır (Şekil 6.2).
Özetle, sistem seçimi Tablo 6.4’te verilen kriterlerin ve faktörlerin pek çoğuna bağlıdır.



Şekil 6.2. ÇEŞİTLİ GRUPLAR TARAFINDAN BİR UÇAĞIN TASARIMI



Şekil 6.3. ÖRNEK VRV KLİMA SİSTEMİ UYGULAMASI (İÇ ÜNİTE VE DIŞ ÜNİTE GÖRÜNÜMÜ)

6.4. 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 6.4*'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'nın 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 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 inkanına 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 6.4 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	Mimari	232
A 1	Mal Sahibi Yatırımı Nasıl Değerlendirecek?	232
A 2	Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best"	232
A 3	Asma Tavan İçinde Gerekli Olan Net Yükseklik İhtiyacı	234
A 4	Estetik, Görünüş	234
A 5	Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	236
A 6	Döşemede Yer İhtiyacı	238
A 7	Şaft Gereksinimi	238
A 8	İç Dekorasyon Esnekliği	240
A 9	Teraslarda veya Bina Dışında ve Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	240
B	Performans	242
B 1	Havalandırma Yeteneği	242
B 2	Soğutma Konforu	244
B 3	Isıtma Konforu	246
B 4	Mevsim Geçiş Kolaylığı	248
B 5	İç Hava Kalitesi	250
B 6	Filtrasyon Yeteneği ve Hijyen	252
B 7	Merdiven Basınçlandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)	254
B 8	Isıtmada Oda Sıcaklık Kontrolü	256
B 9	Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme	258
B 10	Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)	260
B 11	Kışın Aynı Zamanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılatabilme Yeteneği	262
B 12	Gürültü-Ses	264
B 13	Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk	264
B 14	Basınçlandırma	266
C	İşletme Maliyeti	268
C 1	Enerji Maliyeti	268
C 2	Yıllık Verim (Yıllık Maliyet)	270
C 3	İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	270
C 4	Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isının Isıtma Sezonunda Faydalı Kullanımı, Aydınlatma Armatürlerinin Ömrü	272
C 5	Ön Soğutma (Cool Down)	274
C 6	Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?	276
C 7	Isı Geri Kazanımı	278
C 8	Yüksek Hızlarda (veya Yüksek Basıncılı) Hava Transferinin Maliyeti	280
C 9	Hava Kanallarının ve Boruların (Isı Yalıtımları da Dahil) Boruların ve Soğutucu Akışkanın Toplam Maliyeti	282
C 10	Esneklik Çalışma Saatleri Dışında (Gece, Hafta Sonu, Tatil Günleri vb)	282
C 11	Binadaki Katların Aynı Aynı Kullanımı veya Her Katı Aynı Kiralayabilme (İşletme Masraflarını Paylaşım Kolaylığı)	284
C 12	Seminer Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırabilme Olanağı	286

Tablo 6.4. KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ

KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMA TABLOSU İNDEKSİ		Sayfa No
C 13	Kapasite Kontrol İmkânı	288
C 14	Isıtmada Kullandığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti	288
D	Sistem İlk Yatırım Maliyeti	290
D 1	Sistem İlk Yatırım Maliyeti	290
D 2	Kullanma Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin Ayrıca Kalorifer Kazanına İhtiyaç Var mı?	290
D 3	Ekonomik Ömür	292
D 4	Tesisat İçin Ayrılan Alan ve Hacimlerin Toplam Maliyeti	292
D 5	Ömür Boyu Toplam Maliyet	294
E	Planlama ve Montaj	296
E 1	Enerji Tüketiminin Ölçülebilmesi ve Paylaşımı	296
E 2	Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi)	298
E 3	Montaj Süresi ve Kolaylığı	300
E 4	Kontrol İmkânı	300
E 5	Kontrol Tipi	302
E 6	Bina Yönetim Sistemine Uygunluk	302
E 7	Sistemin Kullanılabileceği Kapasite Aralığı	304
E 8	Standartlara Uygunluk	304
F	Servis-Bakım-Onarım ve İşletme	306
F 1	Filtre Adedi Temizleme Sıklığı ve Kolaylığı	306
F 2	Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerektiren Elemanlar Var mı?	308
F 3	Servis, Bakım Sıklığı	308
F 4	Asma Tavan İçinden Geçen Su Boruları (Su Kaçağı Riski ve Asma Tavan Etkisi)	310
F 5	Servis, Bakım, Onarım Maliyeti	312
F 6	İşletme Güvenirliği ve Arızanın Etkisi	312
F 7	Yedekleme Yeteneği	314
F 8	Genişleyebilme (Kapasite Arttırımı)	314
G	KONUT Uygulamalarına Uygunluk (Yüksek ve Alçak Bloklar)	316
G 1	Konutlarda Uygulanan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması	316
H	Diğer	-
H 1	Dış Ünitelerin Yer Kaybı	-
H 2	Dış Ünitelerin Ses Seviyesi	-
H 3	Inverter Kontroller	-
H 4	Uzaktan Erişim ve İnternet Bağlantısı ile Sistemin Kontrol İmkânı	-
H 5	Bilgisayar Destekli Servis İmkânı	-
H 6	Bilgisayar Yolu ile Cihaza Bağlanarak Geçmiş Görebilme İmkânı	-
H 7	Soğutucu Akışkan Miktarını Tespiti ve Doğru Oranda Şarj Edilebilme Kontrolü	-
H 8	Soğutucu Akışkan Miktar ve Kaçak Kontrolü, Akışkan Takip Yeteneği	-
H 9	Uzun Mesafelere Tesisat Çekebilme Yeteneği ve Performansı	-

Tablo 6.4. KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ (Devamı)

A - 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
A 1	Mal Sahibi Yatırımını 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 kullanılabilecek 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.			Mal sahibinin beklentileri ve imkanları en önemli etken olacaktır.
1				
A 2	Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best" a- En iyisini hedeflerken, (otomatik kontrolün bile mükemmeliyi planlarken de) "Basit iyidir" sloganını dikkate almamız. 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. Dışarıdan karmaşık müdahale ve kontrollere gerek kalmadan, sadece açma kapama ve istenen sıcaklık ayarının yapılmasıyla enerji ekonomisi ve cihaz ömrüne yönelik birçok kontrolü kendiliğinden yapabilir.	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.
2				

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

A - 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						
A 1 Mal Sahibi Yatırımı Nasıl Değerlendirecek?	Mal sahibinin beklentileri ve imkanları en önemli etken olacaktır.							
1								
A 2 Basit (Sade) Olan İyidir "Simple is The Best"	Mal sahibinin beklentileri ve imkanları en önemli etken olacaktır.							
2	Merkezi sistemlere alternatif oldukları halde daha basit bileşenlerden oluşurlar.							

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör İstisnası			VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör istisnası) + Egzoz Sistemi	
		Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör İstisnası			VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör istisnası) + Egzoz Sistemi	
A 3	Asma Tavan İçinde Net Yükseklik İhtiyacı	1- Toplam ihtiyaçlar dikkate alınarak tarif edilmelidir. a- Cihazlar, b- Hava kanalları ve izolasyon kalınlığı, c- İstima - 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 keşime noktaları dikkate alınarak, asma tavan içinde gerekli olan NET yükseklik ihtiyacı belirlenmelidir. 2- Mimariye yeterli shaft boşlukları, asma tavan yükseklikleri, mekanik hacimlerin alan ve yükseklikleri ile ilgili şartlar sağlanıyorsa; 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, hava kanalı kesitleri ve iç ünite ölçüleri belirlenir. b- Geneide duman tahliye sistemi (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliğini belirler. c- Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. d- 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 belirlenir. b- Genellikle 25-35 cm. yükseklik yeterli olur. c- Duman tahliye sistemi 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	
		a- Asma tavan içindeki yüksekliği, iç ünitenin ölçüleri, tipi ve bakır borular belirlenir. b- Tavan (kasetli veya gizli tavan) tipi cihaz kullanıldığında cihaz borularının eğimleri, boru ve cihaz keşime 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 belirlenir. b- Geneide duman tahliye sistemi (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliğini belirler. c- Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. d- 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 belirlenir. b- Genellikle 25-35 cm. yükseklik yeterli olur. c- Duman tahliye sistemi 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	
A 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.	
		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.	

A - MİMARİ

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 3	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) dikkatle 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.	a- Asma tavan içindeki yüksekliği, hava kanalı kesitleri ve iç ünite ölçüleri belirler. b- Genelde duman tahliye sistemi (daha büyük kesitlere ihtiyaç gösterdiği için) asma tavan içi yüksekliğini belirler. c- Tavan tipi cihaz kullanıldığında drenaj borularının eğimleri dikkate alınmalıdır. d- Asma tavan içinde yükseklik ihtiyacı: Kaset tipi Gizli tavan tipi iç ünite için: iç ünite için: 23-35 cm 20-40 cm
A 4	Estetik, Görünüş		Görünen sistem elemanları menfezlerdir.			Estetik görünüşün önemli olduğu yerlerde farklı tip ve görünümde cihazlar mevcuttur.

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör ısıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör ısıtması) + Egzoz Sistemi
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.	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. 2- Multi çözümü; Çoğunlukla bir dış üniteye 9 adete kadar iç ünite bağlanabildiğinden az sayıda dış üniteye ihtiyaç duyulur.	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 ünitelerde bina cephesinden ya da şaftlardan alınabilir.	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.	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 ünitelerde bina cephesinden ya da şaftlardan alınabilir.

A - 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			
A 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- Kondenselerler su soğutmalı olduğu için bina dışında panjur ve havalandırma boşluklarına ihtiyaç duymazlar. Kazan ve soğutma kuleleri çatı, kazan dairesi gibi yerlerdedir. Taze hava şaftlardan iç ünitelere ya da ısı geri kazanım cihazlarına alınabilir. Yer ihtiyacı yok

A - MİMARİ

A - 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	
9	A 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 santrali hücreleri arasından veya hava kanallarından içeriye ve dışarıya hava kaçakları sonucunda vakum oluşabilir. Ya da ortamdaki hava basıncı fanların çalışması ve durma süreleri içinde değişir. Bu ortamdaki brülörlerin fanlarının kazana bastıkları hava miktarları değişir ve yanma verimi bozulur. Bu tip kazan dairelerindeki kazanlarda genellikle çok sık kurum bıraktığı için; Brülör arızaları, Fazla yakıt tüketimi, Yangın riski oluşmaktadır. c- Kazan dairesi için doğal havalandırma (serbest hava girişi ve çıkış imkanı) yoksa, kazan dairelerine fan ile hava verilmeli ve serbest hava çıkışı 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.	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) Ayrık Yok Yok 4- Soğutma merkezi için yer ihtiyacı : Mekanik oda ihtiyacı yok 5- Dış ünite için yer ihtiyacı: Yok	
7	A 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 vs değişimlerinin yapılabilmesine uygun kapı, kapak, komple sökülebilir kaplama vb detaylarının çözümleri ve maliyet hesapları 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 dikdörtgen şaft ise, geniş kenarda) komple açılabilir kapılar bırakılmalıdır. 4- Şaftlarda çalışmada esnasında (kullanmak için ve ileride bakım gerekir düşüncesiyle) platformlar ve can güvenliğini sağlayacak korkuluklar yapılmalıdır.	Çok az	Az	Az

A - MİMARİ					Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	
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				
A 6 Döşemede Yer İhtiyacı	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı:	Var	1- Yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı: Radyatörler için	Yok	1- Kondenser üniteleri iç ortama monte edildiği için, ayrıca döşeme tipi iç üniteler de kullanılıyorsa;	Var
	2- Tavan tipi fan coil kullanılıyorsa yaşam mahallerinde döşemede yer ihtiyacı:	Yok			2- Tavan tipi iç üniteler kullanıldığına ise, kondenser ünitelerinden dolayı yaşam mahallerinde döşemede küçük de olsa yer ihtiyacı:	Var
	3- Mekanik odalarda yer ihtiyacı (pompa, klima santrali vb) :	Var	3- Mekanik odalarda yer ihtiyacı: Klima santralleri ve aspiratörlerin boyutları, F/C sisteme göre daha büyüktür.	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 merkezinde yer ihtiyacı:	Var	4- Bina içinde soğutma merkezinde yer ihtiyacı:	Var	4- Bina içinde soğutma merkezi için yer ihtiyacı:	Yok
A 7 Şaft Gereksinimi	Az	Az	En Fazla	Fazla	Su tesisatı ve havalandırma kanalı için shaft ihtiyacı:	Az

A - MİMARİ				
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 İç Dekorasyon Esnekliği	1- İç bölmelerin yerleri değiştirilğinde 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- Mahallin kullanma amacı değiştirildiğinde 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
8		Uygun	Uygun	Uygun
A 9 Teraslarda veya Bina Dışında ve Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	1- Terasta veya bina dışında yer ihtiyacı var mı? Varsa ne kadar? 2- Terastaki 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 yapıklarını döken tip ağaçlar dikilmelidir. Yaz aylarında ağaçların gölgeleme etkisinden yararlanılacağı gibi, ayrıca yapıklarının (evaporatif) soğutma etkisi bina dış çevresindeki sıcaklığı azaltacaktır. 5- Gelecekte binaların cephelelerinde, 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 kişinin 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 çalıştırılma 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
9		Fazla	Az	Fazla

A - 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
	iki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
A 8 İç Dekorasyon Esnekliği	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	a- İhtiyaç durumunda sisteme iç ünite ilavesi kolaylıkla yapılabilir. b- Bakır boru tesisatında tadilat yapmak diğer boru tesisatlarına göre daha kolaydır. Uygun
	Az	Az	Az	Az	a- Su soğutmalı kondenser için binanın dışında veya teraslarda yer ihtiyacı yoktur. Binanın içinde çok küçük bir hacim çok yüksek kapasiteler için dahi yeterlidir. Su soğutma kuleleri için çatıda yer ihtiyacı vardır. Az b- İç hacimlerde birden çok dış ünite aralarında mesafe olmaksızın tek bir sistem olarak çalıştırılabilir. c- Eğer su soğutma devresi ve havalandırma sistemi ilave edilirse, Az d- Taze hava ayrıca bir klima santrali ile alınır. Dış üniteler yerine su soğutmalı kondenserler kullanıldığında, bina dış cephesinde hiçbir rezervasyon gerektirmez. Bu nedenle bina cephesinde yer ihtiyacı; Yok
A 9 Teraslarda veya Bina Dışında ve Bina Cephesinde Yer İhtiyacı	Klima santralleri ve aspiratörlerin boyutları, F/C sisteme göre çok daha büyüktür.				
9	a- Hava soğutmalı su soğutma grubu veya soğutma kulesi, klima santralleri ve aspiratörler için yer ihtiyacı vardır. b- Soğutma kulesinde legionella bakterisinin oluşmasını engelleyecek önlemlerin alınması. c- Klima santrallerinin taze hava alışlarının soğutma kulesinden ve kazan bacasından olabildiği kadar uzakta ve hakim rüzgar yönüne ters tarafa olmasına dikkat edilmelidir.				

Kriterlerin Önemi

Önemli Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör İstisması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör İstisması) + Egzoz Sistemi
1- Binalarda kalite ve hava sızdırmayan doğramalar uygulamaya başlandıktan sonra iç hava kalitesi çok önem kazandı. 2- Bina içerisindeki eşyalar, baya-badana, halı,dolap ve kitaplardan çıkan gazlar iç hava kalitesini bozmakta, havalandırma ihtiyacını artırmaktadır. 3- Sonuçta alevli rahatsızlıklar baş ağrısı ve işyeri sendromu (hasta bina sendromu) oluşabilmektedir. 4- İnsanlardan 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 ekli basınç oluşturulmalıdır. 8- Binaların havalandırma tesisiati standardı belirlenirken; a- Tasarruflu havalandırma (standart havalandırma), b- Orta havalandırma, c- Yüksektilmiş 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, klimatize edilen binalardan dışarıya hava sızıntısı da artar. c- Bu nedenle; klimatzde edilen ve havalandırma tesisiati 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 (yükseiltmiş 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 arttıracığı da unutulmamalıdır.	Genelde taze hava verilmiyor. Kısmi olarak taze hava sağlanabilen 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 de 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 kışısına monte edilen bir DX bataryanın merkezi VRV sistemine bağlanarak istenen konfor şartlarını sağlanmasdır. Ayrıca daha fazla taze hava istenen yerler için de, geniş sistemlerde %100 taze hava ile çalışabilen DX bataryalı klima santralleri kullanılabılır. Bu klima santralleri dış hava entalpisine 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 değiştiricisi direnci ortadan kaldırılır. b- Fan motoru daha az enerji tüketir. c- Taze hava daha verimli kullanılır. d- Free-cooling ve cool-down performansı artar. 2- Ekonomizörlerle ısı geri kazanımı yapılması diğer sistemlere de uygulanabilir. İç hava kalitesini arttırmak için ayrıca yardımcı sistemlerin kullanılması yararlı olacaktır. 3- %100'e kadar taze hava alabilen DX bataryalı santraller bu sisteme direkt olarak entegre edilebilir.	1- Taze hava her chaza ayrı ayrı alınabilir. 2- Taze hava, genellikle dönüş havası ile karıştırılarak ortama verilir. Dış hava sıcaklığı 0°C olduğunda bile, ortama tavandaki anemostatlardan üflenen karışım havasının sıcaklığı (karşım oranına bağlı olarak) -18°C olacaktır. a- Bu olanak sayesinde, kış aylarında bile taze havayı ayrıca ısıtmaya daha 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 aydınlığa 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 imkanına 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 chaza verilecek enerji ekonomisi de sağlanabilir. 5- İstanbul ve daha soğuk iklim bölgelerinde doğal gaz veya LPG varsa; roof-top cihazları heat-pump yerine gaz ısıtıcı seçmek daha verimli ve doğru olabilir. a- Standart Uygulama:
	Kötü Performans	Orta/İyi Performans	İyi Performans
		İyi Performans	Yüksek Performans

B - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanların kendilerini daha rahat hissederek ve verimlilikleri de buna göre artar.

Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalıklara riskin ve kaza sıklığının da havalandırmada konforu iyi olmayan yerlerde daha fazla olduğunu göstermektedir.

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			
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 havalandırma 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 kutusuna gelen hava miktardan, simple VAV sisteme göre daha az olduğu için, ara mevsimde havalandırma 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 Fan-Powered VAV sistemin seri fan bağlı tipinde ise; Bu sisteme ilgili kısa bilgiler; 1- Büyük hacimli açık ofislerde iç zondaki ısı, çevre zona transfer edilebilir. 2- Klima santralından gelen soğutulmuş hava ile ortamdaki hava karışımı menfezlerden üflenir. 3- Menfezlerden geçen hava debisi sabittir. 4- Klima santralında daha düşük sıcaklıkta hava üretilir (9°C gibi) iç hava ile karıştırılabildiği için, ısıtma havası sıcaklığı konfor şartlarına yükseltebilir. Simple VAV'ye göre; a- Klima santralından transfer edilen havanın sıcaklığı daha düşük, dolayısıyla debisi daha az olacak şekilde projelendirilebilir. b- Hava kanalı kesitleri daha küçüktür. c- Tesisat şaşı boyutları daha küçüktür. d- Daha düşük sıcaklıkta soğutulmuş suya ihtiyaç olduğu için, soğutma gruplarının yıllık verimi daha düşüktür. e- Yaşanılan hacimlerin içindeki; fanın ilave enerji tüketimi, ses ve bakım, servis zorlukları, sulu serpantin varsa, otomatik kontrol valfi ve otomatik kontrol donanımı, asma tavan içindeki su borularının keşimlerinden dolayı daha fazla tavan içi yükseklik ihtiyacı, damlatma riski vb dezavantajları vardır.	Yeterli Performans Not: 1- Ekonomizörlerle ısı geri kazanımı yapılması diğer sistemlere de uygulanabilir. İç hava kalitesini arttırmak için ayrıca yardımcı sistemlerin kullanılması yararlı olacaktır. 2- %100'e kadar taze hava alabilen DX bataryalı santraller bu sisteme direkt olarak entegre edilebilir.

Kriterlerin Önemi

- Soğutulmuş hava ortama yukarıdan (tavandan) üflendiğinde en iyi konfor alınır. Soğutulmuş hava, ortamdaki havaya göre daha ağırdır. Menfezden çıktuktan sonra oda havasına karşı, yukarıda toplanmış ısıyı alır ve ortama mükemmel konfor sağlar. Doğal sirkülasyon kullanıldığı için hava hızları düşüktür ve ses-gürültü oluşmaz.
- 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 olabilirler (Yönlendirilebilir menfezler kullanılmıdır).
- Termal konforu etkileyen bir diğer faktör de ortamdaki hava hızıdır. Sıcaklığa bağlı olarak ortama 0,1 m/s hava hızının altında kalınmalıdır. Aksi halde türbülans ve rahatsız edici hava hareketleri oluşabilir.
- Isıl Konfor
Soğutmada konfordan bahsedebilmek için ısı kazançlarının en aza indirilmesi gerekir. Aksi halde oluşacak aşırı soğutma ihtiyacını karşılamak için; ortama üflenecek havanın sıcaklığı düşürülecek ve/veya hava miktarı arttırılacaktır. Ortamdaki hava hareketinin (hava sıcaklığına da bağlı olarak) yüksek hızlara (0,1 m/s'den büyük hızlar hissedilebilir) ulaşması ise, konforu olumsuz etkileyecektir. Daha da fazla hava hareketi olursa üşüme hissi oluşur.
a- Binanın dışardan ısı ve su yalıtımı ile hava kanallarının ısı yalıtımı çok iyi yapılmalı,
b- Bina içine güneş ışınlarının direkt ulaşması önlenmeli veya güneş etkisi azaltılmalı (mimari önlemler alınarak, (güneş kesiciler, gölgeleme elemanları vb) renkli veya reflektif cam kullanılarak),
c- Elektrik armatürleri az ısı yayan tiplerde seçilmeli ve aydınlatma yükü azaltılmalı, Aydınlatma projeleri, dış cepheye paralel linyeler ile yapılarak belli aydınlık seviyelerinde armatürler dimerlenmelidir (istenilen aydınlıkta seviyesini korumak için, ışık şiddetinin otomatik olarak oransal kısılması).
Aydınlatmada mutlaka elektronik balastlı armatürler seçilmelidir.
d- Mümkünse asma tavan içi plenum olarak kullanılmıdır. Dönüş havası buradan çekilmelidir (duman tahliyesi için aynı zonda ise),
e- Bina içinde çalışan ve ısı yayan cihazlar doğru seçilmeli ve yerleştirilmeli, (mümkün olursa soğuk sıcak hava cihaz üzerinden direk egzoz edilmeli),
f- Önce ortama ısı yayıp, sonra da bu ısıyı dışarıya atmak için tekrar enerji kullanmaktan kaçınılmalıdır. Örneğin; Büyük binalarda ve yüksek yapılarda kulları yerleştirilen soğuk su pınarları (paket soğutucular) bulunduğukları ortama sürekli ısı yayarlar. Oysa merkezi soğutulmuş içme suyu tesisatı yapılması halinde katlarda bu cihazlara ihtiyaç kalmayacaktır.
g- Soğutma mevsiminde oda sıcaklığını 1°C daha yüksek ayarlamakla (iç ve dış ısı kazançlarına, güneş etkisine, dış hava miktarı oranına ve nemine bağlı olarak), %15'ere varabilecek enerji ekonomisi sağlanabilir (veya daha düşük sıcaklığa ayarlanırsa tersi).
- Üfleme havası debisi ve sıcaklığı, oda yükseklğine bağlı olarak konfor şartlarını etkiler.
- Binadaki ısı kazançlarının azaltılması, kuruluş ve işletme maliyetlerini de azaltır.** Yukarıda belirtilen şekilde ısı kazançları en aza indirilmiş yapılarda ağır hava sirkülasyonu olmayacaktır. Bu durumda ideal konfor şartları sağlandığı gibi sistemin kuruluş ve işletme maliyetleri de çok azalacaktır.
DX cihazlarda iç ünitelerden odaya üflenen havanın sıcaklığı genellikle daha düşüktür. Bu soğutma konforunu genellikle biraz daha olumsuz etkiler. Ancak;
a- Üfleme havasının debisini ayarlayarak (fanı biraz daha yüksek kapasitede kullanarak) bu soğutma etkisi azaltılabilir.
b- Daha kaliteli cihazlarda evaporasyon sıcaklığı arttırılarak üfleme havası sıcaklığı istenen konfor seviyesine yükseltmek mümkündür.
8- Sistemin oransal olarak kontrol edilmesi; sabit oda sıcaklığı sağlayacağı ve sıcaklık salınımını engelleyeceği için on-off kontrole göre soğutma konforunu ve hassasiyetini önemli ölçüde arttıracaktır.

B 2 Soğutma Konforu

Önemli Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
1- Soğutulmuş hava ortama yukarıdan (tavandan) üflendiğinde en iyi konfor alınır. Soğutulmuş hava, ortamdaki havaya göre daha ağırdır. Menfezden çıktuktan sonra oda havasına karşı, yukarıda toplanmış ısıyı alır ve ortama mükemmel konfor sağlar. Doğal sirkülasyon kullanıldığı için hava hızları düşüktür ve ses-gürültü oluşmaz.	A- İç ünite asma tavan içine mi, parapet altına mı monte edilmelidir? a- Mimari imkanlar öncelik kazanacaktır. b- Yerdeki iç ünitenin filtresinin temizlenmesi, servis ve bakımının yapılması daha kolaydır. Ancak yapılırsa DX sistemden su damlatma ve kaçakların riski daha düşüktür. c- Tavandaki iç ünite su doğabilir.	A- İç ünite asma tavan içine mi, parapet altına mı monte edilmelidir? a- Mimari imkanlar öncelik kazanacaktır. b- Yerdeki iç ünitenin filtresinin temizlenmesi, servis ve bakımının yapılması daha kolaydır. c- Tavandaki iç ünite su damlatma ve kaçakların riski daha düşüktür.	A- Soğutulmuş hava tavan seviyesinden üflenir. Doğru boyutlarda ve tipte, kaliteli difüzörler kullanılarak mükemmel soğutma konforu sağlanır. Difüzörlere sabit debide hava geldiği için ortama hava düzgün şekilde dağılır. DX sistem dezavantajları hava debisi artırılarak (fan daha yüksek devirde çalıştırılarak) giderilebilir.
2- Termal konforu etkileyen bir diğer faktör de ortamdaki hava hızıdır. Sıcaklığa bağlı olarak ortama 0,1 m/s hava hızının altında kalınmalıdır. Aksi halde türbülans ve rahatsız edici hava hareketleri oluşabilir.	1- Doğeme tipi iç ünite kullanılıyorsa, soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmıdır.) 2- Tavan tipi iç ünite kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir. Statik ısıtma alttan soğutma üstten yapıldığı için daha iyi konfor sağlanır. (DX sistem dezavantajları azaltılabildiği oranda konfor sağlanabilir.)	1- Doğeme tipi iç ünite kullanılıyorsa, soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmıdır.) 2- Tavan tipi iç ünite kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir. DX sistem dezavantajları giderilebiliyorsa;	
3- Tavan tipi iç ünite kullanılıyorsa soğutulmuş hava yukarıdan üflenir. Statik ısıtma alttan soğutma üstten yapıldığı için daha iyi konfor sağlanır. (DX sistem dezavantajları azaltılabildiği oranda konfor sağlanabilir.)	Orta Performans	Orta Performans	Yüksek Performans
4- Mümkünse asma tavan içi plenum olarak kullanılmıdır. Dönüş havası buradan çekilmelidir (duman tahliyesi için aynı zonda ise).	İyi Performans	Yüksek Performans	
5- Üfleme havası debisi ve sıcaklığı, oda yükseklğine bağlı olarak konfor şartlarını etkiler.	3- Duvar tipi iç ünite kullanıldığında, üfleme havası odanın üst seviyesinden karşıya doğru üflendiği için (yönlendirme olsa bile) rahatsız edilebilir. Bu nedenle rahatsız edici etkinin minimize edilebilmesi için ; a- Inverter kontrolü cihazlar tercih edilmelidir. b- Gaz sıcaklığına bağlı fan devir ayan, akışkan kontrolü ve klape kontrolü yapabilen iç üniteler tercih edilmelidir. c- Bir noktadan maksimum 10.000-12.000 Btu/h kapasitede hava üflemesi konfor açısından önerilir.	3- Duvar tipi iç ünite kullanıldığında, üfleme havası odanın üst seviyesinden karşıya doğru üflendiği için (yönlendirme olsa bile) rahatsız edilebilir. Bu nedenle rahatsız edici etkinin minimize edilebilmesi için ; a- Gaz sıcaklığına bağlı fan devir ayarı, akışkan kontrolü ve klape kontrolü yapabilen iç üniteler tercih edilmelidir. b- Bir noktadan maksimum 10.000-12.000 Btu/h kapasitede hava üflemesi konfor açısından önerilir.	
6- Binadaki ısı kazançlarının azaltılması, kuruluş ve işletme maliyetlerini de azaltır.	Orta Performans	Orta Performans	
7- Üfleme havasının debisini ayarlayarak (fanı biraz daha yüksek kapasitede kullanarak) bu soğutma etkisi azaltılabilir.	B- Oransal Kontrol ve Sabit Oda Sıcaklığı Konforu: YOK	B- Oransal Kontrol ve Sabit Oda Sıcaklığı Konforu: VAR	B- Oransal Kontrol ve Sabit Oda Sıcaklığı Konforu: YOK

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 havalandırmaya konforlu 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					
Soğutma Konforu	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 fazladır. 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 yükseklığe ihtiyaç duyulabilir. e- Isıtma 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 sökültür 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- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Ara mevsimde de soğutma yapılabilirdi için avantajlıdır. 2- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)
	B2	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Ara mevsimde de soğutma yapılabilirdi için avantajlıdır. 2- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)	1- Döşeme tipi fan coil kullanılıyorsa soğutulmuş hava aşağıdan yukarıya üflenir. (Ayarlanabilir menfez kullanılmamalıdır.)



Kriterlerin Önemi

Önemli Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
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 arttıracaktır. 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 8.7). 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 kayplarının 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 sıcaklığı 26 °C yapsanız 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 altında daha yaygın ısıtıcı yüzeyi oluşacağı için, homojen sıcaklık dağılımı sağlanır. b- Cam önlerinden statik ısıtma yapılırsa ısıtıcı yüzeylerinde toz yanması olmaz. c- ısıtıcı yüzeyinde ısınan havanın hareketi daha yavaşlar, toz vs hareketi azalır.	A- Hava üflenerek ısıtılan sistemlere; ısıtıcı yüzeyler açıkta olmadığında, odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ile oda sıcaklığının ortalaması hissedilen sıcaklık olur. Radyatörle ısıtma ile aynı ısı konforu sağlamak için oda sıcaklığı 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; Sıcak hava yukarıdan üflenir. Hafif olan sıcak havayı aşağıya daha yüksek hızlarda üfleme gerekir. 3- Cam yüzeyinde soğuyan havanın bir kısmı yere inebilir. Üflendiği için ses seviyesi yüksektir (fan daha yüksek devirli çalıştırılır); Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmamalıdır. 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 sistemlere; ısıtıcı yüzeyler açıkta olmadığında, odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ile oda sıcaklığının ortalaması hissedilen sıcaklık olur. Radyatörle ısıtma ile aynı ısı konforu sağlamak için oda sıcaklığı 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; Sıcak hava yukarıdan üflenir. Hafif olan sıcak havayı aşağıya daha yüksek hızlarda üfleme gerekir. 3- Cam yüzeyinde soğuyan havanın bir kısmı yere inebilir. Üflendiği için ses seviyesi yüksektir (fan daha yüksek devirli çalıştırılır); Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmamalıdır. Orta Performans B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı VAR Oda sıcaklığı ayar aralığı ± 0,5°C	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; a- Daha az ısıtma enerjisi tüketilir. b- Kişin nemlendirme ihtiyacına ihtiyaç biraz daha azalır. Yüksek Performans 3- Heat-pump sistemle ısıtma yapıp, radyatör kullanılmıyorsa; 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 çalıştırılır); d- Sıcak havanın aşağıya daha kolay inmesini sağlayabilecek özel difüzörler kullanılmamalıdır. 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

B - 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 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			
İstima Konforu	A- Istima: 1- Hava üflenerek ısıtma yapılan sistemlerde; ısıtıcı yüzeyler açıkta olmadığından, odayı çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ile oda sıcaklığının ortalama sıcaklık olur. Radyatörle ısıtma ile aynı ısı konforu sağlamak için oda sıcaklığını yaklaşık1°C arttırmak gerekir. Oda sıcaklığının artması, az da olsa nemlendirme ihtiyacını ve yakıt tüketimini artırır. Fan coil kapasiteleri genellikle soğutmaya göre seçildiği için, ısıtma kapasiteleri ihtiyacıtan çok fazladır. Bu nedenle ısıtma mevsiminde F/C cihazlarına düşük sıcaklıkta su gönderilir. Bununla da kazanlar daha yüksek yıllık verimle çalışır. 2- Döşeme tipi F/C kullanıldığında sıcak hava cam altından yukarıya doğru üflenir. İstenen konfor sağlanır.	İyi Performans	A- Statik ısıtma yapıldığı için ısıtma aşağından yapılır. Üfleme havası sıcaklığı kiş şartlarında 16 - 18°C mertebelerindedir. VAV kutusu çıkışında ısıtıcı kullanılması (statik ısıtma varsa) gerek olmayabilir. Büyük çarşılardaki dükkanlarda VAV kutuları çıkışına elektrikli ısıtıcı montajı daha uygun olabilir. Bu dükkanlardaki ısıtıcıların sabah saatlerinde ortalama yarım saat çalışması yeterli olmaktadır. Genelde ısı kaybı olmayan dükkanlarda lambalar yandıktan yarım saat sonra ısıtmaya ihtiyaç kalmaz. Bir süre sonra soğutma ihtiyacı olur.	A- ısıtma yukarıdan yapılır. Tavan tipi fan coil benzeri ısıtma performansı alınır.	A- Bu sistemler soğutucu akışkanla ısıtma yapmasına rağmen, akışkanın üzerine ısı ağığı yer diş ortam olmadığından (kazan), diş havadan bağımsız ve kesintisiz ısıtma imkanı vardır. Sistemde su kondens ünitelerine girdiği halde yaşam alanlarına girmediği için, yaşam alanları suyun taşıdığı risklerden korunmuş olur. Bu da sulu sistemlere göre önemli bir avantajı teşkil eder. 1- Normal VRV sistemlerde kişin çok soğuk havalarda sistem defrosta geçerken burada sistem için gerekli ısı sıcak su çevriminden alındığı için defrosta yapmaz. ısıtma konforunda kesinlikle bir kesinti olmaz.
	B 3	3- Tavan tipi F/C kullanılıyorsa; 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 kullanılmaldır. 4- Gerektiğinde mevsim geçişleri için elektrikli ısıtıcı opsiyonel olarak seçilebilir.	Orta Performans	Yüksek Performans	Düşük Performans
İstima Konforu	B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı	Orta Performans	B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı	B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı	B- Oransal Kontrol - Sabit Oda Sıcaklığı
	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR



Kriterlerin Önemi

- 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.

B 4 Mevsim Geçiş Kolaylığı

Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi

(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.

VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi

(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.
- c- Soğutmadan ısıtmaya veya ısıtmadan soğutmaya geçiş daha ekonomik ve hızlıdır. (Tesisatta su yerine soğutucu akışkan dolaşır, sıcaklık değişimleri daha hızlıdır.)

Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması

(Mevsim geçişlerinde esnek)

Yüksek Performans

Not :
Genelde taze hava yok. İlave hava verilmiyorsa performans kötüdür.

B - 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		Dört Borulu Fan Coil Sistemi	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi				
B 4 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 kullanımı fazladır. Sistemin free-cooling yapma yeteneği sınırlıdır. (Mevsim geçişlerinde esnek)	Mevsim geçişlerinde son derecede ekonomik bir sistemdir. Devamlı soğutmaya çalıştığından serbest soğutma yapılabilir. (Mevsim geçişlerinde esnek)	(Mevsim geçişlerinde esnek)
	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	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans
			Elektrikli ısıtıcı opsiyonu mevsim geçişlerinde avantaj sağlayabilir. Ancak enerji tüketim değerleri iyi hesaplanmalıdır.		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 yapılabilmektedir. 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.)

13

Kriterlerin Önemi

- Kapalı binalarda yorgunluk, baş ağrısı vb. şikayyetler oluşmaktadır. Bunların yaklaşık %45'i havalandırma (iç hava kalitesi) ile ilgilidir.
- 1- Enerji tüketiminin az olmasını sağlamak için sulu sistemlerin klima santrali taze hava sınırlı oranda (proje şartlarında belirlenen ekonomik oranda) alınır, filtre edilir, ısıtılarak veya soğutulularak 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 havalı 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.
- İsı 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 yararlanılarak) 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 havalı 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. Projelendirilmede 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.

İç Hava Kalitesi

Önemli Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split) + Radyatör Isıtması + Egzoz Sistemi
Kapalı binalarda yorgunluk, baş ağrısı vb. şikayyetler oluşmaktadır. Bunların yaklaşık %45'i havalandırma (iç hava kalitesi) ile ilgilidir. 1- Enerji tüketiminin az olmasını sağlamak için sulu sistemlerin klima santrali taze hava sınırlı oranda (proje şartlarında belirlenen ekonomik oranda) alınır, filtre edilir, ısıtılarak veya soğutulularak 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 havalı 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. İsı 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 yararlanılarak) 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 havalı 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. Projelendirilmede 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 ;	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 ortamdan dış duvarı delerek taze hava alınmayabilir. Merkezi bir klima santrali yardımıyla şartlandırılan taze hava şaşırlardan her kattaki cihazlara veya ısı geri kazanım cihazlarına bağlanabilir. b- Isı geri kazanım cihazları ilave edilebilir. Eşanjörü (DX bataryalı), By-pass damperli, Tüm sistem ile aynı anda kontrol edilebilen, Nemlendirme yapabilen. İyi Performans	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split) + Radyatör Isıtması + Egzoz Sistemi 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

B - 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 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 İç Hava Kalitesi	Yeterli Performans	Yeterli Performans	Yüksek Performans	İyi Performans	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- ısı geri kazanım cihazları ilave edilebilir. Eşanjörlü (DX bataryalı), By-pass damperli, Tüm sistem ile aynı anda kontrol edilebilen, Nemlendirme yapabilen. Yüksek Performans

Kriterlerin Önemi

- 1- İç havanın, dış hava ile karıştırılarak mahallere verildiği tam havali 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 kullanılır.
- 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 tarafta ve mümkün olduğunca üst kotta olmalıdır.
 - Soğutma kulelerinden olabildiği kadar uzakta ve hakim rüzgar yönünde ters tarafta yapılmalıdır (Legionella riskini azaltmak için).
- e- Çevrede koku yayan kaynaklar varsa ve taze hava alışı için başka imkan yoksa, ayrıca karbon filtreler kullanılır (Karbon filtre kullanımı halinde klima santralının 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 geçilir ve sınırlı kalitede filtre edilir. Daha küçük orandaki dış hava ise; klima santrali tarafından dışarıdan alınıp filtre edilerek ortama verilir.
- Klima santrali filtrelerinin kalitesini arttırmak mümkündür.
- 3- Sonuçta; tüm havali 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 Basiçlandırma 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 serpantini (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.

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalız) + 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 havali 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 kullanılır. - 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 tarafta ve mümkün olduğunca üst kotta olmalıdır. - Soğutma kulelerinden olabildiği kadar uzakta ve hakim rüzgar yönünde ters tarafta yapılmalıdır (Legionella riskini azaltmak için). - e- Çevrede koku yayan kaynaklar varsa ve taze hava alışı için başka imkan yoksa, ayrıca karbon filtreler kullanılır (Karbon filtre kullanımı halinde klima santralının 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 geçilir ve sınırlı kalitede filtre edilir. Daha küçük orandaki dış hava ise; klima santrali tarafından dışarıdan alınıp filtre edilerek ortama verilir. - Klima santrali filtrelerinin kalitesini arttırmak mümkündür. 3- Sonuçta; tüm havali 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 Basiçlandırma 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 serpantini (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

B - 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		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 Filtirasyon Yeteneği ve Hijyen	İki Borulu Fan Coil Sistemi	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- Tam havalı 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 havalı sistem a- Bu sistemde klima santrali 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.	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- Ekonomizörülü 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.
	İyi Performans	İyi Performans	İyi Performans	İyi Performans	İyi Performans

B - 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
B 7	Merdiven Basınçlandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)	Binalardaki merdiven boşlukları baca etkisi yaparak alt katlardaki havayı yukarıya doğru hareketlendirir. 1- Yukarıya hareketlenen hava ile birlikte, ısı da yukarıya kaçar. 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 inmek 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

B - 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		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					
B 7	Merdiven Basıncılandırma (Yüksek Olmayan Yapılarda)	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	a- Klasik uygulamalarda Orta Performans b- Merdiven için dış hava ile çalışan DX cihazlar kullanılır. Yüksek Performans

Kriterlerin Önemi

- Isıtma sistemleri mutlaka dış hava sıcaklığını hissederek çalışmalıdır. Ayrıca oda sıcaklığına da göre kontrol yapması 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.
 - 2- 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 mutlaka durmalıdır.
 - c- Dış hava sıcaklığı düşüğünde performans düşer. Çok düşük dış hava sıcaklıklarından istenen iç ortam sıcaklığı sağlanamayabilir. Elektrikli ısıtıcı takviyeli cihazlar veya yüksek COP değerli inverter sistemler tercih edilebilir.
 - 7- Oda içindeki homojen sıcaklık dağılımı da performansı etkileyen faktörlerden biridir.

B 8 Isıtmada Oda Sıcaklık Kontrolü

Önemli Kriterler		Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split) + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
		Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans

B - 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		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					
B 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 bağlamlı olarak kontrolü yapmak mümkündür.	a- Geçiş dönemleri ve gün içindeki aşırı dış hava değişimlerine bağlamlı olarak kontrolü yapmak mümkündür.	1. Bu sistemlerde elektronik kontrollörler 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 basınç ve miktar kontrolü yapılarak hassas oda sıcaklık kontrolü ile birlikte maksimum enerji tasarrufu elde edilir.	
	b- Cam önüne konulan fan Coil cihazlarında oransal kontrollü otomatik vanalar kullanılarak kontrol yapılmalıdır. Aksi halde tabii konveksiyon ile hacimde aşırı ısınma olur.	b- Cam önüne konulan fan Coil cihazlarında oransal kontrollü otomatik vanalar kullanılarak kontrol yapılmalıdır. Aksi halde tabii konveksiyon ile hacimde aşırı ısınma olur.	b- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, statik çevre ısıtmasına da aynı kontroler tarafından kumanda edilebilir ve oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulanabilir.	c- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulanabilir.	c- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında, oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulanabilir.	
	c- Fan coil iki yollu motorlu vana ile kontrol ediliyorsa; 1- Frekans konvertörlü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörlü 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 konvertörlü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörlü pompalar düşük voltajda sorun çıkarabilir. Bu nedenle voltaj düşümüne ve dalgalanmalarına karşı önlem alınmalıdır.	d- Isıtma bataryası kapasitesi ayrıca belirlendiği için, iki borulu fan coil göre kontrol daha iyi yapılabiliyor.	d- Dört borulu fan coil sistemine göre daha pahalı kontrol cihazlarına ihtiyaç duyar.	e- Isıtma (sıcak sulu yapıyorsa) bataryası girişinde çok sayıda motorlu vana var.	
	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.				

İyi Performans

Yüksek Performans

Yüksek Performans

Yüksek Performans

B - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanların kendilerini daha rahat hissederler ve verimlilikleri de buna göre artar. Araştırmalar, çalışma veriminin azalmasından başka, hastalıklarına riskinin ve kaza sıklığının da havalandırmaya 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 hiyen şartlarını sağladığı için Legionella vb bakteri taşıma riski de yoktur (Bkz. Lejyoner hastalığına karşı önlemler Bölüm: 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, insanların 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 egzoz yapılmalıdır.
 - f- Hava kanalı 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 elektrikleşmeyi 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 ısıtılarak bağıl nemin düşürülmesinden sonra ortama verilmesi gerekmektedir. Eğer nem alma prosesi tam olarak işletilirse (çok hassas nem kontrolü gerektiren özel uygulamalarda) buna uygun sistemler tercih edilmelidir.

Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme

B 9

Oneriler	Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz 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 hiyen şartlarını sağladığı için Legionella vb bakteri taşıma riski de yoktur (Bkz. Lejyoner hastalığına karşı önlemler Bölüm: 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, insanların 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 egzoz yapılmalıdır. f- Hava kanalı 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 elektrikleşmeyi 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 ısıtılarak bağıl nemin düşürülmesinden sonra ortama verilmesi gerekmektedir. Eğer nem alma prosesi tam olarak işletilirse (çok hassas nem kontrolü gerektiren özel uygulamalarda) buna uygun sistemler tercih edilmelidir.	1- Nemlendirme Primer santralle hacimlere verilen taze hava nemlendirilebilir. Bu şekilde, ancak odada sirküle eden havanın küçük bir bölümü (büyük debi iç ünite fanı ile sağlanır) nemlendirilebilir. 2- Nem Alma Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işleminde havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanamadan azalır. Soğutulmuş havanın nemli olduğu unutulmamalıdır. Yüksek Performans	1- Nemlendirme Odada sirküle eden havanın tamamı nemlendirilebilir. 2- Nem Alma Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işleminde havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanamadan azalır. Soğutulmuş havanın nemli olduğu unutulmamalıdır. Yüksek Performans	1- Nemlendirme Primer santralle hacimlere verilen taze hava nemlendirilebilir. Bu şekilde, ancak odada sirküle eden havanın küçük bir bölümü (büyük debi iç ünite fanı ile sağlanır) nemlendirilebilir. 2- Nem Alma Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işleminde havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanamadan azalır. Soğutulmuş havanın nemli olduğu unutulmamalıdır. Yüksek Performans

B - 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		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						
B 9	1- Nemlendirme Yalnız taze hava miktarı kadar hava nemlendirilebilir. 2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	1- Nemlendirme a- Yalnız taze hava miktarı kadar hava nemlendirilebilir. b- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi ve uygun hissediciler kullanıldığında nem kontrolü uygulamak mümkündür. 2- Nem Alma Yeterli Performans Yüksek Performans	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. 2- Nem Alma Yüksek Performans Yüksek Performans	1- Nemlendirme a- Merkezi santralden gönderilen hava nemlendirilebilir. b- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi ve uygun hissediciler kullanıldığında nem kontrolü uygulamak mümkündür. 2- Nem Alma Yüksek Performans Yüksek Performans	1- Nemlendirme Primer santral ile 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	1- Nemlendirme Primer santral ile 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	1- Nemlendirme Primer santral ile 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
Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme Drenajsız fan coil sistemi: 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.							
Nem Alma; Nem Kontrolü; Nem Verme Not : Tam anlamı ile nem alma değildir. Sadece soğutma işlemi havadaki su miktarında azalma oran olarak ayarlanmadan azalır. Soğuk havanın nemli olduğu unutulmamalıdır.							

Kriterlerin Önemi

- 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 kontrolları 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 yapılmaksızın zon kontrolleri ile de iyi bir konfor şartı sağlanabilir.
 - 3- İnsan sayısı:** İnsan sayısının çok değiştiği hacimlerin (insanlardan yayılan ısınin, 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.**

Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)

B 10

Önemli Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
Kriterlerin Önemi 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 kontrolları 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 yapılmaksızın zon kontrolleri ile de iyi bir konfor şartı sağlanabilir. 3- İnsan sayısı: İnsan sayısının çok değiştiği hacimlerin (insanlardan yayılan ısınin, 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.	İyi Performans	Yüksek Performans	İyi Performans
Soğutmada Oda Sıcaklık Kontrolü (veya Zonlama)	Yüksek Performans	İyi Performans	İyi Performans

B - 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 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 10 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 konvertörlü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörlü 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. 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 konvertörlü sirkülasyon pompaları kullanılmalı, 2- Frekans konvertörlü 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 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.	a- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında oda bazında farklı çalışma zamanları programı uygulamak mümkündür. c- Mikro işlemci tabanlı BYS kontrol sistemi kullanıldığında 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 arttırımı 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
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans

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.
- 3- Oysa bu çekirdek zonun kışın da soğutma ihtiyacı oluşur.
- Çekirdek zondaki soğutma ihtiyacı kış ve bahar aylarında soğutma kompresörleri çalıştırılmadan, kanşım havasının taze hava oranları artırılarak yapılabilirse; konfor ve enerji tasarrufu birlikte sağlanmış olacaktır.

Önemli

Kışın Aynı Zmanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılayabilme Yeteneği

B 11

20



Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör ısıtması) + Egzoz Sistemi	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Split Klima Sistemi (Kanalı) + Radyatör Isıtması	
1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Yüksek Performans 2- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik karşılayabilme yeteneği: Çekirdek zona ayrı cihaz kullanılarak 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	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 kontrolü 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: YOK	

B - 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			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		
B 11 Kışın Aynı Zamanda İç Zonda Soğutma, Çevre Zonda Isıtma İhtiyacını Karşılayabilme Yeteneği	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği iç zonda taze hava veren ayrı klima santrali monte edilerek, ara mevsimdeki soğutma ihtiyacının küçük bir bölümü karşılanabilir. Düşük Performans	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Yüksek Performans	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Yüksek Performans	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Heat Recovery'li (üç borulu) sistemler ile ; Yüksek Performans	1- İhtiyacı karşılayabilme yeteneği: Heat Recovery'li (üç borulu) sistemler ile ; Yüksek Performans
	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. Yüksek Performans		2- İhtiyacı kompresör çalıştırmadan ekonomik taşıyabilme yeteneği: Orta Performans	
	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. Düşük Performans	3- İç zonda, klima santralinde dış hava ile karıştırılan dönüş havası (veya %100 dış hava) ısıtılmadan üflenebilir. Yüksek Performans	3- Sisteme direkt olarak entegre edilebilen ve termostat kontrollü ısı geri kazanım cihazları ile kompresör çalıştırmadan ihtiyacı ekonomik taşıyabilme: İyi Performans	

B - 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.			
	Kriterlerin Önemi			
B 12	Gürültü-Ses	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 öngörülür. 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 polyster iç yapıları sayesinde sesi (gürültüyü) büyük oranda sönmüleyerek, daha sessiz bir iç ortam sağlanmasına önemli katkılarla bulunur.	Düşük Performans 1- Oda içerisindeki iç ünitelerin kalitesine, hangi devrede kullanıldığına, bakım ve yaşına göre ses (gürültü) oluşur. 2- Dış ünitelerin kalitesi bina dışındaki gürültü seviyesini belirler. a- İstendiği zaman dış ünite ses azaltma fonksiyonunu olan, inverter kontrollü ve inverter kompresörler ile; Orta Performans	Yeterli Performans 1- Genellikle Sessiz ve yüksek kaliteli iç ünitelere sahiptirler. 2- Dış ünitelerin kalitesi bina dışındaki gürültü seviyesini belirler. a- Bu tür sistemler kapasite kontrollü (inverter) kompresörlere sahiptirler. b- Kondenser fanları, boyutları, dış ünite tasarımları ve elektronik kontrol sistem dış ünite ses seviyesini de düşük tutmak için tasarlanmıştır. Yüksek Performans
		Yüksek Performans 1- Odalarda genellikle cihaz yoktur. Hava kanallarının proje ve montajının doğru yapılması halinde (mimarî olanaklar yeterliyse) kullanılan hacimlerde istenilen sessizlik sağlanır. b- 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 aynı hacimlere (mekanik odalara) monte edilebileceği gibi, çalışan insanları 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. İyi Performans 3- Dış ünitelerin kalitesi, bina dışındaki gürültü seviyesini belirler.		
B 13	Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk	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 performans? 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 verileri yüksek olmasına rağmen, 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.	Düşük Performans 1- Çok sıcak ve özellikle çok soğuk bölgelerde verimlilik ve performans sorun yaratabilir. Düşük Performans 2- Sistem tercihi yapılırken zor şartlar için iç ünitelerinde elektrikli ısıtıcı bulunan, Olabildiğince geniş kondenser yüzeyli, Dış ortam sıcaklığına bağlı fan devir ayarları olan, sistemler tercih edilebilir; Orta Performans	Yüksek Performans a- Bu sistemler oldukça hassas akışkan ve kompresör kontrolüne sahiptirler. Çok düşük ve çok yüksek sıcaklıklarda dahi; Yüksek Performans a- Özellikle çok soğuk iklim bölgelerinde ısıtma kapasitelerinin seçiminde daha dikkatli olunmalıdır. Çok soğuk yörelerde ve dış hava oranının çok yüksek olduğu sistemlerde gaz ısıtıcı cihazların kullanılması daha uygun olabilir. b- Dış ünitelerin kapasitesi, iç ünitelere bire bir uygundur. Kullanma faktörü öngörülmaz. Yüksek Performans

B - 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.

Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi

İki Borulu Fan Coil Sistemi

Dört Borulu Fan Coil Sistemi

- 1- Oda içerisindeki fan coilin kalitesine, hangi devirde kullanıldığına, bakım ve yaşna 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

b- Çok kaliteli fan coil

İyi Performans

- 3- Mekanik odalardaki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyeleri için önlemler alınmalıdır.

B 12 Gürültü-Ses

21

B 13 Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk

- a- Seçilen cihazların kalitesi önem kazanır.
- b- Toleranslar içinde cevap verilebilir.
- c- Sistemin özellikle çok soğuk günlerdeki performansı kriter için esas alınmıştır.

22



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 Gürültü-Ses	1- Oda içerisindeki fan coilin kalitesine, hangi devirde kullanıldığına, bakım ve yaşna 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 b- Çok kaliteli fan coil c- Mekanik odalardaki ve merkezdeki cihazların gürültü seviyeleri için önlemler alınmalıdır.	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Oda içerisindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Genellikle sessiz ve yüksek kaliteli iç ünitelere sahiptirler.
	Orta Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yeterli Performans	İyi Performans
B 13 Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk	a- Seçilen cihazların kalitesi önem kazanır. b- Toleranslar içinde cevap verilebilir. c- Sistemin özellikle çok soğuk günlerdeki performansı kriter için esas alınmıştır.	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Oda içerisindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Genellikle sessiz ve yüksek kaliteli iç ünitelere sahiptirler.
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yeterli Performans	İyi Performans
B 13 Aşırı İşletme Şartlarına Uygunluk	a- Seçilen cihazların kalitesi önem kazanır. b- Toleranslar içinde cevap verilebilir. c- Sistemin özellikle çok soğuk günlerdeki performansı kriter için esas alınmıştır.	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Oda içindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Oda içerisindeki VAV kutusuna ve susturucuların kalitesine, hava hızlarına ve hava kanallarının akustik özelliklerine göre ses seviyesi oluşur. Ancak kutu içerisindeki fan, en rahatsız edici ses kaynağını oluşturabilir.	1- Genellikle sessiz ve yüksek kaliteli iç ünitelere sahiptirler.
	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yeterli Performans	İyi Performans

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 boyler sistemi ile gerçekleşir. Yine kontrol paneli vasıtasıyla ihtiyaç olan ısı miktarına göre, kondens ünitesi pompa kontrolü, boyler sıcaklık kontrolü sağlanır. Kış modunda defrost nedeniyle konfor eksikliği yoktur. Tüm bu olanaklar ile çok düşük ve çok yüksek dış sıcaklıklarda dahi;

22

B - PERFORMANS

Konforlu çevre koşullarında insanların 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.

Kriterlerin Önemi

- 1- Dış havadaki rüzgar etkisine bağlı olarak binaların sızdırabilir pencere ve kapı doğrulamalarından (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 aylarında katı ve sıvı yakıt kullanımına bağlı olarak yanma atıkları (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 girişi 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 kullanılmalıdır. 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- Hali vb yer kaplamalarının ömrü azalır.
 - e- Masa, sehpa vb eşyalar daha fazla çizilir ve ömürleri kısılır.
 - f- Bilgisayar, faks, telefon vb cihazların anıza riski ve bakım maliyeti artar, ömürleri kısılır.
- 7- Basınçlandırma
 - 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 mutlak eksi basınçta olmalıdır.
 - c- Klima tesisatında binaya verilen hava miktarı; çeşitli yerlerden egzoz edilen hava miktarından daha fazla alınarak, bina içinde pozitif basınçlandırma sağlanır. Hava doğrulamalardan, 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.

Basınçlandırma

B 14

Onemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalızsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
		Eğer taze hava alınamıyorsa; Basınçlandırılmaz.	1- İç ünite seçiminde taze hava alabilen modeller tercih edilmelidir. (Gizli tavan tipi, kaset tipi, vs)	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.
		Kötü Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans
		Taze hava alabilen bazı özel tip split klimalar mevcuttur.	2- ısı geri kazanım cihazları kullanıldığı takdirde; ısıtma ve egzoz fan devir ayarı yapılarak basınç dengesi sağlanır.	
		Orta Performans	Yeterli Performans	

B - 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		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					
	Santral vasıtasıyla sisteme alınan taze hava ortamda pozitif basınç yaratır. Ayrıca aspiratörlerle mutfak, tuvalet vb hacimlerden egzoz havası dışarı atılır.	Yeterli Performans	Klima santral vasıtasıyla sisteme alınan taze hava ortamda pozitif basınç yaratır, ayrıca aspiratörlerle mutfak, tuvalet vb hacimlerden egzoz havası dışarı atılır.	Yüksek Performans	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: üfleme ve egzoz fan devir ayarı yapılarak basınç dengesi sağlanır.

B 14 Basınçlandırma

Kriterlerin Önemi

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- Yıllık yakıt tüketimi 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 etkin faktör olduğu görülecektir. 4- Free-cooling (kompresörleri çalıştırmadan, dış havayı kullanarak soğutma yapılması) ve cool-down (gece havalandırması) avantajlarının en çok kullanılabilceği 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 kullanılabilme 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 yapıklarını döken tip ağaçlar dikilmelidir. Yaz aylarında ağaçların gölgeleme etkisinden yararlanacağı gibi, ayrıca yapıklarının 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- İklima 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? (Dışardaki bir yetkili servis firması ile yıllık bakım anlaşması yapmak kaydı ile) 10-Teknik kadronun maliyeti, işletme maliyetine eklenmelidir.	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;	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 yapabileme özelliği ile gerekmedikçe sistem çalışmaz.	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 yapabileme özelliği ile gerekmedikçe sistem çalışmaz.	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*	Orta Maliyet*	Orta Maliyet*	Orta Maliyet*	Orta Maliyet*
*Ancak iç hava kalitesi düşük. Free cooling imkanı yok.	*Cihaz verimleri yüksek. Merkezi sistem olmasına rağmen bireysel sistemlerin birçok avantajlarına da sahip. Free cooling-cool down imkanları sınırlı.	*Bireysel sistem avantajlarının büyük bölümüne sahip.		
GÜNCEL ENERJİ MALİYETLERİ DE DİKKATE ALINARAK HER PROJE İÇİN AYRI AYRI HESAPLANMALIDIR.				

C - İŞLETME MALİYETİ

C - 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* *Enerjiyi taşımanın maliyeti yüksek (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajlarından biri).		1- Isıtma mevsiminde ve ara mevsimde kompresörler çalıştırılmadan 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 sağlar. Düşük Maliyet* *Enerjiyi taşımanın maliyeti yüksek. Ancak free-cooling ve cool-down avantajları enerji tüketimini azaltmada çok daha etkin. Statik ısıtmanın maliyeti düşük, konforu yüksek.	1- Isıtma mevsiminde ve ara mevsimde kompresörler çalıştırılmadan 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 sağlar. Yüksek Maliyet* *Enerjiyi taşımanın maliyeti yüksek (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajlarından biri). Free-cooling ve cool-down avantajları var (Ancak simple VAV'dan biraz daha dezavantajlı). İç ünite fanları elektrik tüketiyor ve üzerinden geçen soğuk havayı da ısıtıyor. Genellikle klima santrallerinde düşük sıcaklıklarda hava (9°C) üretilen sistemlerdir. Soğutulmuş su sıcaklığı da genellikle 4,5°C'dir. Su soğutma maliyeti yüksek. Isıtma maliyeti de yüksek.	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 kontrolörlü sürekli kapasite ve ihtiyaç kontrolü mümkündür. i- Hassas sıcaklık kontrol sistemleri sayesinde ihtiyaca bağlı kapasite kontrolü mümkündür. j- Zonlama ve diversite yapabilme özelliği ile gerekmedikçe sistem çalışmaz. Düşük Maliyet* *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.				

24

C - 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 ulaşmadığına 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 eşanjörü 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.	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 ulaşmadığına 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 eşanjörü 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; Yüksek Maliyet a- Inverter kompresörlü sistemler, b- Düşük dış hava sıcaklıklarda ısıtma ve soğutma yapabilen R410A'lı cihazlar düşük enerji tüketimi ve kesintisiz konfor sağlayabilir.	a- Yeni nesil soğutucu akışkanlar DC inverter teknolojisi ile kademesiz kapasite kontrolleri b- %8 - 100 aralığında kapasite ayarı yapabilen sistemler c- Hassas akışkan kontrol d- Yüksek COP/EEER verimli, e- Hassas elektronik kontrollör ve sıcaklık ölçümleri, f- Isı geri kazanımlı tiplerin kullanılması koşullarında işletme maliyetleri çok azalır. Düşük Maliyet*	a- Taze hava cool-down, free-cooling imkanı ile sistem verimi yükseltilebilir. b- Büyük kondenserli sistemler tercih edilmelidir. Orta Maliyet
25	1- Sistemli 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	1 Teknik kadroya ihtiyaç yok 2 Uzman olmayanlar da işletebilir
26	3- İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	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

C - 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				
C 2	Yıllık Verim (Yıllık Maliyet)	Orta Maliyet*	*Enerji taşımanın maliyeti yüksek. (Merkezi sistemlerin klasik dezavantajları.)	Düşük Maliyet*	Yüksek Maliyet*	Düşük Maliyet*
C 3	İşletme Kolaylığı (Operatör Gereksinimi)	Teknik kadroya ihtiyaç gerekli	2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli 2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli 2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir	1 Teknik kadroya ihtiyaç gerekli 2 Merkezi sistemin çalıştırılması gerekir

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
Aydınlatma Armatürlerinin Yayılan Isının Isıtma Sezonunda Faydalı Kullanımı, 1- Aydınlatma armatürleri sürekli ısı yaydığı için, yeterince soğutulmazlarsa ömürleri daha kısa olacaktır. 2- Kullanılan hacimlerde oluşan ısıtım (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 (karşım 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.) ısı geri kazanım cihazları kullanımı ile kayıplar daha da minimize edilebilir. b- Kişin ortama (16 - 18°C) sıcaklıkta tavan seviyesinden üflenen 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 içinin 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 tipi 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 tipi modeller) c- ısı 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).	

C - 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			
C 4 Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isının İstima Sezonunda Faydalı Kullanımı, Aydınlatma Armatürlerinin Ömrü	Düşük Performans	Düşük Performans	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).	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;
	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 sistem performansı artar. Bu durumda:	Düşük Performans			
	Orta Performans	Orta Performans			Orta Performans

C - İŞLETME MALİYETİ				
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
	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 artı basınç 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.	YOK	1- Standart Uygulama: 2- 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. 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. Orta Performans	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. Orta Performans 2- Taze hava roof-top vb bir veya birkaç cihaz (HP veya gaz ısıtıcı) ile iç ünitelere dağıtılabilir. Bu cihazlarda entalpi kontrolü yapılırak; 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

28

C - 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			
c 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

28

Kriterlerin Önemi

C - İŞLETME MALİYETİ	Kriterler	Önemli		
Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?	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 dükkan ve gezinti hollerinde, ofis binalarındaki UPS odaları, sistem odaları ve elektrik pano odalarında kış aylarında da soğutma ihtiyacı vardır. b- Tam havalı 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 çalıştırılmadan) soğutma yapılabilir. Büyük oranda enerji ekonomisi sağlanır ve iç hava kalitesi de (taze hava miktarı arttığı için) yükselir. c- Soğutma grubunun veya soğutma kulesinin kar yağarken çalıştırıldığı binalardaki (soğuk odalar sistemi vb hariç) aşırı enerji tüketimi dışından 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) 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 yağdığı anda 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 sıfır altındaki sıcaklıklarda kapasitesi yetersiz kalacak ya da düşük verimle çalışacaktır. Kışın kar yağış bölgelerinde ısıtmayı heat-pump cihazlarla yapmanın ne kadar yararlı ve konforlu olduğu da sorgulanmalı, enerji bilançosu yapılmalıdır.	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması Kompresörler mutlaka çalıştırılmak zorundadır. Kötü Performans	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi Kompresörler çalıştırılmak zorundadır. Kötü Performans	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi a- Taze hava, dönüş havası ile karıştırılarak verilebilir. b- Roof-top cihazlar ile merdiven basınçlandırma ve iç zona %100'e kadar artan oranlarda taze hava verilebilir. 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
	Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?			

C - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	Water Coded VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi			
c 6 Kar Yağarken Soğutma Kompresörleri Çalıştırılıyor mu?	a- Klasik sistemlerde Düşük Performans b- Taze hava ısıtılmadan veya daha az ısıtarak, (konfor şartları sınırları içindeki) düşük sıcaklıklarda ortaya verilerek performans arttırabilir (Taze hava miktarına bağlı olarak) Daha iyi çözüm ise, iç ve çevre zon için ayrı hava kanalları ve klima santralı 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 ısıtılmadan, düşük sıcaklıkta ortama üflemek 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 oluyorsa 3 borulu ısı geri kazanımlı (heat recovery) VRV sistemler büyük avantaj sağlayabilir. Yüksek Performans

Kriterlerin Önemi

- 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 araştırılması yararlıdır.
 - 4- Ofis vb binalardan kişın 22-24°C, yazın da yaklaşık 24-25°C sıcaklıktaki havayı egzoz sistemi ile bina dışına atmak yerine, bu enerjinin büyük bölümünün tekrar kullanılabileceği alternatifleri araştırılmalıdır.
 - 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 $V \geq 1000 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 artırıldığı 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 artırılmış 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 damperli kullanılarak), asansör makine dairelerine vb yerlerde ikinci kullanım gibi hava soğutmalı klima cihazlarının dış ünite üzerine ya da soğutma kulelerinin hava emislerine verilerine soğutma cihazlarının verimi artırılabilir.
- 10- Ancak ısı geri kazanım cihazlarına ilave motor güçleri nedeni ile ara mevsimlerde yararıdan çok zararı olabilir.
- Bu nedenle yıllık ($\pm$) değerlendirme yapılmalıdır.

C 7 Isı Geri Kazanımı

Önemli Kriterler	C - İŞLETME MALİYETİ	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
	Kriterlerin Önemi 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 araştırılması yararlıdır. 4- Ofis vb binalardan kişın 22-24°C, yazın da yaklaşık 24-25°C sıcaklıktaki havayı egzoz sistemi ile bina dışına atmak yerine, bu enerjinin büyük bölümünün tekrar kullanılabileceği alternatifleri araştırılmalıdır. 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 $V \geq 1000 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 artırıldığı 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 artırılmış 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 damperli kullanılarak), asansör makine dairelerine vb yerlerde ikinci kullanım gibi hava soğutmalı klima cihazlarının dış ünite üzerine ya da soğutma kulelerinin hava emislerine verilerine soğutma cihazlarının verimi artırılabilir. 10- Ancak ısı geri kazanım cihazlarına ilave motor güçleri nedeni ile ara mevsimlerde yararıdan çok zararı olabilir. Bu nedenle yıllık ($\pm$) değerlendirme yapılmalıdır.	YOK	Orta 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 aktarabilecek by-pass sistemi bulunan cihazlarda hava miktarı ve sistem verimi artar. Yüksek Performans d- Gaz çevriminde ısı geri kazanımı da göz önüne alınabilir. Bir binada ısıtma mevsiminde aynı anda dış cephede ısıtma, iç ihtiyacı oluşuyorsa üç borulu heat-recovery VAV sistemler büyük avantaj sağlayabilir. Yüksek Performans	Yüksek Performans 1- Yoğuşmalı tip kazanlar kullanılıyorsa ısıtma verimi çok yüksektir. 2- Aydınlatma armatürlerinden yayılan ve yukarıda toplanan ısı geri kazanılır. 3- Entalpi kontrollü paket cihazlar kullanılırsa; taze hava miktarı değiştirilerek üst konfor şartları ve enerji tasarrufu birlikte sağlanır. 4- ısı geri kazanım üniteleri kullanılarak, enerji tasarrufu sağlanır.

C - 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			
C 7 Isı Geri Kazanımı	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Yüksek Performans	Orta Performans
	Yüksek Performans	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 eşanjörleri 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 miktari ve sistem verimi artar.

d- Bir binada ısıtma mevsiminde aynı anda dış cephede ısıtma, iç kısımlarda soğutma ihtiyacı oluşuyorsa üç borulu heat-recovery VRV sistemler büyük avantaj sağlayabilir.

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
Klima sistemlerinde ENERJİYİ fan motorları tüketiyor gibi görülmese, 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 artırılmalıdır). 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 Düşük Maliyet		Yeterli havalandırma düşük hızlarda yapılabilir. Düşük hızlar kullanılabilir.	Yeterli havalandırma düşük hızlarda yapılabilir.

C - İŞLETME MALİYETİ

Önemli Kriterler	Fan Coil + Taze Hava ve Egzoz Sistemi				Water Cooled VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi
	İki Borulu Fan Coil Sistemi	Dört Borulu Fan Coil Sistemi	VAV + Radyatör Isıtması	Sıcak Su Serpantinli Fan Powered VAV + Egzoz Sistemi	
c 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 arttırılabilir. 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.
	Düşük Maliyet	Düşük Maliyet			Düşük Maliyet

C - 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
C9 Hava Kanallarının ve Boruların (Isı Yalıtımları da Dahil) Boruların ve Soğutucu Akışkanın Toplam Maliyeti	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 havali 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 kaplayıp artırmakla birlikte (genellikle); a- Hava kanalı maliyeti azalır, b- Tesisat çatılarının kesitleri (ve yer kaybı) azalır. (Özellikle yeni deprem yönetmelikleri statik projede tesisat çatılarının oluşturulması daha pahalı kılınmakta ve sınırlamalar getirmektedir). c- Hava kanallarındaki basınç kayıpları da genellikle azalır. d- Böylece fan enerji tüketiminde az da olsa enerji tasarrufu sağlanır. e- Mekanlık 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
C 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 tekniyseni olmadığı 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 daha 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

C - İŞLETME MALİYETİ

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			
c 9 Hava Kanallarının ve Soğutucu Akışkanın (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 Yüksek Maliyet	Hava kanalı maliyeti: Düşük Borulama maliyeti: Yüksek Soğutucu akışkan maliyeti: Orta Düşük Maliyet
c 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	Esnek değil Merkezi Sistem çalıştırılması gerekir	Uygun

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
C 11 Binadaki Katların Aynı Kullanımı veya Her Katın Aynı Kullanımını Paylaşım Kolaylığı (İşletme Masraflarını Aynı Kullanımı veya Her Katın Aynı Kullanımını Paylaşım Kolaylığı)	Her kat (veya bağımsız bölüm) aynı ayrı kullanılacak veya kiralanacaksa; 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 boşalması 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 mutlak 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 kapatılabilir. Böylece soruna az da olsa çözüm sağlanabilir. -Pay ölçerler ısıtma ve soğutma suyu devrelerinde kullanılıp, enerji tüketimi değerlendirilebilir. Ancak büyük bir binanın %80'i kullanılıyorken bu paylaşım mantıklı olduğu halde, binanın %10'u kullanıldığında ödenmesi gereken enerji maliyetleri (ana sistemin büyüklüğü nedeniyle hantallaştır) çok pahalı olacaktır.	Uygun	a- VRV sistemler, bütün bina tek bir sistem ile şartlandırırken sürekli kullanılmayan mahal şartlarında, erken-geç mesai gibi değişik zamanlarda değişik kapasite ihtiyacı gerektiren durumlarda; inverter teknolojisi, Hassas kapasite kontrolü, Yüksek diversite oranları sayesinde çok verimli çözümler sunar. b- Ayrıca bina yönetim sistemleri sayesinde her bir iç ünitenin enerji kullanımı, dolayısıyla her bir iç ünitenin enerji maliyeti hesaplaması kolaylıkla yapılabilir. Uygun	Uygun

C - İŞLETME MALİYETİ

C - 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 Aynı Kullanımı veya Her Katı Aynı Kiralayabilme (İşletme Masraflarını Paylaşım Kolaylığı)	Merkezi Sistem	Merkezi Sistem			a- VRV sistemler, bütün bina tek bir sistem ile şartlandırılarken sürekli kullanılmayan mahal şartlarında, erken-geç mesai gibi değişik zamanlarda değişik kapasite ihtiyacı gerektiren durumlarda; İnverter teknolojisi, Hassas kapasite kontrolü, Yüksek diversite oranları sayesinde çok verimli çözümler sunar. b- Ayrıca bina yönetim sistemleri sayesinde her bir iç ünitenin enerji kullanımı, dolayısıyla her bir iç ünitenin enerji maliyeti hesaplaması kolaylıkla yapılabilir.
	Her kata ayrı ayrı sistem yapılabilir. Ancak pahalı ve zor bir çözüm olur.				

34

C - 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 santralinin taze hava oranı artırılarak (üfleme havası sıcaklığı kontrol edilmek kaydıyla) soğutma ihtiyacı karşılanabilir. b- Ancak ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ya da dış havanın çok soğuk olmadığı günlerde ofislerin soğutma ihtiyacı olmadığı halde; seminer salonlarındaki soğutma ihtiyacı (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 santrali + 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 kademe 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 ıstmadan 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 kesinlikle 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. Dış havanın 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. Havalandırma imkanı çok fazladır. Hava kanallı tip ayrı bir sistem yapılması kaydıyla kullanılabilir.	Uygun Değil	Bağımsız çalışma olanağı VAR	Bağımsız çalışma olanağı VAR
c 12 Seminer Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırabilme Olanağı	2- Küçük toplantı odalarının (genellikle iç kısımda) kullanılmadığı sürelerde taze hava girişini kısıtlama imkanı sağlanması enerji tasarrufu sağlayacaktır.	Hava verilmesi kaydı ile Düşük Konfor	Yüksek Konfor	Yüksek Konfor
	2- İlk Yatırım Maliyeti: a- Havalandırma yeteneği olmadığı için ilave sistem gerekir. b- Maliyet, kurulacak ayrı sisteme göre değişir.	Yüksek Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet

C - 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			
C 12 Seminer Salonu ve Toplantı Odalarının Tesisatını Bağımsız Çalıştırılabilir Olanak	a- Seminer salonu ve büyük toplantı odaları için klima santral (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. b- Küçük toplantı odalarının (genellikle iç kısımdır) kullanılmadığı sürelerde taze hava girişini kısıtlama imkanı sağlanması enerji tasarrufu sağlayacaktır. Esnek Değil	Bağımsız çalışma olanağı YOK Bağımsız çalışma olanağı YOK	Bağımsız çalışma olanağı YOK Bağımsız çalışma olanağı YOK	Bağımsız çalışma olanağı YOK Bağımsız çalışma olanağı YOK	a- Seminer salonu ve büyük toplantı odaları için bağımsız cihazlar kullanılmaktadır. Dış havanın soğuk veya serin olduğu günlerde (Entalpi kontrolü ile) taze hava sıcaklık kontrolü dışında iç hava kalitesi sensörü de kullanılabilir. Seminer salonlarında taze hava oranı çok fazladır. Hava kanallı tip ayrı bir sistem yapılması kaydıyla kullanılabilir. Bağımsız çalışma olanağı VAR b- Gerekliğinde bu tip özel hacimler için ayrı bir dış ünite ile şartlandırılabilir. c- Küçük toplantı odalarının (genellikle iç kısımdadır) kullanılmadığı sürelerde taze hava girişini kısıtlama imkanı sağlanması enerji tasarrufu sağlayacaktır.
	Düşük Konfor 2- İlik Yatırım Maliyeti	Yüksek Konfor 2- İlik Yatırım Maliyeti	Yüksek Konfor 2- İlik Yatırım Maliyeti	Yüksek Konfor 2- İlik Yatırım Maliyeti	Yüksek Konfor 2- İlk Yatırım Maliyeti: 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.
VAV sistem kullanılan binaların büyük seminer salonlarında VAV kutuları kullanılmamalı, ayrı bir klima santral ile salon iklimlendirilmelidir.					
Orta Maliyet					

C - 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
C 13	Kapasite Kontrol İmkânı	1- Yapıda kullanılacak ısıtma ve soğutma kapasitesinin yıl içinde hangi oranlarda değişeceği hesaplanabilir. a- Bina'nın toplam soğutma kapasitesi nedir? b- Kullanılabilecek en küçük kapasite nedir? c- Cihazın kapasite kontrol imkanı? (verimin; kapasite kontrol ile kullanılabileceği kapasite aralığında ne kadar değiştiği de dikkate 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 atlı kapasiteler oluşabilir. 4- Örnek: İş merkezlerindeki seminer salonlarının soğutma yükü eklenecek 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 yalnız 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 kontrollü inverter'lerdir. Inverter kapasite kontrollü cihazlar ile %8-%100 arasında kapasite kontrolü yapılabilir. Değişken yüklerle ve farklı zamanlarda kullanılabilecek mekanlara göre sistem tasarımı ve seçim olanağı vardır. Her iç üniteye 0-2000 arası ayar yapabilen elektronik expansion (genleşme) valfleri sayesinde her iç ünite bazında kontrol mümkündür	Uygun
		Uygun	Uygun	Uygun
C 14	Isıtmada Kullanıldığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti	1- Isıtmada kullanılan enerjinin cinsi (Doğalgaz, LPG, fuel-oil motorin, kömür, elektrik) belirlenmelidir. 2- Isıtmada ve soğutmada kullanılan enerjinin yıllık ortalama maliyeti araştırılmalıdır. 3- Bugünkü fiyatlarla yakıtların 1yada1aniabilen maliyetleri kabaca karşılaştırılrsa (oran olarak): Doğalgaz : 36 LPG : 117 Fuel-oil No: 4 : 105 Motorin : 146 Linyit Kömürü : 34 Elektrik a. Direkt kullanım: 100 b. Kompresör çevrimi ile COP sistem = 3 ise; 34 (Not: Bu oranlar zaman içinde değişebilir) 4- Gaz yakıtların (özellikle doğalgaz) kullanımını ek avantajlar da sağlar: a- Yoğuşmalı kazanların kullanım imkanı (yüksek verim) b- Kazan kirlenmeyeceği için yüksek yıllık verim, c- Daha düşük su sıcaklıklarında kullanılabileceği için sürekli yüksek verimde çalışma imkanı, d- Çevre için daha uygun yanma atıkları. 5- DX Sistemlerle ısıtma yapılması tercih ediliyorsa; a- COP değerleri yüksek sistemleri seçmek yerinde olacaktır. b- Kapasite kontrollü kompresörlü (inverter) sistemlerin ısıtma verimlerinin yüksek olduğu unutulmamalıdır. c- VRV sistemlerde dış ünite büyüdükçe COP değerlerinin düşeceği unutulmamalıdır. Bu nedenle kapasiteyi küçük dış ünitelere bölmek daha uygun olacaktır. e- Dış hava sıcaklığının düşük olduğu yerlerde, gerektiğinde elektrikli ısıtıcılarla ısıtma işlemi takviye edilebilir. Bu durumda elektrik enerjisi maliyetleri de 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 kompresörler sabit ve inverter devirli çalışan kompresör sayısına) enerji verimi değişir. 4- Defrost süresi ve defrost kayıpları hesaba katılmalıdır.	Orta Maliyet
		Düşük Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet

C - 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			
C 13 Kapasite Kontrol İmkânı	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Uygun
	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	En ucuz veya uygun yakıt kullanılabilir.	Kompresörleri kapasite kontrollü inverter'lerdir. Inverter kapasite kontrollü cihazlar ile %10-%100 arası 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 ekspansiyon (genleşme) valfleri sayesinde her iç ünite bazında kontrol mümkündür.
C 14 Isıtmada Kullandığı Yakıt, Enerji Cinsi ve Maliyeti	Düşük Maliyet	Düşük Maliyet	Düşük Maliyet	Düşük Maliyet	1- Sistemin yaz modunda yalnız elektrik kullanılır, COP değerine göre enerji maliyeti değişir. a- Kullanma sıcak suyu için boyler ısıtma modunda ise; veya ısıtma kazanında ucuz veya uygun yakıtlı sistem tercih edilebilir. b- ısıtma, cam altındaki radyatörlerle de yapılarak yüksek ısıtma konforu ve enerji ekonomisi birlikte sağlanabilir. 2- Soğuk bölgelerde verim dışı hava ile ilitili olmadığından asla düşmeyecektir. 3- Soğutucu akışkan türüne kompresör kapasite kontrol manitörüne göre (AC veya DC inverter, kademeli kompresörler sabit ve inverter devirli çalışan kompresör sayısına) enerji verimi değişir. 4- Sistemin kurulduğu ortamda eğer alternatif enerji kaynakları (yer altı suları vs) mevcut ve sisteme dahil edilebiliyor ise enerji maliyeti çok büyük ölçüde azalacaktır.

D - 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
Sistem İlk Yatırım Maliyeti D 1 38	1- Genellikle en önemli kriterdir. (Yakıt, işletme, elektrik, bakım maliyetleri ile birlikte ayrıca değerlendirilmelidir.) 2- Karşılaştırabilmek 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 değerlendirme yapılmıştır. 4- Bina tipine, büyüklüğüne ve tasarım kriterlerine göre çok değişkendir ve tartışmaya açıktır. 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) BİR FİKİR VERMEK İÇİN HAZIRLANMIŞTIR. HER PROJE İÇİN HESAP YAPILMALIDIR.	(80)	(50)
D 2 Ayrıca Kalorifer Kazanına Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin 39	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 böyleler de varsa; a- kazan kapasitesini bölerek bir kazan yerine her biri yarısı kapasitede iki kazan kullanılabilir. b- veya atmosferik brülörlü kazan kullanarak yaz aylarında küçük kapasite ile böyleler 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 yoğunlaşmış tip kazanlarla kaskad uygulaması yapılabilir. 3- Isıtma için kalorifer kazanı kullanılmayan sistemlerde ise; (yeterli güneş enerjisi kullanımı vb olanaklar da yoksa) kullanma 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

D - 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			
D 1 Sistem İlk Yatırım Maliyeti	(75)	(90)	(95)	(100)	(80)
	BİR FİKİR VERMEK İÇİN HAZIRLANMIŞTIR. HER PROJE İÇİN HESAP YAPILMALIDIR.				
38					
D 2 Kullanma Sıcak Suyu vb İhtiyaçlar İçin Ayrıca Kalorifer Kazanına İhtiyacı Var mı?	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
39					

D - 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
D 3 Ekonomik Ömür	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 çalıştıkları için ömürleri daha kısa olacaktır. 15 yıl	20 yıl	20 yıl
D 4 Tesisat İçin Ayrılan Alan ve Hacimlerin Toplam Maliyeti	1- Sistemin elemanlarının: - a- Normal katlarda, - b- Makine dairelerinde, - c- Bina dışında 2- Tesisat şaftlarının - 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 hesaplanmalıdır. 3- Bazı durumlarda alan kaybının inşaat ve arsa maliyetleri dışında da ilave bedeli olabilir.	Az	Az	Orta

D- 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			
D 3 Ekonomik Ömür	20 yıl	20 yıl	20 yıl	20 yıl	20 yıl
	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Az
D 4 Tesisat İçin Ayri Alan ve Hacimlerin Toplam Maliyeti					

40

41

D - 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
Ö 5 Ömür Boyu Toplam Maliyet	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.		

D - 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			

GÜNCEL ENERJİ MALİYETLERİ DE DİKKATE ALINARAK HER PROJE İÇİN AYRI HESAPLANMALIDIR.

Kriterlerin Önemi

Önemli

- Binanın farklı kişi veya kurumlara satılması veya kiralanması halinde:
- 1- Herkesin kullandığı enerji miktarının ölçülebilmesi giderlerin paylaşımını kolaylaştıracaktır.
 - 2- Her kullanıcı için farklı cihazlar kullanılarak, sistemlerin tamamen ayrılması çok daha iyi bir çözüm olabilir.
 - 3- Ortak ısıtma giderlerinin paylaşımı daha kolay yapılabilirdiği halde ortak ısıtma giderlerinin paylaşımında çok daha büyük sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle farklı kişi veya kurumların kullandığı binalarda ısıtma sistemleri mümkün olduğunca bağımsız planlanmalıdır.
 - 4- Lüks apartman dairelerinin olduğu konutlarda ise merkezi ısıtma sistemlerinin giderlerinin paylaşımında daha büyük sorunlar yaşanmaktadır.
- a- Yaz aylarında yazlık evlerine gidenler ve yıllık tatilini şehir dışında kullananlar nedeniyle, bu tip apartmanların ısıtma mevsimlerinde doluluk oranı %50'nin altında kalmaktadır.
 - b- Apartmanda kalanların ise, bir bölümü ısıtma 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.

Enerji Tüketiminin Ölçülebilmesi ve Paylaşımı

E 1



Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör ısıtması) + Egzoz Sistemi

VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi

Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör ısıtması

- 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.

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 ünite için 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- Soğutma için split klimalar kullanıldığında bağımsız çözümler sağlanabildiği için enerji paylaşımı hesabına gerek yoktur.

Kolay

Kolay

Kolay

E - 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			
E 1 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 ölçüm 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

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. 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 ekonomi 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- ısıtma devresinde sistemin kullanılmadığı (gece, tatil günleri vb) sürelerde de su sirkülasyonu sıcaklık kontrolü 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 oluşturmayaacak 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!).

Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi)

E 2

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalısız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalılı 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 edilmelidir. 2- Isıtma, radyatör ile soğutma, heat - pump veya yalnız soğuk cihaz ile yapılıyorsa; a- Soğuk enerjiyi taşımanın maliyeti genellikle düşük olacaktır. (Kısa mesafelere diş ünite monte edilebiliyorsa) b- Cihazın COP değerine bakılmalıdır.	1- Isıtma yukarıdan yapıldığında dezavantajı daha fazla. Isıtma hava ile yapılıyor. a- Soğutma: Yalnız soğuk tip cihazlar kullanılarak da yapılabilir. Isıtma: Radyatör + termostatik radyatör vanası ile yapıldığında;	Isıtma aşağıdan, soğutma yukarıdan yapılıyor. Statik ısıtma kullanılması konfor şartlarını iyileştirir, yıllık verimi artırır.	Yüksek Performans

E - 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			
E 2 Bölgenin İklim Koşulları (Isıtma veya Soğutma Öncelikli Sistem Seçimi)	Bölgenin iklim koşullarına göre ısıtma veya soğutma önceliği tercih edilmelidir. Isıtma öncelikli yörelerde F/C 'nin paraset altına, soğutma öncelikli yörelerde ise tavana montajı, ısıl konfor için daha uygun çözüm olabilir. Orta Performans		Isıtma aşağıdan, soğutma yukarıdan yapılır. Yüksek Performans	Genellikle ısıtma yukarıdan yapılır ve sistem soğutma öncelikli çalışabilir. Orta Performans	a- Isıtma yukarıdan yapıldığında dezavantajı daha fazla. Isıtma hava ile yapılıyor. Orta Performans b- Isıtma 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

Kriterlerin Önemi

Önemli Kriterler	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
E 3 Montaj Süresi ve Kolaylığı 1- Tesisat montajının kısa sürede yapılabilmesi: a- Montaj maliyetinin daha az olması, b- Binanın daha erken kullanıma açılması, c- Finansmanın daha sonra yapılması, d- Bir cihazın montajı kolay yapılabilirse; daha sonraki yıllarda bir arıza olduğunda servisinin de kolay yapılabilmesi (servis olanağı hazırlanmak kaydı ile), e- Bitmiş imalatlara diğer inşaat ekiplerinin verebileceği hasar riskinin azaltılmış olması, (veya tersi) avantajlarının yanında proje yönetiminin de koordinasyon işini kolaylaştıracaktır. 2- Testlerin ve balans işlemlerinin kolay ve kısa sürede yapılması da önemli bir avantaj olabilir. Özellikle balansın bir defa yapılan bir işlem olmayıp, belirli periyotlarda kontrol edilmesi gerektiği unutulmamalıdır. 3- Binada üst katların dekorasyonu devam ederken alt katların kullanıma açılabilmesi olanağı yararlı olabilir (Klima sisteminin buna cevap verebilmesi kaydıyla). 4- Özellikle radyatör sistemi şantiye halinde boya vb işler sürerken işletmeye alınabilir ve bina kurutma amacına hizmet verebilir. Bu dönemde hava sirküle eden cihazlar çalıştırılırsa filtreleri inşaat toz ve pisliği ile bloke olabilir. Hatta filtrelere bakım yapılmadığı için serpantinler tıkanabilir.	Yaşanılan hacimlerdeki her iç ünite için drenaj borusu ve elektrik bağlantısı gerekli. Kısa sürede kolay montaj	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 hattan dağıtım yapılabilmesinden dolayı montajı kolay ve süresi kısadır. Kısa sürede kolay montaj	Flexible hava kanalları kullanılarak montaj süresi kısaltılabilir. Kısa sürede kolay montaj
E 4 Kontrol İmkânı 1- Oda Kontrolü 2- Zon Kontrolü (Projede varsa) 3- Kat Kontrolü 4- BYS' ye (Bina Yönetim Sistemi) uygunluk ve zamana göre kullanılabileme imkanı 5- Uzaktan erişim (internet, BYS vb imkanları kullanarak) ve ayar değişikliği imkanı	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü YOK YOK 3- Kat Kontrolü YOK YOK 4- BYS'ye Uygunluk Genelde YOK Gelişmiş markalarda VAR 5- Uzaktan Erişim YOK YOK	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü VAR VAR 3- Kat Kontrolü VAR VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR Üretici firmaların kendi BYS'leri mevcuttur. 5- Uzaktan Erişim VAR VAR	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR YOK 2- Zon Kontrolü VAR VAR 3- Kat Kontrolü VAR VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR 5- Uzaktan Erişim VAR VAR

E - 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			
E 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
	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA
E 4 Kontrol İmkânı	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü YOK YOK 3- Kat Kontrolü YOK YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR 5- Uzaktan Erişim VAR VAR	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü VAR VAR 3- Kat Kontrolü YOK YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR 5- Uzaktan Erişim VAR VAR	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü VAR VAR 3- Kat Kontrolü YOK YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR 5- Uzaktan Erişim VAR VAR	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü VAR VAR 3- Kat Kontrolü YOK YOK 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR 5- Uzaktan Erişim VAR VAR	Isıtma Soğutma 1- Oda Kontrolü VAR VAR 2- Zon Kontrolü VAR VAR 3- Kat Kontrolü VAR VAR 4- BYS'ye Uygunluk VAR VAR 5- Uzaktan Erişim VAR VAR
	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA	Montaj süresi ORTA

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanalı Split) + Radyatör Isıtması + Egzoz Sistemi
E 5 Kontrol Tipi 47	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 pratiği 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?	Genelde; On-Off Kontrol Inverter modellerde; Oransal	Oransal Kontrol Ayrıca oda sıcaklık ayar diferansı $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ Kompresör kapasite kontrol imkanı Sürekli verim kontrol imkanı	On-Off Kontrol
E 6 Bina Yönetim Sistemine Uygunluk 48	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	a- Bu sistemlerin üreticileri aynı zamanda kendi bina yönetim sistemlerini de üretmekte ve gerektiğinde kolayca sisteme adapte edebilmektedirler. Uygun 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.	Uygun

E - 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			
E 5 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. devirde çalışmaya başlamalıdır. Ortam sıcaklığı ayar noktasına ulaştığında orta, gerektiğinde 1. devirde 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
47	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.
E 6 Bina Yönetim Sistemine Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
48					Bu sistemlerin üreticileri aynı zamanda kendi bina yönetim sistemlerini de üretmektedir. Gerekirse bina yönetim sistemine (BYS) kolayca adapte edebilir.

E - PLANLAMA VE MONTAJ

Kriterlerin Önemi

- 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 saftı ihtiyacı,
 - 5- Standartlara uyumsuzluk (binanın içerisinde aşırı soğutucu akışkan kullanımı vb).

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

49

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

49

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

49

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

49

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

49

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

49

Önemli

Kullanılabileceği

Kapasite Aralığı

Sistemin

E 7

- 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 saftı ihtiyacı,
 - 5- Standartlara uyumsuzluk (binanın içerisinde aşırı soğutucu akışkan kullanımı vb).

- 1- Yapılan işler standartlara (TSE, Avrupa ve Amerikan Standartlarına) uygun mu?
- 2- Standartlar yapılması mutlaka gerekli olan işleri tarif eder. Yani tabandırı, 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 az soğutucu akışkan içeren sistemler tercih edilmelidir. 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 TÜKETİME 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 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 kullanılmayacaktır. Sistem seçimi yapılırken geri dönüştürülebilen malzemelerden imal edilen ürünler tercih edilmelidir.
8. ASHRAE Standart 34-2004 ve ANSI/ASHRAE Standart 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" (TLV-TWA) 400ppm'den düşük olan konsantrasyonda zehirlilik göstermeyenler, B sınıfı olanlar da gösterilebilir olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre: R-407C ve R-410A türü akışkanlar A1 sınıfında olup, zehirleyici gazlar arasında yer almamaktadır. EN378-1'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.

- 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 yada alt seviyeden havalandırma yapılarak risk minimize edilebilir.

Standartlara Uygunluk

E 8

50

E - 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			
E 7 Sistemin Kullanılabileceği Kapasite Aralığı	Merkezi sistem cihaz seçimleri yapılırken, kullanılabileceği kapasite aralığına dikkat edilmelidir.				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 kullanılabılır. b- Dış ünite ilavesi ile sistem kapasite aralığı kolaylıkla değiştirilebilir. Uygun
E 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.

F - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME



F - 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
	1- Tam havalı sistemlerde (simple VAV, Amerikan sistem, vb) filtre sadece klima santrallerinde kullanılır. a- Filtre sayısı azdır. b- Cihazlar mekanik hacimlerdedir. 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 mahallii 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 kotlardan 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.kademe filtre G3 veya G4 kalitede, 2.kademe filtre ortamda istenen şartlara bağlı olarak F6 - F7 veya F8/9 standardında olmalıdır. 1.kademe filtre temiz direnci : 64Pa - 80Pa kirli direnci : 250Pa 2.kademe filtre temiz direnci : 61Pa - 84Pa - 150Pa kirli direnci : 450Pa değerlerini aşmayacak şekilde projelendirilmeli ve işletilmelidir. f- Elyaf esaslı filtrelerin yıkanamadığı ve belli periyotlarda değiştirilmesi gerektiği düşünülmelidir. g- Yıkınabilir filtreler özel bir şart yoksa tercih edilebilir.	Taze hava genelde yok a-Filtre adedi çok fazla b-Filtreler yaşam mahallii içinde	Primer havalı sistem iç ünite sayısı fazla a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahallii içinde	Tam havalı sistem iç ünite sayısı orta Filtre adedi diğer split sistemlerden daha az, simple VAV sisteminden fazla

51

F - 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			
F 1 Filtre Adedi Temizleme Sıklığı ve Kolaylığı	Primer havalı sistem İç ünite sayısı fazla a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahallii içinde Fan coiller parapet altına monte edilmiş ise, yer seviyesinde olduğundan, yerde olmayan diğer sistemlere göre daha fazla filtre temizlik ihtiyacı ortaya çıkabilir.	Primer havalı sistem İç ünite sayısı fazla a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahallii içinde Fan coiller parapet altına monte edilmiş ise, yer seviyesinde olduğundan, yerde olmayan diğer sistemlere göre daha fazla filtre temizlik ihtiyacı ortaya çıkabilir.	Tam havalı sistem a-Filtre adedi az ve temizlemek kolay b-Filtreler mekanik hacimlerde	Tam havalı sistem a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahallii içinde ve tavanda (Temizlemek zor) c-Cihaz sayısı fazla	Primer havalı sistem İç ünite sayısı fazla a-Filtre adedi fazla b-Filtreler yaşam mahallii içinde

F - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör İstimesi	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör İstimesi) + Egzoz Sistemi
F 2 Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerektiren Elemanlar Var mı? 1- Yaşam mahalline servis teknisyeninin girmesi kullanıcıyı az da olsa rahatsız edebilir. a- Teknisyen, çalışması sırasında istemeden etrafı kirletebilir. 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, yoğunlaşma tavanının damlatması vb nedenlerle hem servis, hem de servis sonrasında ek maliyetler oluşabilir. (Hali ve ahşapların ıslanması, çizilmesi vb) 2- Radyatör, hava kanalı vb sistem elemanlarının (kaliteli imalat ise) servis gereksinimi sifira çok yakındır. 3- Sistemdeki cihaz sayısı (merkezde ve odalardaki toplam cihaz sayısı) servis gereksinimini ve sayısını etkiler. 4- Yoğuşma tavası 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, kaj içinde veya asma tavan içinde). Hava kanalı bağlanabilen tip iç üniteler için tavan arasında servis vermek zorluğu yaşanabilir.	Cihaz sayısı çok fazla. Çok sayıda yoğuşma tavası var.	Cihaz sayısı çok fazla. Çok sayıda yoğuşma tavası var.	a- İç üniteler, kanallı splitlerde normal katlarda servis hacimlerinde. b- Yaşam mahallinde iç ünitelerle 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.
F 3 Servis, Bakım Sıklığı 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 yoğuşma tavası, Toplam filtre sayıları ile kompresörlerin yıllık çalışma süreleri yıllık toplam servis ihtiyacını oluşturan diğer faktörlerdir. 3- Ayrıca cihazların ulaşılabilir yerlerde olması, yeterli servis boşluklarının bırakılmış olması 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; arıza riski azalır ve işletme maliyeti düşer.	1- Servis için yaygın ve kalifiye ekip kolay bulunabiliyor. Maliyeti düşük. 2- İşletme için kadroya gerek yok. Dışardan servis alınabilir. 3- Tavan cihaz varsa servisi daha zor. 4- Yoğuşma tavası, filtre ve fan sayısı çok fazla. 5- Kompresör sayısı çok fazla.	1- Servis için özel ekip gerekiyor. Maliyeti orta seviyede. 2- İşletme için kadroya gerek yoktur. Dışardan servis alınabilir. 3- Tavan cihaz varsa servisi daha zor. 4- Yoğuşma tavası, fan ve filtre sayısı projeye ve kapasiteye göre değişkendir. 5- Kompresörler bütün yıl çalışıyor. 6- Kompresörler eşit sürede eşit dağılım esası ile sıralı olarak çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.
F 5 Servis, Bakım Sıklığı 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 yoğuşma tavası, Toplam filtre sayıları ile kompresörlerin yıllık çalışma süreleri yıllık toplam servis ihtiyacını oluşturan diğer faktörlerdir. 3- Ayrıca cihazların ulaşılabilir yerlerde olması, yeterli servis boşluklarının bırakılmış olması 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; arıza riski azalır ve işletme maliyeti düşer.	1- Servis için yaygın ve kalifiye ekip kolay bulunabiliyor. Maliyeti düşük. 2- İşletme için kadroya gerek yok. Dışardan servis alınabilir. 3- Tavan cihaz varsa servisi daha zor. 4- Yoğuşma tavası, fan ve filtre sayısı projeye ve kapasiteye göre değişkendir. 5- Kompresörler bütün yıl çalışıyor. 6- Kompresörler eşit sürede eşit dağılım esası ile sıralı olarak çalışıyor.	1- Servis için özel ekip gerekiyor. Maliyeti orta seviyede. 2- İşletme için kadroya gerek yoktur. Dışardan servis alınabilir. 3- Tavan cihaz varsa servisi daha zor. 4- Yoğuşma tavası, fan ve filtre sayısı projeye ve kapasiteye göre değişkendir. 5- Kompresörler bütün yıl çalışıyor. 6- Kompresörler eşit sürede eşit dağılım esası ile sıralı olarak çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.
F 5 Servis, Bakım Sıklığı 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 yoğuşma tavası, Toplam filtre sayıları ile kompresörlerin yıllık çalışma süreleri yıllık toplam servis ihtiyacını oluşturan diğer faktörlerdir. 3- Ayrıca cihazların ulaşılabilir yerlerde olması, yeterli servis boşluklarının bırakılmış olması 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; arıza riski azalır ve işletme maliyeti düşer.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.	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- Döğeme tipinde servis çok basit ve kolay. 6- Yoğuşma tavası, filtre ve fan orta sayıda ve genellikle yaşanan hacimler dışında. 7- Kompresör orta sayıda. 8- Kompresörler yalnız soğutma mevsiminde çalışıyor.

F - 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			
F 2 Yaşam Mahalleri İçerisinde Servis Gerekli Elemanlar Var mı? 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)	Servis gereksinimi ORTA		Servis gereksinimi AZ	Servis gereksinimi AZ	Servis gereksinimi ORTA
52	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 coilere 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.		(Cihaz sayısı ve yoğunlaşma tavası adedi fazla)	(Cihaz sayısı ve yoğunlaşma tavası adedi fazla)	Cihaz sayısı fazla. Yoğuşma tavası sayısı fazla.
F 3 Servis, Bakım Sıklığı	Servis adedi fazla*		Servis adedi az*	Servis adedi fazla*	Servis adedi fazla*
53	*Fan ve filtre sayısı		*Fan ve filtre sayısı	*Fan ve filtre sayısı	*Fan ve filtre sayısı

F - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

Kriterlerin Önemi



F 4 Asma Tavan İçinden Geçen Su Boruları (Su Kaçağı Riski ve Asma Tavan Etkisi)

Önemli Kriterler

- Asma tavan içerisinden geçen su borularının daha sonraki yıllarda delinme ve su kaçırma riski her zaman için vardır. Damlatan veya akan 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 boruları 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 çarşılardaki dükkanlar sabah erken saatlerde günde yarım saat veya en fazla bir saat süreyle ısıtmaya ihtiyaç duyabilirler. VAV sistemlerde, sabah ilk ısıtma klima santralından yapılabilir. Ayrıca elektrikli ısıtıcı da her yerde gerekmez. Böylece "elektrik pahalı" sıvı da ortadan kalkar. Kısa süreli elektrikli ısıtma yapılırsa dahi, sonunda atık ısı oluşmayacak; çabuk tepki ve ısıtma birliğinde sağlanacaktır. Ayrıca soğuk günlerin sabah saatlerinde klima santrali çok kısa bir süre için ısıtmaya çalışacağından ekonomi de sağlanmış olacaktır.
 - 4- Asma tavan içinden geçen soğutulmuş su boruları ise daha tehlikelidir.
 - a- Yanlız 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 Güvenliği ve Arızanın Etkisi" bölümüne bakınız.

VRV + Taze Hava ve Egroz Sistemi

Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması

Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egroz Sistemi

YOK

YOK

YOK

Not:

Kaset tipi veya gizli tavan tipi cihazlar seçilmiş ise, asma tavan içinde drenaj boruları olacaktır.

Not:

Kaset tipi veya gizli tavan tipi cihazlar seçilmiş ise, asma tavan içinde drenaj boruları olacaktır.

F - 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			
F 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 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. 3 boru: Gidiş + dönüş + drenaj	a- Döşeme tipi F/C kullanılıyorsa; F/C boruları genellikle düşey sistem yapılır veya parapet önünden, F/C arkasından monte edilir 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. 5 boru: (Isıtma + soğutma) gidişler + dönüşler + drenaj	a- Simple VAV sistemde elektrikli ısıtıcılar kullanılır ve asma tavan içinde ısıtma boruları yoktur. 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. 2 boru: Isıtma gidiş + dönüş	Sistemde su sadece kondenser ünitelerine girer. Yaşam mahallerinde su dolaşmaz, soğutucu akışkan dolaşır. Not: Kaset tipi veya gizli tavan tipi cihazlar seçilmiş ise, asma tavan içinde drenaj boruları olacaktır	Asma tavan içinde boru YOK Asma tavan içinde boru YOK Asma tavan içinde boru VAR
	Asma tavan içinde boru YOK Asma tavan içinde boru VAR	Asma tavan içinde boru YOK Asma tavan içinde boru VAR	Asma tavan içinde boru YOK Asma tavan içinde boru VAR		

F - 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
F 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
F 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 ayrırcılar 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.	Düşük Maliyet	Esnek	Esnek
F 5 Servis, Bakım, Onarım Maliyeti		Düşük Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet
F 6 İşletme Güvenliği ve Arızanın Etkisi		Düşük Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet
F 5 Servis, Bakım, Onarım Maliyeti		Düşük Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet
		Düşük Maliyet	Orta Maliyet	Düşük Maliyet

F - 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			
F 5 Servis, Bakım, Onarım Maliyeti	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet	ORTA Maliyet
55					
F 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.				
56	Sistemin su tarafında herhangi bir nedenle bir arıza meydana geldiği takdirde, sistemin bütünü çalışmaz. 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.				

F - 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
F 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
57				
F 8	Genişleyebilirlik (Kapasite Arttırımı)	İhtiyaçların artması halinde ilave cihaz veya cihazların kullanılması ile kapasite artırılabilir mi?	Esnek	Esnek
58				

F - SERVİS-BAKIM-ONARIM VE İŞLETME

F - 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			
F 7 Yedekleme Yeteneği	Merkezi sistemde yedekleme yapılırsa;				
F 8 Genişleyebilirlik (Kapasite Arttırımı)	Sistem planlanırken daha sonraki yıllarda oluşabilecek ihtiyaçlar da dikkate alınmalıdır.				

G - KONUT UYGULAMALARINA UYGUNLUK (YÜKSEK VE ALÇAK BLOKLAR)

Kriterlerin Önemi

- 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 mutlakla konuşulmalıdır.
- A- Soğutma Sistemi:**
1. Klima sistemi kullanılacağı için bu yapıları Türkiye koşullarında lüks konutlar diyebiliriz. Ancak lüks konutlarda yazın klimanın kullanımını %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 sayacıyla ölçülmesinin pratikte çok zor olması konutlarda merkezi sistemleri dezavantajlı, bireysel sistemleri daha avantajlı kılmaktadır.
 2. Klima sisteminin kullanılacağı yaz mevsimini 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 kişiler 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 girmeyenlerin 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 ısıtmada genellikle evin tüm odaları farklı sıcaklıklarda olsa da ısıtılır. Soğutmada bunun yapılmasını nedenleri:
Odalar arasındaki sıcaklık farkı ısıtmada 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 yataırken klimanın kapatılması Antalya, Adana, vb iller için yetersiz olsa da İstanbul, Ankara, vb şehirler için yeterli olmaktadır.
 - Çünkü, ısıtmayan bir evin kazanı çalıştırdıktan sonraki ısıtma süresi yaklaşık 1 gün, gündüzleri soğutulmayan bir odanın split cihaz çalıştırdıktan sonraki soğutma süresi yaklaşık 15 dakikadır. Gündüzden odada biriken ısıtma ısıtma tamamı ise klimanın çalıştırdığı 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 uyuştuktan sonra evlerde klima cihazlarını genellikle çalıştırmazlar.
- 3- Kullanılan enerjinin paylaşımı kolay yapılabilir.
- 4- Sistemdeki bir anızın tüm sistemi etkilemesi ve az olasılık da olsa sistemin kesintiye uğraması riski değerlendirilmelidir.
- 5- Havalandırma ihtiyacının hangi oranda karşılanabildiği ve iç hava kalitesi de sorgulanmalıdır.

Konutlarda Uygulanan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması

G 1

Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi	Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
1- Isıtma tesisi kat bazında kombi ya da yoğunmalı kazan ile, soğutma split sistemler ile (Eğer kat aralarında dış ünite yerleşimi yapılabilecek boşluklar ayrıldı ise) 2- Birebir split cihazlar ile soğutma yapılmak istenirse : a- Bakır boru mesafeleri genellikle bu tür yapılarda uygulamaya yapmaya izin vermez. b- Dış üniteler bu nedenle istenilen yerlere uygulanamazlar. c- Kat aralarında monte edilse bile her daire için çok sayıda iç ünite gereksinimi olacağından bina içinde çok büyük alanlara ihtiyaç duyulur. d- Kondensatörleri sesi ve iletkenlik sıcak/soğuk havanın direkt bina dışına tahliyesi sorun olur. Uygun Değil 3- Çoklu Multi (Plus) Sistemler ile; a- Genellikle bu cihazların bir dış ünitesine birden çok (9 iç üniteye kadar) iç ünite bağlanabildiğinden, her daire için-dairenin boyutuna göre değişimle birlikte-sadece 1 dış ünitelek yer ayrılması yeterlidir. b- Kat aralarında bu dış üniteler monte edilebildiği gibi 70 m.'ye kadar bakır boru mesafesine ve uzun kot farkı uygulamalarına izin veren sistemler olduğu için; ısıtma kombi ile, soğutma multi sistem ile uygulandıktan kat/konut bazında pratik çözüm oluşturulur. 4- Taze hava a- Isı Geri kazanım cihazları ile şaftlardan iç hacme alınabilir. b- Kanal bağlanabilen iç üniteler yardımı ile şaftlardan alınabilir. Uygun	1- 4 HP (40.000 Btu/h)-54 HP (520.000 Btu/h) arası kapasitelerde tek bir sistem olarak çalıştırılabilirler. 2- Bina yüksekliklerine ve konut sayısına bağlı olarak, kolaylıkla teras, garaj, bahçe gibi yerlere dış üniteleri monte edilebilir. 3- Kat aralarında dış üniteler için ihtiyaç duyulan alan azdır. 4- Kondensatörler bina içine konulduğunda bir kanal yardımı ile kondenser havaları 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. Uygun	1- Isıtma tesisi kat bazında kombi ya da yoğunmalı kazan ile, soğutma kanallı cihazlar ile yapılabilir. 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 aralıkta 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- ısıtma ve soğutma statik ısıtma olmadan aynı kanal sisteminden yapılmak 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

G - KONUT UYGULAMALARINA UYGUNLUK (YÜKSEK VE ALÇAK BLOKLAR)

Önemli Kriterler	Kriterlerin Önemi			Amerikan Sistem Klima (Kanallı Split + Radyatör Isıtması) + Egzoz Sistemi
	Split Klima Sistemi (Kanalsız) + Radyatör Isıtması	VRV + Taze Hava ve Egzoz Sistemi		
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 değişmekle birlikte) ortalama %10 gibi daha düşüktür. e- Çalışan fan olmadığı 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 düşük 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 olmaktadır. 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 yapılmalıdır. Kombi bacaları düşük hermetik tip seçilmeli ve çatı üzerine çıkarılmalıdır. Kaliteli ve güvenli kombiler kullanılmalıdır. e- Kombi kullanılması, merkezi sisteme göre ilk yatırımı daha pahalı, işletmede ise bireysel kullanım faktörüne bağlı olarak daha uzundur. 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 shaftlar bırakılmalı, klima santralleri ile ya da kanal yardımı ile iç mahallere seçilen klima ve/veya ısı geri kazanım cihazları ile şartlandırılarak yaşam mahallerine alınmalıdır.				

G - 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						
1- Bu sistemler kullanıldığında genellikle ısıtma ve soğutma merkezi olarak çözülür. Ancak enerjinin soğutma ve ısıtma paylaşımları (özellikle soğutmada) zordur. 2- ısıtma merkezi ya da kombi ile bireysel sistem ile yapıp, soğutma ise hava soğutmalı mini çillerle yapıldığında ise; a- Sistem bireysel kullanıcı için çok komplice (karşık) 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'ler ile ideal şartlandırmanın yapılabilmesi için, her odaya ayrı fan coil cihazı montajı yapılması gerekir. a- Gizli tavan tipi fan coil'ler tavan arasındadır. Filtre temizliği, bakım ve arıza için tavan arasındaki üniteye servis vermek zordur. Teknisyenin servisi verdiği yerde iz (leke) bırakabileceği gerçeği unutulmamalıdır. b- Yer tipi fan coil'ler, 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- ısıtma merkezi ya da kombi ile bireysel sistem ile yapıp, soğutma ise hava soğutmalı mini çillerle yapıldığında ise; a- Sistem bireysel kullanıcı için çok komplice (karşık) 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'lerle ideal şartlandırmanın yapılabilmesi için, her odaya ayrı fan coil cihazı montajı yapılması gerekir. a- Gizli tavan tipi fan coil'ler tavana arasındadır. Filtre temizliği, bakım ve arıza için tavan arasındaki üniteye servis vermek zordur. Teknisyenin servisi verdiği yerde iz (leke) bırakabileceği gerçeği unutulmamalıdır. b- Yer tipi fan coil'ler, 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 çalıştırabilme imkanı vardır.	1- Hava kanalları için geniş alanlara ihtiyaç duyarlar. 2- Enerjinin paylaşımı zordur. 3- Faklı zamanlarda, farklı kullanımları olmalarına karşın, mahaller kullanılmaya dahi enerji harcamaya devam ederler. 4- Yüksek kat aralıklarına ihtiyaç duyarlar.	1- Bina cephesi bu sistemin seçilmesi halinde eklenmez. Hava soğutmalı kondensörlerin kat aralarına 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 kullanım 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 yapılabilir. 8- Enerji paylaşımı için toplam sistem çalışma süresine bağlı olarak hesaplanabilen özel bir sistemleri mevcuttur. 9- ısıtma 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 dolaşmaz.	1- Hava kanalları için geniş alanlara ihtiyaç duyarlar. 2- Enerjinin paylaşımı zordur. 3- Faklı zamanlarda, farklı kullanımları 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 kullanımları 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 kullanımları olmalarına karşın, mahaller kullanılmaya dahi enerji harcamaya devam ederler. 4- Yüksek kat aralıklarına ihtiyaç duyarlar.	1- Bina cephesi bu sistemin seçilmesi halinde eklenmez. Hava soğutmalı kondensörlerin kat aralarına 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 kullanım 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 yapılabilir. 8- Enerji paylaşımı için toplam sistem çalışma süresine bağlı olarak hesaplanabilen özel bir sistemleri mevcuttur. 9- ısıtma 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 dolaşmaz.
6 1 Konutlarda Kullanılan Klima Sistemlerinin Karşılaştırılması	Soğutmada kullanılan enerjinin paylaşımı çok zor olduğu için konutlarda özellikle bu kriter nedeniyle de çok uygun olmayabilir.	Uygun Değil	Uygun Değil	Uygun Değil	Uygun	Uygun	Uygun

VII. BÖLÜM

KLİMA UYGULAMALARI GENEL NOTLARI

Bu bölümde çeşitli klima ve havalandırma uygulamaları üzerinde durulmuş, dizayn özellikleri verilmiş, kullanılabilecek sistemler tartışılmış ve hayata geçmiş projelerden örnekler verilmiştir. Uygulamaya geçilmeden önce bir konunun altı çizilmelidir. Uygulamanın sağlıklı olabilmesi açısından, projelerin üzerinde dizayn şartları ile ilgili aşağıdaki notlar mutlaka yazılmalıdır:

- Soğutma grupları için soğuk su devresinde kabul edilen direnç
- Santrallerdeki serpantin direnci (su tarafı)
- Eşanjör direnci
- Fan coil dirençleri
- Kapalı devre ise su soğutma kulesi direnci

Benzer şekilde klima santrallerinde hesaplanan hava tarafı dirençleri de projeler üzerine işlenmelidir. Cihazlar veya santral satın alınınca cihazların direnci ile proje üzerindeki değerler karşılaştırılmalıdır. Buna göre pompaların veya santral fanlarının basıncı yeniden gözden geçirilmelidir. Yukarıda sayılan su devresi üzerindeki direnç yaratan cihazlar ile klima santrali elemanlarının seçiminde enerji maliyetleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Petrolün 78 dolara ulaştığı günümüzde enerji pahalıdır. Bu pahalı enerjiyi sürekli harcayacak direnç elemanlarının iyi seçilmesi, yani daha az direnç gösteren elemanların (örneğin plakalı eşanjör gibi) seçilmesi çok önemlidir. Sürekli enerji harcayan elemanların dirençlerinin minimum tutulması bir proje tasarım hedefi olmalıdır. Unutulmamalıdır ki havalandırma sistemlerinde enerji fanlarda değil, kanal sisteminde tüketilir.

7.1. KONUTLAR

7.1.1. KONUTLARDA KLİMA

Bir binanın genelinde konfor şartlarının sağlanması için, iki oda arasında sıcaklık farkının 1 °C değerini aşmaması lazımdır. Bazı kat planları tüm cephelere dağıtılmış şekildedir. Dağılım ne kadar fazla ise güneş, rüzgar gibi aşırı ısınma ya da aşırı soğumaya neden olabilecek çevresel faktörlerin etkileri o denli büyük olur. Ayrıca komşu odaların birbirlerine etkileri gece veya gün içerisinde, yaz veya kış içerisinde değişiklikler taşır. Bu türden evlerde tek zonlu iklimlendirme sistemleri kullanılamaz. Odalardaki farklı yükler göz önüne alındığında, binanın birden çok farklı evin bir arada bulunduğu bir mekan olarak düşünülmesi gerekir.

Tek zonlu merkezi sistem:

- Odalarda değişken yüklere göre kontrol imkanı yoktur.

- Cihaz tek bir termostat ile kontrol edilir.
- Fan debisi sabit tutulabilir.
- Fan debisi değişken tutulabilir.

Tek zonlu ısıtma sistemin kullanılması uygun bulunmayan durumlarda çok zonlu sistemler kullanılır. Çok zonlu sistemlerin belli başlı özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Hava akışı her zonda ayrı kontrol edilir. Branşmanlarda kontrol damperleri kullanılır ve odada yahut kanal içerisinde konumlandırılan termostatlar ile sıcaklık kontrolü gerçekleştirilir.
- Merkezdeki cihazda bulunan bir mikro işlemci ile zon termostatlarından gelen bilgiler değerlendirilir ve cihaza kumanda edilir.
- Üfleme debisi sabit olabilir, fakat ekipman içerisindeki akışın sağlanabilmesi için bir by pass damperi kullanımı gereklidir.
- Üfleme debisi, fan debisinin ayarlanması ile değiştirilebilir.

Isı kazançları, en çok güneşten gelen radyasyon kazançlarına, cam büyüklüklerine ve camların yönlerine bağlı olup batı ve doğu yönlerine bakan odalarda güneş ışınları daha yatık geldiği için ısı kazancı maksimumda oluşurken, güney bölümünde daha az, kuzey bölümünde ise bu kazançlar ihmal edilebilecek kadar azdır. Daha geniş pencere yüzeyine sahip binalarda kış aylarında radyasyon ile gelen ısı kazançları bazı odalarda ilave ısıtma etkisi yaratır. Oda termostatının radyasyon kaynaklı ısı kazancı yüksek olan bu türden bir odaya yerleştirilmesi tüm evin iklimlendirme koşullarını etkileyebilir. Oda içerisinde algılanan sıcaklık tüm evin geneli için geçerli olmaktadır. Ayrıca soğuk gecelerde veya bulutlu, yağışlı havalarda bu durum tam tersine döner. Büyük cam yüzeyler nedeni ile ısı kayıpları artacaktır. Termostatın bulunduğu oda bu türden bir mekan ise; oda içerisinde algılanan referans sıcaklık değeri diğer tüm odalar için geçerli olacaktır. Bu türden evlerde tek zonlu klimatizasyon kullanılamaz. Isı kazançları hesaplanırken kullanım saatleri ve kullanım amaçları dikkate alınmalıdır. Özellikle gün içerisinde çok kullanılmayan, dış hava sıcaklıklarının düşük olduğu saatlerde kullanılan ve düşük sıcaklık istenmeyen yatak odalarında, ısı kazançları daha düşük alınabilmektedir.

Yaz aylarında ısı kazancı yüksek olan binalarda kış aylarında ısı kayıpları nispeten az olur. Aynı durum tam tersi için de geçerlidir. Tek zonlu ısıtma ve soğutma sistemlerinde branşmanlarda kullanılan çıkış damperleri mevsim geçişlerinde ayarlanmalıdır. Aynı oda için kış mevsimindeki ısı kayıpları yaz

aylarındaki ısı kazançlarından farklıdır. Özellikle kış aylarında gerekli olan taze hava, genelde yaz aylarında gerekli olan miktardan daha fazla olduğu için bu türden farklılıklarla karşılaşılabilir.

İki veya daha fazla kat birbirleri ile bir merdiven boşluğu veya benzeri bir konstrüksiyon ile bağlantılı ise, ortamın üst katlarda aşırı sıcak ve alt katlarda aşırı soğuk olması problemi ile karşılaşılır. Bu problemin nedeni, sıcak havanın yoğunluğunun soğuk havadan daha düşük olması ve sıcak havanın üst bölümlerde toplanmasıdır. Teoride; hava kanallarında damper kullanımı ile veya bransmanların doğru ayarlanması ile daimi bir akışta uniform bir oda sıcaklığı sağlanır. Böylece her odada istenilen yükün karşılanması mümkündür. Merkezi sistemin soğutma veya ısıtması kapalı iken, yani odalarda ihtiyaç yokken, cihaz içerisindeki fanın çalışması ile odalara taze hava beslemesi yapılabilir. Fakat bazı durumlarda bu strateji işe yaramayabilir. Herhangi bir bransmanda kullanılan damper sabit ise; oda içerisinde ısıtma ya da soğutma yükünün dengeli olarak karşılanabilmesi mümkün değildir. Oda içerisinde yük, radyasyon kazancı veya diğer iç etkenlerden ötürü sürekli olarak değişir.

Çok katlı konutlarda (villa vb) katların iklimlendirilmesi ayrı ayrı cihazlar ile çözülmeye çalışılmalı, yönleri (batı-doğu) veya kullanım zamanları farklı olan mahaller (özellikle yatak odaları ile genel yaşam mekanları) birbirinden bağımsız düşünülerek zonlama yapılmalıdır. Böylelikle enerji tasarrufunun yanı sıra, konforda maksimum düzeyde sağlanmış olmaktadır. Isı kazançları hesaplarının sonucunda, kat bazında iki veya daha fazla cihaz kullanımını gerektiriyorsa batı ve doğu cephelerine bakan mahaller bağımsız düşünülmeli ve zonlamaya gidilmelidir. Bazı binalarda zonlama yapılmasına gerek yoktur. Özellikle kompakt yapıda ve tek alandan oluşan binalarda odalar arasındaki sıcaklık farkları doğal akış ile kendiliğinden azalabildiğinden bu türden binalarda konfor şartları tek zonla sağlanabilir. Fakat odalar birbirlerinden tamamen izole edilmiş ise durum farklıdır. Çatı arası bir odada, teras katında kapalı bir odada, bodrum katında bir odada iklimlendirme istekleri farklıdır ve bu farklı amaçlarda kullanılacak odaların iklimlendirilmesi için zonlama yapılması zorunludur.

Çok katlı yapılarda (> 500 m² villa vb) merdiven boşluklarına da hava üflenmeli ve bu merdiven boşluklarının bir hava bacası gibi çalışması önlenmelidir. Konutlarda taze hava miktarları ortalama %15-20 seviyelerinde olmalı, konutlar sürekli pozitif hava basıncında tutulmalı; cam, kapı ve pencere-lerden gelecek tozlar engellenmelidir.

Bu türden binalarda karşılaşılan bir diğer problem ise katlar arasında koku geçişi ve kanallar tarafından

taşınan ses problemidir. Özellikle sadece bir yahut iki cepheden enfiltrasyon ile taze hava alabilen binalarda hava değişim problemi yaşanabilir. Villalarda durum apartmanlara benzer. Fakat farklı olarak odalar iki veya daha fazla katlara dağılmıştır. Genellikle en üst katlarda ısı kazançları ve ısı kayıpları çatı faktöründen ötürü diğer katlara oranla daha fazladır. Alt katlarda ise, kapının sıkça açılıp kapanmasından ötürü yükler artabilir. Her villa için müstakil bir klima-havalandırma sistemi gereklidir. Ayrıca her katta farklı zonlama isteniyorsa çok zonlu sisteme geçiş gerekebilir.

Pozitif hava basıncının sağlanması ile ortamdaki pozitif basınçlı havanın mutfak, banyo ve tuvaletlerdeki egzoz sistemlerinden atılması sağlanır. Spor odaları, rutubet yapabilecek hava sirkülasyonunun sağlanamadığı bodrum mahalleri gibi sadece özel mekanlarda egzoz düşünülebilir. 20 m²'den büyük mutfaklarda kısmi hava üflemesi düşünülebilir. Mutfak, banyo ve tuvalet hacimlerine hava üflemesi yapılmaz. Ayrıca, aynı kanaldan ısıtma ve soğutma yapılıyor ise banyoya hava üflenmez, buralara elektrikli ısıtıcı radyatör monte edilebilir.

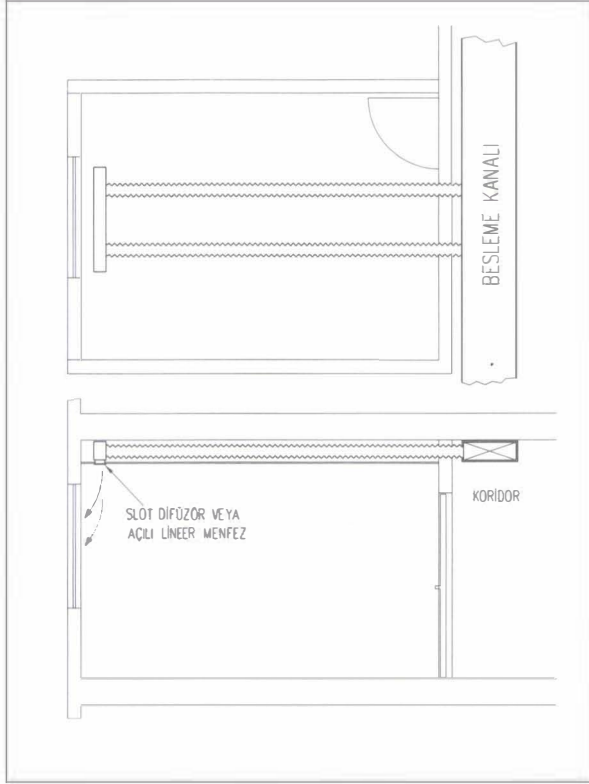
Konutlarda kanal tipi klima iç ünite montajı için en uygun yer antre ve koridora bakan bir oda veya girinti olmaktadır. Konutlarda asma tavan uygulaması yaşam mahallerinde hemen hemen hiç istenmediğinden; hava kanallarının koridorda monte edilip odalara koridordan girişler yapılarak sistem çözüme ulaştırılabilmektedir. Koridordan odalara giriş yapılarak üfleme yapılan hava, bu odaların açıldığı ortak bir mahale yerleştirilen iç ünite veya dönüş kanalı yardımıyla cihaza geri toplanabilmektedir. Bu tip uygulamalarda termostat koridora yerleştirilir. Büyük mahallerden hava dönüşünün rahat sağlanması için bu mahallerin kapılarının altında yeterli boşluk bırakılmalı ya da kapılarda transfer menfezleri kullanılmalıdır. Sistemde odalara hem üfleme, hem cihaza dönüş menfezi monte edilmek istendiğinde; bu kanal birbirleri ile çakışacağından, koridordaki asma tavan boşluğu artar, koridor tavan kodu düşer.

Önemli not: Hava ile ısıtma yapılacak ise kanallar cam kenarına kadar getirilmeli, sıcak hava cam yüzlerinden cama doğru yönlendirilmelidir (*Şekil 7.1*). Açılı lineer menfezler bu iş için idealdir.

Çok katlı konutlarda (villa vb) yatak odalarına hitap eden cihazın iç ünitesi çatı arasına, oturma ve yaşam mahallerine hitap eden cihazlar bodrum katına monte edilebilir (*Şekil 7.2*). Kanal dağıtımlarında merdiven köşelerinde bırakılmış boşluklar kullanılıp yine koridordan dağıtımlar yapılabilir. Bu tür boşluklar bulunmayan konutlarda döşeme delinerek (statik mühendisine danışılmalı) ve kanalların geçtiği noktalar yalancı kolon gibi saklanarak hava kanalı dağıtımları yapılabilir.

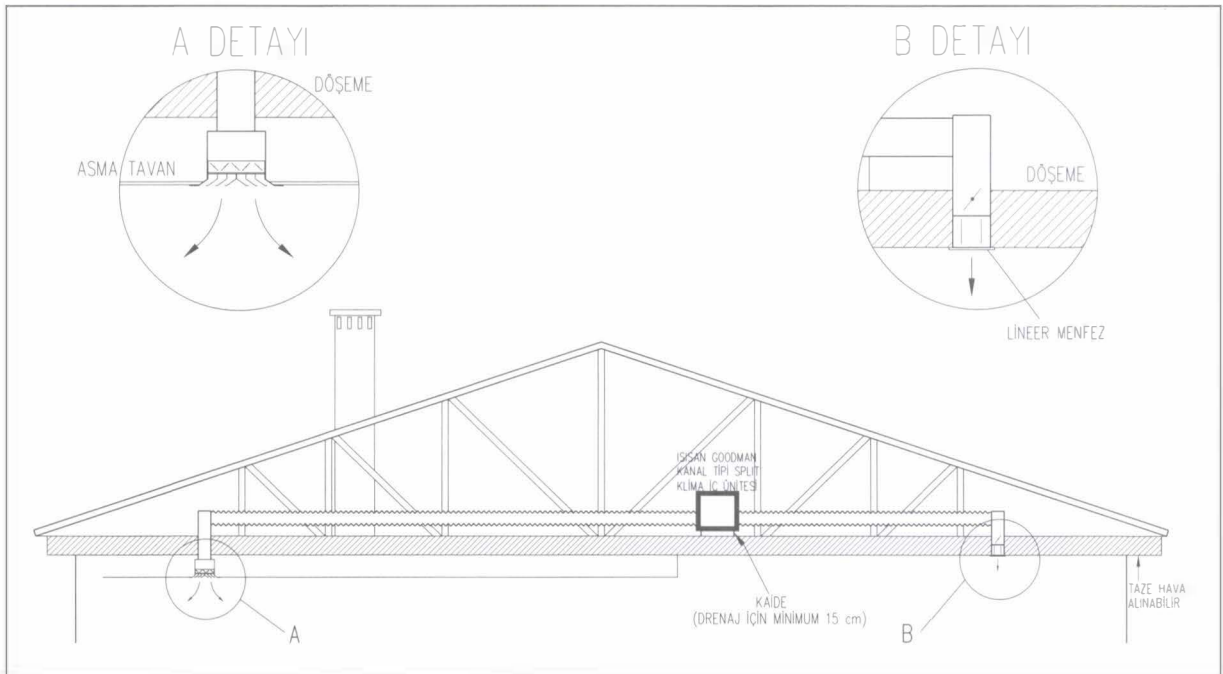
7.1.2. KONUTLARDA HAVALANDIRMA

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.



Şekil 7.1. ISITMADA HAVA ÜFLEMESİ

Geleneksel konut havalandırılması, kapı ve pencere-lerin açılmasıyla veya buralardan sızıntı ile doğal olarak gerçekleşir. Enfiltrasyonla (sızıntı) olan hava değişimi normal hallerde 0,3-0,7 değişim/saat mertebelerindedir ki bu yeterli olabilmektedir. Ancak son yıllarda iki yönde olan gelişmeler konutlarda mekanik havalandırma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bunlardan birincisi yapı tekniğindeki değişimlerdir. Örneğin giydirme cephe yapılarda doğal yolla ve pencerelerin açılması ile havalandırma imkanı ortadan kalkmaktadır. Ayrıca yüksek yapılarda binanın basınç dengesinin bozulmaması için pencere doğramalarının sızdırmazlığı ve kontrolsüz açılmasının engellenmesi önem verilen hususlardan birisidir. Ayrıca rüzgar etkisi nedeni ile, yüksek yapılarda pencerelerin açılması istenmez. İkinci ve daha genel olan mekanik havalandırma zorunluluğu ise yapılarda enerji tasarrufu ile ilgili alınan önlemlerden kaynaklanmaktadır. Binaların iyi izole edilmiş binalar olması nedeniyle yaşam mahallerinde taze hava ihtiyacı oldukça önemli hale gelmiştir. 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 artıracığı unutulmamalıdır. Tablo 7.3'de Almanya'da yıllara bağlı olarak konutlarda yönetmelikler gereği ısı kaybı değerlerinde meydana gelen düşmeler işaret



Şekil 7.2 ÇATI ARASI KANAL DAĞITIMI

edilmiştir. Isı kayıplarındaki bu düşmeler hem ısı yalıtımının artırılması ile iletimle, hem de yapının sızdırmazlığını artırarak enfiltrasyonla olan ısı kaybında meydana getirilmiştir. 1970 yılında yıllık 75 kWh/m² olan müsaade edilen enfiltrasyon kaybı 1990 yılında doğal havalandırmada yıllık 58 kWh/m² değerine indirilmiştir.

Bu durum, yapıdaki doğal havalandırmada ortaya çıkan kısıtlamaları göstermektedir. Pencerelemlerin sızdırması günümüzde klasik pencerelerin %10'ları mertebesine indirilmiştir.

Doğal havalandırma miktarlarında yapılan büyük indirimler, diğer yandan iç hava kalitesi sorununu ortaya çıkarmıştır. İç mekanlarda çeşitli bakteri ve mantarların ortaya çıkması, oksijen yetersizliği, ter ve sigara kokusu, buhar oluşumu, eşya ve yapı malzemelerinden yayılan gazlar gibi olumsuz faktörlerin artması iç hava kalitesinin düşmesine, hastalıklara ve rahatsızlıklara neden olmuştur. Bu nedenlerle bölümün başında da sözü edildiği gibi enerji tasarrufu önlemlerinden daha baskın olarak iç hava kalitesi önlemleri ABD başta olmak üzere uygulanmaya başlanmıştır. Bu önlemler konutlarda da mekanik havalandırmayı gerekli hale getirmektedir. 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 genelinin 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.). Konutlarda gerekli havalandırma, hava beslemesi 7,5 l/s değerinden az olmamak şartı ile, saatlik hava değişimi sayısı $n = 0,5-1$ l/h değerleri arasında olursa yeterli kabul edilmektedir. Küçük hacimlerde veya sigara içilmesi halinde saatte 1 hava değişimi daha uygundur.

7.1.3. KONUTLARDA MEKANİK HAVALANDIRMA

Konutlarda merkezi mekanik havalandırmada, oturma ve yatak odalarına filtre edilmiş, kışın ısıtılan dış hava üflenir; egzoz havası ise mutfak, tuvalet ve banyolardan çekilir. Eğer taze havanın egzoz havası ile ısıtılması için bir ısı geri kazanım cihazı kullanılırsa, havalandırma için harcanan enerjiden yarıdan fazla tasarruf edilebilir. Tek katlı veya villa tipi evlerde ısı geri kazanımlı havalandırma tesisatı daha kolay kurulabilir.

Tek katlı evlerde mutfak davlumbazına bağlanabilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazların özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Karşılıklı klapeler sayesinde pişirme sırasında diğer bölgelerden emilen hava azaltılırken, davlumbazdaki çekilen hava debisi artırılabilir.
- Soğuk havalarda donma emniyeti olarak ortam havasından karışım yapılabilir.
- Ayrıca soğuk havanın ısıtılması için sıcak su bağlantısı yapılmalı veya elektrikle ısıtma yapılmalıdır.
- Bu sistemlerde yazın sadece egzoz yapılarak besleme fanı enerjisinden tasarruf sağlanabilir.
- Bu cihazlarda kontrollü havalandırma, yemek pişirmelerde hava emiş ayarı, ısı geri kazanımı, düşük gece işletmesi gibi özellikler bulunur.
- Bu tür mekanik merkezi havalandırma sistemlerinde ses problemi ve hava kanallarının yerleşimi sakınca yaratmaktadır.
- Özellikle prefabrik evlerde, döşeme altından geçen yassı kanallarla havalandırma yapılması mimari açıdan uygun bir çözüm oluşturmaktadır
- Çok katlı apartman tipi konutlarda ise en uygun çözümlerden biri, iki dikey ana kanal ile bütün dairelere ulaşmaktadır. Besleme ve egzoz fanları çatıda yerleştirilir. Her daireye ana kanallardan bir besleme havası kanalı, bir de egzoz havası kanalı girer. İkisi arasında her daireye ait ısı geri kazanma cihazı yerleştirilebilir. Ayrıca besleme havası ısıtması bu cihazdan sonra yapılır. Daire içinde kanal dağıtımı asma tavan içinden veya yükseltilmiş döşeme altından gerçekleştirilebilir.

	Tek Katlı				Çok Katlı			
	1970 DIN 4108	1980 WSVO 77	1990 WSVO 82/84		1970 DIN 4108	1980 WSVO 77	1990 WSVO 82/84	
Isı geri kazanma ϕ	Yok	Yok	Yok	0,6	Yok	Yok	Yok	0,6
q W/m ²	150	85	65	45	95	60	48	26
q kWh/m ² - yıl	255	145	110	75	160	100	80	45
q_l kWh/m ² - yıl	75	58	58	23	75	58	58	23
q_t kWh/m ² - yıl	180	87	52	52	85	27	22	22
q_t = Transmisyonla ısı kaybı q_l = Havalandırma ile ısı kaybı								

Tablo 7.3. YILLARA GÖRE KONUTLARDA ISI KAYBININ YÖNETMELİKLER UYARINCA DEĞİŞİMİ

Yine oturma odası, yatak odası gibi hacimlere sadece besleme havası verilirken; mutfak, tuvalet, banyo gibi hacimlerden sadece egzoz havası emilir.

- -4 °C'ın altındaki dış sıcaklıklarda plakalı tip ısı değiştirgeçlerinde donma nedeniyle tıkanmalar olabilir. Bu nedenle bu tip cihazlarda ortam havası by pass yapılarak giriş havası sıcaklığı yükseltilme imkanı olmalıdır.

Mal sahibinin istekleri doğrultusunda daha basit veya daha karmaşık sistemler oluşturulabilir. Aynı şekilde farklı bölgelerde, farklı zamanlarda daha fazla ve daha az havalandırma imkanı yaratılabilir. Örneğin geceleri sadece yatak odalarının havalandırmasının çalıştırılması mümkündür. Tek katlı evlerde mutfak davlumbazına bağlanabilen ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları kullanılabilir. Şekil 7.4'de böyle bir sistem gösterilmiştir. Karşılıklı klapeleler sayesinde pişirme sırasında diğer bölgelerden emilen hava azaltılırken, davlumbazdan çekilen hava debisi artırılmaktadır. Soğuk havalarda donma emniyeti olarak, ortam havasından karışım yapılabilir. Ayrıca soğuk havanın ısıtılması için sıcak su bağlantısı yapılmalı veya elektrikle ısıtma yapılmalıdır.

7.1.4. KONUT MUTFAK HAVALANDIRILMASI

Konutlarda yemek pişirmeden kaynaklanan buhar ve kokuların dışarı atılması için en yaygın kullanılan yöntem ocak üstü aspiratörlerdir. Aspiratör debisi 360 m³/h değerini sağlayabilmelidir. Türk tipi mutfaklar için daha uygun olan hava debisi 620 m³/h değerine kadar çıkabilmelidir. Debi ayarlanabilir olmalıdır. Aspiratör baca bağlantısında Ø125 yuvarlak metal kanal kullanılmalıdır (Şekil 7.5).

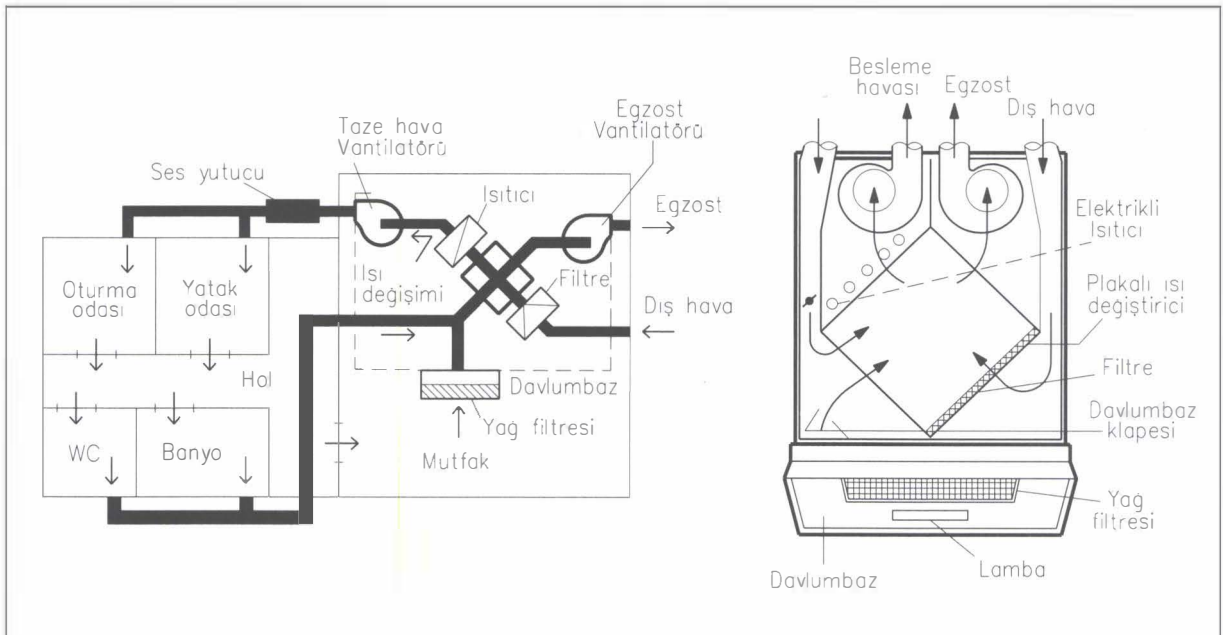
Esnek alüminyum kanallar kir toplanması nedeni ile önerilmez. Bu amaçla yaygın kullanılan Ø100 PVC borular ise yangın tehlikesi ve ses nedeniyle, kesinlikle kullanılmamalıdır. Yemek pişirme sonucu filtre ve baca bağlantısında biriken yağ tabakası, ocaktan ulaşan bir kıvılcım ile tutuşabilir. Filtre kağıdı ve yanabilen bir malzeme olan PVC kanal, önemli bir yangın potansiyeli oluşturur. Bu nedenle mutfak egzoz sisteminde galvanizli saçtan imal edilmiş contalı sızdırmaz yuvarlak kanalların kullanımı önerilir. Bacanın da tuğla baca yerine galvanizli saçtan yapılmış, yuvarlak tip contalı baca olması tavsiye edilir. Çünkü aspiratör bacaya bastığı için mutfak bacasında pozitif basınç hüküm sürer. Bu artı basınç altında tuğladaki çatlak ve derz aralarından koku yaşam mahallerine sızar. Baca sızdırmaz biçimde birleştirilmiş metal kanal olursa, böyle bir sızma olmayacaktır.

Havalandırma kanalı 2 mm DKP sacdan yapılmalı PVC malzeme, yanıcı olduğu için kullanılmamalı, bağlantılar kaynaklı veya flanşlı yapılmalı, bağlantılar flanşlı yapılacaksa, amyant conta kullanılmalı, üzerine 50 mm veya daha kalın taş yünü sarılmalı, daha sonra alüminyum folyo ve alüminyum levha ile kaplanmalıdır (tutuşma riskini azaltmak için).

Dirseklerden sonra temizleme kapağı olmalıdır. Bu kapak yine amyant contalı olmalıdır. Mutfaklarda aspiratörü, kanalla dışarı uzatarak binanın dışına koymak daha doğrudur.

Avantajları;

- Ses dışarıda kalacaktır.
- Kanal eksi basınçta olduğundan kanaldan dışarıya sızmalar olmayacaktır. Sızma kanal içine doğru olacaktır.



Şekil 7.4. TEK KATLI KONUTLAR İÇİN MERKEZİ HAVALANDIRMA CİHAZI

Dolap içinde kalıyorsa havalandırma aspiratörünün alt noktası yerden 1,60 m olabilir. Fırından taşma varsa bu yükseklik biraz daha fazla olmalıdır.

Mutfaklarda hava değişimi 20 defa olmalıdır (Ancak hesap dahlumbazın boyutlarına göre yapılmalıdır.).

Banyolarda ve mutfaklarda havalandırma kapının ters köşesinden yapılmalı, fırın ve küvet de bu bölgeye konulmalıdır.

Bacalar ideal halde bağımsız olmalıdır. Yani her dairenin bağımsız bacası olmalıdır.

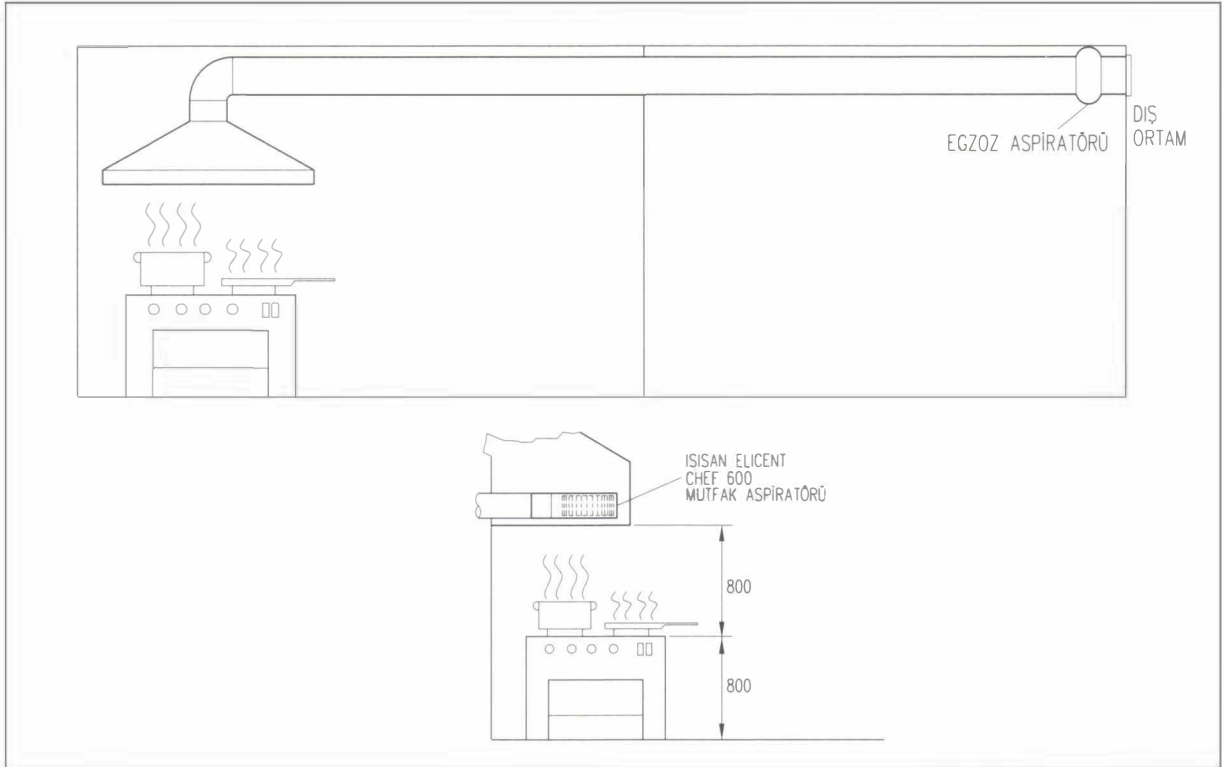
Genellikle apartmanlarda ortak baca kullanılır. Ortak bacalar kokunun bir kattan diğerine taşınmaması için mutlaka şönt baca biçiminde olmalıdır. Katlar arası yükseklik dikkate alındığında, şönt baca uzunluğu 2 m mertebesinde olmalıdır. Dolayısı ile aspiratör kanalının bağlandığı şönt baca yaklaşık 2 m yükseldikten sonra ortak ana bacaya açılmaktadır. Böyle bacalarda, aynı ana ortak bacaya üst üste 7 kattan fazla şönt baca bağlanmamalıdır. Dolayısı ile 7 katın üzerindeki apartmanlarda birden fazla ana ortak baca olacaktır. Şekil 7.6.A, B, C’de görülen örneklerde 7, 14 ve 21 katlı apartmanlarda yuvarlak kanal ve fittingsten oluşan şönt baca çözümleri ve ölçüleri verilmiştir.

Tablo 7.7’de ise 20 kata kadar apartmanlarda hesaplanan şönt baca ve ana baca çapları ile ana baca sayıları ve her ana bacaya bağlanacak şönt baca sayıları verilmiştir. Doğal hava girişi için mutfak kapısı altında yeterli açıklık bulunmalıdır.

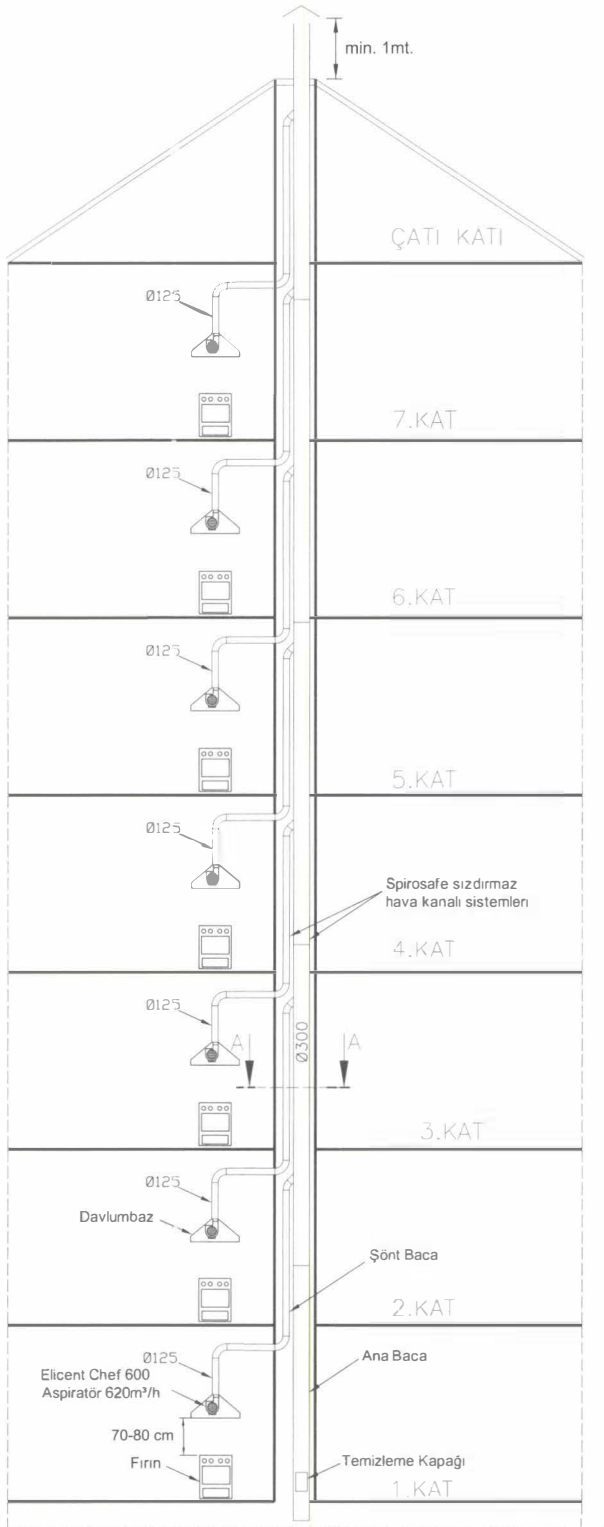
7.1.5. KONUT BANYO VE TUVALET HAVALANDIRILMASI

Banyo buharları mantar oluşumuna, aynaların kararmasına ve metalik yüzeylerin paslanmasına neden olur. Ayrıca tuvaletlerdeki kokunun eve yayılması istenmez. Bu nedenle kullanılacak banyo aspiratörleri küvet üzerine yerleştirilmeli ve buharın ortama yayılmadan dışarı atılması sağlanmalıdır. WC aspiratörü ise klozet üzerine yerleştirilmelidir. Banyo ve tuvaletlerde kesintili çalışan sistemlerde hava debisi 90 m³/h tavsiye edilmektedir. Sürekli çalışan sistemlerde ise debi 36 m³/h değerine düşebilir. Buna göre banyo ve tuvalet havalandırması için iki yöntem mevcuttur. Birinci yöntem merkezi bir aspirasyon sistemi kurmaktır. Burada bir çatı aspiratörüne bağlı olan kanal sistemi her banyo veya tuvaletten bir menfezle kirli hava toplar. Bu sistem sürekli çalışır. Diğer yöntemde ise her banyoda bir aspiratör bulunur. Aspiratörler ortak havalandırma bacasına bağlanmalıdır. Bu ortak şönt baca sistemi aynen mutfakta anlatılan gibidir. Sadece hava debisi ve boyutlar farklıdır.

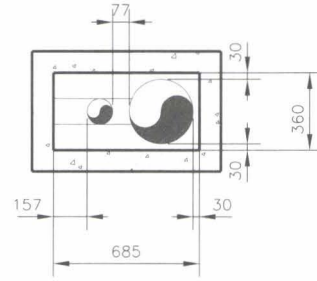
Tablo 7.8’de banyolar için yine 20 kata kadar şönt ve ortak ana baca ölçüleri verilmiştir. Bu hesaplarda banyo aspiratör debileri 100 m³/h değerinde alınmıştır. Eğer şönt baca oluşturulamıyorsa ve banyo aspiratörü doğrudan havalandırma şaftına bağlanıyorsa, bu durumda aspiratör çıkışına Ø100 PVC dirsek bağlanarak hava yukarı doğru yönlendirilir. Duvar ve cam tipi banyo ve WC aspiratörleri ve kanal tipi banyo ve WC aspiratörlerinde debi 50 m³/h ile 320 m³/h arasında değişmektedir.



Şekil 7.5. MUTFAK ASPİRATÖRÜNÜN KANALLA YANDAN DIŞARI BAĞLANMASI



A-A Kesiti

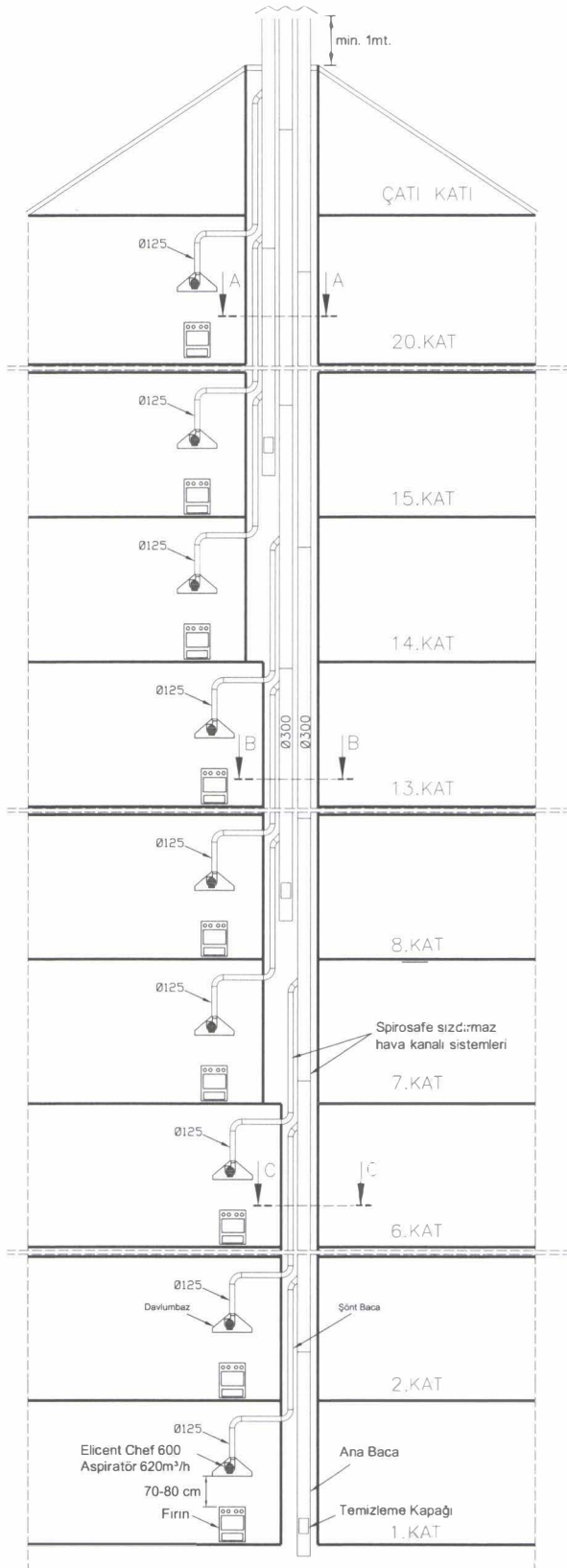


Minimum şaft ölçüsü
685mmX360mm

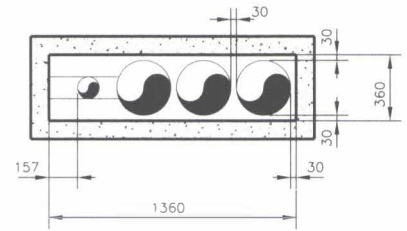
NOT:

- 1- Aspiratör çıkışından itibaren hava kanallarında artı basınç oluşacağından diğer katlara koku dağılmaması için hava kanalları mutlaka sızdırmaz olmalıdır. Spirosafe yuvarlak sızdırmaz hava kanalları ile tam sızdırmazlık sağlanır.
- 2- Kanallarda yangın riskinden dolayı kesinlikle PVC boru kullanılmamalıdır.
- 3- Tuğladan veya briketten şönt bacalar sızdırma riskleri ve yüzey pürüzlülüğü (pislik yuvası) nedeniyle kullanılmamalıdır.
- 4- Şönt baca ana bacaya yatayda 45°- 60° açı ile bağlanmalıdır.

Şekil 7.6A. 7 KATLI BİNADA ŞÖNT MUTFAK BACASI UYGULAMASI

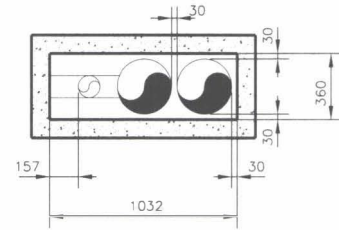


A-A Kesiti



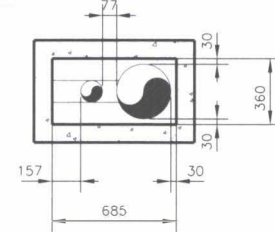
Minimum şaft ölçüsü
1360mmX360mm

B-B Kesiti



Minimum şaft ölçüsü
1032mmX360mm

C-C Kesiti



Minimum şaft ölçüsü
685mmX360mm

NOT:

- 1- Aspiratör çıkışından itibaren hava kanallarında artı basınç oluşacağından diğer katlara koku dağılmaması için hava kanalları mutlaka sızdırmaz olmalıdır. Spirosafe yuvarlak sızdırmaz hava kanalları ile tam sızdırmazlık sağlanır.
- 2- Kanallarda yangın riskinden dolayı kesinlikle PVC boru kullanılmamalıdır.
- 3- Tuğladan veya briketten şönt bacalar sızdırma riskleri ve yüzey pürüzlülüğü (pislik yuvası) nedeniyle kullanılmamalıdır.
- 4- Şönt baca ana bacaya yatayda 45°-60° açı ile bağlanmalıdır.

Şekil 7.6C. 21 KATLI BİNADA ŞÖNT MUTFAK BACASI UYGULAMASI

Kat Sayısı	Şönt Baca		Ana Baca		Ana Baca Sayısı	Ana Bacaya Bağlanan Kat Sayısı
	Kesiti	Çapı	Kesiti	Çapı		
	cm ²	cm	cm ²	cm		
2	123	12.5	490	25	1	2
3	123	12.5	625	28	1	3
4	123	12.5	700	30	1	4
5	123	12.5	700	30	1	5
6	123	12.5	700	30	1	6
7	123	12.5	700	30	1	7
8	123	12.5	700	30	2	4 + 4
9	123	12.5	700	30	2	4 + 5
10	123	12.5	700	30	2	5 + 5
11	123	12.5	700	30	2	5 + 6
12	123	12.5	700	30	2	6 + 6
13	123	12.5	700	30	2	6 + 7
14	123	12.5	700	30	2	7 + 7
15	123	12.5	700	30	3	5 + 5 + 5
16	123	12.5	700	30	3	5 + 5 + 6
17	123	12.5	700	30	3	5 + 6 + 6
18	123	12.5	700	30	3	6 + 6 + 6
19	123	12.5	700	30	3	6 + 6 + 7
20	123	12.5	700	30	3	6 + 7 + 7

Tablo 7.7. MUTFAK HAVALANDIRMASI İÇİN 20 KATA KADAR ŞÖNT BACA ÖLÇÜLERİ

Kat Sayısı	Şönt Baca		Ana Baca		Ana Baca Sayısı	Ana Bacaya Bağlanan Kat Sayısı
	Kesiti	Çapı	Kesiti	Çapı		
	cm ²	cm	cm ²	cm		
2	100	10	350	20	1	2
3	100	10	350	20	1	3
4	100	10	350	20	1	4
5	100	10	350	20	1	5
6	100	10	350	20	1	6
7	100	10	350	20	1	7
8	100	10	350	20	2	4 + 4
9	100	10	350	20	2	4 + 5
10	100	10	350	20	2	5 + 5
11	100	10	350	20	2	5 + 6
12	100	10	350	20	2	6 + 6
13	100	10	350	20	2	6 + 7
14	100	10	350	20	2	7 + 7
15	100	10	350	20	3	5 + 5 + 5
16	100	10	350	20	3	5 + 5 + 6
17	100	10	350	20	3	5 + 6 + 6
18	100	10	350	20	3	6 + 6 + 6
19	100	10	350	20	3	6 + 6 + 7
20	100	10	350	20	3	6 + 7 + 7

Tablo 7.8. BANYO HAVALANDIRMASI İÇİN 20 KATA KADAR ŞÖNT BACA ÖLÇÜLERİ

Banyo-WC hacminde 10-15 hava değişimi yeterlidir. Banyo aspiratörü kullanıldığında banyo penceresi kapalı tutulmalı ve kapı altında hava girişi için yeterli boşluk bırakılmalıdır. Aspiratör elle kumandalı olabileceği gibi aydınlatma düğmesine de bir zaman rölesi üzerinden bağlanabilir. Banyo aspiratörü duş hacminden, WC aspiratörü klozet üzerinden hava emmelidir. Böylece yoğuşmanın banyo içine dağılması önlenmiş olur. Daha büyük hacimlerin havalandırmasında modele göre 300-1.400 m³/h debisi olan camı ve duvara takılabilen aspiratörler kullanılabilir. Merkezi aspirasyon için ise kanal tipi radyal aspiratör kullanılabilir.

7.1.5.1. Evsel Aspiratörlerin Banyo ve Duşlarda Güvenli Kullanım Bölgeleri

Binaların elektrik tesisatı uluslararası normu IEC 364-7-701.32 banyo ve duşlarda riskli bölgeleri belirtmiştir. Bu bölgelerin sınıflandırılması *şekil 7.9*'da gösterilmiştir. Standart korumaya sahip fanlar şekilde gösterilen Zon 0, Zon 1 ve Zon 2'de kullanılmamalıdır. Standart banyo aspiratörleri ancak Zon 3 olarak gösterilen bölgeye yerleştirilebilir. Ancak koruma sınıfı IPX4 olan fanlar Zon 2'ye yerleştirilebilir. Zon 1 ve Zon 2 bölgelerine yerleştirilecek fanlar 12 V alternatif akım veya 30 V doğru akım değerlerini aşmayan voltajda çalışmalıdır.

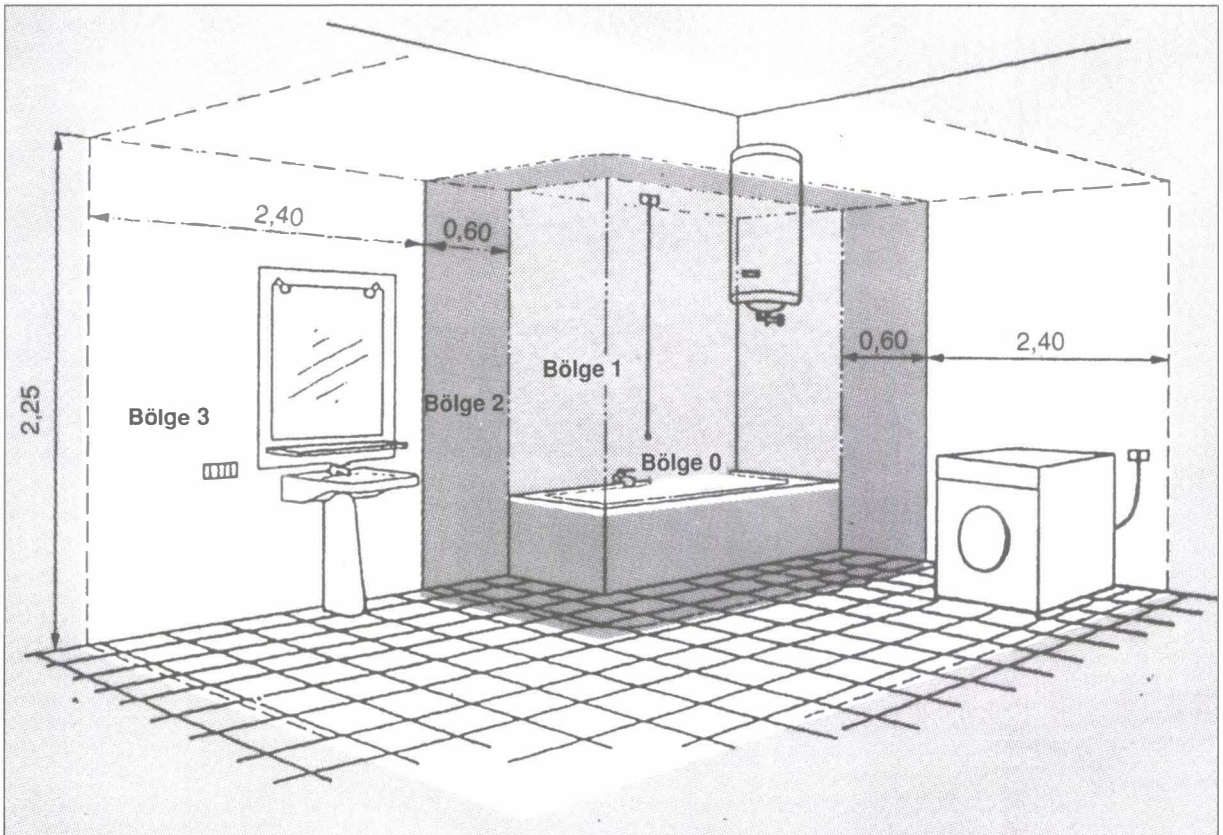
Bu fanlar izolasyonlu transformatörlere bağlanarak çalışmaktadır. Bu transformatörler Zon 0-1-2 dışındaki bölgelere monte edilmeli ve aspiratör bağlantısı yapılmalıdır. 12 V alternatif akım fanlar banyo ve duşun istenen her yerine (Zon 1), hatta duş alanı içine veya duş veya küveti kullanan kişinin ulaşabileceği yerlere rahatlıkla monte edilebilir. Zon 3 bölgesine yerleştirilen transformatör sayesinde bu fanlar 230 V ana elektrik hattına bağlanabilir.

7.1.5.2. Konut Çamaşır Odası Havalandırması

Eğer konutlarda merkezi havalandırma yapılmıyorsa ve ayrı bir çamaşır odası varsa, burası için de ayrı bir egzoz aspiratörü konulmalıdır. Çamaşır odası aspiratörleri banyo aspiratörleri ile benzer biçimde monte edilmelidir. Aspiratör kapasitesi olarak 10 l/s (36 m³/h) değeri yeterlidir. Bu aspiratörlerin sadece çamaşır yıkama halinde değil, sürekli çalıştırılmaları tavsiye edilir. Ayrıca özellikle çamaşır odalarında paket nem alma cihazları kullanımı tavsiye edilir.

7.1.5.3. Sauna Havalandırması

Konut tipi yapılarda saunalarda mekanik bir egzoz havalandırması imkanı olmalıdır. Seans bittikten sonra saunanın havalandırılması gerekir. Bu amaçla kesintili çalışacak bir egzoz aspiratörü tesis edilmelidir.



şekil 7.9 BANYO VE DUşLARDAKİ RİSKLİ BÖLGELER

Elle kumandalı olarak kullanılacak bu aspiratör debisi 25 l/s (90 m³/h) değerinde seçilebilir. Tesis biçimi banyo aspiratörlerine benzer.

7.1.6. KONUTLARDA ENERJİ

GERİ KAZANMA

Tablo 7.3'te görüldüğü gibi sağlık nedenleri ile fazla indirilemeyen havalandırma ısı kayıpları, iletimle olan kayıplara göre çok büyük kalmıştır. 1970'te 75/180 olan oran, 1990'da 58/22 değerine yükselmiştir. Havalandırma ısı kayıplarını azaltırken iç hava kalitesini artırmanın tek yolu ısı geri kazanmalı mekanik havalandırma sistemleri olarak görülmektedir. Bu sistemde gerek tek konutlarda ve gerekse apartman tipi konutlarda, besleme ve egzoz kanalları arasına bir ısı geri kazanma ünitesi konulmakta ve bu üniteye soğuk besleme havası, sıcak egzoz havası ile ön ısıtılmaktadır. Isı geri kazanma etkenliği %60 olan bir ısı geri kazanma ünitesi ile, havalandırma ile olan yıllık ısı kaybı 58 kWh/m²'den 23 kWh/m² değerine indirilebilmektedir (burada verilen değerler Almanya şartlarında 1.700 saatlik tam yükte çalışma hali içindir). Isı geri kazanımı için konutlarda daha çok plaka tipi değiştiriciler tercih edilmektedir. Almanya'da yönetmeliğe uygun 100 m² bir apartman dairesinde ısı geri kazanımlı bir mekanik havalandırma düşünüldüğünde, gerekli ısıtma kapasitesi 2,6 kW olmaktadır ki bu gücü elektrikle ısıtma ile bile sağlamak mümkündür ve yıllık elektrik enerjisi maliyeti Almanya şartlarında yaklaşık 200 EUR olmaktadır.

7.1.7. KAZAN DAİRELERİNİN

HAVALANDIRMASI

Apartman kazan daireleri havalandırmasında,

- Yakma havası ihtiyacının karşılanması
- Kazan dairesinin havalandırılması ihtiyacının karşılanması

olmak üzere iki ihtiyacın toplamı ele alınır. Gerekli havalandırma doğal yolla veya fanlarla zorlanmış olarak gerçekleştirilir.

a. Tamamen Mekanik Havalandırma: Hem temiz hava temini hem de pis havanın egzoz edilmesi fanlarla sağlanır. Egzoz fanı debisi kazan dairesinin havalandırılması için gerekli olan hava debisinde, besleme fanı ise bu debiye yanma için gerekli hava debisinin ilavesi ile bulunan debide seçilmelidir. Dolayısı ile temiz hava fanı, egzoz fanının en az %25 üzerinde bir debiye sahip olmalıdır. Kazan dairesi mekanik havalandırılması için saatte 5 hava değişimi yeterli kabul edilebilir. Mekanik havalandırma yapıldığında fanlardan birisi bile çalışmıyorsa brülörün de çalışmaması garanti altına alınmalıdır.

b. Doğal Havalandırma: Kazan dairesine doğal olarak temiz hava girişi için döşemeden en fazla

50 cm yükseklikte bir hava giriş menfezi bulunmalıdır. Alt temiz hava giriş menfezi net kesit alanı:

$$F = 4,5 (Q + 60) \text{ cm}^2$$

Burada, Q (kW) kazan dairesi toplam ısı gücüdür. Kazan dairesinden pis hava çıkışı için tavandan en çok 40 cm aşağıda ikinci bir menfez bulunmalıdır. Üst hava çıkış menfezi net kesit alanı:

$$F = 2,25 (Q + 60) \text{ cm}^2 \text{ olarak hesaplanabilir.}$$

7.2. OFİS BİNALARI

Ofis binaları genellikle çevre ve çekirdek zonlardan oluşur. Çevre zonu için dış duvarlardan 3-3,6 m içeri kadar olan bölgeyi almak mümkündür. Çevre zonunda yükler değişirken, iç zonda yaz-kış değişmeyen iç ısı kazançları hakimdir. Bina çalışma rejimi kesintilidir. Normal çalışma saatleri 8:00 ile 18:00 arasında olurken, bazı bürolarda daha geç saatlere kadar çalışma ihtiyacı olabilir. Kişi yoğunluğu da değişkendir.

Genel büro hacimlerinde kişi başına 7 m² alan normal, özel ofislerde kişi başına 17 m² alan alınabilir. Normal aydınlatma yükleri 10-50 W/m² alınabilir. Bu değer bilgisayar odalarında ve elektronik cihazların olduğu odalarda 50-110 W/m² değerine çıkabilir. Ekipmanların yükü 27 W/m² mertebelerinde alınabilir. Ofis yapılarında esneklik çok önemlidir. İç dekorasyona bağlı olarak cihaz ve menfez yerleşimi mümkün olabilmelidir. Binanın işletim biçimi de sistem seçiminde önemli bir faktördür. Çok katlı tek sahipli ofis veya kat kat ayrı firmalara ait ofis veya daha küçük bağımsız büroların paylaştığı katlardan oluşan ofis blokları farklı sistem tercihlerini gerektirir.

Mimari açıdan bina cephesi çok önemlidir, çünkü cephe binanın konseptinin bir parçasıdır. Bu yüzden mimarlar için cephenin seçilen sistemden ne kadar etkileneceği 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. Ofis binalarında yer kaybı mümkün olduğunca az tutulmaya çalışılmalıdır, bu tip binalarda binanın her m²'si çok pahalıdır. Tesisat shaftlarının mimari projedeki yeri, yerleşimi, boyutları ve kullanımı çok özel bir dikkati ve çalışmayı gerektirir.

Ofis iç mekanlarında çeşitli bakteri ve mantarların ortaya çıkması, oksijen yetersizliği, ter ve sigara kokusu, toz oluşumu eşya ve yapı malzemelerinden yayılan gazlar gibi olumsuz faktörlerin artması iç hava kalitesinin düşmesine, hastalıklara ve rahatsızlıklara neden olmaktadır.

Son yıllarda yapılan binalarda doğrama ve pencelelerde kullanılan malzemelerin kalitesi artmıştır. İç ile dış ortam arasında sızdırmaz yüzeyler olduğundan özellikle büro ve ofis tarzı yerlerde havalandırma problemleri oluşmaktadır. İnsan yoğunluğunun fazla ve sigara içilen ortamlarda hava kalitesinin düşük olması, çalışan insanların performansının düşmesine neden olmaktadır. İnsanlarda bu; kendini uyuşukluk, yorgunluk ve verimsiz çalışma olarak göstermektedir. Mevsim şartları İstanbul gibi olan yerlerde 4 ay süreyle soğutma ihtiyacı olurken, 12 ay boyunca havalandırma ihtiyacı vardır. Havalandırma ihtiyacı bürolardaki pencerelerin açılarak giderileceği düşünülebilir, fakat bunun birçok dezavantajı vardır.

- Öncelikli olarak kontrolsüz hava iç ortama girer, içerideki eşyaların tozlanmasına ve daha çabuk yıpranmasına neden olur.
- Kontrolsüz içeriye alınan hava yazın içerisinin daha sıcak olmasına, kışın ise içerisinin soğumasına neden olmaktadır.

Ofis binaları, çok farklı büyüklüklerde olabilir. Tek bir mal sahibi olan çok katlı ofis binasından başlayıp, 8-10 kişinin çalıştığı küçük ofislere kadar değişen boyutlar söz konusudur. Özellikle yüksek blok ofis binaları iklimlendirmede yakın zamana kadar çift kanallı, endüksiyon veya fan coil ile klima yapılırken; son yıllarda 20.000 m²'den büyük yapılarda VAV sistem tercih edilmektedir. Cam önlerine ayrıca ısıtıcı monte edilmektedir. Daha küçük binalarda ise yine cam önlerine ısıtıcı (termostatik vana monte edilmiş radyatörler) monte edilip, kanal tipi cihazlar kullanılmaktadır. Taze hava her cihaza ayrı ayrı alınabildiği gibi, birkaç merkezde kanal tipi cihazlar ile soğutulup veya ısıtılıp gönderilmekte, egzoz ise merkezi veya zonlara ayrılarak yapılmaktadır. Asma tavanın dönüş havası için plenum olarak kullanılması ısı yükünü, hava miktarını ve ihtiyaç duyulan asma tavan içi yüksekliğini azaltacaktır.

Asma tavan içindeki fan coil sistemleri servis bakım güçlükleri yaratmaktadır. Drenajdan damlama yapabilmektedir. Filtre temizliği için asma tavanın açılması gerekir. En basit problem olarak görülen asma tavan üzerinde kalan teknisyen parmak izi ve kirlilik önemli olabilmektedir. Isıtma mevsiminde sıcak hava aşağı üflendiği için Antalya, Adana gibi şehirler hariç, soğuk bölgelerde eksik konfor ve istenilen biçimde ısınamama söz konusudur.

Hava hızla üflenip yere ulaştırıldığı hallerde ise, aynı menfezden yazın soğuk hava verildiğinde, hava hızla aşağı inmekte ve draft adı verilen soğuk hava akımları insanları rahatsız ve hatta hasta edebilmektedir. Konfor yine kaybolmaktadır. Bu sistemlerin klasik

sorunları ses, servis bakım sıklığı, filtre temizliği ve konfor eksikliğidir. Merkezi sistemlerin başka işletim sakıncası ise, bu sistemleri kısmen çalıştırmanın olanaksızlığıdır. Bu durumda, binanın çalışmadığı tatil günleri, gece saatleri gibi zamanlarda çalışmak isteyen ofislerde klimatizasyon olamayacaktır.

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.

7.2.1. BAĞIMSIZ SİSTEMLERLE OFİS KLİMASI

Belirli büyüklüklere kadar büro ve ofis gibi yerlerde havalandırma ve soğutma işlemi için kanal tipi split klimalar kullanılabilir. Taze hava, klima cihazının arkasından dışarıya açılan bir hava kanalı yardımı ile alınır veya bir booster fan yardımı ile klima cihazı emişine gelir. Dönüş havası ile taze hava karıştırılarak filtre edilir. Yazın soğutulmuş hava kanalları yardımı ile ortama ulaştırılır. Ortama verilen taze hava, egzoz edilen hava miktarından biraz daha fazladır. Bu şekilde ortam (+) basınçta tutulur. Kapı ve doğramalardan fazla hava dışarıya kaçar. Ortama toz girmesi önlenir. Taze hava miktarı sigara içilen ofis ve bürolarda kişi başına 50-60 m³/h sigara içilmeyen ofis ve bürolarda kişi başına 25-30 m³/h alınabilir. Ofislerden egzoz ayrı bir aspiratör ile yapılmaktadır. Egzoz havası varsa depo veya teknik hacimlere basılmalıdır. WC aspirasyonunu koku karışmasını engellemek amacıyla bağımsız bir kanalla veya bağımsız duvar/cam tipi WC tipi aspiratörleriyle yapılmalıdır. Büronun jeneratör odası varsa buradaki sıcak havanın dışarı atılması gerekir. Bu hava dışarıya atılırken yanma havası da tekrar içeriye verilmelidir. Kat yüksekliği 2,6 m olan hacimlerde şartlandırılan hava ortama anemostat yardımıyla verilir. Daha yüksek tavanlarda slot difüzörler veya lineer menfezler kullanılabilir. Bir anemostattan ortama verilen hava miktarı 2 kW (= 7.500 Btu/h) kapasitede olmalıdır ve 3 kW (10.000 Btu/h) değerini aşmamalıdır. Daha fazla kapasitede hava verilirse, ortamda ideal hava dağılımı gerçekleşmez, hız artar, soğuk bölgeler oluşur ve konfor bozulur. Üfleminin mümkün olduğunca cam önlerinden yapılması sağlanmalıdır.

Duvar veya cam tipi split klimalarda duvardan yani tavana göre daha da alt seviyeden ortama verilmesi, bu cihazların altında veya yakınında oturanlarda hasta olma riskini artırmaktadır. Salon

tipi cihazlarda ise, soğuk hava hacme tek bir noktadan verilmekte ve genelde konfor açısından en kötü uygulama örneklerinden birini oluşturmaktadır. Kanal tipi split klima cihazları ile hava ortama homojen olarak dağıtıldığı için ortamda hava hareketi ve ses hissedilmeden konfor sağlanır. Klima cihazının sekreter veya büro çalışanı rahatlıkla çalıştırabilir.

Bağımsız Sistemlerle Ofis Isıtması: Bürolarda yapılan işlerin cinsine bağlı olarak çalışma günleri ve saatleri farklılık gösterebilir. Binanın tüm katları aynı anda dolu olmayabilir. Cihazların çalışma saatleri ve giderlerin paylaştırılması bu tip yerlerde problem olabilir. Büro katlarından oluşan binalarda münferit ısıtma ve soğutma yapmak en ekonomik işletme yöntemidir. Isıtmada yakıt olarak doğal gaz veya LPG kullanılabiliriyorsa ısıtma kapasitesine göre oda ve su sıcaklığına bağlı olarak kapasitesini %0-%100 arasında otomatik olarak ayarlayan %110 verimli duvar tipi yoğunmalı kazan veya kombi cihazları, büyük kapasitelerde ise olabildiğince %110 verimli duvar tipi yoğunmalı kaskad sistemler veya üflemler ve atmosferik brülörlü döküm kazanlar ve oransal brülörler kullanılmalıdır. Eğer yakıt motorin olacaksa dökme dilimli dış hava konpanzasyonlu mavi alev brülörlü sıvı yakıt kazanı kullanılmalıdır.

Günümüzde ısıtmada en çok tercih edilen ve en konforlu sistem radyatörlü ısıtma sistemidir. Isıtma cam altlarına monte edilen ısıtıcılar ile yapılmalıdır. Cam yüzeyinden soğuyarak inen hava ısıtıcılar üzerinden ısınarak yukarıya doğru ilerler. Radyatörler cam altına olabildiğince yaygın olarak yerleştirilmelidir. PKKP tipi panel yerine PK tipi panel radyatör kullanılmalıdır. PK tipi radyatörler kullanılırsa yer kaybı olmaz. Duvardan toplam çıkıntısı 6 cm'dir. Niş içerisine yerleştirilecek radyatörlerin yüksekliği parapet yüksekliğinden en az 15 cm daha az olmalıdır. Pencere altında niş bırakılmamış yapılarda derinliği az olan tipteki radyatörler seçilmelidir. Yer kaybı daha az olacaktır. Radyatörlerle yapılacak ısıtmada servis ihtiyacı olmayacaktır. Toz tutmayan ve kolay temizlenen tipte radyatör seçilmelidir.

Isıtmada borulama döşeme altından yapılabilir. Bu sayede herhangi bir yer kaybı olmaz, dekorasyonu bozmaz. Radyatörlerde mutlaka termostatik vana kullanılmalıdır. Termostatik vanalar ile ortam sıcaklığı istenilen değerde hep sabit kalır.

Ortam sıcaklığının sabitlenmesi konfor ve yakıt ekonomisi sağlar. Özellikle kışın ortam sıcaklığı arttıkça nem oranı da azalır. Nem oranı azaldıkça grip olma ihtimali artar. Termostatik vana kontrolü sayesinde nem oranı da kontrol edilmiş olur. Bölünmüş mahallerden oluşan bürolardan termostatik

kullanımı sayesinde oda bazında sıcaklık kontrolü sağlanmış olur.

Radyatörlü ısıtmaya alternatif olarak heat pump klima cihazları ile ısıtma yapılabilir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken hususlar vardır;

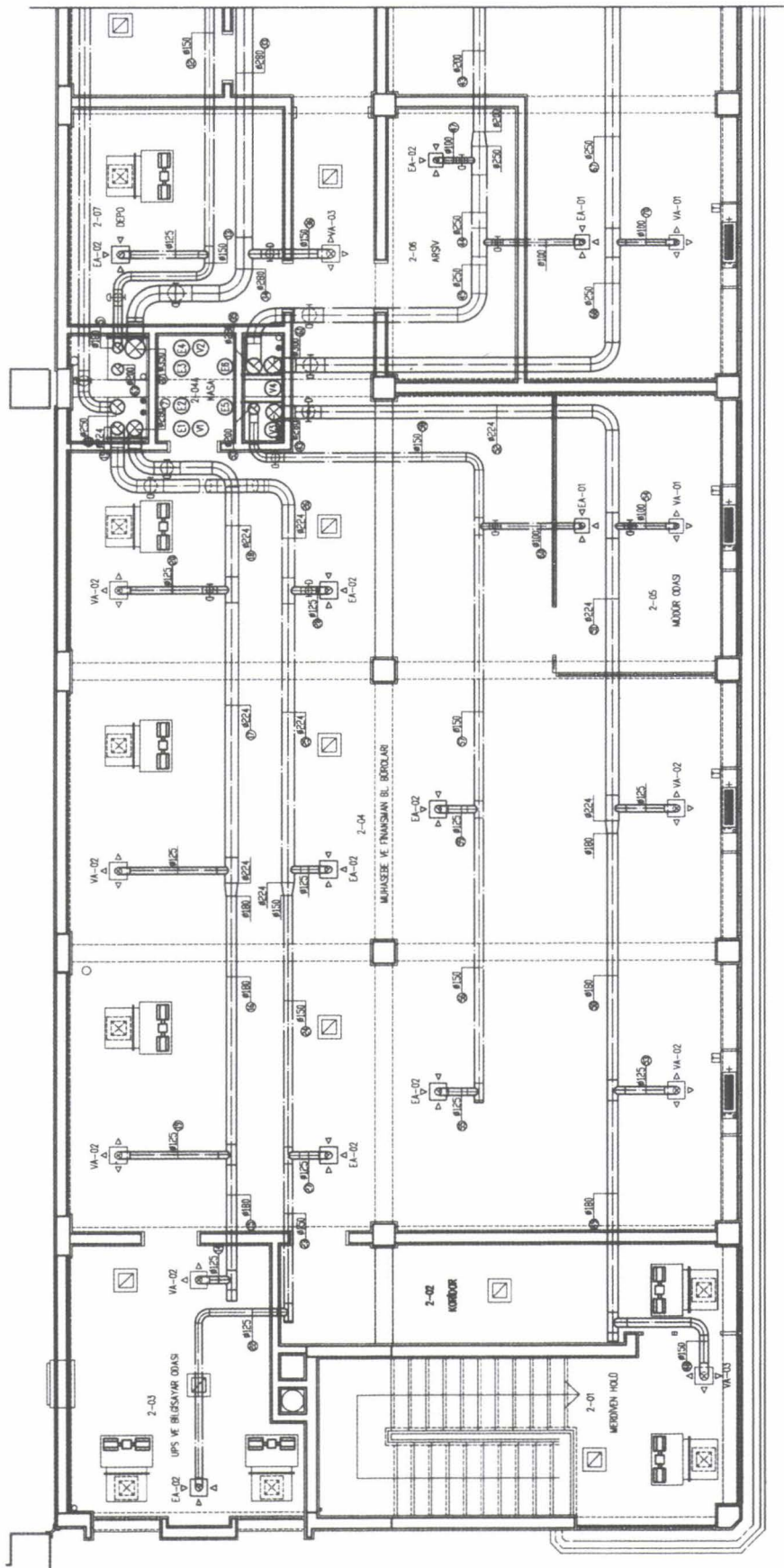
Heat pump cihazlarla ısıtma ancak Ege ve Akdeniz bölgelerinde uygulanabilir. Kışın dış hava sıcaklıklarının düşmesi ile cihaz kapasitesi ve verim düşer. Bu yüzden en soğuk havaya göre cihaz seçilir ve bu da cihaz kapasitesini artırır. Kışın dış üniteye karlanma meydana gelir. Bunun giderilmesi için cihaz defrosta geçer, yani soğutma yapmaya başlar bu da ısıtmanın kesintiye uğramasına neden olur. Defrost anında soğuk hava üflenmemesi için elektrikli ısıtıcı kullanılmalıdır. Ancak elektrikle ısınma pahalı bir yoldur. Isıtma öncelikli yerlerde çatı tipi cihazlar kullanılarak (gaz yakıtlı) heat pump cihazların kullanımındaki olumsuz şartlar ortadan kaldırılır, ancak sıcak hava ile ısıtmada ortam havasının kuruyacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir. Bu yüzden hava ile ısıtma yapılan yerlerde mutlaka nemlendiriciler kullanılmalıdır. Isıtmada oluşan hava hareketi insanların soğuk hissetmesine sebep olur. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta hava üflenir bu da yakıt sarfiyatını artırır. Hava ile ısıtma yapılan yerlerde sıcak havanın yoğunluğu az olduğundan sıcak hava üst kotlarda birikecektir. Sıcak havanın aşağıya yönlendirilmesi için cihaza dönüş mutlaka alt kottan yapılmalıdır.

7.2.2. MERKEZİ SİSTEMLERLE OFİS KLİMASI

Ofis, işyeri, idare binası olarak üç ayrı merkezi uygulama örneği projeleri *Şekil 7.10* ve *Şekil 7.11* gruplarında verilmiştir. *Şekil 7.10A, B, C* ve *D*'de bir idare binası tavan ve döşeme tipi 2 borulu fan coil uygulaması görülmektedir. *Şekil 7.10A*'da fan coil boru bağlantıları planda verilmiştir. Depo, arşiv, koridor gibi genel alanlar tavan tipi fan coil ile; çalışma odaları ise duvar tipi fan coil ile donatılmıştır. *Şekil 7.10B*'de mahallere olan bağımsız taze hava besleme sistemi planda görülmektedir. *Şekil 7.10C*'de duvar tipi ve tavan tipi fan coil bağlantı detayı verilmiştir.

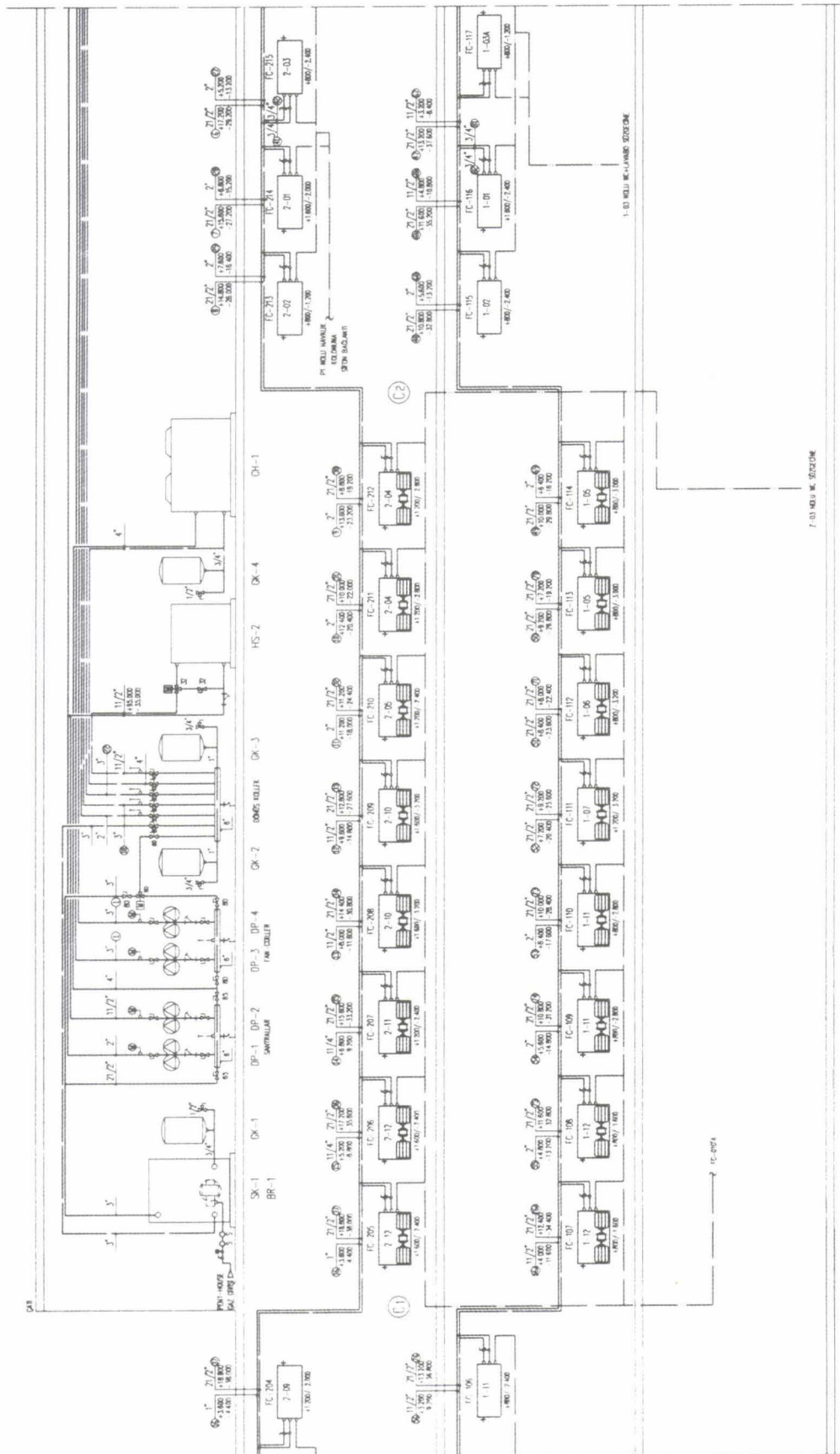
Asma tavan tipi fan coil havayı asma tavan içinden almaktadır. Oda ile asma tavan arası bağlantı ise şekilde görülen boş menfezlerle sağlanmaktadır. *Şekil 7.10D*'de ise sistem kolon şeması verilmiştir. *Şekil 7.11* grubu 4 borulu fan coil uygulanan bir iş merkezi projesine aittir. *Şekil 7.11A, B, C, D* ve *E*'de soğutma devresi şeması ve detayları görülmektedir. Aynı sistemin ısıtma devresi ise, detayları ile birlikte *Şekil 7.11F, G, H* ve *K*'de verilmiştir. *Şekil 7.11L*'de ise fan coil bağlantı detayı görülmektedir.

333

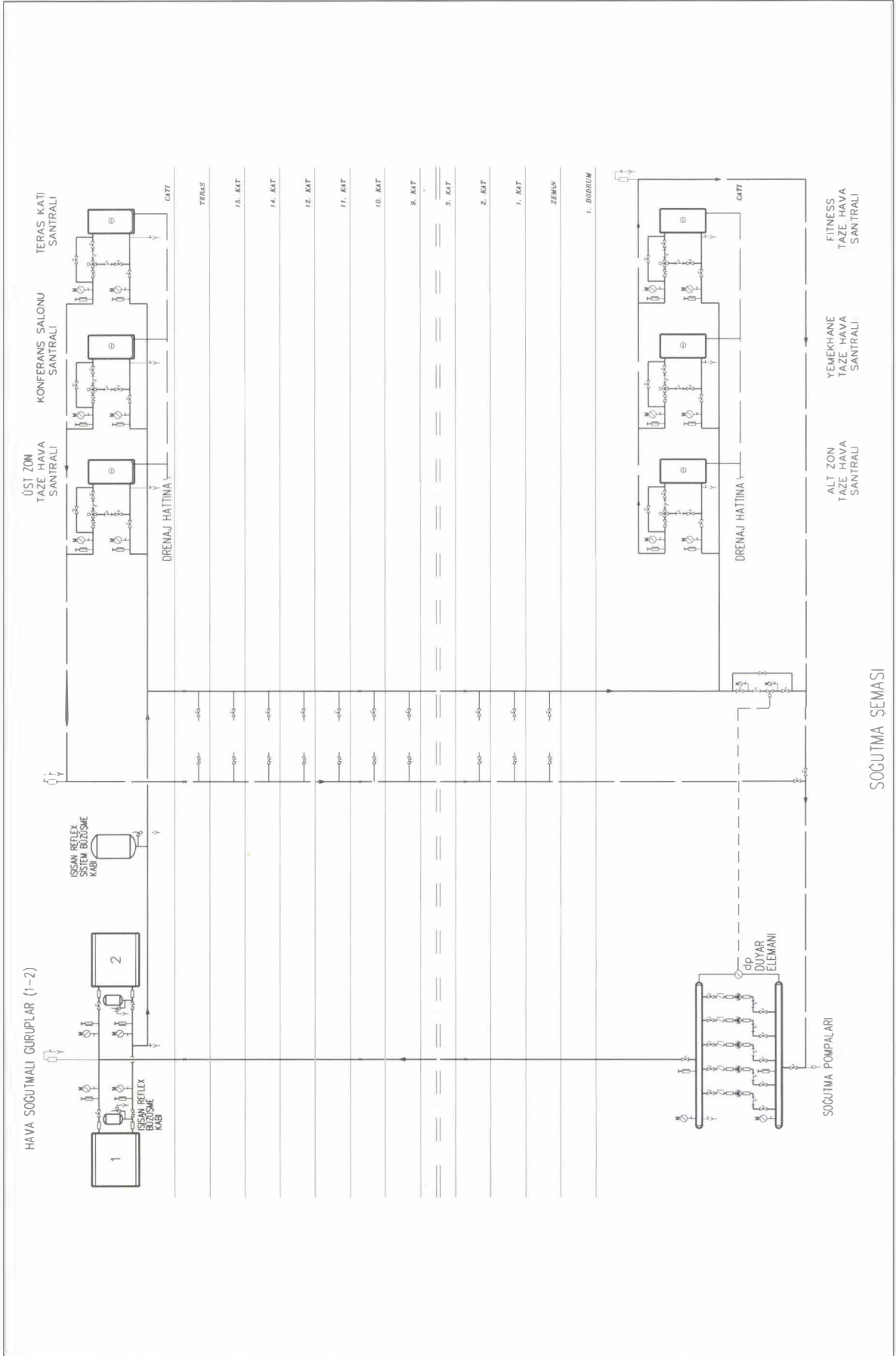


Şekil 7.10B. ÖRNEK OFİS TAZE HAVA BESLEME SİSTEMİ PLAN GÖRÜNÜŞÜ

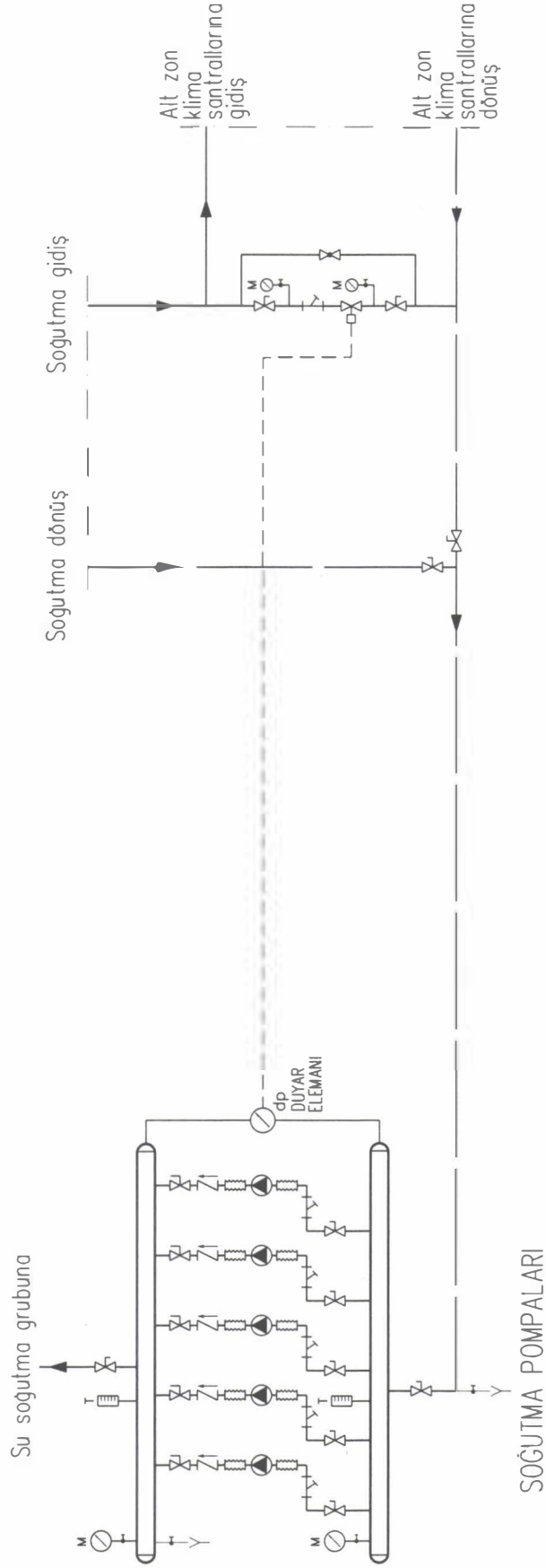




Şekil 7.10D. ÖRNEK OFİS FAN COİL KOLON ŞEMASI



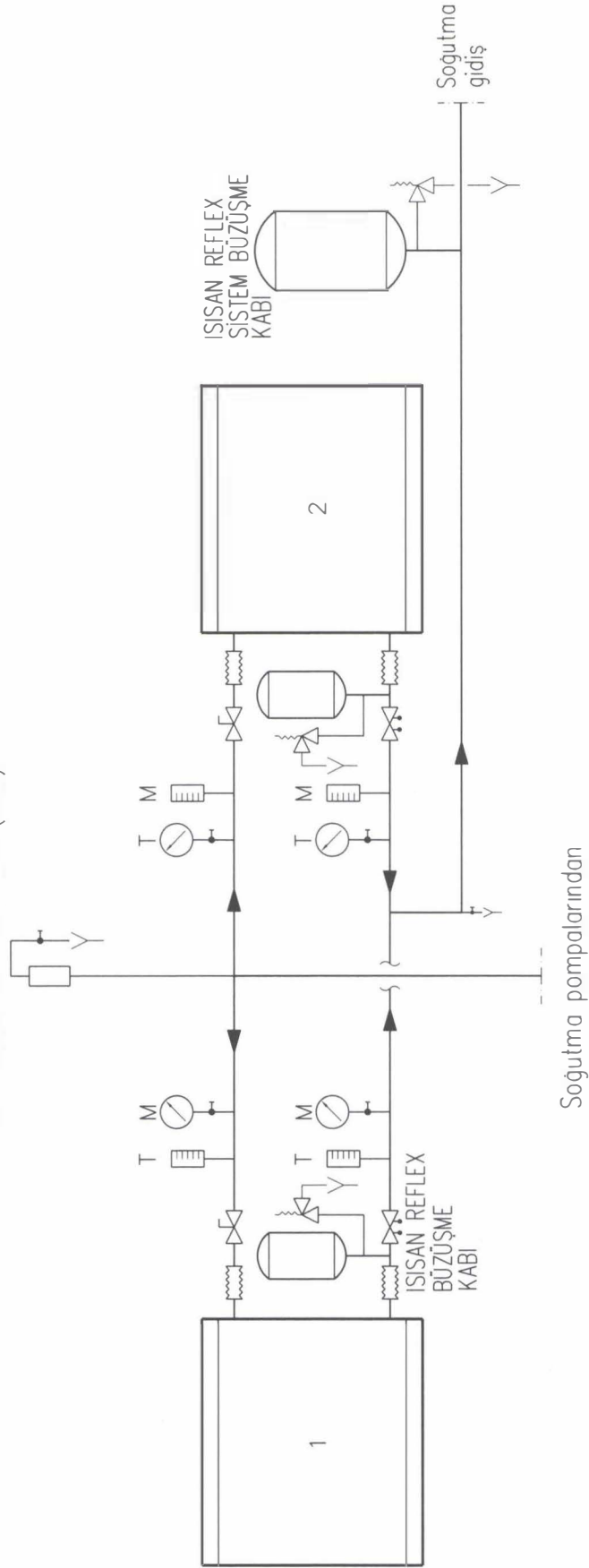
Şekil 7.11A. İş Merkezi 4 Borulu Fan Coil Soğutma Kolon Şeması



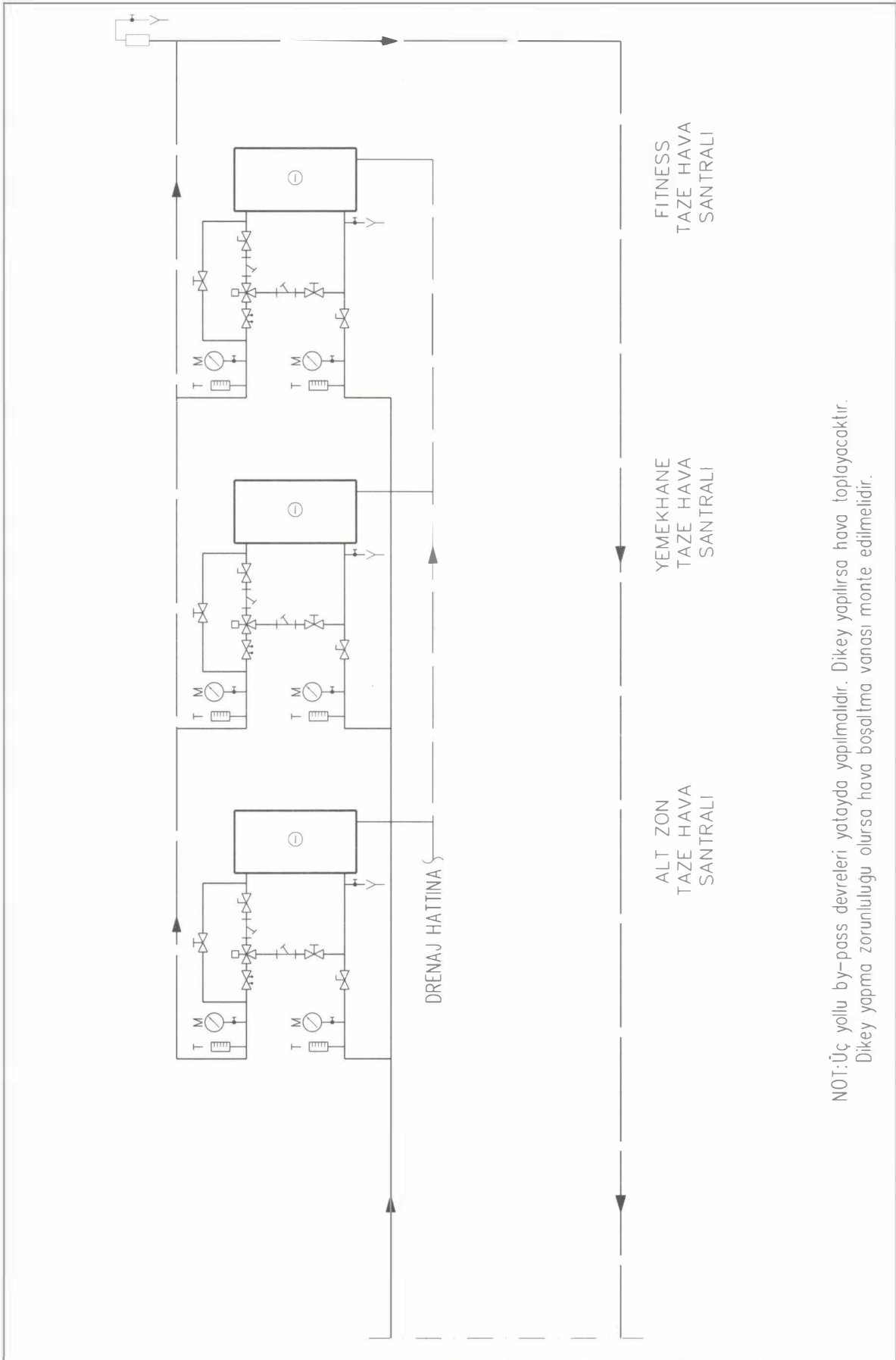
NOT: İki yönlü vana ile kontrol edilen fan-coil sisteminde, iki yönlü vanaların kapatılması ile oluşacak basınç yükselmesini önlemek için gidiş ve dönüş hattı arasında by-pass yapacak iki yönlü motorlu vana kullanılabilir.

Şekil 7.11B. TESİSAT MERKEZİ SOĞUTMA BAĞLANTI ŞEMASI

HAVA SOĞUTMALI GRUPLAR (1-2)

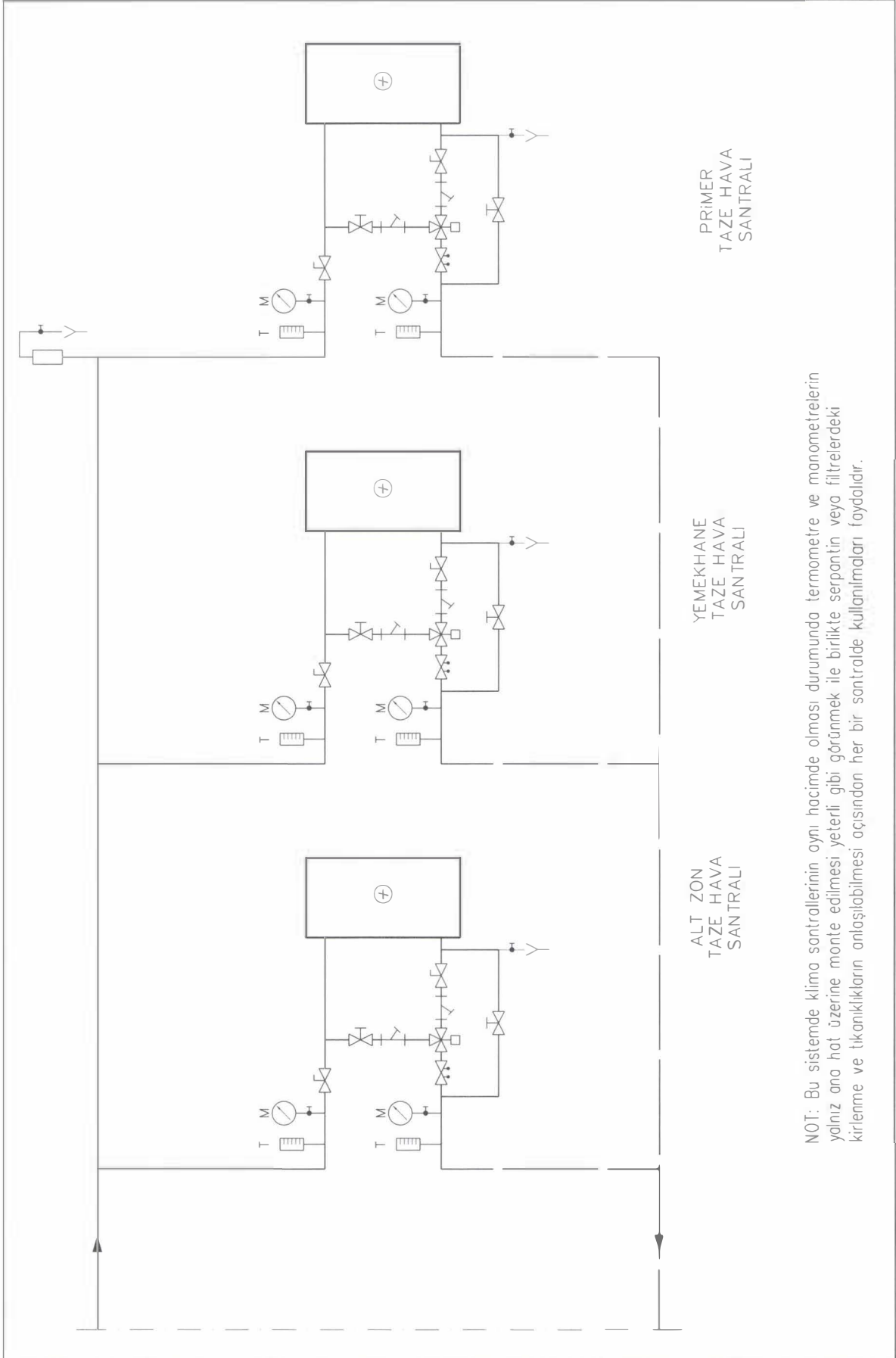


Şekil 7.11C. SOĞUTMA GRUP BAĞLANTI ŞEMASI



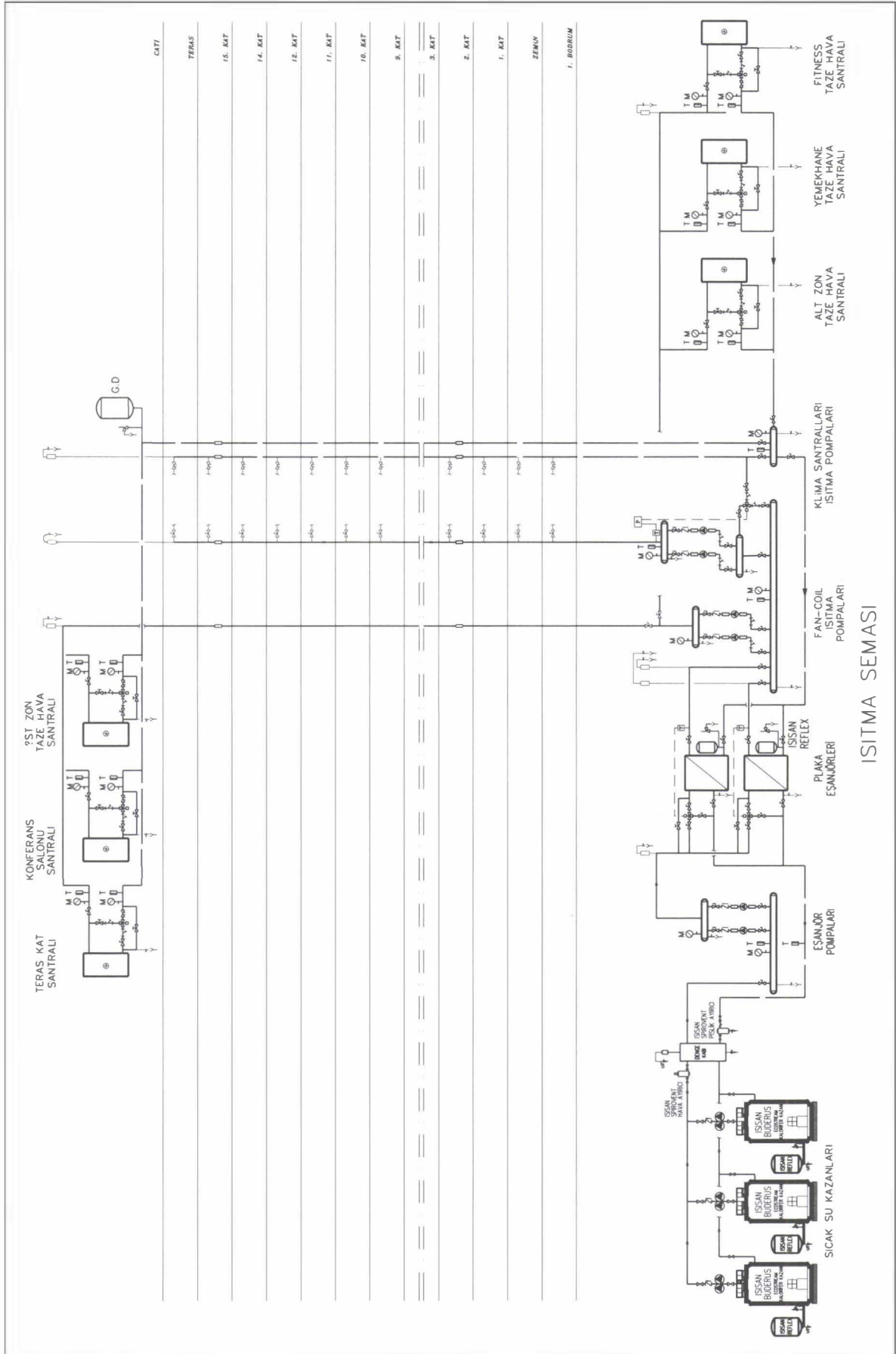
NOT:Üç yollu by-pass devreleri yatayda yapılmalıdır. Dikey yapılırsa hava toplayacaktır.
Dikey yapma zorunluluğu olursa hava boşaltma vanası monte edilmelidir.

Şekil 7.11D. KLİMA SANTRALLERİ BAĞLANTI ŞEMASI

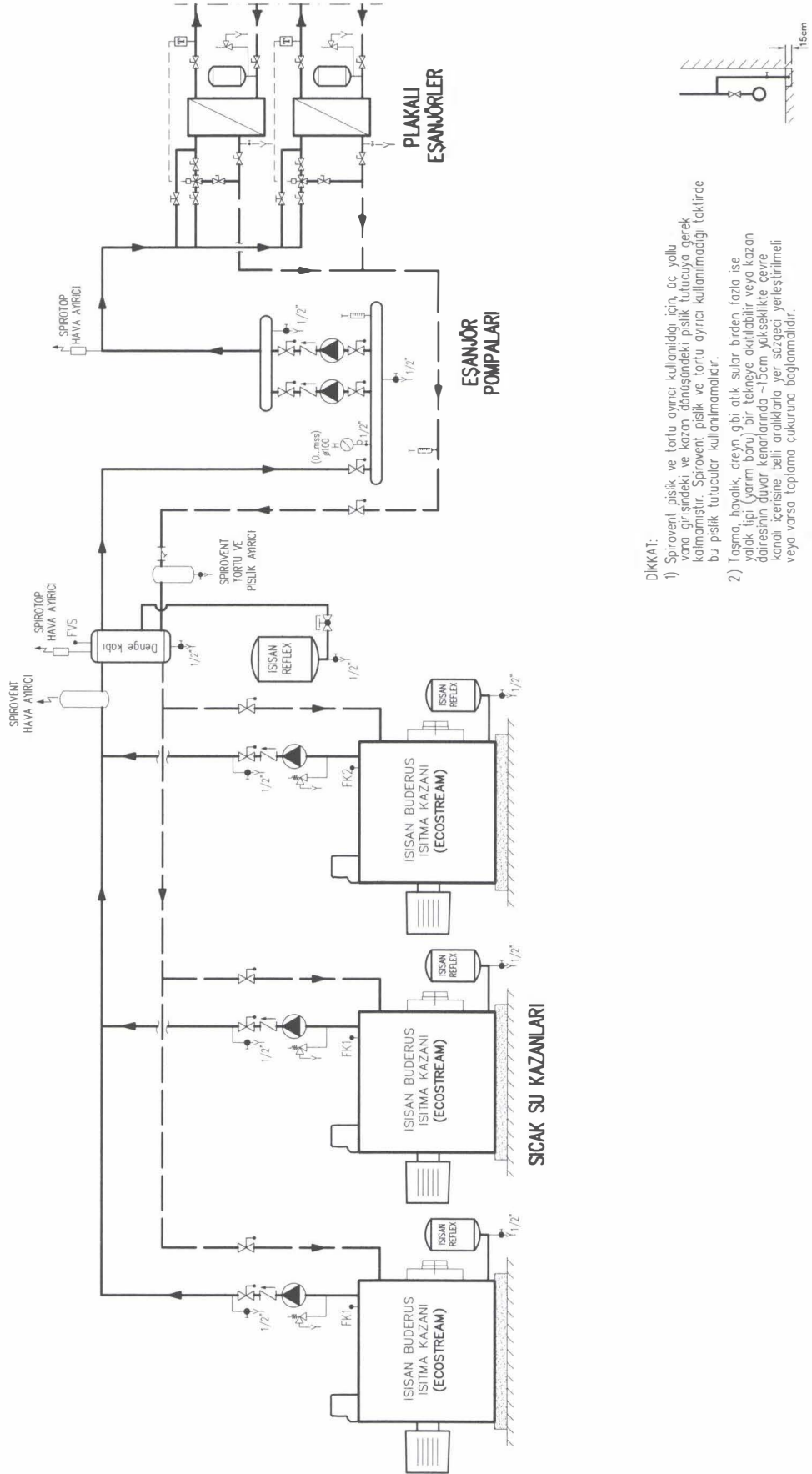


NOT: Bu sistemde klima santrallerinin aynı hacimde olması durumunda termometre ve manometrelerin yalnız ana hat üzerine monte edilmesi yeterli gibi görünmek ile birlikte serpantin veya filtrelerdeki kirlenme ve tıkanıklıkların onlaşılabilmesi açısından her bir santralde kullanılmaları faydalıdır.

Şekil 7.1/E. KLİMA SANTRALLERİ BAĞLANTI ŞEMASI



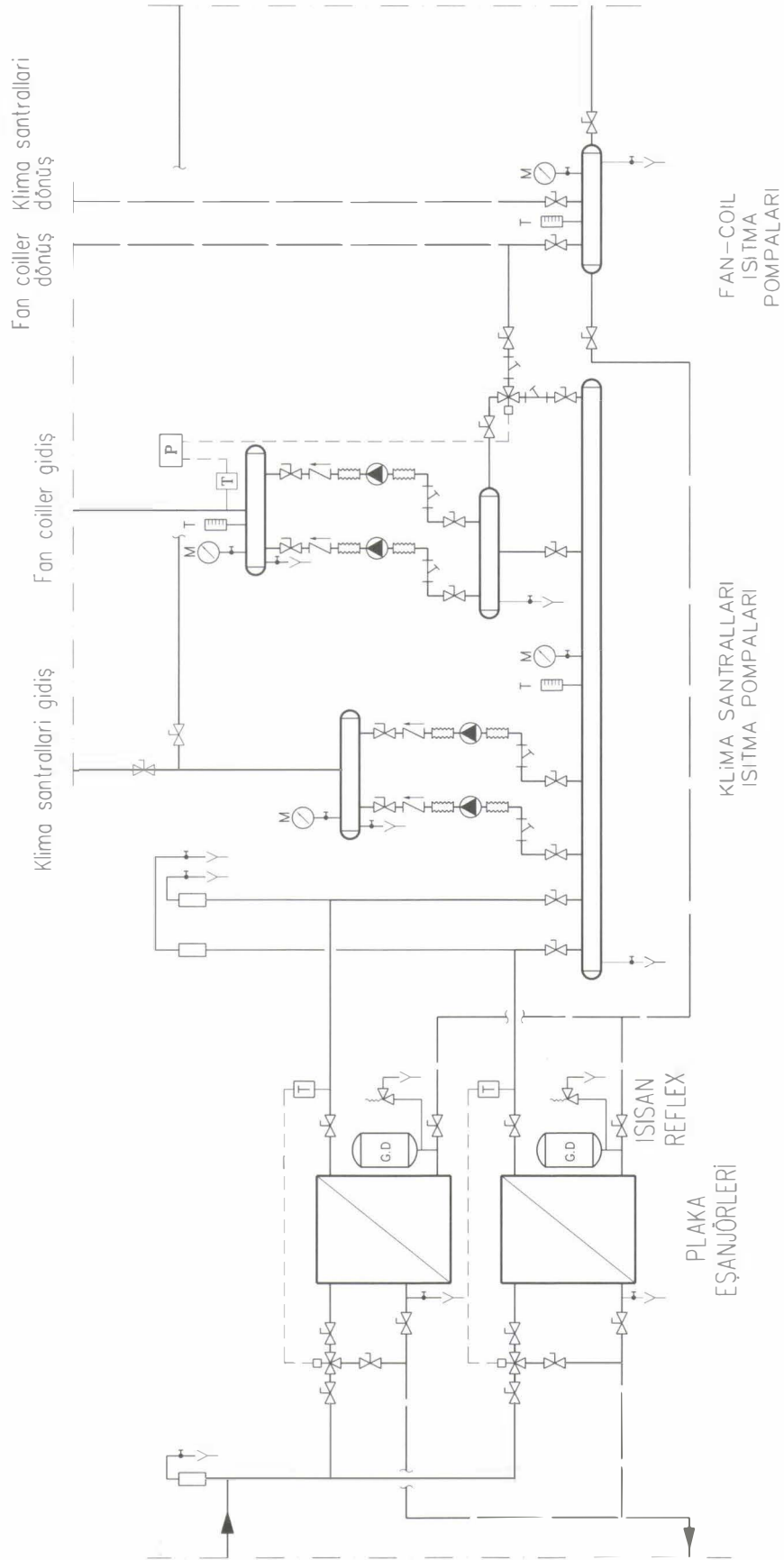
Şekil 7.11F. İŞ MERKEZİ 4 BORULU FAN COİL ISITMA KOLON ŞEMASI



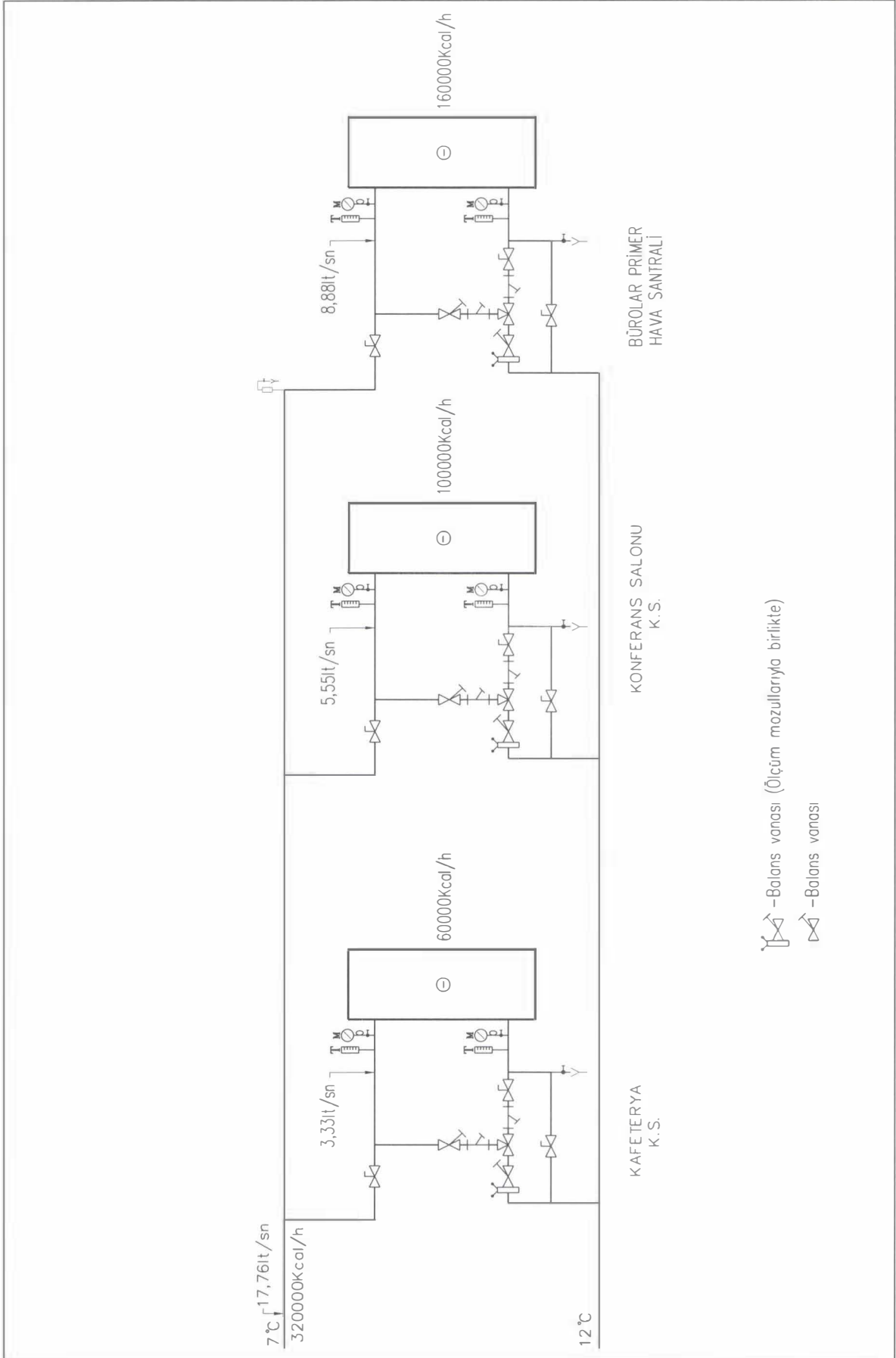
DİKKAT:

- 1) Spirovent, pisik ve tortu ayırıcı kullandığı için, üç yollu vana girişindeki ve kazan dönüşündeki pisik tutucuya gerek kalmamıştır. Spirovent, pisik ve tortu ayırıcı kullanılmadığı takdirde bu pisik tutucular kullanılmamalıdır.
- 2) Taşma, havalık, dreyn gibi atık sular birden fazla ise yaladık tipi (yarm boru) bir tekneye aktılabilir veya kazan dairesinin duvar kenarlarında ~15cm yükseklikte çevre kandı içersine belli aralıklarla yer sözgeci yerleştirilmeli veya varsa toplama çukuruna bağlanmalıdır.

Şekil 7.11G. KAZAN DAİRESİ BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 7.11H. EŞANJÖR BAĞLANTILARI VE MEKANİK MERKEZ ISITMA POMPA BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 7.11 K. SANTRALLER ISITMA BAĞLANTI DETAYI

7.3. OTELLER

Beş yıldızlı bir otel üç ana kısımdan oluşur:

- Yatak odaları
- Genel alanlar
- Servis alanları

Yatak odası katlarının yer aldığı kulenin genel hacimlere bağlandığı katta, tesisatı asma tavan içinde yataya döndürmek önemli sorunlara neden olur. Bu hacimlerde ses ve sızma sorunları yaşanır. Bunun yerine yatak katlarının altındaki kat galeri katı yapılmalıdır. Böylece ses sorunu ortadan kalkar ve tesisata doğrudan ulaşım imkanı yaratılır.

7.3.1. YATAK ODALARI

En önemli dizayn kriterlerinden biri ses seviyesidir. Yatak odalarında ses seviyesi RC 25-35 değerlerinde olmalıdır. Yatak odaları için en yaygın çözüm fan coil + primer havalı klima sistemleridir. Fan coil sistemleri 2 borulu veya 4 borulu olabilir. Öte yandan kullanılan fan coil üniteleri oda dekorasyonuna uygun olarak çeşitli tipte ve konfigürasyonda olabilir. Bunlar duvar tipi, asma tavan tipi, dik, yatık, kasetli veya gizli olarak sayılabilir. En çok tavan tipi kullanılmaktadır. Cihaz seçimi yapılırken, seçilen fan coil cihazının dizayn kapasitesini istenilen ses seviyesinde vermesi önemlidir.

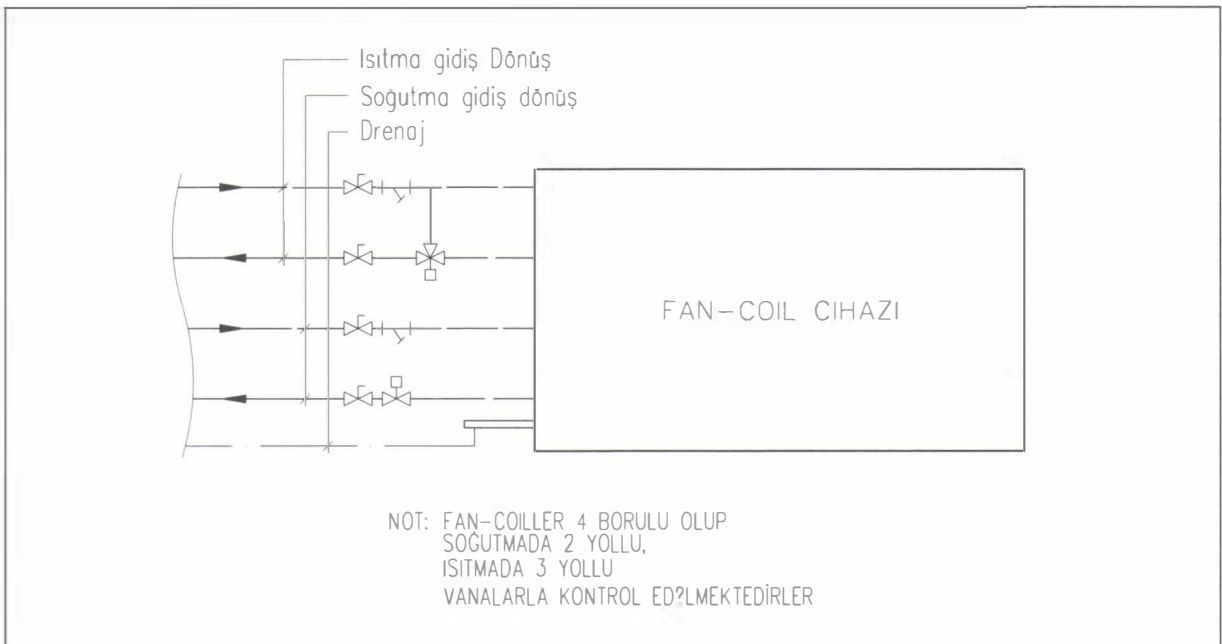
Genellikle cihazlarda termostat + vana kontrolü uygulanır. Vana kontrolü olmadan sadece fan kontrolü yapılması istenmez. Çünkü cihaz devreye girip çıktıkça oluşan kesikli fan sesi, sürekli çalışan fan sesine göre daha fazla fark edilir ve rahatsızlık verir.

Primer hava ayrı bir santralde şartlandırılır ve oda soğutma cihazına veya direkt olarak odaya kanalla

getirilerek verilir. Şartlandırılmamış primer hava kullanılması halinde odada nem kontrolü yapılamaz ve küflenmelere neden olur. Şartlandırılmış primer hava sıcaklığı yazın 18°C ve kışın 20°C olarak alınabilir. Odaya verilen primer hava dolayısıyla yatak odasında artı basınç oluşur. Yatak odası egzoz havası banyo-tuvaletten emilir. Yatak odaları banyo-tuvaletleri ortak egzozu şaft içerisinden çatıya taşınarak buradan dışarı atılır. Yan yana iki yatak odasına hizmet veren ortak şaft içerisindeki banyo egzoz kanalı çift olmalıdır. Her oda kendi düşey kanalına bağlanmalıdır. Aksi halde iki komşu banyo aynı egzoz kanalına bağlandığında, banyolar arasında ses geçer. Bu istenmeyen bir durumdur. Her durumda ilgili boru ve kanal tesisatı sıhhi tesisat boruları ile birlikte iki yatak odası arasında kalan şaft içinde yapılmalıdır. Toplam işçiliğin yaklaşık yarısı yatak odalarında olduğundan, fonksiyonel bir şaft yerleşimi çok önemlidir. Gerekli şaft alanları mimaride mutlaka bırakılmalıdır. Bu şaftlara bakım amacıyla ulaşım için bazı uygulamalarda kapak bırakılmaktadır. Kapak yetersizdir. Bu şaftlara ulaşım için kapak yerine kapı bırakılmalıdır.

Yatak odalarında ikinci önemli problem banyo asma tavan yüksekliğidir. Borulara belirli bir eğim verilmelidir. Dolayısıyla istenen eğime sahip sıhhi tesisat ve klima tesisatı borularının ve hava kanallarının geçebileceği yeterli ve gerekli yüksekliğe sahip bir asma tavan bırakılmalıdır.

Fan coiller genellikle yatak odası koridoru asma tavanı içine monte edilir. Bu durumda buradaki asma tavan yüksekliği de kritiktir. Ayrıca bakım kapağı boyutları ve yerleşimi de önemlidir. Filtre ve vana grubuna ulaşabilmek ve gerektiğinde cihazı çıkarabilmek mümkün olmalıdır.



Şekil 7.11L. 4 BORULU FAN COİL BAĞLANTI DETAYI

Yatak odası çözümlerinde proje koordinasyonundan sonra mutlaka örnek oda uygulaması yapılarak, problemler görülmelidir.

Fan coil sisteminde yoğunlaşma önemli bir olaydır. Cihazların uygun biçimde drenajına ve soğuk su boruları üzerinde oluşabilecek yoğunlaşmanın önlenmesi için izolasyonlarına özen gösterilmelidir.

Fan coil üfleme menfezinin seçim ve yerleştirilmesinde hava dağıtımının rahatsız edici esintiler yaratmamasına, özellikle soğuk havanın uyuyan müşteri üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir.

Oda koridorları ılıman bölgelerde %100 şartlandırılmış taze hava verilerek klimatize edilir. Çok sıcak bölgelerde ve çatı katlarında ise koridor için ayrı bir fan coil ünitesi düşünülmelidir. Egzoz, kat görevlisi odasından veya malzeme odasından yapılabilir.

Pratik notlar:

- İşletme esnasında karşılaşılan en önemli problem yoğunlaşma problemdir. Bu nedenle;
 - Kullanılan fan coil'larla birlikte oda kontrol sistemine uygun vana bağlantı kitlerinin alınması (özellikle 4 borulu fan coil) çok önemlidir. Bilahare kullanılacak kesme, ayar vs vanalarının da yoğunlaşma kabı üzerine gelecek şekilde montajına veya mümkün değil ise çok iyi izole edilmesine azami dikkat gösterilmelidir.
 - Boru askı elemanlarında yoğunlaşmaya sebep olabilecek soğuk köprülerin oluşmasına engel olacak izolasyon detayları kullanılmalıdır.
 - Kondens tavası muhakkak fan coil gövdesi ile yekpare olmalı yani ayrıca takılabilen tipte olmamalıdır.
 - Tüm fan coil'nun soğutma bataryalarına denk gelen alt kısmı ısı izolasyonu yapılmış olmalıdır.
- Fan coil'lerin boru ve kanal bağlantılarında muhakkak esnek boru, kanal bağlantı elemanları kullanılmalıdır.
- Fan coil önu kanalın iç kısmı (fibser özelliği olmayan) uygun bir akustik izolasyon malzemesiyle kaplanmalıdır (fan coil performansını etkilememesi kontrol edilmek şartıyla).
- Şayet şaft yerleşimi ve/veya şafta uygun meyille ulaşabilmekte bir problem var ise fan coil drenaj hattı lavabo hattına uygun bir aksesuar ilavesiyle bağlanabilir.
- Fan coil'in yerleştirilmesinde drenaj tavasının gardırop üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir. Herhangi bir taşma halinde aşağıdaki müşteri giysilerinin lekelenmesi istenmeyen problemlere yol açabilir.
- Bazı uygulamalarda fan coil banyo asma tavanının içine konulmaktadır.

Bu durumda şu problemler çıkabilir;

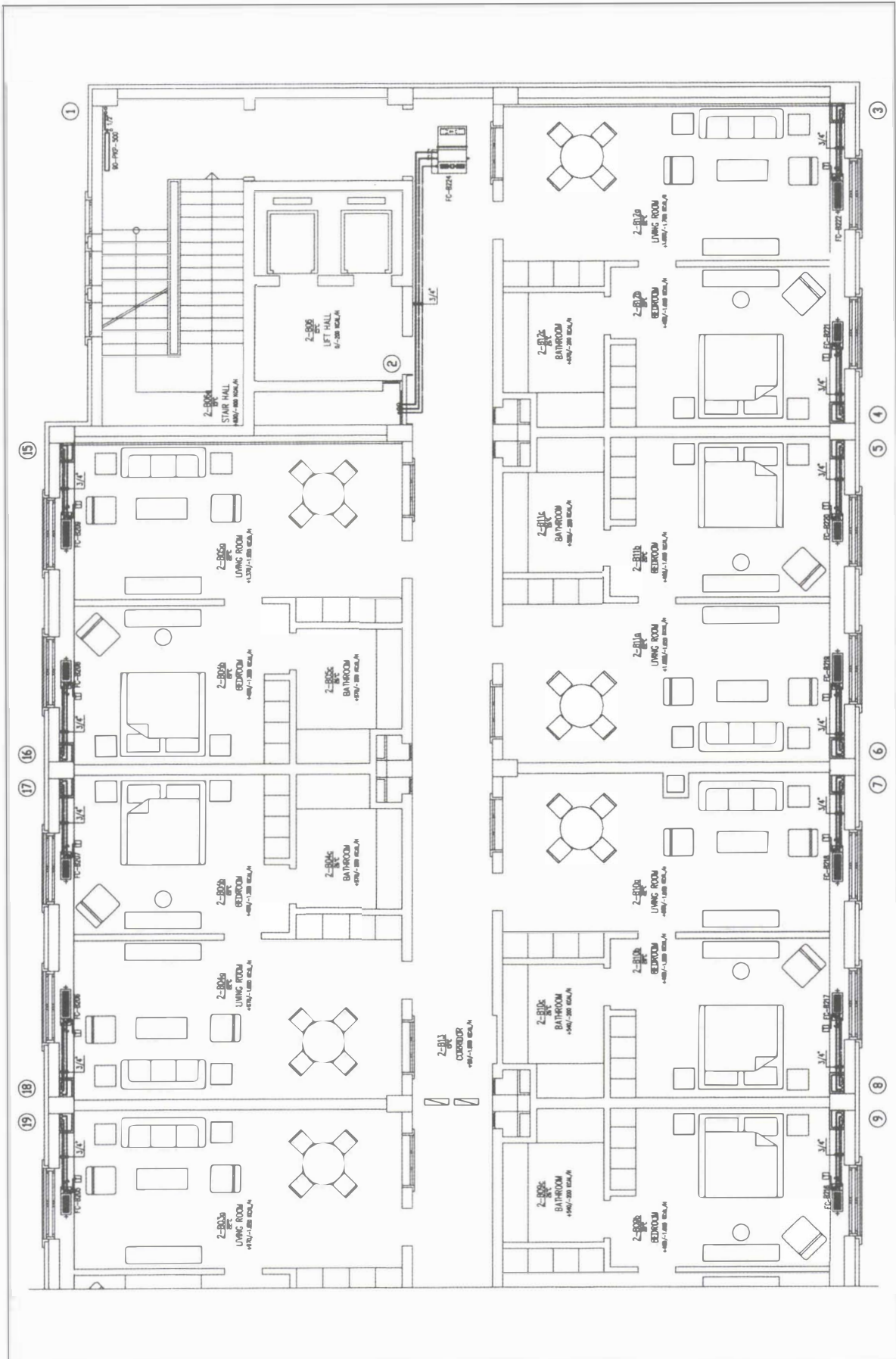
- Bakım kapağı temini
- Dönüş menfezi yerleşimi

- Bakım esnasında banyo malzemelerine olabilecek muhtemel hasarlar (küvet üzerine iskele konulması veya üzerine el aleti düşmesi gibi)
- Herhangi bir şekilde fan coil pencere önüne konulmuş ise (özellikle restorasyon projelerinde) perdelerin fan coil üfleme havasının oda içerisine dağılmasını engellememesi için önlemler alınmalıdır.
- Odanın pozitif basınçta tutulmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.
- Gerek egzoz gerekse de primer hava kanalları üzerinde hava ayar damperleri ve şaft duvarı üzerinde yangın damperi kullanılmalıdır ve bunlara kolaylıkla ulaşılabilir.
- Tipik odalar ıslak hacim içi tesisatlar için bir şablon çıkartılarak parçaların atölyede imalatı ve kısmen montajının (temiz su ve pis su tesisatları dahil), işin süratini ve verimini çok artıracak unutulmamalıdır.

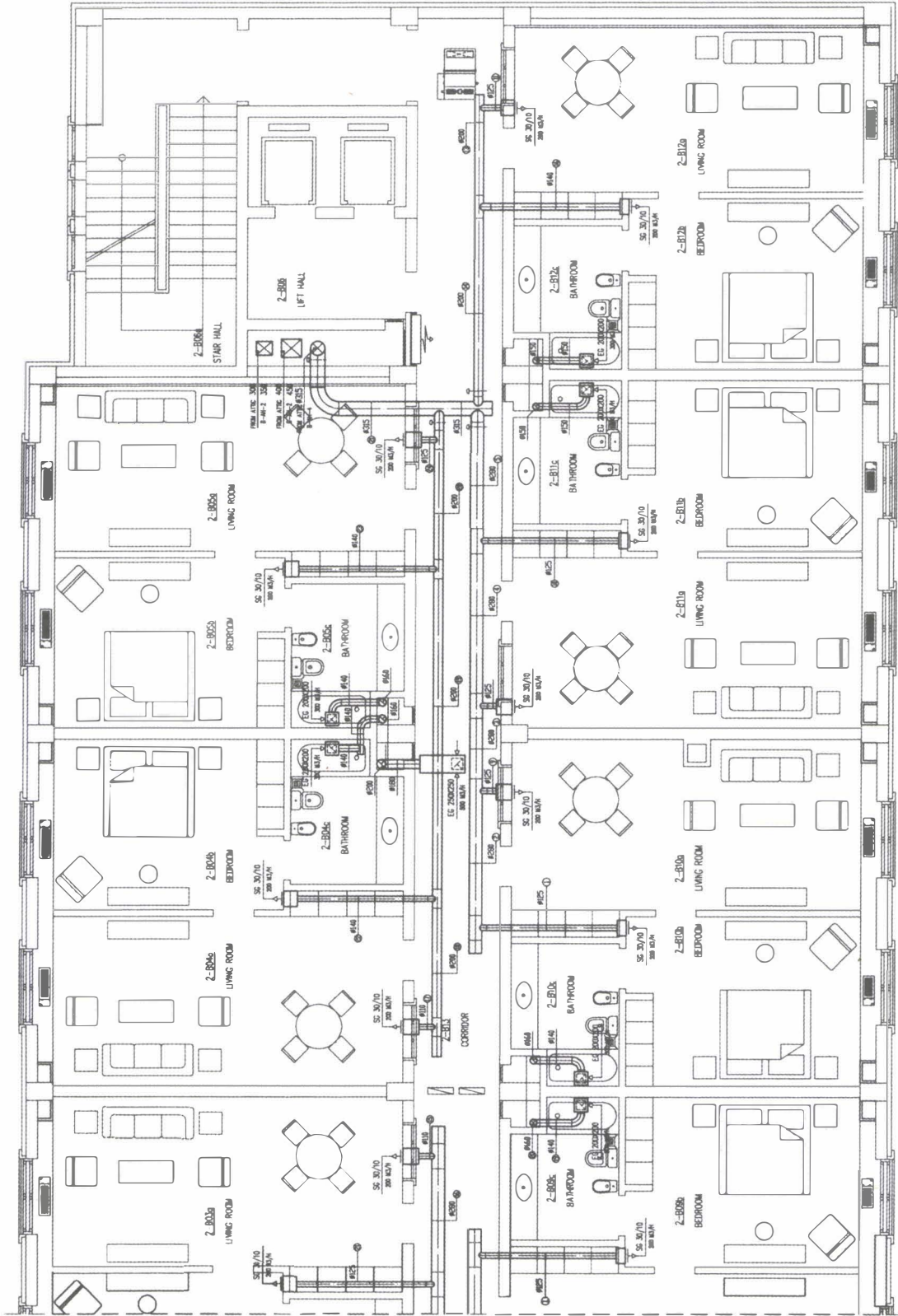
Burada iki otel örnek klima projesi verilmiştir. Her ikisi de 2 borulu fan coil uygulamasıdır. Birinde duvar tipi fan coil, diğerinde tavan tipi fan coil kullanılmıştır. *Şekil 7.12A, B ve C*'de birinci otelin duvar tipi 2 borulu fan coil + taze hava uygulama projeleri görülmektedir. Sıra ile fan coil ve boru planları, aynı yerlerin taze hava kanal planları ve boru kolon şeması verilmiştir. *Şekil 7.13A, B, C, D, E, F, G, H ve K*'de ise diğer otel fan coil uygulaması verilmiştir. *Şekil 7.13A ve B*'de tavan tipi fan coil yerleşimi, hava ve su bağlantıları plan olarak görülmektedir. *Şekil 7.13.C*'de köşe oda plan detayı verilmiştir Köşe odada ilave duvar tipi fan coil vardır. *Şekil 7.13.D*'de ise resirkülasyon havasının girişten emilme imkanı olmayan bir odadaki çözüm detayı verilmiştir. Dönüş havası kanalla yine yatak odasından alınmaktadır. *Şekil 7.13E* taze hava kolon şemasıdır. *Şekil 7.13F ve G*'de fan coil kolon şeması, *Şekil 7.13H*'de en alttaki kolon şeması detayı görülmektedir. *Şekil 7.13K* ise tesisat dairesi fonksiyon şemasıdır.

Yüksek blok olarak planlanan otellerde, kuleleri yatak katları oluşturur. Genel hacimler ve servis hacimleri ise esas olarak kulelerin bağlandığı alttaki ana kütlede-dir. Sistemde dikey doğrultuda basınç zonlaması gerektiğinde, fan coil sisteminin dayanım basıncı 100 mSS olarak kabul edilebilir. Ancak sistemin sağlıklı çalışması açısından basınç zonu 50 mSS değerini geçmemelidir.

Sistemde, özellikle temiz kullanma suyu tesisatında bakır boru kullanımı ömür, hijyen ve işçilik açısından tavsiye edilir. Plastik borular da maliyet ve işleme kolaylığı avantajlarıyla geniş ölçüde kullanılmaktadır. Sıcak su kazanı bacası yüksekliği ve konumu bir çok uygulamada kritiktir. Terasa soğutma kulesi gibi cihazlar yerleştirildiğinde, bacadan çıkan duman ve kurumun bu cihazları etkilemesi ve korozyona uğrutup kirletmesi söz konusudur. Bu nedenle baca çatının üzerinde yeteri kadar yükseltilmelidir.

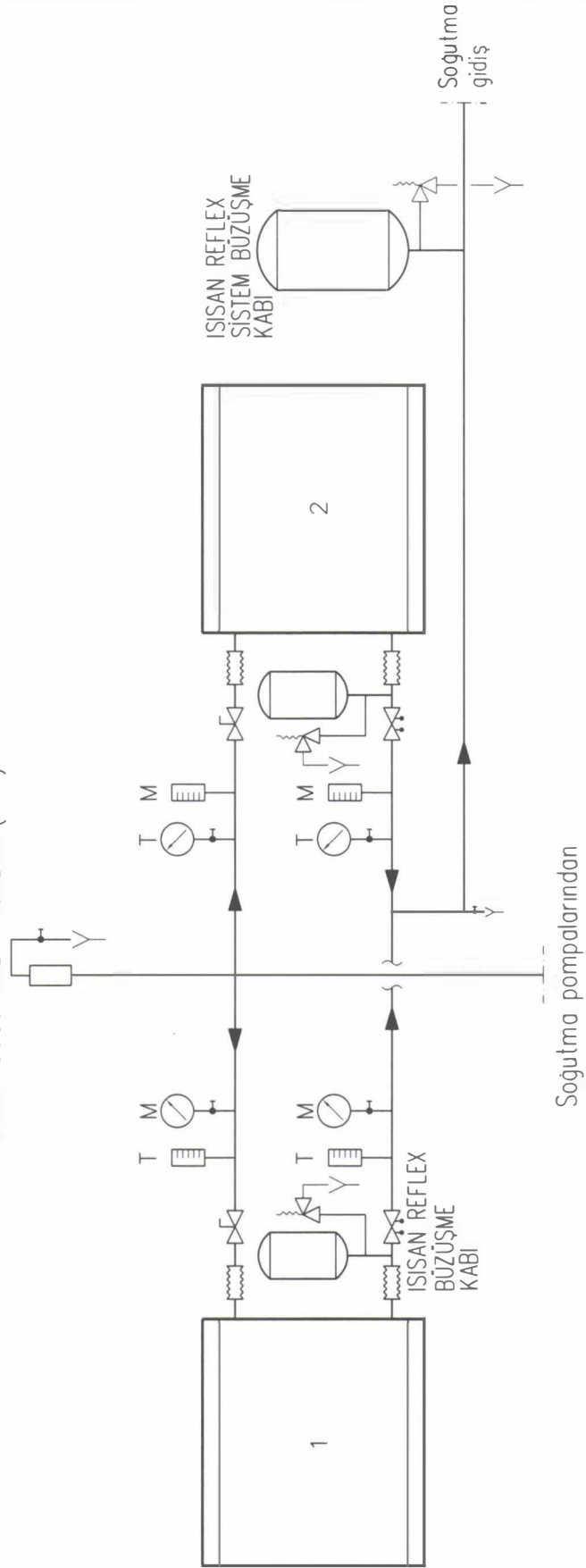


Şekil 7.12A. OTEL 2 BORULU FAN COİL UYGULAMASI ÖRNEK KAT PLANI

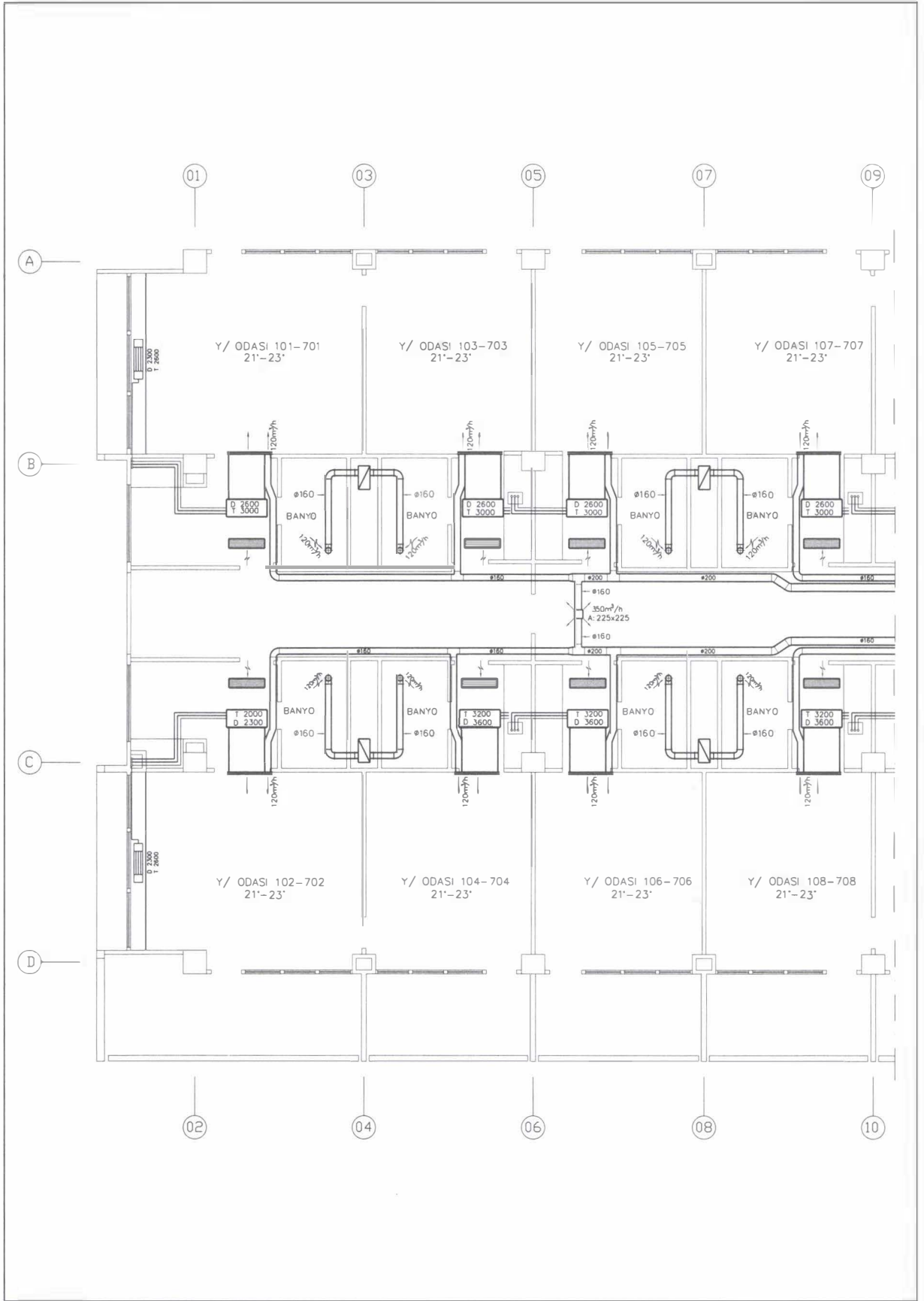


Şekil 7.12B. AYNI ÖRNEK KAT İÇİN PRIMER HAVA PLAN PROJESİ

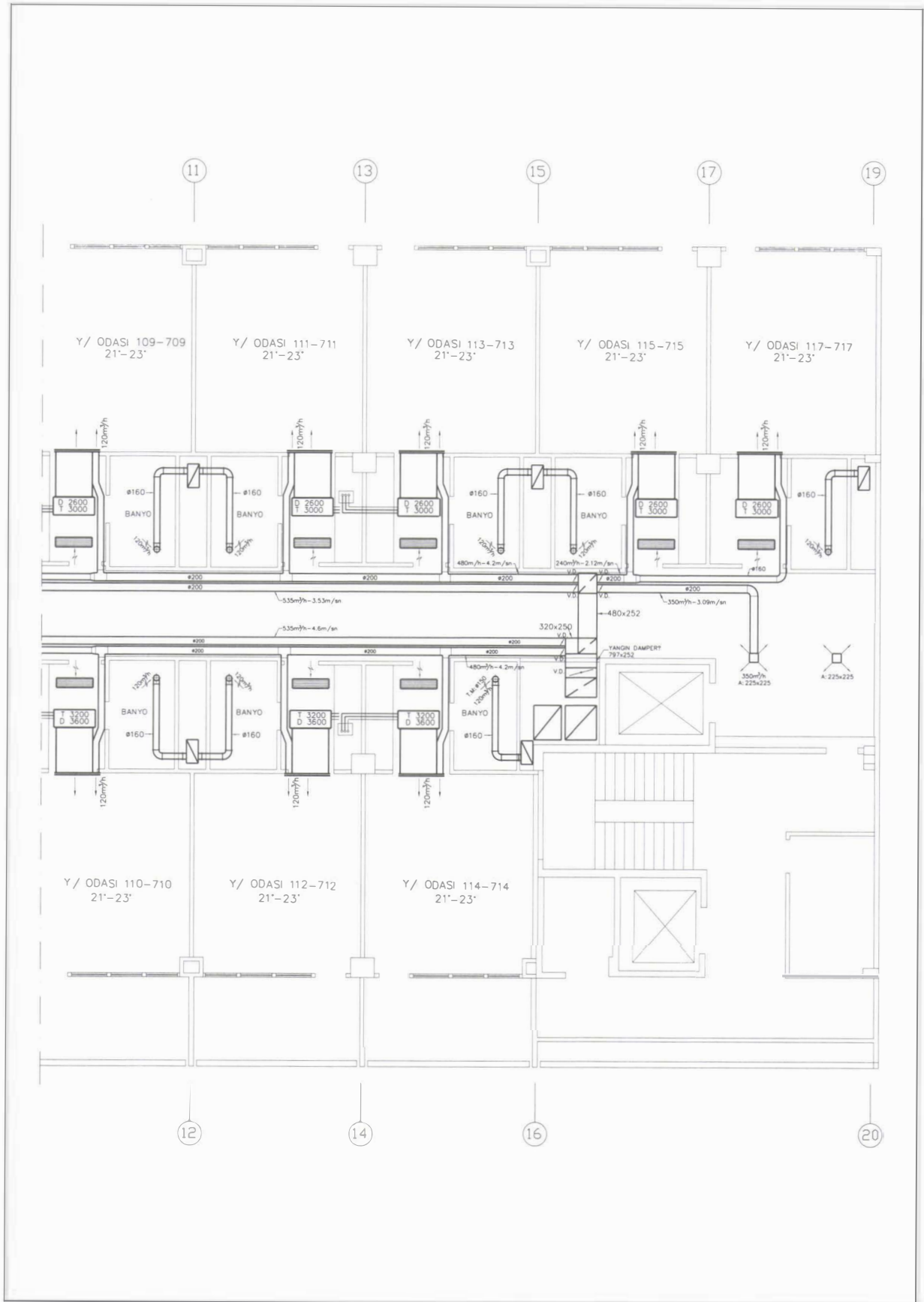
HAVA SOĞUTMALI GRUPLAR (1-2)



Şekil 7.12C. ÖRNEK OTEL 2 BORULU FAN COİL KOLON ŞEMASI

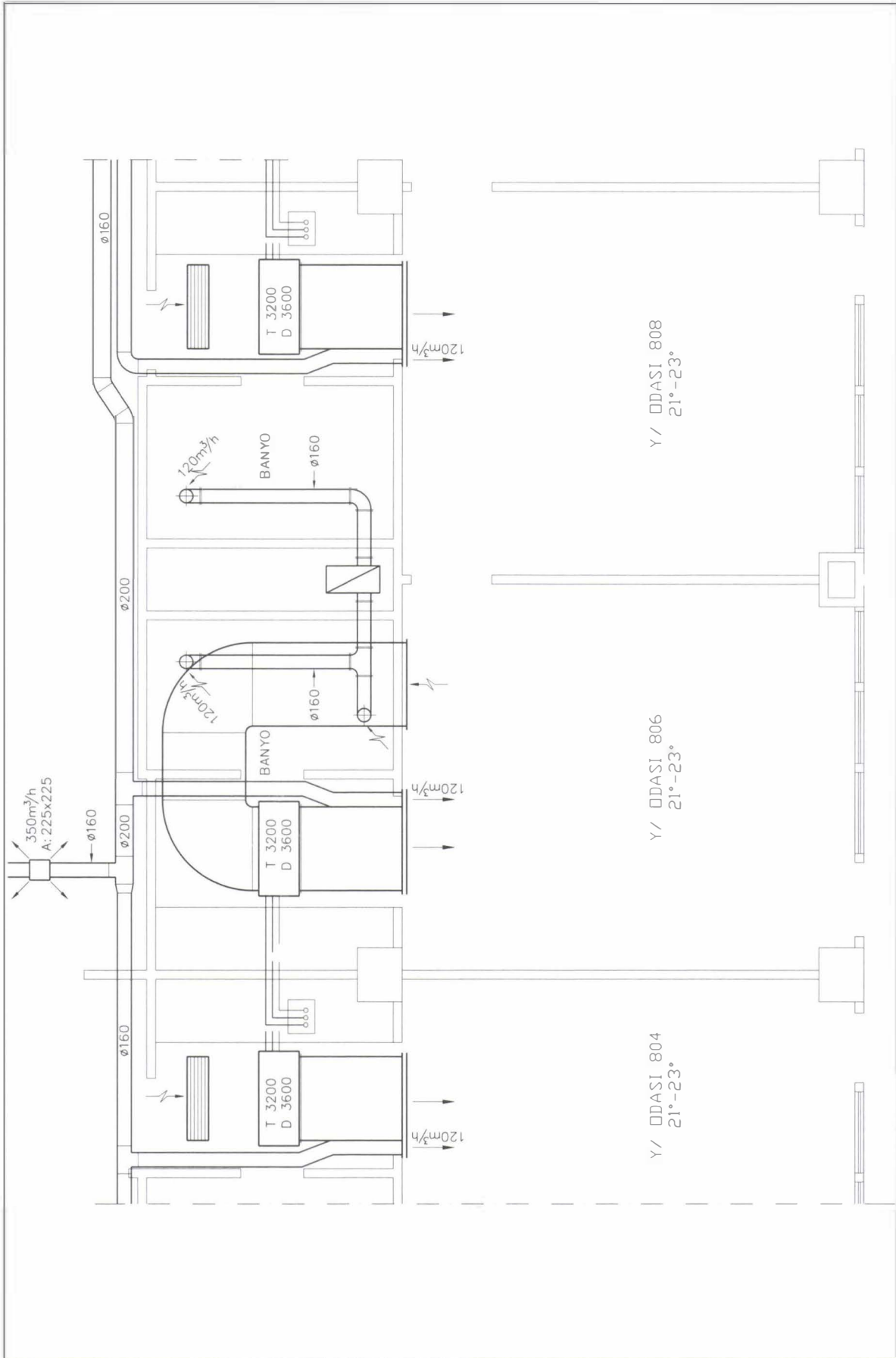


Şekil 7.13A. İKİNCİ ÖRNEK OTEL UYGULAMASI TAVAN TİPİ FAN COİL YERLEŞİMİ,
HAVA VE SU BAĞLANTILARI



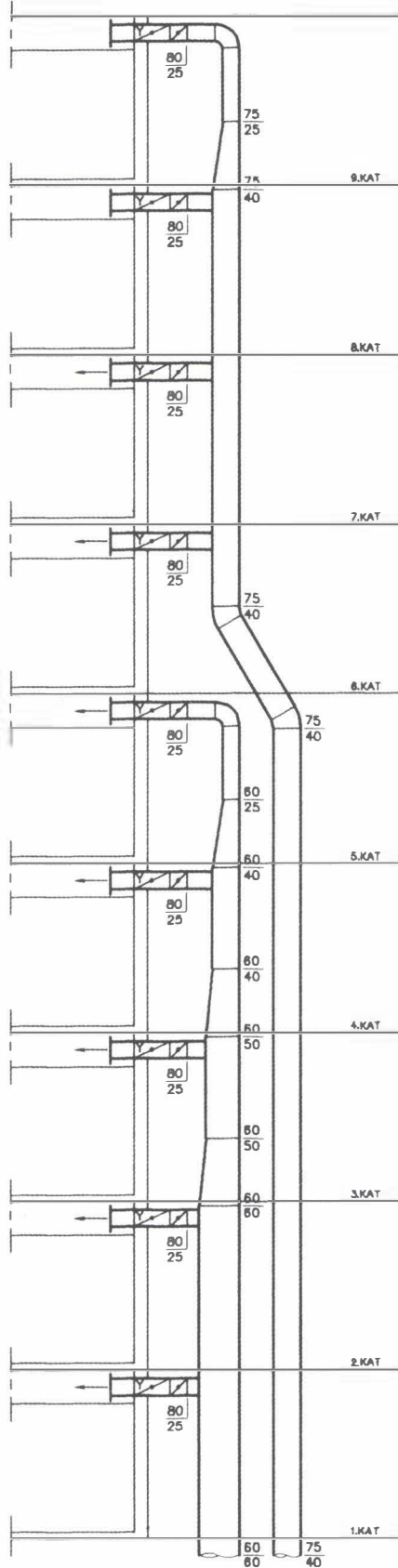
Şekil 7.13B. İKİNCİ ÖRNEK OTEL UYGULAMASI TAVAN TİPİ FAN COİL YERLEŞİMİ,
HAVA VE SU BAĞLANTILARI (Devam)

353

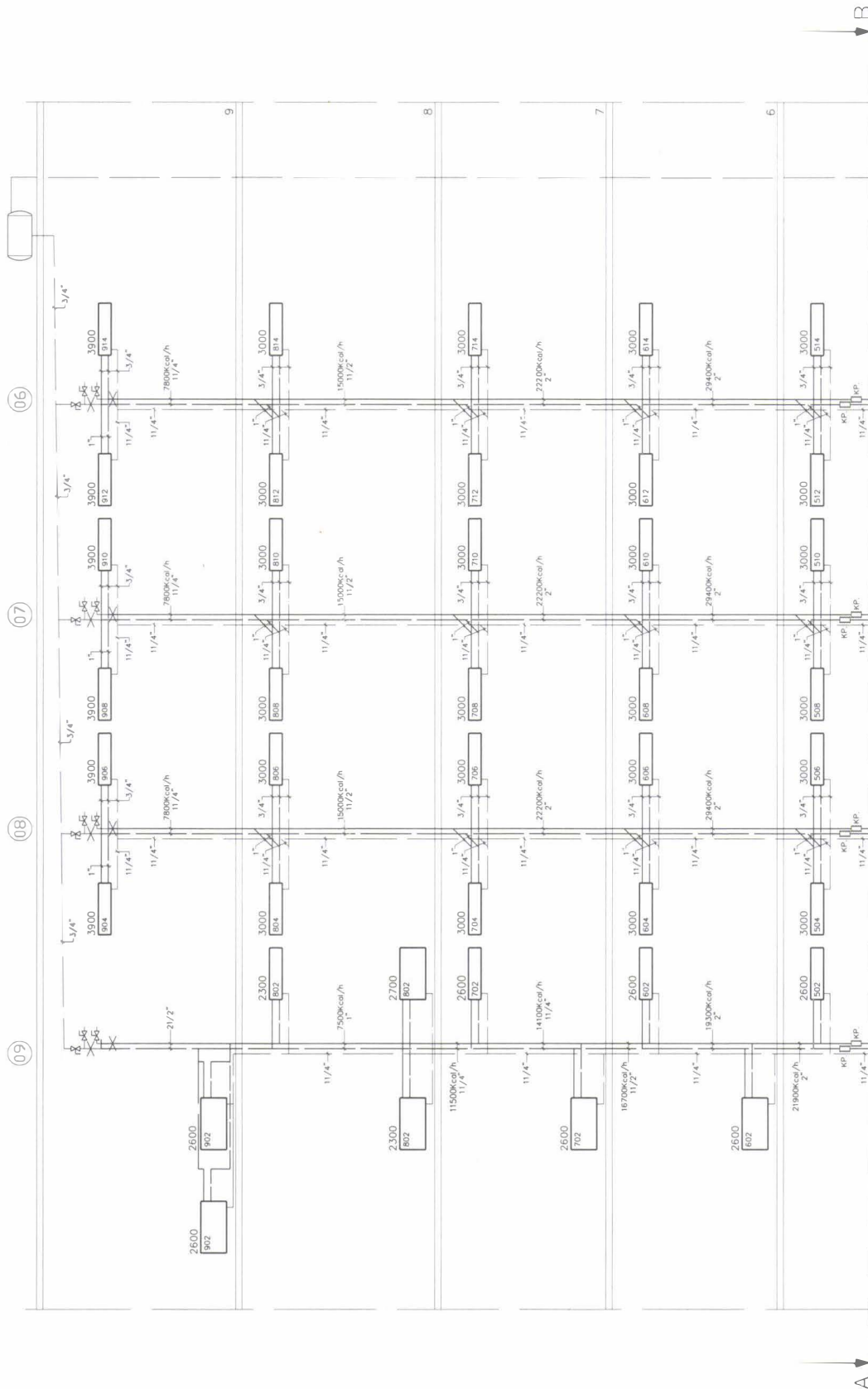


Şekil 7.13D. RESİRKÜLASYON HAVASI GİRİŞTEN EMİLME İMKANI OLMAYAN ODA İÇİN ÖZEL ÇÖZÜM

TÜM KATLARDAKİ HAVA DAMPERLERİ : 800x250
TÜM KATLARDAKİ YANGIN DAMPERLERİ : 797x252



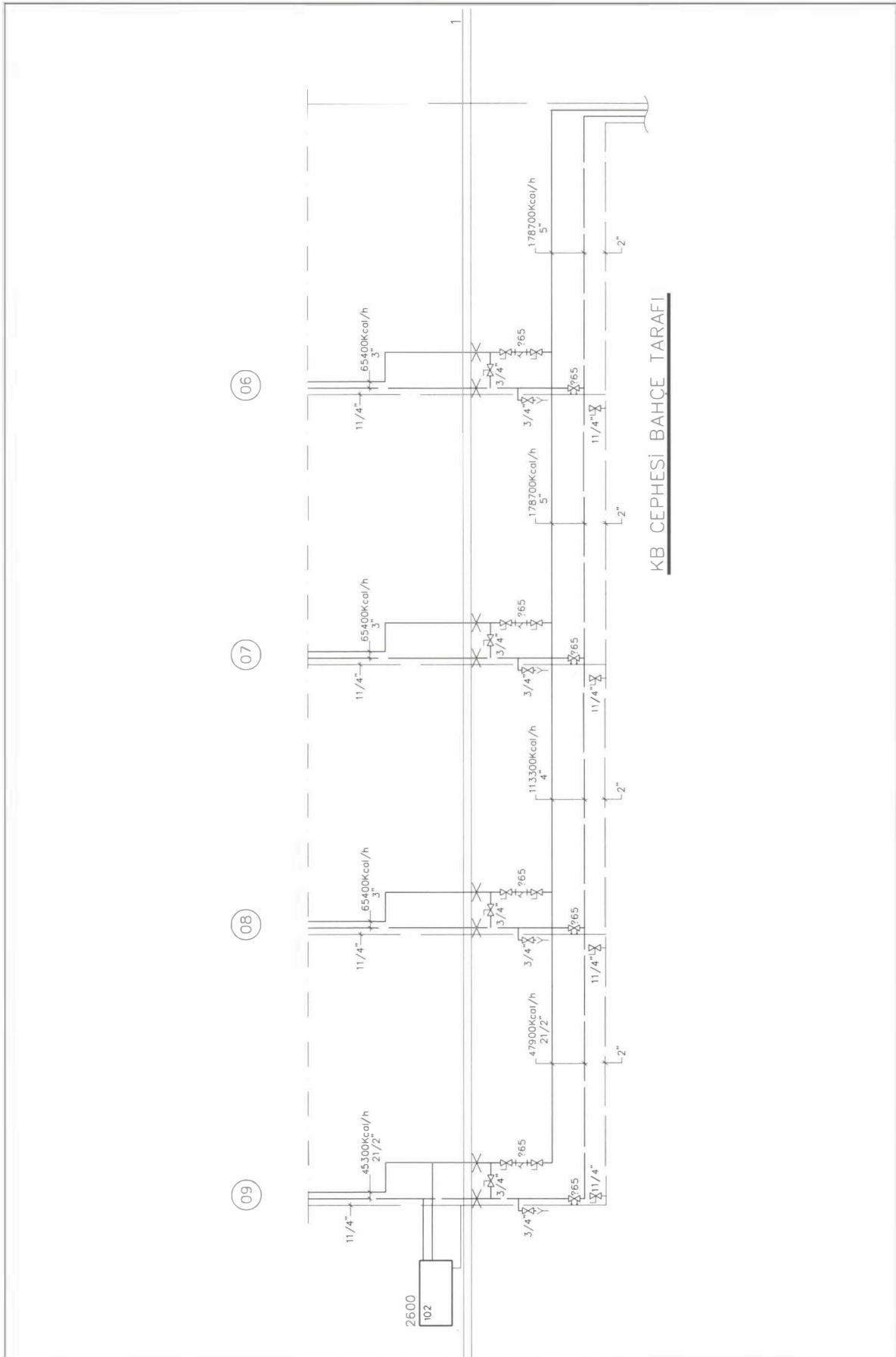
Şekil 7.13E. TAZE HAVA KOLON ŞEMASI



KB CEPHESİ BAHÇE TARAFI

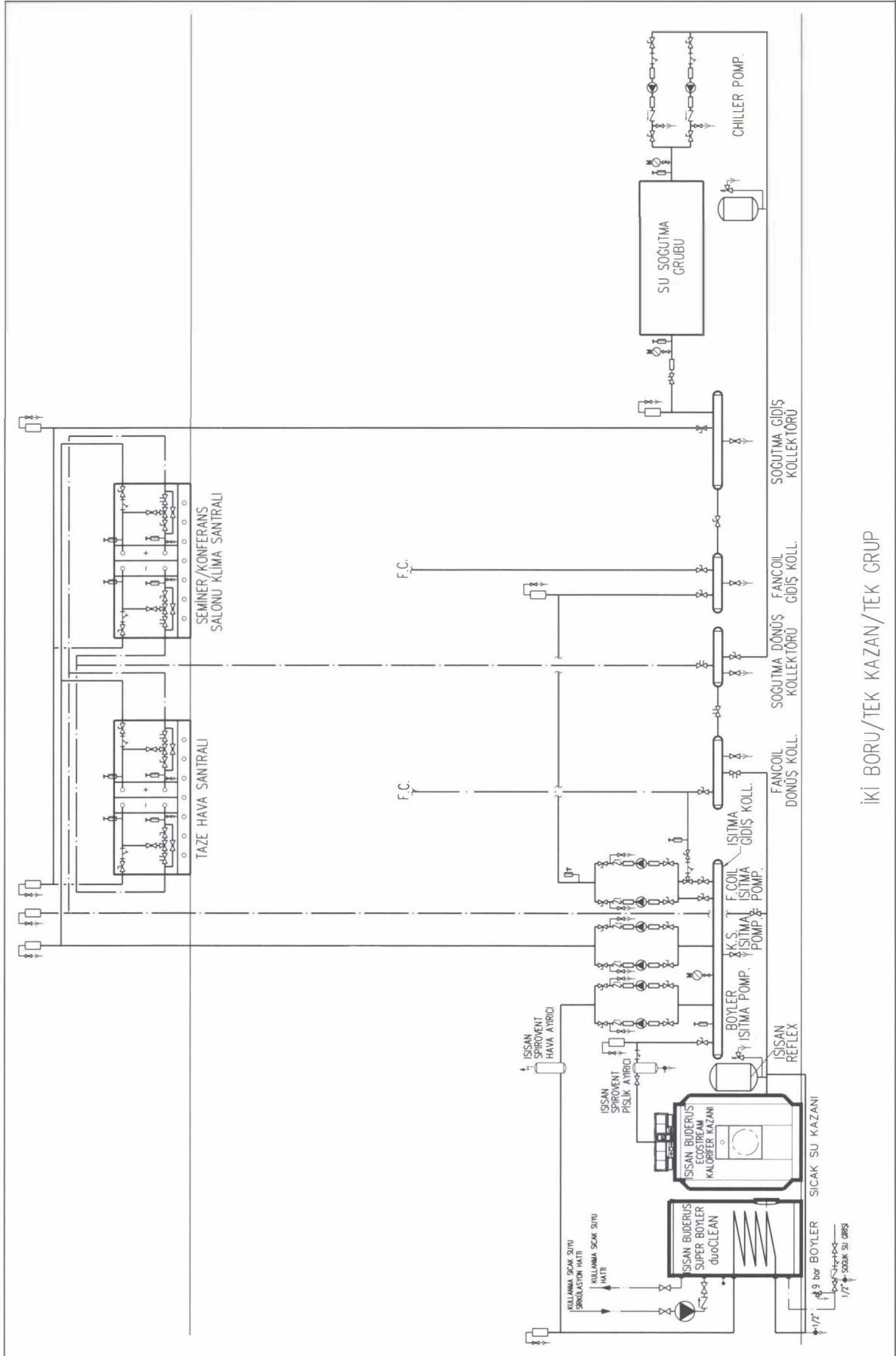
Şekil 7.13F. FAN COIL SU DEVRESİ KOLON ŞEMASI

357



KB CEPHESİ BAHÇE TARAFI

Şekil 7.13H. EN ALT KAT İÇİN KOLON ŞEMASI DETAYI



İKİ BORU/TEK KAZAN/TEK GRUP

Şekil 7.13K. TESİSAT DAİRESİ FONKSİYON ŞEMASI

7.3.2. GENEL (SOSYAL) HACİMLER

Lobi, balo salonu, toplantı odaları, bar, restoran, diskotek, kumarhane, dükkanlar, sağlık kulübü gibi mekanlardır. Bu alanların kullanım saatleri ve süreleri birbirinden farklılıklar gösterir. Genel alanların her birine kendine ait cihaz kullanılması en uygun çözümdür. Bu alanlarda en uygun ve ekonomik klima sistemi VAV sistemleridir.

Bu alanlarda yer alan yangın damperi, hava ayar damperi, varsa VAV kutusu gibi servis verilmesi gerekli cihazlar için yeterli büyüklükte ulaşım kapakları mutlaka bırakılmalıdır.

Restoran ve mutfak ayrı ayrı havalandırılıp, egzoz edilmelidir. Lokanta havasının mutfaktan egzoz edilmesi hijyen açısından uygun değildir. Lokanta bölümünde artı basınç, mutfak bölümünde eksi basınç yaratılmalıdır. Mutfak egzozları çatı üzerinden dikey olarak atılmalıdır. Bu amaçla dik atışlı özel çatı aspiratörleri kullanılmalıdır. Aksi halde yatay atışlı çatı aspiratörlerinde yağlı egzoz havasının kirlilik yaratması kaçınılmazdır. Balo salonları genellikle 2 veya 3'e bölünebilir. Her bir bölüm bağımsız santrallere bağlı olmalı ve ayrı ayrı iklimlendirilmelidir. Fuayelerin de ayrı iklimlendirilmesi uygundur. Balo salonu ve toplantı salonlarının gerektiğinde %100 dış hava ile çalışmasına uygun bir tasarım yapılmalıdır.

Genel hacimlerde asma tavan içini emiş plenumu olarak kullanmak yaygın bir uygulamadır. Bu durumda asma tavan mimarisinin izin verdiği ölçüde dekoratif bir yarık kullanmak ekonomiktir. Ayrıca ilgili mahallin asma tavan içini etraftaki diğer mahallerle hava transferini kesecek şekilde izole etmek gerekir.

Bütün sistemin akustik açıdan kontrol edilmesi gerekir. Genel hacimlerin mekanik tesisat odalarına komşu olmamasına ve yakın olmamasına dikkat edilmelidir. Sistem akustik açıdan analiz edilerek, gerekli hallerde akustik izolasyon ve susturucular kullanılmalıdır.

Bu hacimlerden, başka mahallere ait boru ve kanal geçirmemeye azami dikkat edilmelidir.

7.3.3. SERVİS ALANLARI (ARKA ALANLAR)

Bu alanlar mutfak, çamaşırhane, ofisler, depolar ve teknik hacimlerdir. Müşterinin kullanmadığı bu alanlar daha az kritiktir. Bu alanlarda lokal havalandırma çok önemlidir. Ofisler yine fan coil sistemiyle iklimlendirilir. Pratik notlar:

- Mutfak ve çamaşırhanede genel mahal egzozuna yönelik menfezleri mümkün olduğunca ısı yayan ekipmanların üzerine koymalıdır. Böylece yayılan ısı mahallin sıcaklığını artırmasına bir nebze engel olmalıdır.
- Çamaşırhanelerde bulunan kurutucuların egzozu kritik bir konu olur. Çamaşırhane egzozundan ayrı bir devre olması ve kanal malzemesi olarak alüminyum kullanılması yaygın bir uygulamadır.

Projelendirilmesi esnasında kurutucu üzerinde kendi fanı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bazı uygulamalarda çamaşırhaneye sadece havalandırma amacıyla taze hava verilmekte ve tüm egzoz kurutucular üzerinden yapılmaktadır.

- Mutfak ve çamaşırhanede bölgesel soğutmalar (spot cooling) yapmak ve böylece hava dağılımının insanları rahatsız etmesine engel olmak (ütü masaları, çalışma tezgahları gibi bölgelerde) tavsiye edilir.
- Mutfak davlumbazlarının seçiminde çevresinden taze hava beslemesi yaparken orta kısmından emiş yapan tipler tercih edilmelidir. Bu yöntemle mutfaka ısı ve kokunun yayılma riski minimuma indirilmiş olur.
- Mutfak davlumbaz egzozlarında kaynaklı siyah sac kanal kullanılmalı ve tüm yatay hat boyunca kanal üzerinde en uzun 2,5 m'de bir olmak üzere sızdırmaz bakımı kapağı kullanılmalıdır. Bakım kapaklarının hemen altında asma tavanda bırakılması gereken bakım kapakları unutulmamalıdır.
- Boya atölyesinde müstakil ex-proof motorlu fanı olan bir egzoz sistemi tasarlanmalıdır.
- Teknik hacimlerin havalandırmasının o hacimde bulunan uygun bir klima santralının egzoz atış kanalı üzerine konulan bir menfez vasıtasıyla yapılması yaygın bir uygulamadır. Oluşan + basınç dış cepheye açılan egzoz ağızlarından dışarıya atılmaktadır.
- Kat hizmetleri, çamaşırhane ve mutfak şef ofislerinin tümüyle iklimlendirilmesi gerekir.
- Asansör makina odaları, UPS odası, telefon santral odası, şarap deposu gibi alanlarda münferit soğutma sistemlerinin temin edilmesi gereklidir.
- Mutfaklarda kullanılan soğutuculara ait kondenserlerin bulunduğu alanlarda (herhangi bir teknik hacim veya soğutucunun üzerinde tavan içinde olabilir) atılan ısı alınması ve aynı zamanda kondenserlerin soğutulması için bu bölgenin havalandırılması gereklidir.
- Çeşitli oteller bu konuda kapalı soğutma kuleleri ile çözüm bulmaktadır. Ayrıca paket tipi soğutucular kullanıldığında, bu sorun mutfak havalandırması ile birlikte çözülmelidir (hemen üstünde egzoz menfezi gibi).
- Isıtma ve sıcak kullanma suyu temini için genelde sıcak su kazanları kullanılmakla beraber, çamaşırhane ve bazı durumlarda mutfak ekipmanlarının buhar ihtiyacını karşılamak üzere ayrı bir paket tipi buhar jeneratörü kullanımı yaygın bir uygulamadır.
- Teknik hacimlerde özellikle genel hacimlere veya yatak odalarına bitişik olanlarda muhakkak döşeme, duvar ve tavanda akustik izolasyon yapmak gereklidir. Bu kapsamda özellikle çatıda monte edilen cihazlar kuleler, mutfak ve çamaşırhane egzoz fanları hatta bazı uygulamalarda kazan pompaları ve çiller nedeniyle çatıların altında bulunan odalar akustik açıdan çok kritiktir.

Çünkü genelde 5 yıldızlı otellerin en üst katları kral dairelerinin, executive katların bulunduğu katlardır. Otelin prestij mahalleri olan bu tür yerlerde en ufak bir akustik problem olmamasına azami gayret gösterilmelidir (çatı döşemesinin komple akustik izole edilmesi gibi).

- Bu mahallerde de asma tavan içi ve görünüşüyle ilgili detaylı koordinasyon projeleri hazırlamak gerekir.
- Kapalı genişleme kabı olarak büyük sistemlerde kompresörlü genişleme depoları veya pompalı genişleme depoları kullanılabilir. Bunlar az yer kaplar ve belirli büyüklüklerden sonra daha ekonomik olurlar. Özellikle pompalı tip depolarda basınçlı bir kap olmadığından 16 bar basınçlara kadar kullanılması mümkündür.

7.3.4. OTELERDE SOĞUK DEPOLAMA VE DEPO SICAKLIKLARI

Aşağıdaki *Tablo 7.14*'de gösterilmiştir.

Notlar:

- Her mal için ayrı ayrı oda kullanılması kokularının bir diğerine geçmemesi içindir.
- Şoklama çoğunlukla kullanılmaz. Eğer gerekli görülüp yapılırsa, ambalajlı olarak şoklama tercih edilmelidir. Bu durumda koku transferi az olur.
- Şoklama için daha pahalı, fakat daha problemsiz olan "plate freezer" kullanımıdır. Çok yoğun şoklama istenen yerlerde tavsiye edilebilir.
- Bar bölümlerinin arkasında soğutma kapasitesi yüksek, çok hızlı yüklemeye uygun çift soğuk oda olması yararlıdır. Biri yüklenirken diğeri kullanılır.

Oda veya Saklanacak Mal Cinsi	Sıcaklık
Çöp odaları	+5 veya +8 °C
Şoklama odası	-35 ile -40 °C
Derin dondurucu	-20 °C
Soğuk oda	0 ile +1 °C
Kiler soğuk oda	+5 °C
Sebze odası	0 ile +5 °C
Et ön soğutma odası	0 °C
Balık	0 °C
Et deep freez	-20 °C
Balık deep freez	-20 °C
Tabakta hazırlanmış kahvaltı	+5 °C
Peynir	0 ile +4 °C
Tereyağı (1 ay süre ile)	+4 °C
Hamur işleri	+5 °C
İçki	+5 °C

Tablo 7.14. SOĞUK DEPOLAMA SICAKLIKLARI

7.4. ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ

7.4.1. DÜKKANLAR

Küçük dükkanlarda ön tarafta büyük camlı vitrin alanları vardır. Bu camlı bölgeden yazın büyük ölçüde güneşle ısı kazancı, kışın ise ısı kaybı olur. Isıtma veya soğutma hava ile yapılıyorsa üflenen hava bu bölgede yoğunlaştırılmalıdır. Dükkanlarda ısı kazancı en fazla vitrin ve aydınlatmadan olacaktır. Yazın camdan radyasyonla ısı kazancını azaltmak için vitrin camlarını renkli reflektif cam ve dükkanın dış cephesine tente yapılmasında fayda vardır.

Küçük dükkanların iklimlendirilmesi söz konusu olduğunda split tip klima cihazları kullanımı tavsiye edilir. Bu cihazlar tavana veya duvara yerleştirilebilirler. Fakat bu cihazların havalandırma özelliği yoktur. Tek bir noktadan 3 kW (10.000 Btu/h) üzerinde hava üflemenin insanlarda rahatsızlık verdiği unutulmamalıdır. Dükkanlarda asma tavan yapma imkanı varsa, kanallı tip klimalarla havalandırma ve soğutma yapılabilir. İstanbul şartlarında 4 ay soğutma, 12 ay havalandırma ihtiyacı olduğu dikkate alınmalıdır. Asma tavandan anemostat yardımıyla homojen hava dağılımı yapılabilir. Fan basınçları sınırlı olduğundan bu tip cihazlarda kanal uzunlukları mümkün olduğu kadar kısa tutulur. Kanal dizaynında hava hızları da 4-6 m/s ile sınırlı olmalıdır. Egzoz havası, dükkanın büyüklüğüne bağlı olarak bir kanal yardımıyla toplanıp, egzoz aspiratörüyle dışarıya atılabilir. Ufak dükkanlarda cama veya duvara takılan aspiratörler yardımıyla egzoz gerçekleştirilebilir.

Küçük marketlerde en önemli iç ısı kaynaklarından biri buzdolaplarının havalı kondenserlerinden yayılan ısıdır. Bu yüzden mümkünse soğutucuların kompresör ve kondenserleri dükkandan ayrı bir bölmede toplanmalıdır. Havalandırma havasının buradan egzoz edilmesi yazın dükkan klima edilsin veya edilmesin büyük yarar sağlar. Sadece havalandırma yapılan, iklimlendirilmeyen dükkanlarda kondenserlerin bulunduğu bölgeden kanalla toplanan hava egzoz edilirken, besleme havası doğal olarak veya besleme fanı yardımı ile mekanik olarak temin edilir. Havalandırma miktarı olarak dükkanlarda 8 hava değişimi alınabilir.

Küçük dükkanların ısıtılması, İstanbul şartlarında, kombi kullanılarak radyatörlerle yapılabilir. Ege ve Akdeniz şartlarında ısıtma gerekli olduğunda heat pump cihazlarla yapılabilir.

7.4.2. SÜPER MARKETLER

Süper marketleri kurulu oldukları alan büyüklüğü cinsinden; 2.500 m² üstü hiper marketler (departman mağazaları), 1.000-2.500 m² arası büyük süper marketler, 400-1.000 m² arası orta büyüklükte süper marketler ve 100-400 m² arası küçük süper marketler olarak sınıflandırılabilir. Küçük süper marketlerde insan yoğunluğunun daha fazla olduğu hesaba katılmalıdır.

Süper marketler yapı ve işlev itibarı ile ikiye ayrılırlar.

- Daha çok gıda ve zorunlu ihtiyaç ürünlerinin satıldığı, insan yoğunluğunun oldukça fazla olduğu, alçak ürün raflarının bulunduğu, insanların hareketli olduğu ve alışveriş sürelerinin uzun olmadığı (ortalama 30 dakika) süper marketler;
- Hobi, yapı araç ve gereçlerinin satıldığı, insan yoğunluğunun nispeten daha az olduğu, oldukça yüksek malzeme raflarının bulunduğu ve alışveriş sürelerinin oldukça uzun olabildiği (ortalama 60 dakika) süper marketler. Bundan dolayı özellikle gerekli taze hava miktarları belirlenirken ve kanal dizaynı yapılırken süper marketlerin bu tip işlevlerinin göz önünde bulundurulması gerekir.

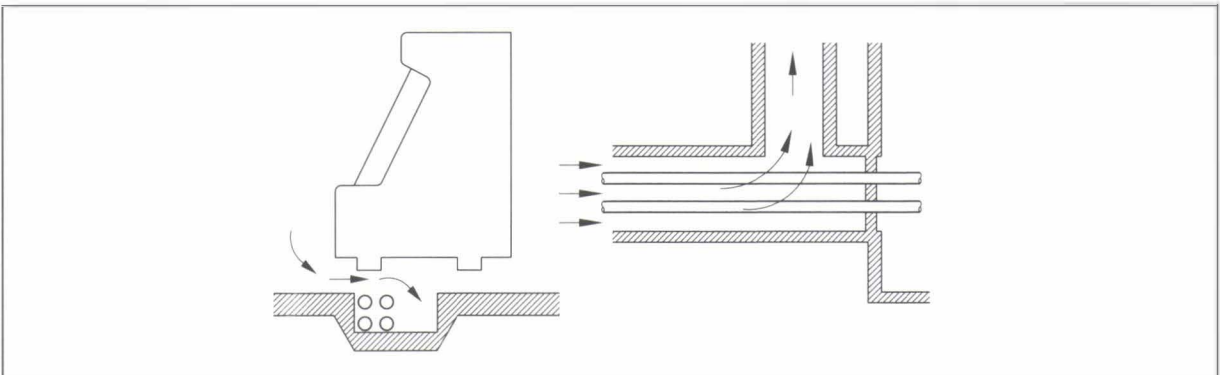
Süper marketlerde kanal dizaynı yapılırken özellikle yerleşim planları göz önünde bulundurulmalı, rafların bulunduğu bölümlerde havanın raflara çarpması önlenmelidir. Süper marketlerin kendi içerisindeki bazı bölümlerinde üfleme hızları ve konfor şartları değişiklik gösterebilir. Özellikle sabit, oturularak çalışılan ve insanların sıra bekledikleri kasa bölümünde hava hızları daha düşük, hava miktarları daha fazla alınmalıdır. Süper marketlerde ısı kazanç ve kayıplarının büyük bölümünün sürekli açılıp kapanan giriş çıkış kapılarından olduğu düşünülürse iklimlendirilmiş tüm havanın %60'lık kısmının giriş kapılarına yakın olan 1/3'lük (toplam süper market alanının) kısmına üflenmesi gerekir. Günümüzde süper marketlerdeki insan yoğunluklarının hafta arası iş çıkış saatlerinde ve hafta sonlarında olduğu düşünülür ise işletme maliyeti açısından süper market tesisatlarında zonlama yapmak, çok kademeli cihazlar kullanmak avantaj sağlar.

Süper marketlerde soğuk vitrinler etraflarındaki havayı soğuturlar ve bu gece gündüz sürekli devam eder. Örnek bir uygulamada, iç hava sıcaklığı 24 °C değerindedir. Bu koşullarda iç-dış sıcaklık farkı dolayısıyla ısı kazancı veya kaybı 1 °C sıcaklık farkı için, yaklaşık 8 kW/°C olarak hesaplanmıştır. Soğuk vitrinler tarafından yaratılan toplam soğutma ise 56 kW değerindedir. Bu değer 81'ine karşı gelen duyulur ısı miktarı 45,4 kW mertebesinde. Bu etkiyle market, yaz-kış $45,4/8 = 5,7$ °C

soğutulmaktadır ve yaz kış mağaza sıcaklığı dış sıcaklığın 5,7 °C altında olacaktır. Bu nedenle süper marketlerde, özellikle soğuk vitrin bölgelerinde, soğuk havanın döşeme seviyesinde çöküp kalması önlenmelidir. Yerel soğuk havanın sirküle edilmesi gerekir. Bu amaçla dönüş havasının döşeme seviyesinde emilmesi büyük önem taşır. Dönüş menfezleri özellikle soğutucu vitrinlerin bulunduğu bölgelerde yerleştirilmelidir. Bu amaçla en iyi çözümlerden biri dönüş havasının döşeme altı kanallarla toplanmasıdır. Soğutucu vitrin altından geçen bu döşeme altı kanallarda uygun noktalara açılan menfezlerden soğuk hava emilir. Şekil 7.15'deki uygulamada görüldüğü gibi döşeme altı kanalları aynı zamanda soğutucu akışkan borularının geçmesi için de kullanılabilir. Besleme menfezleri ise tavan seviyesinde olmalıdır.

a. Sistem Seçimi: Süper marketlerin iklimlendirme ve havalandırma tesisatlarında genelde kanallı sistemler ile çözüm yoluna gidilir. Tek kat üzerine kurulu süper market binalarının iklimlendirme ve havalandırma tesisatlarında genellikle çatı tipi paket klima cihazları tercih edilirken, çok katlı, düşük tavan kotlu, süper marketlerde kanal tipi split klimalar kullanılabilir. Süper marketlerde paket tipi cihazlar bakım, kontrol, servis ve işletme maliyeti gibi birçok nedenlerden dolayı tercih edilmelidirler. Çatı tipi paket klimalarda kanal bağlantıları cihazın altına incek şekilde veya yatayda gidecek şekilde yapılabilir. Bundan dolayı cihazı sadece üstünde teras ya da çatı olan mahallerde kullanım mecburiyeti yoktur. Cihaz mevcut bina bahçesine veya balkonuna da monte edilebilir. Cihaza monte edilecek bazı ekipmanlar ile dönüş kanalı üzerinden egzoz yapmak ve aynı zamanda ortama taze hava vermek mümkündür. Sıcak sulu ısıtma sistemi mevcut ya da kurulacak ise; sadece soğutma yapan çatı tipi paket veya split cihazlara sıcak sulu serpantin akuple edilerek ısıtma yapılabilir.

Isı kazanç ve kaybının fazlasıyla gerçekleştiği giriş, çıkış kapılarında mutlaka hava perdesi kullanılmalıdır. Mümkünse giriş ve çıkışlar ortak bir rüzgarlığa (ara bölüm) açılmalı ve bu ara bölümün iklimlendirmesi ayrı düşünülmelidir. Giriş bölümünden



Şekil 7.15. SOĞUK VİTRİN BÖLGESİNDE DÖŞEME ALTI KANAL TAVSİYE EDİLİR.

gelebilecek soğuk havayı kırmanın en ideal yolu cam altlarına yapılacak alçak parapetlerin (yaklaşık 300 mm) altına radyatörler monte etmektir.

İklim koşulları nispeten daha elverişli (özellikle güney bölgelerde) yerlerde klima cihazlarının heat pump ısıtma sistemi olanları tercih edilebilir. Heat pump ısıtma verimi ve kapasitesi (C.O.P.) dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Dış hava sıcaklıklarını düştükçe cihazın ısıtma kapasitesi ve verimi (C.O.P.) düşer, işletme maliyeti yükselir. Özellikle ılıman iklime sahip olmayan bölgelerde heat pump ısıtma sistemi kullanımında yardımcı olarak elektrikli ısıtıcılar kullanılmalıdır. Elektrikli ısıtıcıların kullanımı işletme maliyetini oldukça artırır.

Bu tip bölgelerde ısıtma sistemi gaz (doğal gaz veya LPG) ile, soğutma sistemi elektrikle çalışan sistemler tercih edilmelidir. Kullanılacak paket cihazların kademe olması özellikle insan yoğunluğunun az olduğu gün ve mevsim geçişlerinde konfor ve işletme ekonomisi sağlar. Kullanılacak paket cihazlar atmosfer şartlarına dayanıklı olmalı ve paslanmamalıdır. Cihazların kasaları su geçirimsiz olmalıdır.

b. Taze Hava Miktarı: Süper marketlerde taze hava miktarları insan yoğunluğuna göre belirlenir. Ortalama taze hava miktarları aşağıda verilmiştir.

Cihaz taze hava bağlantıları %100 taze hava alacak şekilde dizayn edilmeli, özellikle mevsim geçişlerinde cihaz %100 taze hava ile çalıştırılarak işletme maliyetinin düşmesi sağlanmalıdır. Taze hava miktarları bazı literatürde 1,0-1,5 hava değişimi olarak da geçer, ancak doğru olanı insan sayısına göre yapılan hesaplardır.

7.4.3. DEPARTMAN MAĞAZALARI

Bu bölümde tek veya çok katlı bir yapı içinde farklı departmanlardan oluşan bir sistem ele alınmıştır. Yiyecekten giyim eşyasına ve ev eşyalarına kadar çeşitli malların olduğu bu sistemlerde her bölüm farklı karakterdedir. Genellikle ısıtma, soğutma ve havalandırma hep havalı bir klima sistemi ile gerçekleştirilir. Bu sistem için çeşitli bölümlerin karakteristik yükleri *Tablo 7.16*'de verilmiştir.

Genel ortalama olarak üflenene hava miktarı 16 m³/m²h alınabilir. Kişi başına gerekli dış hava miktarı ise 20 m³/kişi verilebilir. Isıtma ve soğutma amacı ile aynı klima santrali ve hava dağıtım sistemi kullanılır. Isıtma açısından en kritik bölge giriş bölgesidir. Burada kapılar ve geniş cam yüzeyler bulunur. Birçok mağazada girişte ara geçiş bölgesi uygulanması yapılmaktadır. Çift kapı sayesinde yaratılan bu ara geçiş bölgesinde ayrı bir ısıtma uygulanır. Böylece dışarıdan soğuk havanın doğrudan içeri girmesi önlenir. Soğuk girişin önlenmesi için bir başka yöntem kapılara sıcak hava perdesi uygulanması veya radyant ısıtıcılarla ısıtılmasıdır. Geniş camlı ön yüzde radyatör veya konvektörle ayrı bir yardımcı ısıtma da yapılmalıdır.

Departman mağaza uygulamalarında genellikle hava soğutmalı kondens üniteleri kullanılır. Eğer çoğu zaman olduğu gibi süper market tek katlı ve yaygınsa çatı üstü klima ve havalandırma üniteleri kullanılmalıdır. Böylece birden çok sayıda çatı üstü ünite ile farklı karakterde bölgeleri, ayrı bağımsız ünitelerle beslemek mümkün olmaktadır. Bu durumda kanal sistemi de göreceli olarak kısa olacaktır. Bu hava soğutmalı klima ve havalandırma sistemlerinde, "Free Cooling" özelliği yani uygun zamanlarda %100 dış hava ile çalışma kabiliyeti aranmalıdır. Böylece gece saatlerinde ve ara mevsimlerde dış havanın uygun olduğu zamanlarda soğutma ünitesi çalışmadan %100 dış hava ile yapılan soğutma sonucu mağazada depolanan soğuk, pik yük dönemlerinde kullanılabilir. Hava dağıtımında genellikle mağazanın ön tarafında yoğunlaşan yük dikkate alınmalıdır. Sistem toplam havasının yaklaşık %60'ı mağazanın yaklaşık 1/3'lük ön alanına beslenmek durumundadır.

Süper marketlerde olduğu gibi soğuk vitrin bölgelerinde, soğuk havanın döşeme seviyesinde çöküp kalması önlenmelidir. Yerel soğuk havanın sirküle edilmesi gerekir. Bu amaçla dönüş havasının döşeme seviyesinde emilmesi büyük önem taşır. Dönüş menfezleri özellikle soğutucu vitrinlerin bulunduğu bölgelerde yerleştirilmelidir.

Departman	Oda Sıcaklığı		Kişi Yoğunluğu	İç Yükler		Maks. Soğutma Yüğü	Üfleme Hava Sıcaklığı		Üfleme Hava Miktarı	Maks. Egzoz Hava Sıcaklığı
	Yaz	Kış		Aydınlatma	İnsan		Kış	Yaz		
	°C	°C		W/m ²	W/m ²		°C	°C		
Tekstil, ev eşyaları vs	19 - 22	22 - 26	0,3	20	32	52	12	12 - 16	16	10
Mobilya	19 - 22	22 - 26	0,1	20	11	31	12	12 - 16	9	6
Avize, lamba	22 - 24	22 - 28	0,3	200	32	232	12	12 - 16	69	69
Radyo, televizyon	22 - 24	22 - 28	0,3	100	32	132	12	12 - 16	39	39
Yiyecek	18 - 20	20 - 22	0,3	20	32	52	12	12 - 16	16	16
Lokanta, kafeterya	21 - 23	22 - 26	0,5	20	53	73	12	12 - 16	22	22

Tablo 7.16. ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ İÇİN KLİMA-HAVALANDIRMA VERİLERİ

a. Egzoz Sistemi: Süper marketlerde ve departman mağazalarında ortam sürekli pozitif basınçta tutulur, bu nedenle özel bölümler hariç ortamdaki egzoz yapılmaz. Özellikle et reyonlarının, sebze reyonlarının, kafelerin, özel pişirme fırınlarının bulunduğu mahallerden kısmi egzozlar yapılmalıdır. Ortamdaki pozitif halde bulunan havanın özel panjur veya menfezler ile mal giriş bölümü ya da malzeme deposuna kaçması sağlanabilir. Bu tip uygulamalarda mutlaka ara geçişlerde yangın damperleri kullanılmalıdır.

b. Kanal Dizaynı: Özellikle yüksek tavanlı, asma tavan yapılmayan mahallerde kanallar açıktan geçiriliyor ise bu kanallara dıştan izolasyon yapılmalıdır. Kanallara içten izolasyon yapılmamalıdır. Zamanla izolasyon yapışkanlarında meydana gelebilecek açılmalar kanalları tıkayarak hava geçişini zorlaştırabilir. Ayrıca içten izolasyonlu sistemlerde izolasyon malzemeleri ses ve pislik kaynağı olabilirler. Bu tip sistemlerde sızdırmaz dairesel kesitli kanallar tercih edilmelidir. Bu kanallarda hava kaçakları önlenmesi gibi, hızlı montaj ve estetik görünüm gibi avantajlar da elde edilir.

Yüksek tavan kotlu uygulamalarda cihaza dönüş havası yer kotundan toplanmalıdır. Mümkün değilse üfleme sistemlerinde özellikle sıcak havayı yer kotuna indirecek ve by pass'ı önleyecek jet difüzörler kullanılmalıdır. Hava atışlarında yüksek rafların konumları büyük önem taşır. Hava bu rafların üzerine atılmamalıdır. Jet difüzörlerden çıkış hızları yüksek seçilebilir, ancak bu hava hızları insanların dolaştıkları ortamlarda 0,5 m/s seviyelerinde tutulması gerekir.

Şekil 7.17'de arka arkaya 5 pafta halinde bir süper market klima projesinin hava kanalları ve cihaz yerleşimi planları verilmiştir. Yapıya ait çatı, zemin, 1. bodrum, 2. bodrum ve 3. bodrum planları görülmektedir. Her kat 1.805 veya 1.960 m² olup, toplam yapı 7.530 m²'dir. Kat yüksekliği 3,5 m olup, asma tavan yüksekliği 0,5 m'dir.

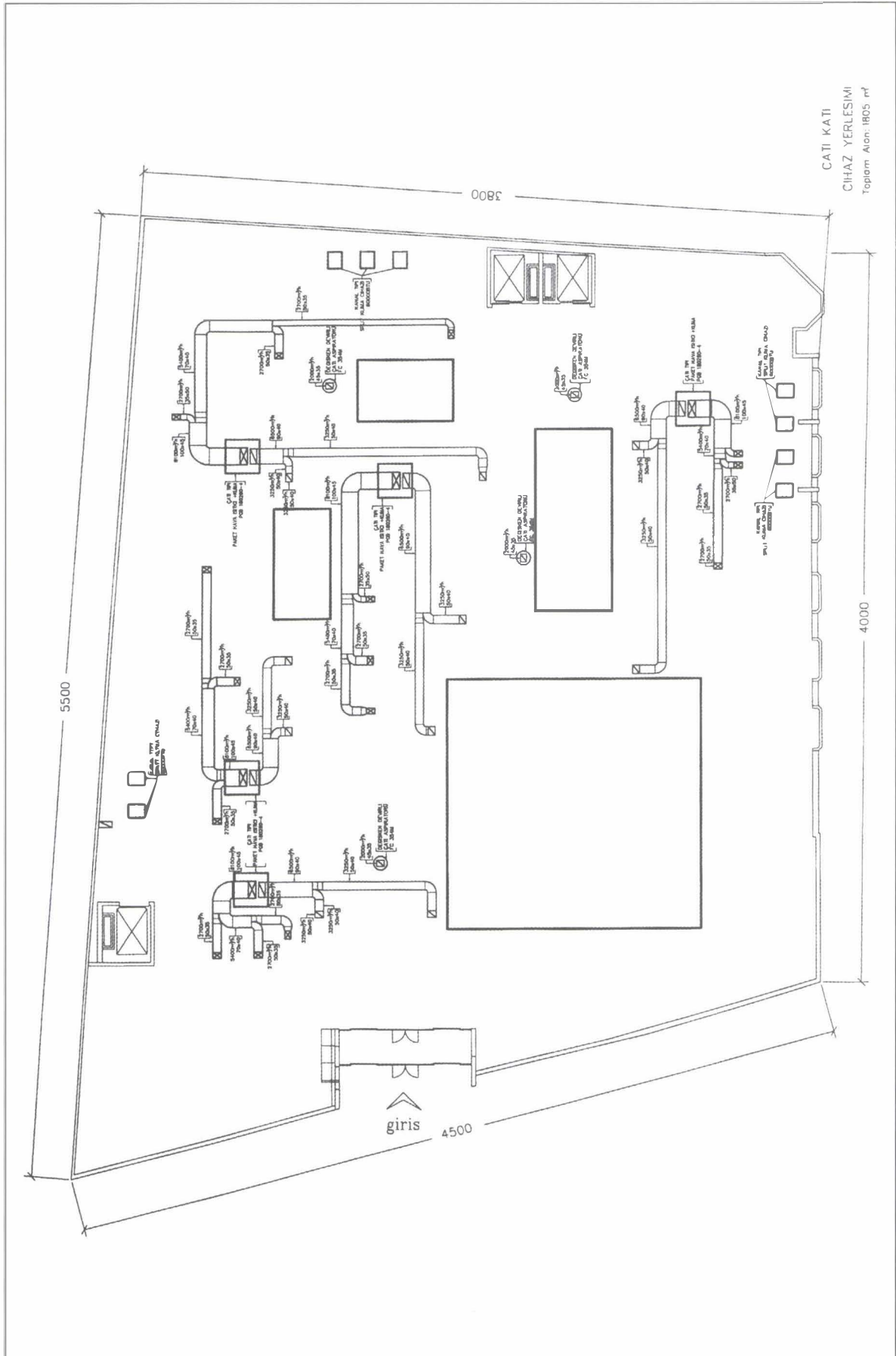
7.4.4. SÜPER MARKET UYGULAMA NOTLARI

- Çatıda dış ortamda kullanılan klima santrallerinin mutlaka dış ortam etkilerinden etkilenmeyecek yapıda olması gerekir. Dış gövde yağmur, rüzgar gibi etkilere karşı tamamen sızdırmaz olmalıdır. Hava kaçağı, içine su alma gibi riskleri taşımamalıdır. Ayrıca santralin kardan etkilenmemesi için kendi üzerinde çatısı olmalıdır.
- Çatıya konan santralin kanal bağlantıları cihazın altından yapılmalıdır. Dış ortamdaki giden kanallarda her ne kadar izolasyon ve izolasyon kılıfı da yapılırsa, kanalı dış etkilerden korumak çok zordur.

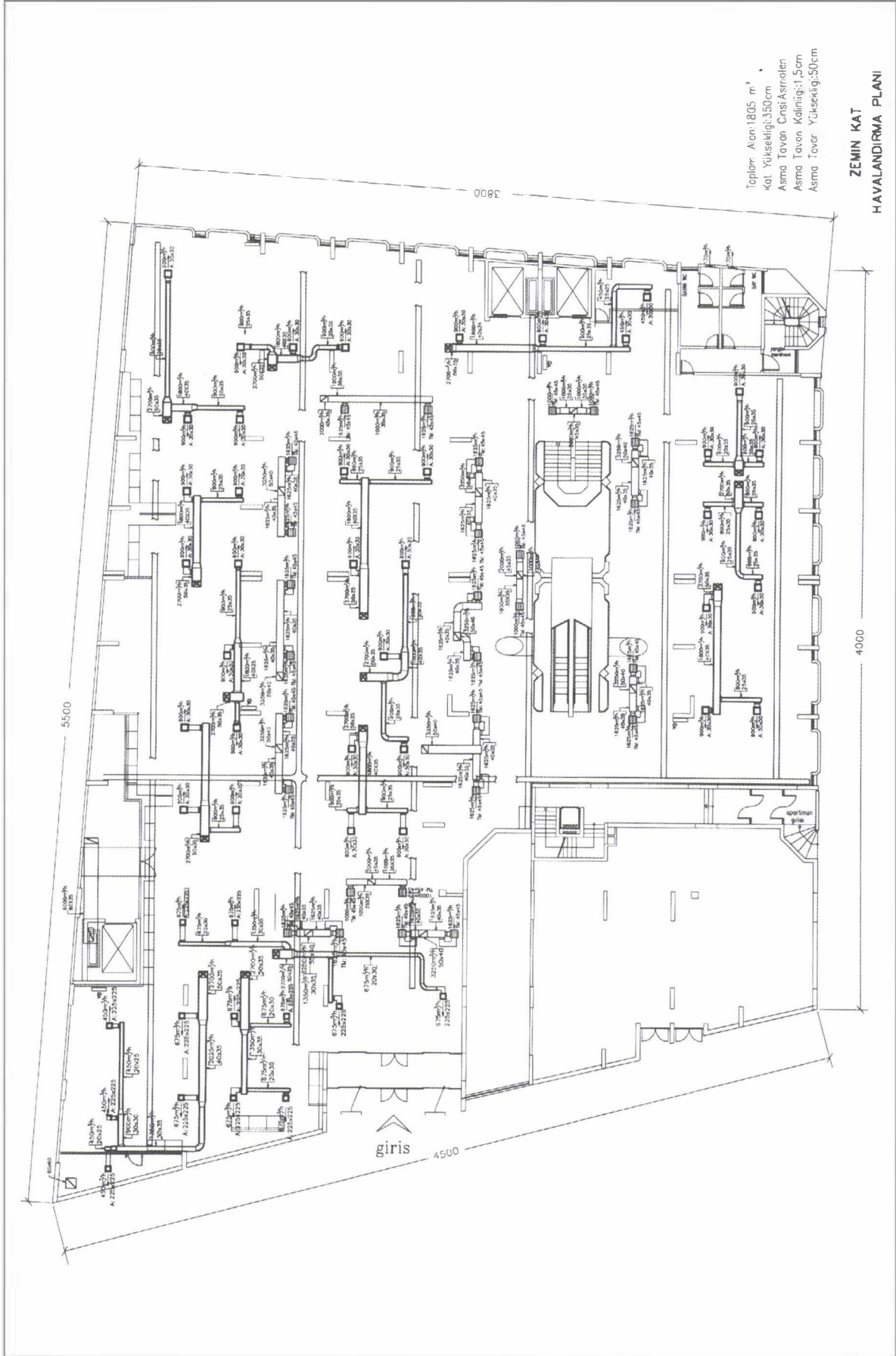
- Klima santralleri çift devirli fanlı, çift serpantinli ve çift kondenserli olmalıdır ki, fan düşük devirde çalıştığında serpantinde donma vs olmasın. Çünkü bu tür binalarda insan yükü çok değişkendir.
- Taze hava oranı bu tip uygulamalarda %25-30 mertebelerinde olmalıdır.
- Market hacmi ile diğer hacimler arasında, pozitif basınçtaki ortamdaki hava transferi için transfer merkezleri kullanılıyorsa, arkalarında yangın damperi kullanılmalıdır.
- Özellikle insanların yoğun olduğu kasaların bulunduğu ön tarafa fazla hava üflenmek gereklidir.
- Menfez yerleşimi yaparken yüksek dolaplara dikkat etmeli, bunların üstüne hava üflenmemelidir. Menfez yerleri yürüyüş koridorlarının üstüne gelecek şekilde projelendirilmelidir.
- Markete açılan bütün kapılarda sıcak hava perdesi kullanılmalıdır. Bu hem ısı kaçağını engeller, hem de sinek gibi uçan haşerelerin girişini engeller.
- Kasalardaki klimatizasyonda müşteri isteği mi, kasiyer isteği mi dikkate alınacağı işverenle mutlaka görüşülmelidir.
- Ortamda mutlaka artı basınç yaratılmalıdır. Böylece dışarıdan içeri hava girmesi engellenmelidir. Aksi halde kasiyerler hasta olmaktadır.
- Et reyonu, balık reyonu, fırın bölümü gibi bölgelerin ayrı %100 taze havalı klima cihazları olmalıdır ve bu bölümlerden mutlaka egzoz yapılmalıdır.
- Çatı tipi mutfak aspiratörleri, hava atışı dikine tipte olanlardan seçilmelidir. Hava atışı yandan olanlarda egzoz havası çatı ve teras yüzeyine çarparak burada yağ filmi oluşturmaktadır. Bu ise, aspiratörlere servis veren kişilerin kayıp düşmesine ve yaralanmasına neden olmaktadır.

7.4.4. BÜYÜK ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ

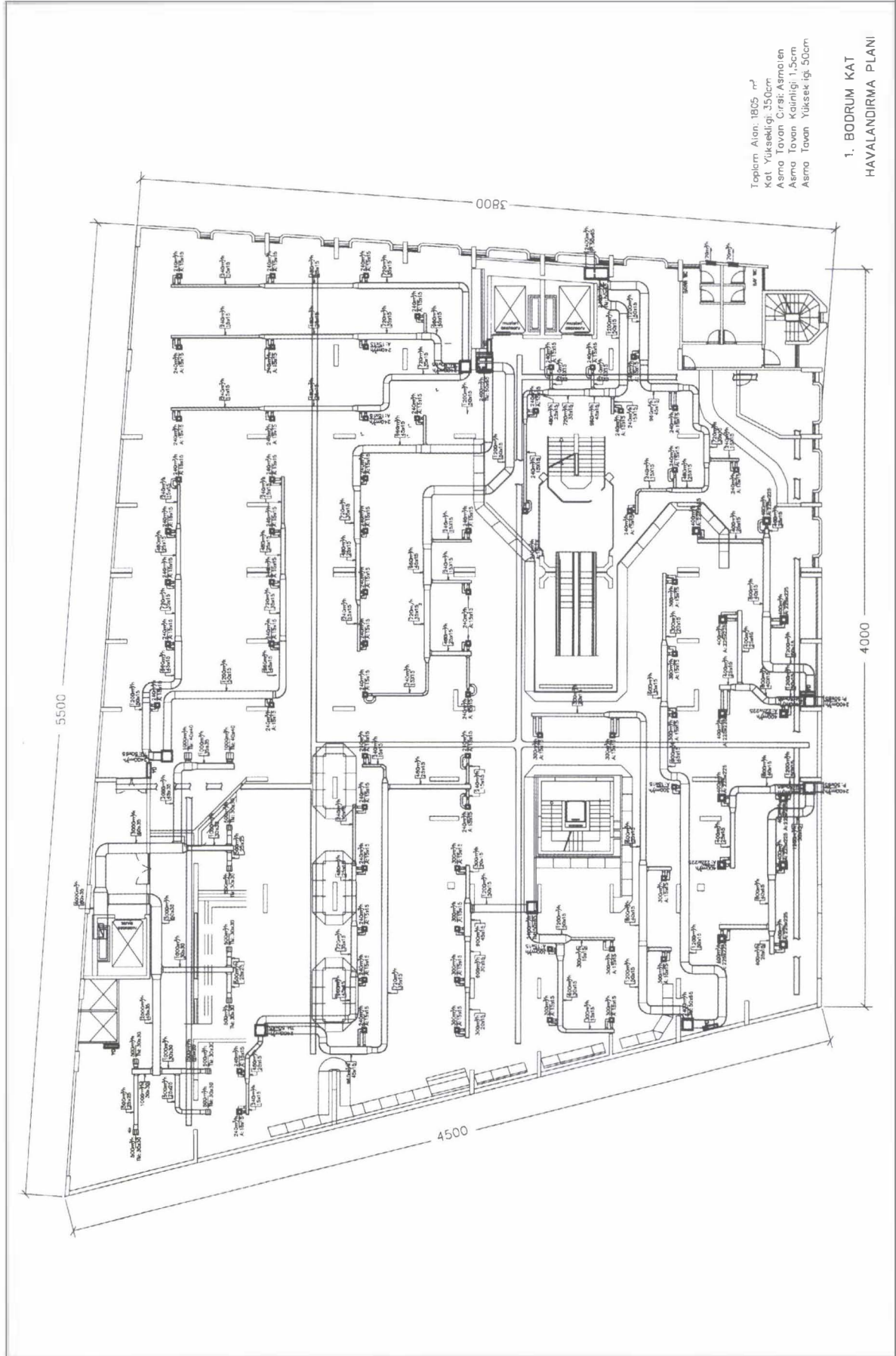
Bu tip yapılar bir mol hacmi ile buna bağlı çok sayıda dükkandan oluşur. Mol hacimleri merkezi bir sistemle iklimlendirilirken, dükkânlar ayrı bir sistem ile bağımsız veya müşterek iklimlendirilir. Mol hacimleri mal sahibi tarafından işletilirken, dükkânlar kiralık veya satılık olabilir. Dolayısı ile dükkânlardaki tesisatın işletme maliyetinin paylaşımı ve dükkânların satış veya kiralama politikası, sistem dizaynında başlangıçta ele alınması gerekli önemli konulardır. Mol hacimleri genellikle sabit debili merkezi santrallerle beslenir. Sistemin mimari projelendirilmesinde mümkün olduğu kadar aynı karakterdeki dükkânlar bir araya toplanmalıdır. Özellikle yiyecek-içecek alanları, (fast food, lokanta, kafeterya gibi) bir arada toplanmalıdır. Bu alanlar özel olarak ele alınıp projelendirilmelidir.



Şekil 7.17A. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ

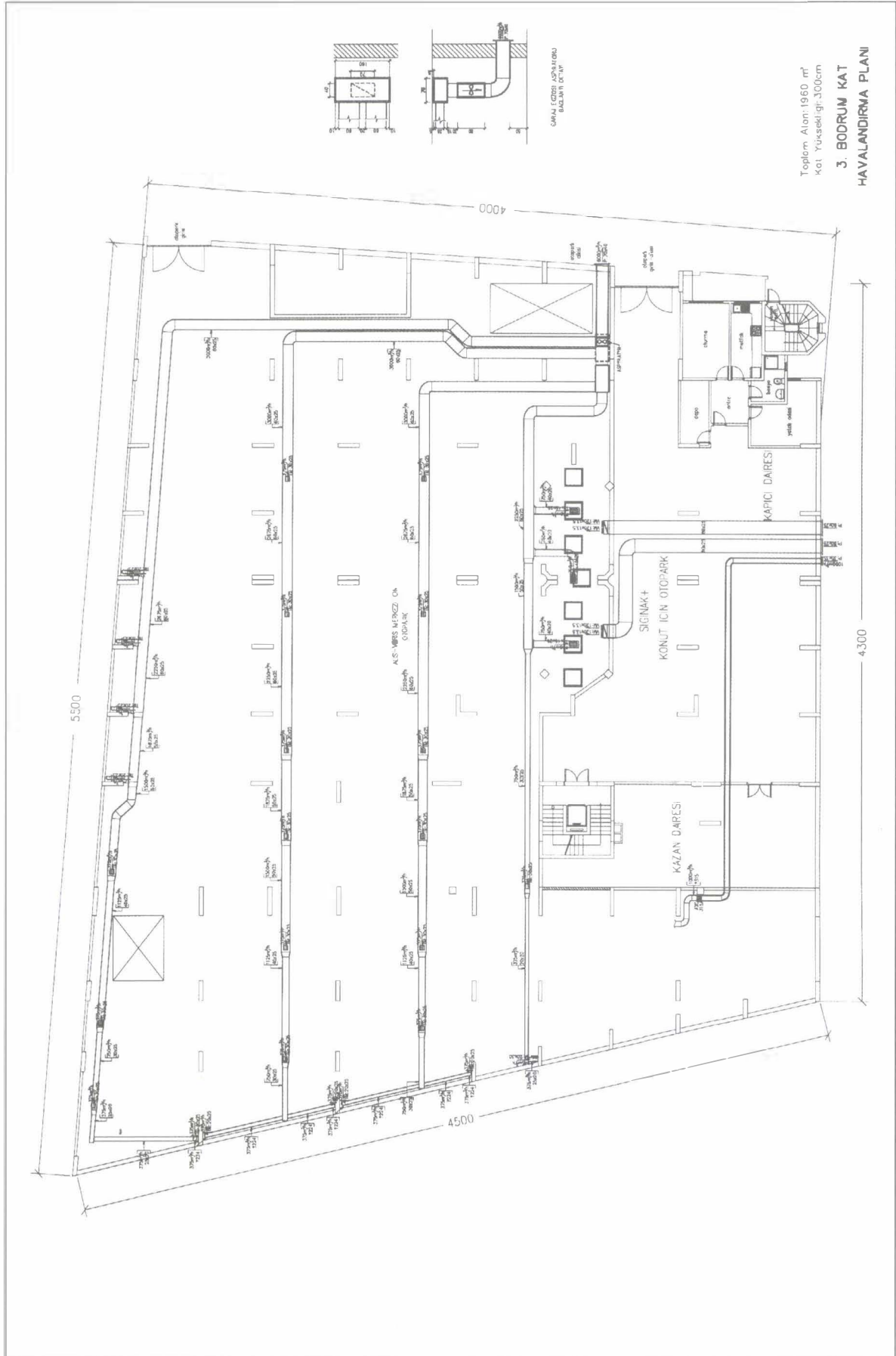


Şekil 7.17B. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ (Devam)

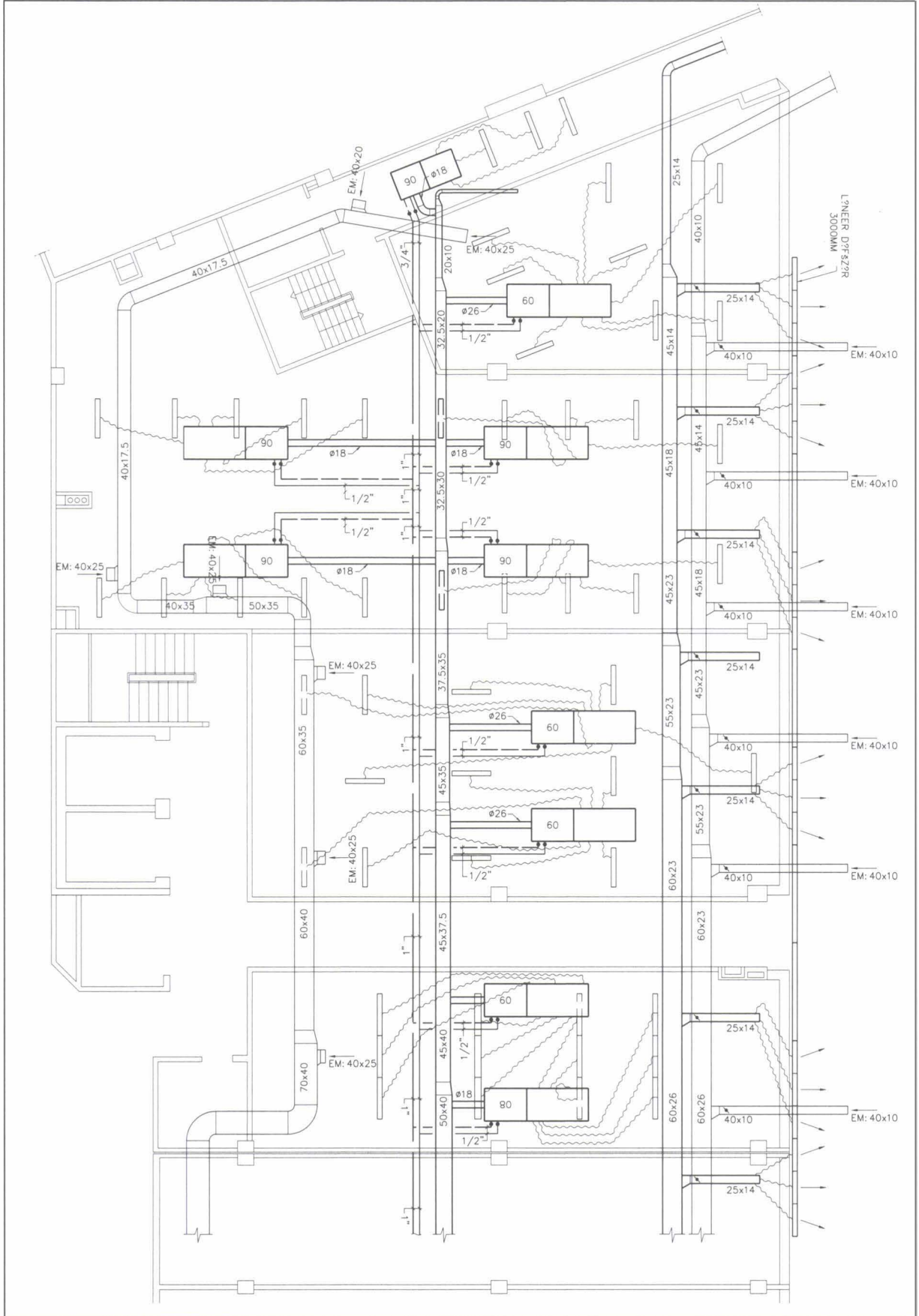


Şekil 7.17C. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ (Devam)





Şekil 7.17E. ÖRNEK SÜPER MARKET KLİMA PROJESİ (Devam)



Bu bölgelerde koku ve duman kontrolü, dış hava ihtiyacı, mutfak egzozu, ısının yerinde yakalanması ve soğutma ekipmanlarının ihtiyaçları gibi özel çözüm gerektiren sorunlar vardır. Bu bölgenin ayrı bağımsız bir egzoz sistemi ile egzoz edilmesi de uygulanan çözümler arasındadır. Mol bölgesi genellikle yıl boyu soğutulmak durumundadır.

Dükkanlar için ise merkezi VAV sistemleri en çok kullanılan çözümdür. Her dükkan için ayrı bir VAV kutusu kullanılır. Merkezi santralde 16°C gibi sabit bir sıcaklıkta üretilen hava, VAV kutusunda farklı hacimlere farklı debide verilerek farklı soğutma yükleri karşılanır. Eğer dükkanların dışa bakan cepheleri yoksa ve tamamen mol hacmine bakıyorsa, buraları için de yaz kış soğutma gerekecektir.

VAV kutularında ısıtıcı serpantinler yardımı ile reheat yapılabilir. Böylece bir hacimde ısıtma yapılırken, diğer hacimde aynı anda soğutma yapılabilir. Ancak uygulamada dışa bakmayan dükkanlarda reheat olayı çok ender olarak gerçekleşmektedir.

Bu bakımdan VAV kutularında reheat özelliği dikkatle değerlendirilmelidir. Dükkanlarda ısıtma ihtiyacı VAV kutularındaki ısıtıcılarla veya ilave sıcak sulu ısıtma sistemleri ile karşılanabilir.

Alışveriş merkezlerinde yıl boyu soğutma ihtiyacının olması nedeniyle, ısı ekonomisi önlemlerine dikkat edilmeli ve free cooling imkanı olan santraller seçilmelidir. Mol hacminde dış atmosfere göre daha yüksek veya nötr bir basınç oluşturulmalıdır. Sadece yiyecek bölgesi ve eğer varsa koku kontrolü gereken bölgelerde negatif basınç oluşturulur. Bu tür bölgelerin bağımsız egzoz sistemi olmalı ve bu bölgelerin havası ortak dönüş havasına karıştırılmamalıdır. Duman kontrolü için havalandırma sisteminde gerekli önlemler alınmış olmalıdır. Bu tür merkezlerde, genellikle bulunan, atriyum hacimlerinin havalandırılması için ilgili bölüme bakınız. Özel klima isteyen tatbikat yerlerinin kesin tespiti gerekir. Çarşı giriş kapılarına sıcak hava perdesi yapılmalıdır. Dükkanların veya gezi alanlarının egzoz havası garaj katlarına basılıp, egzoz garajdan yapılabilir. Bu şekilde garaj katlarındaki konfor yaklaşık olarak sıfır maliyet ile gerçekleşir. Ancak bu tip uygulamalarda yangın sırasında duman kontrolüne dikkat edilmeli ve yangında oluşan dumanın garaja basılması önlenmelidir. *Şekil 7.18*'de bir çarşı binası klima projesi kat planı görülmektedir. Bu binada dükkanlarda klima sistemi olarak VAV kullanılmıştır. santralde şartlandırılan soğuk hava kanallarla planda görülen VAV kutularına, bu kutulardan esnek kanalla lineer difüzörlere ulaşmakta, buralardan istenen miktarda dükkanlara üflenmektedir. Dönüş+egzoz havası ise asma tavan içinden emiş menfezleri ve dönüş kanalları ile toplanmaktadır. VAV kutularında reheat için sıcak su kullanılmaktadır.

7.5. ATRIÜMLAR

Üzeri kapalı geniş avlu olarak atriyum ilk kez Roma mimarisinde ortaya çıkmıştır. Modern mimaride ise atriyum özellikle büyük alışveriş merkezlerinde, otellerde, terminallerde, spor komplekslerinde, endüstriyel yapılarda ve iş merkezlerinde çok kullanılan bir eleman haline gelmiştir. Atrium çözümleri büyüklük, geometri ve fonksiyon olarak çok değişik olabilmektedir. Bu bölümde ancak genel prensipler üzerinde durulacaktır. Özel çözümler tamamen mimarın ve mekanik tasarımcının seçimine bağlıdır. Yani atriyum için universal bir mekanik sistem çözümü önerilemez, ancak tasarımcı çeşitli olanakları değerlendirerek özel çözümü kendisi üretir. Atrium tasarımında en önemli görev mimara düşmektedir. Atriyumun oryantasyonu ve geometrisinde alınabilecek önlemlerle, atriyumu kapatan cam yüzeylerin ve çevre duvar yüzeyleri malzemesinin uygun seçimi ile pasif olarak güneşten ısıtmada yararlanmak mümkündür. Yine aynı elemanlarla oynayarak yazın serinletme imkanları veya soğutma yükü indirimleri sağlanabilir. Burada mimari ile ilgili pasif önlemler üzerinde durulmayacaktır. Ayrıca atriyumda yangından koruma üzerinde ilgili bölümde durulduğundan, burada anlatılmayacaktır.

7.5.1. HAVADA SICAKLIK TABAKALAŞMASI VE BACA ETKİSİ

Atriumlarda büyük yüksekliklere ve tepeden alınan güneş radyasyonuna bağlı olarak düşey doğrultuda önemli sıcaklık farkları oluşur. Yazın bu düşey doğrultudaki fark 10-15°C değerlerine kadar yükselebilmektedir. Ayrıca sıcaklık gradyanı da geometriye bağlı olarak farklı olmaktadır. Özellikle dar ve uzun atriumlarda iki farklı belirgin sıcaklık gradyanı ve buradan hareketle, iki farklı bölge tanımlamak mümkündür. Bu sıcaklık gradyanı kış aylarında daha azalmakta, hatta çok soğuk dış hava sıcaklıklarında ve tek camlı uygulamalarda en yukarıda bir ters gradyan bile oluşabilmektedir. Bu durumda yoğunlaşmanın önlenmesi için özel önlem alınması gerekir. Bu sıcaklık gradyanı iyi değerlendirildiğinde bazı uygulamalarda avantaj olarak da kullanılabilir. Bu sıcaklık tabakalaşmasını göz önüne alarak atriyum hacmi düşey doğrultuda iki bölgeye ayrılabilir. Üst bölge güneş radyasyonundan etkilenmektedir ve sıcaklıklarda gün boyunca büyük değişimler meydana gelir. Alt bölge ise güneşten fazla etkilenmez ve daha stabil bir sıcaklık değerine sahiptir. Öte yandan yangından koruma bölümünde daha fazla üzerinde durulduğu gibi, atriyumda yüksekliğine bağlı olarak çok kuvvetli bir baca etkisi vardır. Kışın alt katlardaki sıcak hava yükselerek üst katlardaki açıklıklardan dışarı çıkmaya çalışır ve yükseklik boyunca bir basınç gradyanı oluşur. Alt kotlarda vakum, üst kotlarda da artı basınç söz

konusudur. Yazın ise dış ve iç sıcaklıklara bağlı olarak ters bir basınç gradyanı oluşabilir. Doğal havalandırma ile ilgili olarak değerlendirilebilecek bir başka kuvvet ise rüzgar basıncıdır. Özellikle üst kotlardaki uygun açıklıklarda rüzgar basıncından yararlanarak önemli ölçüde doğal havalandırma yapılabilir.

7.5.2. HVAC Sistemi

Atriumu ve bunu çevreleyen yapıları farklı zonlar olarak değerlendirmek gerekir. Günümüz uygulamalarında atriumda yaşanılmayan üst kotlar için aktif iklimlendirme düşünülmektedir. Ancak çevreleyen yapıların iklimlendirilmesi atriumla birlikte çözülmeli ve atrium şartlarının belirli sınırları aşmaması için gerekli kontrol elemanları temin edilmelidir. Şunu da unutmamak gerekir ki, atriumda insanlar sürekli kalmadıklarından, konfor şartları çok daha geniş aralıkta değişir.

Eğer atrium bir dönüş havası plenumu gibi kullanılmıyorsa, atriumlu yapılar için VAV sistemleri en uygun çözümdür. Bu tip yapılarda geniş yük değişimleri ve bazen aynı anda ısıtma ve soğutma talepleri oluşabilmektedir. Ayrıca atriuma komşu hacimlerde çok farklı enerji talepleri varsa, merkezi tek sistem yerine çok merkezli yaygın sistemler kullanılabilir. Atriuma açılan zonlardan oluşan bir sistemde, zonlara sadece besleme havası temin etmek, dönüş havasını ise atrium üst kotlarından almak mümkündür. Bu durumda atrium bir

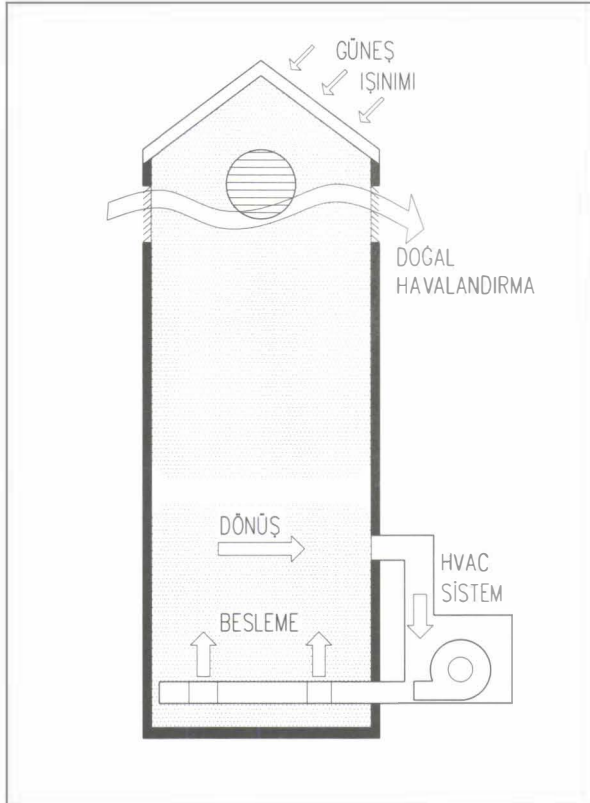
dönüş havası plenumu gibi kullanılmış olur. Ancak bu sistemin dezavantajları vardır. Öncelikle farklı kaynaklardan emilen havaların karışması, koku ve diğer kirleticiler açısından bir iç hava sorunu yaratır. İkincisi atriuma yakın bölgelerde daha fazla resirkülasyon olur. Ayrıca kanal yerleşimi için uygun yer olmayabilir. Bunun alternatifi olan sistemde ise atriuma komşu veya bağlı zonları kendi besleme ve dönüş kanalları ile tesis etmek, atriumu bağımsız çözmektir. Atriumun bağımsız çözümünde havanın alt kotlardan yaşam mahallerine beslenmesi ve üst kotlardan toplanması genellikle tercih edilen çözümdür. Besleme havası ortamda bulunan insanlar ve bitkiler üzerine doğrudan gelmemelidir. Atrium tepe camının özel canı olması, çift cam olması, içten veya dıştan özel gölgeleme elemanları kullanılması enerji tasarrufu açısından mutlaka dikkate alınması gerekli hususlardır.

7.5.3. ATRIUM HAVALANDIRMASI

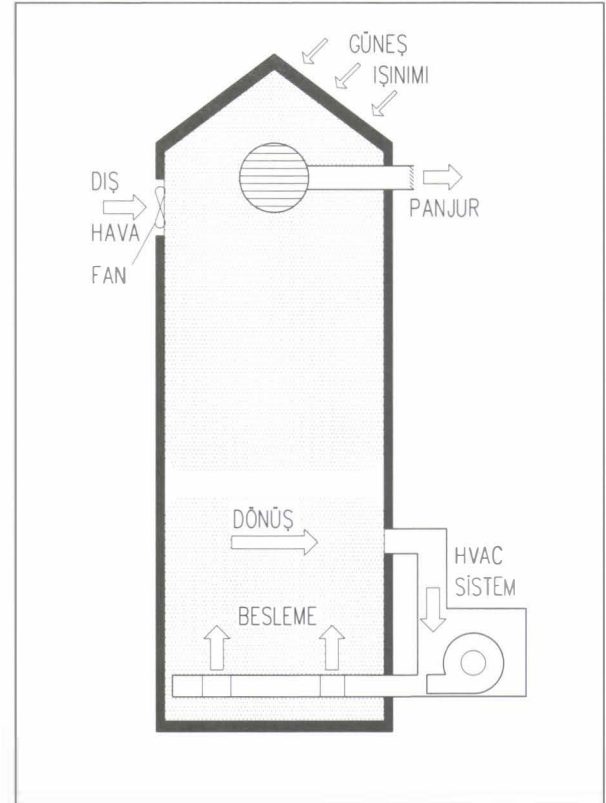
Atriumu alt ve üst olarak fiktif iki bölgeye ayırmak çoğu zaman yararlıdır. Bu durumda tavsiye edilen havalandırma sistemleri alternatifleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yaz çalışmasında Şekil 7.19'da olduğu gibi alt yaşanan zon mekanik bir sistemle şartlandırırken, üst bölgeyi kontrollü olarak açılabilen açıklıklardan doğal olarak sadece havalandırmak.

Burada sadece özellikle etkili olan rüzgar kuvvetleridir.



Şekil 7.19. YAZ ÇALIŞMASI HAVALANDIRMASI



Şekil 7.20. YAZIN UYGUN KOŞULLARDA EKONOMİ ÇALIŞMASI

Aynı işlemi fan kullanmak suretiyle cebri olarak da gerçekleştirmek mümkündür. Ayrıca yangın halinde duman kontrolü için bir egzoz sistemi öngörülmüşse bu egzoz fanları da yazın havalandırma amacı ile kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada en az 5 m/s değerine kadar rüzgar hızlarında doğal havalandırmanın başarı ile gerçekleştiği belirlenmiştir.

- Yaz çalışmasında dış hava sıcaklıkları iç sıcaklıklardan daha düşükse ki, bu durum geceleri ve ara mevsimler için geçerlidir, bu durumda Şekil 7.20'de görülen çalışma biçimi kullanılabilir. Bu durum bilinen free cooling uygulamasıdır. Ancak burada sıcaklık tabakalaşması nedeniyle üst seviyelerde sıcaklıkların çok daha yüksek olduğu düşünülürse, atriumda free cooling imkanı çok daha fazladır. Örneğin normal konfor klimasında dönüş havası sıcaklığı 24-28 °C iken atrium üst kot sıcaklıkları 38 °C değerlerine kadar yükselebilmektedir.

Sözü edilen bu durum nedeniyle atriumda hiçbir mekanik soğutma yapmadan, sadece tepede kontrollü olarak yaratılabilen açıklıklar yardımı ile gerçekleştirilen doğal havalandırma ile sıcaklıkları kontrol etmek mümkündür. Baca etkisi ile alt kotlardan emilen serin dış hava (kısmen bağlantılı klimatize edilen zonlardan emilen şartlandırılmış hava), bu tepedeki açıklıklardan egzoz edilir.

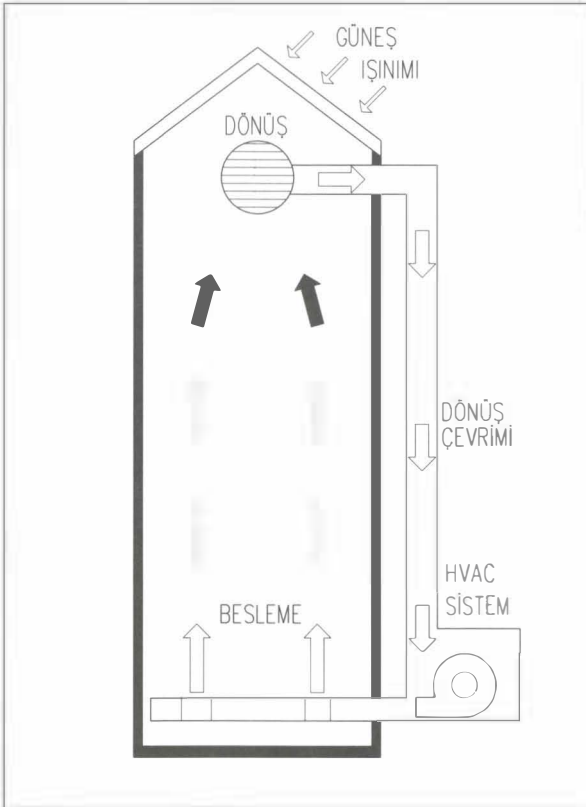
Bu şekilde doğal olarak havalandırılan örnek bir atriumda döşeme alanı 560 m² ve yükseklik 20 m değerindedir.

Çatı alanının brüt %10'u mertebesinde açıklık meydana getirebilmektedir. Dış sıcaklığın 14-24,5°C arasında değişimi sırasında atrium sıcaklığı altta 26°C, üstte 30°C değerinde sınırlanabilmektedir.

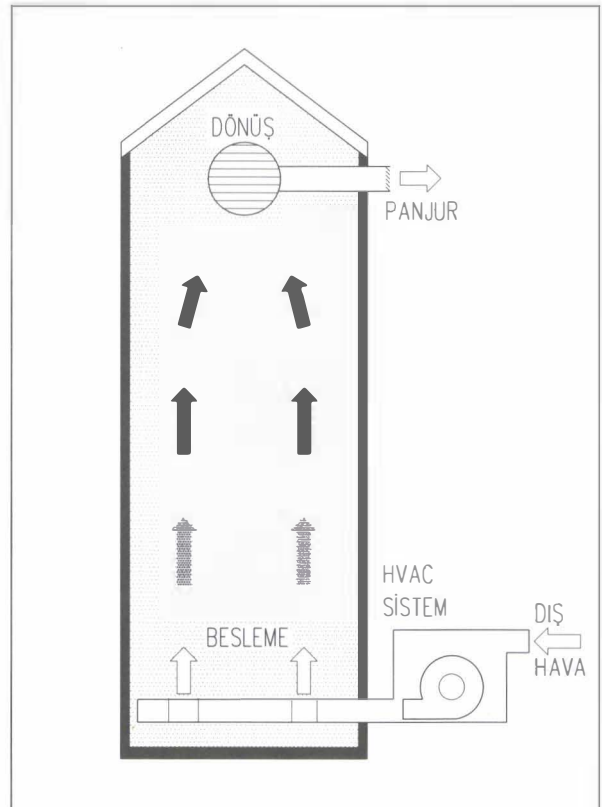
Dış sıcaklığın 31°C değerine çıktığı en sıcak günde atriumda sıcaklık 32°C ile sınırlı kalabilmektedir. Bu durum atriumda dolaşmakta olan insanlarda rahatsızlığa neden olmamaktadır.

Kış çalışmasında atrium HVAC sisteminin esnek olması yararlıdır. Burada üç hal söz konusu olabilir.

- Dış sıcaklıklar, içerideki ısıl ataletle ve iç kaynaklar nedeniyle önemli büyüklükteki zaman dilimlerinde ısıtmaya gerek kalmayacak kombinasyonlar oluşturabilir. Merkezi enerji yönetim sistemi yardımı ile önceden belirlenen bir strateji çerçevesinde mekanik ısıtma ve soğutma tamamen durdurulabilir.
- Açık ve soğuk kış günlerinde düşey doğrultuda önemli ölçüde sıcaklık tabakalaşması meydana gelir ve sıcak hava üstte toplanır. Bu sıcak hava Şekil 7.21'deki gibi HVAC sistemine geri döndürülerek önemli ölçüde ekonomi sağlanabilir.
- Kapalı ve soğuk kış günlerinde Şekil 7.22'de görülene benzer iki zonlu şartlandırma gerçekleştirilebilir. Daha duyarlı olan ve yaşanan alt zon ısıtılırken, üst zonda sadece yoğunlaşmayı önlemek üzere bir şartlanma gerçekleştirilir. Yaşanılmayan üst zonu ısıtılması gerekmez.



Şekil 7.21. GÜNEŞLİ VE SOĞUK KIŞ GÜNLERİNDE EKONOMİ ÇALIŞMASI



Şekil 7.22. KAPALI KIŞ GÜNLERİNDE NORMAL ÇALIŞMA

7.6. BÜYÜK TOPLANTI, FUAR, GÖSTERİ VE SPOR SALONLARI

7.6.1. GENEL

Büyük toplantı salonları genellikle yüksek tavanlıdır ve esas olarak tek büyük hacimden oluşurlar. Kullanımları sürekli değil, periyodiktir. Tasarım bu kısa süreli yoğun kullanıma göre yapılır. Bu dönemde insan yoğunluğu çok fazladır. Ancak kişi başına düşen hacim büyük olduğundan, salonda toplam hava değişimi sayısı göreceli olarak düşüktür. Enerji tasarrufu önlemlerinin sistem tasarımı ve performansı üzerine büyük bir etkisi vardır ve mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu tip yapılarda kullanım kısa süreli olduğundan, ön soğutma veya ısıtma ile pik yükleri azaltmak mümkündür. İnsan yükü hesaplanırken oturma alanı için kişi başına 0,7-0,9 m² alan alınabilir. Kişi başına minimum dış hava miktarı 8-30 l/s değerleri arasında değişir. Görüldüğü gibi havalandırma yükü toplam yük içerisinde önemli bir yer tutar. Enfiltrasyonun önüne geçmek üzere bu hacimler genellikle pozitif basınç altında tutulur.

Aydınlatma bu tip uygulamalarda önemli bir iç yüküdür. Salon karakterine göre değişmekle birlikte, sergi ve fuar alanı gibi yerlerde 1.600 lüks mertebesine kadar yükselebilir.

Kullanılacak filtreler eğer sigara içilmiyorsa %30-35 gibi düşük verimli olabilir. Sigara içilen hacimlerde ise filtreler ASHRAE standartlarına göre %80 verim değerine sahip olmalıdır. Ses ve titreşim kontrolü, özellikle konser salonları gibi uygulamalarda ön plana geçer ve sistem tasarımında ana parametreyi oluşturur. Bu tip uygulamalarda mutlaka bir akustik danışmanıyla birlikte çalışılmalıdır.

Bu tip büyük salon uygulamalarında sabit debili tek zonlu veya VAV tam havalı klima sistemleri kullanılır ve lobi vs. gibi yan salonlar için ayrı bağımsız santraller tavsiye edilir. Küçük toplantı salonları için paket tip hava kanallı klima cihazları ile klima tesisatı yapılması, dolu zamanı az olan binalarda esneklik ve egzoz kullanım imkanı sağlayabilir. Büyük gösteri salonları ve arenalarda giriş lobileri, koridorlar ve çevreleyen oturma alanları ayrı santrallerle beslenir. Düşük yoğunluklu radyant ısıtma iyi bir alternatiftir. Bazı büyük salonların faaliyetin karakterine göre bölünmesi söz konusudur. Bu tip uygulamalarda da her zonun ayrı kontrol edilebilmesi tercih edilir. Çok büyük salon sistemlerinde aynı salona birden fazla sayıda santralden besleme yapılabilir.

Şekil 7.23 ve 24'de iki farklı toplantı salonu klima projesi verilmiştir. Her iki sistem de tamamen havalı tip klima sistemidir. Şekil 7.23'deki uygulamada besleme havası tavandan anemostatlar ile verilirken dönüş havası tavandan, salon yan duvarlarından ve sahneden toplanmaktadır. Şekil 7.24'deki çözümde ise, besleme havası yine tavandan verilirken, dönüş havası koltuk altlarından toplanmaktadır.

Bu salonlarda tavan yüksekliği fazla olduğu için hava katmanlaşması sık rastlanan bir problemdir. Hava dağıtımında bu konuya dikkat edilmelidir.

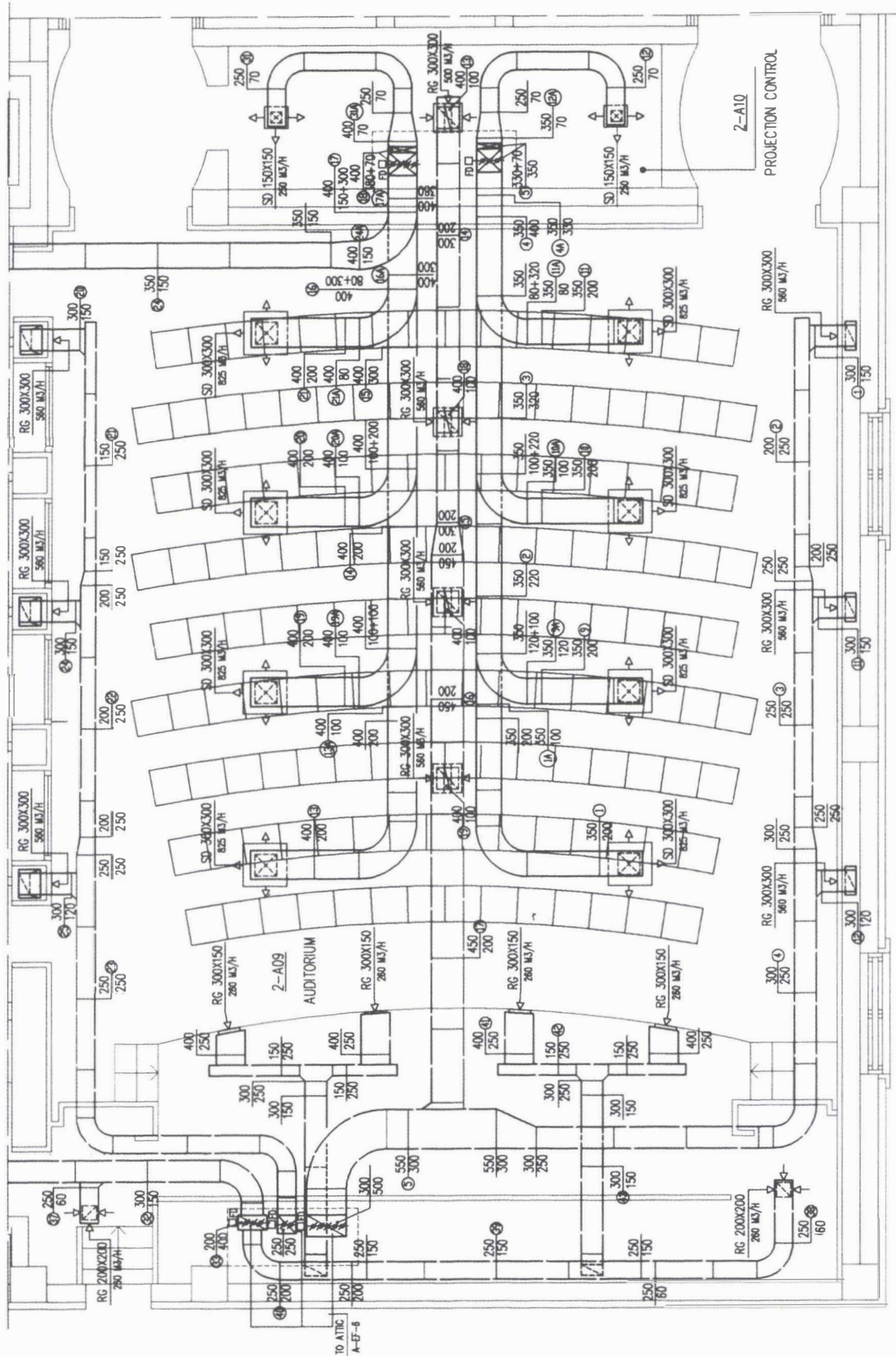
Büyük salonların havalandırmasında performans sırasında insanlar sürekli yerlerinde hareketsiz oturduklarından, iyi bir hava hareketi uygulamanın en önemli yönüdür. Isıtma, salona giriş bölgelerinde önemlidir. Salonda seyirciler gelmeden yapılan ön ısıtma periyodu dışında önemli değildir. Asıl üzerinde durulması gereken soğutma halidir.

Bunun için en genel uygulama, besleme havasının baş üstü seviyesinden veya üst kotlardan vermek ve havayı koltuk altlarından veya oturma yerleri civarında alt kotlardan toplamak şeklindedir. Koltuk altındaki dönüş menfezlerine hız 1,4 m/s değerini aşmamalıdır. Bu hacimlerin biçimine göre bazen jet tipi 15-45 m gibi uzun atışlı difüzörlere gereksinim duyulabilir, veya tavandan aşağı doğru üfleme yapılabilir. Bu tip uygulamalarda, hava besleme menfezlerindeki ses seviyesine dikkat edilmelidir. Ses seviyeleri yüksek ise, tavandan aşağı üfleme yapan difüzörde ses seviyelerinin müsaade ettiği ölçüde atış yapılır. Hava hareketinin devamı dönüş menfezleri ile sağlanır. Dönüş menfezleri bütün oturma alanına dağılmış ise, üflenen soğuk veya sıcak hava bir bulut biçiminde insanların üzerinden geçerek dönüş menfezlerinden emilir. Balkon altları gibi havanın hareketsiz kalması mümkün bölgelerden de hava emişi yapılmalıdır.

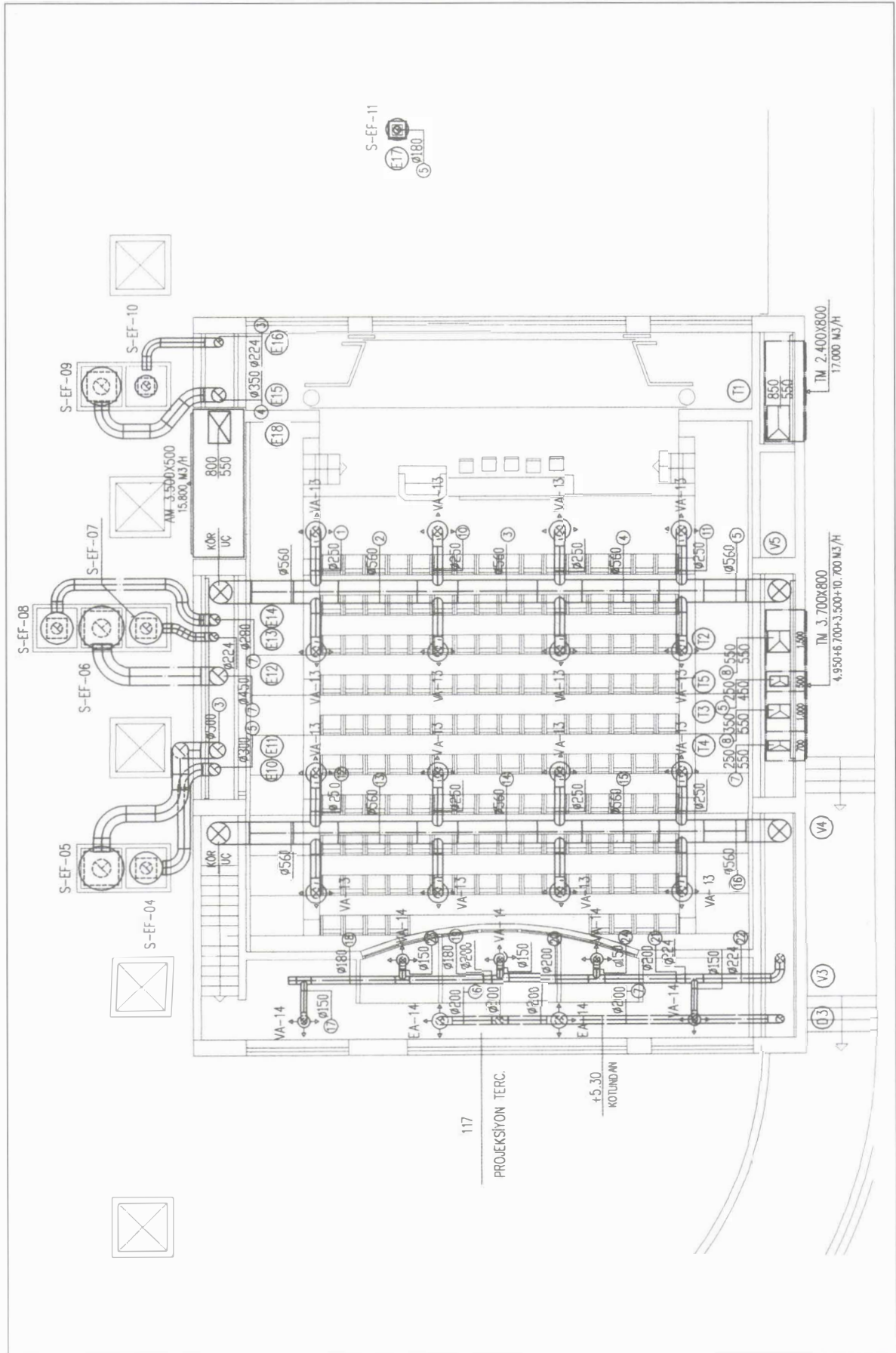
Normal tavan difüzörleri 9 m aralıklarla sıralandığında ve iyi bir difüzör seçimi yapıldığında bir çok uygulamada olumlu sonuç almak mümkündür. Besleme menfez elemanı olarak lineer difüzörler kullanılması mimari açıdan daha çok tercih edilen çözümlerdir. Bu tip uygulamalarda kullanılan büyük kapasiteli difüzörlerde iç damper bulunmaması ses açısından önemle tavsiye edilir. Eğer sistemde soğutma yapılmıyor ve sadece havalandırma ve/veya hava ile ısıtma yapılıyorsa, yukarıdaki tersine koltuk altlarından besleme, tavan seviyesinden dönüş havası alınması yöntemi uygulanır. Eğer bazı spor salonlarında olduğu gibi seyirci yeri yoksa, tavandan difüzörlerle üfleyp, santrale en yakın duvardan üst kotlardan tek noktada emiş menfezleri ile havayı toplamak mümkündür.

7.6.2. ARENALAR VE SPOR SALONLARI

Bu salondaki faaliyetler çok çeşitli olabildiğinden ısı yükler çok değişir. Bu salonlar sadece spor karşılaşmaları için değil aynı zamanda konser, gösteri ve sergi amaçlarıyla da kullanılabilir. Bu yüzden bu sistemler çok esnek olmalıdır. Bunun için kullanılan fanlar çok kademeli olmalıdır. Böylece faaliyet cinsine göre kapasite ayarı yapılabilir. Kongre faaliyetleri, pop müzik konserleri gibi hallerde ısı konforundan çok iyi bir egzoz havalandırma birinci planda gelir. Ana salon etrafındaki yardımcı alanlar, giriş-çıkışlarda ve aralarda çok yoğundur. Bu bölgeler için bağımsız bir havalandırma santrali ve iyi



Şekil 7.23. TOPLANTI SALONU KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 7.24. FARKLI BİR TOPLANTI SALONU KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ

bir havalandırma gereklidir. Soyunma odaları iklimlendirilmesinde çok iyi bir havalandırma gerekir. Soyunma odalarında metrekare başına 10-15 l/s hava gerekir. Sistemin iklimlendirilmesinde merkezi havalı sistemler kullanılır. Dönüş havasının bir bölümü (yaklaşık %25'i) aşağıdan alınmalıdır. Egzoz tatbik edilmelidir. Bazı açık stadyumlarda, oturan yerlerde panel ısıtma vardır.

Okulların jimnastik salonlarında olduğu gibi küçük uygulamalarda saatte 4-6 hava değişimi sağlayacak bir havalandırma yeterlidir. Isıtma ihtiyacı genellikle radyatörler veya sıcak hava üniteleri ile sağlanır. Soğutma gereksizdir. Büyük spor salonlarında ise hava değişim miktarı saatte 2-3 defa veya kişi başına 30-40 m³/h olarak hesaplanır.

Şekil 7.25'te kapalı bir spor salonuna ait havalandırma projesi verilmiştir. Hava tavandan verilip, tavandan toplanmaktadır.

7.6.3. SİNEMA, TİYATRO VE KONSER SALONLARI

Sinema salonlarında genellikle günde 4-8 saat arası sürekli çalışma söz konusudur. Bu nedenle ön soğutma işlemi ilk matine hariç etkin değildir. Salonun doluluk oranı dikkate alınması gereken önemli bir parametredir. Sinemalarda ses kritik bir parametre değildir. Lobby alanları kısa zamanlarda kullanılır. Bu alanlarda 1,8-2,8 m²/kişi yoğunluk kabul edilebilir. Işık gösteri sırasında olmadığından, aydınlatma yükleri önemsizdir ve kurulu gücün %5-10'u mertebelerinde alınabilir. Sinema uygulamalarında esas problemleri hacim projeksiyon odasıdır. Bu alan üretici firma bilgilerine dayanarak özel olarak iklimlendirilmelidir. Genellikle egzoz havalandırma tekniği tercih edilir. Sinemalarda tek zonlu olarak konvansiyonel sistem tatbik edilmelidir. Fuaye ayrı bir sistemle beslenmelidir. Sinema salonları ve fuaye hacimleri ayrı cihazlarla soğutulmalı ve ayrı cihazlarla egzoz yapılmalıdır. Kış mevsiminde de soğutma ihtiyacı olacaktır. Paket tip kanal tipi heat pump cihazlar ile iklimlendirilebilir. Tiyatrolar sinemalardan geniş ölçüde farklıdır:

- Gösteriler sürekli değildir.
- Genellikle tam yüke yakın dolarlar.
- Lobby alanları daha organize ve uzun süreli kullanılır ve çok yoğundur. Yoğunluk 0,5 m²/kişi alınabilir.
- Sahne aydınlatma yükü toplam soğutma yüküne ciddi bir katkı getirir ve ayrı olarak çözülmelidir.
- Salonun akustığı büyük önem taşır ve özel olarak çözülmelidir.

Sahnede yükün %40-60 mertebelerinde oranı ışıktan kaynaklanır ve lambalar etrafında egzoz havalandırma ile bu yükün önemli bir kısmı kaynağa yakalanabilir. Ancak sahne havalandırmasında esnekliğe ve dekora olan etkilere dikkat edilmelidir. Sahne mekanik tesisatında, diğer disiplinlerle bilinçli bir koordinasyon şarttır. Şartlandırılmış hava sahneye, sahne gerisinden ve alt

kotlardan verilir ve ışıklar etrafından üst kotlardan emilir. Hava hızları dekoru dalgalandırması açısından kritik bir önem taşır. Hava mümkün olduğu kadar düşük hızlarda ve geniş bir alandan çok sayıda menfeze verilmelidir. Salonda klima sistemi olarak VAV merkezi havalı sistemler tercih edilir.

Sahne ile salon sıcaklıklarının uygun biçimde dengelenmesi çok önemlidir. Eğer sahnedeki sıcaklık salona göre düşük ise, perde kalktığı zaman sahneden salona bir soğuk hava akımı olur. Bu rahatsız edici cereyan orkestra çukurunda daha da fazla hissedilir. Hava akımı aynı zamanda dekorda dalgalanmalar da yaratabilir. Bu nedenlerle sahne ısıtmasında radyant ısıtma uygun bir çözümdür. Büyük cam yüzeyleri bulunan fuayelerde ise hem yoğunmayı önlemek ve hem de soğuk drafı önlemek için cam altlarından statik ısıtma yapılmalıdır. Gişe salonu ve giriş katında yerden ısıtma tavsiye edilir. Bu alanlardaki yerden ısıtma uygulamasının yerden kazanma, konfor, homojen ısınma, zeminin çabuk kuruması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır. Konser salonları tiyatrolara benzer. Genellikle tam bir sahne yine bulunur. Fark belli ölçüde boyuttan ve dekordan kaynaklanır. Konser salonu genellikle daha büyüktür ve daha ağır dekore edilir. Konser salonu fonksiyonu içinde sosyal olaylar göz önüne alınmalıdır. Lobide kokteyl veya parti verilebilir. Ancak, konser salonlarının en önemli özelliği mekanik sistemlerindeki ses ve titreşim kontrolüdür. Konser salonlarındaki akustik, uzman danışman yardımıyla çözümlenir.

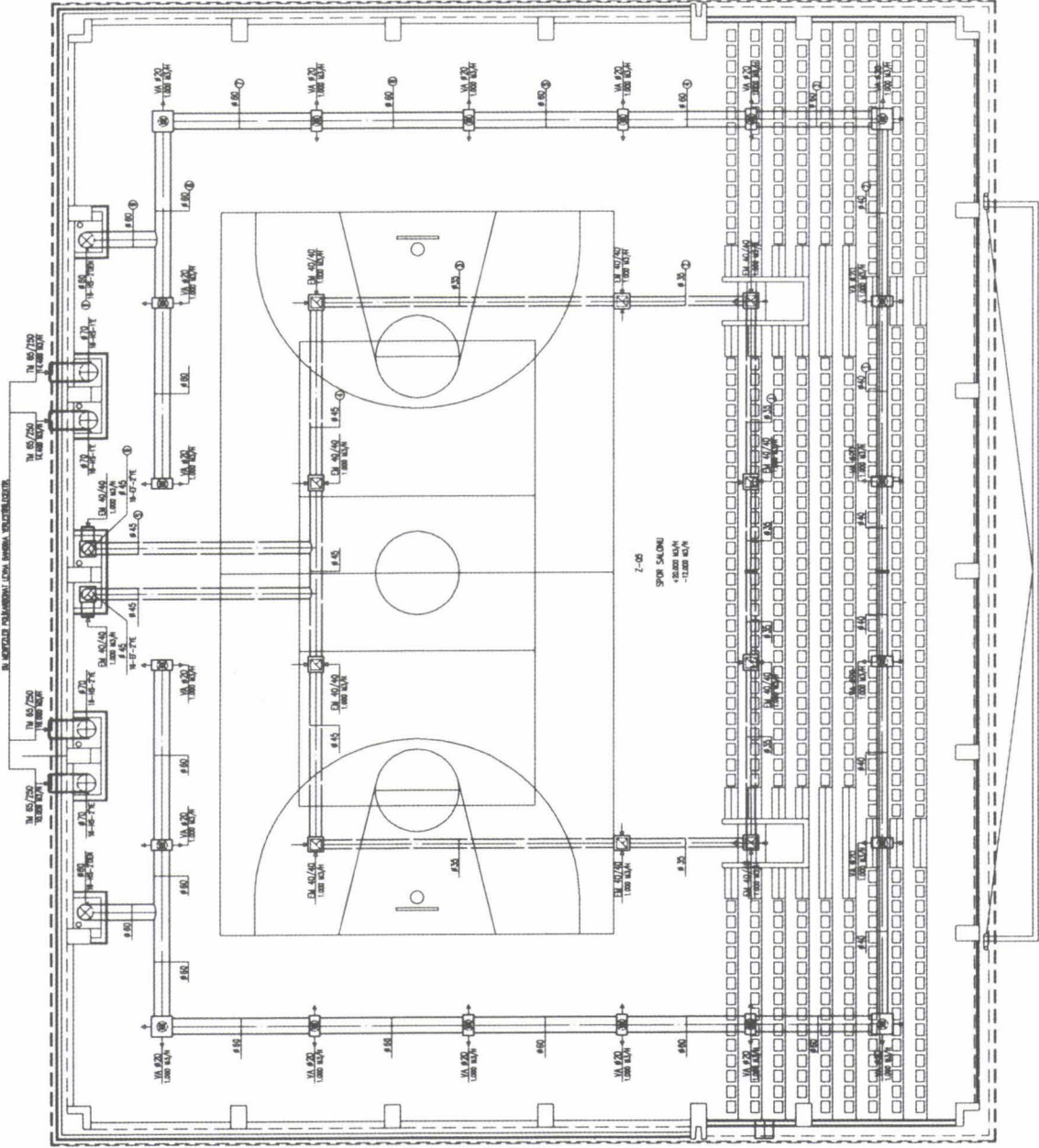
7.6.4. SERGİ VE FUAR ALANLARI

Bu alanların tasarımında yük belirlenmesi çok güçtür. Sergilenen malzemeye göre yük karakteri çok değişir. Bu nedenle havalandırma sistemi de esnek olmalıdır. Bu tip alanları tek bir santral yerine çok sayıda santral ile beslemek daha uygundur. Ortalama olarak mahal yükü 108 W/m² mertebelerindedir. İnsan yoğunluğu ise 3,7-4,6 m²/kişi alınabilir. Yapı uygunsa, gaz ısıtıcı çatı tipi cihazlarla çatıda oluşturulan bir kanal sistemi yardımıyla soğutma ve ısıtma yapılabilir.

Havalandırma sisteminin %100 dış hava ile çalışabilme özelliği olmalıdır. Özellikle serginin kuruluş ve bozulma dönemlerinde ve ara mevsimlerde bu gerekli olacaktır.

Sistemde doğrudan egzoz ağızları ve buraya esnek kanallarla bağlantı imkanı bulunmalıdır. Böylece sergi ve fuar sırasında bazı makinaları çalıştırmak veya bazı kimyasal buhar veya gazları doğrudan dışarıya atmak imkanı olacaktır.

Ana salon içinde veya çevresindeki yardımcı alanların lokanta, kafeterya, toplantı salonu veya ofisler gibi ayrı bağımsız bir havalandırma ve klima sistemleri olmalıdır. Geniş cam açıklıkları olan sergi salonları için, çevre boyunca yerleştirilen radyant tavan ısıtması başarıyla uygulanabilir.

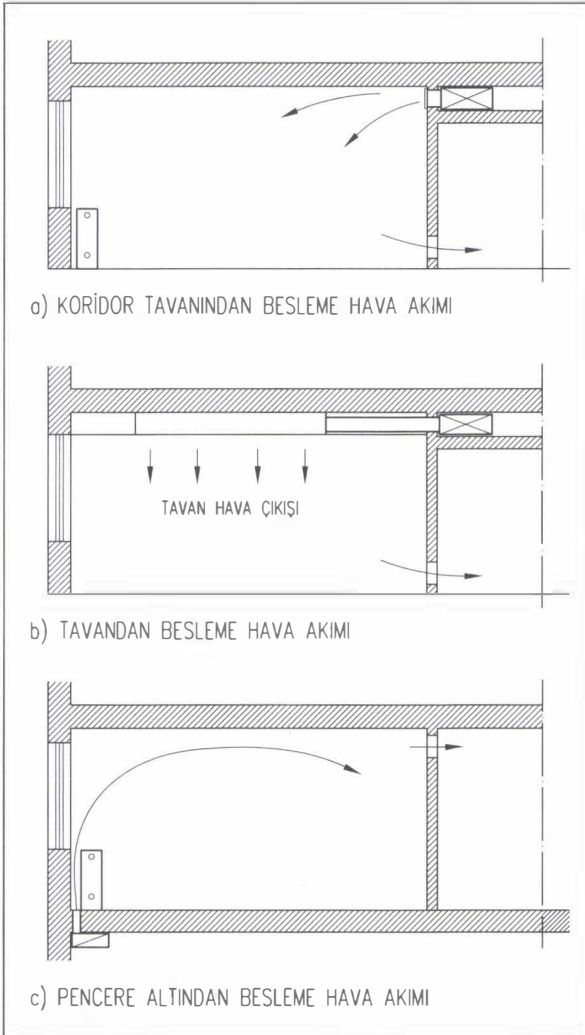


Şekil 7.25. SPOR SALONU HAVALANDIRMA ÖRNEK PROJESİ

7.7. EĞİTİM KURUMLARI

7.7.1. OKULLAR

Okullardaki dershanelerde genellikle doğal havalandırma yapılır. Bu genellikle yeterli olmaktadır. Ancak merkezi santrallerle veya lokal cihazlarla yapılan mekanik havalandırma daha iyidir ve hijyenik olarak daha kusursuzdur. Merkezi havalandırmada, hava koridor tarafındaki, duvarda açılan menfezlerden, pencere altlarından veya tavandan üflenir (Şekil 7.26). Pis hava pozitif basınç sayesinde koridora atılır. Kişi başına minimum dış hava miktarı 30 m³/h olmalıdır. Bu saatte 4-5 hava değişimine karşılık gelir. Tablo 7.27'de ASHRAE tarafından tavsiye edilen havalandırma miktarları verilmiştir. Okullarda kullanılacak klima sistemlerinin değişken yük koşullarına uygun olması gerekir. Dershanelerin ders sırasında ve boşken yükleri çok farklıdır. Ders saatleri dışında okulda belirli hacimlerde faaliyetler devam edebilir. Bu nedenle sistemdeki hacimlerin bağımsız olarak işletilebilmesi büyük önem



Şekil 7.26 DERSHANE HAVALANDIRMASI

taşır. Okullarda kullanılacak ekipmanların basit, sağlam ve az bakım isteyen cinsten olması çok önemlidir.

a. Kimya Laboratuvarı: Kimya laboratuvarlarında egzoz havalandırma sistemi kullanılır. Deney setleri üzerindeki davlumbaz hava emişi için vantilatör kullanılmalıdır. Taze hava döşeme seviyesinde odaya girer.

b. Toplantı Salonları: Toplantı salonları havalandırma, sıcak havayla ısıtma veya klima sistemine ihtiyaç gösterir. Isı ihtiyacının %50-75'lik kısmı radyatörlerle karşılanır. Hava ihtiyacı kişi başına 30 m³/h değerindedir.

c. Spor Salonları: Çok kalabalık olmadığı sürece, kişi başına düşen hacim miktarının çok fazla olması sebebiyle, genellikle havalandırma ihtiyacı göstermez. Tribünlerde havalandırma sistemi gereklidir. Jimnastik salonları için de bu özellikler geçerlidir. Genellikle sıcak havayla ısıtma yapılarak, havalandırma problemi de çözülür.

d. Tuvaletler: Pencerelele havalandırma yapılmalıdır. Bu yeterli olmuyorsa, vantilatörle emiş yapılmalıdır. Hava koridordan alınmalıdır. Değişim saatte 5-8 kez olmalıdır.

e. Duşlar: 8'den fazla duş varsa aspirasyon ve ventilasyon yapılmalıdır. Hava değişimi 8-10 kez alınmalı ya da duş başına 220 m³/h hava düşünülmelidir. Dış hava 30°C'ye ön ısıtılmalıdır.

7.7.2. YÜKSEK OKUL VE ÜNİVERSİTE ANFİLERİ

Anfilerde, hava kalitesinin düşerek dinleyicilerin dikkatlerinin dağılmasının önlenmesi için havalandırma-klimatizasyon sistemi kullanılmalıdır. Sıcaklık 22-25°C, nem %40-60 olmalıdır.

a. Isıtma: Pencereleli salonlarda, pencerelerin önünde, radyatör, konvektör veya panel türü ısıtıcılar kullanılır. Bunlar sürekli olarak 10-15°C'lik bir temel ısıtma sağlarlar. Havalandırma sistemi de ortamı 22°C'ye ulaştıracak gerekli ek ısıtmayı yapar. Bu şekilde fazla ısınma problemi en iyi şekilde çözülmüş olur. Eğer penceresiz bir salon söz konusuysa, bahsedilen ısıtıcıları koymak şart değildir.

Bölümler	100 m ² 'ye düşen kişi	Kişi başına taze hava ihtiyacı	
		(l/s kişi)	(l/s m ²)
Sınıf	50	8	
Laboratuvar	30	10	
Çalışma odası	30	10	
Müzik odaları	50	8	
Soyunma odası			2.50
Koridorlar			0.50
Oditoryum	150	8	
Sigara odaları	70	30	

Tablo 7.27. ÇEŞİTLİ OKUL BÖLÜMLERİ İÇİN HAVALANDIRMA İHTİYAÇ ALANI

b. Hava Miktarları: Seminer salonlarının özelliği, toplantının başlamasıyla birlikte, salonda dinleyicilerden kaynaklanan ve kişi başına 100 W değerinde olan, ani bir ısı kazancının oluşmasıdır. Bu salonlarda 1 kişi/m² yoğunluk alınabilir. Bu ısının yaklaşık %50'si hava tarafından alınır. Buna göre, besleme ve oda sıcaklıkları arasındaki Δt farkı esas alındığında kişi başına serinletme için gerekli hava miktarları aşağıdaki gibi bulunur:

$$L = 0,5 \times 0,1 \text{ kW}/(r \times C_p \times \Delta t) = 0,05/(1,2 \times 1 \times \Delta t) \text{ m}^3/\text{h} = 150/\Delta t \text{ m}^3/\text{h}$$

Örnek:

$$\Delta t = 5 \text{ K için } > = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Besleme havasının sıcaklığı istenildiği kadar düşük tutulmayacağı ve hava debisi de ekonomik nedenlerle sınırlı olacağı için ortam sıcaklığı dersin sonuna doğru yaklaşık 1-3 °C artacaktır.

DIN 1946-Teil 2'ye göre min. taze hava miktarları kişi başına 30 m³/h, sigara içilen ortamlardaysa 50 m³/h olmalıdır. Bu 6-8 kerelik bir hava değişimine karşılık gelir. Ancak salonlarda hava değişimi miktarı artacaktır. Çok soğuk ve sıcak havalarda hava debisi %50'ye kadar azaltılabilir.

c. Havanın Yönlendirilmesi: Taze ve pis havanın yönlendirilmesi için odanın şekline ve iç düzenine göre çok farklı şekillerde oluşturulabilecek çözümler vardır. Havanın yönlendirilmesinde kullanılan yöntemler:

- **Aşağıdan Yukarıya Doğru (Şekil 7.28):** Hava merdiven basamaklarından, sandalye ayaklarından, kürsü ön kenarlarından üflenir, yukarıdan emilir.

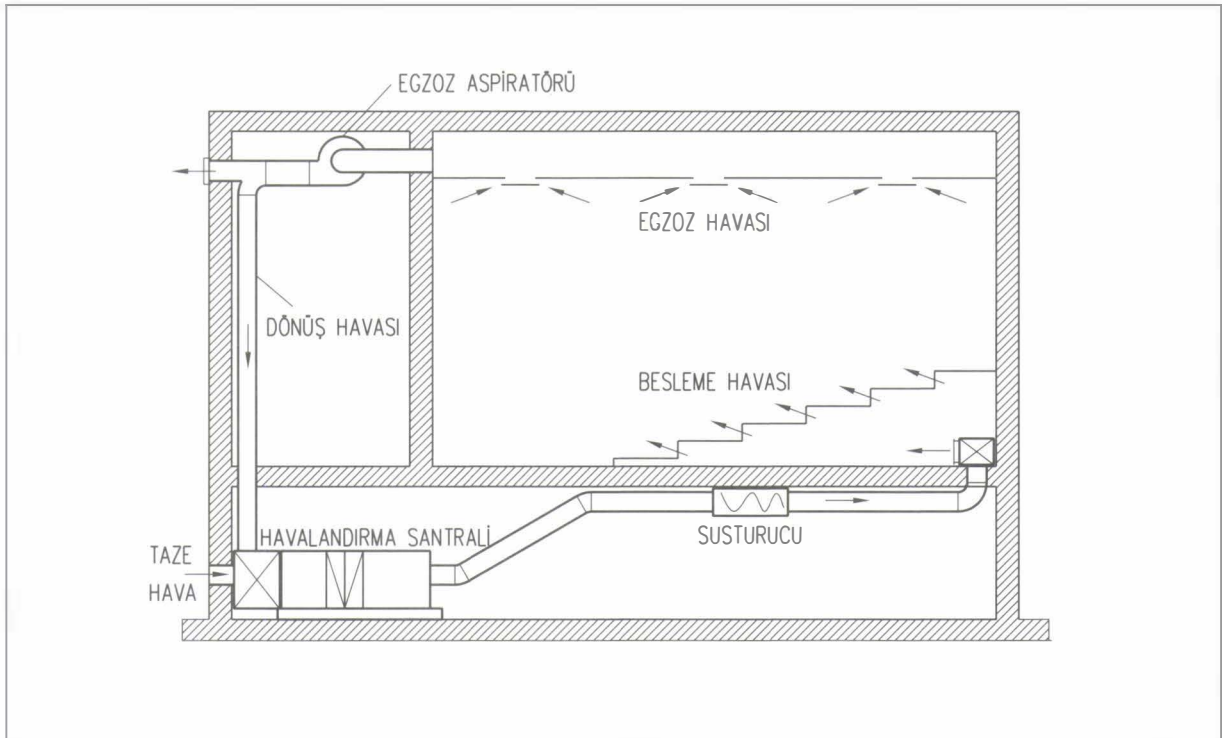
Hava yukarı doğru oldukça homojen bir şekilde hareket eder. Yatayda sıcaklık hemen hemen hiç değişmez. Özellikle yükselen zeminler, galeriler, geometrik yapıları komplike yerler için geliştirilmiştir. Doğal konveksiyonun havalandırmaya yardımcı olması sonucu, işletmede en az dirençlerle karşılaşılır. Koltuk altından üflemede hava hızı ve sıcaklığı çok iyi kontrol edilmelidir. Aksi halde üşüme ve büyük bir rahatsızlık hissi ortaya çıkar.

- **Yukarıdan Aşağıya Doğru (Şekil 7.29):** Hava tavandaki difüzörlerden veya anemostatlardan üflenir ve oturulan yerlerin altlarından veya alt kotlardan yan duvarlardan emilir.

d. Yatay Havalandırma: Hava duvarlardan yatay olarak, tavandan belli bir uzaklıktaki noktadan, kürsü yönünde üflenir; oturulan yerlerin altından veya yan duvarlardan emilir. Tüm sistemler ısıtma ve soğutma giderlerinden tasarruf etmek için resirkülasyon sistemine sahip olmalıdır. Yani emilen hava belli oranlarda, taze hava ile karıştırılarak tekrar üflenilmelidir. Salon kullanılmadan önce sadece içerdeki hava sirküle ettirilir. Kullanımıyla birlikte bu havaya, dinleyici sayısı ve dış hava sıcaklığına göre, taze hava karıştırılır.

7.7.3. İLKOKULLAR

İlkokullar genellikle daha basit ve küçük yapılardır. Genellikle bir veya iki katlı sınırlı kalırlar. Genellikle ehliyetli bakım personeli olmadığından cihazların bakım istemeyen ve işletmesi kolay tipte olması



Şekil 7.28. AŞAĞIDAN YUKARI DOĞRU HAVALANDIRMA

gerekir. Öte yandan öğrencilerin açıkta olan ekipmanı kötü kullanacağı göz önüne alınarak elemanların basit, sağlam ve korunmuş olmasına dikkat edilmelidir. Örneğin konvektör veya alüminyum radyatör yerine döküm radyatör kullanılmalıdır. Termostatik kontrol vanaları özel koruma kafalı olmalıdır.

Okullarda koku ve ağır havanın uygun bir havalandırma ile kontrol edilmesi çok önemlidir. Birçok hastalığın solunan hava yoluyla yayılması iyi bir havalandırma yapılarak önlenebilir veya azaltılabilir. Bu açıdan pencereler açılmadan mekanik yolla gerçekleştirilecek havalandırma, eğitimin kalitesi ve çocukların sağlığı açısından çok önemlidir. Mekanik tesisatın tasarımı mutlaka okul idaresi ile istişare edilmeli ve sistem seçimi birlikte yapılmalıdır.

Havalandırma miktarları ile ilgili olarak bu kısmın başında verilen değerler geçerlidir (30 m³/h kişi). Sistemin ana karakterlerinden biri yüklerin çok değişken olmasıdır. Bu bakımdan her hacmin bağımsız olarak kontrol edilebildiği sistemler tercih edilmelidir. Büyük tek fanlı merkezi sistemler yerine, benzer karakterli küçük bölgeleri besleyen çok sayıda ünitelerden oluşan bir sistem tercih edilmelidir.

Ayrıca havalandırma sistemi klima sistemi ile birleştirilmiş ise dönüş havası kullanmayan %100 dış havalı sistemler tercih edilmelidir.

7.7.4. ANA OKULLARI VE YUVALAR

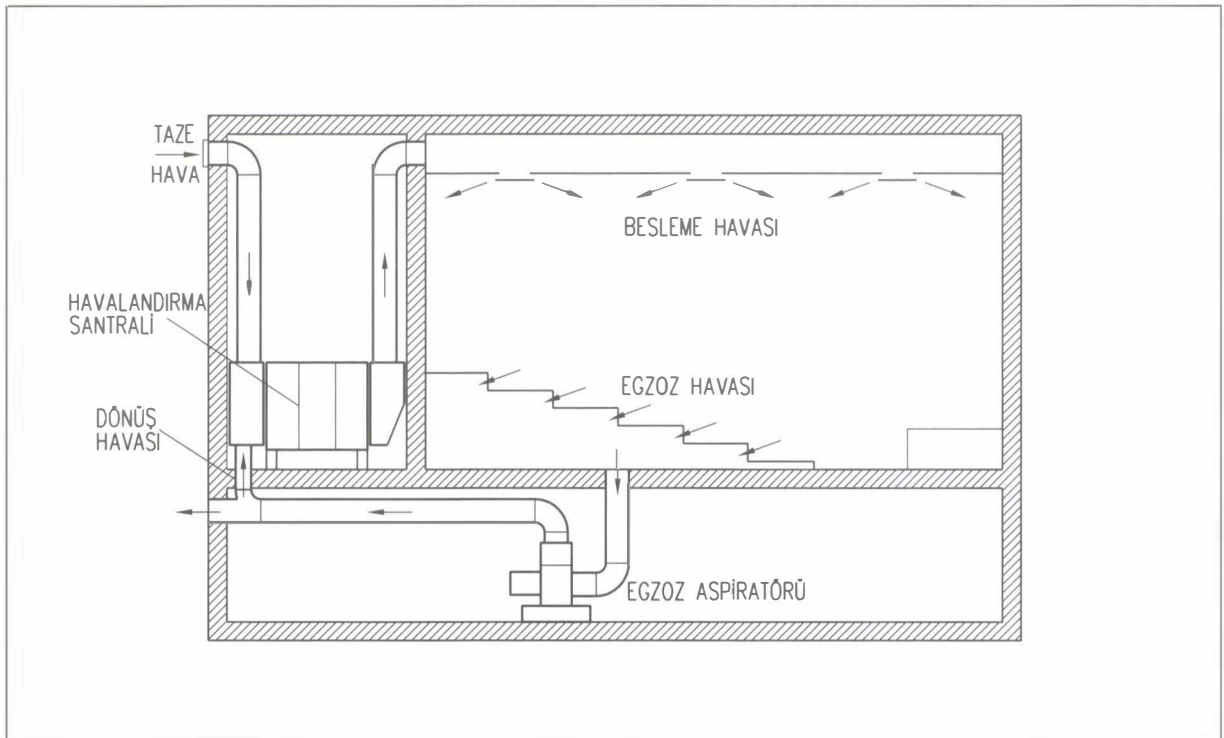
Ana okulları ve yuvalar genellikle basit yapılardır. Burada kullanılacak tesisatın tehlike yaratmaması, basit

olması ve hijyenik olması esastır. Ana okulları, yuvalar ve kreşlerde yerden (döşemeden) ısıtma tercih edilmelidir. Böylece hem döşeme sıcak olduğunda genellikle yerde oynayan veya oturan çocuklar üşümeyecek, hem de ortada ısıtıcı eleman olmadığından çarpma vs ile yaralanma ihtimali ortadan kalkacaktır. Bu yapılarda genellikle döşemeler halı kaplı olduğundan, toz kontrolü önemli bir faktördür. Ayrıca yine solunum yolu ile hastalıkların yayılmaması için mutlaka mekanik havalandırma gerekir.

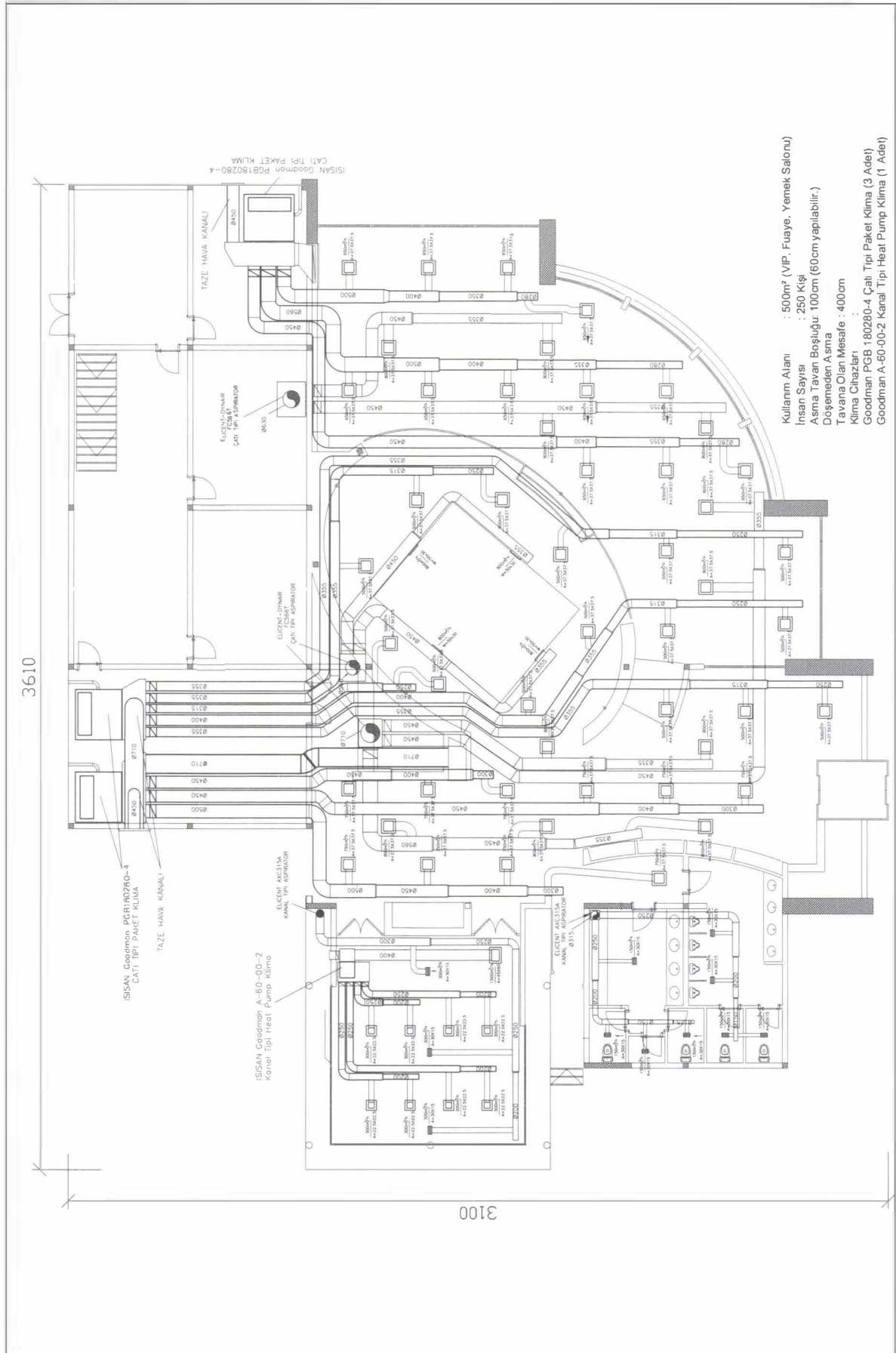
Bu amaçla gerçekleştirilecek havalandırmada filtre edilmiş havanın Şekil 7.26'dakine benzer bir sistemle kanallarla sınıflara dağıtılması düşünülebilir. Egzoz havasının ise yapıda banyo, mutfak ve tuvaletlerden egzoz vantilatörleri ile ve enflitasyonla kendiliğinden tahliyesi yeterli olabilir. Aksi halde gerekli egzoz açıklıkları (sınıflar dışında) yaratılmalı veya koridorlardan hava toplayan bir egzoz sistemi oluşturulmalıdır.

Besleme santrali girişinde en azından EU 4 kalite bir filtre kullanılmalıdır. Aslında tavsiye edilen EU 3 kalite bir ön filtreden sonra EU 7 kalite torbalı bir filtre kullanımıdır. Ana okulu ve kreş sınıflarında kanallı konvansiyonel bir havalandırma sistemi kurulması imkanı bulunamıyorsa, bu durumda sınıflarda iç havayı temizleyen bir hava temizleme cihazı kullanılması tavsiye edilir.

Bu cihazlarda ortam havası elektro statik toz filtresinden, aktif karbon filtreden ve çoğu zaman havanın dezenfeksiyonu için ozonlama hücresinden geçirilerek temizlenir ve tekrar odaya verilir.



Şekil 7.29. YUKARIDAN AŞAĞI DOĞRU HAVALANDIRMA



7.8. LOKANTALAR, CAFELELER, BARLAR

Lokantalarda insanlar oturdukları yerde masaların da hizmet alırlar. Yemek ise başka bölümde hazırlanır. Mutfak bölümünde ısı yükleri, koku, duman ve gürültü yüksek düzeydedir. Bu bölümde havalandırma şarttır. Kokunun dışarı sızması için mutfak negatif basınçta tutulur. Ancak çalışanların verimliliği açısından klima düşünülebilir. Lokanta bölümüne ise klima gereklidir.

Lokanta bölümünde aşağıdaki karakteristik öne çıkar;

- Yemek kokusu, yoğun insan ve sigara dumanı nedeniyle bu bölümde yeterli bir havalandırma gereklidir. Basınç pozitifdir.
- Isıl yükler çok değişkendir. Gün içinde önemli farklılıklar oluşur.
- Isıl yükler fazladır ve gizli ısı kazancı (nem kazancı) oranı belirgindir.
- Yoğun saatlerde kapılardan yüksek oranda enfiltrasyonla hava girer.
- Lokantaya bitişik mutfak birlikte çözülmelidir.

Lokantalarda yüksek havalandırma ihtiyacı dolayısı ile fan coil tarzı sistemler uygun değildir. Tamamen havalı merkezi klima santralleri kullanılabilir. Değişken yükler nedeniyle kanal tipi birden fazla sayıda split cihaz kullanımı çok uygundur. Şekil 7.30'da tamamen havalı merkezi klima sistemiyle lokanta iklimlendirme projesi görülmektedir. Planda kanal dağılımı verilmiştir. Kanal geçişi için yeterli yer bırakılmalıdır. Salata barı, servis masası gibi yerlerden lokal egzoz yapılmalı müşterilerin oturduğu alana koku gelmemelidir. Özellikle mutfakta kaynakların üzerinde davlumbazlarla havanın toplanıp egzoz edilmesi, gerekli hava miktarlarında önemli bir azalma sağlar. Ancak mutfakta emilen büyük miktarda hava yerine taze hava mutfaka ayrıca beslenmelidir. Bu havanın lokanta bölümünden emilmesi hijyen nedeniyle istenmez. Bu uygulama geçmişte kalmıştır. Hem mutfak, hem de lokanta hacimlerinden emilerek egzoz edilen hava yerine, taze hava ayrı ayrı buralara beslenmelidir. Lokanta uygulamalarında müşteri kalış süresi kısa olduğundan ve belirli saatlerde giriş-çıkış yoğunlaştığından enfiltrasyon dikkate alınmalı, döner kapı veya antre uygulaması yapılmalıdır.

Besleme havasının alındığı yerle, egzoz havalarının atıldığı yerler dikkatle seçilmeli, atılan havanın tekrar emilmesi önlenmelidir.

Lokanta, kafe ve barlar genellikle m^2 'ye düşen insan sayısının fazla olduğu, sigara içilen mekanlardır. Bu tür mekanlarda aşağıdaki pratik değerler hesaplamalarda kullanılabilir.

- Taze hava ihtiyacı (Kişi başına 50-70 m^3/h)
- İnsanlardan gelen ısı kazancı (Kişi başına 100 kcal/h)

- Alan için diğer kaynaklardan iç ısı kazancı (5 m^2 'ye düşen insan sayısı bir veya birden fazla ise ihmal edilebilir). m^2 başına 50 kcal/h kabul edilebilir.

- Güneşten gelen ısı kazancı (Sera tipinde veya batı-doğu cephesinde büyük cam olan yerler hariç) ihmal edilebilir.

- Aydınlatmadan gelen ısı kazancı m^2 'ye 25 Watt civarında alınabilir (sadece aydınlık mahaller için).

Servis verilen (müşterilerin oturduğu) alanlar %10-15 civarında pozitif basınçta tutulmalıdır. Açık mutfaklı, mutfakları direkt servis alanına açılan restoranlarda egzoz debisi hesaplanırken, mutfak davlumbazından atılan hava miktarı göz önüne alınmalıdır. Davlumbazdaki egzoz debileri çok yüksek olabilir. Bu gibi durumlarda taze hava bağlantısı bulunan davlumbazlar kullanılmalıdır. Bu davlumbazlar hem çalışanları etkilemez (cerayan etkisi) hem de ocakta alev kopmalarına neden olmaz. Mutfak davlumbazlarında taze hava bağlantıları doğal akışlı olarak yapılır.

Ocakbaşı türü restoranlarda davlumbaz kotu alt noktalarda kaldığından dolayı, davlumbazdan kaçan koku ve ortamdaki sigara dumanının dışarı atılması için harici bir egzoz kanalı yapılmalıdır. Restoran-bar tarzındaki yerlerde egzoz yoğunluğu bar kısmından yapılmalıdır. Klima cihazına dönüş havası alt kottan toplanmalıdır. Böylece tavan kotunda biriken ve sigara dumanının yoğun olduğu havanın cihaza dönüp tekrar üflenmesi engellenir. Taze hava miktarının fazla oluşundan dolayı ısıtma da problem yaşanmaması için heat pump cihazlar yerine, LPG veya doğal gaz ile çalışan cihazlar tercih edilmelidir. Çatı tipi cihazlarla yapılan uygulamalarda ekonomizör kullanımı ara mevsimlerde ve akşamları dış havanın entalpisi uygun olduğu zamanlarda free cooling yapma imkanı sağlar. Kışın bile soğutma ihtiyacı olabilecek bu tür mekanlarda mutlaka ekonomizör kullanılmalıdır. Çatı tipi cihazlarla yapılan uygulamalarda, kanal yer kotuna indirilerek, uygun bir noktadan tek emiş gerçekleştirilebilir.

Ortam ısıtması için, en iyi çözüm olan radyatör sistemi tercih edilmelidir.

7.9. BANKA ŞUBELERİ

Banka şubeleri tesisat uygulamalarında oldukça özel bir hal oluşturur. Aşağıda bu uygulamalarda seçilecek sistemin sağlaması gereken nitelikler ve bu doğrultuda önerilen çözüm özellikleri aktarılmıştır.

7.9.1. SİSTEMDEN BEKLENENLER

a. Havalandırma: Bankalardaki insan yoğunluğu ve sirkülasyonu çok fazladır. Dolayısıyla önlem alınmazsa ortamda oksijen oranı hızla düşer ve içerideki

hava ağırlaşır. Banka müşterilerinin ve daha da önemlisi çalışanlarının sağlıklı bir ortamda bulunmaları, hem müşteri memnuniyeti hem de çalışanların verimliliği için en önemli şartlardan biridir. Özellikle çalışanların zindeliğinin kaybolması hata oranını da artıracaktır. Bu, işi direkt para alım satımı olan bir işletme için kabul edilemeyecek bir durumdur. Sonuç olarak bankalarda mutlaka öncelikli olarak havalandırma sağlanmalıdır. Ortama insanların ihtiyacı oranında filtre edilmiş ve mevsime uygun sıcaklığa getirilmiş taze hava verilmeli, ayrıca mekanik egzoz yapılmalıdır.

b. Pozitif Basınç: Taze hava ve egzoz miktarları ortamı pozitif basınçta tutacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu şekilde dışarıdan kontrolsüz kirli hava ve toz girmesi engellenir.

c. İdeal Isıtma-Soğutma: Isıtmanın yer kotundan, soğutmanın ise tavan kotundan yapılması en ideal şartları sağlar.

d. En Az Servis ve Bakım: Servis ihtiyacının en az olması ve servis ve bakım işlemlerinin müşteri ve çalışanları mümkün olduğunca az rahatsız etmesi gerekir.

e. Tam Emniyet: Sistem tam emniyet düzenine sahip olmalıdır (özellikle kazanlarda yangın riski olmamalıdır).

f. Kullanımı Kolay Basit Sistem: Seçilecek sistem mümkün olduğunca basit kontrol edilebilir olmalıdır. Şubede mekanik tesisat için ayrı bir teknisyen görevlendirilemeyeceği açıktır.

g. İşletme Esnekliği: Esnek çalışma saatlerine cevap verebilecek bir sistem seçilmelidir. Çünkü mesai saatleri çok değişken olabilmektedir.

h. Yüksek Konfor, Sessizlik: Sistemin sessiz, ortamda rahatsız edici hava hareketi oluşturmadan homojen bir sıcaklık dağılımı sağlayan özellikte olması istenir. Havanın kuruması vb nedenlerle çalışanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaması gerekir.

i. Düşük Maliyet: İlk yatırım ve işletme maliyetlerinin toplamının düşük olması gerekir.

j. İklim Koşullarına Uygunluk: Sistem seçiminin şubenin bulunduğu bölgenin iklim şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekir (Antalya'da soğutmadaki konfor, İstanbul'daysa ısıtmadaki konfor daha önemli olmaktadır. Sistem seçiminde bu öncelikler göz önüne alınmalıdır).

k. Mimariye Uyum-Estetik: Sistem seçilirken fonksiyonellik ön planda tutulmalı, ancak bunun yanında estetik kaygılar göz ardı edilmemelidir. Örneğin kanal tipi klimalar asma tavan veya dolap içinde kolaylıkla gizlenebildiğinden bu iki ihtiyacı da karşılayabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu, sadece estetik kaygılarla sistem seçilmemesi gereğidir. Örneğin soğuk bir

bölgede radyatör kullanmamanın son derece kötü sonuçlar doğuracağı unutulmamalıdır.

l. Ek Maliyet: Seçilen sistemin binanın özelliklerinden ötürü ek maliyetler getirmemesi gerekir (Örnek olarak bir apartmanın alt katındaki banka şubesinin ısıtma sistemi mesai saatleri dışında kapatılabilmelidir. Çalışma olmayan saatlerde şubenin ısıtılarak gereksiz yere yakıt sarf edilmesi ve bunun bedelinin ödenmesi engellenmelidir).

m. Tozdan Koruma: Bankalarda çok çeşitli elektronik cihaz kullanılmaktadır. Bilgisayar, ATM, para sayma makinaları vb gibi cihazların sağlıklı çalışması ve uzun ömürlü olması için sıcaklık kontrolü ve ortamın tozdan korunması büyük önem taşır. Bu şartlar aynı zamanda özellikle çalışanların sağlıklarının olumsuz etkilenmemesi için de çok önemlidir.

n.- Özel Hacimler: Şubedeki sistem, jeneratör, UPS odaları gibi özel mekanlarda istenen sıcaklık şartları sağlanmalıdır.

7.9.2. ÖNERİLEN SİSTEM

Yukarıda belirtilen bu ihtiyaçlar ve bankalarda yaşanan tecrübelerle göre en ideal çözüme "AMERİKAN SİSTEM: Termostatik vana monte edilmiş radyatör + kanal tipi klima" ile ulaşılmaktadır. Şekil 7.31'de bu sistemin bir uygulama örneği görülmektedir. Aşağıda bu sistemin özellikleri verilmiştir.

7.9.2.1. Havalandırma

- Havalandırma, ortama filtre edilmiş ve kışın ısıtılmış, yazın soğutulmuş taze hava verebilen, taze hava bağlanabilen, kanallı tip heat pump klimalar ile sağlanır. Böylece soğutma sisteminin yanında ek bir havalandırma sistemine de gerek kalmayacaktır. Egzoz ayrı bir fanla yapılmalıdır. Özellikle sızdırmaz kanal kullanılırsa egzoz için ayrı kanal çekmeksizin asma tavan boşluğu kanal olarak kullanılabilir. Bu, hem yer kaybını önler hem de maliyeti azaltır. Bu uygulamada dikkat edilmesi gereken konu, asma tavanda hava hareketini kesecek oda duvarları vb engellerin olmaması gereğidir.
- WC, arşiv ve kasa odalarından aspirasyon yapılmalıdır. WC aspirasyonunu koku karışmasını engellemek amacıyla bağımsız bir kanalla veya bağımsız duvar/cam tipi WC aspiratörleriyle yapmak gerekir.
- Jeneratör odalarında ısınan havanın dışarı atılması gerekir. Burada daha da önemli konu, yanına için gerekli taze havanın odaya verilmesidir. Bununla ilgili bilgi jeneratör imalatçısından alınmalı ve gereken miktarda temiz hava ortama verilmelidir (aspiratör veya taze hava panjuru sayesinde).



- Sistem, UPS, ATM odaları gibi elektronik ekipman bulunan odalardan egzoz yapılması toz emmemek için tavsiye edilmez. Bu hacimlerde gerekiyorsa duvar tipi split klimalarla soğutma yapılmalı, bazı durumlarda kışın da soğutma yapılacağı düşünülerek kış kiti kullanılmalıdır.

7.9.2.2. Isıtma

- Cam altına monte edilen ısıtıcılar ile yapılmaktadır. Kışın cam yüzeyinden soğuyarak aşağıya inen hava, ısıtıcılar üzerinde ısınarak yukarıya doğru yükselir. Cam önlerine termostatik radyatör vanası monte edilmiş radyatörler (veya termostatik kontrollü elektrikli ısıtıcılar) yerleştirmek gerekir.
- Radyatörlerde ısınan hava yukarı doğru doğal sirkülasyon ile yükselir. Sıcak hava ortam havasına göre daha hafiftir. Bu nedenle yukarıya doğru kendiliğinden yükselerek, ortamı soğuk radyasyon etkisinden koruyan, adeta bir sıcak hava perdesi oluşturur ve en iyi ısıtma konforunu sağlar.
- Termostatik vanalar ile ortam sıcaklığı istenilen değerde hep sabit kalır. Ortam sıcaklığının sabitlenmesi konfor ve yakıt ekonomisi sağlar.
- Kışın ortam havası sıcaklığı arttıkça, nem oranı da azalır. Nem oranı azaldıkça da grip olma riski artar. Termostatik vana kontrolü, dolaylı olarak odadaki nem oranının da kontrol edilmesini sağlayarak sağlıklı bir ortam hazırlar.
- Radyatörlere sıcak su; dış hava sıcaklığına göre kazan suyu sıcaklığını ayarlayan kontrol panel ile çalışan kalorifer kazanından gönderilir. Termostatik vanalar bu nedenle ani ısı yüklerini (güneş ışınları, içeriye çok sayıda insan girmesi vb) dengeler.
- Isıtıcılar (radyatörler) cam altına olabildiğince yaygın olarak yerleştirilmelidir. Geniş tip radyatörler yerine, dar tip radyatörler tercih edilmelidir P100 tipi panel yerine P55 tipi panel radyatör kullanılmalıdır. Bu aynı zamanda yer kaybını da azaltır.
- Radyatörlerin hafif ve su hacminin az olması da otomatik kontrolü kolaylaştıracağı için yakıt ekonomisine katkıda bulunacaktır.
- Eğer ısıtmada yakıt olarak doğalgaz veya LPG kullanılabiliyorsa ısıtma kapasitesinin büyüklüğüne göre oda ve su sıcaklığına bağlı olarak kapasitesini %0-%100 arasında otomatik olarak ayarlayan (modülasyonlu), %110 verimli duvar tipi yoğunmalı kazan veya yoğunmalı kombiler, büyük kapasitelerde ise olabildiğince duvar tipi yoğunmalı kaskad sistemler (800 kW'a kadar) veya dökme dilimli üflemler veya atmosferik brülörlü doğal gaz kazanı kullanılmalıdır.

- Eğer yakıt motorin olacaksa, yine dökme dilimli dış hava kompanzasyonlu, kurum yapmayan mavi alev brülörlü sıvı yakıt kazanı kullanılmalıdır. Bu kurum yapmayan bir sistem olduğu için kurumdan kaynaklanabilecek baca ve kazan dairesi yangınları riski de yoktur.
- Kazanlar kablolu uzaktan kumanda sistemleriyle kazan dairesine inmeden programlanabilmeli, gerektiğinde program değişikliği yapmaya gerek kalmadan manuel kontrol sağlanabilmelidir.
- Kazan verimleri %95 ve üzerinde olmalıdır.
- Özellikle mevcut merkezi ısıtma tesisatı bulunan çok kullanıcı binalarda, banka şubesi için ayrı bir pompalı ısıtma zonu yapılmalı, çalışma saatleri dışında, tatil günlerinde vb şubenin ısıtma pompası durdurulmalıdır. (Varsa kazanın otomatik kontrol paneliyle, kontrol paneli yoksa şubeden on-off kontrol edilebilen ısıtma pompası ile) Böylece banka ısıtması ile bina ısıtması ayrılmış olacaktır. Burada dikkat edilecek konu kazanın arıza riskinin az olması gereğidir. Eski veya kalitesiz bir kazan kullanılan binalarda banka şubesinin ayrı bir kat kaloriferi kullanması daha mantıklı olacaktır.

7.9.2.2.1. Kanal Tipi Heat Pump Klimalarla Isıtma Alternatifi

Günümüzde ısıtmada en çok kullanılan ve en konforlu sistem radyatörlü ısıtma sistemidir. Buna alternatif olarak son dönemde heat pump klima cihazları ile ısıtma yapılması gündeme gelmektedir. Ancak bu sistem birçok dezavantajı beraberinde getirir:

- Kışın dış hava sıcaklığının düşmesi ile cihaz kapasitesi ve verim düşer, dolayısıyla en soğuk havaya göre cihaz seçilir ve bu da cihaz kapasitesini veya miktarını artırır.
- Kışın hava sıcaklığının düşmesiyle dış ünite de karlanma meydana gelir. Bunun giderilmesi için cihaz defrosta geçer, yani soğutma yapmaya başlar ve bu da ısıtmanın kesintiye uğraması, konforun bozulması anlamına gelir. Defrost esnasında soğuk hava üflenmemesi için mutlaka elektrikli ısıtıcı kullanılmalıdır. Elektrik, ısıtma için en pahalı enerji türüdür.
- Sıcak hava ile ısıtmada ortam havası kurur ve solunum hastalıkları riski artar.
- Isıtmada oluşan hava hareketi insanların soğuk hissetmesine sebep olur. Bu yüzden ortam olması gerekenden daha yüksek sıcaklıkta tutulur. Bu da yakıt sarfiyatını artırır.
- Türkiye'nin çok büyük bir bölümü (Akdeniz ve Ege'nin sıcak bölgeleri haricinde) ısıtma öncelikli olmak zorundadır. Yani ısıtma sezonu 6-7 ayken soğutma sezonu 2-3 ay olmaktadır. Dolayısı ile ısıtma konforu daha önemlidir.

Bunun iyi sağlanması için gerekli olan şartsa ısıtmanın, ısı kaybının olduğu noktalardan, yani pencere ve dış duvar önlerinden, alt kottan yapılmasıdır. Çünkü bu bölümlerde soğuyan hava ağırlaşarak alt seviyeye düşer ve konforsuzluk yaratır. Bunu engelleyen ve en iyi konfor şartlarını sağlayan sistem radyatör sistemidir. Cam önlerinde kullanılan radyatörler ortamda ses, hava hareketi vb. oluşturmada ve hiçbir servis ihtiyacı göstermeden mükemmel konfor şartlarını sağlar.

- Ancak kalorifer sisteminin kullanılmasının mümkün olmadığı yerlerde ısıtma da, soğutmanın sağlandığı heat pump tipi klima cihazları ile gerçekleştirilecektir. Bu cihazlarda mutlaka elektrikli ısıtıcı takviyesi kullanılmalıdır. Ancak bu çözüm Akdeniz ve Ege bölgesinin kışın sıcak olan bölgeleri haricinde tercih edilmemesi gerekir.
- Doğal gaz veya LPG kullanılabilen soğuk bölgelerde radyatör sistemi kurulamıyorsa heat pump yerine gazlı ısıtıcı+klima sistemi tercih edilmelidir. Böylece ısıtmada heat pump cihazlarda görülen konfor bozukluğu olmayacak, işletme maliyeti de düşecektir.

7.9.2.3. Soğutma

- Havalandırma ve soğutma kanal tipi split klima cihazları ile yapılır. Taze hava, klima cihazının arkasından dışarıya açılan bir hava kanalı yardımı ile alınır (hava kanalı üzerine damper monte edilir) veya bir booster fan (hız anahtarı ile devri kontrol edilen) yardımı ile klima cihazı emişine gelir. Dönüş havası ile taze hava karıştırılarak filtre edilir. Yazın soğutulmuş hava kanalları yardımı ile ortama ulaştırılır.
- Klimatize edilen hava ortama tavandaki anemostatlar veya alın menfezleri ile verilir. Yeterli sayıda anemostat (veya menfez) kullanıldığı için hava ortama homojen bir şekilde dağıtılır ve en iyi konfor sağlanır.
- Uygun kesitlerle hava dağıtıldığı için ortamda tam bir sessizlik sağlanmaktadır.
- Egzoz ise, ayrı bir aspiratör ile yapılmaktadır. egzoz havası varsa depo, kapalı garaj Adana, Antalya gibi bölgelerde asansör makine dairelerine (çok sıcak havalarda termik atmasını önlemek için), atölye hacimlerine üflenerek bu hacimlerin az da olsa, ısıtılması ve havalandırması ilave bir bedel ödemeksizin sağlanmaktadır. Ayrıca bu hacimler (+) basınçta tutularak tozdan arındırılabilir. Bu tip hacimler yoksa veya çok ters tarafta kalıyorsa egzoz havası kondenserlerin üzerine atılarak, kanal tipi split cihazların verimleri artırılabilir.

- Kat yüksekliği yaklaşık 2,6 metre olan hacimlerde bir anemostattan ortama verilen hava miktarı yaklaşık 7.500 Btu/h kapasitesinde olmaktadır. 10.000 Btu/h değerini aşmamalıdır. Daha fazla kapasitede hava verilirse ortamda ideal hava dağılımı gerçekleşmez, hız artar, soğuk bölgeler oluşur ve konfor bozulur. Kat yüksekliği 15 m olan bir sergi holünde ise; bir anemostattan 50.000 Btu/h kapasitesinde hava verilebilir.
- Duvar veya cam tipi split klimalarda duvardan (yani tavana göre daha da alt kottan) ortama 12.000-30.000 Btu/h gibi çok yüksek kapasitede hava verilmesi konforu azaltmakta, bu cihazların altında veya yakınında oturanların hasta olma riski artmaktadır. Duvar tipi split klimada havalandırma imkanı yoktur. Ayrıca ses problemi olmaktadır. Salon ve tavan tipi cihazlarda ise soğuk hava hacme tek bir noktadan verilmekte ve genelde konfor açısından en kötü uygulama örneklerinden biri oluşmaktadır. Bu durumu, kalorifer tesisatı yapmak yerine, büyük bir soba ile ısıtma yapmaya benzetebiliriz.
- Kanal tipi split klima cihazları ile hava ortama homojen olarak dağıtıldığı için, ortamda hava hareketi ve ses hissedilmeyen ideal konfor sağlanmaktadır. Havalandırma ise 12 ay süresince yapılabilir.
- Soğutma sisteminde öncelikli olarak taze hava bağlanabilen kanal tipi split klima cihazları kullanılacaktır. Cihazlar heat pump tipinde olacak ve elektrikli ısıtıcı monte edilecektir.
- Cihazların iç ünitelerinin özellikle bölüntüsüz tek hacimlerde panjurlu dolap vb. (dönüş havası için) içine yerleştirilmesi tercih edilmelidir. Böylece dönüş kanalı maliyetleri ve asma tavandaki kanal rezervasyonlarından tasarruf edilecektir.
- İç üniteye mutlaka taze hava kanalı bağlanmalıdır.
- Cihaz emişlerinde mümkünse elektrostatik filtre kullanılmalıdır.
- Klima kanalı olarak öncelik sırasıyla:
 - Sızdırmaz yuvarlak hava kanalı sistemi,
 - Ses yutma özellikli esnek hava kanalı (izolasyonlu ve/veya izolasyonsuz) kullanılmalıdır. Asma tavan boşluğu izin verdiği sürece, şantiyede imal edilecek dikdörtgen kesitli sac kanallardan mümkün oldukça kaçınılmalıdır.
- Tüm split klima cihazlarının bakır boru ve drenaj hatlarının en kısa mesafede olması sağlanmalıdır.
- Asma tavan kotunun yetersiz olduğu yerlerde kanallar duvar kenarlarında sahte girişler içinde saklanabilir. Bu olmuyorsa duvar tipi veya diğer tip split cihazlar kullanılmalıdır. Kanal tipi cihazların iç ünitesini salon tipi gibi kullanmak mümkün olabilir.

7.10. TELEVİZYON STÜDYOLARI

Televizyon stüdyoları dizaynında gürültü, hava hareketi, değişken aydınlatma yükü ve insan sayısı en önemli kriterlerdir. Özellikle kurulu aydınlatma gücü oldukça fazla olmasına rağmen, genellikle tüm gücün kullanım süreleri kısa periyotlardadır (örneğin ana haber bültenleri). Stüdyoların çalışma süreleri genellikle değişkendir ve günün herhangi bir saatinde olabilir. İnsan sayısı stüdyo kapasitesine ve çekilen program özelliğine göre birkaç kişiden düzinelerce insana kadar değişebilir. Dolayısıyla seçilen klima sistemi bu çok değişken yükleri karşılayıp, kolayca cevap verebilecek verimlilikle ve esneklikte olmalı, aynı zamanda da gürültü ve hava hareketi kriterlerini de karşılayabilmelidir.

Mimari olarak genellikle çevreden mümkün olduğunca izole edilecek tarzda yapılırlar. Genellikle çekim yapılan alan, kontrol odaları ile sanatçı ve makyaj odaları, dekor ve malzeme depoları gibi mekanları kapsar.

Bu alanlar ayrı sistemlere sahip olmalı ya da zon kontrolü yapılabilecek şekilde dizayn edilmelidir. En ideali özellikle stüdyo alanının ayrı, kontrol alanlarının ayrı ve diğer yardımcı mekanların ayrı sistemlere sahip olmasıdır.

Dönüş havasının aydınlatma sisteminin üzerinden alınması tercih edilmelidir. Ayrıca tavanda sıcak hava birikimini önleyecek şekilde yeterli miktarda hava emişi sağlanmalıdır. Çekim alanlarında özellikle aydınlatmadan kaynaklanan ısı yükünün seyircilerin bulunduğu alanları etkilemesi önlenmelidir.

Canlı yayın yapılan stüdyolarda özellikle yayın sırasında insanlar, kameralar ve diğer ekipmanlar hareketli olduğundan hava hareketi mümkünse homojen olmalıdır.

Stüdyoda kullanılan mikrofonlar insan kulağına göre daha hassastır. Dolayısıyla özellikle hareketli çekimlerde mikrofonlar verişi ve emiş menfezlerine yaklaşmış uzaklaştığından etkilenebilirler. Bu yüzden menfezler bu çekim alanlarından mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmelidir. Verici menfez olarak özel perforeli menfezler veya swirl difüzörler kullanılabilir. Kullanılan menfezler hava ayar dampersiz olmalıdır.

Hava hareketi 3,7 m yükseklikte maksimum 0,13 m/s olacak şekilde ayarlanmalıdır. Yüksek hava hareketinden özellikle menfezlere yakın olan spotlardaki renk verici filmler, parlaklık önleyiciler veya yansıtıcılar etkilenecek ses oluşmasına sebep olabilirler. Ayrıca sunucunun sacı ve giysileri yüksek hava hareketinden etkilenebilir.

Kanal yerleşimi diğer ekipmanlarla koordineli yapılmalıdır. Özellikle spotların asıldığı profiller ve elektrik tavaları yerleşimi koordinasyonu sağlanmalıdır. Kanalların montajı yapılırken muhakkak neopren veya lastik titreşim yutucular kullanılmalı ve diğer ekipmanlardan izole olmasına dikkat edilmelidir.

Kullanılacak kanallar fabrikasyon imalat olmalı, keskin dönüşler, küçük hava kaçakları gibi türbülans; dolayısıyla ses oluşturabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.

Stüdyoya girişte ve eğer varsa başka mekanlara geçişlerde muhakkak susturucu kullanılmalı. Duvar geçişleri özellikle dış ortamda veya diğer mekanlardaki sesi iletmeyecek şekilde yapılmalıdır. Hava çıkış-dönüşleri hem homojen hava dağılımını oluşturacak hem de mikrofonlar tarafından algılanmayacak şekilde dizayn edilmelidir. Yukarıdaki kriterleri karşılayacak şekilde zon serpantinli tek kanallı hava sistemleri, çift kanallı hava sistemleri, VAV veya çok zonlu sistemlerden biri tercih edilebilir. Stüdyo toplam soğutma yükü nadiren 350 kW'ı geçer. Acil durumlar için stüdyonun ayrı soğutma grubunun olması tavsiye edilir. Ancak soğutma grubunda oluşacak gürültünün problem olmaması için mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmesi uygun olur. Makine dairesi de mümkün olduğunca uzakta olmalı ve cihazlarda titreşim önleyiciler kullanılmalıdır.

Kontrol odalarında (ses kontrol, görüntü kontrol vs) ise program yöneticileri, teknik elemanlar ile kontrol masaları ve kontrol cihazları (rock) yer alır. Bu odalardaki sıcaklıklar muhakkak orada bulunan insanlar tarafından ayarlanabilir olmalıdır. Bu bölümlerde yer alan kontrol cihazları (rock) maksimum 17-18°C sıcaklıkta çalışması gerektiğinden kontrol odaları içinde ayrıca bir bölüm oluşturulmalı ve ayrı olarak şartlandırılmalıdır. Şartlandırma sistemi yedeklenebilir olmalıdır.

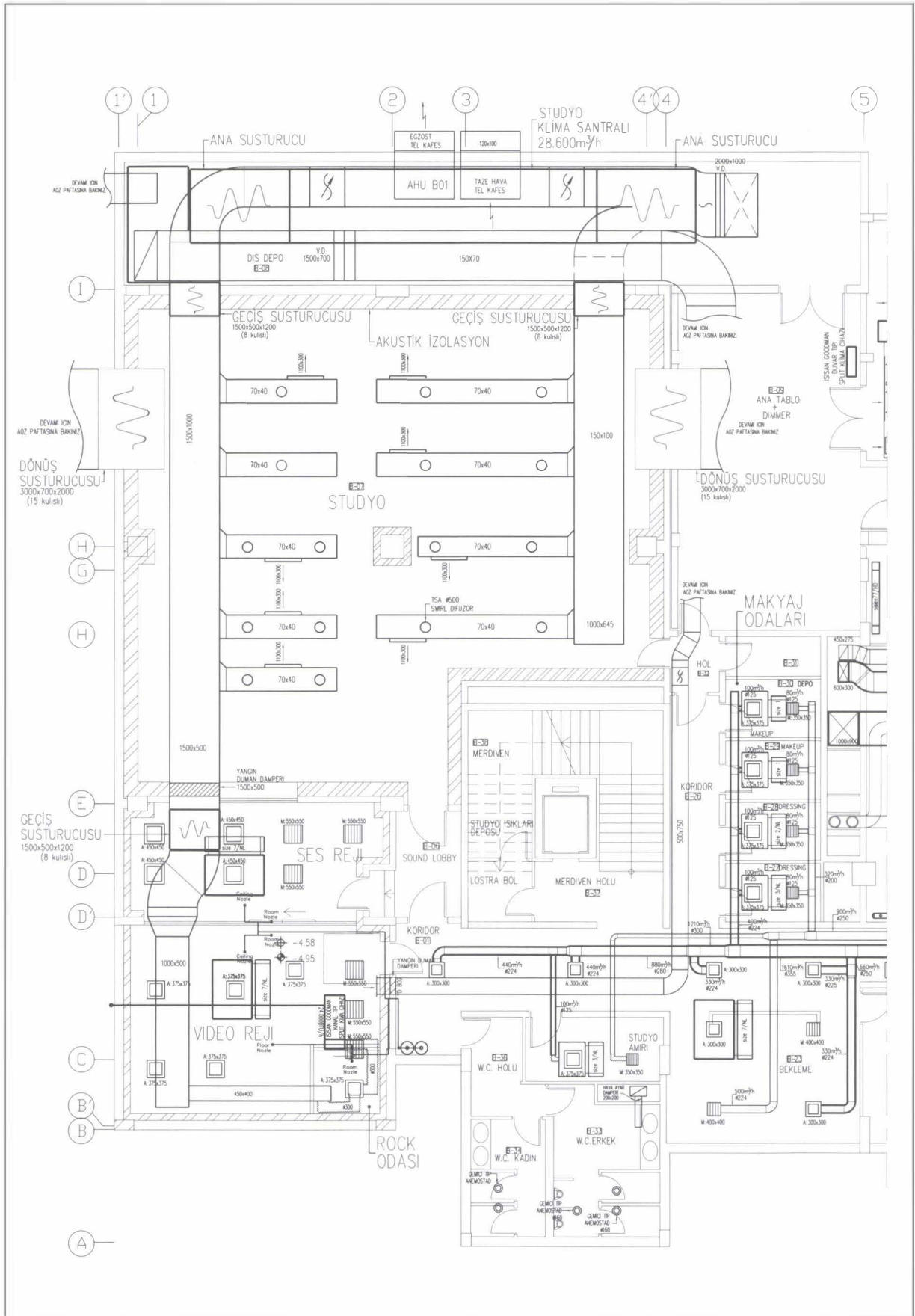
Makyaj, sanatçı ve dinlenme odaları ise standart konfor iklimi şeklinde dizayn edilebilir. Dizayn kriterleri ofis şartlarıdır.

Şekil 7.32'de görülen projede 2-3 konuklu programlar ile ara ve ana haber bültenlerin sunulduğu bir TV stüdyosu uygulaması görülmektedir. Projeden de görüldüğü gibi yerleşim stüdyo, ses reji, resim reji, makyaj ve giyinme alanları ve diğer yardımcı mekanlardan oluşmaktadır.

Klimatizasyon için merkezi bina otomasyonuna bağlı, sabit debili, karışım havalı klima santrali kullanılmıştır. Mimari kısıtlamalardan dolayı stüdyo, ses reji ve resim reji ortak beslenmiş; ancak sistemde esneklik sağlamak amacı ile ses reji ve resim reji odalarına ayrıca fan coil uygulanmıştır. Resim rejide yer alan rock odasına sistemin yedeklenmesi amacı ile ayrıca kanal tipi split klima uygulanmıştır. Yine mimari kısıtlamalardan dolayı stüdyo klima santrali çok yakına konulmak zorunda kaldığından hem santral besleme ve dönüş ağızlarında birincil hem de stüdyoya giriş ve dönüşlerde ikincil susturucular kullanılmıştır.

Kanallar flanşlı, fabrika imalatıdır. Kanal askılarında neopren titreşim yutucular kullanılmıştır. Dirseklerde keskin dönüşlerden kaçınılmış, kanal hava hızı maksimum 4 m/s olacak şekilde dizayn edilmiştir. Branşman dizaynında elektrik tavaları profilleri dikkate alınmış ve ortak yerleşime gidilmiştir. Hava dağıtımı swirl difüzörler ile yapılmıştır.

Yan mekanlar, koridorlar ve makyaj odaları ayrı bir sistemle şartlandırılmıştır. Sistem olarak fan coil ve taze hava santrali tercih edilmiştir.



Şekil 7.32. ÖRNEK TV STÜDYOSU KLİMA PROJESİ

7.11. KAPALI YÜZME HAVUZLARI

Günümüzde kapalı yüzme havuzlarının sayılarının artmasıyla beraber söz konusu mekanların havalandırılması ve konfor düzeyi de önem kazanmıştır. Kapalı havuzların havalı klima sistemlerinin haiz olmaları gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir.

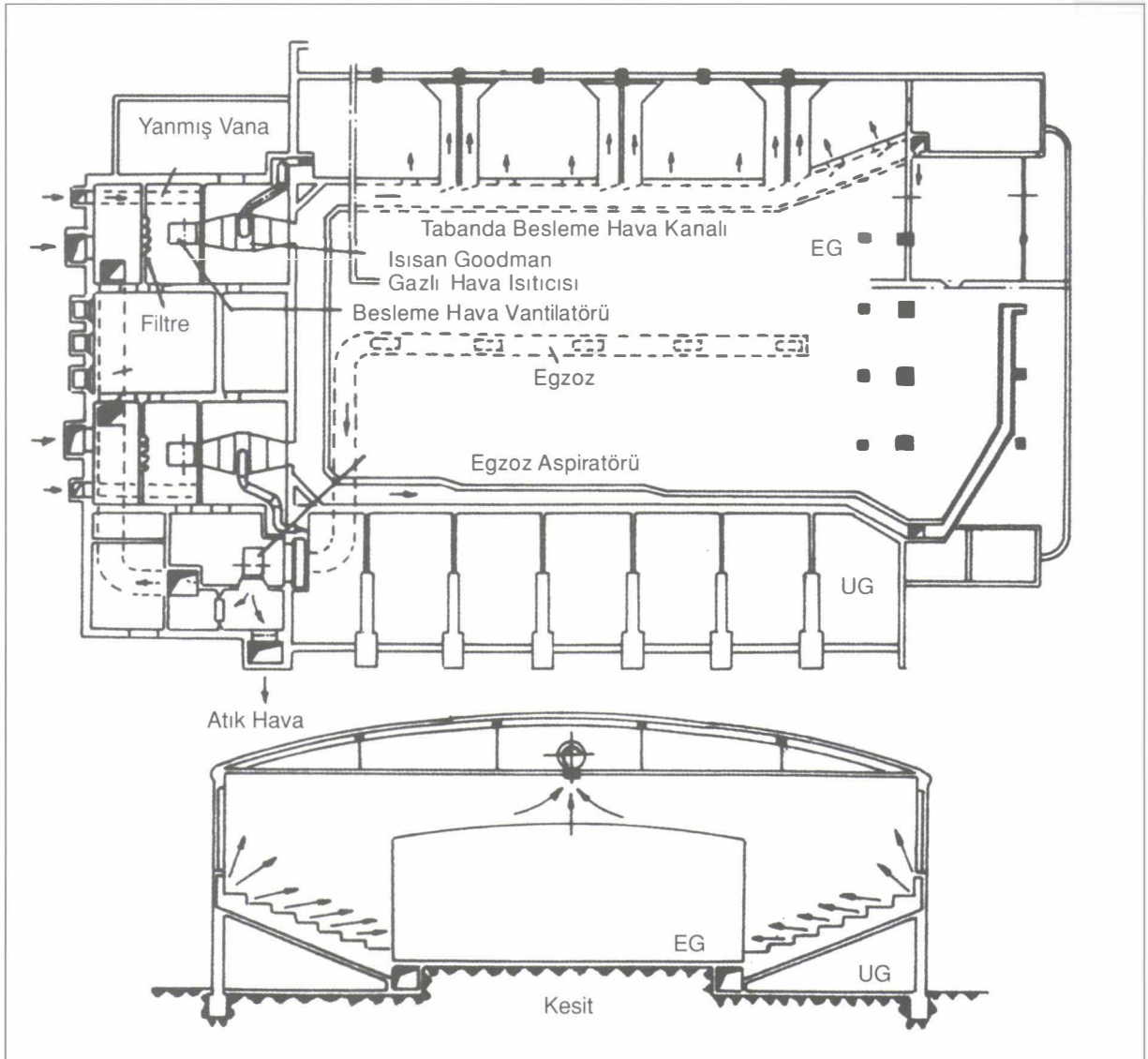
- Havuzdan kaynaklanan nem kazancının giderilmesi,
- Soğuk yüzeylerde oluşabilecek kondenzasyonun önlenmesi,
- İstendiği takdirde havuz suyu ısıtmasına yardımcı olması,
- Havuz mahallinin ısıtma ihtiyacının %60-80 oranındaki kısmını üstlenmesi. Kapalı havuzlarda yerden ısıtma artık standart olarak düşünülmekte ve ısıtma yükünün geri kalan %20-40 bölümü bu şekilde veya yerden ısıtma + lokal ısıtıcılar (radyatör konvektör) vasıtası ile statik olarak karşılanmaktadır.

Kapalı havuzlarda uygulamacılar tarafından giderek standart hale getirilen bazı parametreler aşağıda belirtilmiştir.
Havuz suyu sıcaklığı : 22-30°C

Ortam sıcaklığı : Su sıcaklığından daima 2-3°C yüksek
Bağıl nem : Kışın %50-60; Yazın %60-70 mertebesidir.

7.11.1. HAVANIN YÖNLENDİRİLMESİ

Günümüzde yüzme havuzlarında genellikle büyük ve yere kadar uzanan pencereler kullanılmaktadır. Mahalde en iyi konfor, nem alma özelliğine sahip santralden üflenen sıcak havanın cam altlarından, yerden yukarıya doğru üflenmesi ile sağlanır. Bu sayede hem sıcak havanın yere indirilmesi problemi ortadan kalkar hem de cam altlarından üflendiği için camlardaki yoğunlaşma engellenmiş, ısı perdesi yaratılmış olur. Üfleme hızı 3 m/s mertebelerindedir. Bu amaçla lineer tip menfezler kullanılır. Genel uygulamada menfezler alt kat tavanından geçen ana kanaldan beslenir.



Şekil 7.33. KAPALI YÜZME HAVUZU HAVA BESLEME ÖRNEĞİ

Eğer üfleme duvarlardan yapılacaksa yerden 2-3 m mesafeden üfleme yapılır. Havuz mahallinde tribünler bulunuyorsa ayrı bir klima santrali ile besleme yapılmalı; aynı santralden besleme yapılacaksa da ayrı bir zon yaratılmalı ve üflenecek hava 6-8 °C daha soğutulmalıdır. Hava ortama basamak altlarından veya en arka sıranın üstündeki menfezlerden verilebilir. Şekil 7.33'de kapalı yüzme havuzu hava besleme örneği görülmektedir. Kışın pencerelere üflenmiş hava sıcaklığı, maksimum değeri mahal yüksekliğine ve ısı ihtiyacına bağlı olarak 40-50 °C arasında olmalıdır. Emiş mutlaka tavan, havuz yüzey alanının üstünden yapılmalıdır. Tüm kanallar ve menfezler korozyona dayanıklı malzemeden seçilmelidir. Egzoz kanalları kondensasyona karşı izole edilmelidir. Sis oluşmasını engellemek için karışım hücresinde ön ısıtma serpantini veya ısı geri kazanım ünitesi ile ön ısıtma yapılmalıdır.

7.11.2. BUHARLAŞMA

Değişik sıcaklık ve bağıl nemdeki ortam havasının özgül nem değerleri psikometri bölümündeki tablolardan bulunabilir. Havuz su yüzeyinin tam üzerinde film tabakası oluşturan hava katmanı, su sıcaklığında %100 doymuş hava olarak kabul edilir ve bu film içindeki doymuş havanın özgül nem değerleri de aynı yerden bulunabilir.

Buharlaştıran su miktarı, ıslak alan, insan sayısı, buharlaşma faktörünün büyüklüğü vb birçok belirsiz faktöre bağlıdır.

Yaklaşık olarak 1 m² durgun su yüzeyinden buharlaşan su miktarı:

$W=J.(XS-XR)[\text{kg/hm}^2]$ ifadesi ile verilir.

Burada:

J=Buharlaşma katsayısıdır. Değerleri Tablo 7.34'de verilmiştir.

XS=Havuz suyu sıcaklığındaki doymuş hava özgül nemidir (kg/kg).

XR=Ortam havasının istenen sıcaklık ve bağıl nem değerinde özgül nemidir (kg/kg).

Havuz Tipi	Özel Havuz	Kapalı Yüzme Havuzu	Dalgalı Havuz
Buharlaşma katsayısı, J (kg/m ² h)	10	20	30
Dış hava debisi (m ³ /hm ²)			
Yaz	15	31	46
Kış	6.3	15	20

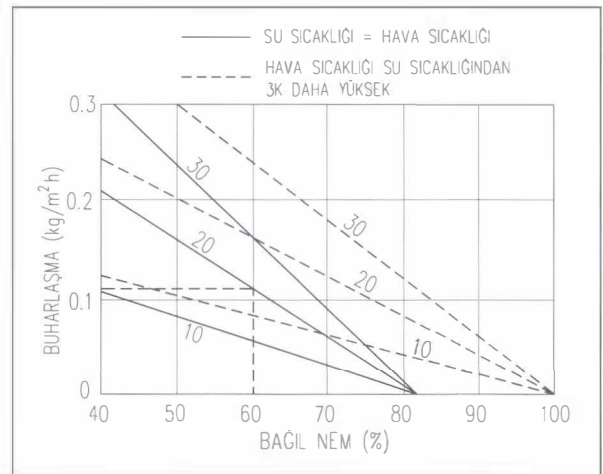
Tablo 7.34. HAVUZLARDAN GEREKLİ DİŞ HAVA DEBİSİ (m³/hm²)

Hava sıcaklığının su sıcaklığından takriben 3 °C fazla tutulduğu havuzlarda ki günümüzde havuz havalandırma-ısıtma sistemleri genellikle bu şekilde yapılmaktadır, yukarıda verilen değerler ile yapılan hesaplara göre elde edilen havuz birim alanından buharlaşma miktarı değeri Şekil 7.35'te verilmiştir. Su ve hava sıcaklığının eşit olması halinde özgül buharlaşma miktarı Şekil 7.35'te de görülebileceği gibi önemli ölçüde artmaktadır. Kullanım esnasında kapalı yüzme havuzlarında yapılan ölçümlerde, az hareketli su yüzeylerinde özgül buharlaşma 0,1 kg/m²h, çok hareketli yüzeylerinde (çalkantılı su) 0,2 kg/m²h değerleri bulunmuştur.

7.11.3. GEREKLİ HAVA DEBİSİ

Havuzdan kaynaklanan nemin ortamdaki uzaklaştırılması için, istenen iç sıcaklığın dış sıcaklığa yakın olduğu geçiş mevsimlerinde, %100 taze hava ile havalandırma yapılır. Yazın da dış iklim koşullarının uygun olduğu yerlerde, bu şekilde %100 taze hava ile havalandırma yapılarak nem sorunu çözülebilir. Yazın dış hava özgül neminin iç tasarım değerlerinden daha yüksek olduğu yerlerde ve kış aylarında ise gerekli taze hava miktarı içerideki insan sayısına göre belirlenir. Bu sırada ayrıca ortamdaki nem alma işlemi yapılmalıdır. Nem kazancına (toplam yüke) göre hesaplanan toplam dolaşan havayı tamamlamak için iç hava tekrar dolaştırılır. Havuzun kısmen az kullanıldığı saatlerde ise, tamamen iç hava dolaştırılıp enerji tasarrufu sağlanır. Tablo 7.34'te Recknagel tarafından Almanya için tavsiye edilen dış hava miktarları verilmiştir. Almanya dış hava koşullarında, santral debisini yaz şartları belirlemektedir.

Buna göre kapalı havuz iklimlendirme için iki sistem söz konusudur. Birinci sistemde, küçük ve orta boyuttaki havuzlarda, ısıtıcı serpantini bulunan



Şekil 7.35. HAVUZDAN BUHARLAŞMA MİKTARI

havalandırma santrali + paket tipi nem alma cihazı çifti kullanılır. 100 m² üzerindeki büyük havuzlarda kullanılan ikinci sistemde ise, komple nem alıcı karakterde klima santrali kullanılır. Kapalı yüzme havuzlarında kullanılan klima santrallerinde iki çözüm söz konusudur. Bunlardan ilkinde nem alma santrali olarak birer soğutma ve ısıtma serpantini ihtiva eden basit bir santral söz konusudur. Günümüzde tercih edilmeyen bu sistemde hem işletme ve yakıt maliyeti diğer özel santrallere göre daha yüksek olur, hem de santral için bir geri ödeme süresi söz konusu değildir.

İkinci sistemde ise, ısı pompası prensibine dayanan özel havuz klima santrali söz konusudur. Bu santrallerde ısı geri kazanım hücresi opsiyonu bulunur. Kışın ortamdaki nem istenen nem oranından az ise iç hava sadece sirküle ettirilir. Nem oranının yükselmesi durumunda, nem alıcı cihazın devreye girmesi ile ortamdaki fazla nem tamamen iç hava kullanılarak alınır. Nem almaya yönelik dizayn edilmiş cihazların kış çalışmaları, iç konforun sağlanması için daha önemlidir. Kış ayları boyunca cihaz, bünyesindeki otomatik kontrol üniteleri ile ayarlanan program dahilinde nem alma işlemini gerçekleştirir. Kış ayları bu tür bir işlem için öncelikli olduğundan santral bünyesinde ısı geri kazanım hücresinin düşünülmesi, hem işletim maliyetinin azalmasına hem de santral için bir geri ödeme süresi ortaya çıkmasına olanak sağlayacaktır.

Klima santrali sistemi kullanıldığında sistemde dolaşması gerekli hava miktarı,

$VSA=W/(XR-XSA)$, r(m³/h) ifadesi ile bulunabilir.

Burada:

W =Havuzdan buharlaşan su miktarı (kg/h.m²)

r =Havanın yoğunluğu (kg/m³)

XR ve XSA =Sırası ile iç ortam havasının ve santralden odaya beslenen üfleme havasının özgül nemleridir (kg/kg).

Santral debisinin belirlenmesindeki bir diğer parametre de hava değişim katsayısıdır. Kapalı yüzme havuzlarının gerekli hava değişim sayısı minimum 4 alınmalıdır. Santral hava debisi havuzdan kazanılan nemin alınmasını ve gerekli hava değişim katsayısının sağlanmasını sağlayacak kadar büyük seçilmelidir. Kapalı yüzme havuzlarında kokunun önlenmesi için kişi başına en az 20 m³/h'lik dış hava miktarı gereklidir veya 1 m² başına 1/2 insan düştüğü kabulü ile 10 m³/h değeri alınmalıdır. Kaplıca vb yerlerde gerekirse daha büyük değerler alınmalıdır.

Seyirci sayısının çok olduğu, müsabakaların yapıldığı olimpiik kapalı yüzme havuzu gibi projelerde, seyircilerden kaynaklanacak nem kazancı da dikkate alınmalıdır.

Kaplıca ; ılıca gibi su içinde bol miktarda kimyasalların bulunduğu kapalı havuzların nem alma santrallerinin iç yüzeyleri ve içindeki ekipmanlar özel koruyucu kaplamalar ile korunmalıdır.

7.11.4. ÖRNEK PROJE

Havuz suyu sıcaklığı=28°C

Bu sıcaklıkta doymuş havanın özgül nemi =0,0242 kg/kg

Havuz mahalli sıcaklığı=30°C

İstenen bağıl nem=%55

Havuz mahalli özgül nemi=0,0134 kg/kg

Havuz buharlaşma kat sayısı=20 kg/m²h

Üfleme havasının özgül nemi (XSA)=0,009 kg/kg

Üfleme havasının yoğunluğu (r)=1,2 kg/m³

Havuz su yüzeyi alanı (A)=150 m²

(Otel ev havuzu) Mahal hacmi=1.000 m³

Havuz su yüzeyinden gelen nem miktarı,

$W=J(XS-XR)=20(0,0242-0,0134)=0,216$ kg/hm²

Toplam nem kazancı= $A.W=150.0,216=32,4$ kg/h

Üflenmesi gereken hava miktarı,

$VSA=W/r(XR-XSA)=0,216/1,2(0,0134-0,009)=40,9$ m³/hm²

Toplam hava miktarı,

$VH=40,9 \times 150=6.136$ m³/h

Yukarıda hesaplanan nem kazancı değerine göre gerekli nem alma kapasitesine sahip cihaz ve debisi, hava değişim katsayısı dikkate alınarak üretici firma kataloglarına göre belirlenir. Üfleme havası döşeme üzerinden gönderilecek, egzoz ise tavandan havuz yüzey alanı üzerinden yapılacaktır.

Santral debisi 7.000 m³/h alınmış ve buna uygun üfleme ve emiş kanalları gerekli hızlar göz önüne alınıp boyutlandırılmıştır. Sisteme ait proje Şekil 7.36'da verilmiştir.

7.11.5. KONDENZASYON OLUŞUMU

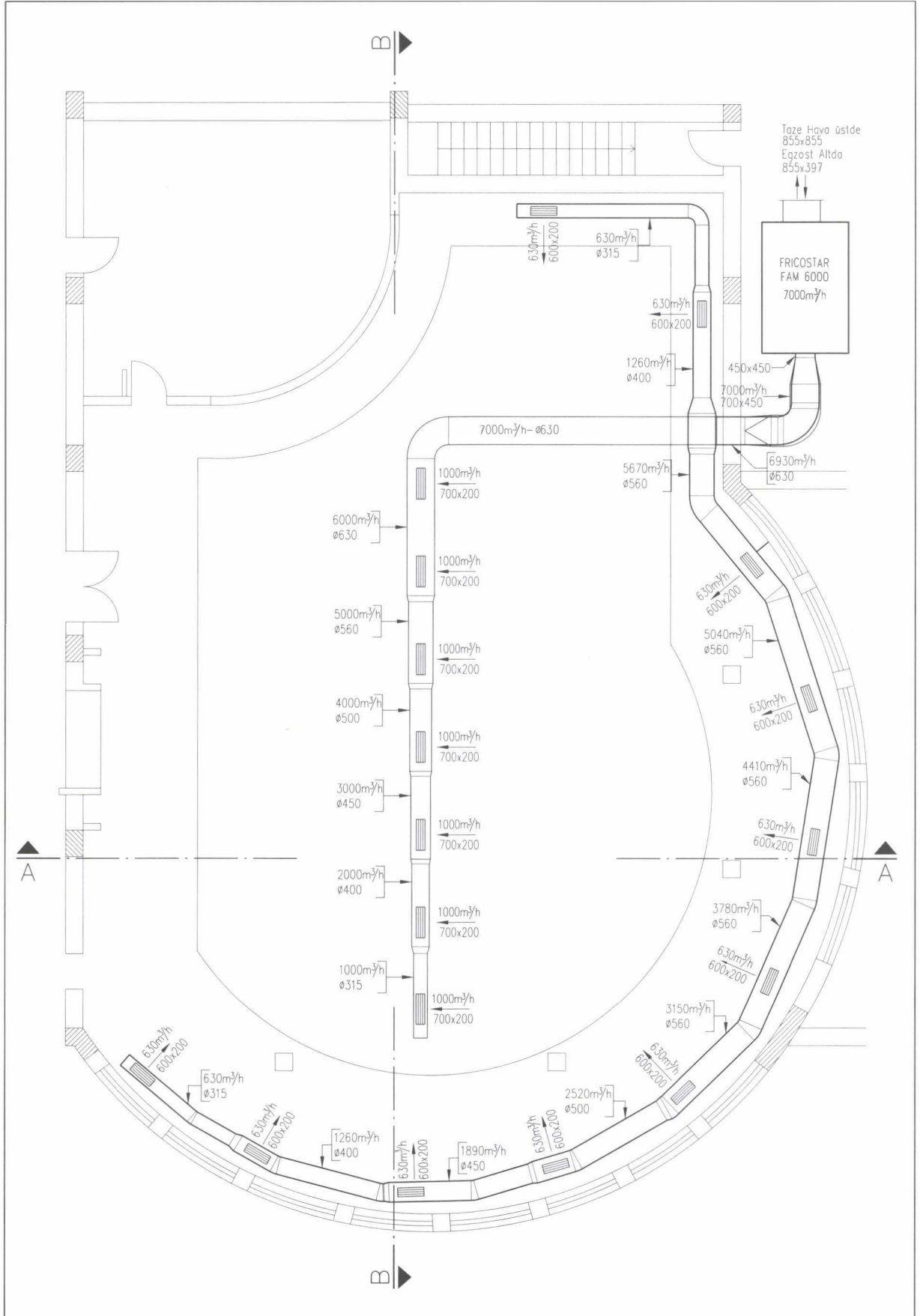
Kışın yoğunlaşmanın önlenmesi için havanın nem oranına bağlı olarak, yüzeylerin ısı geçirgenlik katsayıları, belirli değerlerin altına düşmemelidir. Şekil 7.37'de yüzeylerde yoğunlaşma koşulları görülmektedir.

Cam izolasyonu ve cama sıcak hava üflenmesi bu probleme kesin çözümdür. Dış duvarlarda ve havayla temasta olan tavanlarda buhar geçmeyecek şekilde nem izolasyonu yapılmalıdır. Böylece buharın duvar içine girmesi, dolayısı ile rutubet probleminin oluşması önlenmiş olur. Duvarların dış taraflarında ısı izolasyonu yapılmalıdır.

7.11.6. ÖZEL YÜZME HAVUZLARI

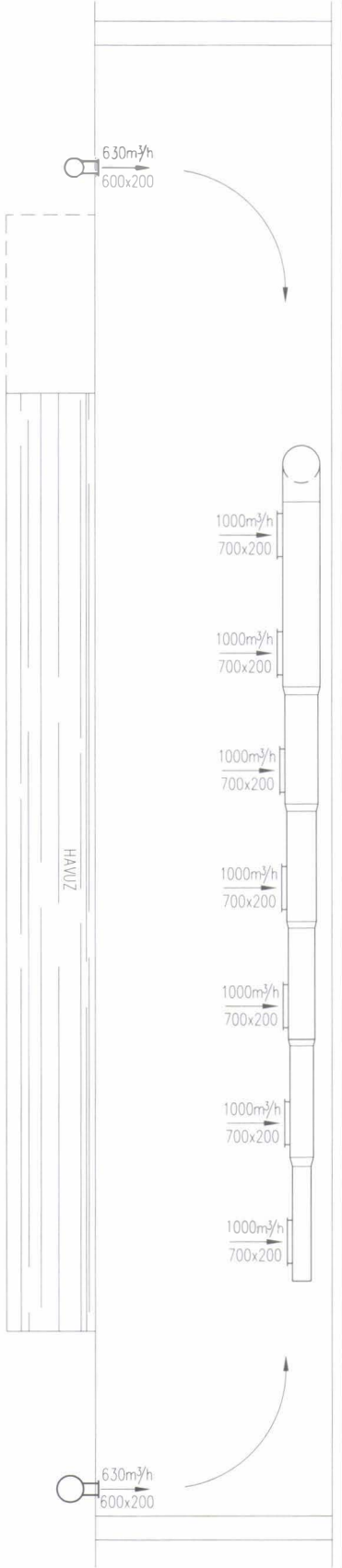
Özel havuzların havalandırılması da prensip olarak diğer büyük havuzların havalandırılmasına benzer. Havuz mahallinde aynı anda az insan bulunacaksa ve havuz yüzey alanı küçükse kanallı bir sistem yatırım maliyeti olarak yüksek olacaktır. Bu durumda kompakt tipte nem alma cihazları kullanmak daha pratiktir. Şekil 7.38'de kompakt tip nem alma cihazı görülmektedir.

Bu tip cihazlar belirtilen su ve mahal hava sıcaklıklarına uyulduğu takdirde 40 m² havuzlara kadar kullanılabilirler. Isıtma lokal olarak çözülür Daha büyük havuzlarda kanallı sistem istenmez ise birden fazla cihaz da kullanılabilir.

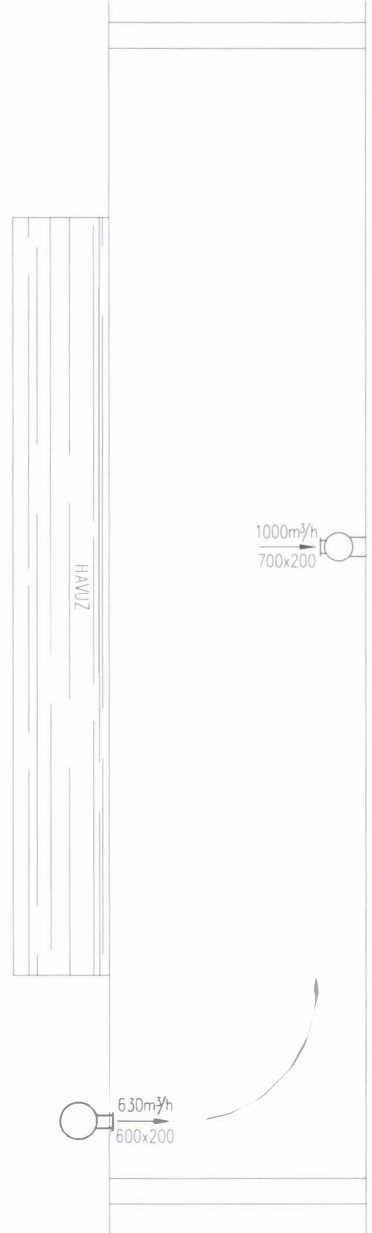


Şekil 7.36A. ÖRNEKTEKİ KAPALI YÜZME HAVUZUNUN KLİMA PROJESİ PLAN PAFTASI

B-B KESİTİ



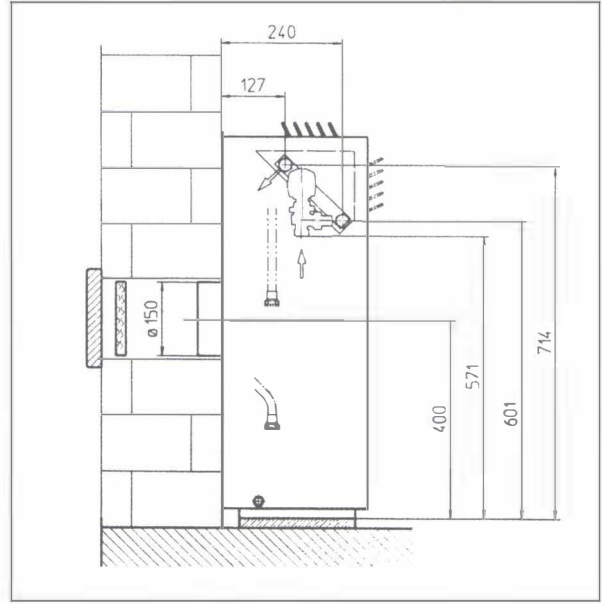
A-A KESİTİ



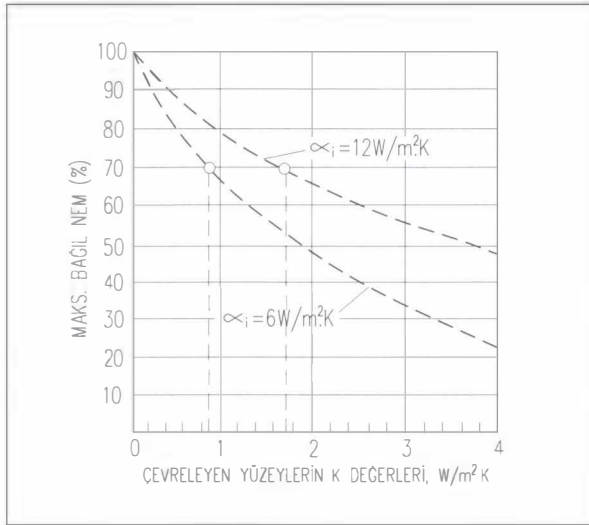
Şekil 7.36B. ÖRNEK PROJE KESİT RESİMLERİ

Böyle durumlarda cihazın taze hava alma özelliğinin olmasına ve yapılması gereken aspirasyona dikkat edilmelidir. Bu sistemlerde otomasyon olarak bir higrostat kullanmak ve bir drenaj bağlantısı yapmak yeterli olmaktadır. Kompakt cihaza taze hava bağlantısı ve havuz mahali dışından nem alma uygulamaları Şekil 7.39 ve 7.40'da gösterilmiştir.

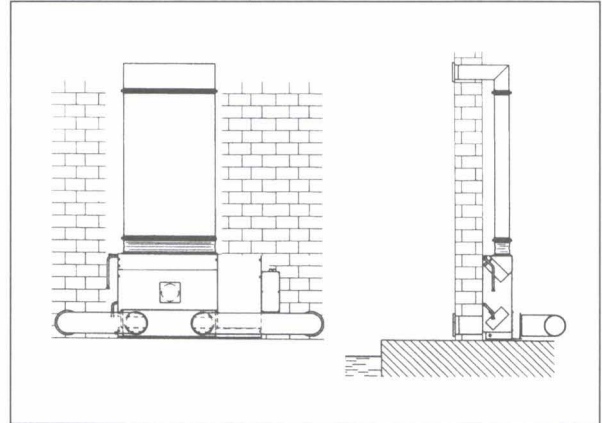
Havuz ebatları büyüdükçe (otel havuzları vb) içeri verilen havanın nem ve sıcaklığının; emiş havasının nem ve sıcaklığının ve dış hava sıcaklığına göre taze hava miktarının otomatik olarak ayarlandığı çift fanlı sistemler kullanılmalıdır. Damperlerin otomatik olarak çalışma şekline göre açılıp kapanması gerekir. Bu tip santrallerin esas çalışma aralığı kış aylarına rastladığı için nem alma işlemini üstlenecek santralin ısı geri kazanım hücreli düşünülmesi her zaman kullanıcının yararına olacaktır.



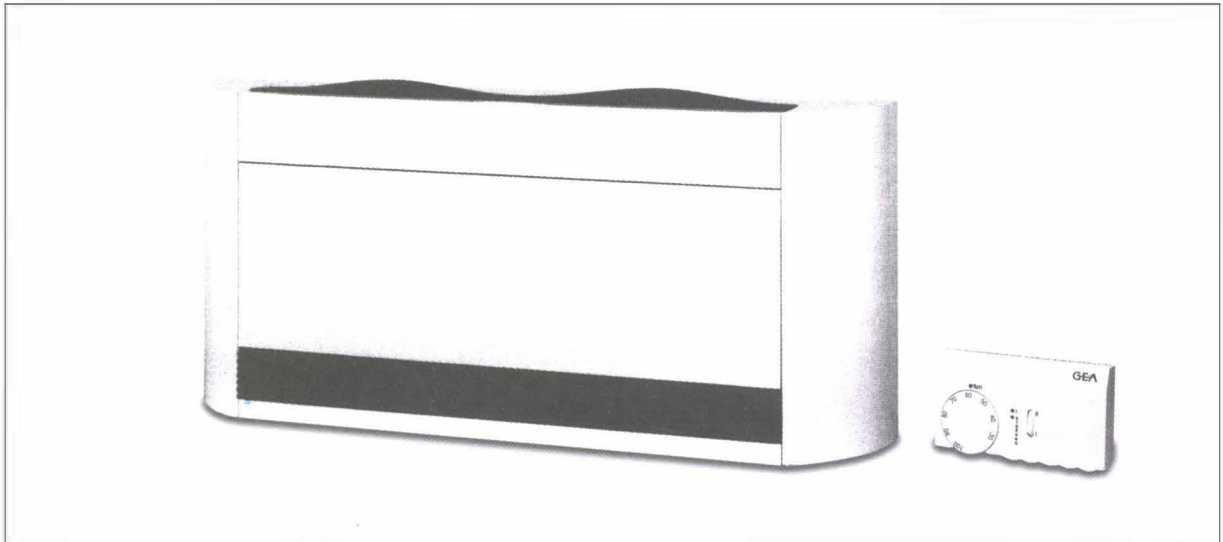
Şekil 7.39. NEM ALICI CİHAZA
TAZE HAVA BAĞLANTISI



Şekil 7.37. YÜZEYLERDE
YOĞUŞMA KOŞULLARI



Şekil 7.40. NEM ALICI CİHAZ
HAVUZ MAHALLİ DİŞINDA



Şekil 7.38 KOMPAKT TİP NEM ALMA CİHAZI

a. Duşlar: Oluşan buharın atılması için bir aspiratörün yanında taze hava için bir de vantilatör kullanılır. Dış havadaki nem oranı yazın maksimum olduğu için bu dönemde gerekli olan hava miktarı da maksimum olacaktır. Hava miktarının teorik hesabı oldukça güçtür.

Tecrübelerle göre elde edilen değerler,

Ortam sıcaklığı = 25 °C

Yazın duş başına, hava miktarı = 220 m³/h

Kışın duş başına, hava miktarı = 75-100 m³/h

Maksimum hava değişimi = 25-30 kez

Isıtma lokal olarak sabit ısıtıcılarla yapılır.

b. Soyunma Odaları: Hem aspirasyon hem de ventilasyon yapan sistem gereklidir. Isıtma radyatörlerle yapılır.

Hava değişimi = 8-10 kez

Sıcaklık = 22-24 °C

Havanın bankların ve dolapların altından üflenmesi kullanışlı olacaktır. Hava emişi tavandan yapılmalıdır. Soyunma odaları ve duşların havalandırılması aynı sistemle yapılıyorsa, farklı ortam sıcaklıkları olacağından santralde iki ayrı ısıtıcı kullanılmalıdır.

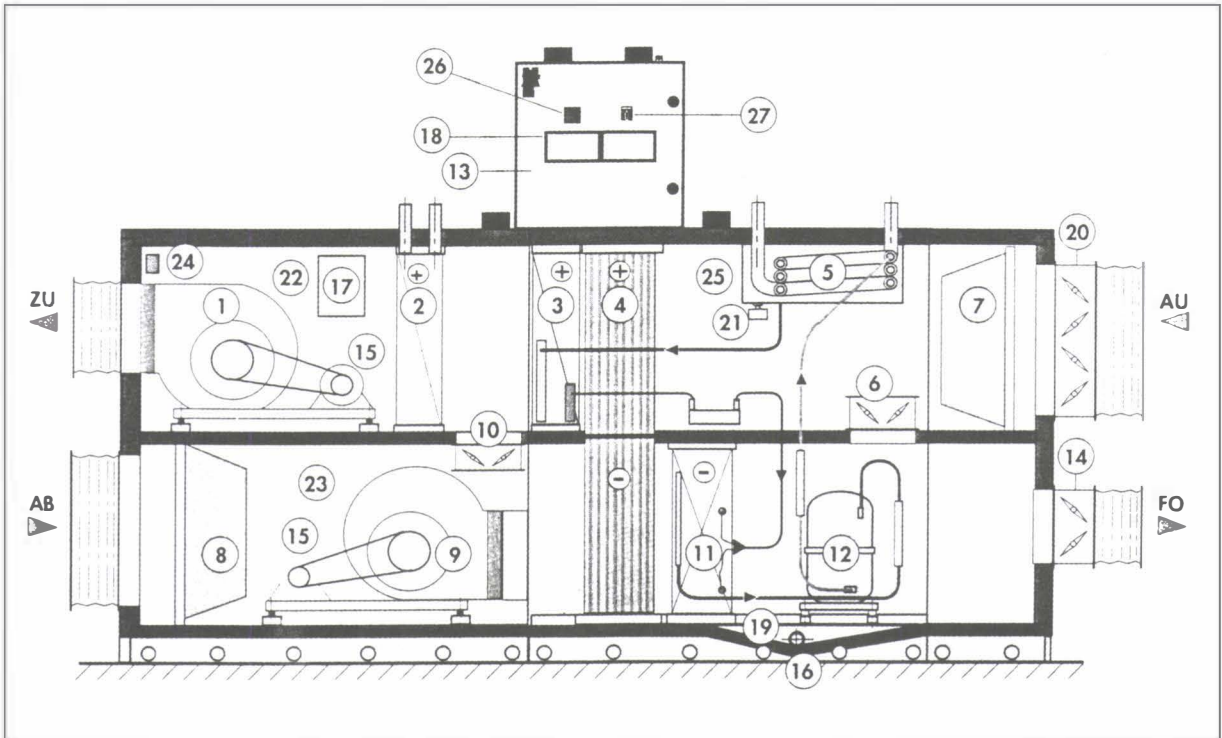
7.11.7. KANALLI NEM ALICI

KLİMA SANTRALLERİ

Nem alıcı tipte, özellikle kapalı yüzme havuzları iklimlendirmesi için geliştirilmiş özel klima santrali Şekil 7.41'de görülmektedir. Bu santral paket tipi olup, hem ısı geri kazanım hücresi hem de soğutma çevrimi bulunur ve kendi kontrol programını içeren

kontrol panoludur. Cihaz besleme ve egzoz olarak üst üste iki üniteden oluşmaktadır. Şekildeki numaralara göre cihaz temel elemanları ve bu elemanların görevleri aşağıda sıralanmıştır:

- 1- **Besleme Fanı**
- 2- **Son Isıtıcı Serpantin:** Bu serpantin sistemdeki sıcak su kazanından beslenmektedir. Girişindeki kontrol vanası ile sıcak su debisi kontrol edilmektedir. Gerekli hallerde ilave son ısıtmayı yapar.
- 3- **Kondenser:** Sistemdeki soğutma makinasının (ki ısı pompası olarak isimlendirilmektedir) DX kondenser serpantinidir. 11 numaralı evaporatörde çekilen ısı, kompresöre verilen enerji de ilave edilerek burada kondenser üzerinden geçen havaya aktarılır.
- 4- **Isı Borusu Ekonomizör:** Isı borusu prensibi ile alt taraftaki sıcak havadan çekilen ısı, üst taraftaki soğuk havaya aktarılır. Böylece atılan havadan çekilen ısı havuza beslenen havaya aktarılarak ısı geri kazanılır.
- 5- **Havuz Suyu Kondenseri:** Opsiyonel olarak kullanılır ve daha ileri derecede ısı geri kazanımı sağlar. Buradaki ısı değiştirgecinde havuz suyu ısıtılırken, üzerinden akan hava soğutulurak nemi alınır.
- 6- **Resirküle Havası Klapesi (Servo Motorlu):** Havuz ortamından çekilen nemli egzoz havası soğutulurak nemi alındıktan sonra, bu klape kontrolünde üst bölüme geçer.
- 7- **Taze Hava Torba Filtresi:** Dışarıdan alınan taze havayı filtre eder.



Şekil 7.41. ÖZEL HAVUZ KLİMA SANTRALİ

- 8- **Dönüş Havası Torba Filtresi:** Havuz ortamından alınan nemli egzoz havasını filtre eder.
- 9- **Emiş Fanı:** Havuz ortamında dönüş havasını emer ve egzoz edilecek havayı dışarı atar.
- 10- **By Pass Klapesi (Servo Motorlu):** Gece işletiminde nemi alınmaksızın havanın geri by pass edilmesini kontrol eder.
- 11- **Evaporatör:** Üzerinden geçen nemli havayı soğutarak, neminin yoğunlaşmasını sağlayan DX ısı değiştirici serpantin.
- 12- **Kompresör:** Soğutucu akışkan çevrimini gerçekleştirir ve soğutucu akışkanı evaporatörden kondensere basar.
- 13- **Elektrik Paneli**
- 14- **Egzoz Havası Klapesi (Servo Motorlu)**
- 15- **Besleme Fan Motoru**
- 16- **Kondens Suyu Çıkışı**
- 17- **Etiket**
- 18- **Kumanda/Kontrol**
- 19- **Kondens Tavası**
- 20- **Taze Hava Klapesi (Servo Motorlu)**
- 21- **Havuz Suyu Termostatu**
- 22- **Besleme Havası Sıcaklık Sensörü (Min. Sınırlama)**
- 23- **Kombine Sıcaklık ve Nem Ölçer**
- 24- **Dönüş Havası Filtresi Fark Basınç Manometresi**
- 25- **Taze Hava Filtresi Fark Basınç Manometresi**
- 26- **Reset Şalteri**
- 27- **Ana Şalter**

Sistemin çalışması Şekil 7.42’de gösterilmiştir. Nem alma cihazlarında mahalden emilen hava filtreden geçirilip, ısı geri kazanımı ünitesinde ön soğutmaya tabi tutulur. Daha sonra, soğutma çevriminin evaporatör hücresinde soğutulup nemi alındıktan sonra dönüş havası işletim şekline bağlı olmakla birlikte; egzoz dışarı atılırken, dönüş havası karışım hücresinde taze hava ile birleştirilir. Karışım havası ısı borusunda (üst kısım) ilk ısıtma, kondenserde ikinci ısıtma ve kazan suyundan beslenen serpantinde son ısıtma yapıldıktan sonra mahalle verilir. İşletim oda sıcaklığı; dış hava sıcaklığı; mahal nem oranı ve iç ortam sıcaklıklarına bağlı olarak tamamen otomatik ayarlanmalıdır. Cihazın dış statik basınç kayıpları hesaplanmalı fanlar bu basınç değerlerine göre seçilmelidir. Son serpantin üç yollu vana ile kumanda edilmeli iç sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda gereksiz ısıtmaya ve enerji kaybına imkan verilmemelidir. Sistemde drenaj bağlantısı ve buna bağlı sifon hesabı iyi yapılmalıdır. Sistemin 4 farklı durumdaki işletim senaryosu Şekil 7.42’de gösterilmiş ve aşağıda açıklanmıştır.

a. Kış Koşullarında Gece İşletimi (Nem alma yok, Poz. 1): İşletim by pass damperi üzerinden gerçekleşmektedir. Sirkülasyon fanı kapalı konumda, üfleme fanı düşük kapasitede çalışmaktadır (otomatik konum). Cihazda bulunan ek ısıtıcı yüzme havuzu mahallindeki havayı ısıtmaktadır.

b. Kış Koşullarında Gece İşletimi (Nem alma var, Poz. 2): İşletim açık by pass damperleri sayesinde iç hava ile gerçekleşmektedir. Üfleme fanı yüksek, emme fanı alçak devirde çalışmaktadır. İç havanın bir kısmı yukarıdaki gibi by pass edilirken, bir kısmı ısı borusu (ısı geri kazanma hücresinde) ve evaporatörde soğutulmaktadır. Daha sonra ısı borusunda, kondenserde tekrar ısıtılmakta ve bypass eden hava ile karışarak son ısıtıcıda (üst kısım) istenilen düzeyde ısıtılmaktadır. Sistemde opsiyonel olarak bulunabilecek olan havuz suyu kondenslerinde havanın ilave soğutma işlemi sırasında kazanılan enerjinin bir kısmı havuz suyu ısıtmasında kullanılabilir.

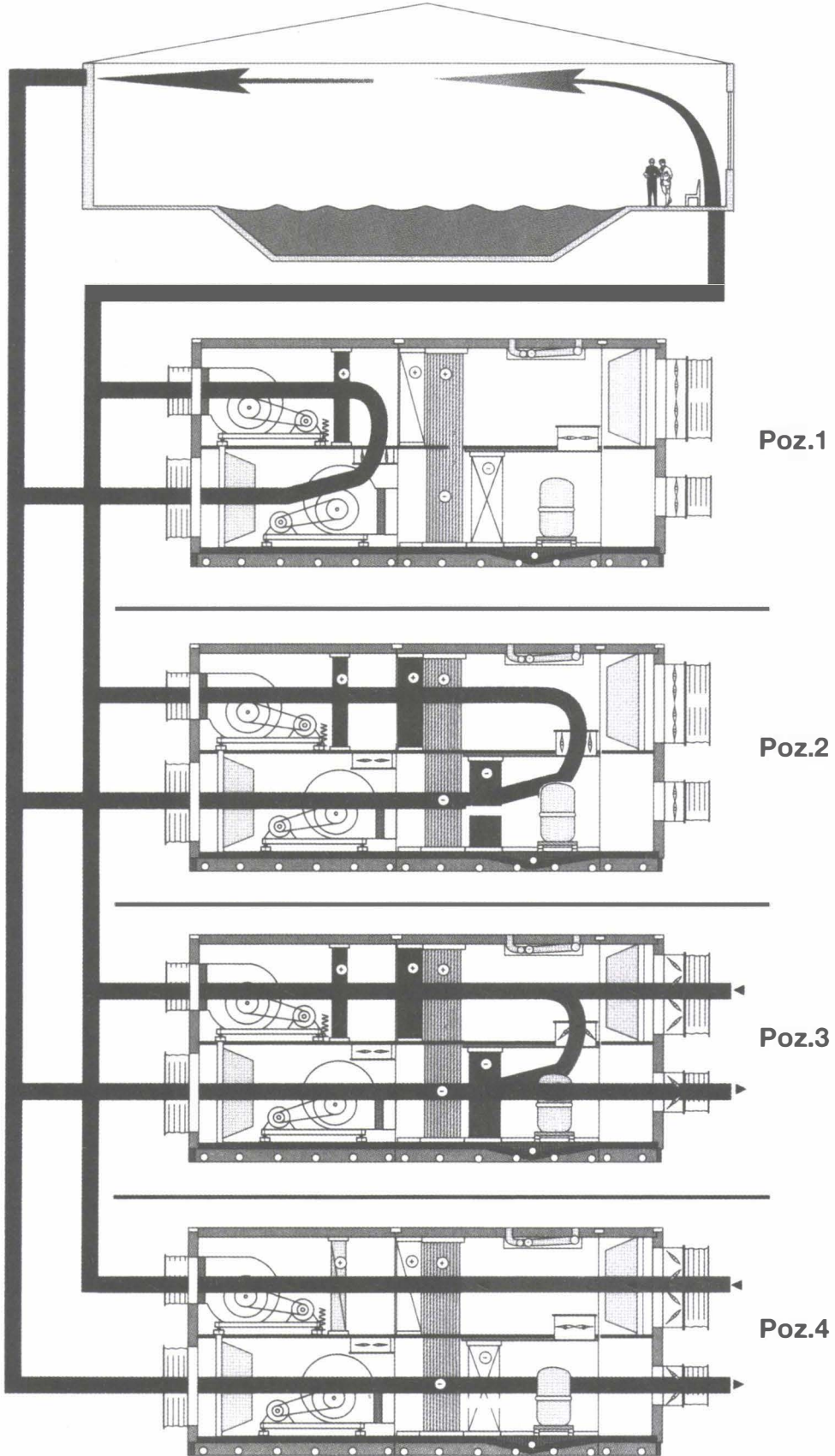
c. Kış Koşullarında Gündüz İşletimi (Nem alma var, Poz. 3): Karışım havası damperi sayesinde oluşturulan iç, dış hava karışımı (teknolojik ve sağlık sebeplerinden dolayı) yüksek kademedeki çalıştırılan fanlar ile dolaştırılır. Nem alma yukarıdaki gece işletiminde yapıldığı gibidir. Bu işletimde tamamen iç hava yerine karışım havası kullanılmıştır. Taze hava miktarı kadar iç hava egzoz edilmektedir. Nem alma yok ise, fanlar düşük devirde, soğutma çevrimi kapalı konumda bulunmaktadır. Bu işletimde taze hava kullanımı insan sayısına bağlı olarak belirlenir.

d. Mevsim Geçişleri ve Yaz İşletimi (Nem alma işlemi ile veya nem alma işlemi olmadan, Poz. 4): Dış ortamın sıcaklığının iç ortamdaki daha fazla, özgül neminin daha düşük olması durumunda bu işletim geçerlidir. Soğutma çevrimi ve son ısıtıcı kapalıdır. Isı borusu sıcak havadan soğuk havaya ısı aktaracak yönde çalışır. Ünite havalandırma ve nem alma işlemini mümkün olan en fazla dış hava oranı ile yapmaktadır. (İç havanın tamamına yakınının dışarı atılması) Fanlar ihtiyaca göre düşük veya yüksek devirde çalışmaktadır.

e. Yaz Koşullarında Gündüz İşletimi (Nem alma var, Poz. 3): Dış ortamın sıcaklığının ve özgül neminin iç ortamdaki daha fazla olması durumunda, sistem üçüncü modda anlatıldığı gibi çalışır. Sadece son ısıtıcı çalışmaz. Kanallı tip nem alma cihazı seçimi için gerekli bilgiler Tablo 7.43’de belirtilmektedir. Cihazın üst üste veya yan yana koyulması tamamen müşterinin cihazı yerleştireceği mekan ile ilgilidir.

7.11.8. DİĞER NEM ALMA CİHAZI TİPLERİ

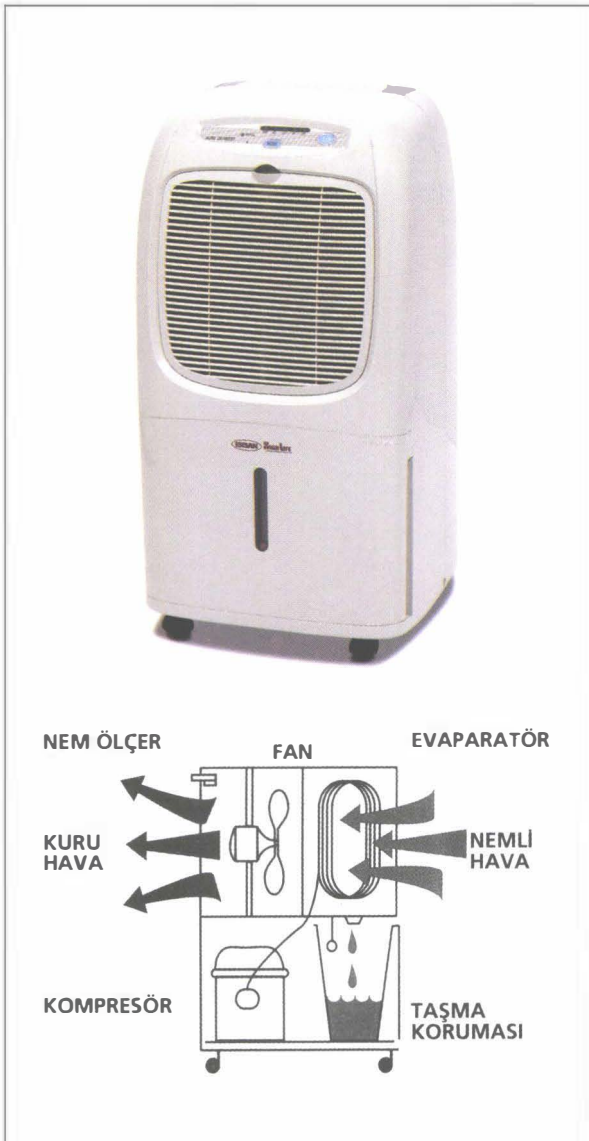
Yukarıda anlatılan hem ısı geri kazanım hücreli (ısı borusu) hem de soğutma çevrimli nem alma cihazları olabildiği gibi sadece ısı borusu ile nem alan veya sadece soğutma çevrimi ile nem alma işlemi gerçekleştiren cihazlar bulunmaktadır. Cihazlarda opsiyon olarak havuz suyu ısıtmasına yardımcı olacak havuz suyu ısıtma kondenseri de bulunmalıdır. Daha çok büyük yüzme havuzlarının havalandırılmasında ve nem alma işleminde kullanılan kanallı tip nem alma cihazlarının yanı sıra küçük yüzme havuzlarında



Şekil 7.42. HAVUZ KLİMA SANTRALİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Havuz yüzey alanı	m ²
Havuz mahallinin hacmi	m ³
Havuz suyu sıcaklığı	°C
Havuz mahal sıcaklığı	°C
Ortamda istenen bağıl nem	%
Havuzun ne amaçla kullanılacağı	
Jakuzi ve/veya sauna varsa	m ²
Emiş ve üfleme kanallarında basınç kaybı	Pa
Mahal ısı ihtiyacı	kW
Havuz suyu yardımcı ısıtma sistemi isteniyor mu?	
Cihaz elektrik dolabı konumu	
Kullanılacağı dış sıcaklık	°C
Uzaktan kumanda isteniyor mu?	

Tablo 7.43. KANALLI TİP NEM ALMA CİHAZI SEÇİMİ İÇİN GEREKLİ BİLGİLER



Şekil 7.44. EV TİPİ NEM ALMA CİHAZI ŞEMATİK İÇ YAPISI

kullanılan kompakt tip nem alma cihazları ve oturma mahalleri, bodrum katları, kütüphaneler gibi mekanların nem problemlerine çözüm olarak kullanılan ev tipi nem alma cihazları da mevcuttur. Ev tipi cihazın yapısı şematik olarak Şekil 7.44'te gösterilmiştir.

7.11.9. NEM ALMA CİHAZI MONTAJINDA VE İŞLETMEYE ALMADA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

- Kanallı tip nem alma santralının kaidesinin sifon mesafesini kırtarak yükseklikte yapıldığı kontrol edilmelidir.
- Santralin konulacağı yerin servis ve bakım çalışmalarına olanak verecek, kapılarının açılabilceği genişlikte olmasına dikkat edilmelidir.
- Son ısıtma serpantinine bağlanacak 3 yollu otomatik vananın bağlantısının doğru konumda yapıldığı kontrol edilmelidir. Bu tesisat üzerinde hava oluşabilecek yatay hatlara hava tüpleri otomatik pürjörler ve bir adet pislik tutucu monte ediniz.
- Dış hava sıcaklığının çok düşük olduğu bölgelerde dış hava elektrikli veya sulu kanal tipi serpantin yardımı ile minimum -5°C'ye kadar ön ısıtılmalıdır.
- Cihaz işletmeye alınmadan önce havuz mahallinde istenen tüm şartların oluşmuş olmasına (Havuzun dolu olması; Su sıcaklığı; Ortam sıcaklığı; Bağıl nem) dikkat edilmelidir.
- Çalışmadan sonra fan dönüş yönlerinin doğruluğu kontrol edilmelidir.
- Kanallar korozyona karşı dayanıklı malzemeden seçilmeli ve izolasyonu iyi yapılmalıdır. Özellikle emiş havası kanallarında yoğunlaşma oluşmasının engellenmesi için bütün tedbirler alınmalıdır.
- Filtrelerin periyodik olarak temizlenmesine veya değiştirilmesine dikkat edilmelidir.
- Sezon başlarında cihazın genel kontrolleri mutlaka yapılmalıdır.
- Cihaz ilk çalıştırılmadan önce mutlaka fan ve kompresör nakliye emniyet takozlarının sökülmüş olduğu kontrol edilmelidir.
- Cihazın bulunduğu ortamın nemli ve tozlu olmasına dikkat edilmelidir.
- Nem alma santralına opsiyonel olarak bağlanabilen havuz suyu ısıtmasına yardımcı kondenser bağlantı alternatifleri mevcuttur.

7.12. GARAJLAR

Motor egzozlarında hidrokarbonların yanında her türden kükürt ve kurşun bileşikleri, is, yağ buharı ve özellikle karbon monoksit gibi zehirli atıklar bulunduğu için garaj havalandırmaları özellikle önemlidir. CO gazı ortamda düşük oranlarda bulunsada, teneffüs edilme süresine bağlı olarak zehirlenmeye sebep olabilir.

Havalandırmanın görevi, zararlı gazları en kısa sürede dışarıya atmak veya ortamdaki oranlarını seyreltmektir. Garajlar Alman normlarında boyutlarına göre üçe ayrılmaktadır,

- Ufak garajlar 100 m² alana kadar
- Orta büyüklükte garajlar 1.000 m² alana kadar
- Büyük garajlar 1.000 m² alandan büyük

Bir araba için yaklaşık 25 m² park alanı düşünülmelidir. Ayrıca garajları tamamen kapalı ve kısmen açık olarak da ayırmak mümkündür. Yerüstü kat otoparkları yarı açık garajlara örnektir. Buralarda doğal havalandırma yeterli olabilir.

7.12.1. DOĞAL HAVALANDIRMA

Garajlar doğal ya da cebri olarak havalandırılabilirler. Doğal havalandırmada, tüm kesitten hava akımı sağlamak için karşılıklı olarak eşit dağıtılmış açıklıklar bırakılmalıdır. Bunların birbirine olan uzaklıkları yerüstü garajlarında en çok 35 m, yeraltı garajlarında en çok 20 m olacak şekilde oluşturulmalıdır. Bu açıklıkların kesitleri orta ve büyük garajlarda park alanı başına 0,06 m² olmalıdır.

Ufak garajlarda, dış kapılarda park alanı metrekaresi başına 150 cm² kesit alanı oluşturulmalıdır. ASHRAE standardı doğal havalandırma için park alanının %2,5-5'i oranında serbest açıklığı şart koşturmaktadır.

7.12.2. MEKANİK HAVALANDIRMA (CEBİRİ HAVALANDIRMA)

Otoparklar için gerekli olan havalandırma miktarını hesaplayabilmek için iki faktöre ihtiyaç duyulur. Birincisi otoparktaki hareket halindeki araç sayısı, diğeri ise araçların emisyon değerleridir. Hareket halindeki araç sayısı genellikle otoparkın bulunduğu binanın kullanım amacına bağlıdır. Hareket halindeki ortalama araç sayısı otoparkın toplam araç kapasitesinin %3'ünden (alışveriş merkezlerinde) %20'sine kadar (spor salonlarında) değişen değerlerdedir. karbon monoksit emisyonu ise araçların yaşına, motor gücüne, bakım sıklığına bağlı bir değerdir.

Özel haller dışında, Alman yönetmeliklere göre, metrekaresine yararlı garaj alanı başına, konut garajlarında 6 m³/h, diğer garajlardaysa 12 m³/h hava atılmalıdır. Yine yönetmeliklerde yararlı garaj alanı miktarı taşıt başına 25 m² olarak verilmiştir. Buna göre 25 m² alan ihtiyacı olan bir taşıt için, ikinci tipteki bir garajda taşıt başına 25 x 12 = 300 m³/h hava tahliyesi yapılmalıdır veya 2,4 m tavan yüksekliği için 12/2,4 = 5 kez hava değişimi yapılmalıdır. ANSI ASHRAE 62-1989 sayılı standardı, brüt park alanı metrekaresi başına 7,62 l/s.m² (27,4 m³/h.m²) olarak sabit bir havalandırma debisi tanımlamaktadır. Bu değer 2,5 metre tavan yüksekliğine sahip garajlarda saatte 11,25 hava değişimine karşı gelir. Fakat ASHRAE'de bazı otoriteler tarafından saatte hava değişim katsayısı

olarak 4 ila 6 yeterli görülmektedir. İlâveten havalandırma değişken debili olabilir ve ihtiyaç duyulmadığında, fan enerjisinden tasarruf amacıyla, havalandırma debisi azaltılabilir.

Tablo 7.45'te özet olarak, Amerika Birleşik Devletlerinde ve diğer bazı ülkelerde geçerli olan kapalı otopark havalandırma standartları verilmiştir. Tablo 7.45'ten anlaşılacağı üzere CO temas süreleri ve limitleri birbirleriyle uyumlu değildir ve limit değerleri ülkeden ülkeye önemli ölçüde değişmektedir. Fakat genel olarak otoparklarda CO ile temas riskine bütün standartlarda işaret edilmektedir.

7.12.3. HAVALANDIRMA DÜZENLEMELERİ

Enerji tasarrufu açısından fanlar ya eşit büyüklükte birden fazla sayıda olmalıdır veya hız kademesi ayarlanabilen değişken debili fanlar kullanılmalıdır. Değişken debili sistem, CO gazından kumanda alan talep kontrollü bir havalandırma sistemidir ve ortamdaki CO oranı sürekli olarak kaydedilir. CO izleme sistemi mekanik havalandırma sistemiyle içten kilitlemeli olarak entegre çalışır ve CO oranını kontrol eder. Alman normlarına göre eşit büyüklükte iki fan kullanılması mecburidir. Bu fanların elektrik bağlantıları ve sigortaları tamamen bağımsızdır ve tek fan çalışırken bir arıza nedeniyle durursa, diğer fan kendiliğinden devreye girmelidir.

Standart/Ülke	Süre/Saat	PPM	Havalandırma
ASHRAE	8	9	7,62 l/s.m ²
	1	35	
ICBO	8	50	7,6 l/s.m ²
	1	200	
NIOSH/OSHA	8	35	-
	Maks.	200	
BOCA	-	-	6 ACH
SBCCI	-	-	6-7 ACH
NFPA	-	-	6 ACH
ACGIH	8	25	-
Kanada	8	11/13	-
	1	25/30	
Finlandiya	8	30	2,7 l/s.m ²
	15 dk.	75	
Fransa	Maks.	200	165 l/s.arac
	20 dk.	100	
Almanya	-	-	3,3 l/s.m ²
Japonya ve G.Kore	-	-	6,35-7,62 l/s.m ²
Hollanda	0.5	200	
İsveç	-	-	0,91 l/s.m ²
İngiltere	8	50	6-10 ACH
	15 dk.	300	

Tablo 7.45. KAPALI OTOPARKLARDA ULUSLARARASI HAVALANDIRMA STANDARTLARI

Ayrıca iki fan aynı kanal sistemine bağlı ise biri çalışırken diğerinden kısa devre emiş yapılmaması klapelele güvenceye alınmalıdır. Sabit debili iki fan kullanıldığında, CO gazı derişikliğinden kumanda alan bir otomatik sistemle 2. kademe veya 2. fanın devreye girmesi tercih edilir. Normal zamanlarda ise düşük kademelerde veya tek fanla çalışma sürdürölür.

Kirleticilerin kabul edilebilir düzeyi yönetmelikten yönetmeliğe önemli ölçüde fark eder. Bu yüzden kapalı otoparklarda kabul edilebilir bir emisyon değerin belirlenmesi konusunda bir konsersusa gerek duyulmaktadır. Almanya’da garajlar için sürekli çalışmada CO seviyesi 50 ppm değerin de tutulmalıdır. Tehlike sınırı ise 100 ppm olup, CO bu değeri kesinlikle aşmamalıdır.

Garaj mekanik havalandırma sistemleri sadece besleme, sadece egzoz ve egzoz + besleme (dengeli) olabilmektedir. Dengeli sistemlerde garajda basınç negatif olacak şekilde düzenleme yapılır. Seçilen sistem ne olursa olsun,

- Besleme havası kısa devre olmamalıdır.
- Zehirli gazların belirli bölgelerde yerel olarak birikmesine olanak tanınmalıdır.
- Bütün park alanı boyunca düzgün ve homojen hava dağılımı sağlanmalıdır.

Mekanik garaj havalandırılmasında özellikle egzoz sistemleri tercih edilir. Her sistem için kurulacak çift egzoz fanı ile garaj boyunca hiçbir ölü hacim bırakmayacak şekilde düzenleme yapılır. Emişin %50’si tavan seviyesinden, en az %50’si de kolonlar boyunca indirilen ağızlar vasıtasıyla döşeme seviyesine yakın bölgelerden yapılır. Bu durumda temiz hava giriş imkanları ve hareketi göz önüne alınmalıdır.

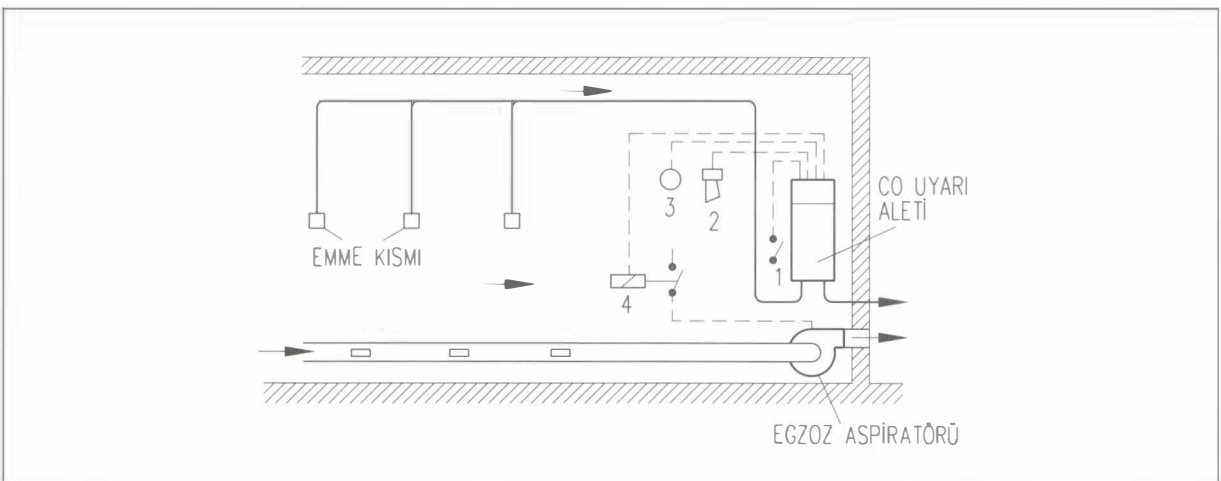
Eğer emiş kanalları vasıtası ile bütün garaj boyunca düzgün hava hareketi sağlanamıyorsa ve ölü bölgeler kalıyorsa veya yeterli temiz hava giriş imkanı yoksa, besleme fanları yardımı ile temiz hava da mekanik yolla temin edilir. Sadece besleme havası vererek

havalandırma yapmak ve garajda pozitif basınç yaratmak, komşu hacimlere garaj havasının sızma ihtimali yoksa mümkündür. Alışveriş merkezleri, ofis blokları, otel vs gibi yapıların garajlarında kışın temiz havanın ısıtılması istenebilir. Bu durumda besleme santrali ısıtıcı olacaktır. Ancak bu tip uygulamalarda enerji tasarrufu açısından bir imkan mevcuttur. Bu sistemlerde garaj üstündeki hacimlerin şartlandırılmış (kışın ısıtılmış, yazın soğutulmuş) egzoz havası doğrudan garaja basılabilir. Böylece, bir ölçüde ısıtma ve hatta yazın soğutma yapılarak enerji tasarrufu sağlanır. Ancak bu havanın kokusuz ve zararsız olması gerekir. Mutfak, tuvalet, banyo gibi hacimlerinin veya kimyasal veya benzeri üretim yapan tesislerin egzoz havası garaja atılamaz.

Yangın ve duman oluşumu halinde, egzoz havalandırma tesisi kendiliğinden en yüksek kademede işletmeye geçmelidir. Elektrik bağlantı hatları dış yangın etkisinde en az bir buçuk saat boyunca fonksiyonunu muhafaza etmelidir. Ventilator motoru 60 dakikalık süre için en yüksek 300°C sıcaklığa dayanmalıdır. Duman tahliyesi ventilatorlerinin pano dolapları, sıcaklık tehlikesi bulunan odaların dışında kurulmalıdır.

7.12.4. KARBON MONOKSİT İKAZ SİSTEMLERİ

Yoğun trafikli büyük, kapalı garajlarda garaj şartnamelerine uygun olarak CO oranlarını ölçecek, ayarlayacak ve gerekince ikaz verecek sistemler bulunmalıdır. Bu sistemlerde garajın çeşitli bölgelerinden emilen hava kanallarla ölçme cihazına gönderilir. Yarınl saatlik ortalama değeri 100 ppm (cm^3/m^3) değerini aşarsa sinyal verir. Şekil 7.46’da CO ikaz sistemi görölmektedir. Sınır değerin %40’ına ulaşınca, iki kademeli havalandırmanın ilk kademesi, %80’de ise 2. kademesi devreye girer. Cihazlar sıcaklık şiddeti veya enfrauj sistemi ile çalışır. Senelik ve mevsimlik kontroller için kontrol sözleşmesi yapılmalıdır.



Şekil 7.46. CO İKAZ SİSTEMİ

7.12.5. HESAP YÖNTEMİ

ASHRAE tarafından yürütülen bir çalışmanın saha çalışmalarında şu sonuçlara varılmıştır:

- Test edilen tüm garaj alanlarında ölçülen kirletici düzeyleri, en sıkı yönetmelik emisyon sınır değerlerinin (8 saat süre boyunca ölçülen ağırlıklı ortalama sınır değerin 25 ppm olması) dahi altındadır.
- Gerçek havalandırma debileri 62-1.989 standardında belirtilen değerden (7.62 l/s.m²) çok daha düşüktür.
- Talep kontrollü havalandırma tekniği, gerekli iç hava kalitesini sağlayabilmektedir.
- Emiş ve egzoz fanlarının konumu, trafik akışı, hareket halinde olan araçların sayısı ve seyahat süresi kapalı otoparklarda istenen CO emisyonu sınır değerlerinin sağlanabilmesini etkileyen önemli faktörlerdir. Kapalı otoparkların havalandırma gereksinimini belirlemek için düşünülen herhangi bir dizayn yönetmeliği, bu faktörleri göz önüne almak zorundadır.

Bu sonuçları dikkate alarak, kapalı otoparklarda kabul edilebilen sınır emisyon değerlerinin altında kalabilmek için gerekli havalandırma oranının belirlenmesi amacıyla basit bir dizayn metodu geliştirilmiştir. Havalandırma debisi birim zamanda birim alan başına düşen hava akış debisi l/s.m² olarak, ya da birim zamanda hacimsel hava değişim sayısı olarak ifade edilebilir. Dizayn havalandırma debisi temel olarak 4 ana faktöre dayanır:

- Kapalı otopark içerisinde kabul edilebilecek kirletici düzeyi
- Pik saatlerde otopark içerisinde çalışan otomobil sayısı
- Otopark içerisindeki araçların seyahat ve çalışma süresi
- Değişik koşullar altında tipik bir aracın emisyon değerleri

Kapalı otoparklarda havalandırma miktarının tam olarak belirlenebilmesi için bu faktörlerle ilgili verinin bilinmesi gerekir.

7.13. SIĞINAKLAR

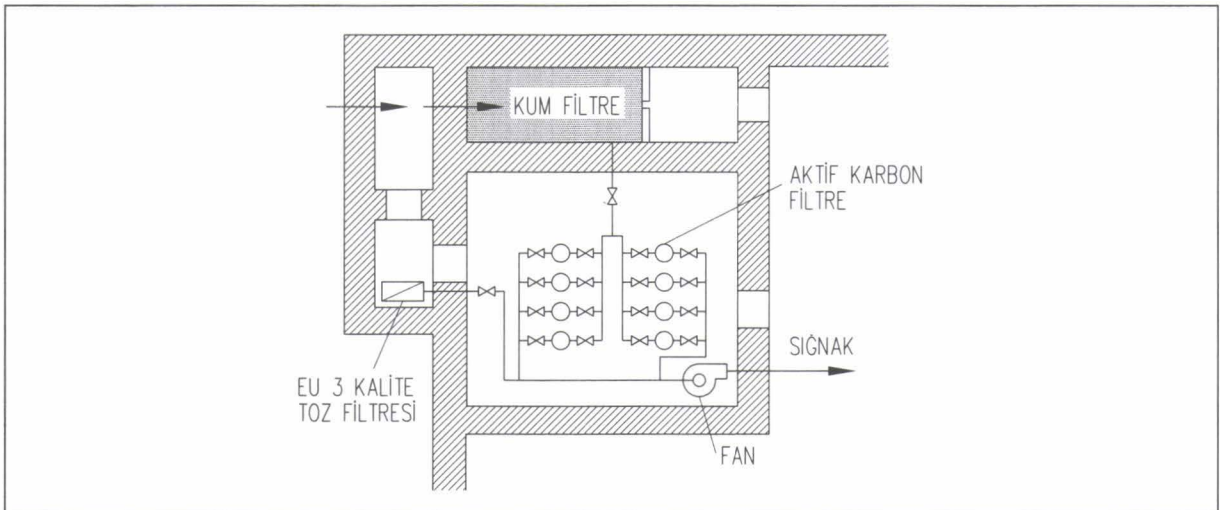
Siğınak havalandırması, tehlike durumunda siğınaktaki insanlara gerekli temiz havayı sağlamak amacıyla. Siğınak içinde sağlanması gereken şartlar:

- Ortamdaki karbondioksit oranı %2'den fazla, oksijen oranı %19'dan az olmamalıdır.
- Dış ortamdaki zehirli veya radyoaktif gazların içeri sızmasını önlemek üzere iç ortamda dış ortama göre en az 50 Pa değerinde pozitif basınç yaratılmalıdır.

Siğınak havalandırılmasında tesisatta hava şartlandırılmaz. Yani ısıtılmaz, soğutulmaz veya nemlendirilmez. Siğınaklardaki havalandırma tesisatı iki farklı durumda, farklı biçimde çalışacak şekilde tasarlanmalıdır.

a. Dış ortamdaki hava teneffüs edilebilir kalitede olduğu zaman: Bu durumda dışarıdan alınan temiz hava EU 3 kalite bir toz filtresi ile filtre edilip siğınığa verilir.

b. Dış ortamdaki hava zehirli veya radyoaktif madde içerdiği zaman: Bu durumda dış hava önce bir kum filtresinden geçirilerek ön filtrelendir. Daha sonra ise aktif karbon filtreden geçirilerek ortama verilir. Özellikle Alman literatüründe görülen kum filtresi basınç, sıcaklık ve neme karşı tampon görevini yerine getirir. Yangın tehlikesi olan yerlerde kullanılması gereklidir. Kum hücresinde 60 m³/h hava debisi için 1-2 m³ kum bulunmalıdır. Kum yüksekliği 2 metre ve hava geçişine karşı direnci 200 Pa olmalıdır. Şekil 7.47'de böyle bir siğınak havalandırma tesisi gösterilmiştir. Normal ve zehirli dış hava şartlarında, klapelerle emilen dış hava yolu değiştirilebilmektedir. Siğınak havalandırması tesisi barış zamanlarında başka amaçlı havalandırma tesisatı ile birleştirilebilir. Örneğin, siğınak havalandırması fanları, barış zamanında garaj havalandırması amacı ile kullanılabilir.



Şekil 7.47 SIĞINAK HAVALANDIRMA TESİSAT ŞEMASI

7.13.1. SİĞINAK HAVALANDIRMASI KAPASİTESİ

Havalandırma sisteminde gerekli hava debisi sığınak büyüklüğüne göre değişir.

Büyük sığınıklarda (300 kişinin üzerinde) kişi başına gerekli hava,

Normal dış hava halinde, 9 m³/h

Zehirli dış hava halinde, 1,8 m³/h alınabilir.

Orta kapasitede sığınıklarda,

150-300 yer arasında yer başına her iki hal için, 4,5 m³/h

50-150 yer arasında yer başına her iki hal için, 3 m³/h alınabilir.

Türkiye için geçerli olan Bayındırlık Bakanlığı İmar Yönetmeliğinde ise;

25'den az kişilik sığınaklara 0,75 m³/s (2.700 m³/h)

25-50 arası kişilik sığınaklara 1,5 m³/s (5.400 m³/h)

50'den fazla kişilik sığınaklara 2 m³/s (7.200 m³/h)

taze hava verilmesi istenmektedir.

Bu havanın hem kaba toz filtresinden hem de radyoaktif toz filtresinden geçirilmesi gerekmektedir. Görüldüğü gibi hem hava miktarı ve hem de gerekli filtrasyon işlemi tarifleri yönetmelikte yeterince ciddi ele alınmamıştır. Çok büyük hava debileri istenmektedir.

7.14. TİCARİ MUTFAKLAR

Konutlardaki mutfakların dışındaki orta ve büyük ölçekli mutfakların havalandırılması bu kısımda ele alınacaktır. Mutfakta havalandırma üç amaçla yapılır. Birinci amaç pişirme cihazlarından yayılan ısının dışarı atılması, ikinci amaç yine pişirme cihazlarında oluşan buharın dışarı atılması, üçüncü amaç ise yemek kokularının kontrolü ve komşu hacimlere geçişinin önlenmesidir.

7.14.1. ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ MUTFAKLAR

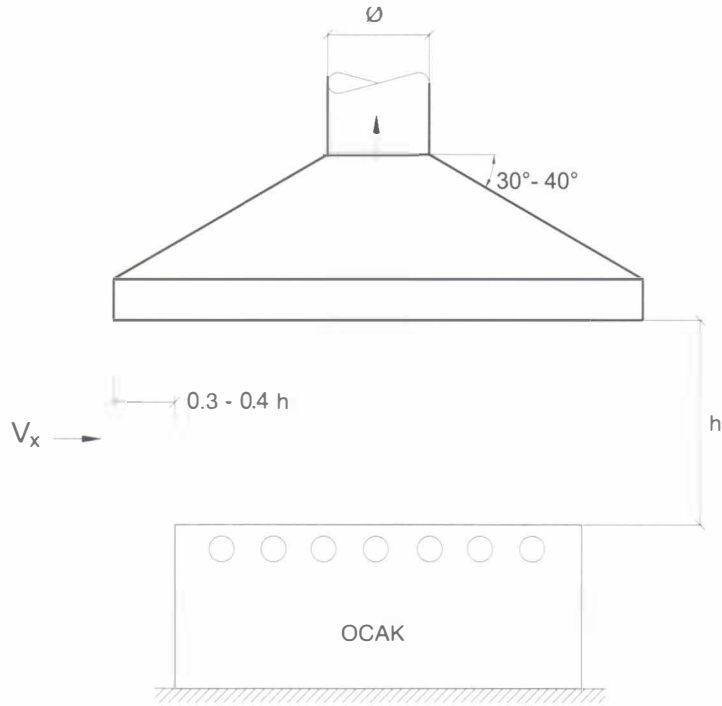
Bu boyuttaki mutfaklar lokanta, restoran, kafeterya ve otel gibi yerlerde söz konusudur. Bu tür mutfaklarda ana ekipman fırın, ocak ve kızartma makinalarıdır. Ayrıca bulaşık evyesi ve bulaşık makinaları da ana koku, nem ve ısı kaynakları arasındadır. Bu boyuttaki mutfaklarda havanın sadece emilerek dışarı atılması yetmez, aynı zamanda bu hacimlere taze hava beslemek gerekir. Aksi takdirde mutfak ile komşu hacimler ve dış ortam arasında büyük basınç farkları ve istenmeyen hava hareketleri oluşur.

Geçmiş yıllardaki mutfaklarda, verilenden daha fazla hava emerek, negatif basınç yaratma uygulamasından günümüzde vazgeçilmiştir. Böylece komşu yemek salonlarındaki veya diğer hacimlerdeki kirlenmiş havanın mutfaka emilmesi engellenmiştir. Mutfaka beslenen taze hava santralde ortam sıcaklığına kadar ısıtılmaktadır. Yazın ise mutfaktaki sıcaklık kontrolü havalandırma miktarı ile gerçekleştirilir. Daha iyi

uygulamalarda ise klima santrali kullanılmakta ve hava soğutulmaktadır. Ayrıca taze hava santralinde en az EU 3 kalite filtre kullanılması gereklidir. Kanal olarak tam galvanizli sacdan temizlenebilen yuvarlak kanallar kullanılması hijyenik açıdan gereklidir. Aynı şekilde egzoz kanalları da galvanizli sacdan ve yuvarlak olmalıdır. Ayrıca egzoz kanallarında sızdırmazlık tam sağlanmalıdır. Bu kanallardan yağ ve buhar sızması olması kesinlikle istenmez. Yatay egzoz kanalları mümkün olduğunca kısa olmalı ve bir eğim verilmelidir. Geriye doğru bu eğim değeri en az %1 olmalıdır. Kanallarda temizleme kapağı varsa yangın damperi şart değildir. Egzoz kanallarının yangına dayanıklı olması şarttır. Egzoz kanallarında hava hızı en az 7,5 m/s mertebelerinde olmalıdır. Maksimum hava hızları ise 12 m/s değerine kadar ulaşabilir. Kanal boyutlandırması bu hız limitleri arasında seçilen hız değerine göre yapılır. Kanal boyunca yağ kapama fonksiyonunda bir eleman bulunmamalıdır. Çünkü burası da ayrıca bir yangın potansiyeli oluşturacaktır. Mutfaklarda emiş ağzında filtreler bulunmalıdır. Egzoz fanları sıcak ve yağlı havayı taşıyabilecek özellikte olmalıdır. Fan motoru hava akışının dışında olmalıdır ve yeterince soğutulabilmelidir. Çatıya yerleştirilen fanlarda, çatı kirlenmeden havadan yoğunlaşan ve toplanan yağ tehlikesizce dren edilebilmelidir. Egzoz fanları geriye doğru eğimli santrifüj fanlardır. Özel çatı üstü fanları kullanılabileceği gibi oluşturulacak bir platforma oturan fan seti de kullanılabilir. Çıkışta egzoz havası çatı üzerindeki en yüksek noktadan dikey olarak 10-13 m/s hızla atılmalıdır. Böylece kokunun komşu yapıları rahatsız etmesi önlenir. Ayrıca rüzgar yönüne dikkat edilmelidir. Soğuk ısıtılmayan bölgelerden geçen egzoz kanalları yoğunlaşmaya karşı izole edilmelidir.

Mutfak havalandırmasında en uygun çözümlerden biri davlumbaz kullanmaktır. Mutfak davlumbazları ile kokuyu, ısıyı ve nemi kaynağı üzerinde yakalamak imkanı vardır. Davlumbazlarla gerçekleştirilen lokal havalandırma sayesinde, hava miktarlarını azaltmak mümkün olabilmektedir. Şekil 7.48'de mutfak davlumbazı hesabı verilmiştir. Davlumbazın iyi çalışması için davlumbaz ağzında belirli hava akış hızları sağlanmalıdır. Davlumbaz ne kadar iyi yerleştirilmişse, daha az hava debisiyle çalışabilir. Bunun için mümkün olduğu kadar ocağı ve davlumbazı köşeye yerleştirmelidir. Şekilde görüldüğü üzere oda ortasındaki davlumbazda, köşeye yerleştirilen davlumbaza göre iki misli daha fazla hava çekmek gerekmektedir. Çünkü hesaba giren çevre, oda ortasında iki misli daha fazladır. Şekil 7.49 ve 7.50'de klasik davlumbaz uygulamaları ve ölçüleri verilmiştir.

Davlumbaz malzemesi olarak krom nikel alaşımlı sac, alüminyum veya bakır kullanılabilir. Davlumbazlar genellikle ışıklandırılır. Çeşitli örnek kanal uygulamaları Şekil 7.51 ve 7.52'de gösterilmiştir.



Gerekli hava debisinin hesabı;

$$Q = 2 \cdot h \cdot U \cdot V_x$$

Q= Debi [m³/s]

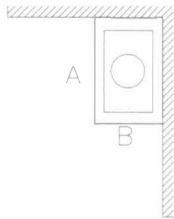
Vx= Davlumbaz ağzındaki hava akış hızı [m/s]

U= Çevre [m/s]

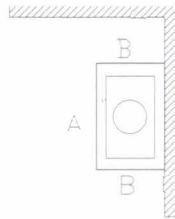
Mutfaklar için Vx= 0.1m/s, uzun davlumbazlarda orta kısımda 0.6m/s, kenarlarda 0.8m/s alınabilir.

Davlumbaz yaklaşık 2.1m. yükseğe konulmalıdır. (yerden)

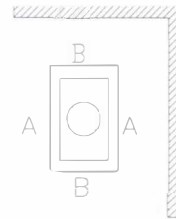
Çevre hesaplanırken duvarla temas eden davlumbaz kenarları dikkate alınmaz.



$$\dot{Q} = A + B$$

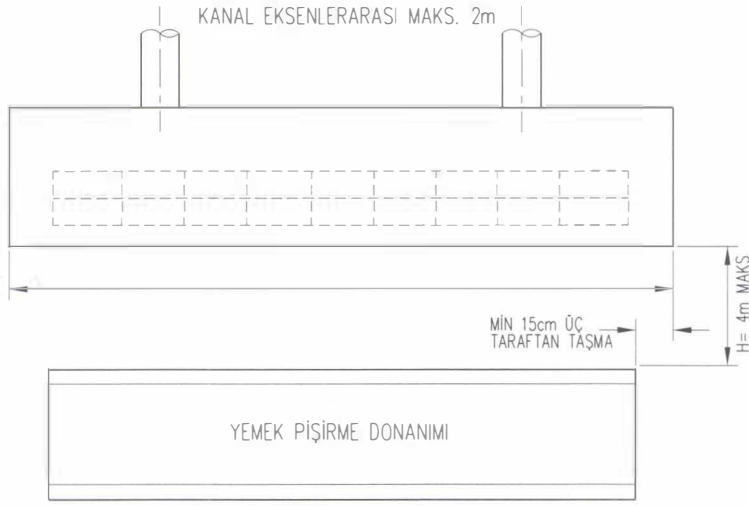


$$\dot{Q} = A + (2 \times B)$$



$$\dot{Q} = 2 \times (A + B)$$

Şekil 7.48. MUTFAK DAVLUMBAZI HESABI



DUVARA DAYALI DAVLUMBAZ

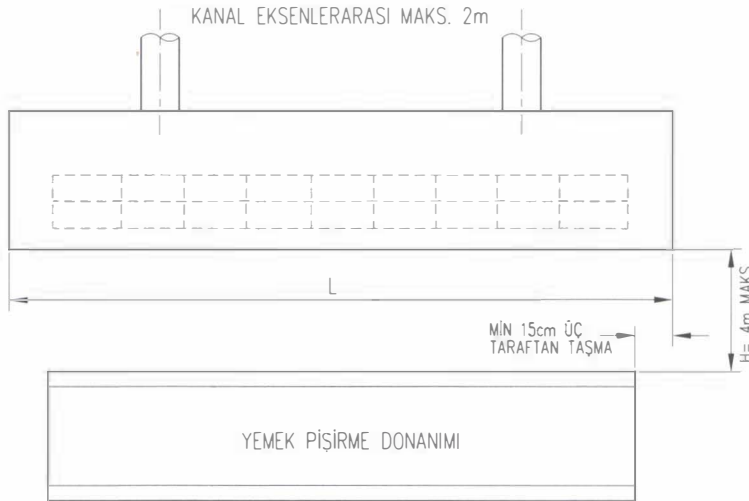
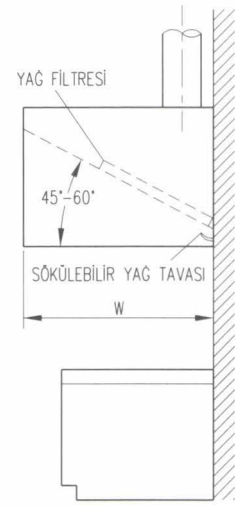
$Q \ 1460 \text{m}^3/\text{hm}^2$ DAVLUMBAZ ALANI

YÜZEY ALANI BAŞINA $910 \text{m}^3/\text{hm}^2$ DEĞERİNDEN AZ DEĞİL

KANAL HIZI=5-20m/s

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + v_{p_d}$ (DÜZ KENARLI DAVLUMBAZ)

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + v_{p_d}$ (KIVRILMIŞ KENARLI DAVLUMBAZ)



AÇIKTA DAVLUMBAZ

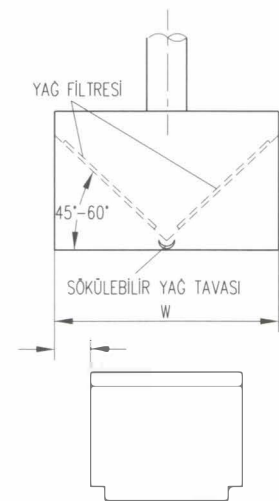
$Q \ 2280 \text{m}^3/\text{hm}^2$ DAVLUMBAZ ALANI

YÜZEY ALANI BAŞINA $910 \text{m}^3/\text{hm}^2$ DEĞERİNDEN AZ DEĞİL

KANAL HIZI=5-20m/s

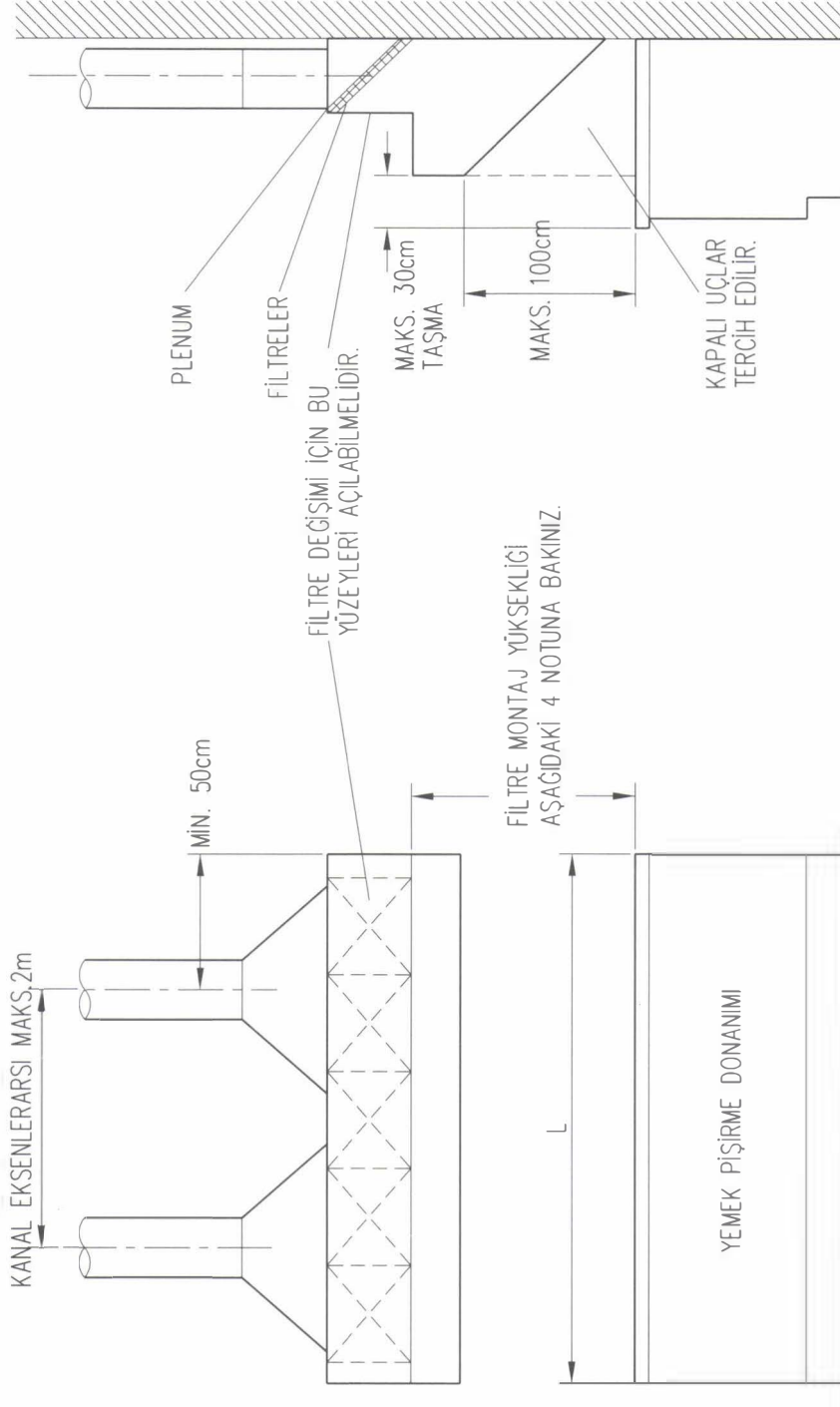
$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + v_{p_d}$ (DÜZ KENARLI DAVLUMBAZ)

$h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + v_{p_d}$ (KIVRILMIŞ KENARLI DAVLUMBAZ)



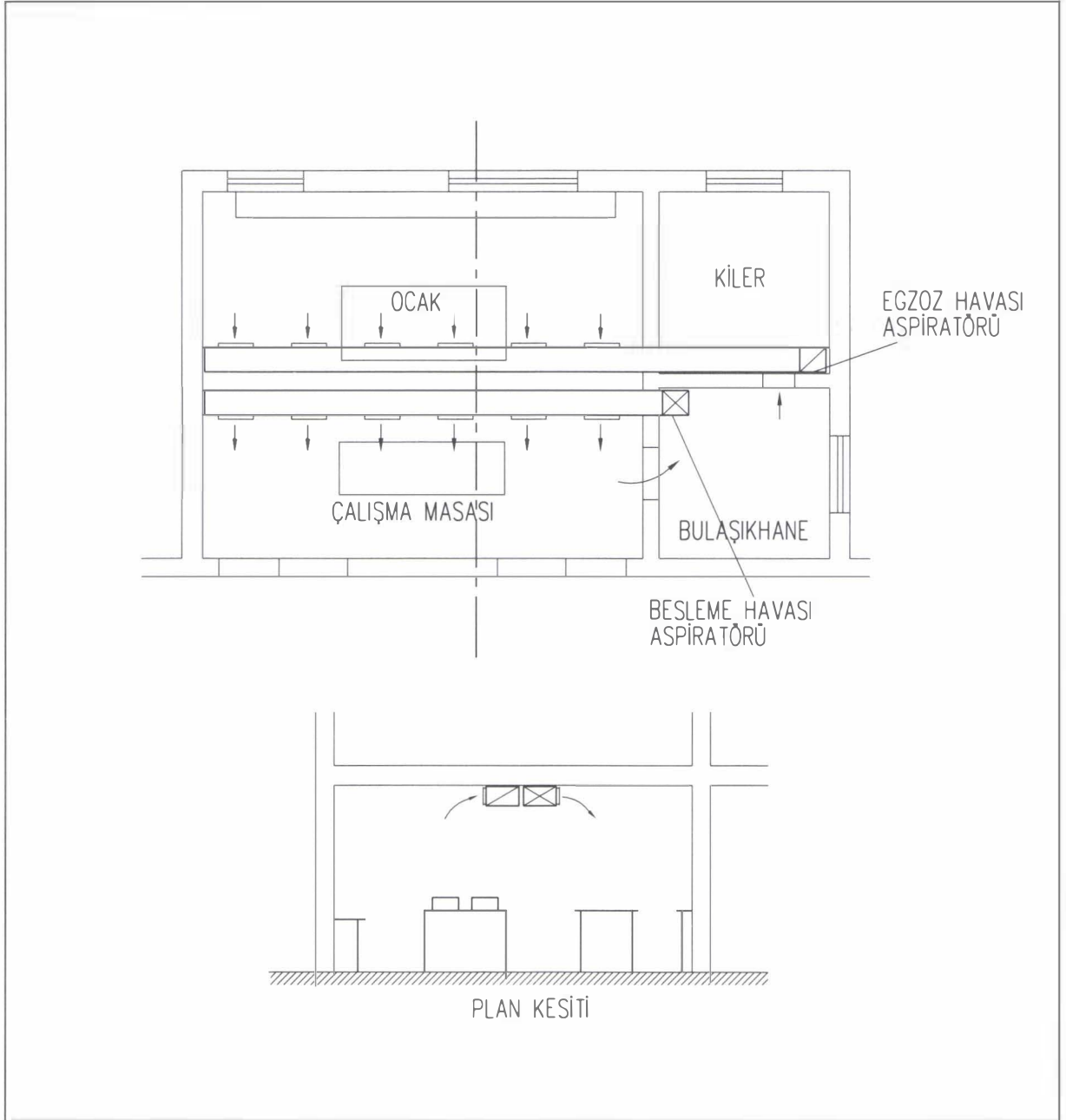
$$P = \text{DAVLUMBAZ ÇEVRESİ} = 2W + 2L$$

Şekil 7.49. DAVLUMBAZ UYGULAMALARI VE ÖLÇÜLERİ

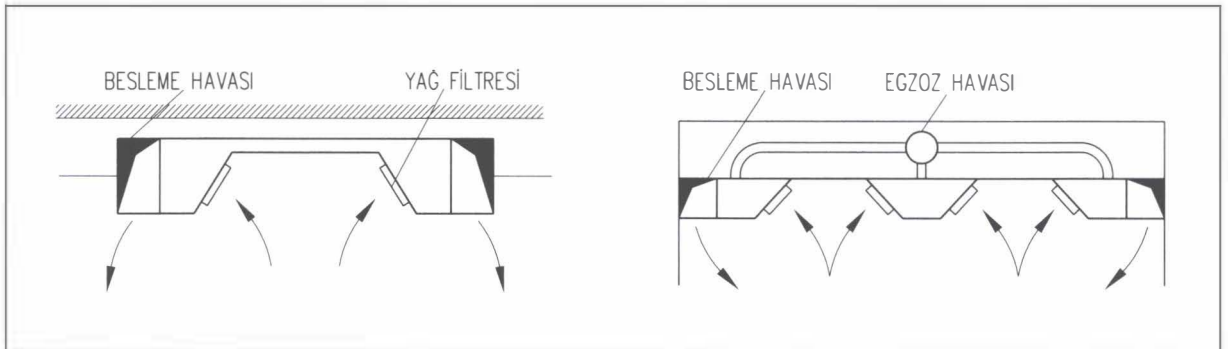


$Q \geq 3200 \text{ m}^3/\text{hm}$ DAVLUMBAZ ALANI
 EN KÜÇÜK KANAL HIZI=5-20m/s
 $h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + 0.5 \text{ VP}_d$ (DÜZ KENARLI DAVLUMBAZ)
 $h_e = (\text{FİLTRE DİRENCİ} + 2.5\text{mmSS}) + 0.25 \text{ VP}_d$ (KIVRILMIŞ KENARLI DAVLUMBAZ)

Şekil 7.50. ALÇAK KENARLI DUVAR DAVLUMBAZI



Şekil 7.51. BÜYÜK BİR RESTORAN MUTFAĞINDA BESLEME VE EGZOZ HAVA KANALLARI



Şekil 7.52. BESLEME VE EGZOZ HAVASI İÇİN MUTFAK TAVANINDAKİ HAVA KANALLARI

7.14.2. BÜYÜK MUTFAKLAR

Kışlar, hastaneler, fabrikalar, okullar ve büyük oteller gibi uygulamalar bu kapsamdadır. Burada ana mutfak dışında birtakım yan odalar vardır. Büyük mutfaklarda ana ekipmanın yanında büyük karavanlar da özellikle kapakları açıldığında önemli ısı, nem ve koku kaynağıdır.

Şekil 7.53 ve 7.54'te iki uygulama görülmektedir. Modern uygulamalarda genellikle tavan Şekil 7.55'de görüldüğü gibi duvardan duvara emiş ağızları ile kaplıdır. Yağ filtreleri yüksek (%99,8) verimlidir ve kolayca çıkarılıp yıkanabilir tiptedir. Taze hava her iki yandan çalışma tezgahları üzerine verilir.

7.14.3. MUTFAKLAR İÇİN HAVA DEBİSİ

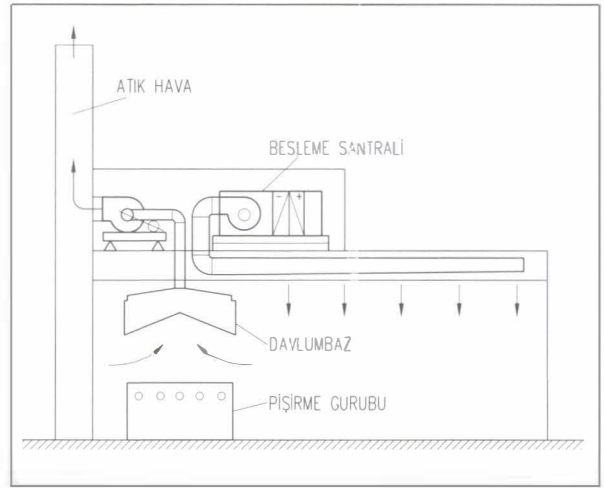
Mutfaklarda havalandırma için gerekli taze hava ve egzoz havası debisi mutfak alanı başına m^3/h olarak ifade edilir. Bu şekilde ifade edilmiş havalandırma havası debileri Tablo 7.56'da verilmiştir. Bu değerlerden yararlanarak ortamdaki hava değişim sayısı da bulunabilir.

Eğer tablodan okunan hava miktarı $60 m^3/hm^2$ değerinde ve oda yüksekliği 3 m değerinde ise, hacimde hava değişimi saatte $60/3 = 20$ defa olacaktır. Ancak hava debilerinin belirlenmesinde daha uygun ve hassas yöntem, mutfak cihazları sayısı, cinsi ve büyüklüğü göz önüne alınarak yapılan hesaptır.

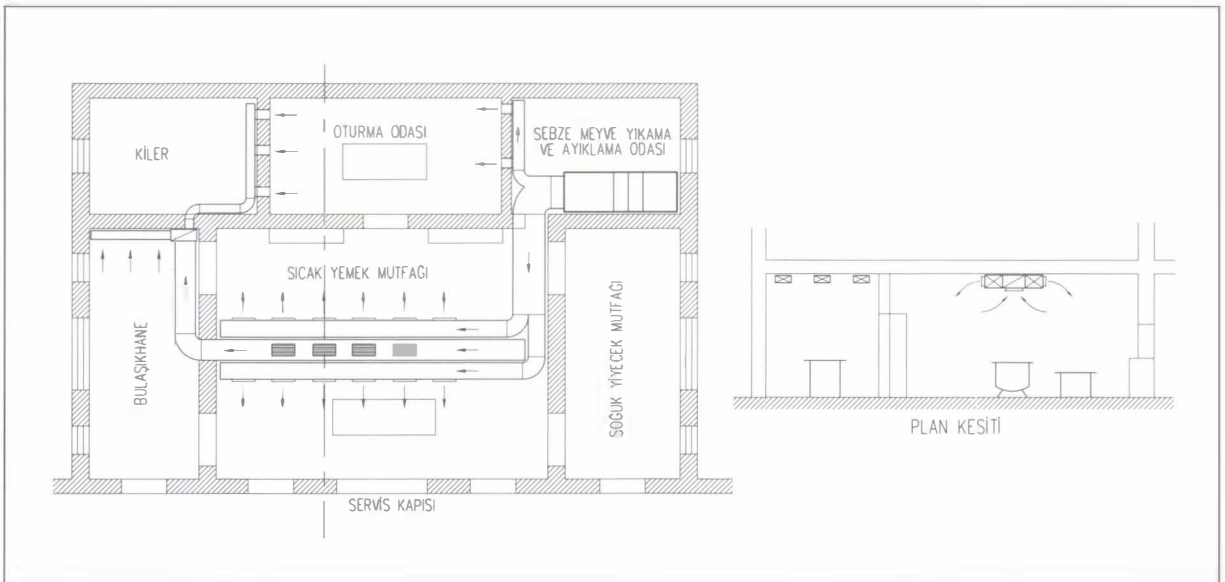
Tablo 7.57'de cihaz cins ve büyüklüğüne göre gerekli hava miktarları verilmiştir. Burada toplam havanın bulunmasında bir eşzaman faktörü göz önüne alınmalıdır. Bu eşzaman faktörü büyük mutfaklarda 0,5-0,8, küçük mutfaklarda 0,8-1,0 mertebindedir. Geçmiş yıllarda mutfakta alçak basınç oluşturmak için taze hava egzoz havasından daha az

tutulurdu. Ancak günümüzdeki uygulamalarda eşit hava miktarları öngörülmektedir. Dolayısı ile mutfakta nötr basınç söz konusudur. Alçak basınç sadece küçük mutfaklarda uygulanır. Ayrıca hijyenik olarak kritik bölümlerde (soğuk mutfak, et hazırlama gibi) daha fazla taze hava beslenir. Bu fazlalık diğer bölümlerde dengelenir. Yükün az olduğu zamanlarda debi vantilatör ve aspiratördeki hız ayahatı vasıtası ile azaltılabilir. Mutfaklarda müsaade edilen gürültü seviyesi 50-60 dB(A) mertebesinde. Büyük mutfaklarda davlumbazdan emilmesi gereken lokal havalandırma havası, mutfağın ihtiyacı olan taze hava miktarından çok fazla ise ısı tasarruflu davlumbazlar kullanılır.

Şekil 7.58'de örneği görülen bu uygulamada mutfaktan egzoz edilmesi gerekli havanın, ancak %20-30



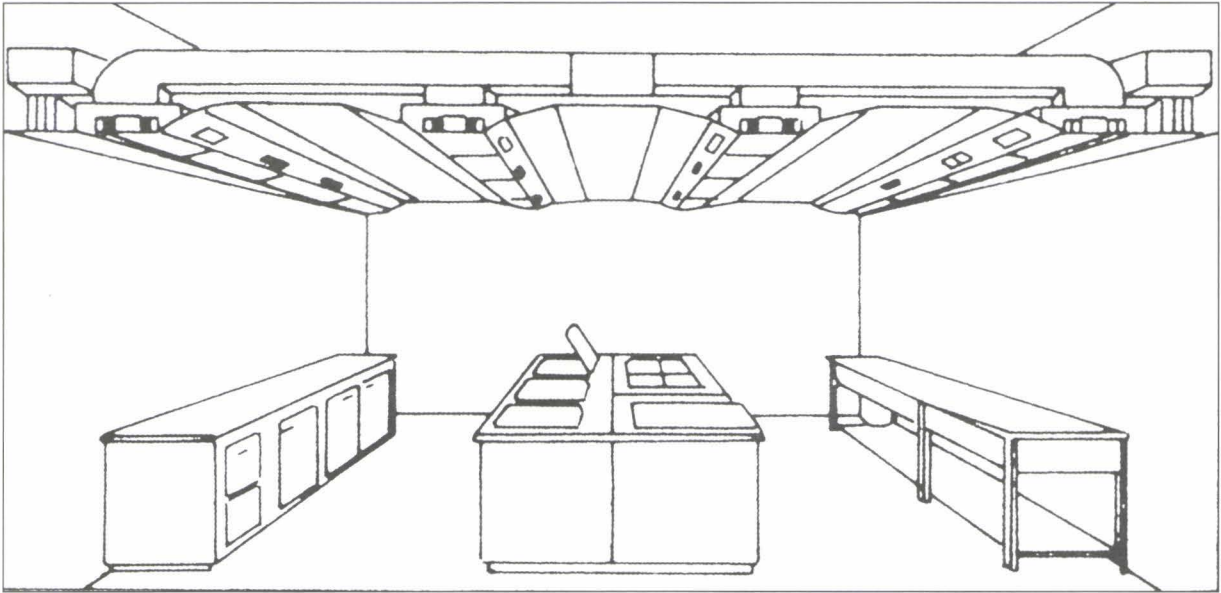
Şekil 7.54. EGZUZ HAVA KAMARALI BÜYÜK MUTFAKLARDA HAVALANDIRMA TESİSİ



Şekil 7.53. SICAK YEMEK MUTFAĞINDA BESLEME VE EGZUZ HAVA KANALLI BÜYÜK MUTFAK HAVALANDIRMASI

oranında bir kısmına karşı gelen taze hava, merkezi havalandırma santralinden şartlandırılmış olarak karışılır. Bu hava ortamın ısıtma (veya soğutma) ihtiyacını karşılayacak biçimde şartlandırılmıştır. Geri kalan %70-80 oranında şartlandırılmamış taze hava özel besleme fanı ile davlumbaza gönderilir. Davlumbaz kenarlarından bir jet halinde davlumbaz egzoz ağzındaki filtrele doğru üflenir. Bu hava ve bununla beraber odadan emilen %20-30 mertebesindeki oda havası, egzoz fanı ile dışarı atılır. Kenarlarından üflenir hava jetinin yarattığı endüksiyon etkisi ile ocak veya fırın şeklindeki kaynak üzerindeki kirli hava etkin bir biçimde davlumbaza doğru emilir. Böylece havalandırma için gerekli olan havanın hepsi ısıtılıp soğutulmadığından bu cihazlarda büyük enerji tasarrufu yapılır.

Bu cihazların bir başka cinsi ise Şekil 7.59'da görülmektedir. Bu cihaz tamamen mutfığa ait olarak dizayn edilmiş bağımsız bir sistemdir. Burada besleme fanı ile emilen taze hava ikiye ayrılır. %20-100 mertebesindeki gereken kadar kısmı kışın ısıtılarak, yazın ise soğutularak odanın klima ihtiyacını sağlar. %80-0 oranındaki geri kalan bölüm ise yukarıdaki gibi şartlandırılmadan davlumbaz içine üflenir. Bu sistemin ayrıca free cooling özelliği vardır. Yazın antalpik sensör dış hava şartlarının iç havadan daha soğuk olduğunu belirlediğinde, sistem %100 dış hava ile çalışmaya geçer. Yani bu durumda dıştan alınan taze havanın tamamı odaya üflenir. Böylece ara mevsimlerde ve geceleri soğutma enerjisi harcamadan soğutma yapmak mümkün olur.



Şekil 7.55. BÜYÜK MUTFAKLARDA BESLEME VE EGZOZ HAVASI VE AYDINLATMA İÇİN ENTEGRE TAVAN

Mutfak Çeşitleri	Tüm Alanda	Mutfak Kısımları			
		Pişirme Alanı	Kızartma Grill Fırın Bölümü	Bulaşıkhaneye	Yan Odalar
		m ³ /h m ²	m ³ /h m ²	m ³ /h m ²	m ³ /h m ²
İmbis	80	80	120	-	-
Lokanta, kafeterya	60	60	120	120	45
Kantin, casino, okul kantini	90	90	120	120	45
Hastahaneler					
Ana mutfak	90	90	120	120	45
İstasyon ve dağıtım mutfakları	60	60	-	-	-
Huzur ve tatil evleri	60	60	120	120	45
Hazırlama mutfakçı	80	80	120	120	60
Soğuk odalar, merkezi hizmet mutfakçı	90	90	120	-	60

Tablo 7.56. 1 m² ALAN İÇİN m³/h OLARAK TEMİZ HAVA DEĞERLERİ

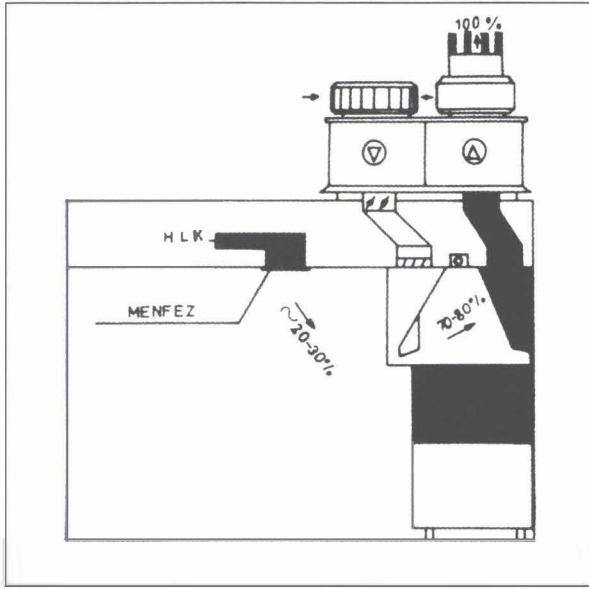
7.14.4. YAPI İLE İLGİLİ ÖNLEMLER

Isı üreten ve yayan mutfak cihazlarının sayısı mutfak alanına uygun olmalıdır. Çok yoğun yerleştirilmiş cihaz halinde yeterli havalandırmayı sağlamak güçleşir. Mutfaklar için maksimum ısı yükü 80-100 W/m² değerindedir. Diğer prensip ise bu tür cihazlardan mümkün olduğu kadar lokal havalandırma ile doğrudan emiş yapmaktır. Duvarlar ve tavan nemi iyi çeken sıvadan yapılmalıdır. Böylece duvarların nem emme kapasitesi olacaktır.

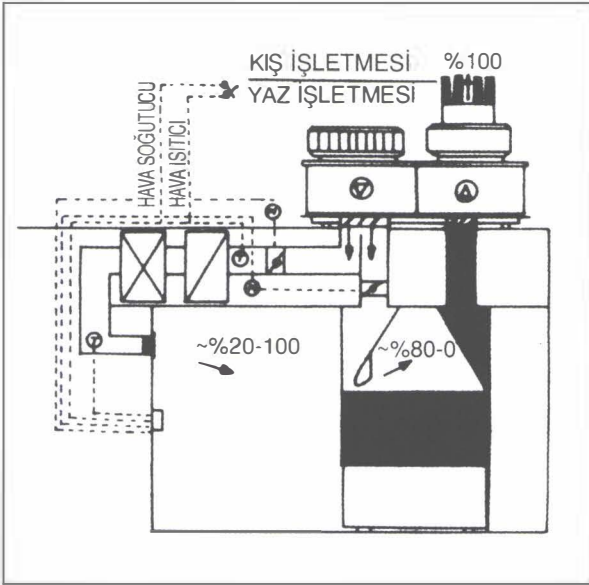
Mutfak için örneğin yağlı boya kesinlikle tavsiye edilmez. Pencereler çift cam ve mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır. Tuvaletler ana mutfaktan mümkün olduğunca uzakta bulunmalıdır. Havalandırma kanalları galvanizli sacdan imal edilmelidir. İçinde yağ filmi oluşan kanallarda kolayca yanma meydana gelebilir. Kanallarda temizleme kapakları bulunması ve yangının yayılmaması için mutfak dışındaki hava kanallarının 90 dakika yangına dayanacak biçimde izole edilmesi gerekir.

Mutfak Cihazları	Toplam Isı Kazancı W/kW	Duyulur Isı Kazancı W/kW	Gizli Isı Kazancı W/kW	Buhar Kazancı g/hkW	Gerekli Havalandırma Debisi m ³ /h kW	
					$\Delta t = 8K$	$\Delta x = 5 g/kg$
Pişirme cihazları						
Pişirme tenceresi	111	41	70	102	15	17
Basınçlı pişirme tenceresi	87	58	29	43	22	7
Pişirme otomatı	81	29	52	77	11	13
Yüksek basınçlı buharlı tencere	116	46	70	102	17	17
Sıcak havalı pişirme	325	58	267	395	22	66
Buharlı pişirme	407	105	302	446	39	74
Kızartma cihazları ve fırınlar						
Tavalarda, devrilir tava	714	377	337	497	141	83
Kızartma ve ızgara pleyti	906	732	174	257	273	43
Salmander ızgara	540	383	157	231	143	39
Kızartma ve pasta fırınları	407	105	302	446	39	74
Sıcak hava cihazları						
Kızartma ve ızgara otomatı						
Küçük ızgara	488	256	232	343	96	57
Büyük ızgara	233	198	35	51	74	9
Sos otomatı	343	180	163	240	67	40
Fritöz	803	93	715	1054	35	176
Otomatik fritöz	564	41	523	770	15	128
Çeşitli cihazlar						
Fırın	499	418	81	120	156	20
Mikrodalga fırın	291	279	12	17	104	3
Ben mari	419	105	314	463	39	77
Sıcak büfe	552	552	-	-	206	-
Sıcak dolap	349	349	-	-	130	-
Buzdolabı	726	726	-	-	271	-
Mutfak makinaları	174	174	-	-	65	-
Konveyör	1000	1000	-	-	374	-
Servis						
Kafeterya	-	-	-	-	-	53
Sıcak servis	290	75	215	317	28	-
Soğuk servis	726	726	-	-	271	-
Tabak ısıtma	296	296	-	-	111	24
İçecek makinaları	198	99	99	145	37	-

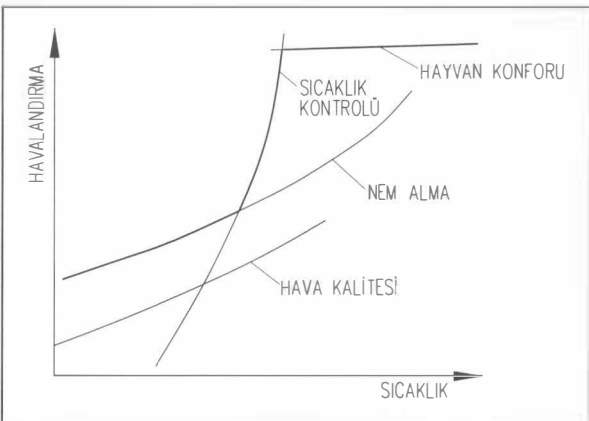
Tablo 7.57. MUTFAK CİHAZLARINDAN OLAN GİZLİ VE DUYULUR ISI KAZANÇLARI, BUHAR YAYIMI VE BU YÜKLERİ $\Delta t = 8K$ SICAKLIK FARKI VEYA $\Delta x = 5 g/kg$ ÖZGÜL NEM FARKI İLE KARŞILAYACAK HAVA MİKTARI



Şekil 7.58 ISI TASARRUFLU DAVLUMBAZ



Şekil 7.59 FARKLI CİNS ISI TASARRUFLU DAVLUMBAZ



Şekil 7.60 OPTİMUM HAVALANDIRMA

7.15. ÇAMAŞIRHANELER

Çamaşırhaneler oteller, hastaneler içinde özelliği olan bölümlerdir. Ayrıca bağımsız ticari çamaşırhaneler de söz konusudur. Buralarda bulunan makinalar çamaşır makinaları, yıkama makinaları, sıkma makinaları, kurutma makinaları ve ütülerdir. Bu makinalardan bazılarının, örneğin kurutma makinalarının kendi fanları bulunmaktadır. Bu fanla nemli hava dışarı atılır. Bunun için gerekli kanal bağlantısı yapılarak egzoz havasının dışarı taşınması gerekir.

Çamaşırhanelerdeki diğer makinaların özelliği ise bir yandan nem ve koku üretmeleri, diğer yandan da ısı yaymalarıdır. Bu nedenle çamaşırhane hacminin havalandırılması gereklidir. Ancak bu havalandırmanın doğrudan makinaların üzerinden davlumbazla yapılması en uygun yöntemdir.

Böylece nem, koku ve ısınin kaynağında yakalanması mümkün olacaktır. Davlumbazlar yardımı ile emilen havanın yerine taze hava giriş menfezleri öyle düzenlenmelidir ki, taze hava makinaları süpürerek emilsin. Bu nedenle hava besleme menfezleri alt kotlarda bulunmalıdır. Çamaşırhane egzozları, tuvalet egzozları gibi çatı üzerinden dışarı atılmalıdır. Taze hava beslemesi fanla veya bırakılan açıklıklardan doğal yolla yapılabilir. Egzoz ve beslemenin mekanik olarak yapıldığı sistemlerde ısı geri kazanma üniteleri kullanılabilir.

Özellikle klimatize edilen çamaşırhanelerde hava hareketi için başarı ile uygulanan bir yöntem de temiz hava beslemesinin laminar menfezlerle döşeme seviyesinde yapılması, egzozun üst kotlardan yapılması ve böylece hacimde piston şeklinde aşağıdan yukarı doğru bir hava hareketi yaratılmasıdır.

Çamaşırhanelerde genellikle yıl boyunca soğutma gerektiğinden bu yöntem başarı ile kullanılabilir. Çamaşırhanelerde tavsiye edilen havalandırma miktarı saatte 15-20 defa hava değişimi sağlayacak şekildedir.

7.16. HAYVAN BARINAKLARI

7.16.1. TASARIM ESASLARI

Burada esas hayvan performansı açısından optimum sıcaklık, nem ve hava kalitesi şartlarını korumaktır. Gerekli taze dış hava miktarının temini ve oda içinde uygun dağılımı tasarımındaki en önemli iki noktadır. Genellikle hayvan barınaklarında mekanik soğutma uygulanmaz soğutma %100 dış hava ile havalandırma yapılarak sağlanır. Soğutma için kullanılabilecek bir başka yöntem ise buharlaşmalı soğutmadır. Optimum havalandırma miktarı Şekil 7.60'ta görülen eğriye göre belirlenir. Bu eğri aşağıdaki üç bölümden oluşur.

- Soğuk havalarda havalandırma, içerdeki nem oranını istenilen maksimum değerde veya biraz altında tutarken, iç hava kalitesini (kirleticilerin yoğunluğu) kabul edilebilir bir seviyede muhafaza etmelidir.

Bu şartlarda genellikle iç sıcaklığı belirli değerlerinin altında düşürmemek için sıcak taze hava dışında, ilave ısıtma gerekir.

- Ilıman havalarda optimum oda sıcaklığının sağlanması için gerekli hava miktarı nem ve iç hava kalitesi kontrolü için gerekli miktardan daha fazladır.
- Sıcak havalarda ise taze hava ihtiyacının üzerinde soğutma ihtiyacı vardır. Havalandırma miktarı ısı kazançları nedeniyle dış havaya göre ortamdaki sıcaklık artışını makul bir seviyede tutacak seviyede belirlenir. Ancak bu üst hava miktarı beslenirken içeride hayvanlar üzerinde olumsuz bir hava hareketi yaratılmamasına dikkat edilmelidir.

a. İç Hava Kalitesi kontrolü: Barınaklardaki toz miktarı hayvan cinsine, yoğunluğuna, hareketliliğine vs ve havanın bağıl nem değerine bağlıdır.

Barınaklarda gaz kirleticiler de bulunur. Bunlardan en önemlisi amonyaktır. Amonyak üretimi atıkları uzaklaştırarak ve yerleri kuru tutarak azaltılabilir. Amonyak 18 mg/kg değerinin altında tutulmalıdır. Diğer önemli bir gaz kirlenici ise hidrojen sülfür olup bunun değışikliği de 20 mg/kg değerinin altında olmalıdır.

İç hava kalitesi kontrolü amacıyla kullanılan bir başka ölçüt CO₂ seviyesi olmaktadır. CO₂ seviyesi 9.000 mg/m³ değerinin altında olmalıdır. CO₂ duyarlı havalandırma kontrol sistemlerinde, CO₂ düzeyinin 2.700 mg/m³ değeri set edilmesi tavsiye edilmektedir.

b. Hava Dağıtımı: Birçok hayvan için soğuk ve ılıman havada hayvanlar etrafındaki hava hızı 0,25 m/s değerinin altında tutulmalıdır. Hava cereyanına karşı hayvanların duyarlılığı, insanlarla karşılaştırılabilir. Yazın sıcak havalarda ise hava hareketinin artması

soğutma etkenliğini artırır. Ancak bu durumundaki hava hızları için çelişkili değerler mevcuttur. Yazın hava hızlarının 0,68 m/s değerine kadar artırılabilceği ifade edilmektedir.

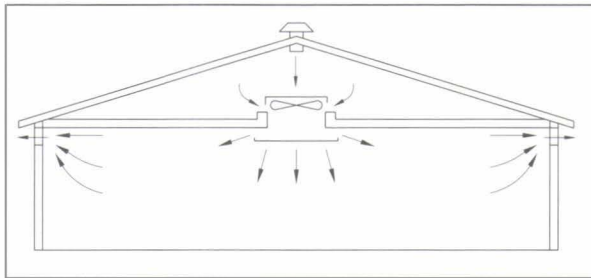
Ayrıca hava dağıtımında, hastalık kontrolü açısından farklı odalar arasındaki hava değışimini minimize etmek gereklidir.

7.16.2. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

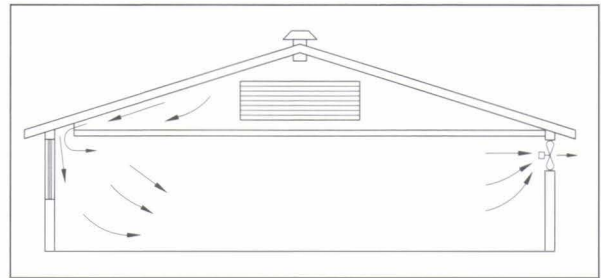
Hayvan barınaklarının havalandırılmasında kullanılan mekanik havalandırma sistemleri

- Sadece besleme
- Sadece egzoz
- Dengeli havalandırma şeklinde olabilir.

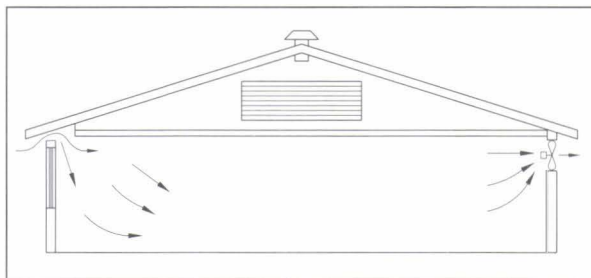
Dengeli havalandırma daha pahalı olmasına karşılık, hava şartlarına duyarlı, özellikle genç hayvan bölümlerinde tercih edilmelidir. Sadece besleme veya sadece egzoz sistemleri kullanıldığında, havanın çıkış veya girişi için uygun açıklıklar yaratılmalıdır. Yalnız egzoz halinde hava giriş açıklıkları için örnekler Şekil 7.61 ve 7.62'de gösterilmiştir. Sadece besleme halinde ise bir uygulama örneği Şekil 7.63 ve 64'te gösterilmiştir. Egzoz sistemleri daha yaygın kullanılmaktadır. Egzoz sisteminde aspiratörler kış rüzgarını alan yüzeye karşı olarak, tavana yakın bir şekilde yan duvarlara monte edilirler. İçle dış arasındaki basınç farkı açıklıklarda 10-15 Pa arasında tutulmalıdır. Bu fark 3-5 m/s hava hızlarına neden olur. Uygun olarak planlanmış bir dağıtım sistemi bütün yapı boyunca taze havayı homojen olarak dağıtır. Pozitif basınçlı sistemlerde hava fanlarla doğrudan delikli polietilen borulara da basılabilir. Bu borularla ısıtma, sirkülasyon ve havalandırma tek bir sistemde gerçekleştirilmiş olur.



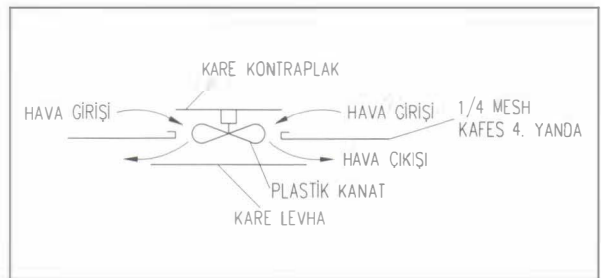
Şekil 7.61. EGZOZ ASPIRATÖRÜ VE YAN DUVARLARDAN GİRİŞ



Şekil 7.62. EGZOZ ASPIRATÖRÜ VE ÇATI AÇIKLIKLARINDAN GİRİŞ



Şekil 7.63. BESLEME FANI VE YAN DUVARLARDAN EGZOZ



Şekil 7.64. BESLEME FANI DETAYI

7.16.3. TAVSİYE EDİLEN HAVA MİKTARLARI VE ŞARTLARI

Süt amaçlı inek besiciliğinde en uygun sıcaklıklar 2-24°C arasındadır.

Havalandırma ihtiyacı ise, her 500 kg inek için:

Kışın	= 17-22 l/s
Baharda	= 67-90 l/s
Yazın	= 110-220 l/s

değerlerindedir.

Süt odalarında ise saatte 4-10 hava değişimi gerçekleştirilecek havalandırma yeterlidir. Kümes hayvanlarında büyümenin çeşitli aşamalarında şartlar değişir. Hayvanlar büyüdükçe yaydıkları ısı ve nem de artar. Büyümenin ilk aşamalarında havalandırma miktarı da ısı kaybını önlemek için sınırlı tutulur. Tamamen kapalı kümeslerde havalandırma mekanik havalandırmaya dayalıdır.

Aşağıdaki şartlar tavsiye edilir.

Oda sıcaklığı	= 15-27°C
Follukta sıcaklık	= 30-33°C ile başlar ve her hafta 3°C düşülerek oda sıcaklığına ulaşır.
Bağlı nem	= %50-80

Havalandırma miktarı = Yazın içerdeki sıcaklık dış hava sıcaklığından 1-2°C daha yüksek olacak şekilde hesaplanır. Kışın ise canlı ağırlık başına 0,1 l/skg alınabilir. Bu değer yazın 1-2 l/skg olabilir.

7.17. SERALAR

Seralardaki temel gereksinimler, (1) uygun ışık, (2) uygun sıcaklık, (3) uygun atmosfer, (4) böceklerden ve hastalıklardan korunma ve (5) uygun toprak şartlarıdır. Seraların ısıtılması için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bunlar arasında (1) çevreye yerleştirilmiş sıcak su konvektörleri (2) yerden yukarıda asılmış 300-750 mm çaplı delikli plastik borulardan üflenen sıcak hava (3) toprak üstüne serilen benzer polietilen borulardan üflenen sıcak hava (4) toprak altına gömülü sıcak su boruları ile ısıtma sayılabilir. Son durumda toprak sıcaklığı kök seviyesinde 25 °C'yi geçmemelidir. Dolayısı ile bu sistem soğuk iklimlerde yükün tamamını karşılayamaz. Eğer sıcak hava ile ısıtmada doğrudan yanmalı ısıtıcılar (bacasız) kullanılıyorsa, yeterli havalandırma bitki ve çalışanlar açısından çok önemlidir. Birçok serada ise yukarıdaki yöntemlerden ikisi bir arada kullanılır. Bunun için toplam ısı kaybı hesabının yanında her bir elemanın (duvar, çatı vs gibi) ısı kaybı belirlenir ve farklı tip ısıtıcılar buna göre seçilip yerleştirilir. Seralarda havalandırma öncelikle güneş nedeniyle sıcaklığın aşırı artışı önlemek durumundadır. Ayrıca CO₂ yok olmasını önlemek ve bağıl nemi makul ölçülerde muhafaza etmek görevini de üstlenir. Havalandırma, bitkilerin büyüme bölgesinde uniform sıcaklık dağılımını sağlayacak şekilde dizayn edilir. Soğuk havalarda taze hava, açıklığı değiştirilebilen bir aralıktan

3,5-5,0 m/s hızla içeri girecek şekilde düzenlenir. Böylece içerdeki hava ile karışarak, soğuk havanın dipte çöküp kalması önlenir. Ayrıca yukarıda sözü edilen delikli polietilen borularla ısıtma da hava dağılımını olumlu etkiler. Yazın daha serin olan dış hava bitki seviyelerinde bütün serayı boydan boya geçecek şekilde yönlendirilir. Maksimum havalandırma miktarları dakikada 1 hava değişimi mertebesinde. Fanlarla hava girişleri arasındaki mesafe 25 m'yi aşmamalıdır. Genellikle fanlar yan duvarlara veya sera sonuna yerleştirilir. Havayı kısmen açık çatı havallıklarından veya yan duvar açıklıklarından alır. Yan duvarlardaki hava açıklıkları buharlaşmalı soğutma amacı ile ısıtılabilen yataklarla donatılmış olabilir. Hava alma açıklıkları hava hızını kontrol etmek üzere değişebilen aralıkta olmalıdır. Fanlar ve açıklıklar tipik olarak termostatlarla kumanda edilir. Termostatlar bitkilerin ortasında bir noktaya yerleştirilmelidir. Sıcaklık kontrolü amacı ile dakikadaki hava değişim miktarı 0,75-1,00 arasında optimum değer olarak belirlenmiştir.

7.17.1. Nem Kontrolü

Sera gündüz su kaybının önlenmesi için belirli bir bağlı nemde tutulmalıdır. Geceleri ise sıcaklık düşünce nemin bitkiler üzerinde yoğunlaşması gerekir. Bu amaçla gece fanların çalıştırılarak belirli oranda havalandırma yapılması etkili bir önlemdir.

7.18. HAVA PERDELERİ

İki farklı hacim arasındaki açıklıkta, hacimler arasında fiziksel bir perde olmaksızın, hava geçişinin engellenmesi için hava perdeleri kullanılır. Hava perdeleri genellikle klimatize edilen endüstriyel ve ticari binaların dışa açılan kapılarında ve soğuk hava depolarının kapılarında kullanılır. Aynı zamanda içeri toz, haşere vb girişini engeller ve hijyen ve enerji tasarrufu sağlar.

Şekil 7.65'te görülen hava perdeleri dışarıdan içe doğru gelecek havayı engellemek için 30-40° açıyla hava üflerler. Çift taraflı olanları daha etkindir.

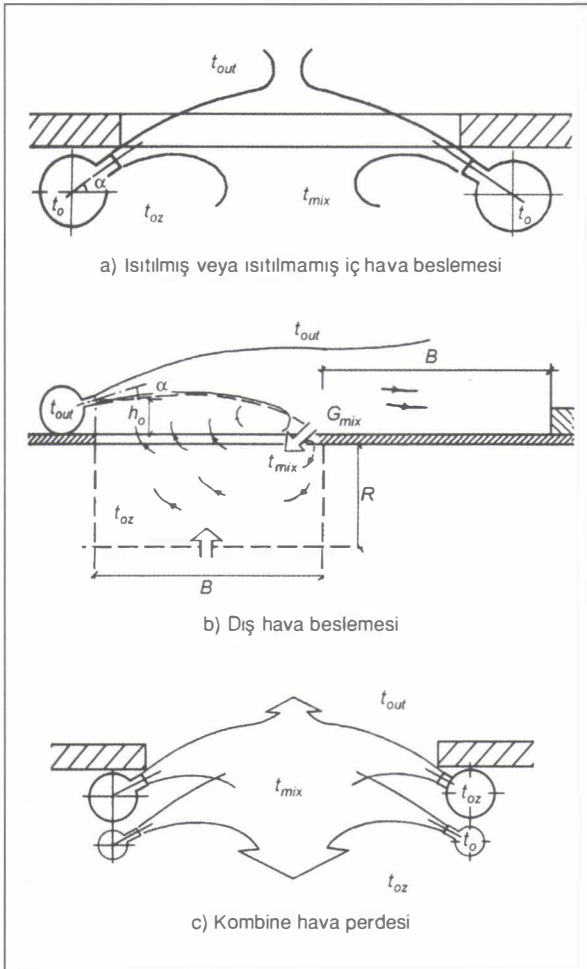
Hava perdeleri havayı resirküle eden ve etmeyen olarak iki tipe ayrılabilir:

- Havayı resirküle eden sistemler daha çok ticari binaların girişlerinde kullanılır. Hava bir taraftan üflenirken, açıklığın diğer tarafından emilir. Bir kanal sistemiyle geri üfleme tarafına döndürülür. Perdenin sızdırmaz olması için düşük hava hızlı, geniş bir hava akımı yaratılır. Bu tip perdelerde verim %90-95 gibi yüksek değerlerdedir. Rüzgar ve basınç farkı etkilerine karşı fazla güvenilir değildir. Yüksek ilk yatırım ve tesis maliyetleri nedeniyle daha az tercih edilir.
- Hava çevrimsiz (resirküle etmeyen) sistem daha düşük verimlidir. Ancak montaj kolaylığı ve düşük yatırım maliyeti nedeniyle daha sık kullanılır.

Rüzgara karşı daha fazla dirençlidir. Yukardan üfleyen tek taraflı yatay ve açıklığın yan kenarından tek taraflı veya çift taraflı olarak üfleyen dikey tipleri vardır.

Bir hava perdesi seçimi yapmak için önce kullanım alanı belirlenmelidir. Temel olarak dört kullanım alanı vardır:

- Endüstriyel (Fabrikalar, depolar, fırınlar, proses tesisleri): Burada açıklıktan müşteri girişi olmaz. Amaç içerideki şartlandırılan ortam ile dış ortam arasında bir perde oluşturmak ve birinden diğerine hava, toz vs akışını engellemektir. Genellikle yüklem alanlarında bulunurlar ve bütün gün çalışır.
- Ticari (Alışveriş merkezleri, hastaneler, okullar, lokantalar): Burada açıklıktan müşteriler ve çalışanlar sürekli geçerler. Amaç içle dış arasındaki enfiltrasyonu önlemek ve enerji tasarrufudur. Ortalama büyüklükleri 0,9-2,4 m arasındadır. Yükseklikleri 3 m'ye kadar olabilir.
- Uçan haşere kontrolü (Besin endüstrisi, süt üretim merkezleri, pastaneler, lokantalar): Güçlü bir hava akımı mükemmel bir ayırıcıdır ve haşereler bu hava akımı arasından uçarak geçemezler.



Şekil 7.65. SICAK HAVA PERDESİ

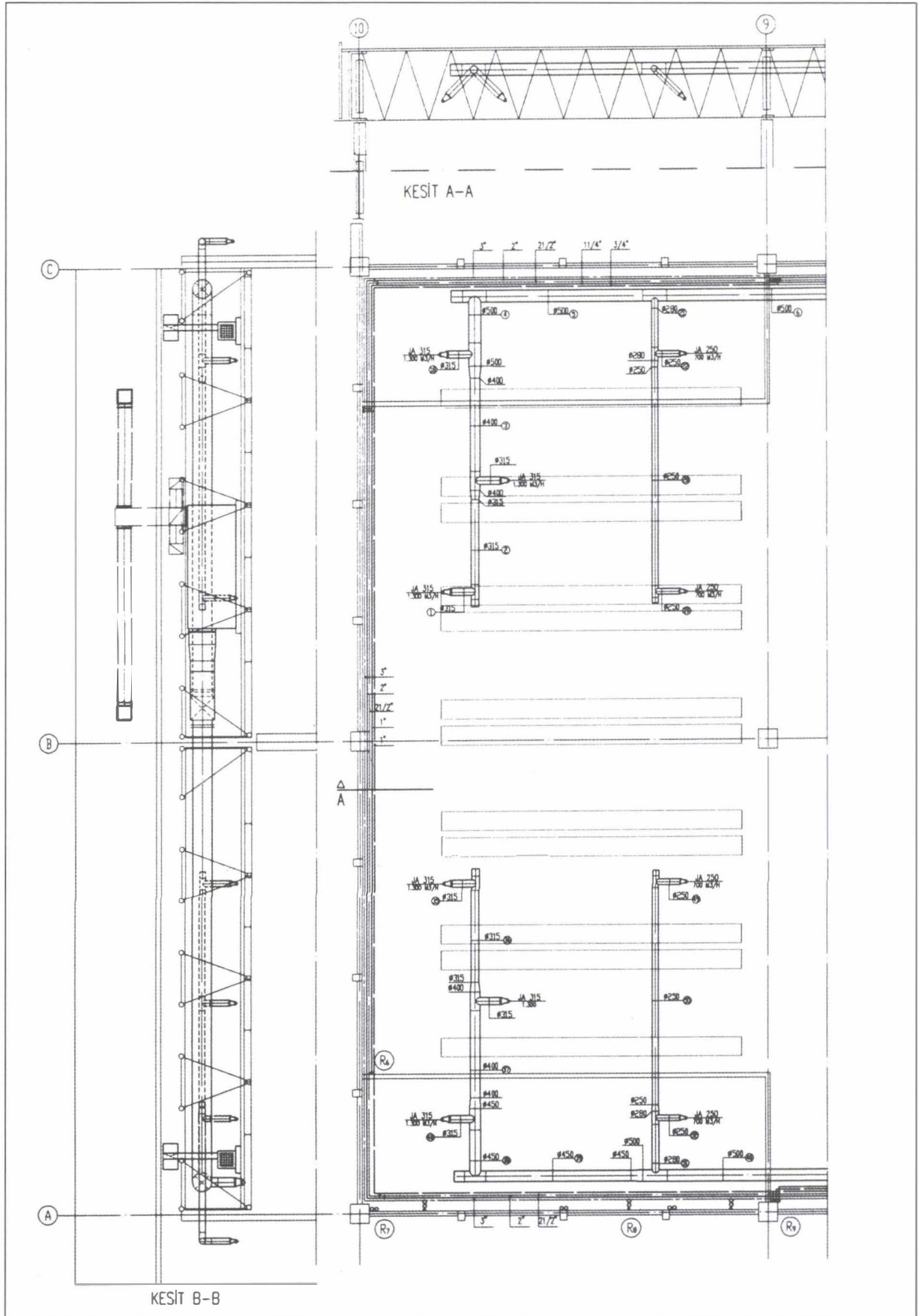
- Soğuk hava depoları. Soğuk odayı diğer komşu hacimden ayırır. Bu soğuk muhafaza veya donmuş muhafaza odaları kapıları açıldığında büyük bir hava hareketi oluşur ve soğuk hava dışarı kaçarken sıcak hava içeri girer. Bu da her kapı açılışında önemli bir enerji kaybına neden olur. Bu sistemler kesintili çalışır. Genellikle kapı açıldığında çalışıp, kapandığında durur.

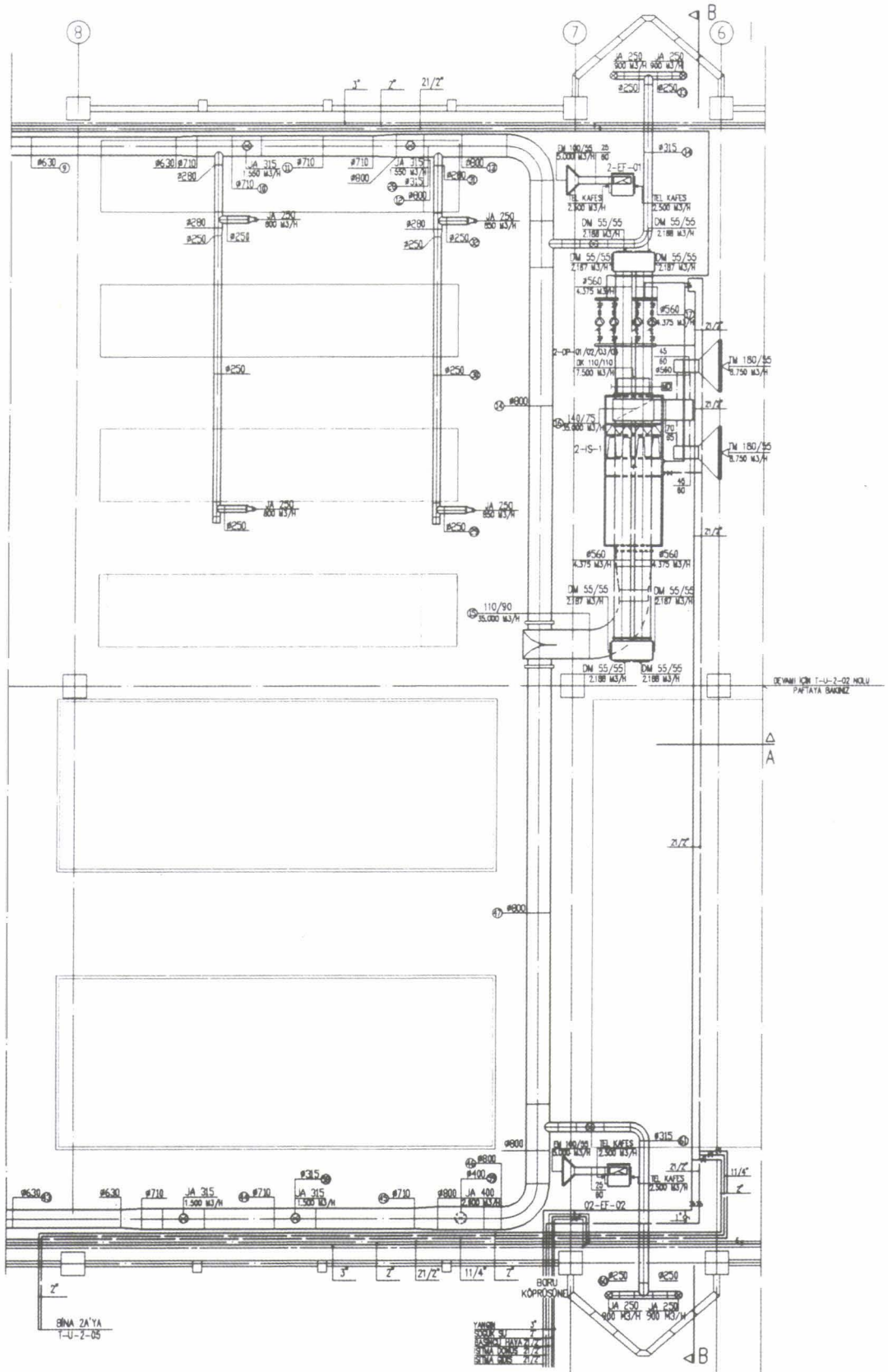
Açıklığı fiziksel boyutları ve montaj alanıyla birlikte kullanılan kapı tipi de tasarım ve seçimde göz önünde bulundurulmalıdır. Yerel rüzgar ve basınç farkları bilinmelidir. Isıtma, filtrasyon, elektriksel kumanda sistemleri seçenekleri incelenmelidir. Hava perdesiyle ilgili bazı detaylar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Normal montaj ile negatif basınç ortamında kullanılamazlar. Egzoz edilen hava, yüksek binalardaki baca etkisi, yanma havası ihtiyacı gibi durumlarda ek hava girişi sağlanmalıdır. Bunun için hava perdesine ilave hava vererek veya ayrıca içeri hava basarak önlem alınmalıdır. Hava perdesi ancak basınç dengelendiğinde verimli olarak çalışacaktır.
- Günde minimum 1 saat açık kalan kapılarda hava perdesi fizibil olabilir. Eğer kapı günde 6 saat açık kalıyorsa, bu durumda ekonomi çok fazladır.
- Hava perdesinden sıcak (veya soğuk) hava üfleme mümkündür. Ancak bu perdenin verimini artırmaz, sadece içinden geçenler için bir konfor hissi yaratır. Rüzgarın serinletme etkisi kalkar ve bölgeye ilave ısıtma gücü sağlanır.
- Hava perdeleri performansı AMCA 220 Standardı kuralları çerçevesinde ölçülebilir.

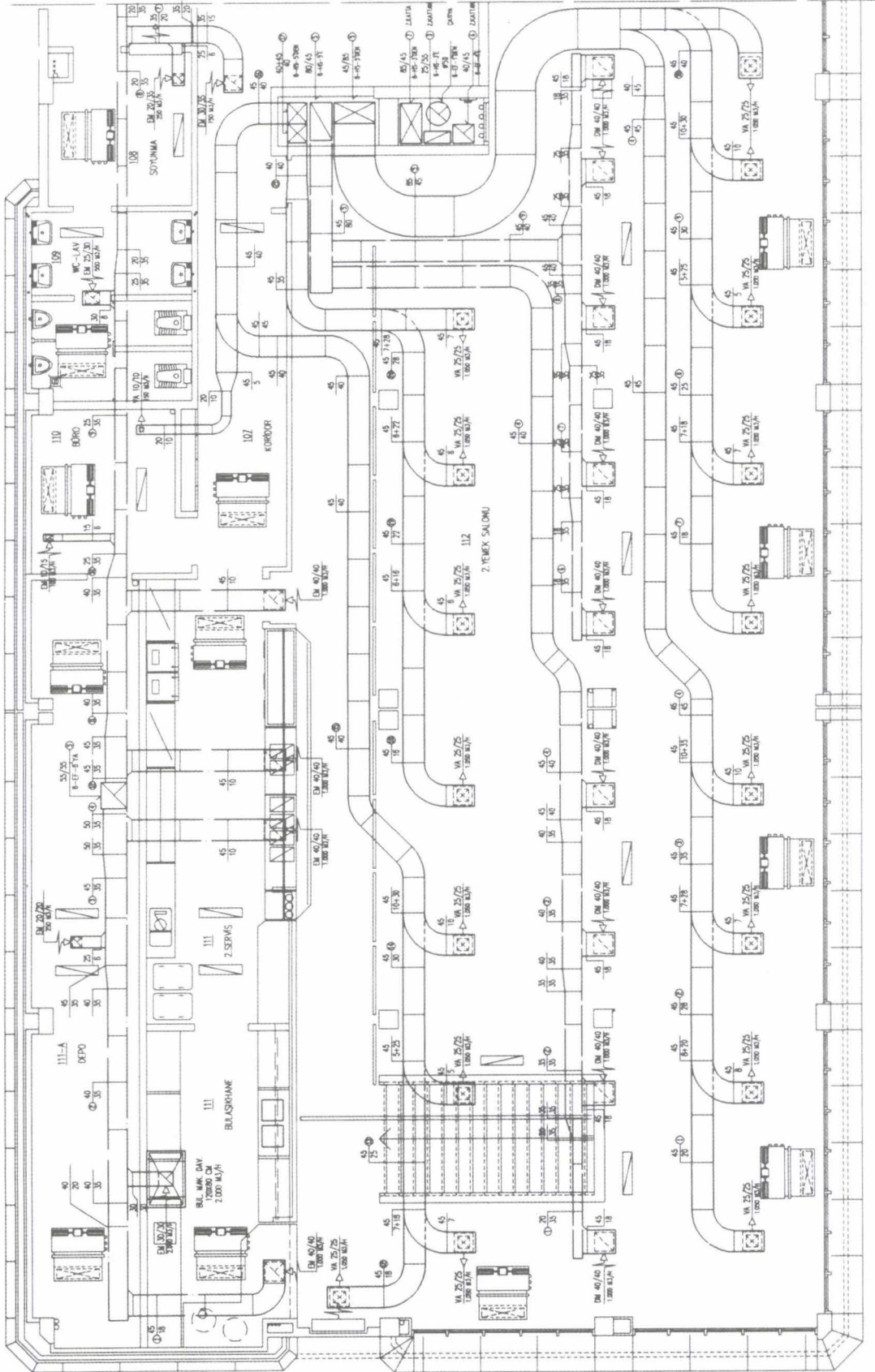
7.19. FABRİKA VE ATÖLYE KLİMASI

Fabrikalarda üretim hollerinde daha çok havalandırma ve ısıtma yapılır. Örnek olarak boya atölyesi havalandırma ve hava ile ısıtma projesi Şekil 7.66 ve 67'de iki parça halinde verilmiştir. Menfez olarak jet nozullar kullanılmıştır. Projede ayrıca çatı kesitleri ve burada kanal ve cihaz yerleşimi görülmektedir. Şekil 7.68A, B, C ve D'de ise aynı fabrikanın sosyal tesisi yemek salonu klima projesi görülmektedir. Mekanik tesisat merkezi çatıya yerleştirilmiştir. Çatıdaki taze hava santralleri ile havalandırma yapılırken, asma tavan içine yerleştirilen fan coil cihazları ile ısıtma ve soğutma yapılmaktadır. Şekil 7.68A'da yemek salonu cihaz yerleşimi ve hava kanalları, Şekil 7.68B'de bütün sosyal tesisin hava kanalları ve kolon şeması, Şekil 7.68C'de boru tesisatı kolon şeması, Şekil 7.68D'de çatı cihaz yerleşimi ve bağlantıları projeleri verilmiştir.

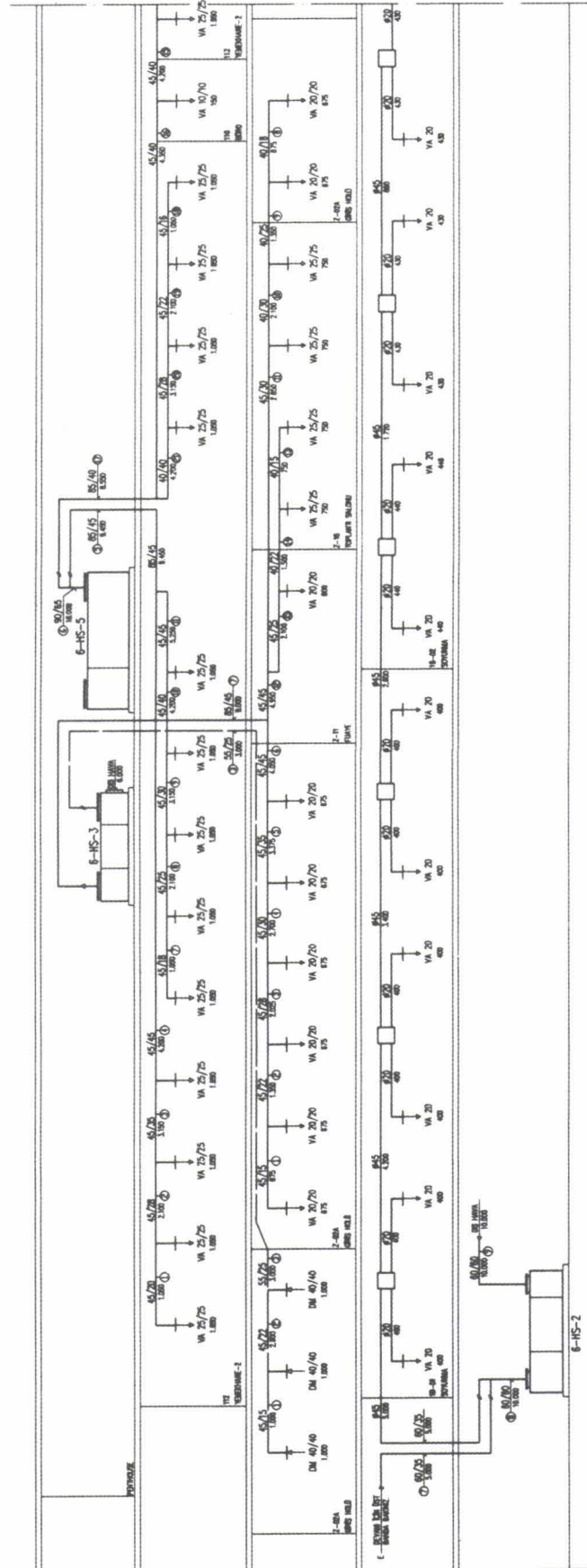




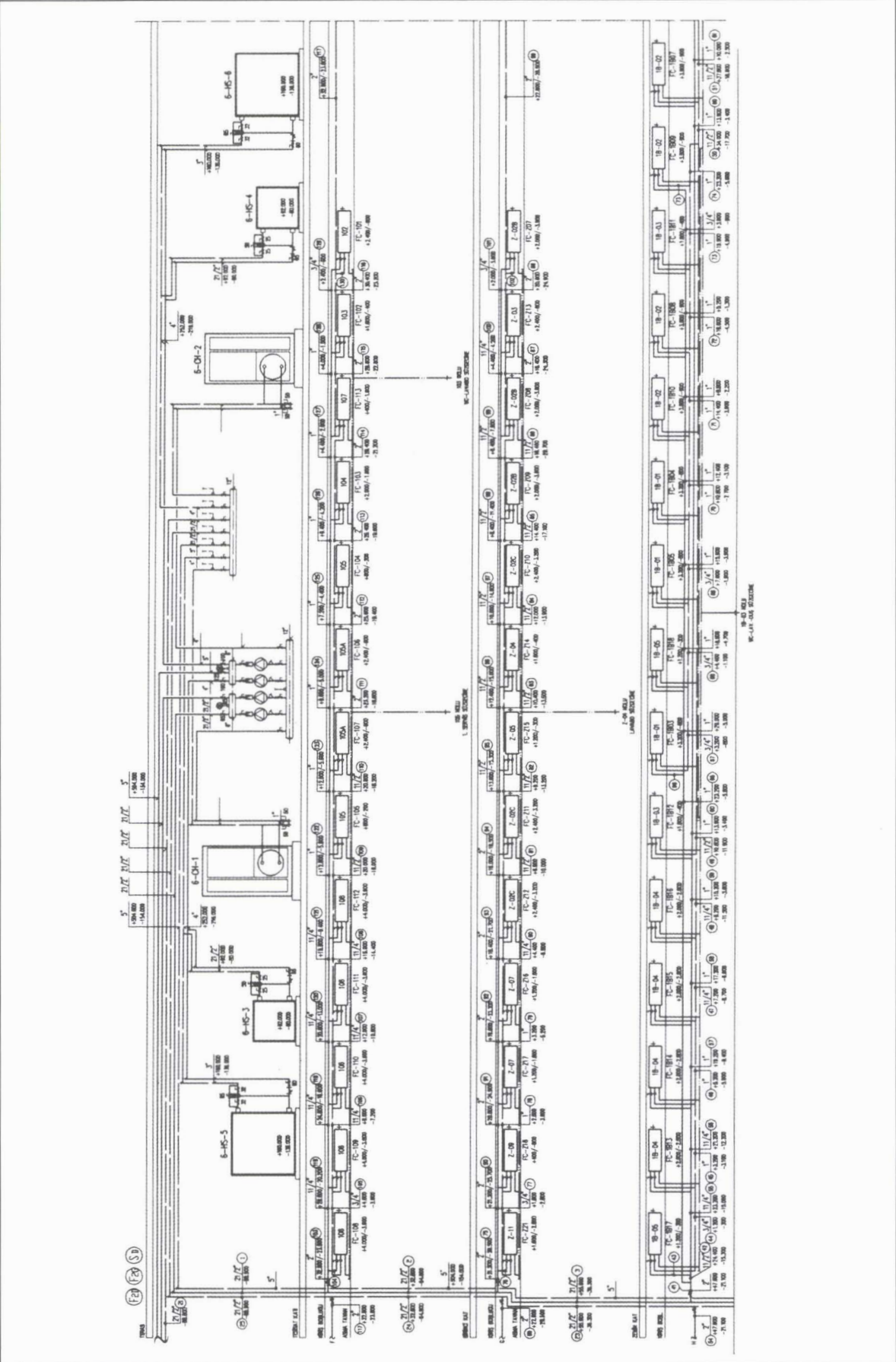
Şekil 7.67. BOYA ATÖLYESİ HAVALANDIRMA PROJESİ (Devamı)

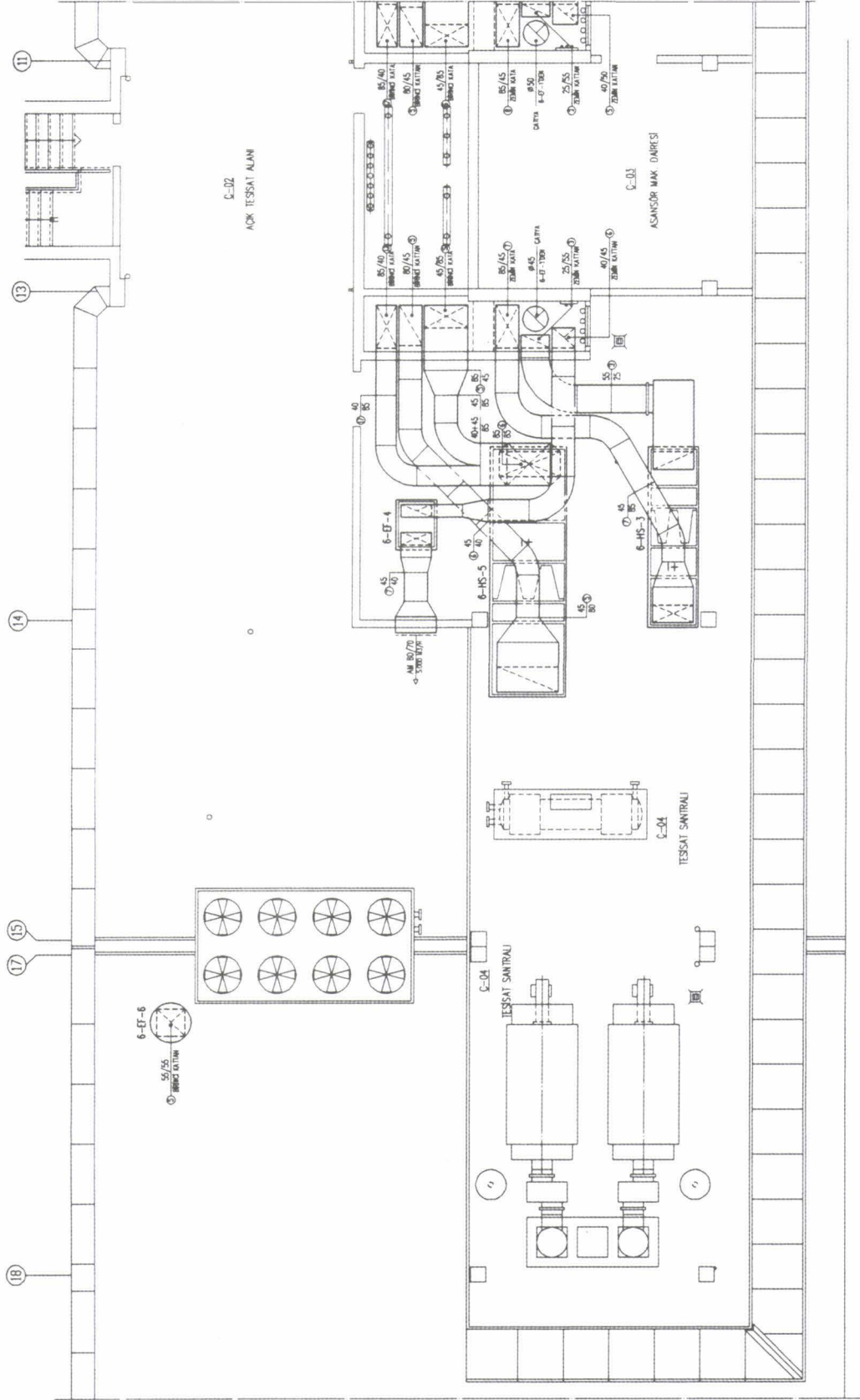


Şekil 7.68A. FABRİKA SOSYAL TESİSİ MEKANİK TESİSAT CİHAZ YERLEŞİMİ VE HAVA KANALLARI



Şekil 7.68B. SOSYAL TESİS HAVA KANALLARI KOLON ŞEMASI





Şekil 7.68D ÇATI CİHAZ YERLEŞİMİ

7.20. ENDÜSTRİYEL ORTAMLARIN HAVALANDIRILMASI

Endüstriyel ortamlardaki genel havalandırma işçilerin sağlığına ve emniyetine etki edebilecek tehlikeli kimyasal kirleticilerin, kokunun ve ısıнын kontrolü amacı ile yapılır. Bir çok durumda ısıнын ve zararlı gazların kaynağında yakalanarak egzoz edilmesine çalışılır. Çünkü bu durumda ortamın genel havalandırılmasına göre çok daha az miktarda hava ile gerekli kontrolü sağlamak mümkündür. Dolayısıyla endüstriyel havalandırma, genel havalandırma ve egzoz davlumbazlarıyla lokal havalandırma olarak iki kısımda incelenebilir.

Genel havalandırma,

- Doğal çekişle,
- Fanlar ve kanal sistemi yardımı ile taze hava beslenmesi ve kirli havanın egzoz edilmesiyle,
- Sadece egzoz fanları ile emişle (taze hava açıklıklardan kendiliğinden ortama girer),
- Sadece besleme fanları ile (egzoz, açıklıklardan ve kapılardan kendiliğinden olur) olmak üzere dört şekilde gerçekleştirilir.

Endüstriyel havalandırmanın iki ana nedeni ve buna bağlı olarak iki ana kriteri vardır. Birincisi ortamda mevcut kaynaklardan yayılan ısıнын atılması, ikincisi ise kaynaklardan yayılan zararlı gaz ve kirleticilerin atılmasıdır. Bazı hallerde bu iki kaynak birlikte etkilidir. Bu gibi durumlarda çözüme lokal ve genel havalandırmanın birlikte uygulanması ile ulaşılır.

Kirletici maddenin veya ortam şartlarının tehlike limitleri HVAC mühendisinin dışındaki kişiler tarafından belirlenmelidir. Bu değerler tesisat mühendisi için veridir. Bu veriler sağlık teşkilatları bültenlerinde ve bazı el kitaplarında bulunabilir.

7.20.1. ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA SICAKLIK KONTROLÜ

Birçok endüstriyel üretimde ortama büyük ölçüde ısı ve nem yayan işlemler söz konusudur. Bu durumda, özellikle yaz aylarında işçilerin bu ortamlarda çalışmaya devam edebilmeleri için belirli konfor limitlerinin aşılmaması gerekir. Burada söz konusu olan konfor insanın fizyolojik dayanma sınırları ile ilişkilidir. Bu değerler aşıldığında, vücut ısıl dengesini koruyamaz ve insan ısıl strese girer. Bu fizyolojik sınırlarla ilgili sıcaklık ve nem değerleri normal konfor şartlarının çok üzerindedir. Çoğu zaman mekanik soğutma ekonomik olmadığından, bu durumda şartların kontrolü açısından havalandırma en yararlı elemandır.

Isı yayılmasının kontrolü açısından ilk önlem, kaynağın yalıtılmasıdır. İkinci önlem ise mümkünse yerel egzoz yapılarak kaynağın üzerinden doğal konveksiyonla yükselen ısıнын yakalanmasıdır. Üçüncü önlem ise, eğer ısıнын yayılması fırınlar, erimiş metal vs

halinde olduğu gibi esas olarak ışıınımla ise, radyasyon kalkanları kullanılmaktadır. Işıınımla gelen ısıya hava sıcaklığının önemli bir etkisi yoktur. Bu durumda ışıınının kişilere ulaşması önlenmelidir.

7.20.1.1. Çatı Havalıkları

Çatı havalıkları yapının en üst noktalarına yerleştirilmiş hava kaçış açıklıklarıdır. Gerektiğinde sızdırmaz biçimde kapatılabilirler. Doğal baca etkisi ve rüzgar basıncı, hava hareketi için motor kuvveti oluşturur. Bazı hallerde bu havalıklar fan ve motorla da donatılır ve gerektiğinde zorlanmış çekiş sağlarlar. İyi bir havalık çalışması, ortama hava girişi ile havalık arasındaki seviye farkı 10 m'den yüksekse ve çıkış hava sıcaklığı dış hava sıcaklığından 14 °C mertebesinde daha yüksekse elde edilir. Bu şartlarda rüzgar hızı 8 km/h değerinde iken, havalık boğazında hız 1,9 m/s mertebesinde dir. Dolayısı ile havalığın m² açıklığı başına dışarı atabildiği ısı, $1,2 \times 14 \times 1,9 = 32 \text{ kW/m}^2$ değerinde olacaktır. Buradan gerekli toplam havalık açıklığı miktarı belirlenebilir.

Çatı havalıklarının yeterli performansı gösterebilmesi için hava giriş açıklıklarının da yeterli büyüklükte olması gerekir. Cihaz üreticileri hava girişi açıklıklarındaki hızın 1,3-2,5 m/s mertebesinde olmasını tavsiye etmektedir. Buna göre uygun hava girişi açıklıkları teşkil edilmelidir. Ancak gereğinden fazla hava giriş açıklıklarının yarattığı hava akımları da çatı havalıklarının çalışmasını ters yönde etkiler. Çoğu zaman giriş havasının fan ve kanal sistemi ile kontrollü olarak beslenmesi maliyete rağmen tercih edilir. Bu durumda küçük açıklıklardan kontrollü ve filtre edilmiş havanın istenilen noktalara verilmesi mümkün olur. Ayrıca sistemde basınç kontrolü sağlamak ve negatif basınç dezavantajlarından kurtulmak mümkündür. Yangın halinde kendiliğinden kapanan damperlerle bu çatı havalıklarının kapanması yangın yönetmeliklerinde şart koşulabilir.

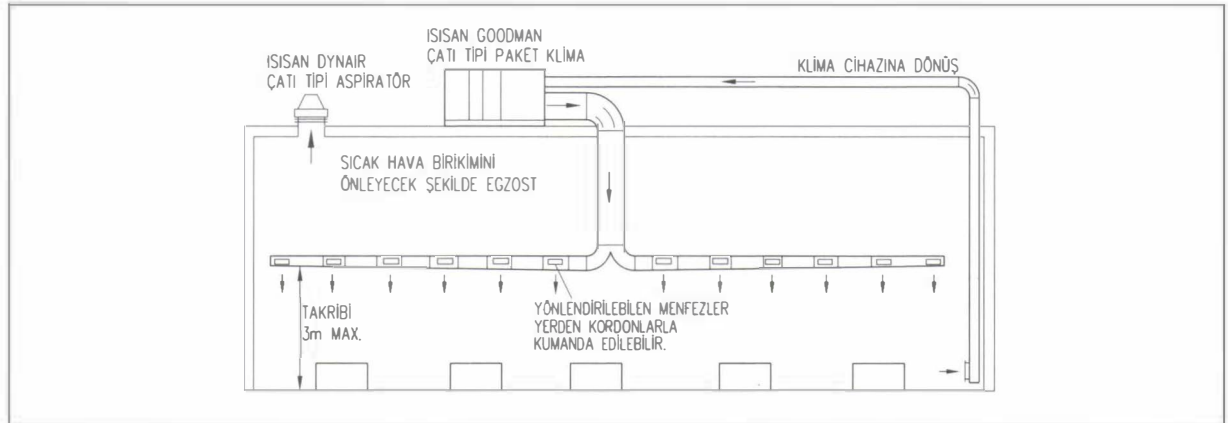
7.20.1.2. Mekanik Genel Havalandırma

Genel mekanik havalandırma için daha önce anlatılan menfez tiplerinin hepsi kullanılabilir. Bunlar arasında üst kotlara yerleştirilen menfezlerden yatay hava üflenmesi, tavandan difüzörlerle düşey hava beslenmesi, yatay veya düşey üfleyen lineer difüzörler kullanılması, yatay veya eğik atışlı jet nozullar kullanılması ve perfore tavan tipi hava beslemesi sayılabilir. Endüstriyel genel ortam havalandırmasında başarıyla kullanılan bir diğer yöntem ise deplasmanlı havalandırma dır. Çeşitli tip hava çıkış elemanları ve bunların uygulaması *Tablo 7.69'* da verilmiştir.

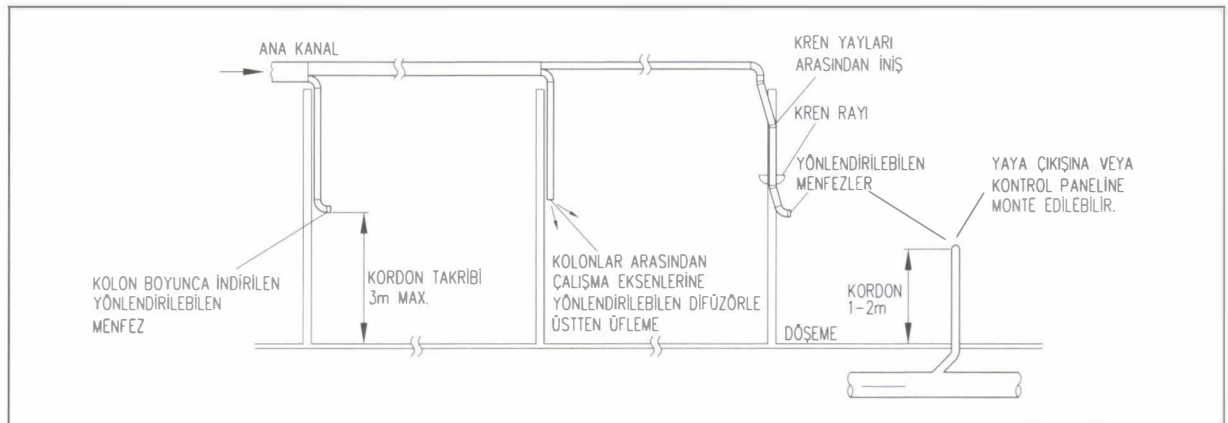
Deplasmanlı havalandırmada, hava oda havasından daha soğuktur ve alt seviyelerden 0,5 m/s veya daha düşük hızla özel menfezlerden odaya verilir. Döşemeye bulut olarak yayılan soğuk hava, ısı kaynağı üzerinden doğal hareketle yükselen hava üst tarafta toplanır

Menfez Tipi	Difüzör Performans Karakteristiği		Uygulama
	K1	K2	
Büyük menfezler, jetler	2 - 6	1,8 - 5,1	Büyük atölyeler
Yan duvar menfezleri	2 - 6	1,8 - 5,1	Alçak salonlar (<6 m)
Kanala monte edilen düşey menfezler	2 - 4	1,8 - 3,5	Büyük atölyeler
Dairesel difüzörler	1 - 3	0,9 - 3,2	Alçak salonlar (<6 m)
Dairesel difüzörler	1 - 3	0,9 - 3,2	Büyük atölyeler
Kare difüzörler	1 - 2,8	1,2 - 3,2	Alçak salonlar (<6 m)
Kare difüzörler	1 - 2,8	1,2 - 3,2	Büyük atölyeler
Lineer difüzörler	2,5	2	Alçak, küçük salonlar
Perfore paneller (döşeme üzerine veya yakınına monte edilmiş)			3,7 m'den yüksek salonlarda ısı veya ısı+ kirletici kaynakları bulunması halinde
Kanala monte edilmiş paneller istasyonu	2,1	1,7	Isı kaynağı olan atölyeler ve bir kaç ayrı çalışma olan veya makinalarla engellenmiş atölyeler
Perfore kanallar	0,5	1,2	Yaşam bölgelerinde yüksek hava değişim oranı ve düşük hızlar istenen, alçak tavanlı ısı kaynağı bulunan endüstriyel salonlar
Perfore tavanlar	2,1	1,7	Temiz oda uygulamaları
Yakınsak jet nozullar	6 - 6,8	4,2 - 4,8	Büyük atölyeler
İraksak jet nozullar veya swirl difüzörler	1 - 2,5	0,8 - 2,0	Büyük atölyeler, koridorlara hava beslemesi

Tablo 7.69 TİPİK HAVA MENFEZLERİ VE UYGULAMALARI
(Not: K1 jet boyunca hız gecikmesi katsayısı, K2 jet boyunca sıcaklık gecikmesi katsayısı)



Şekil 7.70. TESİS ISITMA, HAVALANDIRMA VE ISI GERİ KAZANMA İÇİN DÜŞÜK SEVİYESİNDEN HAVA DAĞITIMI



Şekil 7.71. DÜŞÜK SEVİYEDEN ISITMA VE YAZIN HAVALANDIRMA İÇİN İLAVE ÖNLEMLER

ve bu durgun bölgeden egzoz edilir. Buna benzer diğer bir yöntem ise, düşük seviyeli havalandırma denilebilir. Besleme havası 2,4 veya 3,6 m seviyelerinden verilir ve döşemeye doğru yönlendirilir. Ekipmanlardan, ışıklardan veya insanlardan yükselen sıcak havanın yerine geçer. Besleme havası çalışma bölgesini terk ederken kaynaklardan yayılan ısıyı da toplar. Böylece çalışma bölgesi, besleme havası sıcaklığının birkaç derece üstünde bir sıcaklıkta tutulmaya devam edebilir. Bu tür düşük seviyeden beslemeli sistemler ve deplasmanlı havalandırma, yoğun ve düzgün yayılı işçi bulunan çalışma alanları için uygundur. Bu sistemlerde üst seviyelerin şartlarının kontrolü önemli değildir. Şekil 7.70 ve 7.71’de düşük seviyeden beslemeli havalandırma sistemleri örnekleri verilmiştir. Hava dağıtım yönteminin secimi için Tablo 7.72’de verilmiştir.

7.20.1.3. Mekanik Lokal veya Noktasal Soğutma Havalandırması

Sadece bir kaç çalışma bölgesi olan yapılarda, bütün yapıyı havalandırmak pratik değildir ve savurganlık doğurur. Bu durumda yerel havalandırma yapılır. Havalandırma yapılan zonun çevreye göre 5-10 defa daha temiz olması söz konusudur. Lokal havalandırmada ısının toplanması aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilebilir.

- Bu alanı kapatmak ve bağımsız bir havalandırma ile istenilen çalışma şartlarını gerçekleştirmek. Buna lokalize edilmiş genel havalandırma denilebilir.
- Tesisin küçük bir kısımdaki bölgede bulunan işçilere, göreceli olarak daha soğuk bir atmosfer yaratmak. Bu tip küçük hedef alana, besleme havası düşük seviyelerden direkt olarak üflenir. Burada da üst seviyelerdeki havanın şartları ile ilgilenilmez.
- Doğrudan yüksek hızlı hava akımını işçiye yönleltmek. Böylece taşınım ve buharlaşma ile çalışanlar üzerinde soğutma etkisi yaratmak. Buna noktasal soğutma da denilebilir.

Lokal soğutmanın bir biçimi de davlumbazlarda uygulanabilir. Egzoz davlumbazı kullanılan çalışma istasyonlarında, egzoz davlumbazının kenar yüzeylerinden aşağı üflenen serin besleme havası da hem çalışanları serin ve temiz hava ile süpürür ve hem de toz ve dumanların davlumbazlardan geri kaçışını önler.

7.20.1.4. Çıkış Ağzılarının Dizaynı Yerleşim ve Çıkış Hızı

Düşük seviyeden genel havalandırma sistemlerinde çıkış ağzıları 3 m yükseklik mertebesinde olmalıdır. Noktasal soğutmada havanın karışmasının önlenmesi için 2 m yakına kadar getirilebilir. Çıkış hızı çalışma bölgesinde istenen hıza göre değişir. Sürekli havalandırmada, oturan işçi çevresindeki hız 0,4-0,6 m/s

Havalandırılan Hacmin Karakteristikleri						Tavsiye Edilen Hava Besleme Metodu
Yükseklik (m)	Hava Değişim Sayısı	İnsan Aktivitesi	Yaşanılan Alandaki Uniformluk	Engeller	HVAC Sistem Tipi	
> 6 - 8	< 5	Orta veya Ağır	Yok	Önemsiz	CAV	Yoğunlaştırılmış hava besleme; Yatay veya eğik yoğun jetlerle; düşey kompakt jetlerle; deplasmanlı yöntemle
					VAV	Yatay veya eğik yoğun jetlerle; düşey kompakt jetlerle hava besleme
					CAV	Yatay veya eğik yoğun jetlerle; düşey kompakt jetlerle; deplasmanlı yöntemle hava besleme
					VAV	Yatay veya eğik yoğun jetlerle hava besleme
< 6 - 8	> 5	Sakin ve Hafif Uniformluk	Yüksek Derece	Önemsiz	CAV	Düşey radyal, konik veya kompakt jetlerle; tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle; deplasmanlı hava besleme
					VAV	Düşey radyal veya kompakt jetlerle; tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle; hava besleme
					CAV	Düşey kompakt jetlerle; üretim cihazları arasındaki koridora tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle; deplasmanlı hava besleme
					VAV	Düşey kompakt jetlerle; üretim cihazları arasındaki koridora tavan değen veya değmeyen yatay jetlerle hava besleme

Tablo 7.72. HAVA BESLEME YÖNTEMİ SEÇMEK İÇİN YARDIMCI TABLO

olması tavsiye edilirken; dökümhane veya çelik fabrikasında noktasal soğutmada işçi etrafındaki hız 15-20 m/s değerine kadar çıkabilir. *Tablo 7.73*'te çalışma yerinde kabul edilebilir hava hızları, *Tablo 7.74*'te ise noktasal soğutmada tavsiye edilen hava hızları ve sıcaklıkları verilmiştir.

3 m yükseklikteki çıkışlarda 5-10 m/s çıkış hızları en çok rastlanan değerlerdir. Eğer besleme havası soğutulmuş ise doğrudan işçiye üflenen havanın işçi çevresindeki hızı 0,5 m/s değerini geçmemelidir. Sözü edilen değerler pik yükler içindir. Ara mevsimlerde işçinin hava hızını ayarlama imkanı olmalıdır. *Şekil 7.75*'te

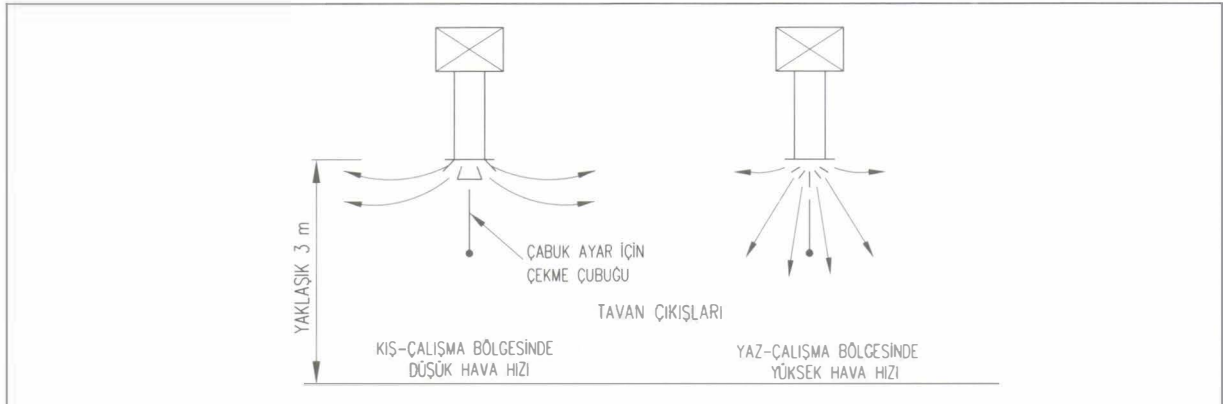
konfor amaçlı mevsimlik hava kontrolü ile ilgili çizim görülmektedir. Çıkış debileri gereğine göre çok değişebilir. Orta yüklerde normal olarak istasyon başına 700-1.000 l/s hava ve yüksek yüklerde 1.500-2.500 l/s hava yeterli olabilmektedir. Uzak çıkış ağızlarında daha büyük debiler gerekebilir. Büyük debili hava jetlerinde merkezdeki, çevre havası ile karışmamış, çekirdek bölge daha uzun yol alır. Halbuki küçük debili çıkışlarda hava kısa sürede çevre havası ile karışır. Yönlendirilebilen çıkışlar yazın soğutma istenirken aşağı doğru, kışın ise yanlara doğru üflelemelidir. Bu nedenle havalandırma çıkışlarında yönlendirebilme imkanı bulunmalıdır.

Aktivite Seviyesi		Hava Hızı (m/s)
Sürekli maruz kalma	İklimlendirilen alanlarda	0,25-0,4
Sabit çalışma istasyonu, genel veya noktasal soğutma	Oturarak	0,4-0,6
	Ayakta	0,5-1,0
Aralıklı maruz kalma, noktasal soğutma veya rahatlama istasyonları	Hafif ısı yükleri ve aktiviteler	5-10
	Orta ısı yükleri ve aktiviteler	10-15
	Ağır ısı yükleri ve aktiviteler	15-20

Tablo 7.73. ÇALIŞMA YERLERİNDE KABUL EDİLEBİLİR HAVA HIZLARI

Aktivite Seviyesi	Jetteki Hava Hızı, m/s (Çalışma yerinin ortalama 0,1m ² 'sine)	Jet Kesitince Ortalama Hava Sıcaklığı, °C				
		Isı Akışı Yoğunluğu, W/m ²				
		140 - 350	700	1400	2100	2800
Hafif-I	1	28	24	21	16	-
	2	-	28	26	24	20
	3	-	-	28	26	24
Orta-II	3,5	-	-	-	27	25
	1	27	22	-	-	-
	2	28	24	21	16	-
	3	-	27	24	21	18
Ağır-III	3,5	-	28	25	22	19
	2	25	19	16	-	-
	3	26	22	20	18	17
	3,5	-	23	22	20	19

Tablo 7.74. TAVSİYE EDİLEN NOKTASAL SOĞUTMA HAVA HIZLARI VE SICAKLIKLARI



Şekil 7.75. KONFOR AMAÇLI MEVSİMLİK HAVA KONTROLÜ

7.20.2. KİRLETİCİ KONTROLÜ AMAÇLI GENEL HAVALANDIRMA

Bu tür havalandırmaya seyreltme havalandırması adı verilebilir. Amaç hacimdeki kirli havayı, kirlenmemiş temiz hava ile seyreltmek ve kirlетici madde derişikliğini düşürmektir. Seyreltme biçimindeki hacmin genel havalandırması, lokal havalandırmaya göre daha az etkili ve daha pahalı bir yöntemdir. Genellikle lokal havalandırmanın mümkün olmadığı hallerde kullanılır.

7.20.3. ENDÜSTRİYEL EGZOZ SİSTEMLERİ (LOKAL HAVALANDIRMA)

Endüstriyel egzoz sistemleri lokal havalandırma sistemleri olup, özellikle toz, duman, sis, elyaf gibi tanecikli kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılmaları ve tutulmaları ile ilgilidir. Lokal egzoz sistemlerinin beş temel elemanı bulunmaktadır.

Bunlar,

- Davlumbaz
- Kanal sistemi
- Toz tutma elemanı
- Fan
- Egzoz bacası

olarak sayılabilir.

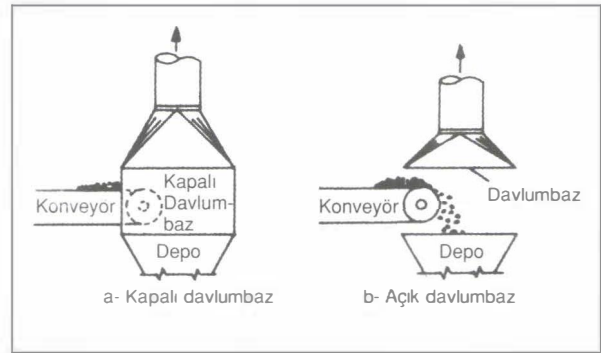
7.20.3.1. Davlumbaz

Davlumbazlar Şekil 7.76'da görüldüğü gibi kapalı ve açık olarak iki tipe ayrılabilir. Doğal olarak kapalı davlumbazların etkenliği çok daha fazladır. Özellikle açık davlumbazlarının dizaynında, havayı davlumbaza çekmek için

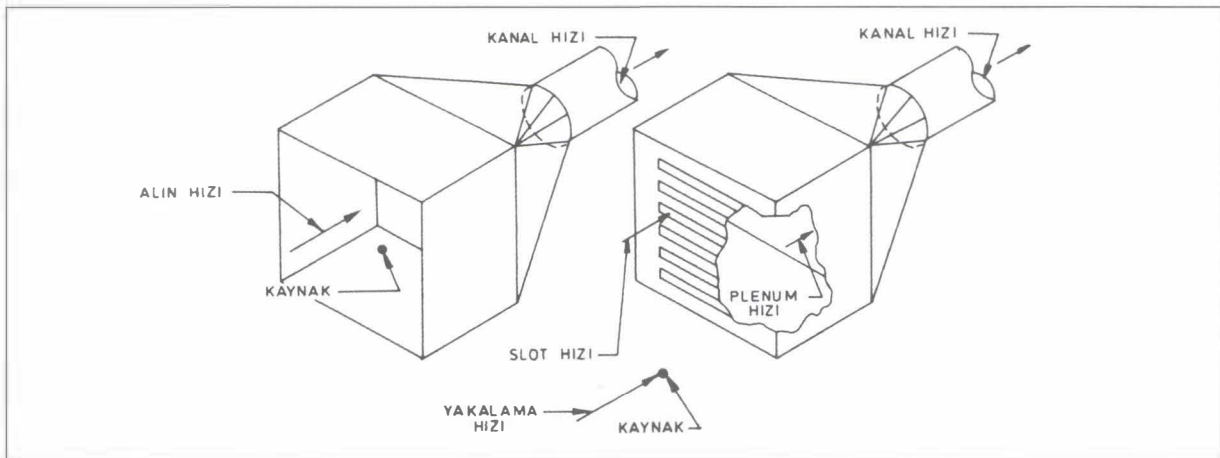
gerekli uygun hava debisinin belirlenmesi en önemli aşamayı oluşturur. Bu amaçla yakalama hızı kavramı geliştirilmiştir. Yakalama hızı, davlumbaza girmeden önce kaynak bölgesinde kirli havanın sahip olması gerekli hızdır. Kaynakta oluşan kirlenici, hava akımına karışır ve davlumbaza emilen hava ile taşınır. Şekil 7.77’de lokal havalandırmada geçen kavramlar gösterilmiştir.

Tablo 7.78’de çeşitli endüstriyel işlemlerdeki yakalama hızı değerleri verilmiştir.

Davlumbazın konumu ve yakalama hızı belirlendikten sonra egzoz havası debisi hesaplanabilir. Kapalı davlumbazlarda egzoz debisi, davlumbaz giriş kesit alanı ile gerekli hız değerinin çarpımına eşittir. Tipik giriş hızları 0,5 m/s mertebesindedir. Açık davlumbazlarda kirleticinin yayıldığı noktada hava hızı yakalama hızına eşit olmalı ve kirleticileri davlumbaza taşıyacak biçimde yönlendirilmiş olmalıdır. *Şekil 7.79*'da bir davlumbaz boyutlandırılması gösterilmiştir.



Şekil 7.76. AÇIK VE KAPALI DAVLUMBAZLAR



Şekil 7.77 KANAL EGZOZ FANI

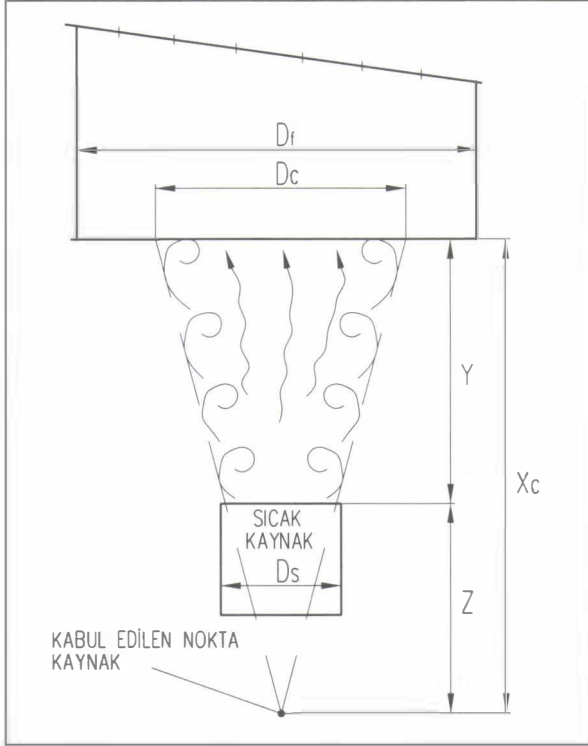
Kirletici Yayılma Koşulları	Örnekler	Yakalama Hızı m/s
Durgun havaya ön hız olmaksızın yayılma	Tanklardan buharlaşma	0.25 - 0.5
Düşük hızda durgun sayılabilecek havaya yayılma	Depo doldurma, düşük hızlı konveyör, kaynak	0.5 - 1.0
Hızlı hava hareketine aktif biçimde karışma	Konveyör yüklemesi, kırıcılar, kömür elekleri	1.0 - 2.5
Çok hızlı hava akımına yüksek hızla karışmak	Öğütme, patlama, sıcak eleme	2.5 - 10

Tablo 7.78. YAKALAMA HIZI DEĞERLERİ

7.20.3.2. Kanallar

Lokal havalandırma sistemlerinin, ikinci elemanı kanallardır. Kirleticileri içeren havayı ileten bu kanalların yuvarlak olması tavsiye edilir. Çünkü

- Bu kanallarda hız daha uniformdur, dolayısı ile tanecik karakterli kirleticilerinin çökme ihtimali daha azdır.
- Normal olarak egzoz sistemlerinde uygulanan



Şekil 7.79. SICAK KAYNAKLAR İÇİN YÜKSEK KANOPI DAVLUMBAZLARININ DİZAYNI İÇİN KULLANILAN BOYUTLARI

yüksek statik basınçlara daha dayanıklıdır.

Eğer koşullar dikdörtgen kesitli kanala zorluyorsa, bu kanalların mümkün olduğu kadar kare kesite yakın olmasına çalışılmalıdır.

Kanallarda hava akışında “minimum taşıma hızı” şeklinde bir kavram tarif edilir. Bu hız taneciklerin çökmeden taşınabilecekleri en düşük hızdır ve değerleri çeşitli haller için *Tablo 7.80*'de verilmiştir. Kanal dizayn hızları, minimum taşıma hızından biraz daha yüksek alınabilir. Fakat hızlar hiçbir zaman limit değerinden önemli ölçüde daha düşük olmamalıdır. Kirli hava içindeki taneciklerin fan gücüne etkileri, genellikle ihmal edilebilir.

Kanal Çapı Hesabı

Kanaldaki hava debisi, Q (m^3/s) ve minimum taşıma hızı, V (m/s) bilindiğine göre kanal kesiti aşağıdaki ifadeyle bulunabilir:

$$A (m^2) = Q / V$$

Burada bulunan kesit alanını sağlayan standart çaplı kanal seçilir. Seçilen standart çaplı kanal kesiti yukarıda hesaplanan kesitten daha küçük olmalıdır.

7.20.3.3. Egzoz Bacaları

Egzoz bacaları, dışarı atılan kirleticilerin tekrar besleme sistemi ile içeri dönmelerini engelleyecek şekilde tasarlanmalı ve yerleştirilmelidir. Genelde tek veya iki katlı endüstriyel yapı için, çatıdan 5 m yükseklikte bir baca yeterlidir. Ancak minimum baca yüksekliği 2,5 m değerindedir. Özel hallerde daha yüksek baca gerektiğinde çevre koruma yönetmeliklerine başvurulmalıdır.

7.20.3.4. İtme-Çekme Tipi Lokal Havalandırma

İtme-çekme tipi havalandırma bir üfleme nozulu ve üflenlen hava jetini emen bir egzoz davlumbazından oluşur. Daha çok kaplama banyoları gibi açık sıvı yüzeylerinden yayılan gazların ve buharların tutulması

Kirleticilerin Cinsleri	Örnekler	Maksimum Taşıma Hızı m/s
Buharlar, gazlar, dumanlar	Bütün buharlar, gazlar, dumanlar	genellikle 5 - 10
Duman	Kaynak	10 - 13
Çok ince hafif toz	Pamuk elyafı, ağaç tozu, lito tozu	13 - 15
Kuru tozlar	İnce lastik tozu, bakalit tozu, jüt elyafı, pamuk tozu, hafif rende, deri traşlama	15 - 20
Ortalama endüstriyel tozlar	Öğütme tozu, kahve taneleri, ayakkabı tozu, granit tozu, silika tozu, tuğla ve seramik kesme, kaya tozu, döküm tozu, kireç tozu, asbest tozu	18 - 23
Ağır tozlar	Testere tozu, (ağır ve ıslak) metal tozları, döküm işlemlerindeki tozlar, kuşlama tozu, dökme demir, kesme tozu, kurşun tozu	20 - 23
Ağır veya ıslak tozlar	Küçük parçalar halinde kurşun, ıslak çimento tozu, boru kesme makinalarında asbest parçaları, yapışkan elyaf	23 ve üzeri

Tablo 7.80. KİRLETİCİ TAŞIMA HIZLARI

uygulamalarında kullanılır. Bu sistemin avantajı itme jetinin 10 m mertebesine varan uzun mesafeler boyunca hızını koruyabilmesinden kaynaklanır. Halbuki yukarıda görüldüğü gibi, emme halinde, hız emme ağzından uzaklaşınca, hızla azalır. Uygun bir şekilde dizayn edildiğinde, üflenen hava jeti kirlitici ve zehirli buharları oldukça uzun mesafeler boyunca taşıyarak egzoz davlumbazı tarafından emilmesini sağlar. Aksi halde sadece emiş ile bu zararlı gazları tutmak mümkün değildir. Yatay konumda yerleştirilen bu sistem Föy 7.18'de görülmektedir. İtekleme jeti üfleme nozulundan çıktıktan sonra çevre havası ile karışarak genişler ve hızı giderek azalır. Uzun ince bir yarık şeklindeki nozuldan çıkan jete karışan hava oranı,

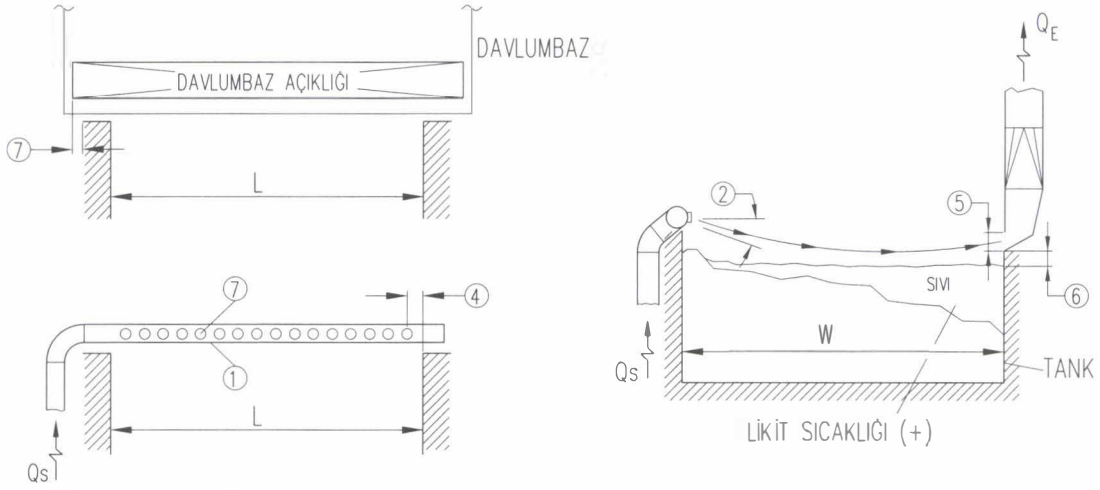
$$Q_x / Q_o = 1,2 \times (a \times X / b_o)^{1/2} + 0,41$$

Bu bölüm KT305 Sf. 143'ten de alınabilir. Burada,

$$Q_o = \text{Üflenen hava miktarı}$$

Q_x = x mesafesi sonunda jetin taşıdığı hava miktarı
 A = Bir faktör (0,13 alınabilir)
 X = Nozuldan itibaren yatay mesafe (m)
 b_o = Yarık genişliği (m)

Buradan anlaşıldığı gibi davlumbazda emilen hava miktarı üflenen havadan çok daha fazladır. Davlumbazın emiş debisi davlumbaza ulaşan Q_x debisinin 1,5 veya 2,0 misli olmalıdır. Üflenen jet yolu üzerinde sürekli engeller bulunmamalıdır. Özellikle üfleme bölgesindeki engeller sistem verimini çok düşürür. Üfleme nozulu olarak sürekli ince bir yarık veya bir sıra delikler kullanılabilir. Yarık genişliği kısa mesafeli üflemlerde (2 m'ye kadar) 3-6 mm olabilir. Üflenen hava miktarı ise yeterli momentuma sahip bir jet oluşturacak değerlerde olmalıdır. fikir edinmek için Şekil 7.81'de konstrüksiyon değerleri konusunda bilgi verilmektedir. Emiş davlumbazının genişliği ise, idealde ulaşan hava jeti genişliğinde olmalıdır. Ancak uygulama-



İtekleme Nozulu Manifoldu

- ① Yuvarlak, dikdörtgen veya kare kesitli manifold kesit alanı, toplam üfleme nozulu açıklıkları alan toplamının en az 3 misli olmalıdır.

Üfleme Açısı

- ② 0° ila 20° arası

Nozul Açıklıkları

- ③ 3 ile 6 mm (yarık halinde), 1,5 - 3 mm (delik halinde). Delikler 3 - 8 çap aralıklı yerleşecek. En dış delikle tank kenarı arasındaki mesafe.

- ④ 10 - 25 mm

Egzoz Açıklığı

- ⑤ 10 m/s hız oluşacak şekilde boyutlanacak.

- ⑥ Davlumbaz dış kenarları tank kenarını aşacak.

Sıvı Yüzeyi

- ⑦ Sıvı yüzeyi ile tank kenarı arasındaki mesafe 10 cm'yi geçmemeli.

Üfleme havası debisi (1 metre manifold uzunluğuna başına Q_o (m³/m.h)

$$Q_o = 4440 \cdot \sqrt{A}$$

A = 1 metre manifold uzunluğundaki toplam üfleme açıklığı (m²)

Egzoz havası (emiş) debisi (tank yüzeyi m²'si başına), Q_E = 1370 m³/hm²

Şekil 7.81 KONSTRÜKSİYON DEĞERLERİ

mada daha küçük genişlikler de kabul edilmektedir.
7.21. TEMİZ ODA VE HASTANELER

7.21.1. TEMİZ ODALAR

Endüstriyel veya konfor amaçlı klima sistemlerinde ortamdaki sıcaklık, nem ve hava kalitesinin belirli sınırlar içinde olması istenir.

Temiz oda klima sistemi denildiğinde bu parametrelere ek olarak oda basıncı, oda içindeki hava hızı ve bu hızın yönü çok önem kazanır.

Temiz odaların uygulama alanlarından olan hastane, ilaç fabrikası gibi yerlerde ortamdaki taneciklerin bir kısmının canlı olması ve canlıların bir kısmının da enfeksiyona neden olabilecek mikroorganizmalardan oluşması dolayısıyla tanecik kontrolü gerekirken, hassas optik malzeme veya bilgisayar yongası üreten bir fabrikada ise canlı/cansız her türlü tanecik kirlilik yaratarak, örneğin optik aletlerde görüntü bozukluğu, elektronik devrelerde tahribat

yaptığı için kontrolü gerekir.

Temiz odalarda kontrol altında tutulmak istenen oda statik basıncı, uygulamaya göre çevresine göre daha yüksek veya daha düşük basınçta olabilir. Örneğin bir ameliyathanede, bir ampul dolum mahallinde veya bir mikroçip imalatında oda basıncı çevresine göre pozitif değerde tutularak, kontrolsüz havanın içeri girmesi engellenir. Bunun tersi de mümkündür, örneğin tüberkülozlu hastaların bulunduğu veya hormon üretilen bir odadaki basınç çevresine göre daha düşük basınçta tutularak, odadan dışarıya mikrop veya hormon gibi sakıncalı bir madde kaçması önlenir. Kontrol altına almak istediğimiz tanecikler odaya dış havadan geldiği gibi klima sisteminin içinden, odadaki insanlardan ve odanın kendisinden yani odanın içindeki yapı elemanlarından, eşya ve teçhizattan ve en son olarak da odadaki üründen gelir. Mertebe olarak 0,5 µm' dan büyük taneciklerin adedi 1 m³ atmosfer havasında 1 milyardan fazla iken, normal konfor kliması uygula-

Klas		Anılan Çapa Eşit veya Büyük Maksimum Tanecik Adedi / m ³ veya ft ³									
		0,1 µm		0,2 µm		0,3 µm		0,4 µm		0,5 µm	
Sl	İngiliz	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
M 1,0		350	9,91	75,7	2,14	30,9	0,875	10,0	0,283	-	-
M 1,5	1	1.240	35,0	265	7,50	106	3,00	35,3	1,00	-	-
M 2,0		3.500	99,1	757	21,4	309	8,75	100	2,83	-	-
M 2,5	10	12.400	350	2.650	75,0	1.060	30,0	353	10,0	-	-
M 3,0		35.000	991	7.570	214	3.090	87,5	1.000	28,3	-	-
M 3,5	100	-	-	26.500	750	10.600	300	3.530	100	-	-
M 4,0		-	-	75.700	2.140	30.900	875	10.000	283	-	-
M 4,5	1.000	-	-	-	-	-	-	35.300	1.000	247	7,0
M 5,0		-	-	-	-	-	-	100.000	2.830	618	17,5
M 5,5	10.000	-	-	-	-	-	-	353.000	10.000	2.470	70,0
M 6,0		-	-	-	-	-	-	1.000.000	28.300	6.180	175
M 6,5	100.000	-	-	-	-	-	-	3.530.000	100.000	24.700	700
M 7,0		-	-	-	-	-	-	10.000.000	283.000	61.800	1.750

Tablo 7.82. U.S.209E'YE GÖRE TEMİZ ODA KLASLARI

USA 209 E 1992		ISO 14644-1 1997	Japan B 9920 1989	France X44101 1981	Germany VDI 2083 1990	UK BS 5295 1989	Australia AS 1386 1989
		ISO Class 1	1				
		ISO Class 2	2		0		
1	M 1	ISO Class 3	3		1	C	0,035
10	M 2	ISO Class 4	4		2	D	0,35
100	M 3	ISO Class 5	5	4.000	3	E, F	3,5
1.000	M 4	ISO Class 6	6	-	4	G, H	35
10.000	M 5	ISO Class 7	7	400.000	5	J	350
100.000	M 6	ISO Class 8	8	4.000.000	6	K	3.500
	M 7	ISO Class 9			7	L	

Tablo 7.83 ÇEŞİTLİ STANDARTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

nan bir odada 100 milyon civarında olabilir. Temiz oda dediğimiz zaman amacı tanecik adedini, en kötü özellikteki bir temiz odada 3.5 milyon mertebesine, en hassas odalarda ise 35 adedin altına indirmektir.

Bir ortamın temiz oda haline getirilmesi çok pahalı bir işlemdir. Temiz odaların sınıflandırılmasında ana kriter, ortam havasında bulunacak tanecik çapı ve konsantrasyonudur. Havada bulunmasına izin verilebilecek tanecik çapı ne kadar küçük ve konsantrasyonu ne kadar az olursa, sistem de o kadar pahalıya mal olacaktır. Bu açıdan bakıldığında bir ameliyathane ile, bir hasta odasının farklı sınıflandırılması gerektiği ortadadır.

Temiz odalarla ilgili çeşitli ülkeler tarafından çıkarılan standartlar bulunmaktadır. Ancak hepsinin temeli 1963 yılında A.B.Devletlerinde çıkarılan "U.S. Federal Standart 209"dur. Daha sonra bu standart geliştirilerek 1988 yılında 209 D ve 1992 yılında SI birim sisteminde 209E' çıkarılmıştır. *Tablo 7.82*'de U.S.209E'ye göre temiz odaların sınıflandırılması (Klas) görülmektedir. Diğer ülkelerin standartları ile karşılaştırılması ise *Tablo 7.83*'te gösterilmiştir. Temiz odaların klaslarının belirlenebilmesi için yapılacak ölçümlerde odanın kullanım durumunun da çok önemli olduğu anlaşılmış ve yanlış anlamalara ve karışıklıklara neden olmamak için Federal standart 209E'de 3 ayrı hal tanımlanmıştır. Sırasıyla bunlar her şeyin tamamlanmış (klima sistemi, duvar, asma tavan yer döşemesi vs) ancak içeride ekipman ve personelin olmadığı durumda yapılan ölçüler (as build), buna ilaveten ekipmanın da yerine konması ile yapılan ölçümler (at rest) ve nihayet personel dahil üretim yapıldığı halde yapılan ölçümlerdir (operational). Bu tanımların gereksiniminden de anlaşılabilir gibi, çalışır halde Klas-100.000 ölçülen bir oda, durgun veya bitmiş halde Klas-10.000 olabilmektedir. İlaç üretimi yapılan temiz odalarda yukarıda sözü geçen standartlara ek olarak, sistemin GMP (Good Manufacturing Practice) yani "İyi Üretim Teknikleri" denilen kurallara da uyması istenir. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan ve 1997 yılında yayınlanan EU GGMP kural-

Klas	Müsaade Edilebilir Maksimum Tanecik Adedi / m ³			
	Durgun (**)		Çalışır	
	0,5 µm	5 µm	0,5 µm	5 µm
A	3.500	0	3.500	0
B (*)	3.500	0	350.000	2.000
C (*)	35.000	2.000	3.500.000	20.000
D (*)	3.500.000	20.000	Tanımlanmamış (***)	Tanımlanmamış (***)

Tablo 7.84. EU GMP Guide (1997):
STERİL ÜRÜNLER İMALİ İÇİN KLAS TANIMI

larına göre, oda klasları *Tablo 7.84*'te görülmektedir. GMP kuralları ayrıca ortamdaki mikroorganizmaların adedine de sınır getirmiştir. Hastaneler içinde temiz odalardaki genel kurallar geçerlidir. Çeşitli ülkelerde sadece hastanelere özgün standartlar da geliştirilmiştir.

Bunlardan en yaygın olanı DIN 1946/4 ve DIN 4799'dur. Burada çeşitli maksatlarla kullanılan hastane odalarındaki minimum hava debileri, taze hava miktarları, sıcaklıklar gibi parametreler ile klima ekipmanlarında olması gereken özellikler açık bir dille anlatılmaktadır.

Temiz odalarla, bitişiklerinde bulunan diğer temiz odalar veya dış ortamla olması gereken basınç farklılıkları U.S.209B ve diğer ülke standartlarında belirtilmiştir. Buna göre pratikte uygulanan basınç farkları *Tablo 7.85*'te görülmektedir. Genel olarak temiz odalarda hava dağılımı,

a. Pahalı, ama ideal olarak kabul edilen laminar ve b. Ucuz bir çözüm olan türbülanslı akış olmak üzere ikiye ayrılır. Laminar akışta akış çizgileri birbirine paraleldir ve hız yaklaşık olarak her yerde aynıdır. Paralel akış çizgileri önüne bir engel çıktığı zaman, ona çarparak engel etrafında dönüp tekrar paralel hale gelirler. Türbülanslı akış, isminden de anlaşılabilir gibi düzensiz bir akıştır, akını çizgileri rasgele dağılmıştır.

Yapılan bir deneyde, aynı kirlilik oranındaki laminar ve türbülanslı akış önüne konan mikroorganizma üretme kaplarında, laminar akışta kaba yapışan mikroorganizmalar ile sıfır kirlilik (kontaminasyon) ölçülürken, türbülanslı akışta % 64 ve 200 ölçülmüştür. Buradan ameliyathanelerde hiç olmazsa ameliyat masalarının üzerinde muhakkak laminar akış olması gerektiği saptanmıştır. *Şekil 7.86*'da türbülanslı (a) ile laminar (b) bir odada hava dağılımı şematik olarak gösterilmiştir.

Temiz odalarda kullanılan klima sistemlerinde istenen özelliklerin başında havanın odada sağlanması arzu edilen klasa göre taneciklerden arınmış olarak içeriye

Uygulama	Statik Basınç Farkı (209B)	Pratikte
Genel	Çevresi ile oda arasında 12 Pa min. basınç farkı	10 - 25 Pa
Temiz oda ile kirlenmemiş bölüm arası	Min.12 Pa basınç farkı	10 - 25 Pa
Kirlenmemiş bölüm ile az kirlenmiş bölüm arası	12 Pa basınç farkı	10 - 25 Pa
Az kirlenmiş bölüm ile soyunma mahalleri arası	2,5 Pa basınç farkı	2 - 10 Pa

Tablo 7.85. ODALAR ARASI
STATİK BASINÇ FARKLARI (209B)

sevk edilmesidir. Bu ise havanın çeşitli kademelerde filtrelerden geçirilmesi ile sağlanabilir. İstenmeyen bazı gazların ve kokuların giderilmesinde kullanılan aktif karbonlu filtreler ile farklı bir prensibe göre çalışan elektrostatik filtreler dışında, klima sisteminde kullanılan filtreleri *Tablo 7.87*'deki gibi gruplandırmak mümkündür.

İstenilen klas hassaslaştıkça sistemde kullanılacak filtre verimi de artar. Örneğin Klas-100.000 bir temiz oda için santral içine sırasıyla konacak EU3-EU7-EU9 filtre grubu yeterli olabilirken, Klas-10.000 bir temiz odada en son noktada, yani tavan difüzörünün altında yukarıda sözü geçen santral filtrelerine ek olarak HEPA filtreler gerekir.

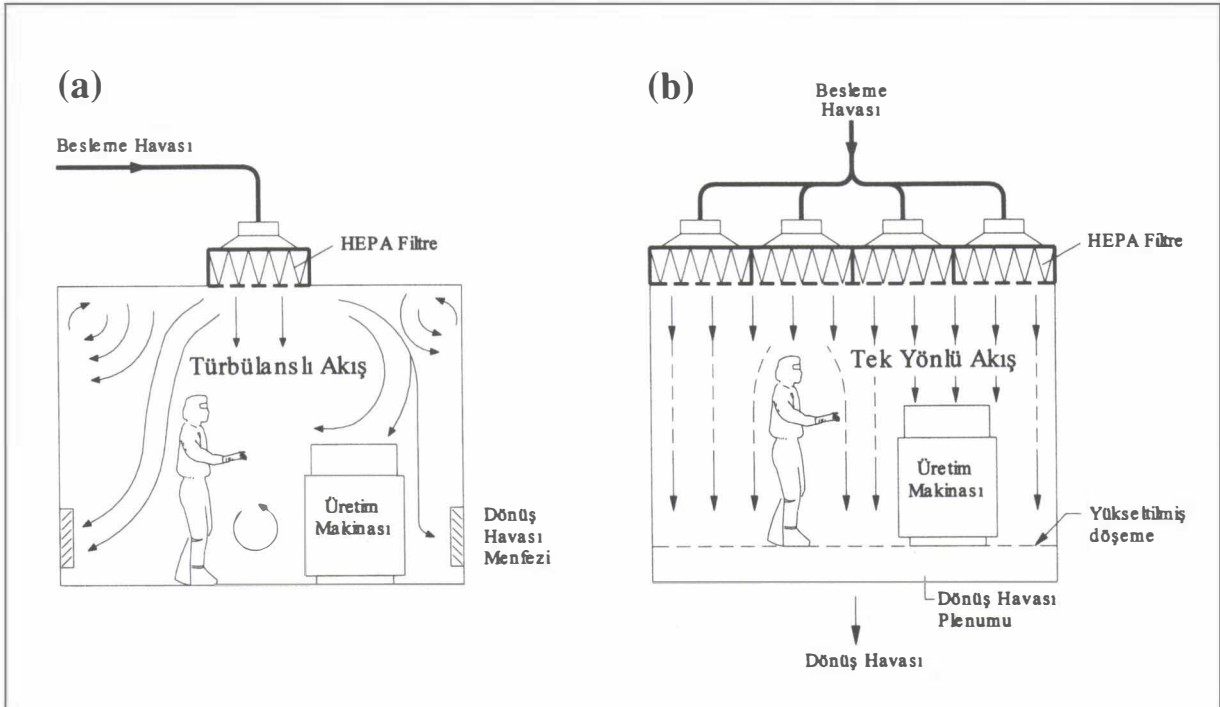
Her bir temiz odaya gönderilecek hava debisinin saptanmasında, iki önemli kriterin aynı anda sağlanması gerekir. Bunlardan birincisi oda yükünün (makine, aydınlatma ve insanlardan gelen ısı yükleri ile oda duvar, tavan, döşeme ve pencerelerinden olan ısı kazançları) karşılanması için gerekli şartlandırılmış minimum hava debisinin odaya sevkidir. İkincisi ise odada istenen klasın sağlanabilmesi için gerekli minimum hava değişim sayısıdır. Hava değişim sayısı arttıkça, oda içinde ölü bölgelerin bulunma ihtimali azaldığı gibi, havanın saatte filtrelerden geçme sayısı da arttığından, daha kısa surede daha temiz bir ortam elde etmek mümkün olabilmektedir. Güncel standartlarda hava değişim sayısı ile ilgili kesin rakamlar bulunmamakla birlikte, GMP kurallarının bir önceki versiyonunda belirtildiği gibi, durgun halde Klas D yani Klas-100.000 odada saatte

minimum 20 değişim istenirken, tavanı tamamen HEPA filtreler ile kaplı 3m yüksekliğinde Klas-10 bir odada hava değişimi saatte 540 kere olabilmektedir. Genel olarak hava değişimi; birinci kriter de dikkate alınarak, tasarımcının tecrübesi, kullanıcının isteği, işin ekonomikliği ve odada bulunan kişi sayısı, makine cinsine bağlı olarak tayin edilmektedir. Temiz odalarda kullanılan yapı malzemeleri örneğin duvar kaplamaları, asma tavan, yer döşemesi nasıl özenli olarak tozutmayan, derzi olmayan, aşınmayan, korozyona dayanıklı malzemelerden seçilmeye çalışılıyorsa; klima sisteminde kullanılan bütün malzemelere de özen gösterilmelidir. Kanallar muhakkak sızdırmazlık testi yapılarak monte edilmeli, montaj esnasında kirlenmeleri için özel itina gösterilmelidir. Klima sisteminde kullanılan klima santrallerinin de özel imalat olması gerekir. Böyle bir santralden genellikle istenen özellikler aşağıdaki gibidir.

- Çift cidar konstrüksiyon, kapalı profillerden yapılmış,
- İç cidar, tavan ve yan yüzler galvaniz, döşeme paslanmaz sac,
- Oksitlenecek veya korozyona uğrayacak ve sterilizasyondan zarar görecektir malzeme kullanılmamış,
- Santral içinde keskin köşe, cıvata, somun başı, ara-

Ön filtreler (kaba filtreler EU1-EU4)
Hassas filtreler (EU5-EU9)
Mutlak veya HEPA filtreler (EU10-EU13)
Ultra filtreler (EU14)

Tablo 7.87. FİLTRE GRUPLARI



Şekil 7.86. AKIŞ ŞEKLİNE GÖRE HAVA DAĞILIMI

lık vs. bulunmayan,

- Kontrol ve temizlik için fan, filtre, nemlendirici, soğutma serpantinleri için aydınlatma ve kapı bulunan,
- Fan tamamen galvaniz sacdan mamul veya epoksi boyalı tercihen seyrek kanatlı veya serbest fan, dışarı çıkarılabilir tip,
- Serpantinler seyrek hatveli, bakır boru-alüminyum kanat,
- Damla tutucular kolay temizlenebilir ve çıkarılabilir,
- Drenaj tavaları sökülebilir tip paslanmaz sacdan mamul, eğimli ve içinde su kalmayacak şekilde yapılmış,
- Damperler sızdırmaz, alüminyumdan mamul, contalı,
- Santral hava kaçaklarına karşı sızdırmaz, EN 1886' ya göre sızdırmazlık test sertifikasına haiz ve B-Klass,
- Filtre çerçeveleri sızdırmaz, EN 1886' ya göre sızdırmazlık test sertifikasına haiz ve F9-Klass olmalıdır.

Temiz odaların yapımı esnasında montajın ilk anından başlayarak işletmeye alınmasına kadar bir belgeleme prosedürü söz konusudur. Üretimin sağlıklı yapılabilmesi için gereken bütün proseslerin ve prosedürlerin tasarımı ve yapımı çok özen ve tecrübe ister. Temiz oda klimasının, bu işin önemini kavrayan işçi ve mühendisler kullanılarak yapılması gerekmektedir. Hata yapılması halinde microchip üreten bir fabrikada ürün tamamen işe yaramaz duruma gelebilirken, bir ameliyathane veya bir ilaç fabrikası olması halinde bir veya birçok insan haya-

tına mal olabilmektedir.

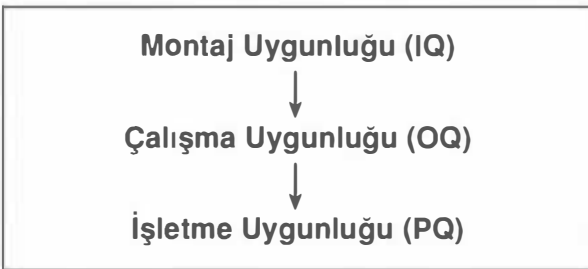
tına mal olabilmektedir.

7.21.2. AMELİYATHANELERDE KLİMA SİSTEMİNE UYGUN MİMARİ ÖZELLİKLER

Ameliyathane odaları klima sisteminin en önemli görevi, oda içerisindeki partikül sayısını en aza indirmek, ameliyat edilen hastanın enfeksiyon kapmasını engellemek, hastanın ve ameliyat ekibinin termik konforunu sağlamaktır. Hastane mimarisinde uzmanlaşmış mimar, hijyen konusunda ihtisas sahibi bir doktor, hastane yöneticisi ve mekanik tesisat proje müellifinin ortaklaşa yapacakları görüşmelerden sonra karara varılacak prensipler doğrultusunda mimari proje hazırlanmalıdır. İyi bir hastane iklimlendirme sistemi, uygun olmayan bir mimari projeye optimal olarak kesinlikle tatbik edilemez.

Asma tavan yükseklikleri, şaft büyüklükleri ve yerleri, cihaz yerleşim mahalleri, hava kilitlerinin yerleri mutlaka uzman klima tesisat tasarımcısının tavsiyesi ve onayı ile tespit edilmelidir. Ameliyathanenin yeri seçilirken, ısı kayıp ve kazançlarını minimumda tutabilmek için bunlar binanın çekirdek bölümünde ve ara katlarda yer alacak şekilde planlanmalıdır ve ameliyathanelerin bulunduğu steril bölgede kesinlikle asansör öngörülmemelidir. Ameliyathane taban alanı genellikle yapılacak ameliyatların özelliklerine göre 25-45 m² arasında olabilir. Ciddi ameliyatların yapılacağı ameliyathanelerde hastayı enfeksiyonlardan korumak için etrafında bir hava perdesi yaratılır. Bunu sağlayan ise ameliyat masasının hemen üstüne konan laminar akış ünitesidir. *Şekil 7.89*'da ameliyathane klima uygulaması görülmektedir. Asma tavan içerisinde yer alacak laminar hava akımlı hava dağıtım plenumlarının yerleştirilebilmesi ve hava kanal bağlantılarının kolayca yapılabilmesi için, hava kapasitelerine bağlı olarak, 50-80 cm arasında bir asma tavan arası yüksekliğe ihtiyaç bulunmaktadır. Dolayısıyla ameliyat odalarında, tesisat projesini yapacak mühendislerle danışarak, tavan yüksekliklerini 3,2-3,5 m olarak tasarlamak gerekir.

Normal apartman katı yüksekliklerini kabul ederek yapılacak bir mimari proje, klima sisteminin arzu edilen verimlilikte çalışmasını engeller. Laminar akımlı ameliyathane tavan plenumuna normal olarak iki kanal bağlantısı yapılır. Ancak zorunluluk halinde asma tavan yüksekliğini azaltabilmek için dört kanal bağlantısı da yapılabilmektedir. *Şekil 7.89*'da yan yana bulunan iki ameliyathaneden biri için ön görülen klima sistemi görülmektedir. Her ameliyathanenin müstakil bir klima santrali tarafından beslenmesi istenen ideal şartların sağlanması yönünden tercih edilir. Ancak ekonomik gerekçelerle benzer karakterde iki ameliyathane için bir santral kullanılması yoluna da gidilebilir. Mimari planlamada hastanın ameliyathane odasına girmeden önce bir hasta hazırlama odasına alınacağı, ameliyattan sonra da hasta uyanma odasına geçirilece-



Tablo 7.88. VALİDASYON AŞAMALARI

Ölçülen Parametreler:

Hava Debileri ve Hava Hareketleri,

Filtre Sızdırmazlığı, Mikroorganizmalar,

Sıcaklık, Bağıl Nem,

Tanecik Adedi ve Odalar Arası Basınç Farkları



ği rasyonel bir akış yöntemi içinde düşünülmelidir. Genel olarak ameliyathane odalarında kullanılacak yapı malzemelerin toz ve mikrop tutmayacak, toz çıkarmayacak yüzeylere sahip olmaları ve dezenfeksiyon ameliyesi sırasında kimyasal tahribata uğramamaları gerekir.

Yer döşemesi olarak antistatik, antibakteriyel aşınmaya karşı yüksek mukavemete sahip konduktif PVC veya epoksi kaplama esaslı malzeme tercih edilmelidir. Gerekmesi halinde ayrıca topraklama da istenebilir.

Duvarlar ve tavan modüler tip olarak alüminyum veya çelik konstrüksiyon taşıyıcı sisteme monte edilecek panellerden yapılır. Duvar malzemesi olarak toz çıkarması ve derz yerlerinde bakteri üretmesinden dolayı seramik tercih edilmemelidir. Duvar panellerin yüzeyleri antibakteriyel, antistatik dezenfeksiyon sıvılarına mukavim boya kaplı galvaniz sac olabileceği gibi paslanmaz çelik de olabilir. Panellerin içi ses ve ısı kaybına karşı kaya yünü gibi yalıtım malzemesi ile kaplıdır. Ayrıca paneller, kablo gibi tesisat malzemelerinin geçebileceği boşluklar içerebileceği gibi kanal ve tesisat boru geçişleri için şaft boşlukları temin edecek şekilde düzenlenebilirler. Tavan panelleri, filtre bakımı ve dezenfeksiyon işlemleri için açılabilir modüllerden oluşabilir. Panellerin üzerinde mikrop, bakteri gibi mikroorganizmaların yaşayamaması için mikrop öldürücü özelliğe sahip kaplamalar da geliştirilmiştir.

Ameliyathane kapıları sürmeli, ayak ve diz darbesi ile açılabilen ancak manuel olarak da çalışabilecek yapıda olmalıdır. Kapılar ameliyathane iç malzemesi ile aynı malzemeden olmalıdır. Kapılar 2 saat yangına dayanıklı olmalıdırlar. Kapıların üzerinde gözetleme camı konulabilir. Steril sahalar girişte veya hijyen uzmanının tavsiyesine göre diğer başka yerlere giriş-çıkışta otomatik kumandalı, sürgülü iki kapılı hava kilit sistemi on görülmelidir.

7.21.3. HASTANELERDE KARANTİNA VE YOĞUN BAKIM ODALARI TESİSATI

İzolasyon odaları “Bulaşıcı” veya “Koruyucu” olarak sınıflandırılabilir. Bulaşıcı (karantina odası), koruyucu (steril oda) olarak bilinir. Karantina odaları bulaşıcı hastalık taşıyan hastaların kapatılması için kullanılır. Oda dışına virüs ve bakteri yayılmasını engellemek için negatif basınç uygulanır. Tüberkülozun tekrar ortaya çıkmasıyla, bu tip oda dizaynı çok daha önem kazanmaktadır. Karantina odaları için aşağıdaki şartlar geçerlidir:

Her 30 akut tedavi yatağı için en az bir karantina odası olmalıdır.

Her karantina odasında sadece 1 hasta yatağı olmalıdır. Odaya giriş hastalara ait bölümlerden ayrı bir alandan olmalı; ellerin yıkanması, giyinme, temiz ve

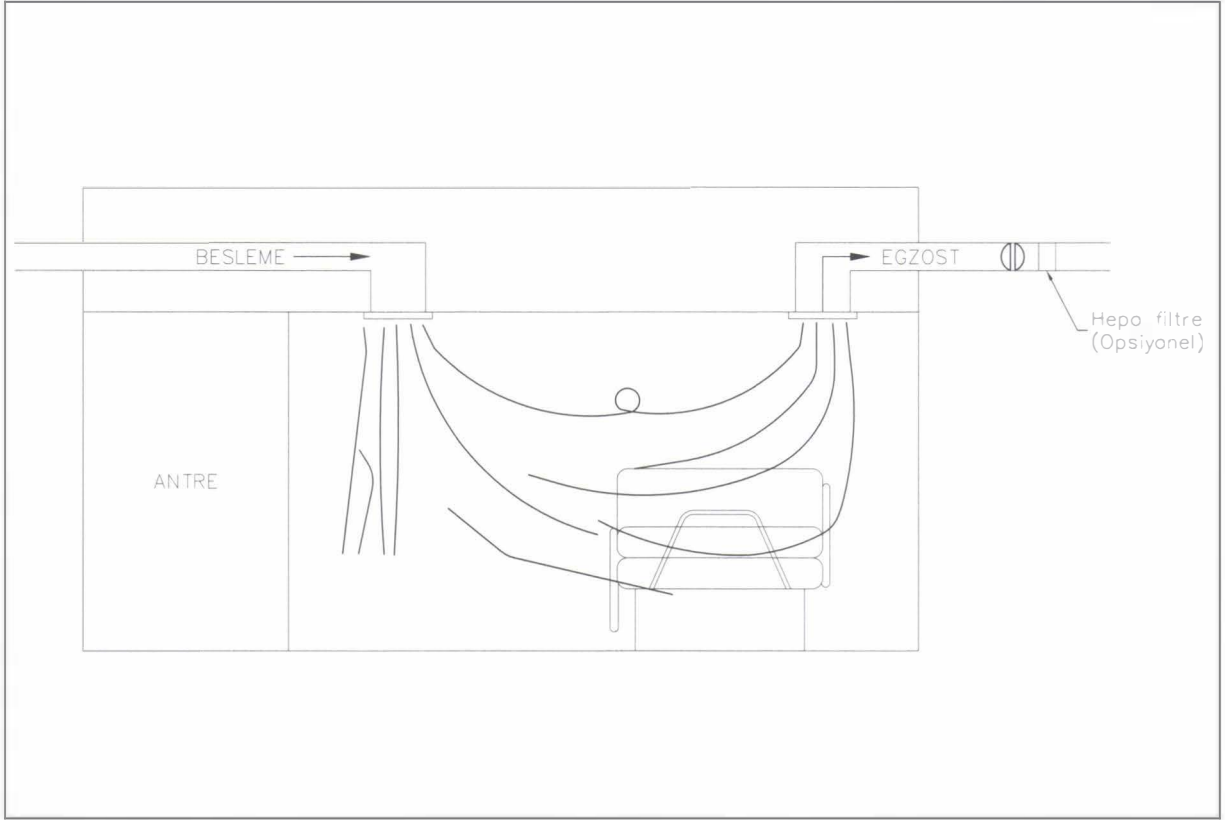
kirli malzemelerin depolanmasına müsaade edecek şekilde dizayn edilmelidir. Giriş bölümü kapalı bir antre şeklinde olabilir ama bu şart değildir. Tek bir antre bir çok karantina odasına hizmet verebilir. Karantina odaları minimum 12 m², Antre minimum 2 m² olmalıdır.

Steril odalar enfeksiyonlara karşı bağışıklığı az olan hastaların (Kemik iliği transferi, organ nakli, yanık ve kan kanseri (lösemi) hastaları) kapatılması için kullanılır. Bakteri ve virüs girişini engellemek için pozitif basınç kullanılır.

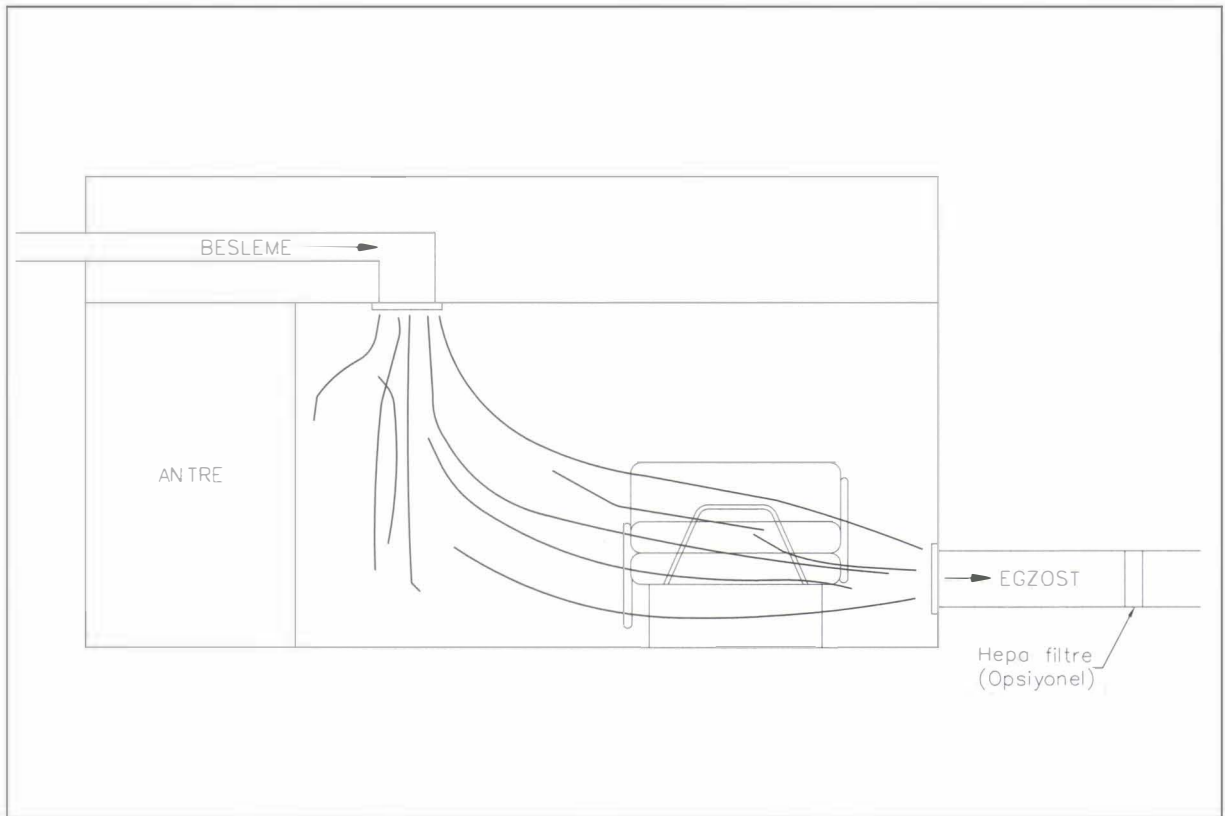
7.21.3.1. Karantina Odası Hava Akışı

Sağlık kuruluşları için genel havalandırma oranları bir saatteki hava değişim miktarı ile belirtilir. ASHRAE ve AIA, konfor ve koku kontrolü açısından hastane odalarında ve karantina bölümlerinde minimum 6 hava değişimi önermektedir. Bu veya bir başka hava değişim sayısının solunum yoluyla bulaşan hastalıkların yayılmasını etkin bir biçimde azaltıp azaltmadığı değerlendirilememiştir. Son derece yüksek hava değişim sayısı ile yürütülen bazı deneylerde mikro bakteriyel olmayan organizma konsantrasyonlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Sağlık merkezlerinin olası en iyi hava değişimine sahip olacak şekilde dizayn edilmesi tavsiye edilir. Gerçekte oda içindeki tüm hava öngörülen değişim sayısı kadar değiştirilmeyecektir. Bunun sebebi odadaki hava akışı biçimidir. Etkin bir havalandırma için, oda havası emiş ve beslemesi, hava akışı odayı süpürecek şekilde ayarlanmalıdır. Böylece, oda içinde durgun bölgeler oluşması; emiş ve besleme arasında kısa devre oluşması engellenir. *Şekil 7.90, 7.91 ve 7.92’de karantina odaları ile ilgili şekiller verilmiştir.*

- Arzu edilmeyen hava akımlarının oluşmaması için havanın emiş yapmayan tip difüzörlerle beslenmesi sağlanmalıdır (Delikli yüzeyler veya laminar akışı dağıtıcılar birer alternatiftir.).
- Emiş menfezleri zemine yakın yerleştirilmeli ve emiş hızları yüksek tutulmalıdır.
- Havanın emilebileceğinden çok daha uzağa “atılabileceğini” unutmamalıdır.
- Hastaya yönlenebilecek direkt hava akımlarından kaçınılmalıdır.
- Efektif havalandırma miktarı, besleme havası akış biçiminin odanın tüm bölgelerindeki havayı ne derece iyi karıştırılabildiğiyle ilgilidir.
- Havanın akış biçiminin etkinliğiyle ilgili bir “karışım faktörü” kullanılır.
- Bu faktör mükemmel karışım için 1, yetersiz karışım için 10’dur.
- Hesaplanan HDK, karışım faktörüyle çarpılarak gerçek HDK değeri kullanılır.
- Karışım faktörü en hassas olarak deneysel ölçüm



Şekil 7.90. TÜM EGZOZU ATMOSFERE ATAN
KARANTİNA ODASI HAVA AKIŞ BİÇİMİ



Şekil 7.91. DUVARDAN EGZOZLU
KARANTİNA ODASI HAVA AKIŞI

yapılarak belirlenir.

- Bu ölçüler karantina odasının ve sistemlerinin devreye alınması sırasında yapılmalı ve göz önünde bulundurulmalıdır.
- Hava önce sağlık personelinin çalışacağı alandan, daha sonra enfeksiyon kaynağından geçecek şekilde emilmeli ve egzoz edilmelidir.
- Genel hava akış biçimi sağlık personelinin hasta ile egzoz menfezi arasında kalmayacağı bir biçimde dizayn edilmelidir.
- Binadaki hava akış yönleri daha temiz bölgeden kirli bölgelere doğru olmalı, yani
 - Bekleme salonlarından bakım odalarına
 - Koridorlardan hasta odalarına doğru
- Ameliyat ve cerrahi müdahale odası gibi pozitif basınç altında bulundurulmuş bölgelerde öksürmeye veya solunum yollarını tahriş edecek, dolayısıyla aksırmaya neden olan uygulamalardan kaçınılmalıdır.
- Negatif basınç, besleme havasından % 10 veya 90 m³/h fazla hava egzoz edilerek elde edilebilir.
- Oda içindeki negatif basınç havalandırma sisteminin çalışma şeklindeki ufak değişimlerle veya kapıların açılıp kapanmasıyla değişikliğe uğrayabilir.
- Negatif basıncın değeri çok küçüktür ve çok zor ölçülebilir.
- Açık kapı veya kapı altı aralığı gibi boşluklarda oluşan hava akış hızıyla, değişken basınç arasında

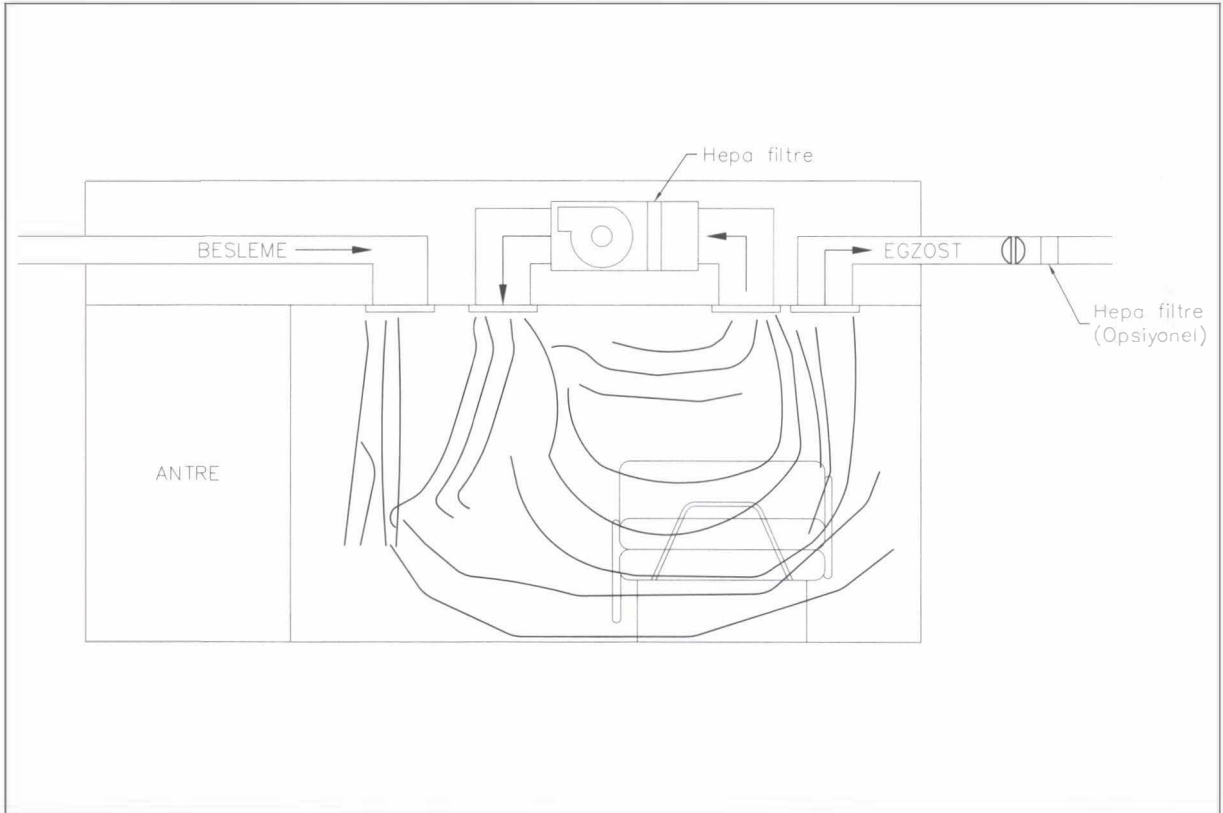
direkt ve öngörülebilir bir bağlantı vardır.

- Bu bağlantı önemlidir çünkü düşük hava hızları, düşük basınç değişimlerine nazaran çok daha hassas ölçülebilir.
- Dinamik ortamlarda 0,1 mmSS'ndan düşük basınç değişimlerini ölçmek çok zordur. Ama 0,1 m/s gibi çok düşük hızlar hassasiyetle ve kolaylıkla ölçülebilir.
- Anlaşılabileceği gibi karantina odalarında basınç farklılıkları yerine hava akış hızlarının ölçülmesi tercih edilir.
- Karantina odalarındaki negatif basınç, günlük olarak aşağıdaki şekilde izlenmelidir:
 - Duman tüpü kullanarak hava akış yönünün gözlenmesi
 - Oda içi ve odayı çevreleyen alan arasındaki basınç farkının ölçülmesi

Bir karantina odası VAV beslemeli ve egzozlu klima havalandırma sistemi ve bunun basınç kontrolü Şekil 7.92'de görülmektedir.

7.21.3.2. HEPA Filtre Kullanımı

Hepa filtre diğer havalandırma sistemlerini destekleyen bir hava temizleme metodu olarak kullanılabilir. A Tipi Hepa filtreler 0,3 mikron ve daha büyük boyutlarındaki partikülleri % 99,97 oranında tutabilmektedir. Hepa filtrelenmiş havanın resirkülasyonu oda için-



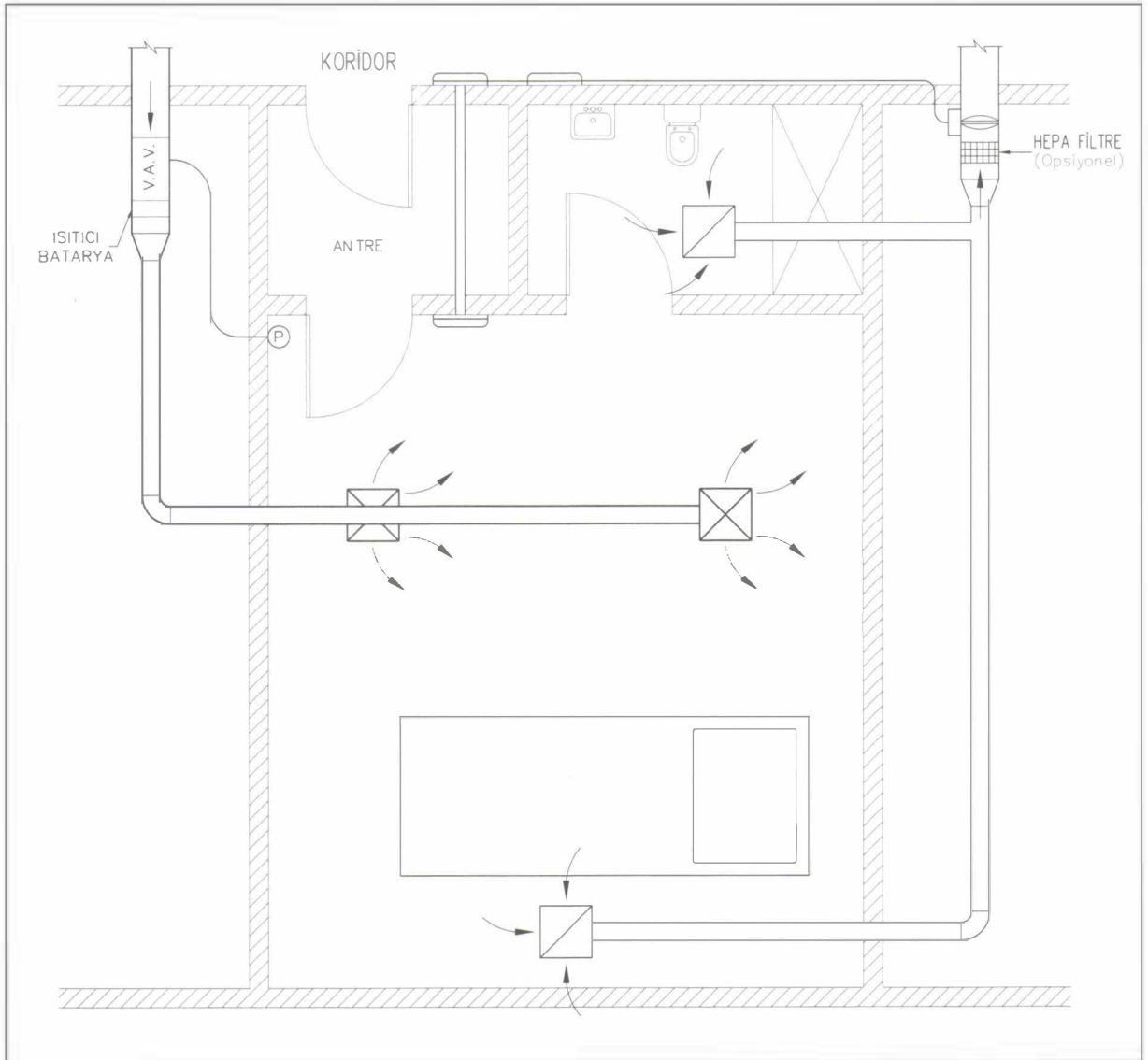
Şekil 7.92. RESİRKÜLE EDİLMİŞ HAVALI KARANTİNA ODASI HAVA AKIM ŞEMASI

deki havanın bir kanalla emilerek hepa filtreden geçirilmesi ve tekrar odaya verilmesi Şekil 7.93'te görülmektedir. Bu teknik aşağıdaki durumlarda kullanılabilir:

- Eğer genel bir havalandırma sistemi yoksa.
- Eğer havalandırma sistemi yeterli hava değişimini sağlayamıyorsa.
- Eğer mevcut havalandırmaya veya basınç düzenlemesine dokunmadan hava temizleme miktarı artırılmak isteniyorsa.
- Dış ortama atılan havanın hepa filtreden geçirilmesi
 - Hava, korumalı odadan direkt olarak dışarıya atılıyorsa çok gerekli değildir.
- Ek bir emniyet olarak kullanılabilir.
- Atılan havanın tekrar sisteme emilmesi riski var ise kullanımı düşünülmelidir.
- Montaj, Bakım ve gözlemlene
 - Filtre montajı filtreler arası ve filtre çerçeve ara-

sı kaçaqları engelleyecek şekilde olmalı.

- İlk montajda, filtre temizliği veya değişiminin sonra kantitatif DOP testi uygulanmalıdır. Bu 6 ayda bir tekrarlanmalıdır.
- Filtrelerin durumunu gözlemek ve değiştirecekleri zamanı belirlemek için sisteme manometre veya diğer basınç algılayıcı bir cihaz yerleştirilmelidir.
- Filtrelere giden kanallara "mikroplu hava" yazılı etiket yapıştırılmalıdır.
- Bir kez kullanılıp atılabilir on filtrelerin takılması HEPA filtre ömrünü % 25 artırabilir. % 90 genişletilmiş yüzeyli kullan-at on filtre takılması durumunda ise HEPA filtre ömrü % 90 arttırılabilir.
- Hepa filtre yeri ve montajı bakım yapılan alana veya havalandırma sistemine mikrop bulaştırmayacak şekilde seçilmeli ve yapılmalıdır. Bakım, solunum maskesi takan yetkili personel



Şekil 7.93. İZOLASYON ODASI VAV BESLEME VE EGZOZLU KLİMA SİSTEMİ KONTROLU

VIII. BÖLÜM

HAVALANDIRMA VE KLİMA TESİSATININ MİMARİ TASARIM ÜZERİNE ETKİSİ

8.1. KLİMA MERKEZİ PLANLAMASI

Bina planlama aşamasındayken, havalandırma ve klima tesisatı da planlanmalı ve buna göre hazırlıklar yapılmalıdır. Klima ve havalandırma tesisatı planlamasında aşağıdaki maddeler dikkate alınmalıdır.

- Uygun bir sistemin seçimi
- Klima santralının konumu ve büyüklüğü, ayrıca bunların ulaşılabilirliği
- Makine odasının ve tesisatın konumu ve büyüklüğü
- Taze hava ve egzoz havası menfez büyüklükleri ve dağılımları
- Kanallar ve şaftlar için yer
- Asma tavan yükseklikleri
- Aydınlatma ve pencere büyüklükleri
- Güneşten korunma
- Ses yalıtımı
- Yangın koruması
- Enerji tasarrufu
- Bakım personelinin eğitimi ve yönlendirilmesi için yeterli zaman
- Üretici firmalarla bakım sözleşmesi

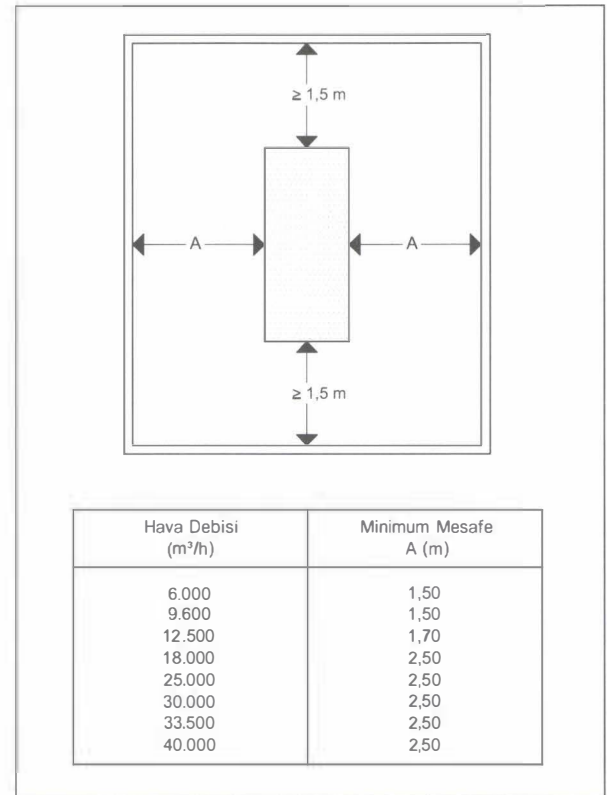
8.2. MERKEZİ HAVALANDIRMA SANTRALLERİ PLANLAMASI

Santraller havalandırma tesisatlarının temel parçalarından biridir ve tasarımını büyük ölçüde etkileyebilecekleri için bunların planlaması, projenin ön planlaması esnasında yapılmalıdır. Santraller tüm tesisat içinde hem fazla yer kaplayan, hem de maliyeti en yüksek olan cihazlardır. Genel anlamda havalandırma ve klima santralleriyle sıcak su, soğuk su ve elektrik üreteçleri arasında bir çok bağlantı olduğundan, tüm cihazlar “teknik kat” da denilen bir tesisat katında toplanmalıdır. Şekil 8.1’de teknik kat planlama örneği görülmektedir.



Şekil 8.1. TESİSAT KATI ŞEMASI

Santraller beslenecek hacim ve oda gruplarına mümkün olduğunca yakın monte edilmelidirler. Uygun hava dağıtım sistemlerine ulaşmak için santraller dikey dağıtımlara (çekirdeklere) yakın yerleştirilmelidirler. Burada akustik problemler önemli bir rol oynar. Günümüzde küçük ve orta büyüklükte tesisatlarda bulunan santrallerde cihazlar paket prensibine bağlı olarak, önceden tamamlanmış, tipleşmiş parçalardan oluşurlar. Böylece hacimler daha iyi kullanılır, tüm tesisatın verimi artar, daha çabuk montaj yapılır ve daha iyi servis verilir. Çatı santrali olarak adlandırılan yeni paket cihazlar mevcut olup, serbest olarak çatı üzerine yerleştirilebilir. Bu cihazlar komple olarak vinçle çatıya çıkarılabileceği gibi, parçalar halinde çatıya çıkartılıp çatı üzerinde monte edilebilir. Kapılar su geçirmez şekilde yapılır. Montajı kolaylaştırmak için çatı betonu atılmadan önce, üzerine çatı santralının montaj ekipmanlarının kolaylıkla bağlanabileceği bir kaide şablonu atılır. Santral çatı betonu ile bağlantılı bir temel üzerinde durur. Şekil 8.2’de santralın çatı kenarına veya duvarlara minimum mesafesi görülebilir.



Şekil 8.2. ÇATIDA BULUNAN SANTRALİN ÇATININ KENARINA VEYA DUVARLARA OLAN MİNİMUM MESAFELERİ

Daha büyük santrallerde, içine girilebilir hava odalarının kullanımının uygun olduğu görülür. Bu hava odaları santralin temizlenmesini ve kontrolünü kolaylaştırmaktadır. Az sayıda büyük santral, çok sayıda bina içinde dağılmış küçük santrallerden daha az bakım ihtiyacı gösterir ve daha az enerji harcar.

8.2.1. SANTRALLERİN YAPISI

Proje esnekliği ve gelecekteki ilavelere kolaylık sağlamak açısından, çatı yapısının taşıyıcı duvarsız, levhalı kirişli veya kasetli çatı şeklinde olması faydalıdır. Hacimler, tesisat elemanlarının montajı, işletmesi ve bakımı için kolaylıkla içine girilebilecek şekilde boyutlandırılmalı ve uygulanmalıdırlar. Bu hacimler yaşama, depolama ve geçiş hacimleri olarak kullanılmamalı ve kilitlenebilir olmalıdır.

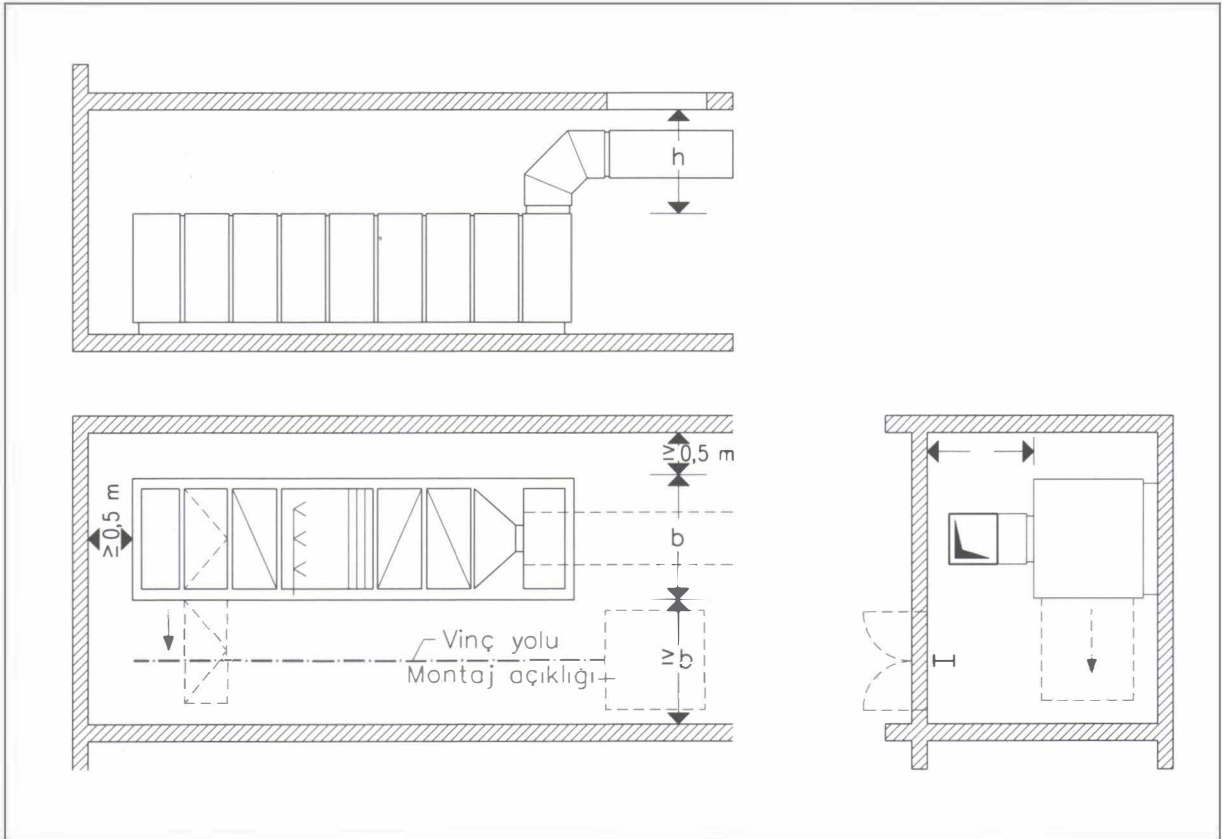
Havalandırma santrali dışarıdan kolaylıkla ulaşılacak bir yerde olmalıdır, bunun dışındaki durumlarda parçaların montaj ve taşınması için yeterli ölçüde montaj açıklıkları bulunmalıdır. Kapıların genişlik ve yükseklikleri, parçaların taşınmasına müsaade edecek ölçüde olmalıdır. Ters hava akımlarını engellemek için kapılar hava geçirmez şekilde yapılmalıdır. Vantilatör işletmesinde kapılar, artı basınçlı odalarda içeri doğru açılmalı, eksi basınçlı odalarda dışarı doğru açılmalıdır. Makinaların odayı çevreleyen duvarlara mesafesi

minimum 0,5 metre olmalıdır. Sık olarak bakım ihtiyacı gösteren parçaların, örneğin filtreler önünde, montaj ve demontaj için yeterli genişlikte bir müdahale kapısı bulunmalıdır. Aynı konu santrali oluşturan parçalar arasındaki boşluk için de geçerlidir. Tavana olan mesafede kanal bağlantı boğazının yüksekliğine dikkat edilmelidir. Şekil 8.3'te makinaların ve parçaların odayı çevreleyen duvarlara mesafesi için referans değerleri gösterilmektedir.

Duvarlar, tavan ve döşeme, temizliği kolaylaştırmak ve toz toplanmasını engellemek için düzgün olarak sıvanmalı, perde beton veya fayans kaplanmalıdır. Buralar yangına dayanıklı olmalı ve yanıcı malzemeler ile kaplanmamalıdır. Aynı konu cihaz gövdesi ve makine parçalarının çerçeveleri, özellikle hava filtreleri için de geçerlidir. Kapaklar en azından yangın durdurucu özellikte olmalıdır.

Santraller yeterince aydınlatılmalıdır. Vantilatörlerin tamamı, yangın anında elle devre dışı bırakmaya izin verecek şekilde acil kapatma tertibatları ile donatılmalıdırlar. Acil kapatma tertibatları kolayca ulaşılacak bir yerde bulunmalıdır.

Dönüş havası ve daha çok duman kontrolü için çalışan cihazlarda vantilatör motorları, ortam sıcaklığı +70°C'nin üzerine çıkınca otomatik olarak kapatacak şekilde olmalıdır.



Şekil 8.3. MAKİNAVE TEÇHİZATIN ODAYI ÇEVRELEYEN ALANLARA OLAN MESAFE ÖLÇÜLERİ

Yüksek binalarda, yüksek bina yönetmeliğine göre havalandırma ve klima santralleri şehir şebekesinden bağımsız olan ve enerji kesilmesinde otomatik olarak devreye giren bir enerji kaynağına sahip olmalıdır.

Soğutma veya nemlendirici serpantinlere sahip santraller, yoğunlaşma suyunun veya taşabilecek suyun atılması ve cihaz içindeki suyun boşaltılabilmesi için yerden atık su bağlantısına sahip olmalıdır.

Eğer santralin bulunduğu oda başka odaların üzerinde yer alıyorsa, bu odanın döşemesi su geçirmez şekilde yapılmalıdır.

Santrallerin üzerinde bulunan odalarda havaya yayılan ses sebebiyle gürültü yükü oluşmaması için, santrallerin duvarları, üst tarafları ve zeminleri yeterli ses izolasyonuna sahip olmalıdır (DIN 1946 1.3.2).

Cihaz üzerindeki motor, pompa ve vantilatörlerden binaya geçebilecek titreşimleri engellemek için, cihazlar esnek takoz veya kaideler üzerine oturtulmalıdır. Cihaz içinde bulunan motor, pompa, vantilatör, serpantin ve odacıkların ağırlığının bina üzerinde ilave bir yük getirmemesi için, bu yükler binanın statik hesabı yapılırken dikkate alınmalıdır.

Santrallerin binaya yükü 1.000-1.500 kg/m²'dir. Burada özel kaidelerin ağırlığı da dikkate alınmıştır. Burada dikkate alınmayan ise duvar örülmüş veya betonlanmış hava odalarının ağırlığı ve döşeme için yerleştirilen beton plakaların ağırlığıdır.

8.2.2. SANTRALLERİN YER İHTİYACI

Santrallerin yer ihtiyacı tesisin kapasitesine bağlıdır. DIN 1946 Bölüm 1.3.22'de santrallerin yer ihtiyacı ile ilgili yaklaşık ölçüler verilmiştir. *Tablo 8.4*'te DIN 1946'ya dayanılarak farklı santraller için gerekli olan taban alanı ve tavan yükseklik ölçüleri listelenmiştir. Taban alanı ihtiyacı emme ve basma vantilatörlü santraller için geçerlidir. Burada bina tipi ve inşaat şartlarına bağlı olarak daha yüksek veya daha düşük değerlerin çıkabileceği unutulmamalıdır. Tek cihaz kullanımda yer ihtiyacı daha azdır. Bu yüzden zamanında üretici firma ile temasa geçmek faydalıdır.

8.2.3. SANTRALLERİN DÜZENLENMESİ

Havalandırma santrallerinin yerleştirileceği yer ilk olarak bina tasarımına bağlıdır. Santralin servis vereceği katların sayısının yanında, kat alanı, sabit noktaların yeri ve tipi, havalandırma tesisinin istenilen ikmal süresi de bu düzenlemede önemli rol oynar.

Bir santral ile, kat alanına da bağlı olarak, bir binada 10 kata kadar servis verilebilir. Bu santral bodrum katı olabileceği gibi, binanın çatısında da bulunabilir. Yüksek bloklarda, santral tercihen binanın ortasında bulunan bir tesisat katına konulabileceği gibi; biri bodrumda diğeri ise çatıda bulunan iki santral da kullanılabilir.

8.2.4. SANTRALİN BODRUMDA BULUNMA DURUMU

Santralin bodrumda bulunması durumunda katlardaki faydalı hacimler zarar görmez. Makinaların ve cihazların ağırlıklarının bina konstrüksiyonu üzerinde çok az etkileri vardır. Montaj ve ses izolasyonu da kolaylıkla halledilir. Makinaların montajı ve değişimi için yeterli montaj açıklıklarının bırakılması düşünülmelidir. Bodrum katı yüksekliği 3 metrenin altında olmalıdır (*Şekil 8.5*).

Taze hava mümkün olduğunca toprak seviyesinin üzerinden alınmalıdır. Böylece daha kısa kanal kullanılabilir. Bina çekirdekleri, sadece katların emiş ve basma kanallarının yükünü taşır. Eğer konum itibarı ile dış hava çatıdan emiliyorsa, dış hava emiş kanalı tüm bina boyunca götürülmelidir.

8.2.5. SANTRALİN ÇATIDA BULUNMA DURUMU

En üstte teknik ekipmanlar bulunan binalarda (asansör, makine dairesi vb) tüm teknik makine dairelerinin çatıda bulunması tavsiye edilir. Hava emişi direk olarak çatıdan yapılabilir. Bodrum katı depo veya başka amaçla kullanılabilir (*Şekil 8.6*).

Binanın statik ve tasarım açısından ön planlaması yapılırken, çatıya konacak olan makine ve teçhizatın ağırlıkları ve bunların gelecekteki tamir ve değişime

Hava Debisi (m ³ /h)	Havalandırma Santrali		Klima Santrali		Yükseklik (m)
	Boy x En (m)	Alan (m ²)	Boy x En (m)	Alan (m ²)	
5.000	4,0 x 2,0	8	4,7 x 2,4	11	2,4
10.000	4,7 x 2,4	11	5,8 x 2,9	17	2,4
20.000	5,8 x 2,9	17	6,8 x 3,4	23	2,6
30.000	6,8 x 3,4	23	7,7 x 3,9	30	2,8
50.000	7,7 x 3,9	30	8,6 x 4,4	38	3,0
75.000	8,6 x 4,4	38	10,2 x 5,1	52	3,0
100.000	10,2 x 5,1	52	12,0 x 6,0	72	4,0
150.000	11,2 x 5,7	64	13,4 x 6,6	88	4,5

Tablo 8.4. HAVALANDIRMA SANTRALİNİN YAKLAŞIK YER İHTİYACI

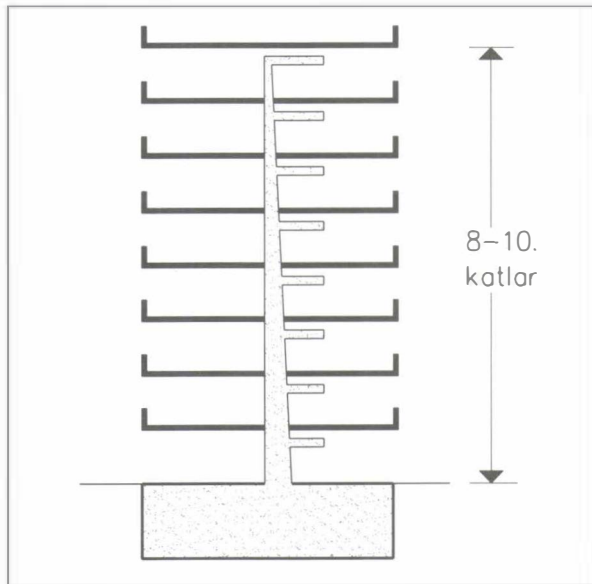
durumları dikkate alınmalıdır. Bunlara ilaveten titreşim ve ses izolasyon önlemleri de düşünülmelidir. Teknik katın ses izolasyonunun çift cidarlı bir inşaat tekniği ile çözülebilmesi mümkün olup, bu bina tasarımı- nı etkileyecek bir karar olacaktır.

8.2.6. SANTRALİN ARA KATTA BULUNMA DURUMU

Bu uygulamada santral binada yukarıya ve aşağıya doğru yaklaşık aynı sayıda kata servis verir. Daha önce santralin çatıda bulunma durumunda belirtilen tasarım problemleri bu uygulamada artan zemin yükünden ve gerekli olan ilave ses izolasyon tedbirlerinden dolayı aynıdır. Ses izolasyon tedbirleri santralin bulunduğu katın bir üstü ve bir altı için özel olarak düşünülmelidir. Bu uygulamada makinaların tamiri ve değiştirilmesi diğer uygulamalara göre daha zordur. Santrallerin ara kat uygulamalarının en önemli avantajı kanal kesitlerinin daha küçük çıkmasıdır. Kanal uzunluklarının optimizasyonu için dış havanın direk olarak ön cepheden emilmesi tavsiye edilir (Şekil 8.7).

8.2.7. SANTRALLERDEN BİRİNİN BODRUMDA DİĞERİNİN ÇATIDA BULUNMA DURUMU

Bu uygulama normalde sadece çok yüksek binalarda, tek santralin yetmediği durumlarda kullanılır. Daha da yüksek binalarda ise, hem bodrumda, hem çatıda hem de ara tesisat katında santral uygulaması mümkündür (Şekil 8.8). Tesisat şaftlarının ekonomik kullanımı için, egzoz ve basma santralleri ve kanalları Şekil 8.9'da görüldüğü gibi düzenlenebilir. Burada kanal çapı santralden uzaklaştıkça küçülmesinden yararlanılmaktadır. Dönüş havalı sistemlerde, bu uygulama çok mantıklı değildir.



Şekil 8.5. SANTRALİN BODRUM KATTA OLMASI

8.3. TAZE HAVA VE EGZOZ MENFEZLERİ PLANLAMASI

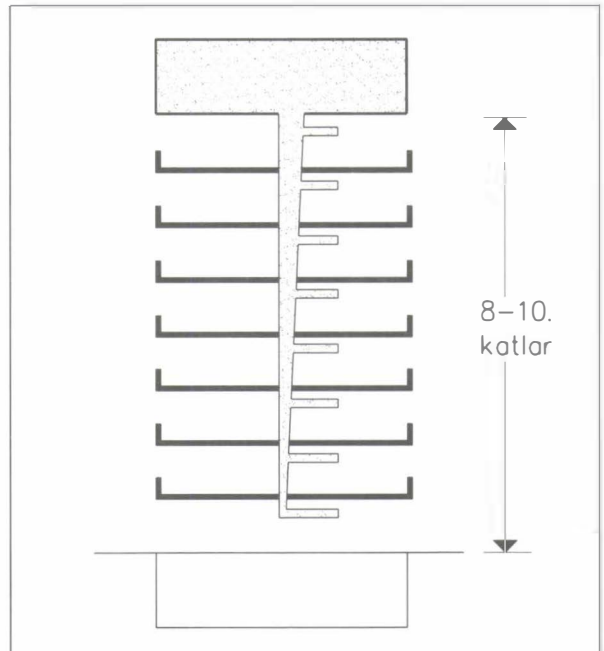
Dış hava emiş menfezleri mümkün olduğunca toz, is, egzoz gazı ve kokulardan ve direk olarak güneş ışığından etkilenmeyecek yerlere yerleştirilmelidirler. Bu, özellikle uygun menfez yeri bulmanın zor olduğu şehir içi uygulamalarda daha önemlidir. Emiş menfezinin yeri hava kalitesi açısından da değerlendirilip düşünlümelidir.

Bunların yeri, üstten görünüşe, bina yüksekliğine, havalandırma menfezlerinin büyüklüğüne ve yerleşimine, ayrıca binadaki dış havadan oluşan basınç dağılımına bağlı olarak etkilenir.

Dış hava emiş menfezleri, filtre edilmemiş havanın uzun kanallarda taşınmasını engellemek için, santralin çok uzağında bulunmamalıdır. Eğer uzun kanal konstrüksiyonu engellenemiyor ise, emiş menfezinden hemen sonra bir ön filtre ile emiş havası ön filtrelemeye tabi tutulmalı ve asıl filtreleme ilaveten mutlaka santralde gerçekleşmelidir.

Genel olarak dış hava emiş menfezlerinin seçiminde ve yerleşiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Havanın servis verilecek binanın kuzey veya doğu tarafından ve mümkünse hakim rüzgarın tersi yönünden emilmesi
- Emiş yerinin mümkün olduğunca serbest ve yüksek bir yerde olması
- Yer seviyesinin üstünden direk emiş yapılmasına sadece yeşil alanlarda izin verilmesi ve izinsiz müdahale edilmemesi için ızgaralı olmaları
- Hava alışının cadde tarafından olmaması



Şekil 8.6. SANTRALİN ÇATIDA BULUNMASI

- Teraslardan emiş durumunda, güneş ışınlarının yönüne göre havanın gereğinden fazla ısınmaması
- Ancak çok yüksek binalarda ve santral aynı yükseklikte ise binanın ortasından emiş yapılması
- Çatı üzerinden emiş durumunda ana rüzgar yönüne dikkat edilmesi; yazın güneş ışınları etkisiyle çatı üzerinde aşırı ısınmış hava akımı, kışın ise baca gazları sebebiyle çatı üzerinde kirli hava oluşabilir, bu yüzden mümkün olduğunca yüksek ve serbest emiş yapılmasına dikkat etmek gereklidir.

8.3.1. EGZOS HAVASI ATIŞ MENFEZLERİNİN YERİ

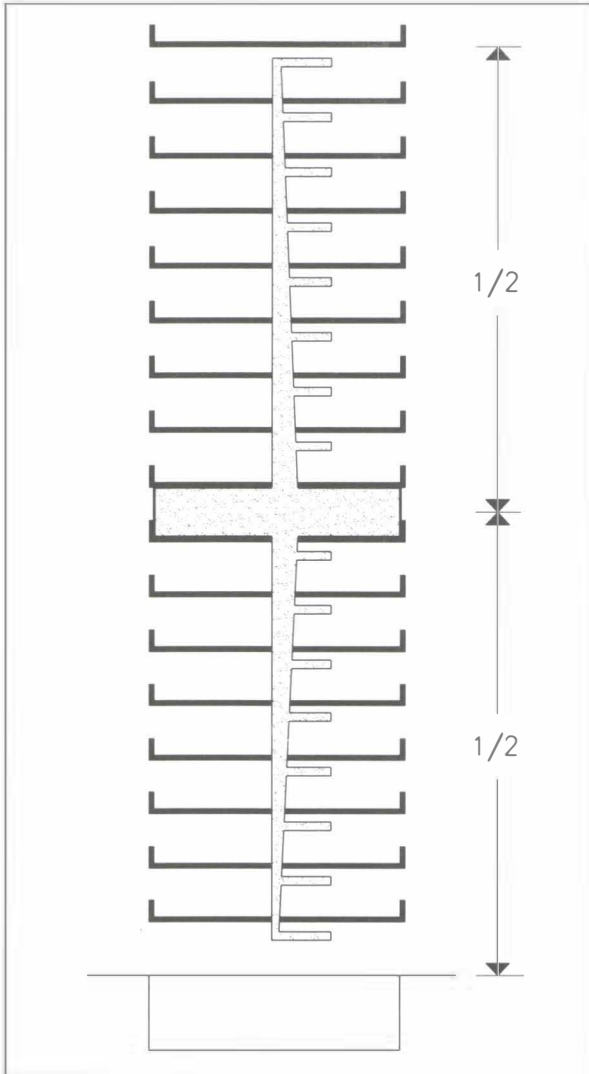
Egzoz havası mümkün olduğunca en kısa yoldan direk olarak dışarıya atılmalı, böylece bunun çevreye olan etkisi azaltılmalıdır. Alçak bir seviyeden egzoz havasının atılmasında, egzoz havasının, yakında bulunan bina veya hacimlere by pass sebebiyle dış

hava olarak tekrar emilme riski vardır. Bu sebepten dolayı dış havanın emiş menfezleri ve egzoz havasının atış menfezleri ne aynı seviyede olmalıdırlar ne de bir binanın aynı tarafında bulunmalıdırlar.

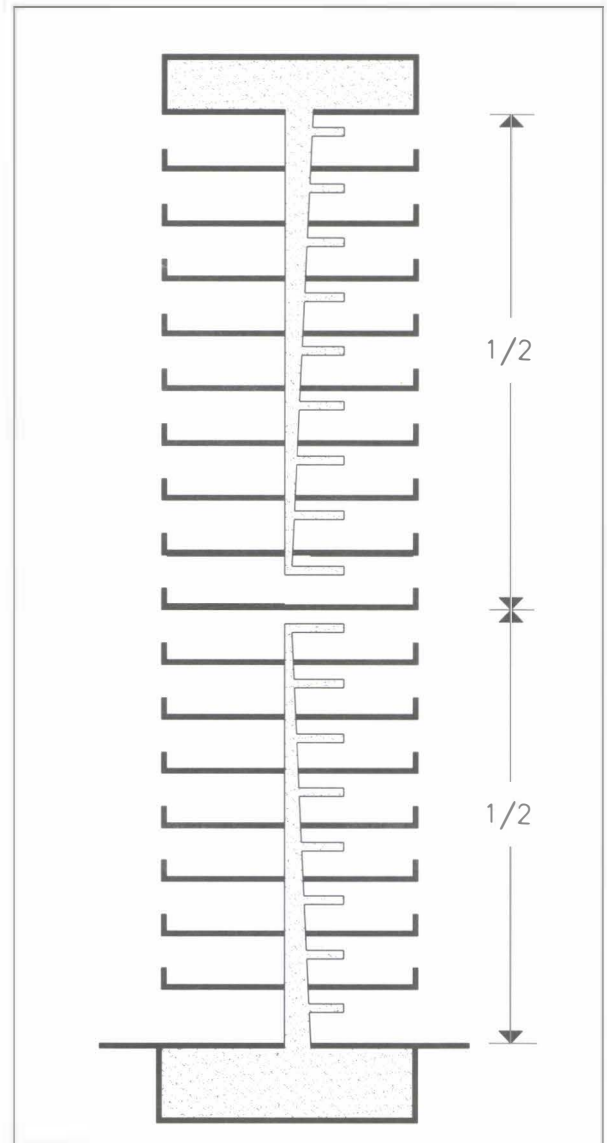
Eğer dış hava emişi ve egzoz havası atışı çatıdan yapılıyorsa, ana rüzgar yönüne dikkat edilmesi gereklidir. Ana rüzgar yönüne doğru bakıldığında her zaman önce dış hava emişi daha sonra egzoz havası atışı yerleştirilmelidir. Bunun tersi yapıldığında egzoz havası tekrar içeri emilebilir (Şekil 8.10).

Bir adım ileride ise oluşan rüzgar basıncının egzoz havası çıkışı üzerinde etkisinin olmaması gerektiğine dikkat edilmelidir.

Egzoz atışının yerleşimi çatı yüksekliğinden yapılıyorsa, bu atış problemsiz bir atışı garanti edecek şekilde çatının tepesinden yapılabilir. Çatı çıkıntılarının altından yapılan atışlarda cephede kirlilik



Şekil 8.7. SANTRALİN
TESİSAT KATINDA BULUNMASI



Şekil 8.8. SANTRALİN
BODRUM VE ÇATIDA BULUNMASI

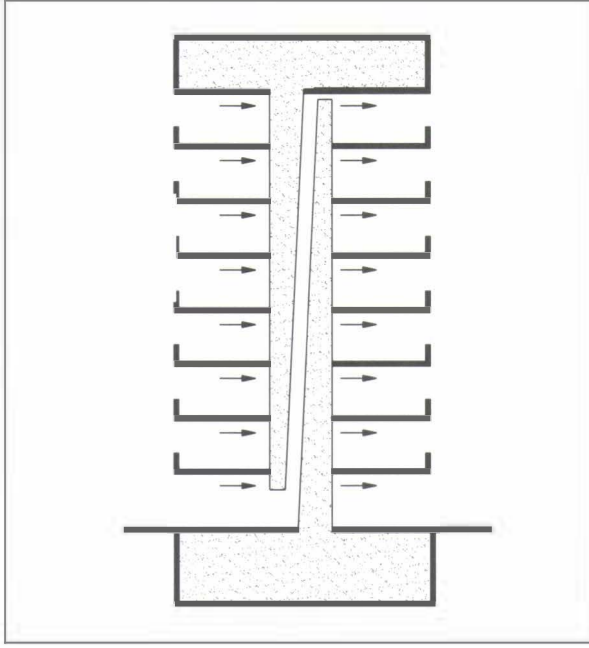
oluşabilir ve bu atışlar egzoz atışının problemsiz olacağını garanti etmez.

Eğer egzoz atışı dış duvar üzerinde bulunan menfezler vasıtası ile yapılacaksa, bu menfezler yoldan geçenleri etkilememek için arazi kotunun en az 3 metre üzerinde bulunmalıdır.

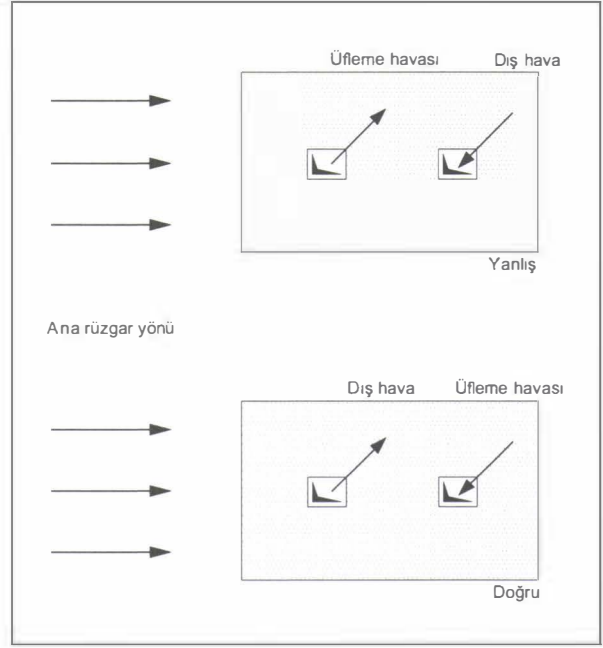
Eğer egzoz atışı yer seviyesinden yapılacaksa, atış yeri, izinsiz kişilerin ulaşamayacağı bir yerde olmalı, su, toz vs. girmesi engellenmeli ve yoldan geçenleri etkilememelidir.

8.3.2. SU PERDESİ ÜZERİNDEN HAVA EMİŞİ

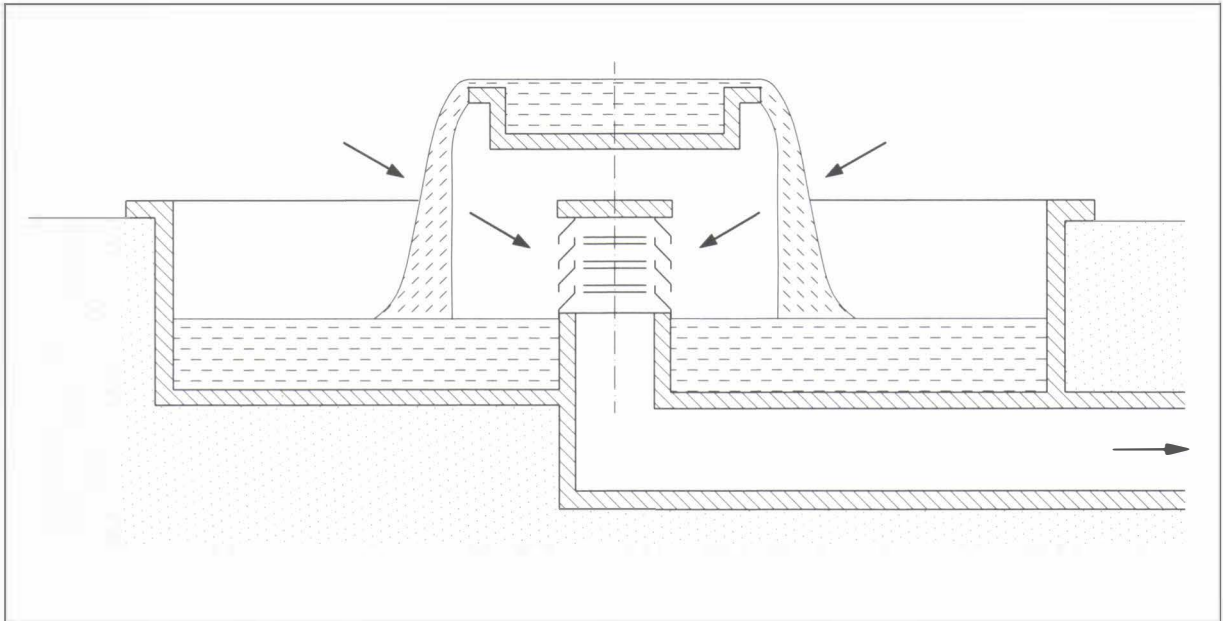
Kuru iklim bölgelerinde (Diyarbakır gibi) evaporatif soğutma avantajını kullanmak için dış hava süs havuzlarında Şekil 8.11'de görülen su perdesi üzerinden de emilebilir. Böylece emilen hava bir miktar soğutulmuş olur, bu soğutma her zaman yaklaşık 3-4 derece mertebelerine ulaşır. Bununla beraber emilen hava içinde bulunan toz ve kir su perdesi üzerinde kalır. Bu tarz bir emişte korozyona dayanıklı ekipmanların kullanılmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 8.9. EGZOZ VE ÜFLEME SANTRALİN HACİMSEL AYIRIMI



Şekil 8.10. ANA RÜZGAR YÖNÜNE BAĞLI OLARAK HAVA ÜFLEME VE EMİŞ MENFEZLERİNİN YERİ



Şekil 8.11. HAVUZ ÜZERİNDE HAVA EMİŞ ŞEMASI

8.4. BİNALARDA KANAL UYGULAMASI VE HAVA DAĞITIMI

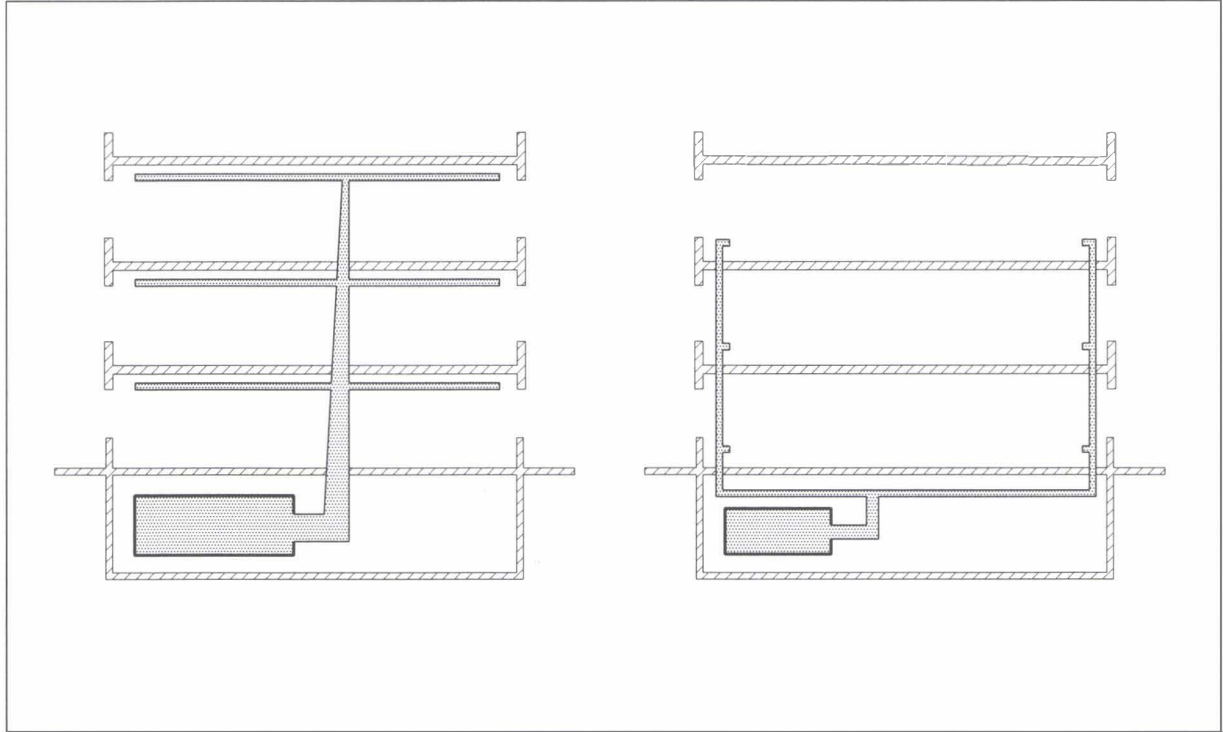
Mimarlar ve projeciler için santrallerin yanında havalandırma tesisinin kanal ağı ve hava dağıtımı proje tasarım aşamasında önemlidir. Tesisatların yatay ve dikey kanalları, binanın temel tasarımını en az etkileyecek şekilde ve kanal uygulaması için yeterince yer kalacak şekilde yapılmalıdır.

Şekil 8.12 ve Tablo 8.13'te aynı bina için farklı klima tesisatlarında hava hazırlama ve dağıtım uygulamaları için birbirinden ne kadar farklı yer ihtiyacı olduğu görülmektedir.

Farklı tesis uygulamalarının kanal kesitleri üzerinde etkilerini göstermek için, Tablo 8.13'te karşılaştırma aynı hava hızları için yapılmalıdır. Ancak primer havalı ve endüksiyon cihazlı klima, tesislerinin yüksek hava hızları ile çalıştıkları gerçeği dikkate alındığında, bu sistemler karşılaştırmada daha da iyi duruma gelirler.

8.4.1. CEPHEDE VE BİNA ÇEKİRDEĞİNDE DÜŞEY KANAL UYGULAMASI

Üfleme havasının içeri nüfuz etme mesafesi sistemlerden bağımsız olarak yaklaşık 7 metre olup, ancak derinliği 16 metreden küçük olan binalarda iklimlendirme



Şekil 8.12 TEK KANALLI KLİMA SANTRALİ İLE ENDÜKSİYON CİHAZLI TAZE HAVA SANTRALİNİN ŞEMATİK KARŞILAŞTIRILMASI

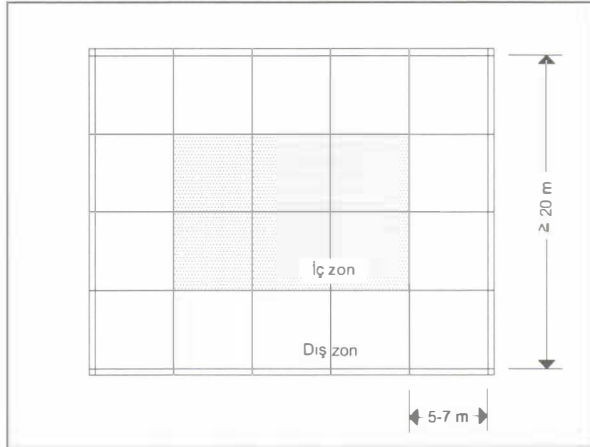
		Tek Kanallı Klima Tesis	Çift Kanallı Klima Tesis	Endüksiyon Cihazlı Taze Hava Santrali
Klimatize Edilecek Hacim	(m ³)	1.000	1.000	1.000
Hava Değişimi	(1/h)	6	6	6
Odada Gerekli Egzoz ve Üfleme Miktarı	(m ³ /h)	6.000	6.000	6.000
Kanal Boyutlandırılması İçin		6.000	9.000 ¹⁾	2.100 ²⁾
Hava Hızı	(m/s)	8	8	8
Gerekli Üfleme Havası	(m ²)	0,208	0,312	0,073
Kanal Çapı	(%)	100	150	35
Gerekli Egzost Havası	(m ²)	0,208	0,208	0,073
Kanal Çapı	(%)	100	100	35

Tablo 8.13. AYNI ODA HACMİ İÇİN FARKLI İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE KANAL KESİTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

imkanı sağlamaktadır. Derinliği 16 metreden büyük olan binalarda hava beslemesi çevre ve çekirdek olarak mutlaka ikiye bölünmelidir.

Farklı yönlerdeki cephelerde, farklı ve değişken iklimlendirme ihtiyacı klima tesisi tarafından optimal olarak dengelenmesi için sistemde Şekil 8.14'te görüldüğü gibi bir iç ve dış zon bölünmesi uygulanmalıdır. Burada bireysel olarak ve gerekliliklere göre iç ve dış zonları farklı klima sistemleri ile donatmak ve gerek iç gerekse dış zonları kendi içinde alt zonlara ayırmak mümkündür.

Sürekli değişken iklimsel etkilere maruz kalan dış zonlarda genelde 5-7 metre derinlik alınmalıdır. Dış zonların mümkün olduğunca düşük ilk yatırım ve işletme maliyetleri ve mümkün olduğunca az yer kullanarak çözülebilmesi için en uygun sistem tam havalı VAV veya primer havalı fan coil cihazlı klima tesisleridir. Tesisin optimal çalışabilmesi için, farklı yönlerdeki cephelerde dış zonlar bir çok zona ayrılmaktadır.



Şekil 8.14. BİNANIN İÇ VE DIŞ ZONLAR OLARAK BÖLÜNMESİ

8.5. HAVA KANALLARI UYGULAMA ALTERNATİFLERİ

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

8.5.1. YATAY KANAL UYGULAMASI

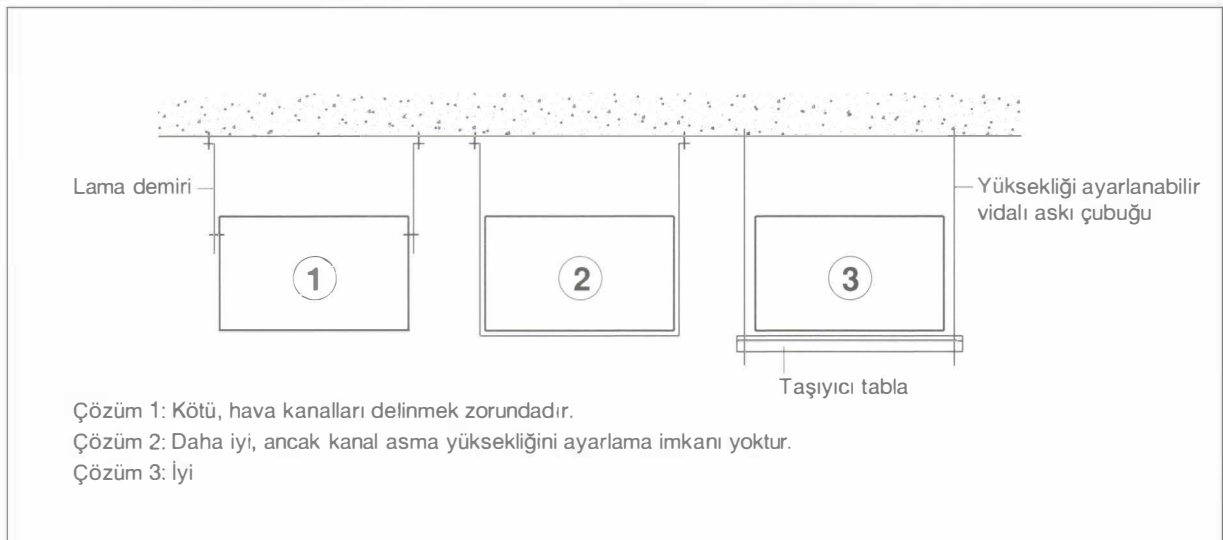
8.5.1.1. Tavan Altına Tespit Etme

Havalandırma kanalları köşebent demirinden taşıma askıları üzerine monte edilirler ve bu askılar tavana sabitlenirler (Şekil 8.15).

Titreşimle ses taşınmasını engellemek için, tavana sabitleme esnasında ses yutucu elemanlar kullanılabilir. Kanalların duvara montajı da mümkündür.

8.5.1.2. Yükseltilmiş Döşemede Montaj

Bilgi işlem vs. gibi özel odalarda yükseltilmiş döşeme gerekli olabilir. Yükseltilmiş döşemeler ile istenilen noktalarda telefon, elektrik, bilgisayar gibi hatların alınabilmesi ve tesisata kolay ulaşım imkanı yaratılır. Taşıyıcı tabana döşeme alt konstrüksiyonu yapılması gerekir. Kaba taban ile döşeme arasında boşluk bırakılır ve kanalların buradan geçmesi sağlanır. Kaldırılabilen taban plakaları ile hatlara ve kanallara kolayca ulaşılır. Şekil 8.16, 17 ve 18'de yükseltilmiş döşemelerde konstrüktif yapı örneklerini göstermektedir.



Şekil 8.15. HAVA KANALLARININ FARKLI ASMA ŞEKİLLERİ

8.5.2. DİKEY KANAL UYGULAMASI

8.5.2.1. Şaftlarda Montaj

Dikey kanal uygulamalarında şaft kullanımı söz konusu ise, şaftlar mümkün olduğunca sınırlı alanda kullanılmalıdır. Bina çekirdeğinin dışı (sabit noktalar), en uygun yerlerdir. Şaftların çekirdeklerin iç zonlarına yerleştirilmeleri, genelde yatay dağıtımında zorluklar getirmektedir (Şekil 8.19).

Şaftlar kolay ulaşılabilir yerlerde olmalıdırlar. Bu sebepten dolayı sabit noktaların geçiş noktalarından geçilebilecek şaftlar iyi çözümlerdir.

Küçük boyutlu binalarda merkezi şaftlar avantajlıdır. Büyük boyutlu binalarda (büyük hacimli bürolarda), özellikle yatay kanal dağıtımı için gerekli olan montaj yüksekliğinin az bırakılması gerekli ise, merkezi şaft alanı içinde hava kanallarının yığılması söz konusu olmaktadır. Şaftın içinden geçmesi gerekli olan boşluklarda bu durumda çoğunlukla statik problemler çıkmaktadır (Şekil 8.20 ve 21).



Şekil 8.16. TAŞIYICI AYAK ÖRNEĞİ



Şekil 8.17. YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEME KONSTRÜKSİYONU

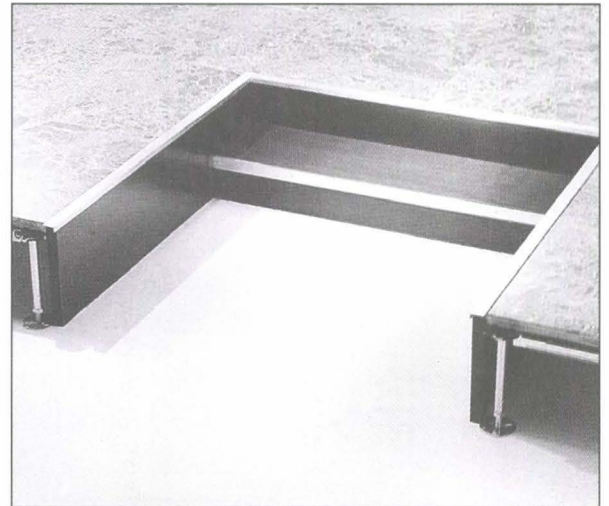
Merkezi şaft, egzoz ve üfleme kanallarının yerleşimi için iki veya üçe bölünürse, yatay kanal sistemi kesişmeden yerleştirilebilir ve montaj yüksekliği azaltılabilir. Hava kanallarının şaft duvarlarına montajı için bağlama rayları kullanılır. Tesisat montajı sırasında şaft içinde çalışabilmek için gerekli iskele veya kalas koymaya uygun önlem betonarmede alınmalıdır.

Şaftlar kendi başlarına yangını kesici bölümler olarak görülmeli ve en azından yangın engelleyici kapılar ile donatılmalıdırlar. Hava kanallarının yatay dağıtım geçiş noktalarında yangın koruma damperleri kullanılmalıdır. Bir şaft için gerekli olan alan hesaplanırken, içinde bulunacak kanalların toplam kesitine ilerde yapılacak eklemeler için bir miktar yedek alan ve içeri girip montaj yapmak için yeterli olacak alan ilave edilir (Şekil 8.22). Yedek alan çok küçük tutulmamalıdır. Tablo 8.23'te şaftlarda hava kanalları için yer ihtiyacı verilmiştir.

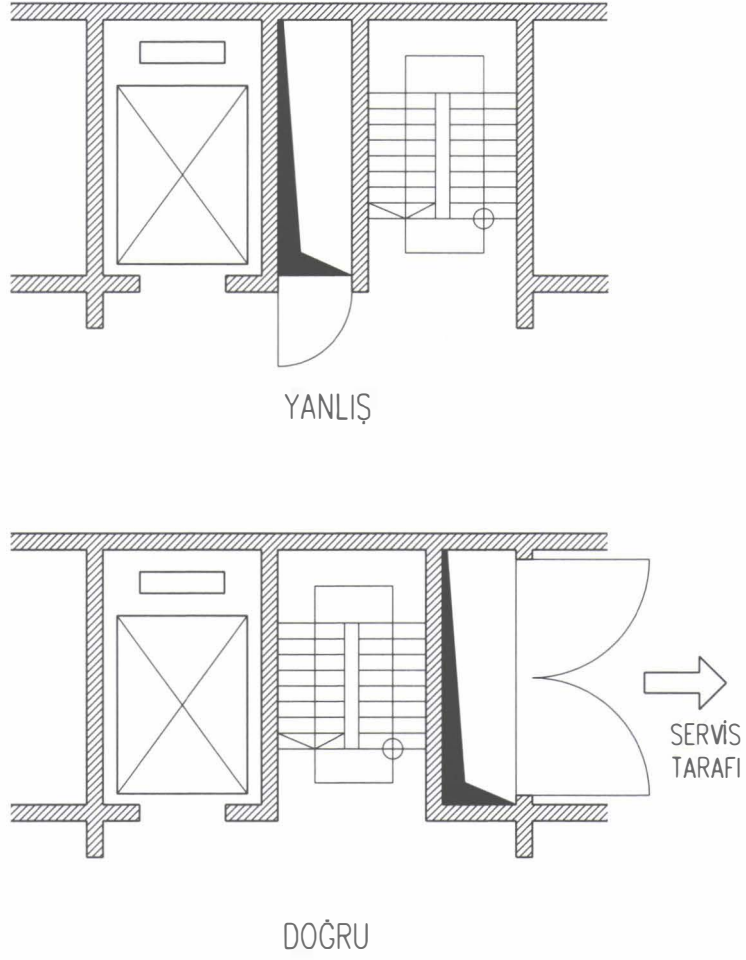
Su taşıyan boruları da aynı şaft içinde hava kanalları ile beraber monte etmek mümkündür. Burada dikkat edilmesi gereken husus, su borularının hava kanallarının önünde ikinci sırada olmasının engellenmesidir (Şekil 8.24).

Tamir esnasında mutlaka zorlukların çıkacağı unutulmamalıdır. Ancak kanalın her iki taraftan kolayca ulaşılabilir olması için küçük bir kanal parçasının dışarı alındığı kanallarda da temizliğin zor olduğu unutulmamalıdır. Daha büyük tesislerde su taşıyan borular için sıhhi tesisat şaftı yapılarak su boruları ile hava kanallarının istenmeyen kesişmeleri engellenebilir.

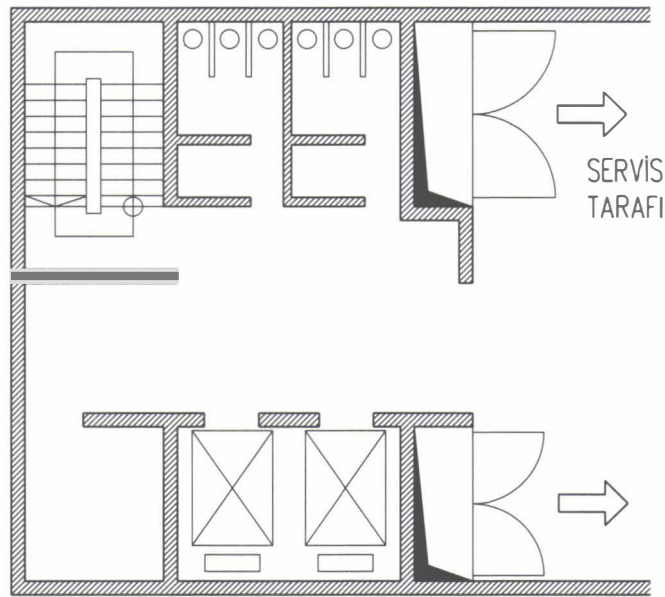
Santral çıkışında kanal düzenlemesi Şekil 8.25 ve 26'da santralin bulunduğu mekanik odadan ana kanal çıkışında uygulamada karşılaşılan doğru ve yanlış çözümler gösterilmiştir. Perde beton nedeniyle oluşan yanlış çözümde ana kanal bir U yapmaktadır. Bu basınç kayıplarına ve ses oluşumuna neden olduğu gibi yer kaybı meydana gelmektedir. Perde duvar kaydırılarak doğru çözümde ana kanalın düz çıkması sağlanmıştır.



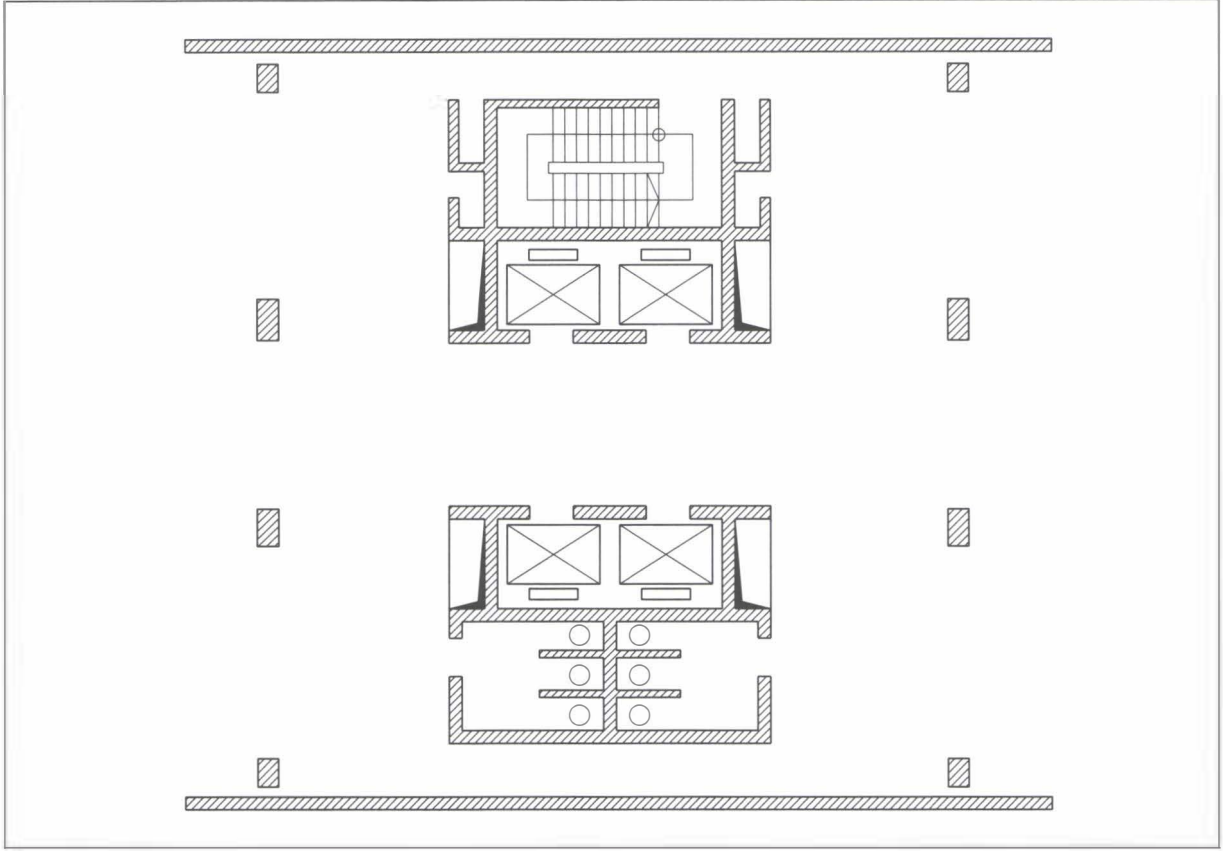
Şekil 8.18. BİTMİŞ YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEME



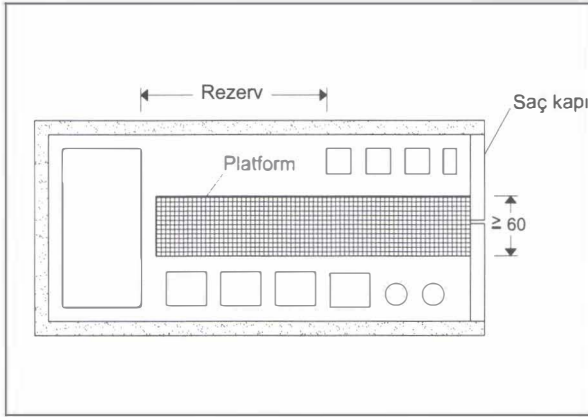
Şekil 8.19 . ÇEKİRDEK ŞAFTLARIN YERLEŞİMİ



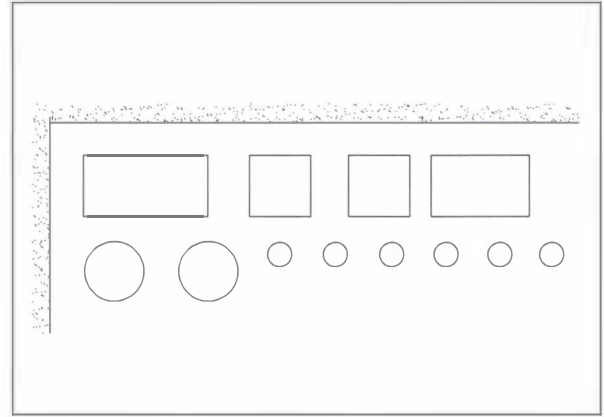
Şekil 8.20. 5 KATLI BİRİŞYERİ BİNASININ ÇEKİRDEĞİ



Şekil 8.21. 18 KATLI YÜKSEK BÜRO BİNASININ ÇEKİRDEĞİ



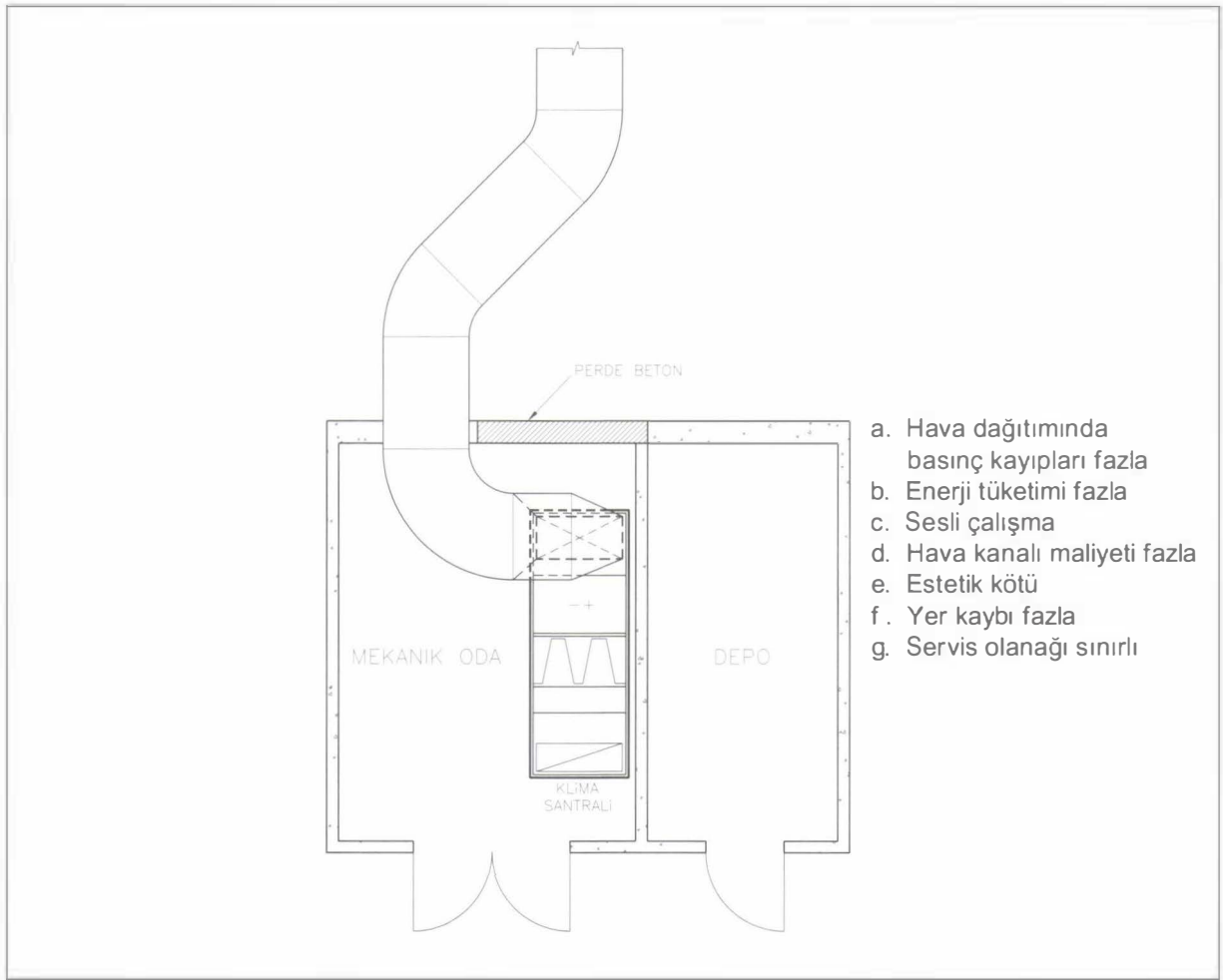
Şekil 8.22 HAVA KANALLARI TOPLAMA ŞAFT KESİT ŞEMASI



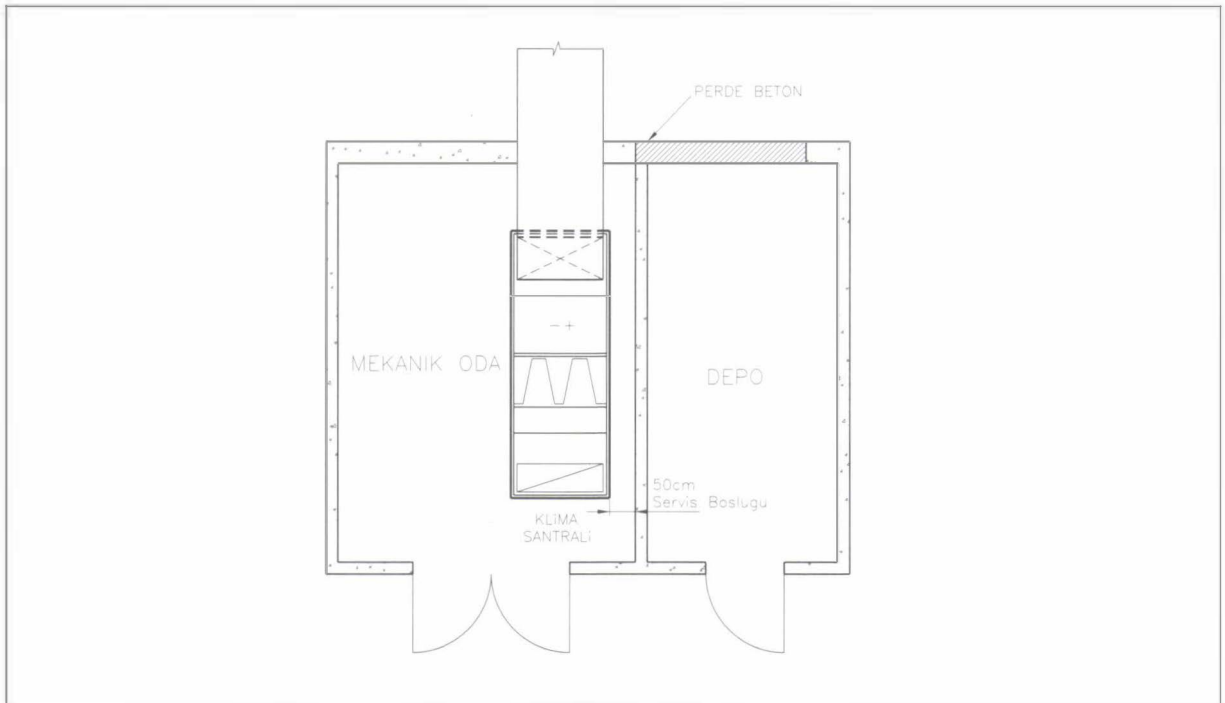
Şekil 8.24 HAVA KANALLARINDAN ÖNCE BORU HATLARININ YANLIŞ

Debi (m ³ /h)	Havalandırma Santrali		İki Kanallı Tesisat Yüksek Hız (m ²)
	Yüksek Hız (m ²)	Düşük Hız (m ²)	
10.000	0,9	1,1	1,4
25.000	1,6	2,0	2,5
50.000	2,9	3,7	4,5
75.000	4,1	5,4	6,5
100.000	5,3	7,0	8,5
150.000	7,8	10,4	12,0

Tablo 8.23 ŞAFTLARDA HAVA HATLARININ YER İHTİYACI



Şekil 8.25 ANA KANAL DÜZENLEMESİNDE YANLIŞ ÇÖZÜM



Şekil 8.26. ANA KANAL DÜZENLEMESİNDE DOĞRU ÇÖZÜM

IX. BÖLÜM

HAFTASONU EVLERİ, VİLLALAR

9.1. ISITMA

9.1.1. VİLLALARDA YAKIT SEÇİMİ

Yakıt seçiminde en etkili kriterler işletmede ucuzluk, konfor, temizlik (veya kirlilik), emniyet, depolama ihtiyacı, çevreye en az zarar verme, kullanım kolaylığı (otomatik kontrole uyum) ve yanımada oluşan ses seviyesi olarak sıralanabilir. Özellikle de villalarda ve hafta sonu evlerinde depolama ihtiyacı ile kullanım kolaylığı öne çıkmaktadır.

Yakıtların bu özellikleri karşılaştırıldığında doğal gaz, villalar ve diğer tüm bina tipleri için tartışmasız en uygun seçenek olarak ilk sırada tercih edilmektedir. Doğal gazlı cihazlarda özellikle yoğuşma teknolojisi ile birlikte artan verimler, bu özelliği ciddi oranda desteklemektedir. Ülkemizde doğal gaz ağının yaygınlaşması ile birlikte LNG (sıvı doğal gaz) ve CNG (sıkıştırılmış doğal gaz) sektörleri de gelişmiş, doğal gazın henüz ulaşmadığı, yerleşim birimlerinden uzakta olan villa ve hafta sonu evlerinden oluşan sitelerde de kullanılması sağlanmıştır. Esasen doğal gaz ile aynı özelliklere sahip olsa da, depolama ve kullanım kolaylığı konularında LNG ile CNG farklı sınıfta yer almaktadır. Yine de villa ve hafta sonu evleri için genel sıralamada her iki tip de üst sıralarda bulunmaktadır.

Daha sonra özellikle duvar tipi yoğuşmalı kazan ve kombilerle kullanılması halinde çok verimli olarak kullanılan Propan/LPG (Dökme LPG) yer almakta, bunu da pahalılığına rağmen sıvı yakıt (motorin) takip etmektedir.

Fuel oil çok ağır ve kirli bir yakıt olduğundan ufak kapasiteler için kesinlikle uygun değildir ve kullanılmamalıdır. Günümüzde özellikle yakıt fiyatlarındaki artışa paralel olarak ucuzluk avantajı nedeniyle hala kömür kullanılabilenmekteyse de, bu yakıt bir çok olumsuz özelliği nedeniyle tercih edilmemelidir. Bu yakıtların önemli özellikleri karşılaştırılması *Tablo 9.1*'de verilmiştir.

9.1.2. KAZAN KAPASİTESİ VE ISITMA SİSTEMİNİN SEÇİMİ - BOYLER ÖNCELİKLİ ISITMA

Günümüzde villalarda sistem seçimi yaparken ısıtmanın yanı sıra soğutma ve havalandırma performanslarını da öncelikli olarak düşünmemiz gerekmektedir. Seçtiğimiz sistem ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıcak su taleplerini en yüksek konfor ve en düşük maliyetle karşılamalıdır.

Bu doğrultuda villalar için en uygun seçim ısıtmanın termostatik vana kontrollü radyatörlerle cam önlerinden statik ısıtma şeklinde, havalandırma ve soğutmanın ise kanallı split klimalar ile üst kottan, havanın kendi ağırlığı ile aşağı inmesi prensibiyle yapıldığı sistemdir.

9.1.2.1. Boyler Öncelikli Isıtma Sayesinde Daha Küçük Kazanla Yüksek Konfor

Kazanların iki görevi vardır: Binayı ısıtmak ve boylerde yeterli miktarda sıcak suyu hazırlamak. Dolayısıyla ilk bakışta kazan kapasitesinin bu iki ihtiyacın toplamına eşit olması gerektiği düşünülmektedir.

Oysa ki gelişmiş kumanda panelleri sayesinde villalar ve hafta sonu evlerinde “Boyer Öncelikli İşletme” yaparak kazan kapasitesini bu iki ihtiyaçtan hangisi daha büyükse ona göre seçmek mümkündür.

“Boyer Öncelikli İşletme” olarak adlandırılan uygulamada boylerde sıcak su üretilmesi gerektiğinde kumanda paneli, bina ısıtmasını durdurur. Kazan tipine göre bunu ya bina ısıtma pompasını durdurarak ya da entegre sirkülasyon pompasına sahip duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda, dağıtıcı bir üç yollu vana ile gerçekleştirir. Aynı anda kazan yüksek sıcaklığa çıkarılır ve tüm gücü sıcak su hazırlanmasına yönlendirilir. Sıcak su ihtiyacı bittiğindeyse kazan sıcaklığı olması gereken değere düşürülerek bina ısıtmasına devam edilir. Dolayısıyla bu iki yük aynı anda oluşmadığından, kazan kapasitesi yüklerden hangisi büyükse ona göre seçilir. Boyler için gerekli olan yük ayrıca kazan kapasitesine eklenmemiş olur.

Burada önemli olan konu, ısıtmanın kesildiği süre içinde oda sıcaklığındaki azalmanın ne kadar olduğudur. Hesaplamalar göstermiştir ki, 20°C oda sıcaklığına ısıtılmış, kötü izolasyonlu bir binada ısıtma 1 saat kesildiğinde bile oda sıcaklığındaki düşme 1°C'nin altında olmaktadır. Doğal olarak bu değer ısı yalıtımının iyileşmesiyle orantılı olarak azalacaktır. Kaldı ki bir evde sıcak su kullanma süresi (banyo, mutfak, çamaşır dahil) günde toplam 1 saatin altında olup, kullanım sürekli değildir, gün içine dağılmaktadır.

Örneğin bir duş yapılıyorsa, boyler öncelikli çalışma dolayısıyla ısıtmadaki kesinti süresi duş süresiyle sınırlı kalmaktadır. Bir duş banyosunun süresi 12 dakikadır. İkinci banyo birinciyi 10 dakika ara ile takip eder. Eğer küvet dolduruluyorsa, ihtiyaç 10 dakika içinde 40°C'de 105 litre sıcak sudur. Bu tip çalışmada, ısıtmadaki kesintiler en fazla 10- 20 dakika arasında olmaktadır. Dolayısıyla boyler öncelikli çalışma rejiminde ortaya çıkan sıcaklık değişimlerini insanların hissetmesi ve konforsuzluk yaşaması söz konusu değildir.

Klasik oda termostatları zaten $\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık aralığında çalışmaktadırlar. Bu demektir ki, klasik oda termostatu olan odadaki dalgalanma boyler önceliğinin yarattığı dalgalanmadan çok daha fazladır. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda kullanılan oda kumanda panelleri ile oda sıcaklığı $\pm 0,1^\circ\text{C}$ sıcaklık aralığında kontrol edilmektedir.

Kriter	Doğal Gaz	LNG	CNG	Dökme LPG (Propan)	Motorin	Kömür
Ucuzluk Sıralaması	(1) Özellikle Buderus Yoğuşmalı Kazanlarla kullanılırsa en ucuz yakıttır. Bedeli tüketimden önce ödenir.	(2) Özellikle Buderus Yoğuşmalı Kazanlarla kullanılırsa en ucuz yakıttır. Bedeli tüketimden önce ödenir.	(2) Özellikle Buderus Yoğuşmalı Kazanlarla kullanılırsa en ucuz yakıttır. Bedeli tüketimden önce ödenir.	(4) Özellikle Buderus Yoğuşmalı Kazanlarla kullanılırsa motorinden daha ucuz önce ödenir.	(5) En pahalı yakıttır. Bedeli tüketimden önce ödenir.	(3) Ucuzdur. Ancak ilerleyen zamanla verim düşer ve işletme maliyeti artar. Ayrıca kül ve cürufun taşınması da ek maliyet getirir.
Depolama İhtiyacı ve Kazan Dairesi Boyutları	Depolama ihtiyacı yoktur. Bu yüzden kazan her yere monte edilebilir (çatı arası vb). Depolama gerektirmeden ve kazan boyutu ufak olduğundan ve cihaz duvara asılabildiğinden kazan daireesi ufaktır.	Depolanması gereklidir ve esas olarak bireysel kullanım için uygun değildir. Ancak EPDK tarafından lisans tanımlı tamamlanmış, sitelerde toplu kullanım mümkün olacaktır. Kazan boyutları açısından doğal gaz ile aynı şartlara sahiptir.	Depolanması gerekir. 12 adet tüpten meydana gelen manifoldlar halinde hazır tutulur. Ancak tüpler 300 bar gibi yüksek basınçlara sahip olduğu için, bina içinde depolanması imkansızdır. Kazan boyutları açısından doğal gaz ile aynı şartlara sahiptir.	Depolanması gerekir. Ancak bu genellikle bahçede toprak altında yapıldığından yer kaybına neden olmaz. Ayrıca kazan boyutu ufak olduğundan ve cihaz duvara asılabildiğinden kazan daireesi ufaktır.	Bina içinde bir motorin deposu kullanılmaktadır. Bu da yer kaybı, koku oluşumu gibi sorunlar getirir. Kazan boyutları daha büyüktür.	Depolanmak ve taşınmak zorundadır. Bu nedenle büyük yer kaybına ve zahmete neden olur. Kazan daireesi boyutları en büyük olan yakıt türüdür.
Temizlik	Çok temizdir. Kül, is oluşmaz.	Çok temizdir. Kül, is oluşmaz.	Çok temizdir. Kül, is oluşmaz.	Çok temizdir. Kül, is oluşmaz.	Gaz yakıtları göre daha kirlidir. Ancak Buderus Mavi Alevli Villa Kazanlarında kurum ve is hemen hemen hiç oluşmaz.	Önemli miktarda kül ve kurum oluşur. Binada koku sorunu yaratabilir. Binayı ve çevreyi kirletir, bir çok zararlı madde yayar.
Emniyet, Kontrol Edilebilirlik	Havadan hafifir, kazan dairesindeki üst havalandırma ile rahatça tahliye edilir. Yangın emniyet ve deprem ventilleri kullanılırsa emniyet artar.	Yakıt deposu binalara yeterli bir mesafede (depo hacmine göre 7.5-15 m) olmak zorundadır. Depo üzerinde emniyet donanımı standart olarak bulunur. Bina içine borularla gaz halinde taşınır. Havadan hafifir, kazan dairesindeki üst havalandırma ile rahatça tahliye edilir.	Tüpler yüksek basınçlı (300 bar) olduğundan bina dışında depolanır ve bina içine borularla taşınır. Havadan hafifir, kazan dairesindeki üst havalandırma ile rahatça tahliye edilir.	Havadan ağırdır, sızıntı halinde döşemede toplanır ve tahliyesi daha zordur. Ancak tedbirler alındığında hiçbir sorun yaşanmaz. Yangın emniyet ve deprem ventilleri kullanılırsa emniyet artar.	Bina içinde depolandığından ve sızıntı olduğunda temizliği çok zor olduğundan kontrolü daha güç ve riskli olabilir.	Yangın depolama ve dikkatsizlik gibi nedenlerle yangın riski doğabilir. Özellikle elektrik kesintisi veya pompa arızası gibi hallerde risk doğabilir.
Bacadaki Gizli Isı Oranı / Yoğuşmalı Kazan Kullanımına Uygunluk	En yüksektir. Yoğuşmalı kazanlar için idealdir.	En yüksektir. Yoğuşmalı kazanlar için idealdir.	En yüksektir. Yoğuşmalı kazanlar için idealdir.	Yüksektir. Yoğuşmalı kazanlar için son derece uygundur.	Düşüktür. Yoğuşmalı kazanlar için çok uygun değildir. Yine de yoğuşmalı motorin kazanları geliştirilmiştir.	Düşüktür. Yoğuşmalı kazanlarla kullanılamaz.
Zehirlilik	Zehirli değildir. Ancak yanmış gazlarda CO bulunur. Bu nedenle yatak odaları ve banyolara cihaz tesis edilemez.	Zehirli değildir. Ancak yanmış gazlarda CO bulunur. Bu nedenle yatak odaları ve banyolara cihaz tesis edilemez.	Zehirli değildir. Ancak yanmış gazlarda CO bulunur. Bu nedenle yatak odaları ve banyolara cihaz tesis edilemez.	Zehirli değildir. Ancak yanmış gazlarda CO bulunur. Bu nedenle yatak odaları ve banyolara cihaz tesis edilemez.	Yanmış gazlarda CO bulunur. Cihazlar havalandırılan kazan daireelerine yerleştirilmek zorundadır.	Yanmış gazlarda CO bulunur. Cihazlar havalandırılan kazan daireelerine yerleştirilmek zorundadır.
Otomatik Kontrolle Uyum	İnsan gereksinimi olmaksızın otomatik kontrolle rahatça ve emniyetle yaklaşılabılır.	İnsan gereksinimi olmaksızın otomatik kontrolle rahatça ve emniyetle yaklaşılabılır.	İnsan gereksinimi olmaksızın otomatik kontrolle rahatça ve emniyetle yaklaşılabılır.	İnsan gereksinimi olmaksızın otomatik kontrolle rahatça ve emniyetle yaklaşılabılır.	İnsan gereksinimi olmaksızın otomatik kontrolle rahatça ve emniyetle yaklaşılabılır.	Otomatik kontrolle uygun değildir. Genellikle insan kontrolünde yaklaşılabılır.
Ses Seviyesi	Buderus Yoğuşmalı Kazanlar veya Atmosferik Brülörlü Kazanlarla çok sessiz bir yanma sağlanır.	Buderus Yoğuşmalı Kazanlar veya Atmosferik Brülörlü Kazanlarla çok sessiz bir yanma sağlanır.	Buderus Yoğuşmalı Kazanlar veya Atmosferik Brülörlü Kazanlarla çok sessiz bir yanma sağlanır.	Buderus Yoğuşmalı Kazanlar veya Atmosferik Brülörlü Kazanlarla çok sessiz bir yanma sağlanır.	Üflemeli brülör kullanımı zorunlu olduğundan kazan daha seslidir. Sese karşı önlem alınmalıdır.	Sessizdir.

Tablo 9.1. ÇEŞİTLİ YAKITLARIN GENEL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Boylar öncelikli harici boylerli sistemler herhangi bir rahatsızlığa neden olmadan, Avrupa'da ve Türkiye'de milyonlarca konutta beğenileyle kullanılmaktadır. Sonuç olarak bu sistem çok iyi bir konfor sağlamakla birlikte, optimum bir kazan seçimine olanak tanımakta ve bir çok avantajı beraberinde getirmektedir.

Isıtma cihazı olarak kombi (yoğuşmalı veya yoğuşmasız) seçilmesi durumunda işletme zaten standart olarak boyler (kullanma suyu) öncelikli olarak gerçekleşmektedir. Yoğuşmalı kombiler içinde yer alan türbinli debi sensörü, kullanma suyu hattında akış hissettiği anda, kombi içindeki mekanik üç yollu dağıtıcı vana kombininin kullanma suyuna çalışmasını sağlar. Bu sırada da kombi ısı kapasitesi, bina ısıtmasında kullanılan kapasiteye göre artarak (24 kW yerine 28 kW) ihtiyacı karşılar. Tablo 9.2'deki karşılaştırmada bu avantajlar görülebilir.

Villalarda boyler öncelikli sistemle ilgili önemli noktalar aşağıda sıralanmıştır:

- Yerden ısıtma sistemlerinin ataleti radyatöre göre çok daha yüksek olduğundan bu sistemlerde boyler öncelikli işletmedeki ısıtma kesintisini hissetmek bile mümkün olmaz.
- Fan coil veya konvektör tipinde ısıtıcılar kullanılıyorsa öncelikli işletme esnasında sıcak su sirkülasyonu duracağından bu cihazlar soğuk hava üflebilir ve bu rahatsızlığa sebep olabilir.
- Yeni binaların ısı izolasyonu çok iyileşmiştir ve bu nedenle de ısı kayıpları çok düşük olmaktadır. Örneğin 250 m² lik bir villanın ısı kaybı 10.000 kcal/h' in altında olabilmektedir. Bu tür binalarda kullanma sıcak suyu temini amacıyla yine de 20.000 kcal/h veya daha büyük kapasiteli kombi cihazları kullanmak gerekmektedir. Ancak kombi cihazlarını birden fazla banyosu olan villalarda kullanmak doğru değildir.

- Villalarda en uygun seçim, bina ısıtma kapasitesinde bir kazan ve sıcak su için de en az 120 litre hacimli harici bir boyler kullanmaktır. Boyler hacmi ihtiyaca göre (banyo sayısı, jakuzinin olup olmaması vb) hesaplanmalıdır. Boyler hacmini biraz daha yüksek tutmak konforu artıracaktır.

9.1.2.2. Isıtıcı Sistem Seçimi

a. Radyatör Sistemi:

Villa ısıtmasında en çok radyatör sistemleri tercih edilmektedir. Bunun en önemli nedenleri:

- Isı kaybı en çok cam yüzeylerde oluşmakta, dolayısıyla burada soğuk etkisi ortaya çıkmaktadır. Radyatörler pencere altlarına konulduğundan soğuk hava kaynağında ısıtılmakta ve en yüksek ısı konfor elde edilmektedir. Ayrıca radyasyon etkisi sayesinde oda içinde soğuk yüzeylerin oluşumunu önler. Bu konforu daha da artırır.
- Sorunsuz bir sistemdir. 6-7 aylık ısıtma sezonu boyunca herhangi bir bakım-servis istemez. İşletmede teknik personel gerektirmez.
- Sessizdir. Hareketli bir parça veya elektrik motoru ihtiva etmez. Enerji harcamaz.
- Kolay işletilir ve sürekli ayar gerektirmez.
- Termostatik vana ile her oda farklı sıcaklıkta kontrol edilebilir.
- Yatırım maliyeti düşüktür.
- Yer kaybı azdır.

Radyatör sistemiyle ilgili pratik notlar aşağıda sıralanmıştır:

- Isıtma cam altına yerleştirilen radyatörlerle yapılmalıdır. Çünkü cam yüzeyinde soğuyan ve zemine çökme eğilimine giren hava cam altındaki radyatörlerle ısıtılarak zeminde soğuk hava etkisi engellenmiş olur.

Kriterler	Boylar Öncelikli Sistem	Isıtma + Boyler Sistemi
Kuruluş Maliyeti	Daha düşüktür çünkü kazan kapasitesi daha azdır. Daha düşük maliyetli dağıtıcı tip 3 yollu motorlu vanalar kullanılır ve pompa sayısı azdır.	Kuruluş maliyeti yüksektir.
İşletme (Yakıt) Maliyeti	Kazan su sıcaklığı, boyler ısıtması haricinde daha düşük tutulabildiğinden, kazan yıllık kullanım verimi daha yüksektir ve yakıt tüketimi bu nedenle daha azdır. Özellikle yoğuşmalı kazan kullanılıyorsa kazan sıcaklığının düşük tutulması işletme maliyetini çok olumlu etkiler.	Daha yüksektir. Yoğuşmalı kazanlarda verimliliği azaltıcı etkisi vardır.
Yer Kaybı	Daha az yer kaplar.	Pompa, 3 yollu vana ve kolektörler nedeniyle daha fazla yer kaplar.
Arıza Riski	Arıza riski azalan eleman sayısına bağlı olarak düşer.	Biraz daha fazladır.
Servis Bakım Sıklığı	Arıza riski az olunca, servis ve bakım da daha az gerekir.	Az da olsa daha siktir.
Konfor	Isıtma konforu açısından bir eksiklik görülmemektedir.	Isıtma konforunda bir kesinti yoktur.
Ömür	Gerek çalışan parçaların azalması, gerekse kazandaki ısı gerilmelerin azalması ömrü uzatır.	Daha zorlanmış şartlarda çalışma vardır.
Mimari Avantajları	Sistem basittir ve görünüş olarak pek çok parça ortadan kalkmıştır. Özellikle yoğuşmalı kazanlar kullanılırsa estetik ve yer kaybı açısından mimari avantaj sağlanacaktır.	Ek boru, pompa kolektör ve diğer elemanlar daha fazla ter kaplar, görünümü bozar.

Tablo 9.2. BOYLAR ÖNCELİKLİ SİSTEM İLE ISITMA+BOYLAR SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Dolayısı ile ısıtma direkt olarak ısı kaybının en büyük olduğu bölgede yapılarak en yüksek konfor elde edilmiş olur. Cam altına yerleştirilen radyatör boylarının mümkün olduğunca pencere genişliğinde olmasına dikkat edilmelidir.

- Isı yalıtımlı binalarda radyatör ihtiyacı çok azaldığı için, cam önüne monte edilen klasik tip radyatörlerin boyları cam uzunluğuna göre çok az yer kaplamaktadır. Isının cam altından daha yaygın dağıtılması konforu arttıracığından P100 tipi radyatörler yerine P55 tipi daha ince panel radyatörler ya da Alurad tipi radyatörler kullanılmalıdır.
- PK tip radyatör kullanımında, paralel tip termostatik radyatör vanası kullanımı halinde, radyatör dışına bir sarkma olmayacağından estetik özellik korunacaktır.
- Banyo ve mutfak gibi hacimlerde mimari projede radyatörü monte edecek yer bırakılmamış ise, radyatör yukarı asılır. Bu durumda ısı yukarıda toplanacağı için bir kayıp söz konusudur. Pratikte bu radyatörlerin kapasitesi %10-15 arttırılmalı, panel tipi radyatörler ızgara alt yüzeyde olacak şekilde (aşağıdan görüleceği için) monte edilmelidir.
- Isı kaybı en az olan hacimlerde, radyatör miktarı 2 dilimden az hesaplanmış ise, bu hacimlere radyatör koymayıp, ısı kaybını komşu hacimlere ekleyebiliriz.
- Villalarda katlar arasındaki açık merdivenlerin oluşturduğu baca etkisi ile ısı yukarıya kaçmaktadır. Sonuçta üst katta merdiven etrafında çok ısınan, alt katta ise daha az ısınan bir ortam oluşmaktadır. Hesaplanan ısı kaybına göre 2-3 katlı evlerde alt katta %15-20 daha fazla radyatör monte edip, üst katı %10 azaltmak pratik olarak bu dengesizliği önleyebilir. Doğaldır ki merdiven baca etkisi kaç kat çıktığına bağlıdır.
- Villalarda radyatöre en iyi alternatif yerden ısıtma sistemi olmaktadır. Aslında en iyi çözüm aynı anda radyatörle ısıtma, yerden ısıtma ile de döşeme ısıtması yapılan sistemlerdir. Bu sistem özellikle seramik ve taş zeminlere sahip ıslak hacimlerde ya da toprağa oturan hacimlerde döşeme ısıtması ile de sınırlanarak gerçekleştirilebilir. Bu sistemin yatırım maliyeti biraz daha fazla olsa da konfor çok iyileşmektedir.
- Bazı projelerde ısıtma ve soğutmanın aynı cihazla yapılması amacıyla fan coil sistemi veya hava kanallı sistemler kullanılsa da bunlar işletme ve uygulama zorlukları, ses, servis sıklığı gibi nedenlerle çok tercih edilmemelidir. Ayrıca hava ile gerçekleştirilen ısıtma, pratikte su ile yapıldığına göre 60 kata varan mertebelerde daha pahalı olabilmektedir. Bunun yanı sıra, hava ile ısıtmada bina ataletinden faydalanmak daha zor olduğundan, fan coil'in durması halinde binada hızlı bir soğuma oluşmakta ve konforsuzluk yaratılmaktadır.

b. Döşemeden Isıtma (Yerden Isıtma):

Döşemeden ısıtma kat betonu üzerine yerleştirilen izolasyondan sonra, genellikle plastik veya bakır borularla yapılan ısıtmadır. Boruların üzerine bir tesviye (şap) betonu atılarak kaplama malzemesi yerleştirilir. Bu şekilde yer kaloriferi için kat betonundan sonra 80-100 mm'lik bir yükseklik yeterlidir.

Döşemeden ısıtma ile ilgili dezavantajlar aşağıda sıralanmıştır:

- Döşemeden ısıtmada en sık karşılaşılan hataların başında oksijen bariyersiz boru kullanımı gelmektedir. Bu tip boruların kullanıldığı sistemlerde, difüzyon yolu ile borularda dolaşan tesisat suyuna giren oksijen tesisatın metal ve manyetik özellikli en önemli elemanlarında önemli korozyona yol açmaktadır. Bu elemanlar kazan veya kombi eşanjörleri, pompalar, üç yollu vanalar, termostatik vanalar, diğer vanalar, kolektörler olarak sayılabilir. Tüm tesisattan giren oksijen, bu elemanlarda kalıcı korozyon hasarlarına yol açtığı gibi, korozyon sonucu ortaya çıkan magnetit (çamur), döşemeden ısıtma borularında tıkanmalara yol açmaktadır. Bu tip tıkanmaların bulunması, oturma binada döşemenin kırılarak giderilmesi pratikte imkansızdır.

Bu nedenle döşemeden ısıtma sistemlerinde, oksijen bariyerli boruların kullanılması birinci önceliğe sahip konudur.

- Cam önlerindeki bölgede sıcaklık düşük kalmaktadır. Cam önlerine boru daha kısa mesafelerde sık döşense de cam önündeki sıcaklık oda ortalamasının altında kalmaktadır. Avrupa'da döşemeden ısıtma yapan bazı firmalar cam önlerinde açıkta monte edilecek serpantinlerin kullanılmasını önerirler. Aksi halde oda içindeki sıcaklık cam önünde en az, karşı duvar kenarında ise en fazla olacaktır.
- Binanın ısınma süresi fazladır. Soğuk binanın ısınma süresi 5-6 saati bulmaktadır.
- Ayaklarda şişme: Döşemeden ısıtma yapılan binalarda döşeme yüzey sıcaklığı 23-24°C geçmemelidir. Aksi durumda yaşayanların ayaklarında şişmeler olduğu ifade edilmektedir.
- Yerdeki tozlar kuruyacaktır.
- Tozların toplandığı döşemenin ısıtılması yerdeki tozların hareketlenmesine neden olabilir. Karşı eleştiri ise radyatörlü sistemde tozların yandığı şeklindedir.
- Isıtılan döşemenin üzeri mümkün olduğunca ısı iletimini önleyecek malzeme (halı gibi) ile kapatılmamalıdır.
- Montaj ve imalat hataları nedeniyle veya genişleyen boruların sürtünerek aşınması sonucu borular delindiğinde tamir için döşemenin kırılması gerekir. Boru ömrü için 20 yıl verilebilir.

Döşmeden ısıtmayla ilgili avantajlar aşağıda sıralanmıştır:

- Döşmeden ısıtma sisteminde ısı bütün bir döşeme alanında yayılmakta ve oda içinde homojen bir ısı dağılımı sağlanabilmektedir. Bu sistemde en sıcak yer döşeme seviyesidir ki yer değiştiren hava döşeme seviyesinden itibaren yükseldikçe soğuyacak ve hacmin yüksek kısımlarında hava hareketi zayıflayacaktır.
- Bu sistemde açıkta görülen hiçbir boru ve radyatör yoktur. Estetik açıdan mükemmel bir sistemdir.
- Sistemde mahal havası kendisinden 4-5°C daha yüksek sıcaklıktaki döşeme ve 1-2°C'de daha yüksek sıcaklıktaki duvarlar tarafından ısıtıldığından mahal havası bağıl neminde rahatsızlık verici bir düşme görülmez. Ortama göre döşemedeki 4-5°C daha fazla olan sıcaklıktan dolayı 1-2 mm yükseklikte kuru bir ortam oluşur. Bakteri üremesini önleyen bu durum nedeniyle döşmeden ısıtma özellikle hastaneler ve çocuk yuvaları için tavsiye edilmektedir.
- Mahal havası ile onu ısıtan geniş yüzeyler arasındaki düşük sıcaklık farkı nedeni ile mahal havasının, küçük yüzeyli ve çok sıcak ısıtıcıların üzerinden geçerken fazlaca ısınması ve içinden toz ayırması, buna bağlı olarak kirlenme gibi problemler sistemde bertaraf edilmiştir.
- Isınmanın daha çok radyasyon ile olması neticesi diğer ısıtma sistemlerine göre 1~2°C düşük sıcaklıklarda aynı konforu bulmak mümkündür.

Döşmeden ısıtma ile ilgili tavsiyeler:

- Döşmeden ısıtma sistemi, özellikle yüksek tavanlı hacimlerde, ideal bir ısıtma isteniyorsa zorunluluktur.
- Hafta sonu evleri, ani sıcaklık değişimi istenen yerler veya gün içinde ısıtılmayan (kesintili çalışan) evlerde geç ısınma ve geç soğuma özelliğinden dolayı kullanılması pek uygun değildir.
- Sistem düşük sıcaklıkta (maksimum 60°C) ısıtma suyu ile çalışmaktadır. Bu nedenle yoğunluğuna kazanlarla kullanıldığında kazanın çok yüksek verimde çalışması sağlanacak ve yakıt giderleri çok azalacaktır.
- Toprakla temasta olan ısıtılan mahallerde örneğin bodrum katı olmayan villa zemin katları veya yaşanan bodrum katları gibi yerlerde kullanılması fayda vardır.
- Döşeme ısıtması, radyatörle ısıtma ile birlikte de kullanılabilir. Örneğin lüks villa ve dairelerde taş, seramik, mermer kaplı hacimlerde (koridor, banyo, mutfak) yerden ısıtma, diğer odalarda radyatörle ısıtma uygulanabilir.
- Döşmeden ısıtma sistemlerinin ekonomik ve konforlu olabilmesi için mutlaka dış hava sıcaklığına göre çalışan bir kontrol sistemi ile birlikte çalıştırılması gerekir.

- Dış hava sıcaklığı azalınca, bina içindeki sıcaklığın düşmesi belirli bir süre (birkaç saat) gecikme ile hissedilir. Bu durumda oda termostatu kazandaki suyun sıcaklığını arttırmasına karşılık, döşemeden ısıtma sisteminin buna cevap vermesi birkaç saat sonra hissedilmeye başlar ve konfor bozulur.
- Dış hava sıcaklığı arttığında ise bunun tam tersi olur. Oda termostatu hissettiğinde kalorifer sistemi kapatılsa bile oda sıcaklığı yükselir gereksiz yakıt tüketimi olur; hava kurur ve konfor bozulur.
- Dış hava sıcaklık kontrol düzeni olan kombilerde dış hava sıcaklık değişimi anında hissedilir ve ısıtma sistemi buna göre çalışır. Programda döşeme ısıtması ve radyatörlü sistemler için farklı seçenekler kullanılabildiği için en iyi konfor ve yakıt ekonomisi her iki sistem için de sağlanır.
- Dış hava kontrollü çalışma imkanı 3 modüllü onlu kombilerde ve duvar tipi kendinden yoğunluğuna kazanlarda vardır.

9.1.2.3. Hafta Sonu Evlerinde Isıtma ile İlgili Pratik Notlar

- Genellikle şehir dışında bulunan hafta sonu evleri kış mevsiminde en iyi şartlarda haftada iki gün kullanılmaktadır. İki gün boyunca ısıtılan ev daha sonra beş gün (hatta bazı hafta sonları gelinmediği düşünülürse daha uzun süre) boyunca soğumaya bırakılır. Eve tekrar gelindiğinde, ısıtma sistemi uzun süre soğuyan duvarları ve eşyaları tekrar ısıtmakta, bundan sonra normal çalışma rejimine geçerek konfor ısıtmasını sağlar. Bu süreçte ortam sıcaklığı istenilen değerde olsa bile, soğuk yüzeylere ışınila olan ısı kaybı nedeniyle konfor hissi oluşmaz. Yapılan hesaplar göstermektedir ki, hafta sonu evlerini 2 gün ısıtmanın yakıt maliyeti, sürekli rejimde 4 veya 5 ısıtma maliyetine eşdeğer olmaktadır.
- Hafta sonu evlerinde konforlu bir tatil geçirmek için, ısıtma sisteminin dış hava sıcaklığına bağlı olarak 12 saat ila 24 saat önceden çalıştırılması daha doğrudur. Böylece eve gelindiğinde duvarların, eşyaların ve ortamın sıcaklığı konfor şartlarında sağlanmış olur. Gelişmiş kumanda panelleri sayesinde kazan çalışma saatleri önceden hafta içi düşük işletme yapılacak şekilde programlanabilir. Oda sıcaklığı 15-16°C'de sabit tutularak baz ısıtma yapılır. Örneğin, bütün hafta boyunca boş kalan bir eve cuma akşamı gidilecekse, kumanda paneli dış hava sıcaklığına göre sistemi önceden yüksek sıcaklıkta çalıştırarak, istenilen saatte istenilen sıcaklığa ulaşılmasını sağlar. Aynı şekilde pazar akşamı terk edilecek olan evin sıcaklığını çıkış saatine kadar koruyarak, daha sonra sistemi minimum sıcaklıkta çalıştırır.
- Hafta içinde, ısıtılmayan bina iç yüzeylerinde yoğunluğuna olmakta ve duvarlar ile eşyalar nemlenmektedir.

Bunu önlemek için ortamı, yüzey sıcaklıkları yoğunlaşma sıcaklığının altına inmeyecek şekilde ısıtmak gerekir. Bu amaçla, eğer varsa güneş kolektörlerinden yararlanılabilir. Kullanma sıcak suyunu karşılamak üzere seçilen kolektörler, hafta arası ev terk edildiğinde kullanım sıcak suyu tüketimi olmadığından, bir plakalı eşanjör aracılığı ile evin ısıtılması için kullanılabilir ve iç ortam sıcaklığı birkaç derece daha artırılabilir. Böylece evde nem problemi önleniği gibi, yapı elemanlarının sıcaklıkları çok düşmeyecek ve hafta sonları eve geldiğinde sistem çok daha kısa sürede rejime girecektir. Ayrıca nem probleminin önlenmesi eşyaların ömrünü de artıracaktır.

- Gas furnace cihazları (Şekil 9.3) ile direkt sıcak hava üfleyerek ısıtma yapmak evin ısınma süresini kısıltacaktır. Ayrıca bu cihazlarla, modül eklenecek, istenirse yazın soğutma ve havalandırma da yapılabilir. Ancak bu tip yerlerde sürekli bir hava hareketi olacağından statik ısıtma sistemi ile aynı konfor sağlamak mümkün olmamaktadır.

9.1.3. ISITMADA ENERJİ EKONOMİSİ VE YAKIT TÜKETİMİNİ AZALTAN ÖNLEMLER

Yakıt fiyatları çok hızla artmaktadır. 1999 yılında petrolün fiyatı varil başına 10 \$ mertebesinde iken, 2006 yılının ortalarında bu değer varil başına 78 \$'a varmıştır. Bugün yakıt fiyatları, işletme ve ilk yatırım maliyetleri arasındaki farkı önemli ölçüde artırmakta, yakıt tüketimini azaltabilen sistemlerin geri ödeme sürelerini ciddi oranlarda kısaltmaktadır.

Örneğin gaz yakıtlı klasik bir kazan yerine, %110 verimli duvar tipi yoğunlaşmalı kazan (Şekil 9.4) kullanımı ve işletmede gerekli özenin gösterilmesi halinde, yakıt tüketimlerini binanın diğer özelliklerine de bağlı olarak %20-50 arasında azaltmak mümkün olmaktadır. Sadece kazan değişimi ile gerçekleşen bu tasarruf için gerekli ek yatırım, kendini doğal gaz kullanımında bile 2-3 sene mertebelerinde geri ödeyebilmektedir. Binada ve ısıtma sisteminde alınacak önlemlerle, yakıt tüketimleri eski yalıtımsız binalarda 100 birimden 16 birime kadar düşebilir.



Şekil 9.3. GAS FURNACE UYGULAMA ÖRNEĞİ

Bu hedefi gerçekleştirmenin elemanları veya adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kendinden yoğunlaşmalı kazan veya kombiler kullanmak
- Isı yalıtımı yaparak daha az ısı kaybı ve dış duvarlarda daha yüksek iç yüzey sıcaklığı sağlamak
- Oda sıcaklığına göre kapasitesini ayarlayabilen (modülasyonlu) kazan ve kombiler kullanmak
- Oda sıcaklık kontrol hassasiyeti yüksek sistemler kullanmak
- Oda sıcaklığı ayar noktasını düşürmek
- Termostatik radyatör vanası kullanmak
- Gece işletmesi (düşük işletme) yapmak
- Kumanda paneli ile kazan çalışma saatlerini günlük ve/veya haftalık olarak programlamak
- Kullanma sıcak suyunu ekonomik ısıtmak ve kullanmak

9.1.3.1. Isı Yalıtımı Yapılması

Isı yalıtımı yakıt tasarrufunun birinci ve en önemli

elemanıdır. Üç tip bina ve bunların ısıtma ihtiyacındaki azalma *Tablo 9.5*'te verilmiştir.

Isı yalıtımı yapıldığında aynı zamanda konfor şartlarını bozmadan iç sıcaklıkları düşürmek mümkündür. Bina dış kabuğunun ısı yalıtımı halinde dış kabuk iç yüzey sıcaklıkları yükselecektir. Bu durumda iç ortam sıcaklığını düşürmek mümkündür.

Az kullanılacağı kabulü ile hafta sonu evlerinde bina yalıtımını önemsememek, ısıtma ihtiyacında %50'nin üzerinde farklar yaratabilir. Bu doğrudan yakıt tüketimini etkileyen bir faktördür. (**Bakınız XIX. Bölüm; Isı Yalıtımı**)

Bina Tanımı	Isıtma İhtiyacı
Yalıtımsız bina	100
1981 yönetmeliğine uygun yalıtımlı bina	67
1998 yönetmeliğine uygun yalıtımlı bina	42

Tablo 9.5. ISI YALITIMIN BİNADAKİ YAKIT TÜKETİMİNE ETKİSİ



Şekil 9.4. DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN UYGULAMA ÖRNEĞİ

9.1.3.2. Otomasyon Sistemi

Günümüzde gelişmiş kumanda panellerin kullanıldığı villa ve hafta sonu evlerinde aşağıdaki imkanlar mevcut hale gelmektedir:

a. Oda Sıcaklığına Göre Kapasite Ayarı (Modülasyon): Gelişmiş oda kumanda cihazları ile, oda sıcaklığı $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle ayarlanabilmektedir. Kazan oda kumandasından gelen sinyale göre, çalışma kapasitesini belirlemekte, gerekirse kapasitesini düşürerek aç/kapa yapmadan çalışmaya devam etmektedir. Aç/kap (şalt) sayısının düşük olması, bu anda meydana gelen kötü yanmayı engellemektedir. Sonuçta yakıt tüketimi, şehirlerarası yoldaki bir aracın durmadan hızını ayarlayarak ilerlemesi halinde olduğu gibi daha düşük gerçekleşecektir.

b. Oda Sıcaklığı Ayar Noktasının Doğru Seçilmesi: Bir binanın yakıt tüketimine etki eden en önemli faktörlerden biri iç sıcaklık değeridir. İç sıcaklığın 1°C artırılması yıllık yakıt tüketiminde şehirlere göre %7 ile %10 arasında bir artışa neden olmaktadır. İstanbul esas alındığında, yıl boyunca iç sıcaklığın 22 yerine 20°C değerinde tutulabilmesi halinde yıllık tasarrufu %17-20 gibi çok büyük bir değere karşı gelmektedir.

- Oda sıcaklığını daha düşük seçmek ve işletmede bu düşük sıcaklığı sürekli 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 dışarıdan hava sızması da artar.

c. Uzaktan Kumanda İmkânı: Kumanda panelleri tarafından desteklenen modemler ile bina ısıtma sistemine telefon veya bilgisayar ile bağlanmak ve istenen komutları vermek mümkündür. Örneğin bir hafta sonu evine gitmeden önce, ısıtma sisteminin devreye sokulması ve binaya varmadan önce istenen sıcaklığın sağlanması mümkündür. Benzer şekilde, ısıtma sisteminde oluşabilecek her türlü hata, faks veya SMS yolu ile kullanıcıya da bildirilmektedir.

d. Optimizasyon ve Adaptasyon: Kumanda panelleri, çalışma parametrelerini (sıcaklık, ısınma süresi vb) sürekli izleyerek, üç haftalık periyotlarda açma-kapama zamanlaması ve sıcaklık gibi değerlerde optimizasyon ve adaptasyon yapmaktadır.

Örneğin binanın ısınma karakterine göre, sistemin açma zamanını değiştirerek, istenen zamanda istenen sıcaklığı, mümkün olan en kısa çalışma ile sağlar. Benzer olarak binanın ısıl ataletini kullanmak amacıyla, sistemin kapanma zamanının mümkün olduğunca öne çekerek, aynı anda istenen süre boyunca ayar sıcaklığını korur. Ayrıca adaptasyon özelliği ile, sistem sıcaklıklarını, istenen oda sıcaklığını sağlayacak şekilde en aza indirerek önemli oranda tasarruf sağlar.

9.2. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ

Açık tip güneş enerjisi sistemleri, sıcak suyun depolandığı bir tank ve güneş kolektöründen oluşur. Kolektör ve tank genellikle evin çatısı üzerine yerleştirilir. Çatının konumuna göre kolektör açısı ayarlanır. Kolektörün içinde borular mevcuttur. Güneş kolektörünün içine giren su kolektörün içindeki borularda dolaşır. Güneşin etkisi ile kolektördeki absorber yüzey (Güneş ışınlarının emildiği yüzey) ısınır ve bu ısı iletim yoluyla boruların içinde dolaşan suya geçer. Isınan su doğal olarak yükselir ve kolektörün üst kısmına yerleştirilmiş olan toplama deposunda toplanır. Buradan tesisata bağlanır. Bu tip sistemlerde kolektörün içindeki borularda dolaşan ve ısınan su genellikle direkt kullanım suyu olarak kullanılır ve açık sistemler diye adlandırılır. Bu hijyenik açıdan oldukça kötü bir sistemdir ve bu tip sistemlerde Lejyoner hastalığı riski de oldukça yüksektir. Kapalı tip sistemlerde iki ayrı çevirim vardır. Kolektörlerde dolaşan su direkt kullanım suyu olarak kullanılmaz.

Güneş enerjisi sistemleri sadece kullanma sıcak suyu üretimi için kullanılabilecekleri gibi, aynı zamanda bina ısıtmasını desteklemekte de kullanılabilir. Güneş enerjisi alternatif bir enerji kaynağı olduğu için her zaman ana enerji kaynağı ile birlikte değerlendirilmelidir. Örneğin, bir binanın ısıtmasını sadece güneş enerjisi ile sağlamak teorik olarak mümkün, ancak pratikte pahalı ve doğru olmayan bir yöntemdir. Burada, ısıtma ihtiyacının olduğu dönemlerde (Ekim-Nisan) güneş ışınımının azalması ve ısıtma için en kritik dönemde bulutlanma sürelerinin uzun olması en önemli etkidir. Bu nedenle, güneş enerjisi ile ısıtma desteği çok iyi optimize edilmelidir. Kullanma suyu ısıtmasında, boyler ısıtma süreleri konut ve ofisler için oldukça uzundur. Ancak bina ısıtmasında ihtiyaç anında karşılanmalıdır.

Gelişmiş bir güneş enerjisi sistemlerinde;

- Güneş kolektörü
- Kumanda paneli ve kontrol sistemi,
- Hızlı boyler olmak üzere, üç ana eleman vardır (Şekil 9.6).

Sıcak su ve ısıtma sistemleri arasındaki esas yapısal fark boylerin kombine olmasıdır. Almanya şartlarında güneş enerjisi ile kullanma sıcak suyu eldesinde kişi başına 1 m^2 kolektör alanı pratik olarak yeterlidir. Bu alanla yıllık 2.500 kWh enerji toplanabilmektedir. Türkiye'nin güney bölgelerinde şartlar çok daha uygundur ve kişi başına $0,5 \text{ m}^2$ kolektör alanı bile yeterli olmaktadır.

Bina ısıtması söz konusu olduğunda, bina yapısına ve mevcut ısıtma sisteminin özelliklerine bağlı olarak daha detaylı bir çalışma yapılmalıdır. Isıtma enerjisinin tamamının güneş enerjisiyle karşılanması hem ekonomik değildir, hem de tüm yıl boyunca mümkün

olmamaktadır. Ancak eski binalarda bile özellikle geçiş mevsimlerinde güneş enerjisi ile ısıtma, yardımcı enerji kaynağı olarak ekonomik bir biçimde kullanılabilir. Böylece önemli bir yakıt tasarrufu sağlanabilmektedir. Burada sağlanan yakıt ekonomisinden daha önemlisi çevrenin kirletilmemesidir. Bu durumda hiçbir yanma ürünü emisyonu olmamaktadır.

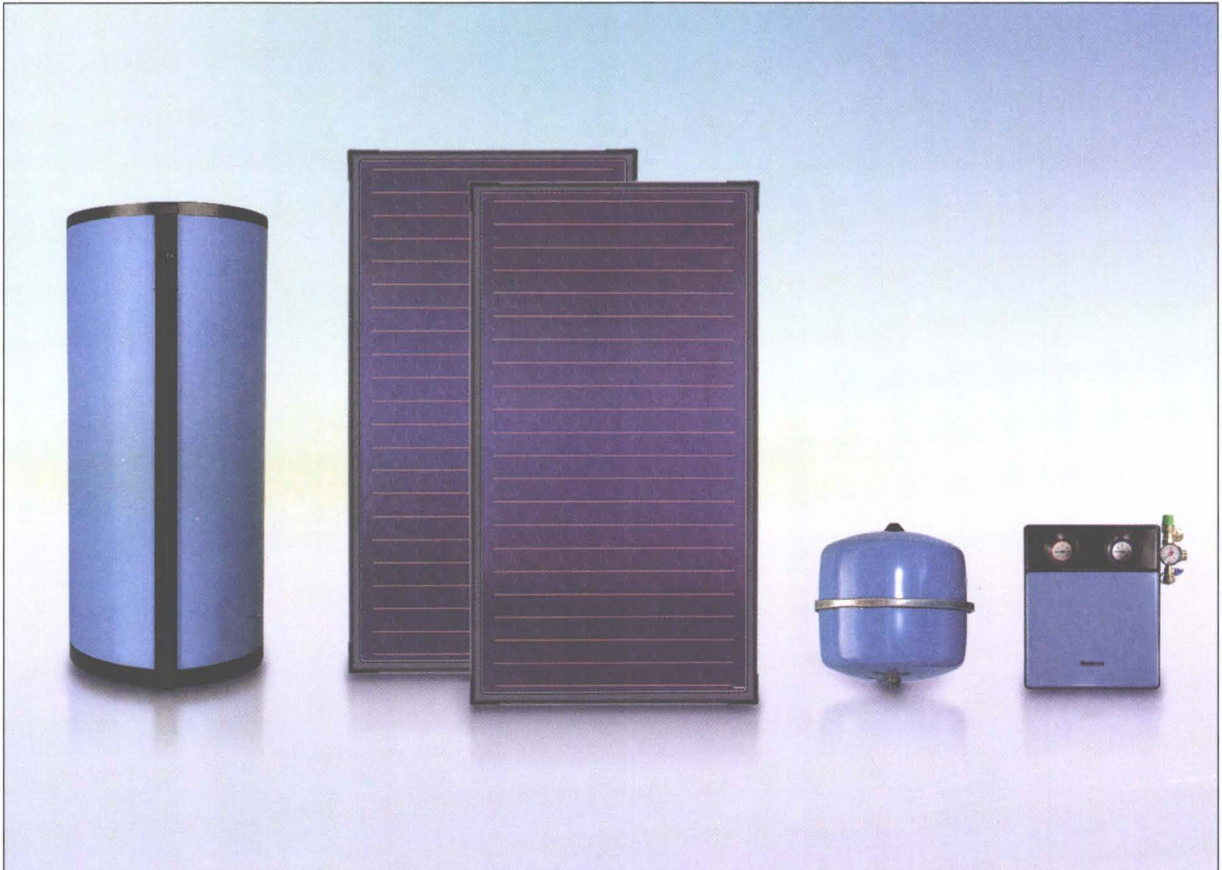
9.2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİNDE KULLANILAN KLASİK KOLEKTÖRLER

Genel yapı itibarıyla bütün güneş kolektörleri birbirinin aynısı gibi gözüktür, fakat kalite ve kullanılan malzeme açısından bakıldığında birçok farklılıklar vardır. Klasik güneş kolektörlerinin dış çerçeveleri alüminyum malzemeden yapılmıştır. Alüminyumdan imal edilmiş olan kolektörlerde, özellikle denize yakın yerlerde, korozyon olmakta ve çok kaliteli alüminyum kullanılsa bile birkaç senede paslanma meydana gelmektedir. Bu sistemlerde kolektör camı alüminyum çerçeve üzerine tam temas edecek şekilde yerleştirilir. Aradaki sızdırmazlık ise fitil conta ile sağlanır. Güneş enerjisinin etkisi ile kolektör ısınmaya başladığında, farklı genleşme katsayısına sahip alüminyum malzeme ve cam malzeme farklı oranda genişirler. Bunun sonucunda cam zarar görebilir, conta zamanla güneş ısılarından etkilenmeye başlar ve özelliğini kaybeder.

Belirli bir zaman sonra conta aşınmaya başlar, su sızdırır ve izolasyon ıslanır. Sonuçta klasik kolektörlü sistemlerde ortalama 4-5 yıl içinde güneş enerjisi sistemi kullanılmayacak duruma gelebilmektedir.

9.2.2. YÜKSEK VERİMLİ KOLEKTÖRLER (Şekil 9.7)

Yüksek verimli kolektörlerin verimi %85'in üzerindedir, yani başka bir deyişle gelen 100 birim güneş ışınımının en az 85 birimi kolektörlerde dolaşan ısı taşıyıcı akışkana iletilmektedir. Özel SPUTTER kaplı bakır absorber plaka sayesinde ısı taşıyıcı akışkana yüksek verimde ısı iletimi sağlanır. Isı taşıyıcı akışkan olarak genellikle donma noktası düşük, buharlaşma sıcaklığı yüksek olan özel solar sıvı kullanılmaktadır. Cam yüzey ile absorber plaka arasında asal gaz bulunması sayesinde minimum ısı kaybı ile maksimum verim sağlanır. Kolektör yapısının hiçbir noktasında vidalı bağlantı bulunmadığından hermetik yapı sağlanır, kolektörde buğulanma, terleme ve kirlenme önlenir. Güneş kolektörlerinin dış kılıfı yüksek dayanımlı cam-plastik (%70 cam, %25 plastik) alaşımından (GFK) yapılmıştır. Kolektörlerde gövde plastik alaşımlı olduğu için paslanma ve ultraviyole ışınlarından etkilenme olmaz. Cam elyaf katkılı GFK kolektör çerçevesi sayesinde, kolektör kasasının UV ışınlarına



Şekil 9.6. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEM ELEMANLARI



Şekil 9.7. GÜNEŞ ENERJİSİ KOLEKTÖRÜ UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 9.8. GÜNEŞ ENERJİSİ KUMANDA PANELİ



Şekil 9.9. TERMOSİFON TİP HIZLI BOYLER

karşı dayanıklılığı artırılmış, sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan kolektör camı ile genişleme ve büzülme farkları minimum hale getirilmiştir.

Kolektörde kullanılan plastik alaşımlı özel cam, yüksek geçirgenlik özelliğine sahip olduğu gibi, aynı zamanda büyük bir mekanik mukavemete sahiptir. 250 kg/m² basınç mukavemetine sahip olan bu cam ağır kar birikintilerinin altında kolektörlerin zarar görmesini önler. Kolektör kasası geri dönüşümlü malzemeden yapılmış olup, alt izolasyonu 68 mm'lik taş yünü ile kaplanmıştır.

Tichelmann prensibine göre yapılmış özel kolektör boru bağlantısı sayesinde eş direnç sağlanır, kolektör gidişi ve çıkışı kolektörün aynı tarafından yapılır ve kolektör bağlantı noktalarının uygunluğu sayesinde kısa sürede montaj imkanı sağlanır.

Yüksek verimli kolektörlerin çok önemli bir özelliği de hafif olmalarıdır. Bu sayede montaj sırasında kolaylık sağladığı gibi binanın çatısına gelebilecek aşırı yüklenmeleri de ortadan kaldırır.

9.2.3. KUMANDA PANELİ VE KONTROL SİSTEMİ

Güneş enerjisi sistemlerinin en önemli bölümlerinden biri ayar ve kontrol sistemidir. Kumanda paneli sistemin güvenli bir biçimde otomatik çalışmasını sağlar. Güneş kolektörleri ile ilişkili en önemli güvenlik konuları aşırı ısınma ve/veya donmadır. Güneş ışıınının çok yüksek olduğu saatlerde toplanan enerji kullanılmazsa, kolektör boruları içindeki ısı taşıyıcı akışkan buharlaşır ve aşırı basınç artışı meydana gelir. Öte yandan dış sıcaklık, ısı taşıyıcı akışkanın donma noktasının altına düştüğü zamanlarda kolektördeki suyun donması ve kolektör borularının patlaması tehlikesi vardır. Ayrıca güneş enerjisi yeterli düzeyde mevcutsa, kolektörden akışkan dolaştırılarak ısı emilmesi gerekir. Güneşin yeterli olmadığı zamanlarda kolektörde suyu dolaştırmak tam tersine ısı kaybedilmesine neden olur. Bu nedenle sıcaklıkları sürekli izleyen otomatik bir çalıştırma düzeni gereklidir (Şekil 9.8).

9.2.4. TERMOSİFON TİP HIZLI BOYLER (Şekil 9.9)

Termosifon boyler prensibi sayesinde, boylerin üst tarafında, yeterli güneş ışıını olduğu zamanlarda, yaklaşık 20 dakikada istenen sıcaklıkta su elde etmek mümkündür. Boylerde sıcaklık katmanları oluşturmak amacıyla, özel bir çözüm geliştirilmiştir.

Özel termosifon boylerin avantajları şöyle sıralanabilir:

- Klasik çift serpantinli güneş enerjisi boylerlerine göre çok daha hızlı sürede sıcak su elde edilir.
- Kazanın boyler ısıtınası için devreye girme sayısı azalır.
- İç cidarı termoglasür (cam malzeme) kaplı olduğu için daha hijyeniktir.

9.3. ISI POMPALARI

Isı pompası teknolojisi uzun yıllardır bilinmekle birlikte ticari olarak yaygın kullanılmaya başlanması, ancak son yıllarda mümkün olabilmektedir. Isı pompalarında fosil yakıtlar kullanılmadığı için alternatif ısıtma sistemi olarak düşünülebilir. Isı pompası çalışma mantığı toprak, hava veya su gibi ısı kaynaklarından elde edilen enerjinin ısı pompasının kapalı devresinde bulunan buharlaştırıcı üzerinden alınması ile ısı taşıyıcı sıcaklığının artırılması ve buharlaştırılması, kompresör yardımı ile basınç ve sıcaklığı iyice artırılan gazın enerjisini yoğunlaştırıcı üzerinden kullanılacak kapalı devrede bulunan suya aktarılmasına dayalıdır. Yoğusturucuda enerjisini bırakan gaz tekrar buharlaştırıcıya girmeden genişleme vanasından geçirilir. Günümüzde ısı pompalarının çalışması için gerekli olan elektriğin üretiminde büyük oranda fosil yakıtların kullanıldığı unutulmamalıdır. Enerji ekonomisi anlamında bakıldığında ısı pompalarının her zaman ekonomik olduklarını söylemek doğru değildir. Isı pompalarının ekonomikliği alternatif olan yakıta bağlıdır. Örneğin doğal gazın bulunduğu bir yerde, ısı pompaları doğal gaz karşısında ekonomik olarak çalışmamaktadır. Bu durum elektrik enerjisi ve doğal gaz enerji birim maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Propan veya mazota alternatif olarak ise ısı pompaları ekonomiktir. Isı pompalarını enerji ekonomisi açısından değerlendirdiğimizde, sistemdeki pompanın sürekli çalıştığını da hesaba katmalı ve bunun sistem COP'sine etkisini de göz ardı edilmemelidir. Isı pompaları hava, su veya toprak kaynaklı olabilir. Bu üç kaynaktan yararlanarak ısıtma yapabilen çok sayıda alternatif çözüm üretilebilir. En çok havadan suya, sudan suya ve topraktan suya olmak üzere üç tip kullanılmaktadır. (Bakınız XIV. Bölüm; Yenilenebilir Enerjiler ve Alternatif Sistemler)

9.4. KLİMA

9.4.1. ISIL KONFOR

Bir mekanda ısı konfora ulaşılması için:

- Mekanın hava sıcaklığı, nemi, hava hızı ve mekanı çevreleyen yüzeylerin sıcaklığı optimum değerlerde olmalıdır.
- Mekanda yaşayan insanlar oda sıcaklığı ve nem oranından memnun olmalı ve değiştirmek istememelidir.

Isıl konfor aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

- Hava sıcaklığı, nemi, hızı, koku ve toz olarak temizliği
- İnsan aktiviteleri, giyim kuşamları ve ortamda kalma süresi
- Ortamdaki yüzeylerin sıcaklıkları ve ısı kaynakları
- Ortamdaki hava sıcaklık dağılımı
- Akustik, aydınlatma koşulları ve iç mekan rengi
- Sıcaklık

Isıtılan veya soğutulan bir odada hissedilen sıcaklık, iç hava sıcaklığının ve odayı çevreleyen yüzeylerin sıcaklığının ortaklaşa etkisiyle oluşur. Kışın odayı çevreleyen cam gibi soğuk yüzeyler varsa, odanın iç hava sıcaklığı daha yüksek olmalı veya soğuk cam yüzeyleri gibi yüzeylerin altına panel radyatörler gibi sıcak yüzeyler yerleştirilmelidir. Dış duvarların dıştan izole edilmesi, çift pencere kullanılması odayı çevreleyen iç yüzeylerdeki sıcaklıkları artırır. Bu durum, daha düşük iç hava sıcaklıklarında ısı konforun hissedilmesini sağlar. Bu nedenle iyi izole edilen yapılarda kışın iç sıcaklıklar 20°C civarında tutulabilir. Daha yüksek sıcaklıklar konforun bozulmasına, yakıt tüketiminin artmasına ve sağlıklı bir ortamdan uzaklaşılmasına neden olur. Yaz mevsiminde ise iç sıcaklıkları çok düşük tutmak gerekir. Konfor hissi açısından havadaki nem oranı daha önemlidir. İç havadaki nem oranı yazın mümkün olduğu kadar düşürülmelidir. Aynı sıcaklıkta daha kuru hava, daha rahatlatıcı ve konforludur. Ayarlanacak iç sıcaklık değeri aynı zamanda dış sıcaklık değerine bağlıdır. Dış sıcaklık ile iç sıcaklık arasında 6-8°C arasında bir fark olması yeterlidir. Dış sıcaklık yükseldikçe fark daha büyük alınabilir. Bir başka faktör de içeride kalış süresidir. Villalarda olduğu gibi uzun süre kalınan yerlerde konfor için daha büyük sıcaklık farkları veya daha düşük iç sıcaklık değerleri gerekir. Buna karşılık kısa süre kalınan yerlerde iç sıcaklık daha yukarıda olabilir. Yazın iç sıcaklık hiç bir zaman 23°C'nin altına indirilmemelidir.

Soğutma için de odayı çevreleyen yüzeylerin izole edilmesi ve camların çift cam olması çok önemlidir. İzolasyonlu bir mekanda ısı kazancı azalacağı için daha yüksek iç sıcaklıklarda aynı konfor hissi sağlanabilir. Böyle villalarda iç sıcaklık 26°C mertebesinde seçilebilir. Yaptığımız bir çalışmaya göre, iç sıcaklık değerinin 1°C daha yukarıda tutulması klima sisteminin elektrik enerjisi tüketiminde %5 mertebesinde tasarruf sağlar. Sakin duran veya oturan biri için tipik iç ortam giysileriyle ASHRAE Standard 55'in tavsiye ettiği sıcaklık yazın 23-26°C aralığındadır. Aktivite düzeyi arttığında, daha düşük sıcaklık gerekir.

9.4.2. KLİMA SİSTEM SEÇİMİ

Sistem seçiminde öncelikle, hedefleri sağlayan ve ekonomik olarak optimumu veren çözümler aranır. Villa klimasında hedef konfordur. Konfor anlayışı son zamanlarda değişmiştir.

Soğutmanın yanı sıra iç hava kalitesinin de önemi günden güne artmaktadır.

Villalarda katların klimatizasyonu ayrı ayrı cihazlar ile çözülmeye çalışılmalı, yönleri (batı-doğu) veya kullanım zamanları farklı olan mahaller (özellikle yatak odaları ile genel yaşam mekanları gibi) birbirinden bağımsız düşünülerek zonlama yapılmalıdır. Böylelikle enerji tasarrufunun yanı sıra konfor da maksimum

düzeyde sağlanmış olur. Isı kazancı hesaplarının sonucunda, kat bazında iki veya daha fazla cihaz kullanımı gerekiyorsa, batı ve doğu cephelerine bakan mahaller bağımsız düşünülmeli ve zonlamaya gidilmelidir. Ayrıca bir villanın genelinde konfor şartlarının sağlanabilmesi için, iki oda arasındaki sıcaklık farkının 1°C değerini aşmaması gerekir.

Eski yapılarda havalandırma, kapı ve pencere doğrama kalitesinin kötü olmasından dolayı buralardan sızıntı ile doğal olarak gerçekleşirdi. Ancak son yıllarda yapı elemanlarındaki gelişmeler mekanik havalandırma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Örneğin konutlarda ısı yalıtımının artırılması için kullanılan çift camlı doğramalardan hava sızıntısı eskiden kullanılan doğramalara göre çok azdır. Doğal havalandırma miktarlarındaki azalmalar iç hava kalitesi sorununu ortaya çıkarmıştır. İç mekanlarda çeşitli bakteri ve mantarların ortaya çıkması, oksijen yetersizliği, ter ve sigara kokusu, buhar oluşumu, eşya ve yapı malzemelerinden yayılan gazlar gibi olumsuz faktörlerin artması iç hava kalitesinin düşmesine, hastalıklara ve rahatsızlıklara neden olur.

Villalarda, yukarıda anlatılan konfor şartlarının sağlanması için birkaç sistem uygulaması vardır. Bunlardan en yaygın kullanılanları Mini VRV sistemleri, duvar tipi split klima, kanallı klima ve fan coil sistemleridir. Duvar tipi split klima kullanılması halinde oda bazında çözüm yapıldığından, her odaya ayrı klima konması gerekir. Bu durum sistem maliyetini arttırdığı gibi dış cephede çok fazla dış ünite olmasına sebep olur. Sadece belirli odalara duvar tipi split klima konması durumunda konfor tam olarak sağlanamayacak ve evin içerisinde sıcak ve soğuk noktalar oluşacaktır. Mini split yerine günümüzde villalarda genellikle Mini VRV sistemleri kullanılmaya başlamıştır. Tek dış üniteli bu sistemler villaya daha rahat uyum sağlamaktadır. Gizli tavan tipi, duvar tipi veya kaset tipi iç üniteleri olduğundan iç dekorasyona uyum sağlayan bir sistemdir.

Fan coil sistemi bir villa için en sorunlu sistemdir denilebilir. Küçük kapasiteli de olsa su soğutma grubu kullanılması gereği sistemin maliyetini arttıracaktır. Her odada bakıma ihtiyaç duyan bir fan buluncaktır. Ve en önemlisi ses rahatsız edici olacaktır. Özellikle yatak odalarında fan coil gürültüsü problem olabilir. Kaliteli cihazlarda bu gürültü oldukça azaltılmıştır. Ama ses seviyesinin korunması için sürekli bakımın düzgün yapılması gereklidir.

Villalarda çok tercih edilen bir sistem de ısıtmanın radyatörlü sıcak sulu sistemle, soğutmanın ise kanal tipi split klima ile yapıldığı Amerikan sistemidir. Binanın ısı kaybı, cam önlerine monte edilen ısıtıcılar (radyatör + termostatik radyatör vanası) ile karşılanır. Havalandırma ve soğutma için gerekli hava (dönüş havası taze hava ile karıştırılarak) kanal tipi

klima ile kanallardan tavan seviyesinden üflenir. Sistemin dezavantajı asma tavan ihtiyacı duymasıdır. Hava yukarıdan anemostat veya menfezlerden bir çok noktadan dağıtıldığından, ortama homojen yayılır ve ideal konfor sağlanır. Odanın her tarafında sıcaklık aynıdır. Dönüş havası taze hava (dış hava) ile karıştırılıp filtre edilerek ortama verilir. İyi bir havalandırma sağlandığı gibi ortam pozitif basınçta tutulduğundan cam ve kapıdan içeriye dış hava girişi (tozlu hava) büyük ölçüde önlenir. Temizlik ihtiyacı azalır, halı ve eşyaların ömrü uzar. Sağlıklı bir yaşam mahali oluşur. Kanal tipi klima uygulamalarının yapıldığı villalarda merdiven boşluklarına da hava üflenmeli ve bu merdiven boşluklarının baca etkisi önlenmelidir. Taze hava miktarları ortalama %15-20 arasında tutulmalıdır.

Kanal tipi klima sistemiyle kanallar soğutmanın yanı sıra taze hava ihtiyacını da karşılayacaktır. Bu kanallar için villa içinde uygun yerler olmalıdır. Her sistemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle soğutma sisteminin seçimi için villa bazında projelendirme gereklidir. **(Bakınız V.Bölüm Klima Havalandırma Tesisat Elemanları)** Villalar için bir özet aşağıda verilmiştir.

9.4.3. DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ (VRV) KLİMA SİSTEMLERİ

Villa tipi konutlar için ısıtma-soğutma cihazlarının konulacağı mekanlar her zaman için sorun teşkil etmektedir. Isıtma için ayrı bir kazan dairesi olması, soğutma cihazlarının çok sayıda dış ünitelerinin nereye konulacağı uygulamada istenmeyen durumların başında gelir. Değişken debili soğutucu akışkan (VRV) sistemlerinde dış ünite veya dış üniteler fazla yer işgal etmezler, bir veya iki dış ünite ile tüm villa ısıtılıp soğutulabilir. Bu tip sistemlerde 9 adede kadar iç üniteyi bir dış üniteye bağlayabilme imkanı vardır. Kapasite aralığı ısıtmada 42.000-62.000 Btu/h, soğutmada ise 38.000-53.000 Btu/h arasındadır. Isıtmada -20°C, soğutmada +46°C dış ortam sıcaklığına kadar çalışma özelliğine sahiptirler. Birçok değişik iç ünite seçeneği ile (duvar tipi, kaset tipi, 60x60 kaset tipi, 2 yöne üflemeli tavan tipi, tavan tipi, gizli tavan tipleri, 4 yöne üflemeli tavan tipi, kasetli döşeme tipi, gizli döşeme tipi) ve geniş iç ünite kapasite aralığı ile 7.000-43.000 Btu/h) hem proje aşamasında hem de uygulamada kolaylık sağlar.

Bakır boru tesisatı çok fazla yer kaplamadığı için mimaride geniş alanlar bırakır. 150 metre bakır boru tesisat limitiyle montaj aşamasında esneklik sağlar.

Dış ünitelerin (Şekil 9.10) ses seviyesi düşük olduğu için hem ait olduğu villayı, hem de komşu villaları rahatsız etmez. Gece sessiz çalışma fonksiyonu ile gece çalışmasında dahi çok daha sessiz çalışır.

Villa uygulamalarında genellikle ısıtma-soğutma cihazlarının iç mekanda gözükmesi istenmeyen bir durumdur.

Bu tip durumlarda gizli tavan tipi cihazlar ile çözüme gidilebilir (Şekil 9.11). Asma tavan varsa kaset tipi (Şekil 9.12) yoksa duvar tipi (Şekil 9.13) kullanılabilir.

Sistemin bağımsız olarak her mekanı ayrı kontrol edebilme özelliği sayesinde değişik mekanlarda değişik konfor şartları elde edilebilir. Kablolı kumanda seçeneğinin yanı sıra, merkezi kumanda seçeneği ile tüm villa iç üniteleri kontrol edilebilir. Tek tek her cihaz için farklı durumlar tek bir merkezden kumanda edilebilir. Hatta bilgisayar kontrolü seçeneği ile tüm cihazlar aynı zamanda bir bilgisayar vasıtasıyla kontrol (oda sıcaklığı, üfleme sıcaklığı, on-off durumu vs) edilebilir. Kullanıcı ayrıca Internet üzerinden cihazları kumanda edebilir ki bu özellik sayesinde hafta sonu evlerine gidilmeden önce sistem çalıştırılabilir.

9.4.4. OTEL ODASI KLİMALARI (ODA TİPİ PAKET KLİMALAR)

Esas olarak otel odaları için geliştirilmiş olan ancak sıklıkla villa vb yapılarda da kullanılan otel odası klimaları bir paket halinde bütündür. Cihaz oda dış duvarına monte edilen özel kör kasa içine yerleştirilir. Cihazın yarısı oda içinde ve diğer yarısı dış havadadır.

Dışta bulunan kondenser kısmı kendi fanı ile aldığı dış havaya ısısını atarken, oda içinde bulunan evaporatör kısmı üzerinden bir başka fanla geçirilen oda havasından ısı çekilir. Cihaz böylece soğutma yapar. Soğutucu akışkan çevrimi ters döndürülerek kışın heat pump modunda ısıtma yapılır. Ayrıca standart elektrikli ısıtıcısı vardır. -29°C dış hava sıcaklığına kadar sorunsuz ısıtma yapar.

Özellikle villalarda bakır borulama ve dış ünite yerleşiminin görüntü olarak sorun olduğu durumlarda kullanılır.

Paket tip cihaz olduğundan, önceden rezervasyon bırakılmışsa montajı çok kolaydır. İstenilen oranda taze hava alma imkanı vardır. Klape kontrolü ile 120 m³/h'e kadar taze hava alabilir. İçeriye taze hava aldığından iç hava kalitesini artırır ve ortamda pozitif basınç yaratır. Taze hava için ayrı filtresi olduğundan cihazda iç kısımda filtre kirlenmesi ve bakım periyodu süresi uzar.

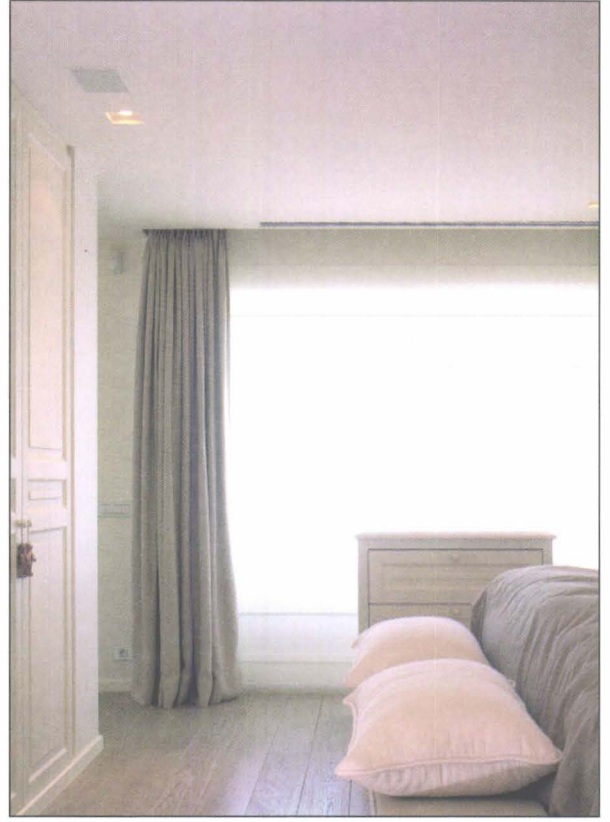
Polietilen ipliklerden oluşan cihaz filtresi yıkanabilir ve çok kolay temizlenir. Cihaz montajda dışa doğru %1 eğim verilerek monte edilmelidir. Yoğuşan drenaj suyunu buharlaştırabilir. Dolayısıyla ayrı bir drenaj hattı gerektirmez.

Özel ABS'den imal edilen ön panel kolayca silinebildiği gibi zamanla renginde solma olmaz. Dışarıdan müdahale ve demontaj imkanı tanımayan, güvenli, paslanmayan, estetik dış kabine sahiptir. Elektrostatik boyalı, sağlam alüminyum dış panjur dış cepheye uyum sağlar. Tüm ünitelerde sessiz ve verimli çalışan rotary kompresörler mevcuttur. Ömrü yaklaşık 20 yıldır.

Otel odası klimalarının kapasitesi 10.000-12.000 Btu/h aralığındadır.



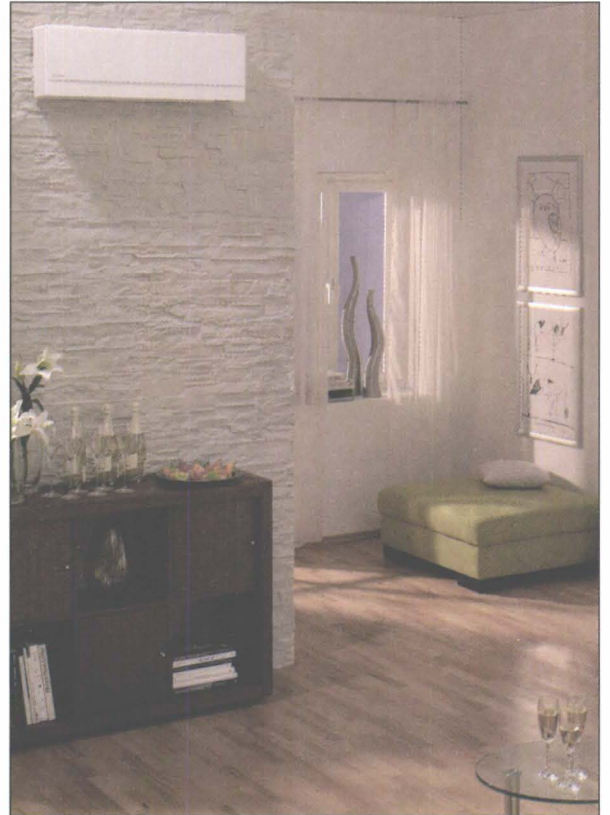
Şekil 9.10. MİNİ VRV
DIŞ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 9.11 MİNİ VRV GİZLİ TAVAN TİPİ
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 9.12. MİNİ VRV KASET TİPİ
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 9.13. MİNİ VRV DUVAR TİPİ
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ

9.4.5. DUVAR TİPİ SPLİT KLİMALAR

(Şekil 9.14)

Duvar tipi split klimalar sessiz ve yüksek verimli cihazlardır. Duvar tipi split klima cihazları bir veya iki iç üniteden ve bir dış üniteden meydana gelirler. Bu iki ünite arasında soğutucu akışkanın geçtiği bakır boru bağlantısı ve elektrik kablo bağlantısı mevcuttur. Soğutma esnasında ısı içeriden dışarıya pompalanır. Split klimalarda kompresör dış üniteye yer alır. Dış ünite bahçe, teras, binaların dış cepheleri gibi yerlere bina dışına yerleştirilir. İç ünite ve dış ünite soğutucu akışkan boruları ile birbirine bağlıdır. Bakır boruların iç mekanda kalan kısmına dekoratif kaplama yapılırsa daha iyi bir uygulama olur.

Duvar tipi split klimalar 7.000-30.000 Btu/h kapasite aralığında sıcak-soğuk (heat pump) olarak üretilmektedir.

Genel olarak duvar tipi split klimaların soğutma istenilen mekanlarda basit uygulaması ve sessiz çalışma özelliği tercih sebebidir. Özellikle soğutmanın çok gerekli olmadığı bölgelerde sadece yatak odalarına veya salonlara klima konulacaksa ilk yatırım maliyetlerinin ekonomik olması nedeniyle tercih edilir.

Taze hava alamamaları, tüm villa soğutulmak istendiğinde çok fazla dış ünite ihtiyacı göstermeleri dezavantajlarıdır.

9.4.6. KANAL TİPİ SPLİT KLİMALAR

Bir iç ve bir dış üniteden oluşur. Dış üniteyi oluşturan kompresör ve hava soğutmalı kondenser ünitesi bahçe, teras veya binaların dış cepheleri gibi dış ortamlara yerleştirilir. Havayı şartlandıran evaporatör serpantini, havayı dolaştıran fan, filtre,



Şekil 9.14 DUVAR TİPİ SPLİT KLİMA UYGULAMA ÖRNEĞİ

kontrol paneli iç üniteyi oluşturur. İç ünite ile dış ünite, soğutucu akışkan boruları ve elektrik kablosu ile birbirine bağlıdır. Kanal tipi iç ünitelere bağlanan kanal sistemi ile şartlandırılan hava farklı hacimlere bir çok noktadan üfleme yapılarak homojen dağılım sağlanır. İç üniteler bodrum, garaj, tavan arası, asma tavan içi veya dolap gibi bölmelere yerleştirilerek gizlenebilir.

Kanal tipi klimalar, başta havalandırma yapabilme yeteneği olmak üzere ses, homojen hava dağıtımı, kapasite genişliği gibi avantajları nedeniyle tercih edilirler.

Kanal tipi split klimalar dışarıdan aldıkları taze havayı filtre edip kışın ısıtarak, yazın ise soğutarak en iyi konfor şartlarında ortama vermekte ve böylece soğutmanın yanında havalandırmayı da gerçekleştirmektedir. Hava kanallarının gizlenmesi için kısmi veya tam asma tavana ihtiyaç duyulabilir. Cihazın iç ünitesi ortamda yere monte edilip bir dolap içinde gizlenebildiği gibi asma tavan boşluğu yeterli ise, asma tavan içine yatay olarak da monte edilebilir. Böylece yer kaybı en aza indirilir. İç ünitelerin mutlaka kullanılacak odalara yerleştirilme zorunluluğu yoktur. Başka hacimlere monte edilip hava kanalları ile irtibatlandırılabilir. Kanal tipi klima mimari ve estetik görünüş açısından en uygun çözümdür denebilir. Dış ünite sayısı azdır ve montaj mesafesi uzunluğunun (yaklaşık 50 m) sağladığı avantajdan dolayı rahatlıkla gizlenebilir. Görüntü kirliliği yaratmaz. Üfleme ve emişler anemostat ve menfezler ile yapıldığından yıllar sonra bile estetik görünümelerini korurlar veya boyanabilirler.

Cihazla beraber verilen termostat ısıtma ya da soğutma ünitesinin çalışmasını kontrol eden bir cihazdır. Termostat oda içindeki sıcaklığı hisseder ve ayarlanan sıcaklıkta sabit tutulmasını temin eder. Oda termostatu merkezi bir yere monte edilmeli, sıcaklık ve radyasyondan etkilenen bir yerde olmamalıdır. Yerden en az 1,5 metre yüksekliğe ve yere paralel bir şekilde montaj yapılmalıdır.

9.4.6.1. Baca Etkisi

Villalardaki merdiven boşlukları baca etkisi yaparak havanın aşağıdan yukarı doğru hareketlenmesine sebep olur. Bu hava hareketi sebebiyle sıcak hava üst katlara doğru gider. Katlar arasındaki sıcaklık dengesi bozulur. Genellikle alt katta bulunan mutfaktaki yemek kokusu ve nem, merdiven boşluğundan üst katlara doğru yönelir. Mutfakta etkin bir davlumbaz havalandırması yapılsa dahi yemek kokularının evin içine yayılması engellenemeyebilir.

Merdiven boşluğuna yukarıdan %100 taze hava verilmesi baca etkisini önler. Katlar arasındaki koku ve ısı transferi önlenir ve konfor artar. Bina içindeki sıcaklık dengesi sağlanmış olur.

9.4.6.2. Villalarda Kanal Tipi Split Klima

Uygulaması

- Villalarda çatı arası ve oda koridorları kanal geçişleri için kullanılarak kanallı klima uygulaması yapılabilir.
- Yatak odaları ve yaşam mahalleri ayrı cihazlarla klimatize edilmelidir. Yaşam mahallerinin havası ile yatak odası havasının birbirlerine karışması istenmez. Ayrıca bu mahaller farklı zamanlarda kullanılacağından işletme maliyetleri de düşürülür.
- Villalarda kanal tipi klima iç ünite montajı için en uygun yer antre ve koridora bakan bir oda veya girinti olmaktadır. Konutlarda asma tavan uygulaması yaşam mahallerinde hemen hemen hiç istenmediğinden; koridorlara monte edilen hava kanallarından odalara giriş yapılarak üflenmiş hava, bu odaların açıldığı ortak bir mahaleye yerleştirilen iç ünite veya dönüş kanalı yardımıyla geri toplanabilmektedir. Bu tip uygulamalarda termostat koridora yerleştirilir.
- Yatak odası katlarının klima cihazı iç ünitesi, çatı arasındaki kullanılmayan boşluğa yatay olarak yerleştirilebilir. Hava kanalları çatı arasındaki boşluktan yatay olarak monte edilebilir. Alt kattaki yatak odalarının tavanı delinip, anemostat ve menfezler yerleştirilebilir. Yatak odalarına şartlandırılmış hava verilir ve alınır. Asma tavan ihtiyacı da oluşmaz. Aynı cihaz veya başka bir cihazla çatı arasındaki hacimlere de hava verilir.
- Salon ve giriş katının klima cihazı aynı katta dolap içine veya bodrum kata yerleştirilip, hava kanalı dağıtımı için çözümler üretilebilir.
- Büyük villalarda farklı cephelerdeki odaları farklı cihazlarla klimatize ederek zonlama yapılmalıdır. Böylece güneş, rüzgar gibi aşırı ısınma ve soğuma neden olabilecek çevresel faktörlerin etkisi ortadan kaldırılır.
- Kanallı split klimaların en büyük avantajı havalandırma yapabilmeleridir.

9.4.6.3. Esnek Kanal Kullanımı

Kanal tipi split klima uygulamalarında koridora yerleştirilecek bir ana kanal yerine, daha küçük çaplı esnek kanallar ile her odaya ayrı hat çekilebilir. Bu şekilde aşağıda sıralanan avantajlar elde edilecektir:

- Düşük Maliyet: İşçilik maliyeti ve kanal maliyeti daha uygun olacaktır. Esnek hava kullanımında çok az fittings gerekeceğinden toplam maliyet düşecektir.
- Kolay Dengeleme: Her odaya giden kanalın çıkış noktasında üzerine yerleştirilecek damper ile dengeleme yapılması kolay olacaktır.
- Ses Yutma Özelliği: Damperler cihazın hemen çıkışında olacağı için ses problemi yaratmazlar. Esnek kanallar ses yutma özellikleri sebebiyle tercih edilir.

9.5. HAVALANDIRMA

Geleneksel konut havalandırılması, kapı ve pencerelerin açılmasıyla veya buralardan sızıntı ile doğal olarak gerçekleşir. Enfiltrasyonla (sızıntı) olan hava değişimi normal hallerde 0,3-0,7 değişim/saat mertebelerindedir ki bu yeterli olabilmektedir. Küçük hacimlerde veya sigara içilmesi halinde saatte 1 hava değişimi daha uygundur.

9.5.1. MUTFAK HAVALANDIRMASI (Şekil 9.15)

Konutlarda yemek pişirmeden kaynaklanan buhar ve kokuların dışarı atılması için en yaygın kullanılan yöntem ocak üstü aspiratörlerdir. Aspiratör debisi 360 m³/h değerini sağlayabilmelidir. Türk tipi mutfaklar için daha uygun olan aspiratörlerde ise debi 620 m³/h değerine kadar çıkabilmektedir. Debi ayarlanabilir olmalıdır. Aspiratör baca bağlantısında DN125 yuvarlak metal kanal kullanılmalıdır. Esnek alüminyum kanallar kir toplanması nedeni ile önerilmez. Bu amaçla yaygın kullanılan DN100 PVC borular ise yangın tehlikesi ve ses nedeniyle kesinlikle kullanılmamalıdır. Yemek pişirme sonucu filtre ve baca bağlantısında biriken yağ tabakası, ocaktan ulaşan bir kıvılcım ile tutuşabilir. Filtre kağıdı ve yanabilen bir malzeme olan PVC kanal, önemli bir yangın potansiyeli oluşturur. Bu nedenle mutfak egzoz sisteminde galvanizli sacdan imal edilmiş contalı sızdırmaz yuvarlak kanalların kullanımı önerilir. Bacanın da tuğla baca yerine galvanizli sacdan yapılmış, yuvarlak tip contalı baca olması tavsiye edilir. Çünkü aspiratör bacaya bastığı için, mutfak bacasında pozitif basınç bulunur. Bu artı basınç altında tuğladaki



Şekil 9.15. MUTFAK ASPIRATÖRÜ

çatlak ve derz aralarından koku yaşam mahallerine sızar. Baca sızdırmaz biçimde birleştirilmiş metal kanal olursa, böyle bir sızma olmayacaktır. Meta bacanın etrafı yangın emniyeti ve yangın dayanımı bakımından tercihen 50 mm kalınlıkta taş yünü ile izole edilmelidir. Bacalar ideal halde bağımsız olmalıdır.

Mutfaklarda aspiratörü, kanalla dışarı uzatarak, bina- nın dışına koymak daha doğrudur.

Aspiratör dışarıda olursa:

- Ses dışarıda kalacaktır.
- Kanal eksi basınçta olduğundan kanaldan dışarıya sızmalar olmayacaktır. Sızma kanal içine doğru olacaktır.

Havalandırma kanalı 2 mm DKP sacdan yapılmalı, PVC malzeme, yanıcı olduğu için kullanılmamalı, bağlantılar kaynaklı veya flanşlı yapılmalı, bağlantılar flanşlı yapılacaksa amiyant conta kullanılmalı, üzerine 50 mm veya daha kalın taş yünü sarılmalı, daha sonra alüminyum folyo ve alüminyum levha ile kaplanmalıdır (tutuşma riskini azaltmak için).

Dirseklerden sonra temizleme kapağı olmalıdır. Bu kapak yine amiyant contalı olmalıdır.

Dolap içinde kalıyorsa havalandırma aspiratörünün alt noktası yerden 1,6 m olabilir. Fırından taşına varsa bu yükseklik biraz daha fazla olmalıdır.

Mutfaklarda havalandırma kapının ters köşesinden yapılmalı, fırın bu bölgeye koyulmalıdır.

9.5.2. BANYO VE TUVALET HAVALANDIRMASI

Banyo buharları mantar oluşumuna, aynaların kararmasına ve metalik yüzeylerin paslanmasına neden olur. Ayrıca tuvaletlerdeki kokunun eve yayılması istenmez. Bu nedenle kullanılacak banyo aspiratörleri kuvvet üzerine yerleştirilmeli ve buharın ortama yayılmadan dışarı atılması sağlanmalıdır. WC aspiratörü ise klozet üzerine yerleştirilmelidir.

Banyo ve tuvaletlerde hava debisi en az 90 m³/h tavsiye edilmektedir.

Banyo ve WC havalandırmasında duvar veya cam tipi banyo ve WC aspiratörleri kullanılabilir. Bu aspiratörlerde modele göre debi 90 m³/h ile 320 m³/h arasında değişmektedir. Banyo-WC hacminde 10-15 hava değişimi yeterlidir.

Banyo aspiratörü kullanıldığında banyo penceresi kapalı tutulmalı ve kapı altında hava girişi için yeterli boşluk bırakılmalıdır. Aspiratör elle kumandalı olabileceği gibi, aydınlatma düğmesine de bir zaman rölesi üzerinden bağlanabilir. Banyo aspiratörü duş hacminden, WC aspiratörü klozet üzerinden hava emmelidir. Böylece banyoda yoğunlaşmanın banyo içine dağılması önlenmiş olur.

Daha büyük hacimlerin havalandırmasında modele göre 300-1.400 m³/h debisi olan cam ve duvara takılabilen aspiratörler kullanılabilir.

9.5.3. ÇAMAŞIR ODASI HAVALANDIRMASI

Eğer konutlarda ayrı bir çamaşır odası varsa, burası için de ayrı bir egzoz aspiratörü konulmalıdır. Çamaşır odası aspiratörleri banyo aspiratörleri ile benzer biçimde monte edilmelidir. Aspiratör kapasitesi olarak 36 m³/h değeri yeterlidir. Bu aspiratörlerin sadece çamaşır yıkama halinde değil, sürekli çalıştırılmaları tavsiye edilir.

9.5.4. SAUNA HAVALANDIRMASI

Konut tipi yapılarda saunalarda mekanik bir egzoz havalandırması imkanı olmalıdır. Seans bittikten sonra saunanın havalandırılması gerekir. Bu amaçla kesintili çalışacak bir egzoz aspiratörü kullanılabilir. Elle kumandalı olarak kullanılacak bu aspiratör debisi (90 m³/h) değerinde seçilebilir. Tesis biçimi banyo aspiratörlerine benzer.

9.6. BUZDOLAPLARI

Buzdolapların bir çok şekilde sınıflandırılmaktadır. Genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Derin dondurucusu üstte modeller
- Derin dondurucusu altta modeller (*Şekil 9.16*)
- Çift kapılı (gardırop tipi) modeller (*Şekil 9.17 ve 18*)
- Üç kapılı modeller (*Şekil 9.19*)

Türkiye’de genel olarak Türk mutfağına uygun olan geniş iç hacimli Amerikan buzdolapları tercih edilmektedir. Yaşanan en büyük problem mutfak dolapları önce seçildiyse, sonradan alınacak buzdolabın buraya yerleştirilmesidir. Buzdolabının önceden seçilip, mutfağın ona göre yapılması en doğrusudur.

9.6.1. BUZDOLAPLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ÖZELLİKLER

- **Yüksek Enerji Verimi:** Enerji maliyetlerinin arttığı günümüzde cihaz seçerken birinci öncelik her zaman tüketimi olmalıdır. Buzdolabı gibi 12 ay boyunca sürekli durmadan cihazlar bu çok daha öne çıkmaktadır. Öncelikli olarak enerji tüketim sınıfı A olan buzdolapları tercih edilmelidir. Monoblok gövdeye sahip modellerde, enerji kaybı ve arka bölüme nem ve ısı kaçması önlenir.
- **Daima Taze:** Buzdolabın temel görevi yiyecekleri saklamaktır. Dolayısıyla, buzdolabından beklenen tüm yiyecekleri mümkün mertebe en uzun sürede besin değerlerini bozmadan saklayabilmesidir. Ne yazık ki her yiyecek-içecek aynı ortamda saklanamaz. Farklı sıcaklık ve nem oranı gerekmektedir. Buzdolabı üreticileri bu sorunu çözmek için buzdolabının içinde farklı zonlar oluşturmuştur. Farklı sıcaklık ve nem oranlarında tutulan bu bölümlerde her yiyecek-içecek uzun süre korunabilir. Bu korumayı arttırmak için kaliteli buzdolaplarında ayrıca sıcaklık garantisi sağlanmıştır.

Yani bir odacık istenen sıcaklığa ayarlandığında sürekli o sıcaklıkta kalmalıdır. Burada oluşacak değişiklikler, yiyecekler doğru sıcaklıkta tutulmamasından çok daha fazla zarar verecektir. Garantili sıcaklık koruma sistemleriyle, sıcaklıkların değişik bölümlerde 0,8°C toleransla sabit tutulmasını sağlanmaktadır. Böylece yiyeceklerin bozulmalarına neden olan sıcaklık dalgalanmaları engellenir.

- **Sessiz Çalışma:** Buzdolapları her zaman yaşam mahallinde olduğu için çok sessiz çalışmalıdır. Genelde Amerikan ve Avrupa buzdolapları burada ayrılmaktadır. Türk mutfağına daha uygun olan geniş iç hacimli Amerikan buzdolapları, daha ufak olan Avrupa modellerine göre daha gürültülü olmaktadır. Kaliteli markalar, yoğun ARGE çalışmalarıyla Amerikan buzdolaplarında da sessiz çalışmayı sağlamayı başarmıştır.
- **Otomatik Kontrol:** Artık buzdolaplarında da akıllı kontrol söz konusudur. Bu sistemlerle hem buzdolabın tüketimi düşük seviyelerde tutulurken, hem de yiyecekler en iyi şekilde korunmaktadır.
- **Özel Kapaklı Yumurta Kabı:** Sivri ucu aşağıya doğru konan yumurta tazeliğini daha uzun süre korur. Yumurta kabında yumurtanın sivri tarafı aşağıya gelecek şekilde yerleştirilebilecek daha derin yuvalar olmalıdır. Ayrıca yumurta kabı kapaklı olmalıdır. Böylece buzdolabı içindeki yiyeceklerin kokusu yumurta içine alınmaz.
- **Otomatik Buz Üretici:** Hızlı, kolay ve sürekli bir şekilde buz temini sağlar.
- Kapakların bulunduğu bölgelerde yoğunlaşma olması için elektrikli ısıtıcılar kullanmak yerine bu bölgeden mevcut soğutma gazının geçirilmesi ile hem elektrik tasarrufu sağlanır hem de elektrik kaçağı riski engellenir.
- Buzdolabının iç ve dış gövdesi arasına poliüretan köpüklerle çevrelenmelidir. Kabin çevresinin köpüklerle izole edilmesi enerji tüketiminde büyük tasarruf sağlamaktadır. Isı kaybı çok düşük olmasından dolayı gıdalar tazeliğini çok daha uzun süre korur.
- Gövde ve kapılarda ekotin kaplamalı (deri görünümlü) özel dış yüzey kabine sağlamlık ve sertlik katar. Parmak izleri ve lekelerin gözükmesini engeller. Kolay temizlenir ve temizlerken oluşabilecek çizikler engellenir.
- Tercih Amerikan buzdolabı ise 220 Volt / 50 Hz olarak üretilmiş cihazlar tercih edilmelidir. Üretimi bu şekilde olan cihazlar, voltaj değişikliklerine daha dayanıklı olup düşük voltajlarda dahi sorunsuz olarak çalışabilmektedir. Genelde 60 Hz üretilen Amerikan buzdolapları eğer adaptör ile kullanılırsa çok daha fazla elektrik tüketmekte ve voltaj oynamalarında sorun çıkarmaktadır.



Şekil 9.16. DERİN DONDURUCUSU ALTTA AMERİKAN BUZDOLABI



Şekil 9.17. ÇİFT KAPILI AMERİKAN BUZDOLABI



Şekil 9.18. ÇİFT KAPILI ZIG-ZAG AMERİKAN BUZDOLABI

9.6.2. FAYDALI BİLGİLER

Yemek Saklanırken Yapılması ve Yapılmaması Gerekenler;

- Et ve balık her zaman havayla teması tamamen engellenerek şekilde saklanmalıdır.
- Sıcak yemek kesinlikle buzdolabına konmamalıdır. Sıcak yemekten çıkan buhar evaporatöre yapışıp koku yapar. Ayrıca diğer ürünlerinizin bozulmasına ve buzdolabının fazla enerji tüketmesine sebep olur.
- Meyveler, kabuklu gıdalar (elma, portakal, limon vb) düşük nemli ortamlarda daha uzun süre taze kalır. Kabuklu gıdalar yıkamadan veya yıkanmışsa iyice kurulandıktan sonra buzdolabında saklanırsa daha uzun süre taze kalır.
- Sebzeler (marul, ıspanak, maydanoz vb) yüksek nemli bölgelerde daha uzun süre taze kalır. Bu bölümlerde nem ayarı istenildiği gibi ayarlanabilir. Yapraklı sebzelerinizi yıkamayın. Sebzeliğe eklenen her türlü nem ürününüzün çok çabuk bozulmasına sebep olabilir. Buzdolabına koyulan yapraklı ürünlerinizi üzerindeki topraklardan arındırarak saklamanız tavsiye edilir. Böylece sebzeler daha uzun ömürlü olur.
- Şarküteri gıdaları, buzdolabının derin dondurucu bölümünden özel bir kanalla iç içe geçmiş bir çekmece sistemine üflenen soğuk hava, bu bölümün taze gıda bölümüne göre 4°C daha soğuk tutulmasını sağlar. Böylelikle bu bölüm 0°C'ye rahatlıkla ayarlanabilir. Bu sistemdeki en önemli nokta özel kanalla getirilen soğuk hava direkt yiyeceklerin üzerine üflenmez, soğuk hava rafın etrafında dolaşarak soğutma yapılır. Böylelikle gıdalarda soğuk yanması, kararma veya kuruma görülmez. Bu şekilde etler, deniz mahsulleri, peynir vb gibi yiyecekler nem kaybedip kurumazlar. Şarküteri bölümü 3 farklı seviyeye ayarlanabilir.
- Süt ve içecek bölümü, buzdolabının derin dondurucu bölümünden özel bir kanalla içecek rafına gelir. Sıcaklık 1°C olup sütün daha uzun sürelerde taze ve hijyen kalmasını sağlar.
- Çeşitli gıdalar için tavsiye edilen saklama koşulları;
 - 0°C Günlük et, balık, dilimlenmiş şarküteri, peynir
 - 1°C Süt
 - 4°C Meyve
 - 5°C Yoğurt, ambalajlı şarküteri
 - -18°C Dondurulmuş ürünler (Dondurulmuş gıdalar en sağlıklı şekilde mikro dalga fırında eritilir.)
- Yumurtalar sivri tarafı aşağı gelecek şekilde kapalı bir kaptaki saklanmalıdır. Böylece daha uzun süre tazeliği korunur ve diğer yiyeceklerin kokusunu alarak tadı bozulmaz. Yumurtayı ihtiyacınız olan kadar dışarı çıkarmalısınız. Yumurta kabını buzdolabından dışarıya çıkartıp bekletirseniz yumurtalar üzerinde yoğunlaşma olur ve ıslanan yumurtalar kısa sürede bozulur.
- Çürük sebze ve meyveler buzdolabına girmemelidir. Bozuk ürün diğer ürünleri de bozar. Muzun buzdolabına konmaması tavsiye edilir.

9.6.3. KULLANIM TAVSİYELERİ

Lütfen bu kullanıcı tavsiyelerini dikkatle okuyunuz.

- Cihazınıza yetkili servislerin dışında herhangi bir servisten hizmet almayınız. Bu durumda yetkili servis olduğunu belirtir bir belgeyi göstermesini isteyiniz.
- Öncelikle cihazla birlikte verilen veya içinden çıkan kullanma kılavuzunu okumanızı tavsiye ederiz. Bir çok konu hakkında sizlere cihazınızı daha güvenilir kullanmanızı sağlayacaktır.
- Buzdolabınızı düz bir zemine, direk güneş ışığı almayan ve herhangi bir şekilde ısı üreten bir yere montaj yaptırmayınız.
- Buzdolabınızı topraklı bir prize ve sigortası 10 A olan enerji beslemesine bağlayınız.
- Buzdolabınızın yüzeylerini sıcak su ve karbonat karışımıyla yıkayınız. Sıcak su ile durulayınız ve yumuşak, temiz bezle kurulayınız. Deterjan bulaşık sabunu ve benzeri temizleme malzemelerini kullanmayınız.
- Yapışkan kalıntıları, çıkartmalar yumuşayana kadar üzerine parmağınızla dış macunu sürerek çıkartınız.
- Kapak contaları daima temiz tutulmalıdır. Yüzey temizlemesinde kullanılan karışımı kullanınız ve iyice kurulayınız. Ayrıca ince bir film tabakası oluşturacak şekilde vazelin sürülmesi tavsiye olunur. Buzdolabınızdan en yüksek verimi almak için üç ayda bir önceki menfezi sökerek oluşmuş olan toz ve lifleri elektrik süpürgesi yardımıyla temizleyiniz.
- Buzdolabınızın aksesuarlarını bulaşık makinesinde yıkamayınız. Kırılabilir veya deforme olabilirler.
- Temperli cam rafları dikkatli temizleyiniz. Ani ısı değişiminde ve çarpmalarda kırılabilir.
- Buzdolabınızın her şey normal olduğunda da ses seviyesinin daha az olmasını istiyorsanız, buzdolabınızın altına karton, halı ve benzeri malzeme koymanızı tavsiye ederiz.
- Buzdolabınızda sakladığınız ürünleri saklama poşetlerinde ve kapalı kaplarda tutunuz. Böylece istenmeyen kokuları önlemiş olursunuz. Hafif kokuları önlemek için açık bırakılmış bir miktar karbonatı buzdolabınızın taze gıda bölümüne koymanızı tavsiye ederiz.
- Buz makinesi olan modellerde; çok sık kullanılmayan buzların birbirine yapışması ve buzların küçülmesi normaldir. Mümkün oldukça buz kabını sık sık boşaltın ve temizleyiniz.
- Uzun süreli tatillerinizde buzdolabınızı genel temizleme talimatlarına uygun olarak temizleyiniz ve kapılarını hafif açık bırakınız.
- Uzun süreli enerji kesilmelerinde buzdolabınızın içindeki gıdaların bozulmaması için derin dondurucu kısmına kuru buz yüklemesi yapınız. Aksi takdirde ürünleriniz bozulabilir ve kokuya sebebiyet verebilir.
- Su ve buz pınarı olan modellerde; su filtresi kullanıyor ise en geç yılda bir değiştirilmelidir. Yeni seri buzdolaplarında filtre değişimini gösteren uyarı ikaz lambasına dikkat edilmelidir.



Şekil 9.19. ÜÇ KAPILI AMERİKAN BUZDOLABI

X. BÖLÜM

YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT

10.1. 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 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 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.

10.2. 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.

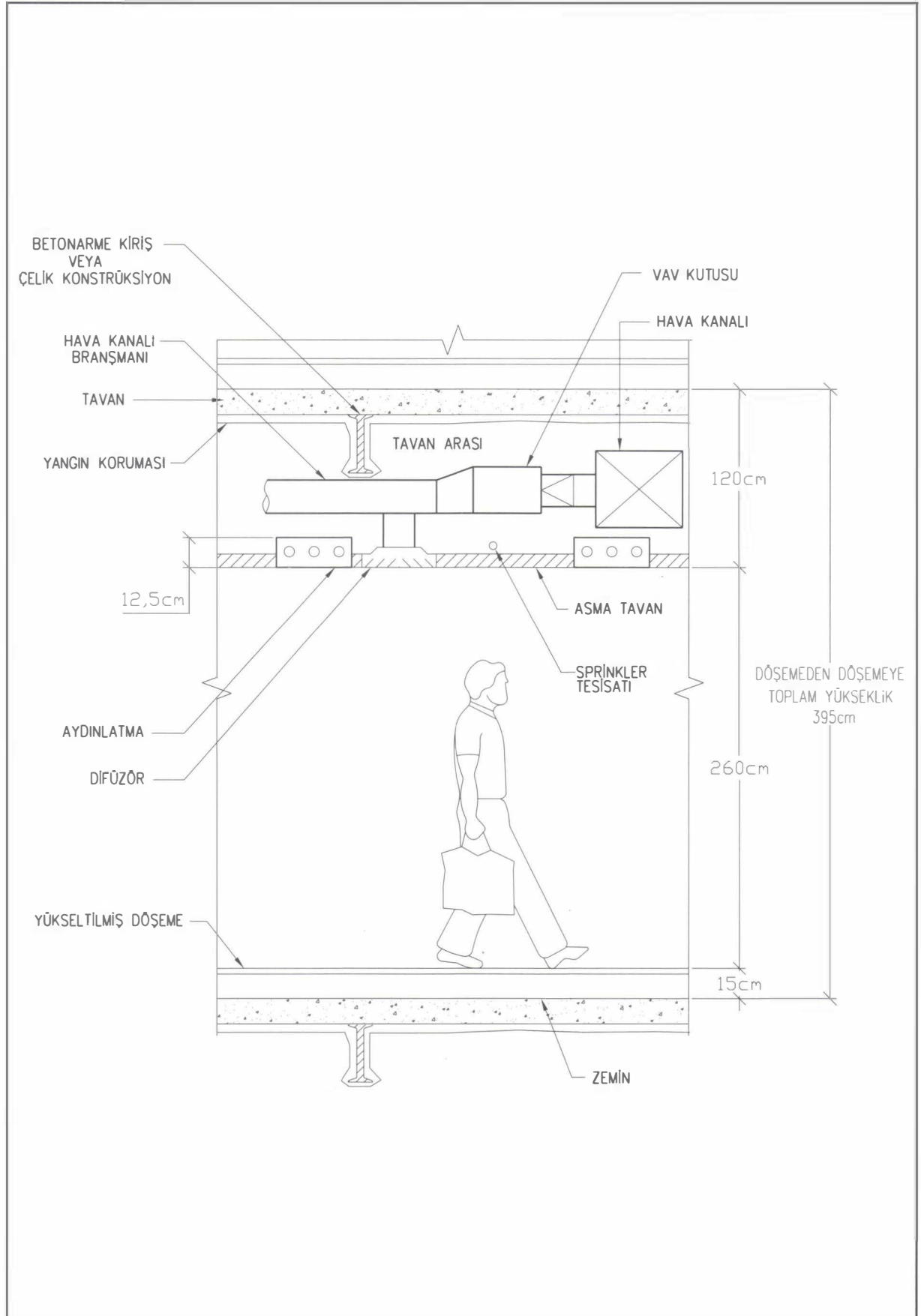
Yüksek yapılarda klima sistemi kurmak deyince akla, sistem seçimi, monte edilen cihazların detayları, seçilen sistemin çalışabilmesi için cihazların monte edileceği yerlerin belirlenmesi gibi konular gelir. Gerekli olan HVAC sisteminin ve ilave ekipmanların seçiminde minimumda aşağıdaki konular dikkate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

- İmar durumu
- Mimari ve konstruktif sınırlamalar ve hedefler
- O dönemdeki ve gelecekteki potansiyel kullanıcıların ihtiyaçları
- Kullanıcıların beklentileri ve harici beklentiler
- Bina ile çevre 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 10.1. TİPİK BİR OFİS KATI KESİTİ

10.3. 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 yapıdır.
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) öngörülmelidir.
- 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 10.1*’de verilmiştir.

10.4. YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MÜHENDİSİ İÇİN ÖNEMLİ BİRKAÇ HEDEF

10.4.1. 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,
- 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.

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

10.4.2. ISITMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ

- 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.

10.4.3. 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.

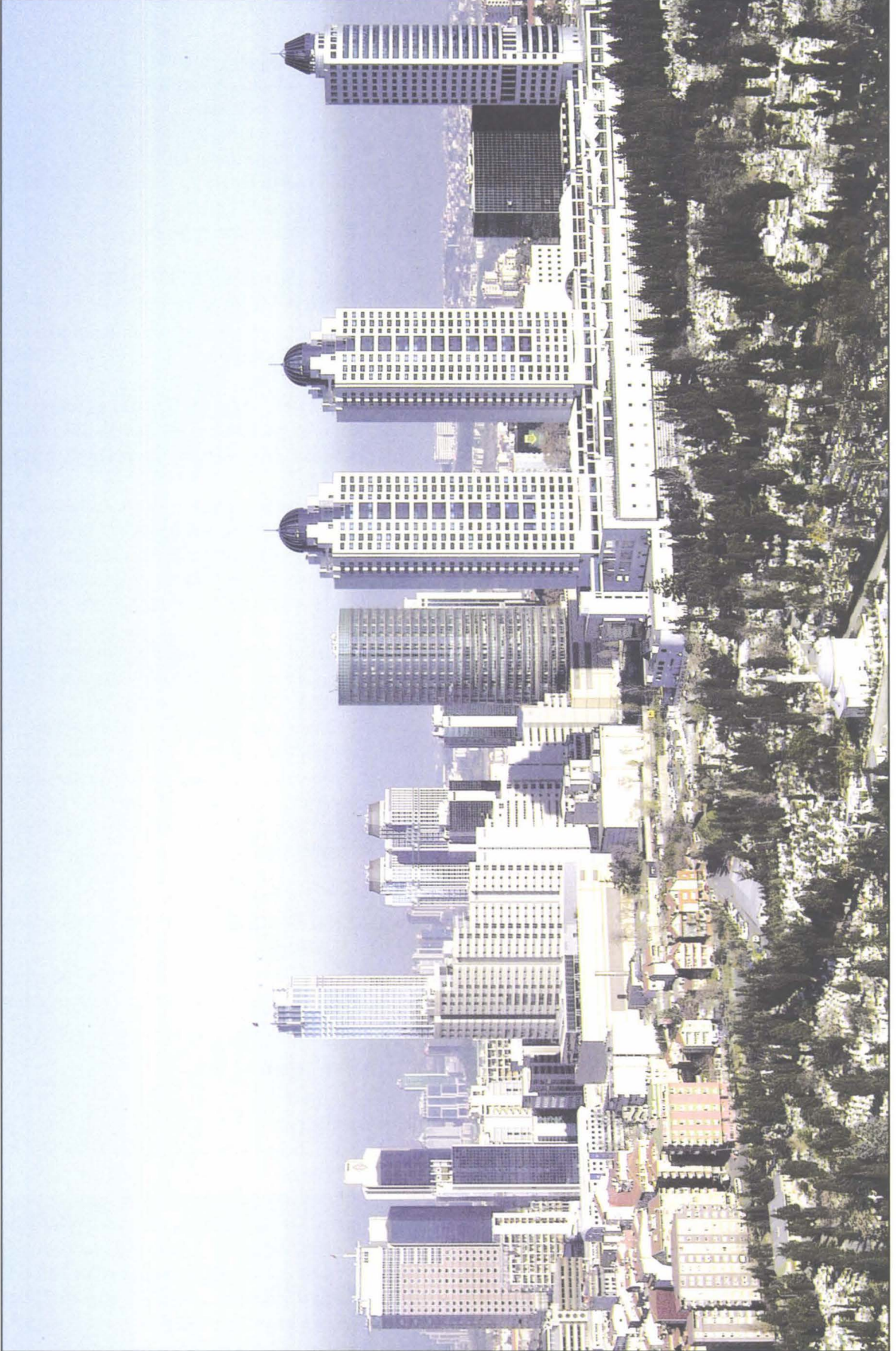
10.4.4. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN YÜKSELTİLMESİ

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

10.4.5. 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 almaları gereken diğer önemli başlıklardır.

(Bakınız İsisan Çalışmaları No.361 Yüksek Yapılarda Tesisat)



Şekil 10.2. YÜKSEK YAPILAR

XI. BÖLÜM

KİMYASAL VE BİYOLOJİK TERÖRE KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER

11.1. 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 raporu sunulmuştur.

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.

11.2. BİYOLOJİK VE KİMYASAL SALDIRI SİLAHLARI

Mekanik tesisat yoluyla kullanılabilecek 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.

11.2.1. BİYOLOJİK SİLAHLAR

11.2.1.1. 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 çalışmışlardır. 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 Manchurya’da şarbon, veba, çiçek, kolera, kızıl, menenjit, tüberküloz, difteri, tularemi, ruam, salmonellozis, tetanoz, hemorajik ateş gibi çeşitli enfeksiyon hastalıklarını esirler üzerinde deneyip, çok sayıda ölüme neden olmuşlardır. Aynı yıllarda İngilizler Gruinard adasında şarbonla çok sayıda deneme yapmışlar ve ada topraklarının yaklaşık 36 yıl boyunca şarbon sporları ile kirliliğine neden olmuşlardır. Adanın arındırılma işlemine 1979 yılında başlanmış ve ada ancak 1987 yılında tam anlamıyla temizlenebilmiştir.

1972 yılında 100’den fazla ülkenin katılımı ile imzalanan “Bakteriyolojik ve Toksin 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.

11.2.1.2. 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 yaralar-dan şarbon sporlarının girmesiyle oluşan deri şarbo-nu biçimindedir.

Ülkemizde yılda yaklaşık 100 civarında deri şarbonu olgusuna rastlanmaktadır.

a. Biyolojik silah olarak şarbon kullanımı: Şarbon sporlarının büyük miktarlarda aerosol olarak kullanı-mı sonucu ölümcül akciğer şarbonu tablosu ortaya çıkar. Ancak şarbonu bu şekilde silah olarak hazırla-mak için belli ölçüde teknolojiye gerek vardır.

b. Bulaşma: Şarbon sporları dış ortama çok dayanıklı-dır. 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 saptan-mıştır. Solunum yolu şarbonunun, bulaşmadan yakla-şık 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 kültürlerinde bakteri saptanabilir. Erken dönemde antibiyotik tedavisi başarısı yüksektir. Ancak belirtiler görülmeye başladıktan 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 lezyonlar gelişir. 2-6 gün sonra siyah kabuklu karakteristik yara oluşur. Yara etrafında ödem görülmesi karakteristiktir.
- Mide-Bağırsak Şarbonu: Hastalığın en nadir for-mudur. Ciddi karın ağrısı, kanlı ishal, bulantı ve kusma görülür. Ölümle sonuçlanır.

11.2.1.3. Veba (Yersinia Pestis)

İnsanlarda ve kemiricilerde hastalık oluşturur. Salgın-lar öncesinde farelerde çok sayıda ölüm görülür. Biyolojik silah olarak kullanılan Y. Pestis akciğerler-de enfeksiyona neden olur.

11.2.1.4. 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.

11.2.1.5. Çiçek (Variola)

Çiçek hastalığı tüm dünyada 1977 yılından itibaren ortadan kaldırılabilmiş 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 karakter-istik bir döküntü gözlenir. Bu döküntü en belirgin biçimde yüz, kollar ve bacaklarda ortaya çıkar. Çiçek hastalığına yakalananların %70'i hastalıktan tanı ola-rak kurtulur. Ancak kabukların iyileştiği yerlerde deride iz kalır. Hastaların %30'u ölür.

Hasta kişilerden sağlıklı bireylere, tükürük damlacık-ları aracılığıyla bulaşır. Yüz yüze temas ile hastalık bulaşabilir.

Hastalığın ilk bir haftasında hastalık yüksek oranda bulaşıcıdır. Bulaşıcılık kabuklar düşüncüye kadar azal-makla birlikte devam eder. Henüz etkinliği kanıtlanmış bir antibiyotik yoktur. Çiçek virüsü ile temas eden bir kişiye (temastan sonraki) ilk 4 gün içinde aşının yapıl-ması hastalığın ciddiyetini azaltır, hatta kişiyi hastalık-tan tamamen koruyabilir. Aşı 1972 yılından beri uygu-lanmaktadır. 1972 yılından önce aşılanmış kişilerde aşının etkisi kalmadığı ve bu kişilerin de çiçek hastalı-ğına karşı duyarlı oldukları kabul edilmektedir.

11.2.2. KİMYASAL SİLAHLAR

Kimyasal silahlar ve özellikleri *Tablo 11.1'*de toplu halde verilmiştir.

Kimyasal silahlar aşağıdaki gibi gruplanabilir:

a. Sinir Gazları (Sarin, Soman, Tabun, Vx): Sinir siste-mini bloke ederek solunumu etkiler ve ölüme neden olur.

b. Yakıcı Gazlar (Hardal Gazı, Azotlu Hardal, Levesit): Korozif olan 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): Öldürü-cü 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.

11.2.2.1. 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 yüzey-lerinde 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.

11.2.2.2. 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.

11.2.2.3. 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.

11.3. 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	Antidotu	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 Parali, Oral ve Nazal Sekresyon Artışı, Şiddetli Bronkokonstrüksiyon	Atropin Sülfat + Paralidoksim (Protopam) Klorür veya Obidoksim	Antidot Uygulaması, Ventilasyon, Diazepam
Yakıcı Maddeler: HN3 Azotlu Hardal HD Kükürtlü 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 Hidrosiyanik Asit CK Siyanojen Klorür	Ani Hayati Tehlike	Anhalasyon: Konvülsyonlar, Ölüm İnjesiyon: Baş dönmesi, Bulantı, Kusma, Halsizlik, Solunum Sıkıntısı, Bilinç Kaybı, Konvülsiyonlar, Apne, Ölüm	Aminitrit + Sodyum nitrit + Sodyum Tiyo Sülfat	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, Parali, 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 11.1. KİMYASAL SİLAHLAR VE ÖZELLİKLERİ

11.3.1. 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 yaşartıcı 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 11.2A, 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 11.3*). 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.

11.3.2. 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 verme 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.

11.3.3. SALDIRININ ALGILANMASI HALİ

Bina yöneticisi tarafından salgının algılanması halinde:

- Çok yoğun miktarda kirleticisi madde boşaltılmışsa (dışarıdan saldırı), fanlar durdurulabilir. Ancak yoğun kirleticisi 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 alacaktır. 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:

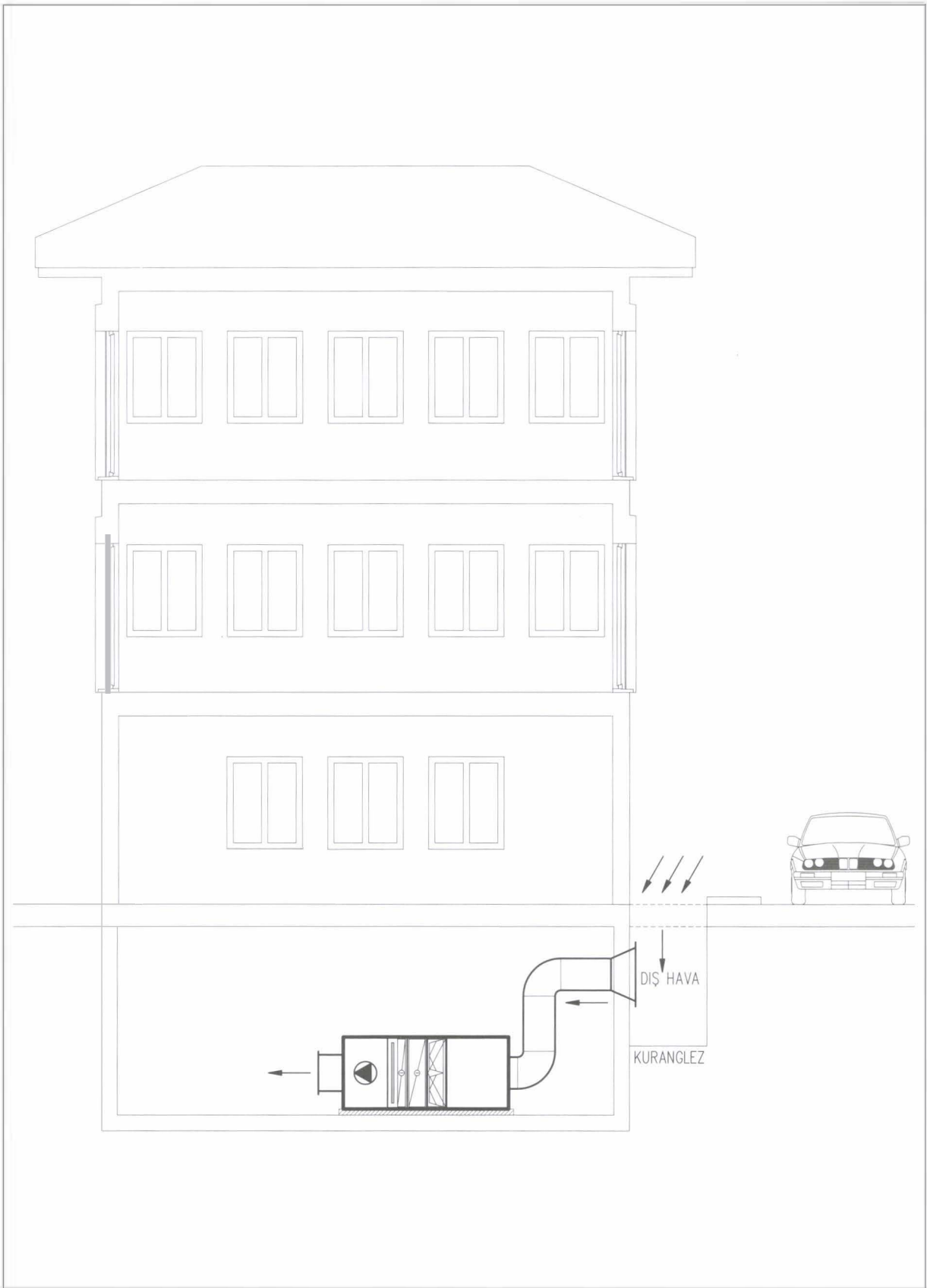
- Binaya %100 taze hava verilmeli, %100 egzoz yapılmalı, fanlar durdurulmamalı ve sistemi %100 free cooling modunda çalıştırılmalıdır (duman tahliye sistemlerinde olduğu gibi).
- Saldırı içerde bir kat veya bölgedeyse, duman tahliye moduna geçilmelidir. Saldırı olan bölümde (-) basınç, komşu bölgelerde (+) basınç oluşturulmalıdır.
- Hidrojen siyonid, klor, veya zehirli endüstriyel kimyasallar ile şarbon mikrobi gibi hallerde, bazı literatürde, sprinkler sistemini aktive ederek yıkama suretiyle saldırının etkisinin azaltılabileceğinden de söz edilmektedir.

Saldırının durdurulması ve insan güvenliğinin sağlanmasının ardından:

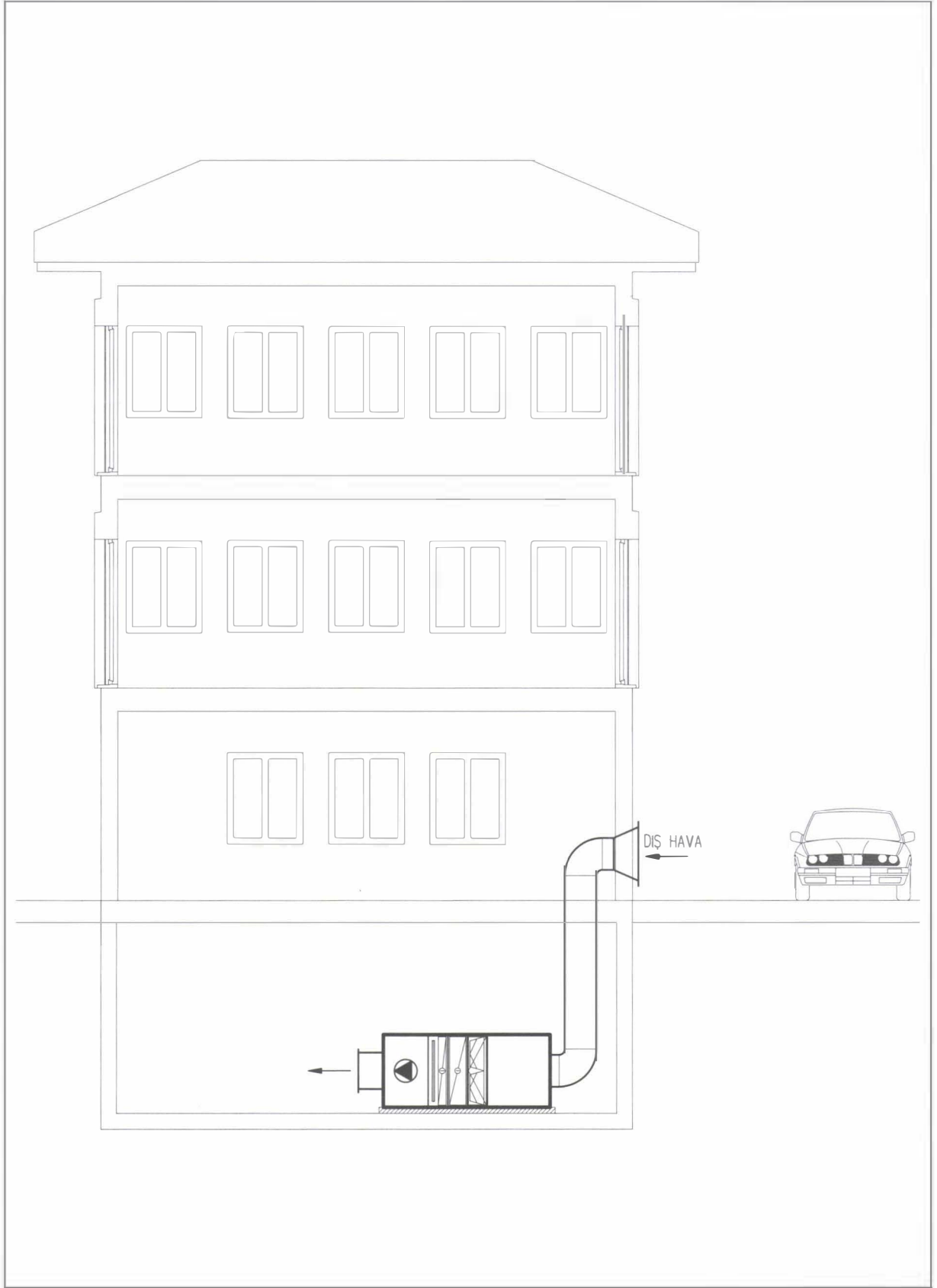
- Havalandırma yapılan hava filtreleri ve yıkayıcılar, absorpsiyon, katalitik oksidasyon vb temizlenmelidir.
- Hava kirlenmesindeki minimum ve maksimum değerlere göre işletme, örneğin çalışma saatlerini kısıtlayarak, aralıklı çalışma yaptırarak ayarlanmalıdır.

11.3.4. KLİMA SANTRALLERİNDE FİLTRE KULLANIMI

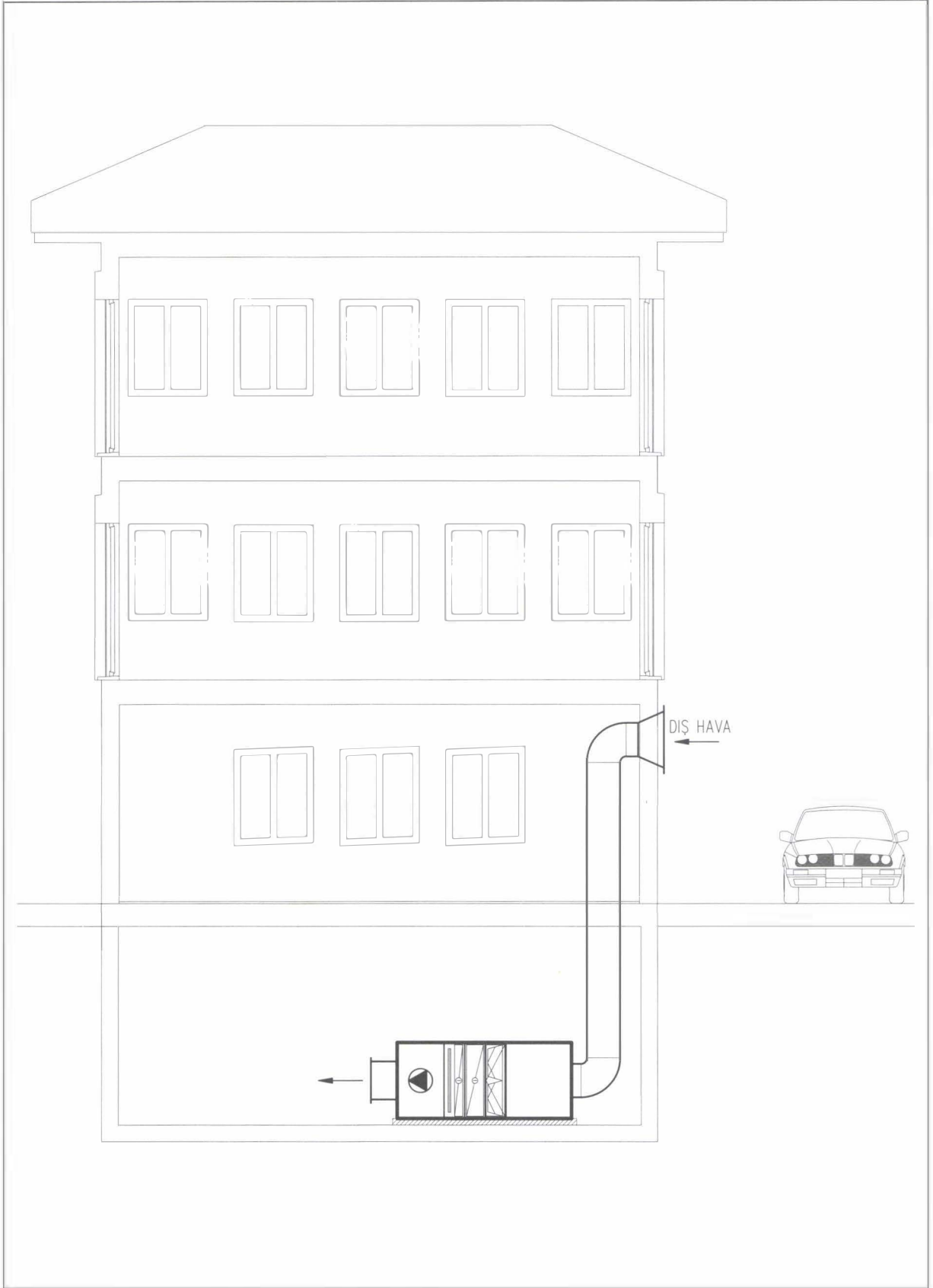
- Toz halinde kimyasal veya mikrobik saldırılara uygun karakterde filtreler oluşturulabilir. Bakterilerle mücadele için UV ışınları da etkilidir.
- Yüksek etkinlikli filtrasyon için HEPA filtre kullanılmalıdır. Bu filtrelerle bakteriler %80 oranında tutulabilir. Ancak HEPA filtrelerde basınç kaybı çok 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.



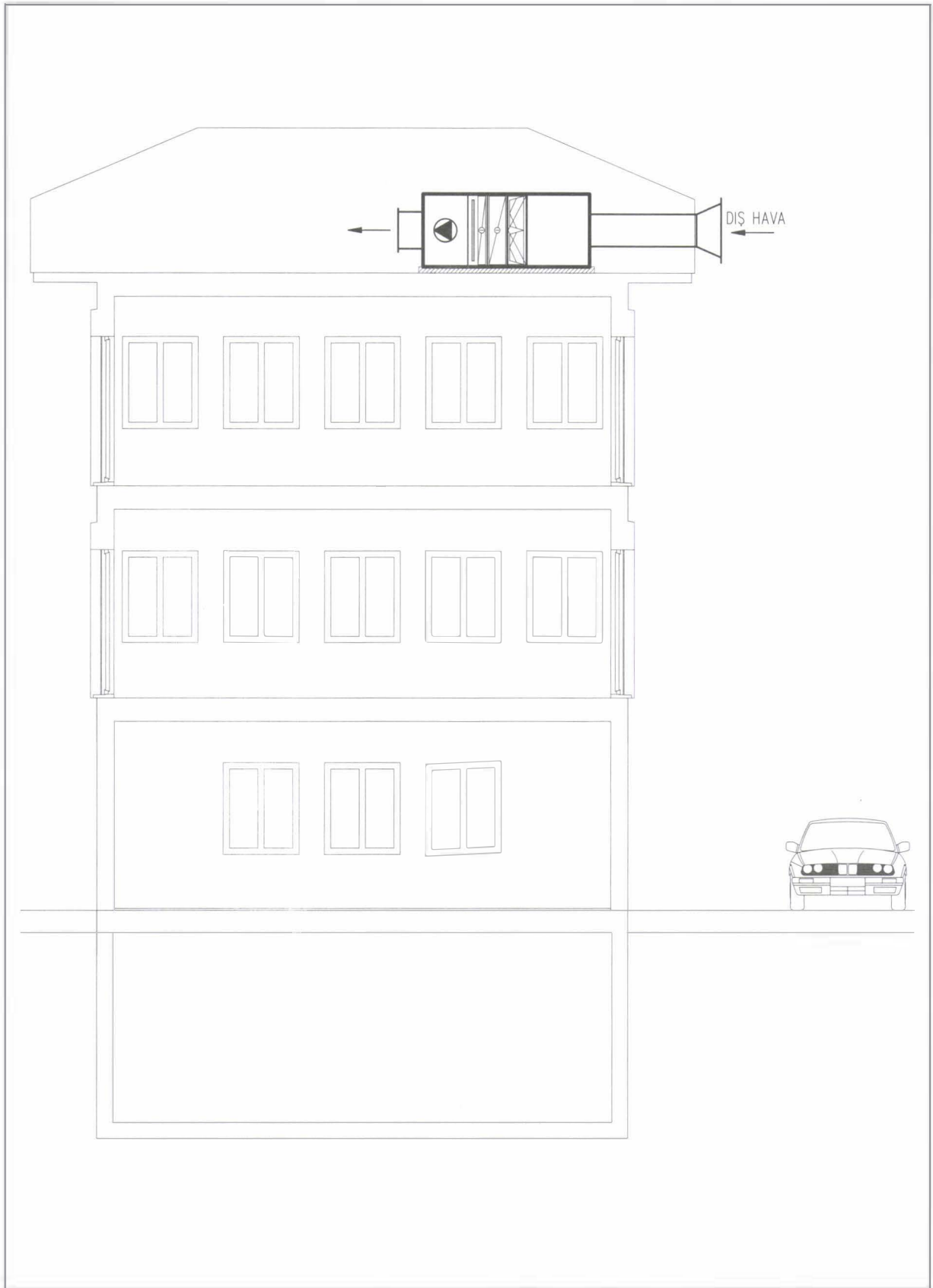
Şekil 11.2A. TAZE HAVA ALIŞLARI
KURANGLEZDEN OLMAMALIDIR.
(Yanlış uygulama)



Şekil 11.2B. TAZE HAVA ALIŞLARI, ULAŞILABİLİR YERLERDEN VE ALT SEVİYELERDEN OLMAMALIDIR.
(Yanlış uygulama)



Şekil 11.2C. TAZE HAVA ALIŞLARI OLABİLDİĞİ KADAR
ÜST SEVİYELERDEN OLMALIDIR.
(Daha doğru uygulama)



Şekil 11.2D. TAZE HAVA ALIŞLARI OLABİLDİĞİ KADAR
ÜST SEVİYELERDEN OLMALIDIR.
(İdeal uygulama)

11.3.5. HAVA KANALLARINDA SIZDIRMAZLIK

Hava kanallarında çok iyi sızdırmazlık sağlanmalıdır. Bu koşul hava kanallarında aynı zamanda enerji tasarrufu ve iç hava kalitesi için de gereklidir.

11.4. SİHHİ TESİSAT

Sihhi tesisatta içme ve kullanma suyuna ulaşım imkanı ortadan kaldırılmalıdır. Bunun için,

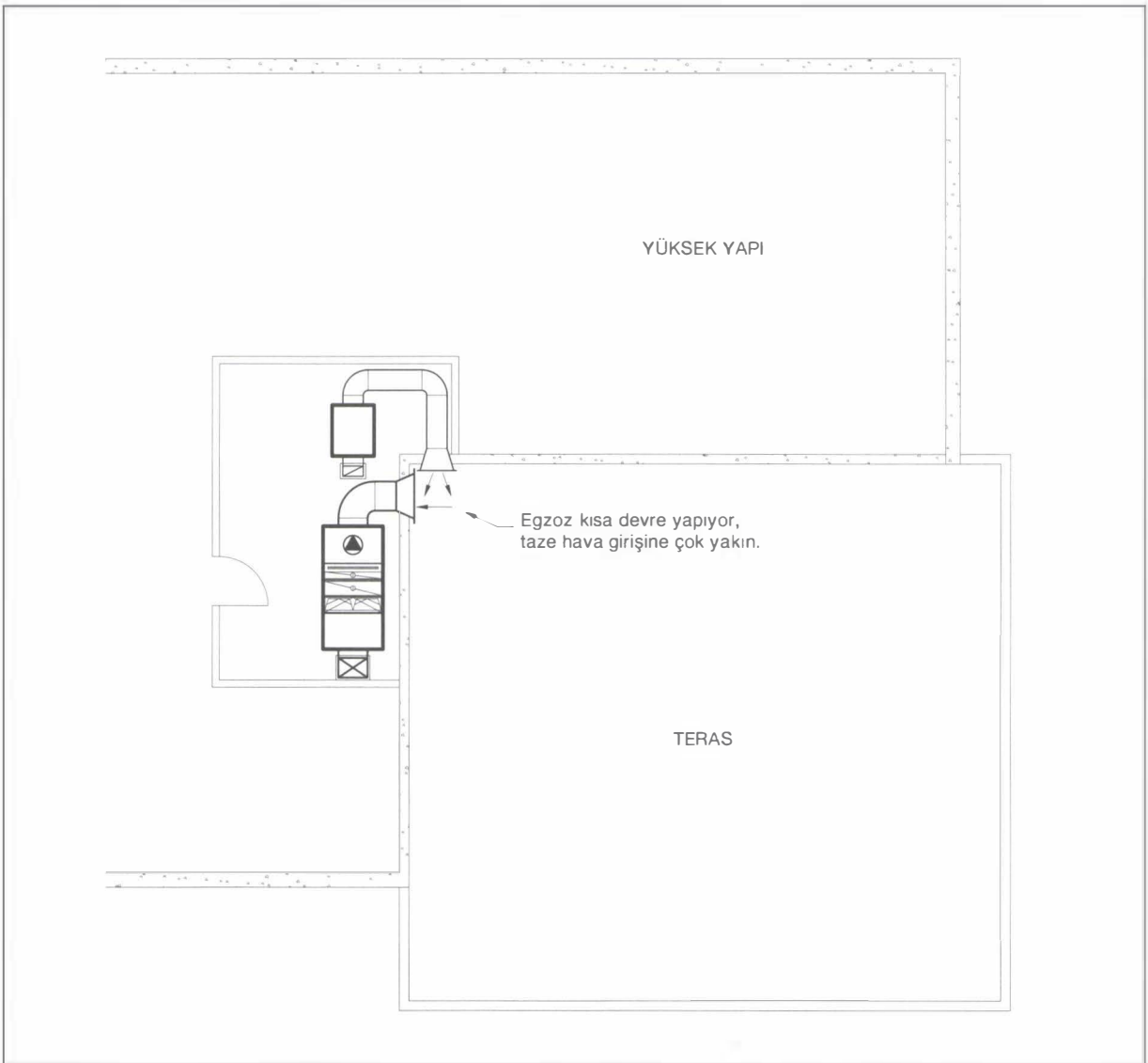
- Su depolarına ulaşım engellenmelidir.
- Su depolarının kapakları kilitli olmalıdır.
- Depo kapaklarına kolay ulaşılammamalıdır.
- Su boruları açıktan geçmemelidir.
- Su boruları toprak altına döşenmeli veya kontrol edilen galeriler/şaftlar içinde olmalıdır.

11.5. 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.

11.6. 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 11.3. TAZE HAVA ALIŞ ve EGZOZ ATIŞ PANJURLARI BİRBİRİNE ÇOK YAKIN OLMAMALIDIR. (Yanlış uygulama)



Şekil 11.4. ISISAN GOODMAN ÇATI TİPİ KLİMA UYGULAMASI

XII. BÖLÜM

YANGIN TESİSATI

12.1. MİMARİ TASARIMDA YANGIN GÜVENLİĞİ

12.1.1. GİRİŞ

Yangınlarda, ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu, binanın yangın güvenliğine uygun olarak dizayn edilmemesi nedeniyle olmaktadır. Çoğunlukla kaçış yolları yeterli olmadığından binadakiler duman içinde kalmakta ve istenmeyen sonuçlar doğmaktadır. Özellikle topluma açık binalarda yangın güvenliği konusunda daha binaların projelendirme aşamasında önlemlerin düşünülmesi ve mimarlar tarafından öncelikle ele alınması gerekir. Genel olarak, yangın güvenlik önlemleri pasif ve aktif olmak üzere iki grupta incelenebilir. Pasif sistemler olarak, binanın kaçış yolları, yangın merdivenleri, tesisat shaftları, pompa daireesi, su deposu, yangın bölmeleri, yangın kesicileri ve duman tahliye bacaları sayılabilir. Aktif sistemler ise, yangın dolapları, yağmurlama sistemi, gazlı söndürme sistemi, duman tahliye sistemi, merdiven basınçlandırması, algılama ve uyarı sistemleri gibi sistemlerdir. Pasif sistemler tamamı ile mimari tasarıma etki eden hususlardır. Özellikle kaçış yolları ve yangın merdivenleri yapının tasarımını tamamen değiştirebilmektedir. Pasif güvenlik önlemleri yeterliyse yangının genişlemesi yavaşlar, insanların tahliyesi kolaylaşır ve yangının verdiği zarar az olur. Binanın pasif sistemlerinin iyi tasarlanması ile mekanik sistemlere olan ihtiyaç çok azalacak, hem binanın maliyeti düşecek hem de yangın güvenliği daha iyi sağlanacaktır. Fakat, bunu her zaman sağlamak mümkün değildir. Mimar genellikle binanın kullanım alanını artırmak ister. Mal sahibinin bilinçsiz isteklerine yanıt ararken ve onları yerine getirmeye çalışırken güvenliğin gerekliliğini öne almalıdır. Bir yapının fonksiyonel olması kadar güvenli olması da gerekir. Özellikle topluma açık yapılarda güvenlik, birinci planda gelmelidir. Kaçış yolları için ayrılan alanların yangınlarda kurtuluş alanları olduğu unutulmamalıdır. Kaçış koridorları ve yangın merdivenleri amaca hizmet edecek özellikte olmalıdır. Bir yasağı savmak için değil, bir tehlikeyi önlemek için planlanmalıdır. Tasarım sırasında en kötü şartlarda kullanılabilecekleri göz önüne alınmalıdır. Kötü hava şartlarında çocukların, yaşlıların, binayı tanımayanların nasıl çıkacakları mutlaka düşünülmelidir. Binaların yangından korunma sistemleri her ne kadar günümüzde şehircilik, mimarlık, mühendislik bilim dallarındaki kişilerin ortak çalışmalarını gerektiriyorsa da, bunları uygulamak, ciddiye almak mimarın sorumluluğunda olmalıdır. Dünyada tarih boyunca çıkan büyük yangınların ardından, yavaş

yavaş yangın güvenliği konusu önem kazanmış ve insanların çeşitli araştırmalar yaparak bazı önlemler almasına neden olmuştur. 1600 yılındaki büyük Londra yangınından sonra, alınan önlemler yangının çıktığı yapıda kalmasını sağlamak ve yanındaki yapılara sıçramasını önlemek biçimindedir. 18. yüzyıldan sonra, insanların kaçabilmelerini sağlayacak önlemler düşünölmeye başlanmıştır. Ülkemizde de teknolojik gelişmelere paralel olarak, özellikle de topluma açık yapılarda yangından ötürü ortaya çıkacak can ve mal kaybını en aza indirebilmek amacıyla çalışmalar ve 2002 yılında Bakanlar Kurulu tarafından çıkarılan “Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik”, 2006 yılında genişletilmiş ve değiştirilmiştir. Bu yönetmelikte pasif sistemlere çok geniş yer verilmiştir. Bu yönetmelikte; bina yerleşimi ve binaya ulaşım, yangının yayılmasını önleyici tedbirler, tahliye durumunda kullanılan kaçış yolları ve yangın merdivenleri, bina kritik bölümlerine ilişkin önlemler ve binalarda kullanılacak yapı malzemeleri konusunda genel esaslar belirtilmiştir. Bir yapı, yangın çıkması halinde, aşağıda belirlenen hususların gerçekleşmesini sağlayacak şekilde inşa edilmelidir:

- Yapının yük taşıma kapasitesi belirli bir süre için korunabilmeli,
- Yangının ve dumanın yapının bölümleri içerisinde genişlemesi ve yayılması sınırlandırılmalı,
- Yangının civarındaki diğer yapılara sıçraması sınırlandırılmalı,
- Kullanıcılar binayı terk edebilmeli veya diğer yollarla kurtarılabilir,
- İtfaiye ve kurtarma ekiplerinin emniyeti göz önüne alınmalıdır.

Bina tasarlanırken kaçış yolları, yangın merdivenleri, asansör kuyularının yerleri uygun düzenlenmeli; dumandan arındırma, yangının yayılımının yavaşlatılması için kompartımanlar oluşturulmalı, topluma açık ve yüksek yapılarda özel önlemler alınmalıdır.

12.1.2. BİNA YERLEŞİMİ

Kentleşme ve yoğun yerleşmenin ortaya çıkması ile yangın ve yangının çok geniş alanlara yayılması önemli bir şehircilik problemi olmuş ve bazı temel ilkelerin doğmasına yol açmıştır. Bunun paralelinde de yangın için önlemler önce şehir planlamasında düşünölmeye başlanmıştır. İmar planları yapılırken binaların kullanım amaçlarına göre değişik sınırlamalar getirilmiş, öncelikle konut, ticaret merkezi, sanayi gibi fonksiyon bölgeleri arasında yangın havuzları yapımına olanak verecek yerler ayrılması istenmiştir. İmar planları yapılırken fonksiyon bölgelerinin ayrılması durumunda

binanın yangın güvenliğine uygun projelendirilmesi kolaylaşır. İmar planlarında, konut, ticaret, sanayi gibi fonksiyon bölgeleri arasında, yangın havuzları ve su ikmal noktalarının yapımına olanak verecek biçimde, yeşil kuşakların ayrılmasına ve bu yeşil kuşakların, yangın güvenliği açısından fonksiyon bölgelerini birbirinden ayırmasına özen gösterilmelidir. Yeni planlanan alanlarda bitişik nizamda teşekkül edecek imar adalarının uzunluğu 75 metreden fazla olmayacaktır. Uzunluğu 75 metreden fazla olan bitişik nizam yapı adalarında, yangın güvenliği ve erişim kontrolüne ilişkin düzenlemeler yapılmalı ve önlemler plan müellifi tarafından plan notunda belirtilmelidir. Plan yapımı ve revizyonlarında, planlama alanı ve nüfus dikkate alınarak, 0.05 m²/kişi üzerinden itfaiye yerleri ayrılmalıdır. Bina derinliği, binanın itfaiye araçlarının ulaşabildiği cephesinden itibaren 35 metreyi aşmamalı ve birden fazla ulaşılabilen cephe varsa bu kural her biri için ayrı ayrı uygulanmalıdır. İtfaiye araçlarının her binaya ulaşabilmesi için ulaşım yollarının tümünde itfaiye araçlarının engellenmeden geçmesine yetecek genişlikte yol olmalıdır. İç ulaşım yollarında, olağan genişlik en az 4 m, çıkmaz sokak durumunda en az 8 m, dönemeçte iç yarıçap en az 11 m ve dış yarıçap en az 15 m, eğim en çok % 6, serbest yükseklik en az 4 m, taşıma yükü en az 15 ton olmalıdır. Topluma açık yapılarda iç ulaşım yollarında genişlik en az 5 m çıkmaz sokak durumunda en az 10 m, serbest yükseklik en az 4,5 m olmalıdır. Yüksek yapılarda (21,5 m'den yüksek) ana yoldan binaya ulaşım yollarında genişlik en az 10 m, alt geçitlerde serbest yükseklik en az 4,5 m olması uygundur.

12.1.3. YANGIN KOMPARTİMANLARI

Binalar, yangın genişlemesini önlemek için düşey ve yatay yangın bölmeleri ile donatılmalıdır. Yalnız can kaybının düşünülmesi durumunda, tek veya iki katlı müstakil konutlarda, tek katlı büro binalarında, tek katlı ve çevresi açık fabrika ve depolarda yangın bölmeleri yapılmayabilir. Bir yangın kompartımanı, yangının ve dumanın yapı içerisinde yayılmasını önleyen yangın kesici duvar ve döşeme ile çevrili bir hacimdir. Kompartıman duvar ve döşemelerinin en az 60 dakikalık bir süre için yangına direnç gösterecek şekilde inşa edilmesi gerekir. İki veya daha çok bina tarafından ortak kullanılan duvarlar, binayı ayrı bölümlere ayıran duvarlar, kazan dairesi, otopark, ana elektrik dağıtım odaları, yapı içindeki trafo merkezleri, orta gerilim merkezleri, dizel-jeneratör grubu odaları vb yangın tehlikesi olan kapalı alanların duvarları e döşemeleri kompartıman duvarı özelliğinde olmalıdır. Yangın kompartımanlarının etkili olabilmesi için kompartımanı çevreleyen öğelerin

yangına dayanıklılığı birleşme noktalarında da sürekli olmalı, kompartımanlar arasında yangına dayanıksız açıklıklar olmamalıdır. Farklı amaçlarla kullanılan binanın bölümleri birbirlerinden yangın duvarı ve/veya döşemesiyle ayrılmalıdır. Bu farklı kullanım amaçlarından biri, binanın diğer bölümüne yardımcı olarak düzenlenmişse ve 300 m² den küçükse bölümlendirmeye gerek duyulmaz. İki veya daha çok binaya ait müşterek duvarlar yangına dayanıklı duvar olarak inşa edilmelidir. İkiz evleri birbirinden ayıran her duvar yangın duvarı olarak inşa edilmeli ve evler ayrı binalar olarak değerlendirilmelidir. Bina yüksekliği 21,5 m'den fazla olan konut harici binalarda her kat yangın kompartımanı olarak (atriumlu bölüm hariç) düzenlenecektir.

12.1.3.1. Yangın Duvarları ve Düşey İç Kesiciler

Bitişik nizam yapıların yangın duvarları, yangına en az 90 dakika dayanıklı olarak projelendirilmeli, bölme aralıkları 40 metreyi aşmamalıdır. Bölmeler deliksiz ve boşluksuz olmalıdır. Bölmelerde kapı ve sabit ışık penceresi gibi boşluklardan kaçınmak mümkün değilse, bunlar da en az bölme yangın mukavemetinin yarı süresi kadar yangına dayanıklı ve yangın kesici özellik taşımalıdır. Su, elektrik, ısıtma, havalandırma ve benzeri tesisatın yangın bölmesinden geçmesi durumunda, bölmede yangın mukavemetini azaltmayacak ve denenmiş uygun detaylar kullanılmalıdır. İç yangın bölmeleri ile bitişik nizam binalar arasındaki yangın duvarları, kagir ve en az bir tuğla kalınlığında, iki yüzü sıvalı dolu tuğla duvara eşdeğer yalıtımda yapılmalıdır. Yüksek binalarda düşey tesisat shaft ve baca (çöp, haberleşme, evrak, teknik donanım vb) duvarları yangına en az 120 dakika, kapakları en az 90 dakika yangına dayanıklı ve duman sızdırmaz olmalıdır. Topluma açık binalar ile yüksek yapılarda yangın anında otomatik kapanan veya geceleri kapatılan sürme bölmeler veya koridor damperleri kullanılabilir.

12.1.3.2. Döşemeler ve Yatay Kesiciler

En çok 2 katlı konutlar dışında, bütün döşemeler yangına en az 60 dakika dayanımlı ve yangın kesici nitelikte, her durumda bodrum tavanı yangına en az 90 dakika dayanımlı olmalıdır. Döşeme kaplamaları en az normal alevlenici, yüksek binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden yapılır. Döşeme üzerinde kolay alevlenen malzemeden ısı yalıtımı yapılmasına, üzeri en az 20 mm kalınlığında şap tabakası ile örtülmek şartı ile müsaade edilir. Yangına en az 120 dakika mukavemet gösteren ve alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan her döşeme bir yatay yangın bölmesi olarak kullanılabilir. Ayrık nizamda müstakil konutlar dışında yanıcı malzemeden asma tavanlar kullanılmamalıdır.

12.1.3.3. Cepheler

Cepheler, düşey dış yangın bölmeleri niteliğindedir. Cephe dış kaplamasının, özel durumların dışında, yanmaz malzemeden olması esastır. Kapı, pencere ve benzeri cephe boşlukları arasında, aynı bir iç hacme ait değilse en az 1 m yatay dolu yüzey bulunmalıdır. Dış cephelerin yüksek binalarda yanmaz malzemeden, diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması esastır. Cephe elemanları ile alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atmasını engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımını sağlayacak süre kadar yalıtılmalıdır.

12.1.3.4. Çatılar

Çatıların oturdıkları döşemeler yatay yangın bölmesi niteliğinde olmalıdır. Bitişik nizam yapılarında, çatılarda çatı örtüsü olarak yanıcı malzeme kullanılmamalıdır. Düşey yangın bölmeleri ve yangın duvarları çatı düzlemini en az 0,6 m aşacak şekilde yapılmalıdır. Çatıların oturdıkları döşemeler yatay yangın kesici niteliğinde olmalıdır. Bitişik nizam yapılarında, çatılarda çatı örtüsü (üst izolasyon) olarak kolay alevlenen malzeme kullanılmaz.

12.1.4. KAÇIŞ YOLLARI VE YANGIN MERDİVENLERİ

Yangın olaylarında en önemli konu insanların tahliyesidir. Bir binada yangın çıktığında, binada bulunan insanların çıkışlarının sağlanması yapılacak ilk işlemdir ve alınacak bütün yangın güvenlik önlemleri kaçışları kolaylaştırmak için ele alınır. Gerek yangın anında kişilerin emniyetli kaçışının sağlanması ve gerekse olay yerine gelen itfaiyecilerin yangına müdahalesi için uygun kaçış yolları ve yangın merdiveni yapıların vazgeçilmez unsurlarıdır. Binadan kaçış yollarının planlanmasında yeterli sayıda çıkış temin edilmeli, yangına ve dumana karşı korunmuş olmalı, merdiven ve asansör alanları yangının bir diğer kata geçmesine engel olacak şekilde planlanmalıdır. Binadan kaçış yollarının planlanması içerideki insan sayısına bağlı olduğu kadar, binanın genel planlamasına ve yüksekliğine de bağlı düşünülmelidir. Yangın emniyeti açısından sadece merdivenler ve yangın merdivenleri değil, tüm çıkış yollarının yangına dayanıklı ve korunmuş bir şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. Yangın merdivenleri ve kaçış yollarıyla ilgili olarak çok sayıda uygulanması zorunlu olan veya tavsiye niteliğindeki kaynak bulunmaktadır. Bunlar içinde en geniş olarak faydalanılması gereken kaynaklar;

- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik,
- Guide to Fire Precautions in Existing Places of Entertainment and Like Premises, (Home Office/Scottish Home and Health Department),

- British Standard Fire Precautions in the Design and Construction of Buildings,
- The BOCA National Building Code/USA,
- National Fire Protection Association, NFPA 101 olarak sıralanabilir.

Ayrıca özel yapılar için çok sayıda kural ve standart bulunmaktadır. Kuşkusuz, Türkiye’de, öncelikle yönetmelikte uyulması zorunlu olan hükümler bulunmaktadır.

12.1.4.1. Kaçış Yolları ve Yangın Merdivenleri

Gerçek bir kaçış yolu, bir bina veya konstrüksiyonun herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş kaçış yolunun tamamı olarak tarif edilir.

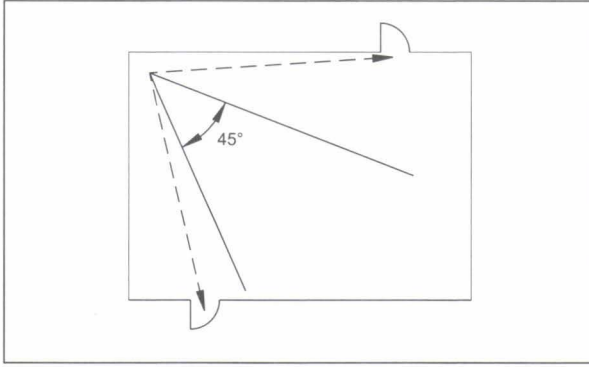
- Oda ve diğer müstakil hacimlerden çıkışlar,
- Her kattaki koridor ve benzeri geçitler,
- Zemin kata ulaşan merdivenler,
- Zemin katta merdiven ağızlarından bu kattaki bina çıkışına giden yollar,
- Alt kenarları döşemeden en çok 1,2 m yukarıdaki pencereler,
- Bina dışındaki güvenlik bölgesine açık, dış zeminden en çok 3 m yükseklikte pencereler, zorunlu hallerde kaçış yolu kabul edilebilir.

Bir katı geçmeyen açık merdivenler, yürüyen merdivenler ve dışarıya açılan rampalar, ikinci kaçış yolu olarak kabul edilebilir. Yangın merdivenleri, bir binadaki insanların tahliyesinde kullanılmak üzere, özel olarak tasarlanan merdivenlerdir. Yangın merdivenleri, yangınla ilgili tahliyelerde kullanılan kaçış yolları bütününe bir parçasıdır ve diğer kaçış yolları öğelerinden bağımsız tasarlanamaz. Sayıları yeterliyse yapının olağan merdivenlerinden yangında kullanılabilecek özelliklere sahip olanları da yangın merdiveni olarak kabul edilebilir. 25 kişinin aşıldığı yüksek tehlikeli yerlerde ve 50 kişinin aşıldığı her mekanda, en az 2 çıkış bulunmalıdır. Kişi sayısı 500 kişiyi geçerse en az 3 çıkış, 1.000 kişiyi geçerse en az 4 çıkış olmalıdır. Kapılar birbirinden olabildiğince uzakta olacaktır. Bölünmemiş tek mekanlarda iki kapı gerekiyorsa kapılar arasındaki mesafe yağımlama sistemi yoksa diyagonal mesafenin $\frac{2}{3}$ ’ünden, yağımlama sistemli ise diyagonal mesafenin $\frac{1}{3}$ ’ünden az olmaz. Bir katı geçmeyen açık merdivenler, yürüyen merdivenler ve dışarıya açılan rampalar, ikinci kaçış yolu olarak kabul edilebilir. Topluma açık binalarda her oda veya müstakil hacim, bir koridora en az bir kapı ile bağlanmalıdır. Dışarıya bağlantısı olmayan, yalnız birinden diğerine geçilen odalar yapılmamalıdır. Salon tipi büyük bir hacme, hacmin insan kapasitesi ile orantılı sayıda birden fazla kaçış yolu gerekirse girişlerinin konumu, salonun hiç bir noktasından 45 dereceden daha dar bir açı ile görünmeyecek şekilde olmalıdır. Kaçış yolları, başka binaların içinden geçerek korunmuş alana ulaşmamalı ve kaçış yolları

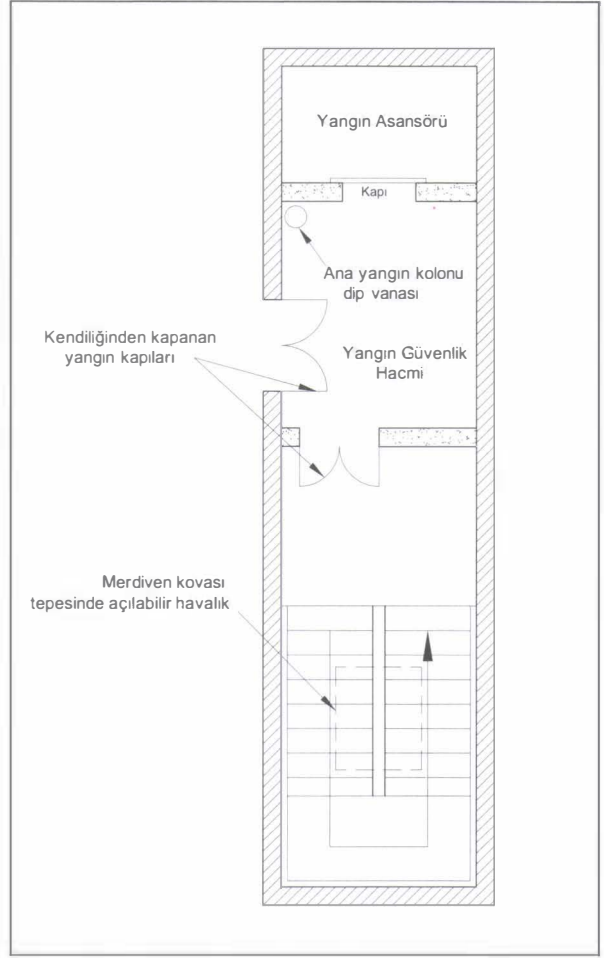
genişliği 1 m den az olmamalıdır (Şekil 12.1). Binanın merdivenlerine, her hangi bir kattaki muhtemel bir yangın durumunda merdivenin yangından ve duman-
dan etkilenmemesi için bir güvenlik hacminden geçildikten sonra ulaşılması sağlanmalıdır. Şekil 12.2 ve 12.3'te iki farklı tasarımda yangın güvenlik hacmi ve acil durum asansörünün konumu görülmektedir.

12.1.4.2. Yangın Merdiveni Sayısı

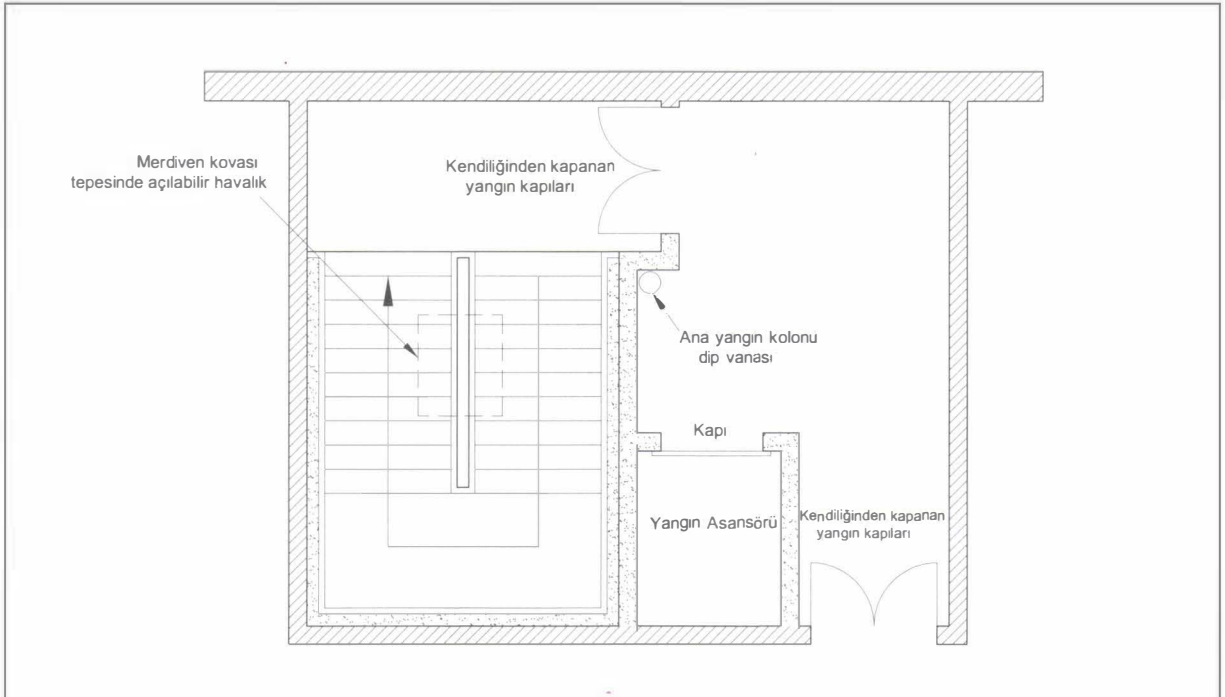
Bir hacimden korunmuş bir yangın kaçış yoluna uzaklık en çok 30 m olmalıdır. Şayet hacimlerde otomatik yağmurlama sistemi varsa bu mesafe en çok 45 m olabilmektedir. Uluslararası standartlara göre kullanım amacına ve binanın risk sınıfına göre, tek bir yönden kaçış olması durumunda bir mahalden çıkış en fazla 6-12 m ve toplam mesafe 12-18 m, birden fazla çıkış olması durumunda bu değerler 12-24 m ve 25-45 m olmaktadır. Tablo 12.5'te farklı tasarımlar için çıkışa olan mesafeler görülmektedir.



Şekil 12.1. ÇIKIŞLAR İÇİN 45° KURALI



Şekil 12.2. YANGIN GÜVENLİK HACMİ VE ACİL DURUM ASANSÖRÜ - I. ÖRNEK



Şekil 12.3. YANGIN GÜVENLİK HACMİ VE ACİL DURUM ASANSÖRÜ - II. ÖRNEK

Topluma açık yapılar, toplantı yerleri, spor ve sergi salonları, sinema, konser salonları, okullar ve öğretim kurumları, kışlalar, yurtlar, oteller, düğün salonları, lokaller, klüpler, hastaneler, huzur evleri, kreşler, tehlikeli madde depoları, fabrikalar, 200 m² den büyük imalathaneler ve benzeri yapılarda her kat en az iki çıkış ve en az bir yangın merdivenine bağlantılı olmalıdır. Yangın hangi noktada çıkarsa çıksın, o kattaki bütün insanların çıkışlarının sağlanması için kaçış yolları ve yangın merdivenleri birbirlerinin alternatifi olacak şekilde konumlandırılmalı, yan yana yapılmamalı, yangın merdiveni kovası ile normal merdiven aynı katta olmalı ve genel merdivenlerden geçirilerek yangın merdivenine ulaşılmamalıdır. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğe göre, gerekli kaçış ve panik hesaplarında kullanılmak üzere, kullanıcı yükü katsayısı için *Tablo 12.4*'teki değerler esas alınacaktır. Kullanıcı yükü, gerekli kaçış ve panik hesaplarında kullanılmak üzere brüt alana göre hesaplanır. Kişi sayısı belli olan mahallerde, tablodaki değerlere göre hesaplanan değerden az olmamak üzere, belirtilen kişi sayısı esas alınmaktadır. Çıkış genişliği için, çıkış kapıları, kaçış merdivenleri, koridorlar ve diğer kaçış yollarının kapasiteleri 0,5 m'lik genişlik birim alınarak hesaplanacaktır. Birim genişlikten geçen kişi sayısı bina kullanım sınıflarına göre *Tablo 12.5*'te verilmiştir. En az çıkış genişliği, bir kattaki kullanım alanlarındaki toplam kullanıcı sayısının birim genişlikten geçen kişi sayısına

bölümü ile elde edilen değer 0,5 m ile çarpılmasıyla bulunur. Kaçış uzaklığı kullanım sınıfına göre tabloda verilen değerlerden daha büyük olamaz. Kaçış uzaklığı ölçülecek en uzak nokta, mekan içinde mekanı çevreleyen duvarlardan 0,4 m önde alınacaktır. Zemin kattaki dükkan ve benzeri yerlerde kişi sayısı 50'nin altında ve kaçış uzaklığı (en uzak noktadan dış ortama açılan kapıya olan uzaklık) 25 m den az ise bina dışına tek çıkış yeterli kabul edilebilir. Bir kattaki insan sayısı 50 kişiye kadar olan yerler için en az 1 çıkış, 500 kişiye kadar en az 2 çıkış ve 1.000 kişiye kadar en az 3 çıkış olmak zorundadır. Yüksek binalarda ve topluma açık yerlerde her daire ya da bağımsız bölüm için biri korunmamış da olsa en az iki farklı yangın kaçış yolu düzenlenmelidir. Yüksek yapılarda, her kat, birbirinin alternatifi olan en az iki çıkış ve en az bir yangın merdivenine bağlantılı olmalı ve bir kattaki insan sayısı 500'ü aşarsa en az 3 yangın merdiveni yapılmalıdır. Merdiven kovalarının yeri, binadaki insanların güvenlikle bina dışına kaçışlarını kolaylaştıracak şekilde olmalı ve yangın merdiveni başladığı kottan çıkış kotuna kadar süreklilik göstermelidir. Yangın merdivenleri birbirine alternatif olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

12.1.4.3. Yangın Güvenlik Holü

Kaçış merdivenlerine dumanın geçişinin engellenmesi, söndürme ve kurtarma elemanlarınca kullanılması, gerektiğinde engelli ve yaralıların bekletilmesi için

No.	Kullanım Alanı	m ² /kişi	
1	Konferans Salonu, Çok Amaçlı Salonlar (Balo vs), Lokanta, Kantin, Bekleme Salonları, Konser Salonları, Sinema ve Tiyatro Salonları, Topluma Açık Stüdyo, Düğün Salonu vb	1,5	
2	Dans Salonları, Bar, Gece Klüpleri ve benzeri yerler	Oturulan kısımları için	1,0
		Ayakta durulan kısımları için	0,5
3	Sergi Alanları, Stüdyolar (Film, Radyo, Televizyon, Kayıt)	1,5	
4	Terminallerin Yolcu Geliş Gidiş Bekleme Salonları	3,0	
5	Derslikler, Bilgisayar Odaları, Seminer Salonları	1,5	
6	Resepsiyon Alanları, Bekleme Alanları, Atrium Zemini	3,0	
7	Çok Amaçlı Spor Tesisleri	3,0	
8	Süpermarketler, Mağazalar, Dükkanlar	5,0	
9	Sanat Galerileri, Müzeler, Atölyeler	5,0	
10	Fitness Merkezleri, Aerobik Salonları, Okuma Salonları	5,0	
11	Ofisler, Dernek Merkezleri, Halk Kütüphaneleri	10,0	
12	Öğrenci Yatak Odaları	10,0	
13	Paketleme Yerleri, Fabrika Üretim Alanları	10,0	
14	Hastane Yatak Odaları, Hemşire Odaları	10,0	
15	Mutfaklar, Çamaşırhaneler	10,0	
16	Otel Yatak Odaları	10,0	
17	Hastane Laboratuvarları, Eczaneler	20,0	
18	Muayenehane, Öğrenci Laboratuvarları	5,0	
19	Depolar, Ambarlar, Makine Daireleri	30,0	
20	Otoparklar	30,0	

Tablo 12.4. KULLANICI YÜKÜ KATSAYISI

yapılacak yangın güvenlik hollerinin taban alanı 3 m²'den az olmayacaktır. Acil durum asansörü önünde yapılacak yangın güvenlik holü alanı 6 m²'den ve herhangi bir boyutu 2 m den daha az olmayacaktır. Yapı yüksekliği 51,5 m'den az olan binalarda yanıcı madde içermeyen ve kullanım alanlarından kapı ile ayrılan koridor ve holler, yangın güvenlik holü olarak kabul edilir. Bodrum katlarda merdiven yuvaları ve yüksek binalarda kaçış merdiven yuvaları ile acil durum asansörü önlerinde yangın güvenlik holü yapılmalıdır.

12.1.4.4. Açık Yangın Merdivenleri

Yangın merdivenleri bina içinde veya dışında konumlandırılabilir. Fakat, yüksek yapılarda yangın merdivenleri bina içinde tertiplenmelidir. Bina dışındaki yangın merdivenleri yüksek binalar için uygun değildir. Kat sayısı 7'yi veya yüksekliği 20 metreyi geçen binalarda yangın merdiveni bina içinde yapılmalı ve korunmuş olmalıdır. Yangın merdiveni bina dış yüzünde yapılırsa,

standartlara göre sağ ve soldaki kapı ve boşluklardan Şekil 12.6'da görüldüğü gibi yeterli mesafede olmak koşuluyla yapılabilir. Bunların dönel merdivenler olmasından kaçınılmalıdır. Dönel yapıldığı takdirde inişi engellemeyecek şekilde her kapı mutlaka bir sahanlığa açılmalıdır. Açık yangın merdivenleri tercihen bölgenin hakim rüzgar yönünde olmalı ve bütün dışa açık yangın merdivenleri kar ve buzlanmadan korunmalıdır.

12.1.4.5. Yangın Merdiveni Genişliği

Hiçbir çıkış ve kaçış merdiveni genişliği, kullanıcı yük faktörüne göre hesaplanan değerlerden ve 0,85 m'den daha dar genişlikte ve toplam kullanıcı sayısı 50 kişiden fazla olan binalarda bir kaçış yolunun genişliği 1 m'den az olmamalıdır. Kaçış merdivenlerinin genişliği 1,6 m'yi geçmeyecektir. Genişliği 1,6 m'yi aşan merdivenler koruluklarla 1 m'den az ve 2 m'den fazla olmayan parçalara ayrılmalıdır. Kaçış yolu koridoru yüksekliği 2,1 m'den az olamaz. İki çıkış gereken mekanlarda her

Kullanım Sınıfı	Tek Yön En Çok Uzaklık (m)		İki Yön En Çok Uzaklık (m)		Birim Genişlik için Kişi Sayısı				Çıkamaz Koridor En Çok Uzaklık (m)	
	Yağmurlamasız	Yağmurlamalı	Yağmurlamasız	Yağmurlamalı	Kapı Açıklıklarında		Kaçış Merdivenlerinde	Rampalar ve Koridorlarda	Koridorlar	
					Dışarı Çıkış Kapısı	Diğer Kapılar ve Koridor Kapıları			Yağmurlamasız	Yağmurlamalı
Yüksek Tehlikeli Yerler	10	20	20	35	50	40	30	50	15	20
Endüstriyel Yapılar	15	25	30	60	100	80	60	100	15	20
Yurtlar ve Yatakhaneler	15	30	45	75	50	40	30	50	15	20
Mağazalar, Dükkanlar ve Marketler	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Otoparklar ve Depolar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Okul ve Eğitim Yapıları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Toplanma Amaçlı Binalar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Hastaneler ve Huzurevleri	15	25	30	45	30	30	15	30	15	20
Oteller ve Pansiyonlar	15	20	30	45	50	40	30	50	15	20
Apartmanlar ve Toplu Konutlar	15	30	30	60	50	40	30	50	15	20

Tablo 12.5. ÇIKIŞLARA GÖTÜREN EN UZUN KAÇIŞ UZAKLIKLARI VE BİRİM GENİŞLİKLER

çıkış toplam kullanıcı yükünün en az yarısını karşılayacak genişlikte olmalıdır. Kaçış merdivenlerinde; merdiven kolu duvarlarla çevrelenmişse temiz genişlik her iki duvarın bitmiş yüzeyleri arasındaki ölçüdür. Merdiven kolunun bir tarafında duvar, diğer tarafında korkuluk varsa temiz genişlik, duvar bitmiş yüzeyiyle korkuluk iç yüzeyi arasındaki ölçüdür. Merdiven kolunun her iki yanında da korkuluk varsa temiz genişlik, korkulukların iç yüzeyleri arasındaki ölçüdür ve her iki yandaki küpeşmeler 80 mm'den fazla çıkıntı yapmayacaktır. Çıkış kapısında; tek kanatlı kapıda temiz genişlik, kapı kasası ya da lamba çıkıntısıyla 90° açılmış kanat yüzeyi arasındaki ölçüdür. Tek kanatlı bir çıkış kapısının temiz genişliği 0,8 m den az 1,2 m den çok olmamalıdır. İki kanatlı kapıda temiz genişlik, her iki kanat 90° açık durumdayken kanat yüzeyleri arasındaki ölçüdür.

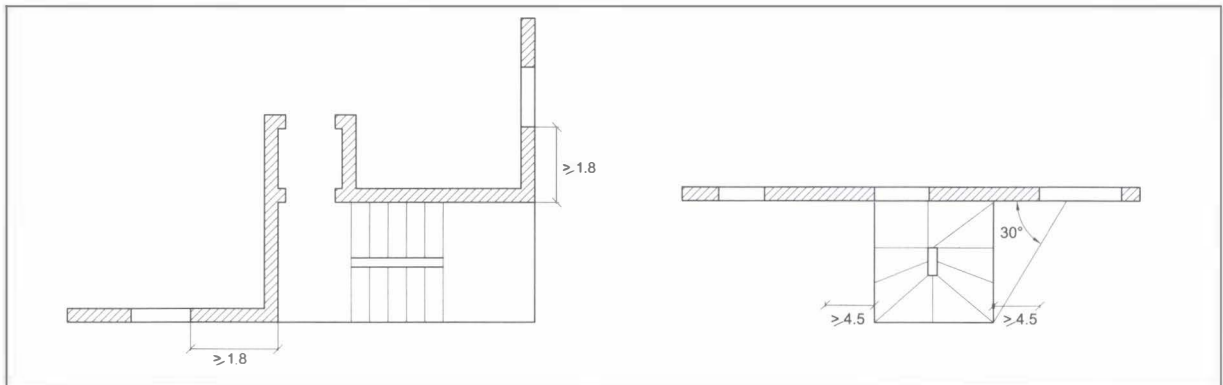
12.1.4.6. Kaçış Merdiveni Özellikleri

Kaçış Merdiveni (Yangın Merdiveni); Yangın ve acil durumlarda binadaki insanların emniyetli olarak vesürtle tahliyesi için kullanılabilen, yangına karşı dayanıklı bir malzemeyle çevrili veya yangından etkilenmeyecek şekilde düzenlenen ve tabii zemin seviyesinde güvenli bir alana açılan korunumlu merdivendir. Binanın olağan merdivenlerinden acil durumda kullanılabilecek özellikte olanları da kaçış merdiveni olarak kabul edilir. Kaçış merdivenleri, acil durum tahliyelerinde kullanılan kaçış yolları bütününe bir parçasıdır ve diğer kaçış yolları öğelerinden bağımsız tasarlanamaz. Kaçış merdivenlerinin duvar, tavan ve tabanında hiçbir yanıcı malzeme kullanılmamalı, diğer bölümlerden yangına en az 120 dakika dayanıklı duvar ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile ayrılmalıdır. Yangın merdiveni duvar, tavan ve tabanında hiçbir yanıcı malzeme kullanılmamalıdır. Bodrum kat yangın merdiveni ile diğer katlar yangın merdivenlerinde farklı kovalar kullanılmalıdır. Yangın merdivenlerinin her iki kenarına küpeşte veya korkuluk yapılmalıdır. Kaçış merdivenlerinin kapasite ve sayı bakımından en az yarısının doğrudan bina dışına açılması şartıyla; bir kaçış merdiveninin indiği nokta ile dış açık alan arasındaki uzaklık, kaçış merdiveninin

zemin düzeyindeki güvenli dolaşım alanına indiği nokta açıkça görülebilen ve güvenli bir dış açık alana doğrudan erişilebilen bir yerde olması, iç kaçış merdivenlerinden boşalan kullanıcı yükünü karşılayacak yeterli genişlikte dış açık kapı olması halinde uzaklık 10 m'yi aşmayacaktır. Yağmurlama sistemi olan binalarda uzaklık en fazla 15 m olabilir. Kaçış merdivenlerinde her döşeme düzeyinde 17 basamaktan çok ve 4 basamaktan az olmayan aralıkla sahanlıklar düzenlenmelidir. Sahanlığın en az genişliği ve uzunluğu merdivenin genişliğinden az olmayacaktır. Basamaklar kaymaz malzeme olacaktır. Merdivenlerde baş kurtarma yüksekliği basamak üzerinden en az 2,1 m olmalıdır. Sahanlıklar arası kot farkı en çok 3 m olmalıdır. Herhangi bir kaçış merdiveninde basamak yüksekliği 175 mm'den çok, basışgenişliği ise 250 mm'den az olmamalıdır. Kaçış için kullanılmasına izin verilen merdivenlerde, basamağın kova hattındaki en dar basış genişliği, konutlarda 100 mm'den diğer yapılarda 125 mm'den az olmamalıdır. Her kaçış merdiveninin her iki yanında duvar, korkuluk ya da küpeşte bulunmalıdır. Genişliği 800 mm ya da daha az olan merdivenlerin yalnızca bir yanında korkuluk yeterlidir. Kaçış merdiveni yuvası ve yangın güvenlik holüne elektrik ve mekanik tesisat şaftı kapakları açılmamalıdır.

12.1.4.7. Kaçış Merdiveni Kapıları

Kaçış yolu kapılarının en az temiz genişliği 0,8 m'den ve yüksekliği 1,9 m'den az olmamalıdır. Kapılarda eşik olmayacaktır. Dönel kapılar ve turnikeler çıkış kapısı olarak kullanılmayacaktır. Kaçış yolu kapılarının kanatları kullanıcıların hareketini engellemeyecek, kullanıcı yükü 50 kişiyi aşan mekanlardaki çıkış kapıları kaçış yönüne doğru açılmalıdır. Kaçış yolu kapıları, elle açılmalı ve kilitli tutulmamalıdır. Kaçış merdiveni ve yangın güvenlik holü kapıları duman sızdırmaz ve dört kat daha az kata hizmet veriyorsa en az 60 dakika, daha fazla kata hizmet veriyorsa en az 90 dakika yangına karşı dayanıklı olmalıdır. Kapılar kendiliğinden kapanan düzeneklerle donatılmalı, itfaiyeci veya görevlilerin gerektiğinde dışarıdan içeriye girebilmelerine olanak sağlanmalıdır. Merdivenden çıkış kapıları ile bir kattaki



Şekil 12.6. BİNA DIŞI YANGIN MERDİVENLERİ

kişi sayısının 100'ü geçmesi halinde, kaçış merdiveni, kaçış koridoru ve yangın güvenlik holü kapıları kaçış yönünde kapı kolu kullanılmadan (panik-bar veya benzeri düzenekli) açılabilir.

a. Konutların Kaçış Yolları

Kaçış mesafeleri uygun olmak üzere, sadece konut olarak kullanılan binalarda kaçış merdivenleri aşağıdaki şekilde düzenlenir:

- Yapı yüksekliği 21,5 m'nin altındaki konutlarda ikinci çıkış aranmaz.
- Yapı yüksekliği 21,5 m'den fazla ve 30,5 m'den az olan konutlarda ise, en az iki merdiven düzenlenmelidir. Merdivenlerden en az birisi korunumlu olmalı ve her daireden korunumlu merdivene ulaşılmalıdır.
- Yapı yüksekliği 30,5 m den fazla ve 51,5 m'den az olan konutlarda ise birbirlerine alternatif her ikisi de korunumlu ve en az bir tanesinde yangın güvenlik holü düzenlenmiş veya basınçlandırma uygulanmış iki kaçış merdiveni yapılması zorunludur.
- Yapı yüksekliği 51,5 m'den yüksek olan konutlarda birbirlerine alternatif ve yangın güvenlik holü olan ve basınçlandırılan en az iki adet kaçış merdiveni yapılması zorunludur.

Konut yapılarının, farklı amaçla kullanılan bodrum katlarında ortak merdiven ve kaçış merdivenlerin önüne yangın güvenlik hacmi düzenlenmelidir.

İkiden çok ara kat içermeyen apartman dairelerinde tek kapı bulunması durumunda; bu kapı üst katta düzenlenmeyecektir. Üstteki katın döşeme alanı, bu kat için ayrı bir çıkış sağlanmadıkça 70 m²'yi aşmayacaktır.

b. Oteller, Moteller ve Yatakhaneler

Oteller, moteller ve yatakhane olarak inşa edilen binalar, veya yeni inşa edilen binaların otel, motel ve yatakhane olarak kullanılan bölümleri, farklı bir kullanım sınıfından otel, motel ve yatakhane kullanım sınıfına dönüşen mevcut binalar veya bunların bu dönüşüme uğrayan bölümleri için bir iç koridorla erişilen otel yatak odaları, iç koridordan en az 60 dakika yangına karşı dayanıklı bir duvarla ayrılacaktır. İç koridora açılan kapılar en az 30 dakika yangına karşı dayanıklı olacak ve kendiliğinden kapatan otomatik düzeneklerle donatılmalıdır. Otel yatak odasında ya da süit odada tek kaçış kapısı bulunması yalnızca, yatak odasında ya da süit odada en uzak bir noktadan çıkış kapısına kadar ölçülen uzaklığın 15 m'yi aşmaması koşuluna bağlı olmalıdır. Koridor boyunca yalnızca tek yönde kaçış olanağı varsa, kaçış uzaklığı en uzaktaki yatak odası çıkış kapısından itibaren ölçülecektir. İki yönde kaçış sağlanabiliyorsa kaçış uzaklığı her bir yatak odasının çıkış kapılarından ölçülecektir.

c. Fabrika, İmalathane, Depo ve Büro Binaları

Fabrika, imalathane ve depo binalarının her birinde en az 2 bağımsız kaçış merdiveni ya da başka çıkışlar sağlanmalıdır. Ancak yapımda yanmaz ürünler kullanılmışsa ve bina yüksekliği 15,5 m'yi veya yapı yüksekliği 21,5 m'yi aşmıyorsa, imalat ve depolamada kolay

alevlenici ve parlayıcı maddeler kullanılmıyorsa tek kaçış merdivenine aşağıdaki koşullarda izin verilebilir. Fabrika, imalathane ve antrepolarda herhangi bir katın brüt alanı (servis bacaları, asansör kuyuları, tuvaletler, merdivenler vb dahil) 185 m²'yi, aşmamalıdır. Fabrika, imalathane ve depolarda dış zemin ortalama kotu ile binanın kullanımında olan en üst katının bitmiş döşeme kotu arasında ölçülen yükseklik 15,5 m'yi aşmamalıdır. Büro binalarının yapımında yanmaz ürünler kullanılmışsa, bina yüksekliği 15,5 m'yi veya yapı yüksekliği 21,5 m'yi veya bina brüt alanı 1.500 m²'yi aşmıyorsa bir kaçış merdivenine izin verilebilir.

12.1.4.8. Kaçış Yollarının Aydınlatılması

Aydınlatma devamlı olmalıdır. Bütün kaçış unsurları köşeler, koridor kesişimleri, merdivenler, merdiven sahanlıkları, çıkış kapıları gibi yerler görünecek şekilde en az 10 Lüks mertebesinde aydınlatılmalıdır. Hiç bir yer, lanıbalardan birinin sönmesi halinde karanlıkta kalmamalıdır. Elektrik ikmalî güvenilir şarjlı kaynaklardan sağlanmalıdır. Tüm kaçış yollarında, cadde seviyesindeki çıkışlar üzerinde bulunan iki veya daha fazla katlı binalarda, cadde seviyesindeki çıkışların üstünde ve altındaki katların toplam 100 kişi ve üzerinde olması halinde jeneratör aydınlatması düşünülmelidir. Jeneratör aydınlatması durumunda, jeneratör en çok 10 saniye sonra devreye girmeli, performans en az 1,5 saatlik bir süre içinde, tüm kaçış yollarında 10 Lüks'den aşağı olmamalıdır. Bu sürecin sonunda 6 Lüks'e kadar düşebilir. Batarya tipi aydınlatmada sadece güvenilir tip, "yeniden doldurulabilir" bataryalar kullanılmalı ve daima dolu bulundurulmalıdır.

12.1.4.9. Çıkış İşaretlemesi

Yönlendirme işaretleri yeşil zemin üzerine beyaz olarak yönetmelik ve standartlara uygun semboller olmalı ve üzerinde "ÇIKIŞ" yazısı bulunmalıdır. Yönlendirme işaretleri her noktadan görülebilir olmalı ve işaret yüksekliği 150 mm den az olmamak üzere azami görülebilirlik uzaklığı dışarıdan veya kenarından aydınlatılan yönlendirme işaretleri için işaret boyut yüksekliğinin 100 katına, içeriden ve arkasından aydınlatılan işaretlere sahip acil durum yönlendirme üniteleri için işaret boyut yüksekliğinin 200 katına eşit olan uzaklık olmalı, bu uzaklıktan daha uzak noktalardan erişim için gerektiği kadar yönlendirme işareti ilave edilmelidir. Yönlendirme işaretleri yerden 2-2,4 m yükseklikte yerleştirilmelidir. Kaçış yollarında yönlendirme işaretleri dışında, kaçış yönü ile ilgili tereddüt ve karışıklık yaratabilecek, hiçbir ışıklı işaret veya nesne bulundurulmamalıdır. Yönlendirme işaretleri hem normal aydınlatma, hem de acil durum aydınlatma durumlarında kaçış yolu üzerinde tüm erişim noktalarından görülebilir olmalıdır. Dışarıdan aydınlatılan yönlendirme işaretlerinde aydınlatma, görülebilen tüm doğrultularda en az 2 cd/m olacak ve en az 0,5 değerinde bir kontrast oranına sahip olmalıdır.

12.2. DUMAN KONTROLÜ

Duman, malzemelerin bir miktar havayla yanmasıyla oluşan ve havada taşınan katı ve sıvı parçacıklar ile gazlardan meydana gelen bir karışımdır. Yanma ürünleri genellikle partiküller, yanmamış yakacaklar, su buharı, CO₂, CO ile diğer zehirleyici ve korozif gazları içerir. Zehirli gazlar ve yüksek sıcaklık hayatı tehlikeye doğurur ve görünürlüğü azaltır. İnsanlar genel olarak duman içinde hemen paniğe kapılırlar. Çoğu kez, yoğun duman yüzünden yollarını şaşırırlar. Her taraf duman olduğundan yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangının kaynağı bile saatlerce uğraştan sonra bulunabilir. Duman yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; can güvenliği bakımından, diğer bölümlere dumanın verdiği maddi zararın azaltılması ve hem de yangına kolay müdahale edilebilmesi bakımından yangın güvenliğinin en başta gelen önlemlerindendir. Duman hareketinin dört ana nedeni vardır. Bunlar baca etkisi, kaldırma kuvvetleri, genleşme ve rüzgardır. Baca etkisi, soğuk dış hava ve sıcak iç hava nedeni ile yapı içinde havanın merdiven kovası, asansör shaftı gibi dikey kanallarda yukarı doğru hareketine neden olur. Bu hareket nedeniyle yükseklikle orantılı olarak düşey yönde bir basınç gradyanı oluşur. Yapının alt katlarındaki negatif basınçla etraftan emilen hava, dışarıdaki pozitif basınçla üst katlara basılır. Özellikle yüksek yapılarda bu etki çok kuvvetlidir. Alt katlarda oluşacak bir yangında oluşan duman doğal hareketle kolayca üst katlara yayılabilir. Dış havanın sıcak, iç havanın soğuk olması durumunda ise tersine bir hareket; ters baca etkisi olarak gerçekleşir. Yüksekliği 60 m olan bir yapıda baca etkisi dolayısı ile oluşan basınç farkları ± 50 Pa değerine kadar ulaşabilir. Kaldırma kuvvetleri, yangın bölgesindeki sıcak duman tarafından yaratılır. Dumanın sıcaklığı ve dikey yükseklikle orantılı olan bu kuvvet nedeniyle oda tavanında 16 Pa mertebesinde basınç oluşabilir. Üst açıklıklardan hava bu basınçla dışarı itildiği gibi, yüksek sıcaklıktaki duman dikey shaftlarda çok daha büyük basınç farkları yaratır. Üçüncü etki, genleşmeden kaynaklanır. Yangın bölgesine giren hava yaklaşık üç misli mertebesinde genleşir. Genleşen bu hava dışarı çıkacaktır. Eğer yangın bölgesinde yeteri kadar açıklık varsa, bu hava önemli bir basınç farkı yaratmaz. Ancak sıkıca kapanmış bölgelerde genleşen hava büyük bir basınç yaratır ve bazı hallerde çok önemli olabilir. Rüzgarın bina içindeki duman hareketine önemli bir etkisi vardır. Rüzgar, hızına bağlı olarak yapının rüzgar tarafındaki yüzeylerine 120 Pa basınç, ters yöndeki yüzeylerine aynı mertebelerde vakum uygulayabilir. Dış yüzey sızdırmaz ise bu etki bina içinde görülmez. Ancak yangın sırasında camlar patladığından, rüzgarın dumanı bina içine yaymada veya yerine göre binadan

emmede önemli rolü vardır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için, tavandan sarkan duman bölmeleri de bulunmalıdır. Modern mimariye, galeri ve kapalı çarşı dizaynında kullanılan Atrium, Mall gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sisteminin etkilenip otomatik açılma yapan duman tahliye bacaları yapılmalıdır. Bir bina içindeki her yangın bölgesinde ve özellikle yangın kaçış yolları ve merdivenlerinde, duman bacaları yapılması gerekir. Duman bacaları merdiven kovalarında en az 1 m² çıkış ağızlı olmalıdır. Duman bacaları doğal çekişle çalıştırılmalı; bu mümkün değilse, yangından etkilenmeyen bir güç kaynağı ile zorlamalı, çekiş de uygulanmalıdır. Duman baca ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın vukuunda elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler. Bu tür mekanizmaların sürekli bakımla işler durumda tutulmaları zorunludur.

12.2.1. DUMAN YÖNLENDİRMESİ

Duman kontrolünde ana prensip duvar, döşeme, kapılar vs gibi engellerle yangın olan ve olmayan bölgele-ri ayırmaktır. Bu kontrol, duman biriktirme hacimleri, duman yönlendirme bariyerleri, duman çekiş bacaları, duman kapakları ve basınçlandırma ile sağlanır.

Bu engeller duvar, otomatik kapanan perde gibi fiziki önlemlerle sağlandığı gibi, mekanik havalandırma sistemleri ile de sağlanmaktadır. Yangın olan bölgeden, diğer bölgelere duman geçişinin önlenmesi için mekanik sistem yardımı ile bu engellerde bir basınç farklılığı yaratmak gerekir. Engeldeki duman geçiş aralığının büyüklüğüne göre iki kontrol prensibi vardır. Eğer açıklık büyükse, örneğin açık bir kapı gibi, duman sızması hava hareketinin hızı ile ilişkili olarak kontrol edilir. Mekanik havalandırmayla, duman hareketinin tersi yönde bir temiz hava hareketi yaratılmalıdır. Bu havanın hızı bütün kesitte dumanın ters yöndeki hareketinden daha hızlı olmalıdır. Açıklık küçükse, örneğin; çatlak veya yarı halinde (kapı aralıkları vs) duman sızmasının önlenmesi için basınç farkı yaratılması gerekir. Mekanik havalandırma, korumak istenen bölge ile yangın bölgesi arasındaki bölmede yukarıdaki yollarla yaratılan basınç farkından daha fazla basınç farkı yaratmalıdır. Herhangi bir açık kapı veya koridor boyunca olan duman hareketinin önlenmesi için gerekli kritik hava hareketi hızı yanma ısısı büyüklüğüne ve açıklık genişliğine bağlıdır. Genellikle açıklıklarda duman kontrolü için pahalı ve tasarımı zor sistemlere gereksinim vardır. Bu tür sistemlerde 1,5 m/s hızların üzerine çıkmak ekonomik açıdan çok pahalı olmaktadır. Yağmurlama sistemi yardımı ile soğutulan dumanlarda gerekli kritik hızlar yukarıdaki değerden çok daha küçük olabilmektedir. Hava akımı dumanı önlemenin bir yolu olmakla birlikte, duman kontrolünde asıl yöntem kapılar vs gibi kapalı bölmeler arkasında basınç farkları yaratmaktır.

12.2.1.1. Duman Çekiş Bacaları

Duman çekiş bacaları veya havalandırma bacalarının görevi, dumanı bina veya bir hacim içine yayılmadan dışarı atmaktır. Büyük hacimlerde dumanın yayılmasını önlemek için, tavandan sarkan duman bölmeleri de gereklidir. Çok sayıda insanı daimi veya geçici olarak barındıran binalar ile müzeler gibi değerli eşyaları ihtiva eden yapılarda ve yeraltı ulaşım araçları istasyonlarında duman ve alev yönlendirme bacaları yapılması zorunludur. Modern mimaride, galeri ve kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, mall gibi yapılarda en üst noktaya duman alarm sisteminden kontrol edilen otomatik duman tahliye kapakları yapılır. Bir bina içindeki her yangın bölmesinde ve özellikle yangın kaçış yolları ve merdivenlerinde, duman bacaları yapılması gerekir. Duman bacalarında doğal çekiş veya yangından etkilenmeyen bir güç kaynağı ile yaratılan zorlanmış çekiş uygulanmalıdır. Duman bacası ağızları daimi açık olabileceği gibi, yangın anında elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilir. Bina içindeki yangın merdivenlerinin kovalarına, yangın merdivenlerine ve kaçış yollarına duman girişinin önlenmesi de oldukça önemlidir. Daima açık kalacak havalandırma bacaları tesis edilerek kaçak dumandan korunma sağlanmalıdır. Çok yüksek yapılarda mekanik havalandırma yapılmalı, bağımsız ve yangından korunmuş bir güç kaynağı kullanılmalıdır.

12.2.1.2. Yangın ve Duman Damperleri

Yangın zonları arasında dumanın ve alevin geçişini önlemek için genellikle havalandırma kanalları içine yerleştirilen damperler yangın ve duman damperi olarak sınıflandırılır. Yangın damperleri, hava dağıtım sistemine normalde açık olacak biçimde tesis edilir. Genellikle sıcaklık 70°C olduğunda, hava akımını ve alev yayılmasını önlemek üzere otomatik olarak kapanır. Otomatik kapanma genellikle eriyebilir bir bağlantı yardımı ile

olur. Bu bağlantı damperi yay kuvvetine karşı kurulu olarak tutmaktadır (Şekil 12.7). Sıcaklık etkisi ile eriyince yay boşanır ve damper kapanır. Duman damperleri, duman geçişini önlemek için genellikle klape tipi veya çok kanatlı tip biçiminde yapılır. Çalışmaları genellikle otomatik kumanda ile olur. Bu nedenle motorludur. Motorlu duman damperlerinin kumandası,

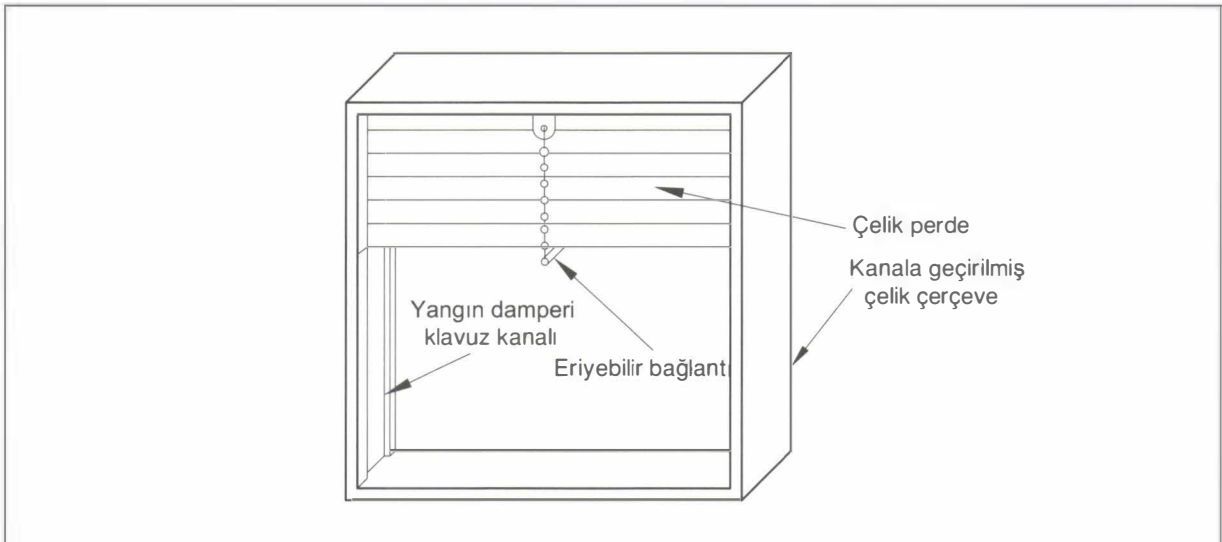
- Duman algılayıcıları (dedektör) ile,
- Kumanda merkezinden elle,
- Verilen bina otomasyon programına göre kumanda merkezinden bilgisayarla gerçekleştirilebilir. Duman damperleri hava akışına karşı çalışmak durumundadır. Dolayısıyla testleri buna göre dinamik olarak yapılır.

Günümüzde daha çok yangın ve duman damperi kullanılmaktadır. Bu damperler motorludur ve aynı zamanda eriyen tip bağlantıları mevcuttur. Özellikle egzoz kanallarında yangın-duman damperleri kullanılır. Motoru vasıtasıyla açılıp egzoz yapılan kanalda sıcaklık 70°C'nin üzerine çıktığında eriyen bağlantı vasıtasıyla damper kapanır.

12.2.2. BASINÇLANDIRMA SİSTEMLERİ

Dumanın bir hacim içinde yayılmasının önlenmesi için duman tahliye bacaları, bir hacimden diğer hacimlere geçişinin önlenmesi için duman damperleri veya perdeleri ve bir hacme dumanın girmemesi için basınçlandırma sistemleri yapılır. Binalarının Yangından Korunması Hakkında yönetmelikte de "Çok katlı binalarda merdiven kovalarına ve asansör kuyularına basınç sağlayan bir hava verme sistemi tesisi esastır" denilmektedir. Duman kontrolü için üzerinde anlaşmaya varılmış standart bir dizayn yöntemi bulunmamaktadır. Konu üzerinde yoğun bir çalışma yapılmaktadır. Belirlenmesi gerekli tasarım parametreleri,

- Sızıntı olabilecek aralıkların büyüklüğü,



Şekil 12.7. KAPAKLI (SHUTTER) TİP YANGIN DAMPERİ

- İklim şartları,
- Yaratılması gerekli basınç farkları, ve
- Açık olduğu kabul edilecek kapı sayısı olarak sayılabilir. Bu parametreler farklı standartlarda farklı olarak belirlenmektedir.

Merdiven basınçlandırılmasında en önemli problem müsaade edilen alt (10 Pa) ve üst (50-100 Pa) basınç seviyeleri arasında basınçlandırmanın sağlanmasıdır. Tüm kapılar kapalıyken veya bazı kapılar açıkken kabul edilebilir basınç seviyelerinin sağlanması gerekir. Tüm kapılar kapalı iken, basınç kapı genişliği ve otomatik kapı kapatıcı kuvvetine bağlı olarak müsaade edilen maksimum basıncın (50-100 Pa arasında) üzerine çıkılabılır, ki bu durumda merdiven kapılarının açılması zorlaşır, açık kapı sayısı fazla ise basınç müsaade edilen minimum basıncın (10 Pa) altına düşer, ki bu durumda merdivene dumanın girişi engellenemez. Basıncın müsaade edilen alt ve üst sınırlar arasında kalmasını sağlamak için farklı sistemler uygulanır. Bunlar arasında en çok uygulanan sistemler aşağıda özetlenmiştir.

a. Sabit Beslemeli, Dış Kapı Kontrollü Sistemler

Besleme havası miktarı, fan karşısındaki basınç ile bir miktar değişebilse de sabit kabul edilir. Basınç arttığı zaman merdiven kovası dış kapısı otomatik olarak açılır. Besleme bir noktadan veya çok noktadan yapılabilir. Sistemin tasarımında dış kapının açık olduğu esas alınmalıdır. Sistemin tasarımının basit ve bir dereceye kadar ucuz olmasından dolayı ihtiyaçları karşıladığı sürece önerilir.

b. Sabit Beslemeli Barometrik Damperli Sistemler

Merdivende basınç belirli bir seviyeye gelince, bina dışına veya bina içine açılan barometrik damperler otomatik olarak açılır. Barometrik damperler basınç belirli bir değer altına düştüğünde tekrar kapanır. Dış duvardaki menfezler rüzgarın zararlı etkilerine maruz kalabileceğinden, dışa açılan damperlerde rüzgarın ters etkisini önlemek üzere rüzgar kalkanları kullanılmalıdır. Kapılar açıldığında ise düşen basınç etkisi ile tekrar kapanmalıdır. Bina ile merdiven kovası arasında menfez bulunan sistemlerde, menfezler bir barometrik damperle beraber bir veya daha fazla yangın damperi de içermelidir. Bu yangın damperleri normalde kapalıdır, ancak basınçlandırma sistemi etkin duruma geldiğinde açılır. Böylece barometrik damperin kapağının gereksiz yere sık sık açılıp kapanmasını önler.

c. Besleme Havaşı Miktarının Değişken Olduğu Sistemler

Akış miktarını değiştirmek için değişken debili fanlar kullanılabilir. Değişken akış fanları bina ile merdiven damperler kovası arasındaki basınç farkını hisseden bir veya daha fazla statik basınç sensörü ile kontrol edilir. Kapılar açıldığında merdiven kovası basıncı düşer ve akan besleme havası miktarı en az minimum tasarım basıncına kadar artırılır. Tüm kapılar kapandığında merdiven kovası basıncı artar ve akış miktarı aşırı basınç farkını önlemek için azaltılır.

Besleme fanına by pass devresi kontrolü yapılarak da akış debisi değiştirilebilir. By pass sisteminde merdiven kovası içindeki hava miktarı by pass damperlerinden yararlanarak değiştirilir. Merdiven kovasındaki bir veya birkaç statik basınç sensöründen kumanda alan oransal by pass damperi, basınç arttıkça by pass devresini açarak merdivene basılan havayı azaltır.

Basınçlandırma sistemi tasarlanırken merdiven girişinde lobi olup olmadığı, iç mekanlarda duman tahliyesi yapıp yapılmadığının belirlenmesi ve dış kapı konumunun çok iyi değerlendirilmesi gerekir. Basit yaklaşımlarda merdiven lobisi basınçlandırıldığı zaman saatte 10 hava değişimi ve iç mekanlar basınçlandırıldığı zaman saatte 6 hava değişimi olması istenir. Merdiven kovası basınçlandırılmasında ise hava değişimi yerine açık kapı sayısı esas alınır. Genellikle ilk yaklaşım için 2 iç kapı ve 1 dış kapının açık olması halinde bu kapılarda 1 m/s hava hızı sağlanması istenir. Standartlarda ülkelere göre basınç seviyeleri ve debi çok farklı değerlerde alınmakta ve üzerinde anlaşılmış bir değer bulunmamaktadır. Bütün çalışmalarda açık kapı analizinin yapılmasının en uygun olduğu belirtilmektedir.

12.2.3. ATRİUMLARDA DUMAN KONTROLÜ

Atriumlarda söz konusu büyük açıklıklar nedeniyle, küçük aralık ve açıklıklarla yaratılan basınç farklılığına dayalı duman kontrol yöntemleri geçerli değildir. Atrium duman kontrolünde yöntem dumanın üst seviyelerden egzoz edilmesine dayanır. Böylece alt bölgelerde dumansız bir kaçış zonu yaratılır. Ancak atriumun geometrisine, boyutlarına, kullanım biçimine, yerleşime ve yangının büyüklüğü ve yerine göre gerekli egzoz sistemi çok farklıdır.

a. Egzoz sisteminin kapasitesi, esas olarak üretilen duman miktarını karşılayacak büyüklükte olmalıdır. Burada söz konusu olan duman, yanma ürünlerinden çok daha fazla oranda çevreden yanma ürünlerine karışan havayı içerir.

b. Duman egzoz ağızlarının yeri üst seviyede olmalıdır.

c. Eğer atrium yüksekliği 18 metre den daha az ise bazı kaynaklarda doğal havalandırmaya izin verilmektedir. Yangın halinde, atrium üstünden açılan kapaklarla dumanın doğal egzozu sağlanabilir. Özellikle yüksek tavanlı fabrika hacimleri duman tahliyesi için geliştirilen bu otomatik kapakların, seçimi ve yerleştirilmesi mamul prospektüslerinden yararlanılarak yapılabilir.

d. Mekanik egzoz yapılan atrium hacmine, mekanik olarak aynı zamanda hava beslenmelidir. Beslenen bu hava temiz olmalı ve duman tabakasının altındaki kottardan üflenmelidir. Üfleme havası hızı düşük olmalı ve yükselen duman sütununu rahatsız etmemelidir.

e. Besleme havası debisi mutlaka egzoz havası debisinden daha az olmalıdır.

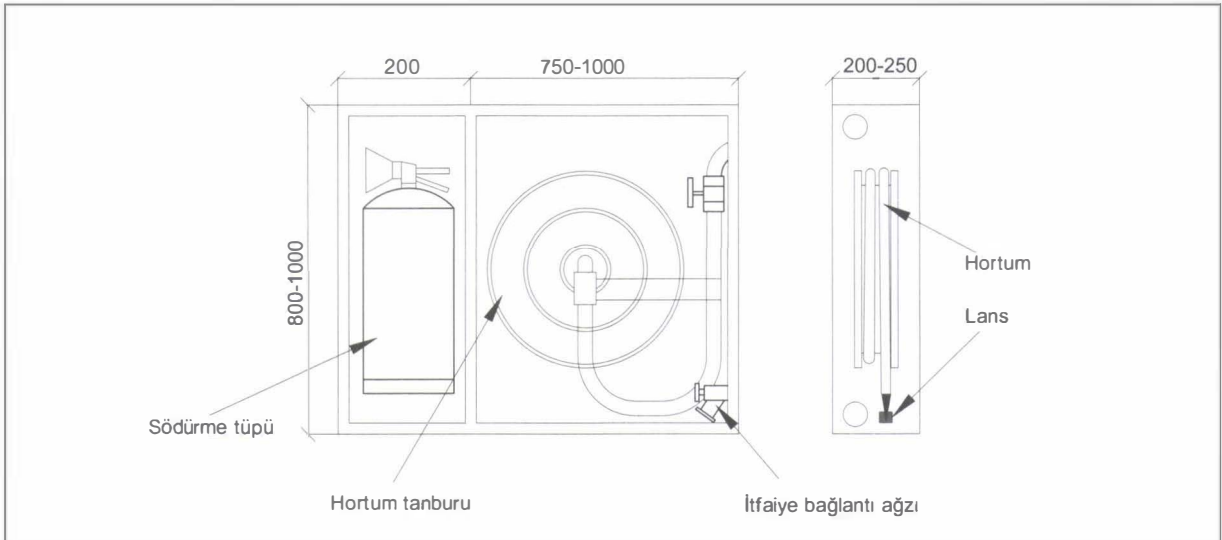
12.3. SULU YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Binaların tasarımında ele alınacak önemli konulardan birisi yangın söndürme sistemleridir. Bir yangına ilk müdahale cihazı olarak taşınabilir söndürme cihazları (kimyasal kuru tozlu, karbondioksitli vs) kullanılır. Başarılı olunamazsa yangın dolaplarından su ile müdahale edilir ve bastırılmazsa yağmurlama sistemleri ve daha sonra da itfaiye devreye girer.

12.3.1. SABİT BORU HORTUM SİSTEMLERİ YANGIN DOLAPLARI

Yangın çıkan yerdeki kişilerin hemen müdahalesi için binalarda kısaca "yangın dolapları" dediğimiz sabit boru-hortum sistemlerine ihtiyaç vardır. Yangın dolapları, taşınabilir söndürme cihazlarının yeterli olmadığı durumlarda yangın söndürmede ikinci ve önemli adımdır. Yangın anında katta bulunan personel veya olay yerine gelen itfaiyeciler tarafından kullanılır. Yangın dolapları, binaların yangından daha iyi korunmasını sağlayan otomatik yağmurlama sistemlerine alternatif değildir. Önemli yapılarda her iki sistem birbirini tamamlar ve bir arada yapılmalıdır. Değişik tip yangın dolapları mevcuttur. Vana kontrollü dolaplarda, yangın dolabında bulunan el ile kumandalı vana'nın açılması ile suyun devreyi beslemesi sağlanır. Normal durumda hortumda su yoktur. Hortum serildikten sonra vana açılır ve hortuma su girmesi sağlanır. Lans kontrollü sistemlerde hortumlar sürekli su ile dolu olduğundan kullanım bakımından daha kolaydır. Yuvarlak tip kauçuk esaslı hortumların ucunda bulunan lans açılarak yangına hemen müdahale edilebilir. Eğitilmiş personelin bulunmadığı yerler için çok uygundur. Son zamanlarda, kolay ve çabuk kullanılabilirliği nedeniyle 1" çapındaki kauçuk hortumlu

yangın dolapları tercih edilmektedir. Şekil 12.8'de söndürme tüpü olan ve olmayan iki ayrı yangın dolabının yaklaşık boyutları verilmiştir. 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 yapılmalıdır. Yangın dolaplarında yeterli söndürme suyu bulunmadıkça hiçbir önemi yoktur. Şebeke basıncının yetersiz olduğu hallerde sistem pompa ile basınçlandırılmalıdır. Şebeke basınçlı sistemler, şehir şebeke basıncının en az 4 bar olduğu ve su kesintisinin olmadığı yerlerde ve sadece küçük binalarda tercih edilmelidir. Ülkemizde birçok şehirde şebeke suyu basıncı yeterli olmadığından ve çok sık su kesintisiyle karşılaşıldığından doğrudan şehir su şebekesine bağlanmamalıdır. Yangın dolaplarında ve tesisatta kullanılan hortum bağlantı elemanları, itfaiye teşkilatında kullanılan standarda uygun ve çapları en az 2" olmalıdır. Yüksekliği 22 metreye kadar olan 7 kat veya daha alçak binalar için bütün düşey ve yatay borular 2", yüksekliği 22 metreden daha yüksek veya 7 kattan fazla binalar için düşey borular en az 2", branşman boruları ise 2" çapında alınabilir. Çok yüksek binalarda boru çaplarının tayini için ayrıca 2" dan az olmamak üzere hidrolik hesap yapılmalıdır. Hem 1" ve hem de 2" çaplı hortumlara su temin eden sabit-boru sistemlerinde çıkışlar, 9 m su püskürten lansa takılı ve en az 20 m uzunluğunda hortuma bağlantılı olmalı, binanın her noktasına erişebilecek şekilde yerleştirilmelidir. Yangın dolapları her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde, aralarındaki uzaklık 30 metreden fazla olmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Yağmurlama sistemli binalarda aralarındaki mesafe 45 m olabilir. Dolaplar mümkün olduğu kadar koridor çıkışı ve merdiven



Şekil 12.8 YANGIN DOLABI BOYUTLARI

sağanlığı yakınına, kolaylıkla görülebilecek şekilde düzenlenmelidir. Hortumların saklandığı dolap ve kabinler, gerekli cihazların döşenmesine izin verecek büyüklükte olmalıdır. Bunlar, yangın sırasında, hortum ve cihazların kullanılmasını zorlaştırmayacak şekilde tasarlanmalı ve zeminden yüksekliği en fazla 1.20 m olmalıdır. Kapalı kullanım alanı 500 m²'den büyük olan binalarda, her 500 m²'lik alan için bir adet yangın musluğu ve dolabı yapılmalıdır. Binaların kapalı kullanım alanı küçük olsa da her katına bir adet yangın musluğu veya dolabı konulmalıdır. Prensip olarak, yağmurlama sistemi olmayan binalarda bir yangın dolabı diğer yangın dolabını koruyabilecek uzaklıkta olmalıdır. Yangın dolapları üzerinde harf büyüklükleri 100 mm olan okunaklı, silinmez şekilde kırmızı zemin üzerinde beyaz olarak (tercihen fosforlu) yazılmış "YANGIN" yazısı veya yangın dolabı işareti bulunmalıdır. Binaların söndürme zonlarına ayrılmasında kullanılan esaslardan biri yangın dolaplarında olması istenen basınç değeridir. Bu cihazlar, hortum valf çıkışında en fazla 6 bar basınç sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır. Yangın dolaplarındaki basınç 2 bar dan az olmamalıdır. Ancak, zondaki her lans çıkışındaki su basıncını ayarlayan basınç regülatörü ile zon yüksekliği artırılabilir. Binalarda en iyi uygulamalardan biri, binayı basınç bölgelerine ayırmaktır. Her bölge içinde en çok 12 kat (35-40 m) olması halinde, su basıncının aşırı yükselmesi engellenir.

12.3.2. YAĞMURLAMA (SPRİNKLER) SİSTEMLERİ

Yağmurlama sistemleri son zamanlarda en yaygın olarak kullanılan sulu söndürme sistemlerinden birisidir. İstatistiksel incelemelere göre, otomatik yağmurlama sistemine haiz olan binalarda çıkan yangınların %95'i daha başlangıçta sönmüştür. Otomatik yağmurlama sistemleri; bir yangın çıktığında kendiliğinden devreye giren ve alevlerin üzerine su sıkarak yangını söndüren veya yayılmasını önleyen sistemler olup yangının yayılıp tehlike oluşturmadan hızla yangına müdahale etmesi ve su ile alevi söndürerek havanın yangını büyütmesini engellemesi açısından oldukça avantajlı sistemlerdir. Yağmurlama başlıkları binaların tavanına yakın olarak yerleştirilir ve suyu bağlı oldukları boru sisteminden alır. Yağmurlama sistemleri, yangına müdahalenin zor ve yangın yükünün fazla olduğu binalarda ve özellikle topluma açık binalarda tercih edilir. Hem başlangıçta yangının söndürülmesini sağlar ve hem de algılama sisteminde olduğu gibi yangının başlangıcında ilgili kısımları uyarabilir. Yağmurlama sistemlerinin kullanılacağı yerin hangi risk grubuna dahil olacağı belirlenmeli ve risk sınıfına göre sistem tasarlanmalıdır. Yerleşim grupları; Hafif Riskli, Orta Riskli ve Çok Riskli grup olmak üzere üç ana risk grubuna ayrılır.

a. Düşük Risk Sınıfı: Yanıcı maddelerin yavaş bir şekilde ve düşük ısı yayarak yanması özellikleri nedeniyle oluşan tehlike sınıfıdır. Konaklama tesisleri, yeme içme tesisleri, topluma açık kamu ve özel hizmet kuruluşları düşük risk sınıfıdır.

b. Orta Risk Sınıfı: Yanıcı maddelerin orta derecede ve 1.000°C'nin üzerinde sıcaklık oluşturduğu yangınlar nedeniyle oluşan tehlike sınıfıdır. Eğitim tesisleri, depolar, eğlence tesisleri, müzeler ve sergi salonu, satış yerleri, ibadethaneler, sağlık kuruluşları, spor salonları, ceza ve tutukevleri, terminaller, otoparklar, garajlar, kara vasıtaları, limanlar bu grup içinde kabul edilmektedir.

c. Yüksek Risk Sınıfı: Yanıcı maddelerin çok düşük sıcaklıklarda alev alarak yanma ve patlama özelliğine sahip olduğu yanmalarla oluşan tehlike sınıfıdır. Yanıcı sıvıların üretildiği, depolandığı ve satıldığı yerler, hava meydanları, boya fabrikaları, patlayıcı maddelerin üretildiği ve depolandığı yerler bu sınıf içine alınmaktadır. Binaları, tek bir risk grubunda incelemek her ne kadar pratik bir yaklaşım ise de bir bina içinde değişik grupların olabileceği de göz önüne alınmalıdır. Örneğin, bir otelde misafir odaları hafif risk grubuna dahil olsa dahi, çamaşırhanesi orta risk grubundadır ve tabii ki yağmurlama sistemi de farklı olacaktır. Binalarda kullanılan yağmurlama sistemleri iki tiptir. Bunlar:

- Kuru Borulu Yağmurlama Sistemi
- Islak Borulu Yağmurlama Sistemi

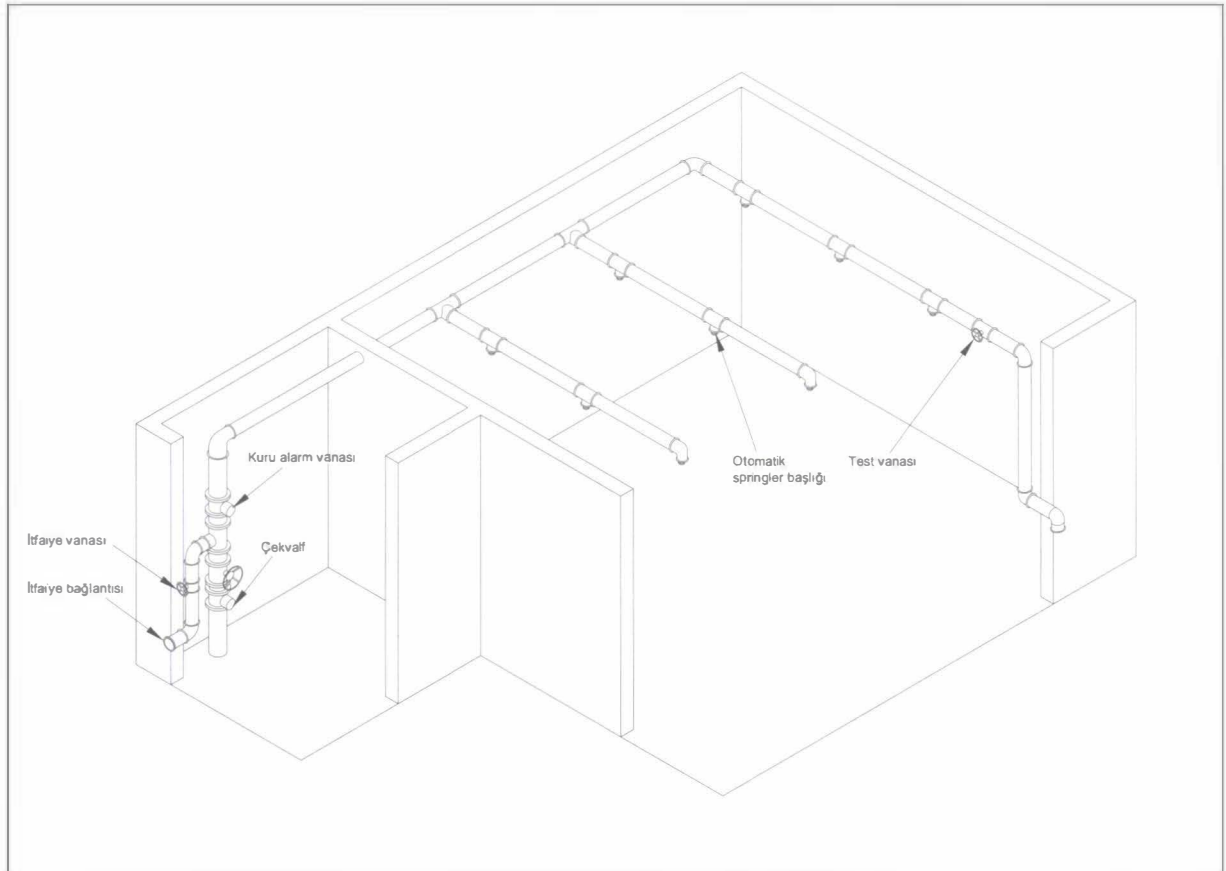
Her iki sistemin de avantajları mevcuttur.

Kuru borulu yağmurlama sistemi, içinde su bulunmayan bir su dağıtım sistemi ile yağmurlama başlıklarından meydana gelir. Böyle bir sistem *Şekil 12.9*'da görülmektedir. Bu sistemde kuru sistem valfinden yağmurlama başlıklarına kadar olan boru kısmı normal şartlarda basınçlı hava veya azot ile doludur. Sistemde normal şartlarda su yerine basınçlı gaz olması binayı su patlaklarından veya sızıntısından korumaktadır.

Kuru borulu yağmurlama sistemi özellikle donma tehlikesi olan ısıtılmayan binalarda ve diğer kullanım alanlarında kullanılır. Bir kuru alarm valfi ile sistem kapasitesi 2.940 litreden daha büyük sistemler kontrol edilemez. Kuru borulu yağmurlama sistemini meydana getiren ana sistem parçaları çek-valf, kontrol valfi, kuru alarm valfi, sisteme en çok 30 dakikada normal hava basıncı sağlayacak kapasitede basınçlı hava kaynağı, sistem kapasitesi 1.900 litreği geçtiğinde kullanılan akselatör, su motor alarmı veya elektrik alarmı ile basınç ölçüm cihazları ve yağmurlama başlıklarından oluşmaktadır. Yangın meydana geldiğinde açığa çıkan ısı yağmurlama başlıklarının açılmasına ve sistemden basınçlı gazın kaçmasına neden olur. Basıncın belli bir değere düşmesi ile kuru alarm valfi açılır ve su borular içinde akmaya başlar. Bu esnada su alarmı veya elektrikli basınç anahtarı elektrik alarmını çalıştırır.

Su aktığı müddetçe alarm devamlı olarak çalmaya devam eder. Islak borulu yağmurlama sistemleri basınçlı su ile dolu bir boru ağı kullanarak sabit yangın söndürme sağlayan ve uygun yağmurlama başlıklarından fışkıran su ile yangını kontrol altına alan ve söndüren sistemlerdir. Bu sistemler; donma tehlikesi mevcut olmayan mahallerde tercih edilir. Sistemin yerleştirileceği binanın içi su dolu boru sistemini taşıyacak dayanıklılıkta olması gerekir. Sistemi meydana getiren ana parçalar; kontrol vanaları, itfaiye bağlantısı, su akış indikatörü, ıslak alarm valfı ve yağmurlama başlıklarıdır. Yangın meydana geldiğinde açığa çıkan ısı, yağmurlama başlıklarının açılarak suyun akmasına neden olur. Bu esnada ıslak alarm valf klapesi açılır ve sistem devamlı olarak beslenir. Bir yağmurlama sistemini kurarken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, korunmasız alan bırakılmamasıdır. Teorik olarak en ideali binanın her yerine yağmurlama sistemi yapmak olsa bile, NFPA tarafından öngörülen yağmurlama sistemlerinde binaların merdiven, asansör boşluğu vb yerlerinde yağmurlama başlığı yerleştirme şartı getirilmemiştir. Yağmurlama başlıkları 7 m² ile 21 m² arasındaki alanları koruyacak şekilde, binanın risk durumuna göre ve standartlara uygun olarak yerleştirilmesi gerekir. Yağmurlama başlıkları yerleştirilirken dikkat edilmesi gerekli bir diğer husus da başlıkların

birbirlerine olan mesafeleridir. İki yağmurlama başlığı arasındaki mesafe 180 cm den az olursa bir yağmurlama başlıklarından fışkıran su diğerini ıslatarak soğutacağından bu yağmurlama başlığının harekete geçmesini engelleyebilir veya geciktirir. Ancak yağmurlama başlıklarının birbirlerinden olan mesafelerinin ne kadar olması gerektiği binanın dahil olduğu risk grubuna, tavan yüksekliğine, ve tavanın çeşidine bağlıdır. Risk grubuna ilaveten tavanın düz tavan, betonarme kirişli tavan, çelik konstrüksiyon ve ahşap kirişli tavan olup olmamasına göre yağmurlama başlıklarının yerleştirilmesi yapılmalıdır. Yağmurlama başlıkları tavana veya merdiven eğimine paralel yerleştirilmelidir. Standart aşağı dönük ve yukarı dönük başlıkların tavandan ortalama mesafesi 25 mm ile 300 mm arasında, standart duvar tipi başlıkların ise 100 mm ile 150 mm arasında değişebilir. Eğer bina yangına dayanıklı malzemeden inşa edilmiş ise, yağmurlama kafası ile tavan arasındaki mesafeler maksimum mesafelerde tutulabilir. Yağmurlama başlıklarının tavandan olan bu mesafeleri alçak tavan olması halinde de aynen korunmalıdır. Bir binaya yağmurlama sistemi planlarken binanın tarzını, yeni bina olup olmadığını, planını ve yapıldığı yeri iyi değerlendirmek gerekir. Yapılması gerekli onarım ve tadilatlar nedeniyle eski binalara yağmurlama sistemi kurmak, sistemi bina inşa edilirken kurmaya kıyasla



Şekil 12.9 KURU SPRİNGLER SİSTEMİ

daha pahalıya mal olacaktır. Eski bir binaya yağmurlama sistemi yapılmak istenirse; çok katlı binalarda yangının yayılmasını önlemek ve bir katta çıkabilecek yangının diğer katlara sırayetini engellemek amacıyla dikey açıklıklar kapatılmalıdır. Böylece her kat ayrı bir yangın hacmi olacak ve bir katta çıkan yangın sebebiyle diğer katların ısınması ve oradaki başlıkların patlaması da önlenecektir. Yağmurlamanın etkisini engelleyebilecek gereksiz duvar, örtü ve panolar da kaldırılmalıdır. Depreme hassas bölgelerde boruların kırılmalarına ve sarsıntı nedeniyle hasar görmelerine karşı tedbir alınmalıdır. Bunun için kolonların tepe ve alt noktaları, boruların döşeme ve duvarlar arasından geçen kritik noktaları esnek kaplinlerle bağlanmalıdır.

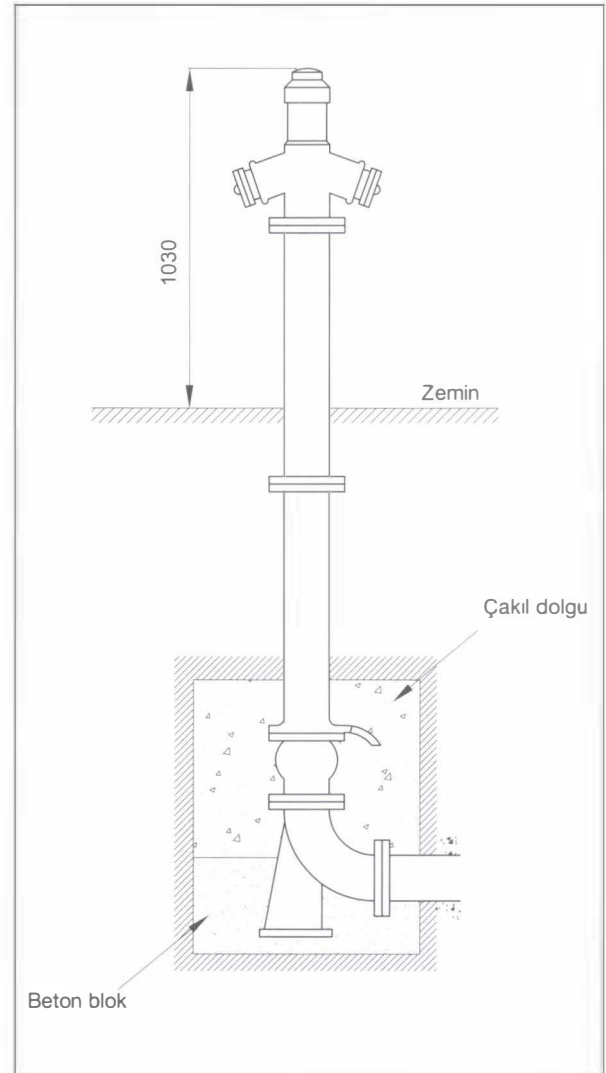
12.3.3. YANGIN HİDRANTLARI

Bina dışına yerleştirilen hidrantlardan yangın anında, itfaiye araçlarına su ikmali yapılır veya hortum serilerek doğrudan yangına müdahale edilir. Şehir suyu şebekesine veya büyük işletmelerde yangın pompası ile su depolarına bağlanır. Yangın hidrantlarının esas itibarıyla yerüstü ve yeraltı olmak üzere iki tipi mevcuttur. TS 2821'de yangın hidrantlarına ait tarif, sınıflandırma, özellikler muayene ve deneyler ile piyasaya arz etme ve denetlenmeye ait esaslar verilmiştir. Bu standartta yangın hidrantlarının anma çapları 80, 100 ve 150 mm olarak gösterilmiştir. Yeraltı ve yerüstü yangın hidrantlarının birbirine göre bazı fayda ve mahzurları vardır. Yeraltı yangın hidrantları, soğuk bölgeler için uygun ve daha ucuzdur, caddede yer işgal etmez, donma tehlikesi yoktur. Bununla beraber, görülmeleri zordur, üzerlerine araç park edilebilir, karlı günlerde yerlerini bulmak zordur, yol bakımı ve asfaltlamalarında kapatılabilir, içine yağmur sularının girmesi ile tijleri çabuk bozulabilir, hidrantın açılması ve hortumun takılması zaman alır. Yerüstü tipleri daha pahalı oldukları gibi vasıtaların çarpmalarından kolayca zarar görebilirler. Buna karşılık yerüstü yangın hidrantlarının kullanımları kolay ve süratlidir. Ayrıca yeraltı yangın hidrantları gibi asfalt altında kaybolma tehlikeleri yoktur. Yangın esnasında görülmeleri daha kolaydır. Yerüstü yangın hidrantlarına birden fazla yangın hortumunun takılması da mümkündür ve yangına müdahale daha çabuk olur (Şekil 12.10). Yerüstü yangın hidrantlarının içinde biriken suyu boşaltan bir nitelikte imali halinde soğuk bölgelerde kullanılmaları mümkündür. Donma tehlikesi olan yerlerde suyu tamamen boşaltabilen yangın hidrantları uygun olur. Yönetmeliklere göre, büyük binalarda ve işletmelerde özel su deposuna bağlı yangın hidrantlarının bulunması zorunludur. Hidrant sistemi dizayn debisi en az 1900 l/dak olmalı ve debi binanın tehlike sınıfına göre arttırılmalıdır. 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. Hidrant sistemine suyu sağlayan boru donanımında ring sistemi mevcut değilse kullanılacak en düşük boru çapı 100 mm olmalı ve hidrolik hesaba göre belirlenmelidir. Yangın hidrantları mümkün mertebe köşe başlarına ve tepe noktalarına gelmeli, ayrıca önemli veya yangından büyük zarar görecektir binaların civarında daha sık yerleştirilmelidir. Yangın hidrantlarının trafik kazalarında az etkilenmesini sağlamak için hidrantlar kuytu yerlere ve kaldırım taşından takriben 60 cm iç tarafa konulmalıdır. Hortum bağlanırken yanan binadan etkilenilmemesi için, bina duvarlarından 5-10 m uzakta olması tercih edilmelidir.

12.3.4. SÖNDÜRME TESİSATLARI İÇİN GEREKLİ SU MİKARLARI

Bir işletmenin su ihtiyacı esas olarak normal su ihtiyacı ve yangın söndürmede kullanılacak su ihtiyacı olarak iki amaca uygun şekilde tasarlanmalıdır. Bu amaçla,



Şekil 12.10 YANGIN HİDRANTI

önce söz konusu işletmenin çeşitli çalışma aşamalarında ihtiyaç duyacağı maksimum su miktarları belirlenmeli, ardından yangın söndürme sistemleri için gerekli miktar ilave edilerek, genel su deposunun kapasitesi hesaplanmalıdır. Genel olarak bir su deposunu besleyen, birbirinden bağımsız iki ayrı su kaynağı olması tercih edilir. Yangın söndürme sistemleri için kabul edilebilir ve güvenilir su kaynakları;

- Basınç ve debinin yeterli olduğu yerel şehir suyu şebekesi,
- Yeterli büyüklükte su deposu ve bununla irtibatlı otomatik yangın pompaları ve
- Basıncılı su depoları

olarak sıralanabilir. Duruma göre bunlardan biri veya birkaçı yangın devresinde kullanılabilir. Bu kaynaklardan en az birisi diğer kaynaklar devreye girene kadar yeterli miktarda suyu karşılamalıdır. Eğer şehir şebekesi ile aynı anda başka kaynak ile de bağlantı yapılıyorsa, şehir suyunun olabilecek kirlenmesine karşı önlem alınmalıdır. Sabit-boru hortum sistemleri için gerekli su miktarı, amaçlanan kullanım süresi ve hortum sayısına bağlıdır. Yangın dolapları için gerekli su miktarı yangın dolabı sayısına bağlıdır. Binalarda suyun bir kısmının en üst katta depolanmasında yarar vardır. Bu sayede pompadan tasarruf edilebilir. Fakat, aşağıdaki katlarda çok yüksek basınçlar oluşacağından mutlaka basınç düşürücü kullanılmalıdır. Binalara içeriden müdahale için yapılan tesisat kadar, dışarıda yapılacak tesisat da önemlidir. Binanın dışından yangına müdahale için her 50 m³'de bir adet, itfaiye çıkış ağızları ile uyumlu, hidrant konulmalıdır.

Yüzme havuzu ve süs havuzlarının söndürme tesisatına bağlantılı olması sağlanmalıdır. Günümüzdeki yapı tekniğinde yüksek bloklar giderek daha büyük ölçüde kullanılmaktadır. 50 metre yüksekliğin, yani 15 katın üzerine çıkıldığında genel olarak mekanik tesisatta ciddi sorunlar ortaya çıkar ve bu özel sorunlar tesisat mühendisi tarafından dikkatle ele alınmalıdır. Sulu söndürme sistemleri için kullanılacak su depolarının yangın rezervi olarak ayrılmış bölümleri başka amaçlar için kullanılmayacak, sadece söndürme sistemlerine hizmet verecek şekilde düzenlenecektir. Su deposu hacminin tayininde gerekli süre düşük tehlike (konutlar, bürolar) için 30 dakika, orta tehlike (lokanta, hastane, alışveriş merkezleri, otoparklar, tesisat daireleri vs) için 60 dakika ve yüksek tehlike (parlayıcı madde bulunan yerler) için 90 dakika alınır. *Tablo 12.11*'de yağmurlama sistemleri için en az su deposu hacmi verilmektedir. Yağmurlama söndürme sistemi yanında bina içi yangın dolapları ve bina dışı hidrant sistemi mevcut ise bu durumda yağmurlama söndürme suyu debisine yangın dolapları için 100 litre, hidrantlar için 400-1.000 litre su ilave edilmelidir. Örneğin bir alışveriş merkezinin yüksekliği 20 m ise su deposu hacmi en az $160 + (0,1 + 1,0) \times 60 = 160 + 66 = 226 \text{ m}^3$ olmalıdır. Yapıda sulu söndürme sistemi olarak sadece yangın dolapları sistemi mevcut ise su kapasitesi, en az 200 litre debiyi 60 dakika süre ile karşılayacak şekilde en az 12 m³ olacaktır. Yapıda sadece çevre hidrant sistemi bulunması durumunda su ihtiyacı en az 1.900 l/dak debiyi 90 dakika süre ile karşılayacak kapasitede alınır.

Grup	h (m) En Altaki ve En Üstteki Yağmurlama Başlıkları Arasındaki Yükseklik	Su Deposu Minimum Hacmi (m ³)
Düşük Tehlike Konutlar, Bürolar	$h \leq 15$	9
	$15 < h \leq 30$	10
	$30 < h \leq 45$	11
Orta Tehlike - 1 Hastaneler, Oteller, Lokantalar, Kütüphaneler vs	$h \leq 15$	55
	$15 < h \leq 30$	70
	$30 < h \leq 45$	80
Orta Tehlike - 2 Fırınlr, Bisküvi, Çikolata, Şekerleme İmalathaneleri, Bira Fabrikaları, Deri Eşya vs	$h \leq 15$	105
	$15 < h \leq 30$	125
	$30 < h \leq 45$	140
Orta Tehlike - 3 Büyük Mağazalar, Alışveriş Merkezleri, Ahşap İşleri, Halı Fabrikaları vs	$h \leq 15$	135
	$15 < h \leq 30$	160
	$30 < h \leq 45$	185
Orta Tehlike - 4 Sinemalar, Tiyatrolar, Boyahaneler, Sergi Salonları vs	$h \leq 15$	160
	$15 < h \leq 30$	185
	$30 < h \leq 45$	200

Tablo 12.11. KULLANICI YÜKÜ KATSAYISI

XIII. BÖLÜM

MEKANİK TESİSATLARIN SİSMİK KORUMASI

13.1. 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 öngörülemeyen 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.

13.2. TEMEL DEPREM BİLGİSİ

13.2.1. 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 13.1*'de görülmektedir.

Birbirlerini iten veya biri diğerinin altına giren iki levha arasında (*Şekil 13.2A*), 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 13.2B*). 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 13.2C*).

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.

13.2.2. 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

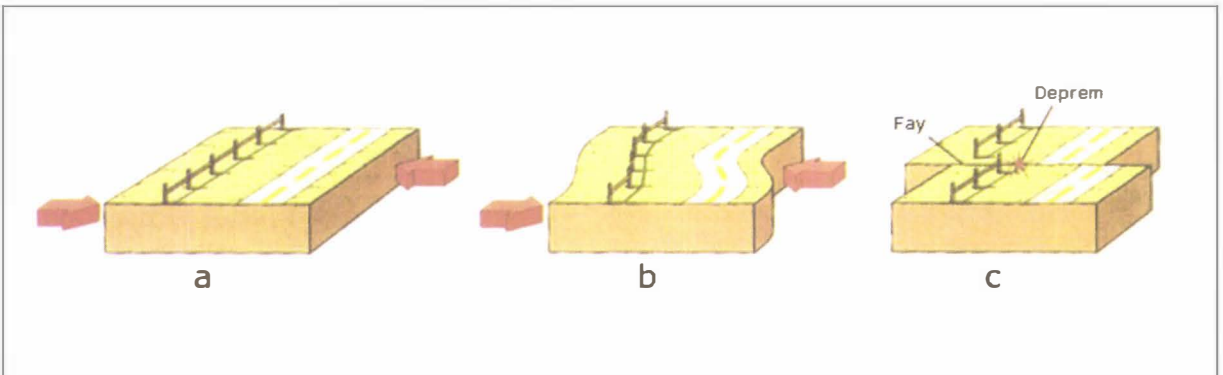
depreme dayanabilirlik derecesinden bahsedilemez. Çünkü aynı büyüklükteki depremlerin, diğer parametrelere de bağlı olarak (Şekil 13.3) meydana getireceği hasarlar arasında büyük farklar olabilir. Bir başka deprem terimi olan depremin şiddeti ise herhangi bir derinlikte meydana gelen bir depremin yeryüzünde 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 13.1. DÜNYADAKİ ANA TEKTONİK LEVHALAR



Şekil 13.2. FAYLANMA TEORİSİ

vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan Şiddet Cetvelleri'ne göre değerlendirilmektedir. Bir deprem oluştuğunda, 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.

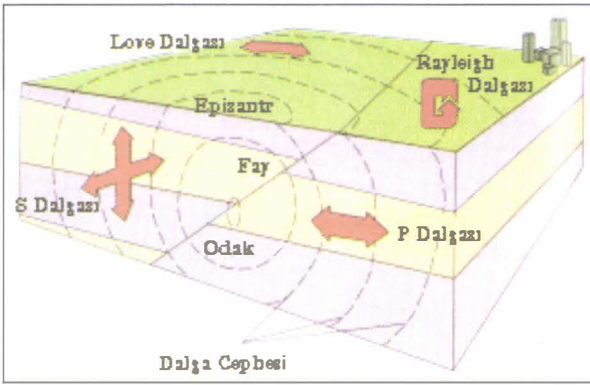
Dolayısıyla herhangi bir bina veya tesisat için belirli bir şiddetteki depreme dayanabilirlik derecesinden de bahsedilemez. Çünkü depremin şiddeti, zaten meydana gelmiş olan hasara göre belirlenir.

13.2.3. TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ

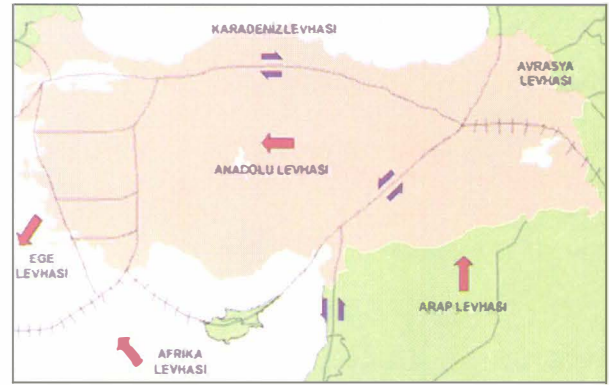
Dünyamızda en büyük ve en çok zarara yol açan depremlerin yaşandığı iki önemli deprem kuşağından biri, Japonya'ya ve Kuzey Amerika kıtasının batısını etkileyen Pasifik Deprem Kuşağı, diğeri ise Türkiye'yi de etkileyen Akdeniz - Himalaya Deprem Kuşağı'dır.

Avrasya - Afrika - Arap ana tektonik levhaları arasında bulunan Türkiye'nin (Şekil 13.1), bu büyük levhalar arasında yer alan nispeten küçük daha fazla sayıda levhadan ötürü neredeyse tamamının deprem kuşağı içinde olduğu bir gerçektir (Şekil 13.4). 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 13.5).

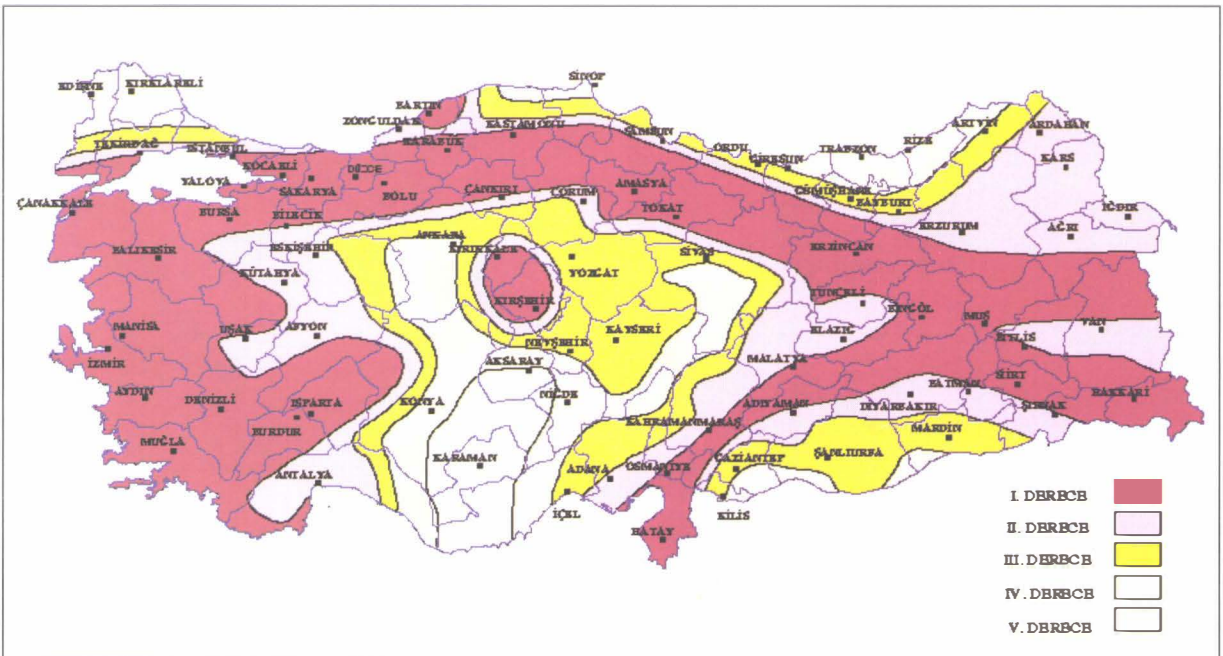
Haritadan da görüldüğü üzere başta Marmara, Ege, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde olmak üzere, özellikle Kuzey Anadolu fay hattının geçtiği bölgeler, deprem riski açısından en tehlikeli kabul edilen birinci derece deprem bölgeleridir. Üstelik ikinci derece bölgelerle birlikte ülkemizin neredeyse tamamının deprem kuşağında olduğu haritada net olarak görünmektedir.



Şekil 13.3. DEPREM PARAMETRELERİ



Şekil 13.4. TÜRKİYE'DEKİ TEKTONİK LEVHALAR



Şekil 13.5. TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI

13.3. TESİSATLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ

13.3.1. 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 söylenemez. 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.

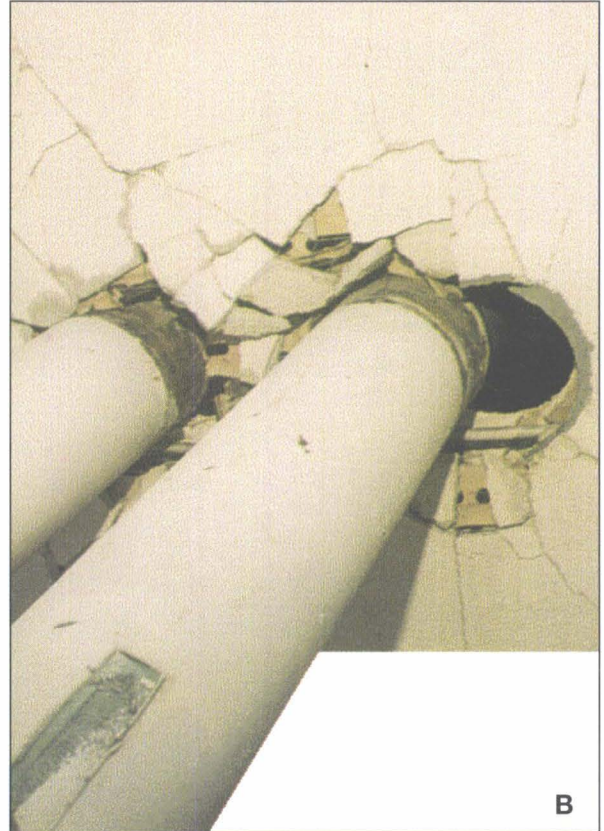
Şekil 13.6A'da kaidesine bağlanmamış bir soğutma kulesinin, depremden sonra devrilmiş hali görülmektedir. Şekil 13.6B'de ise duvar geçişinde tedbir alınmamış boruların depremde hem kendilerinde hem de duvarda meydana getirdikleri hasarlar görülmektedir.

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 13.7'de görülmektedir.

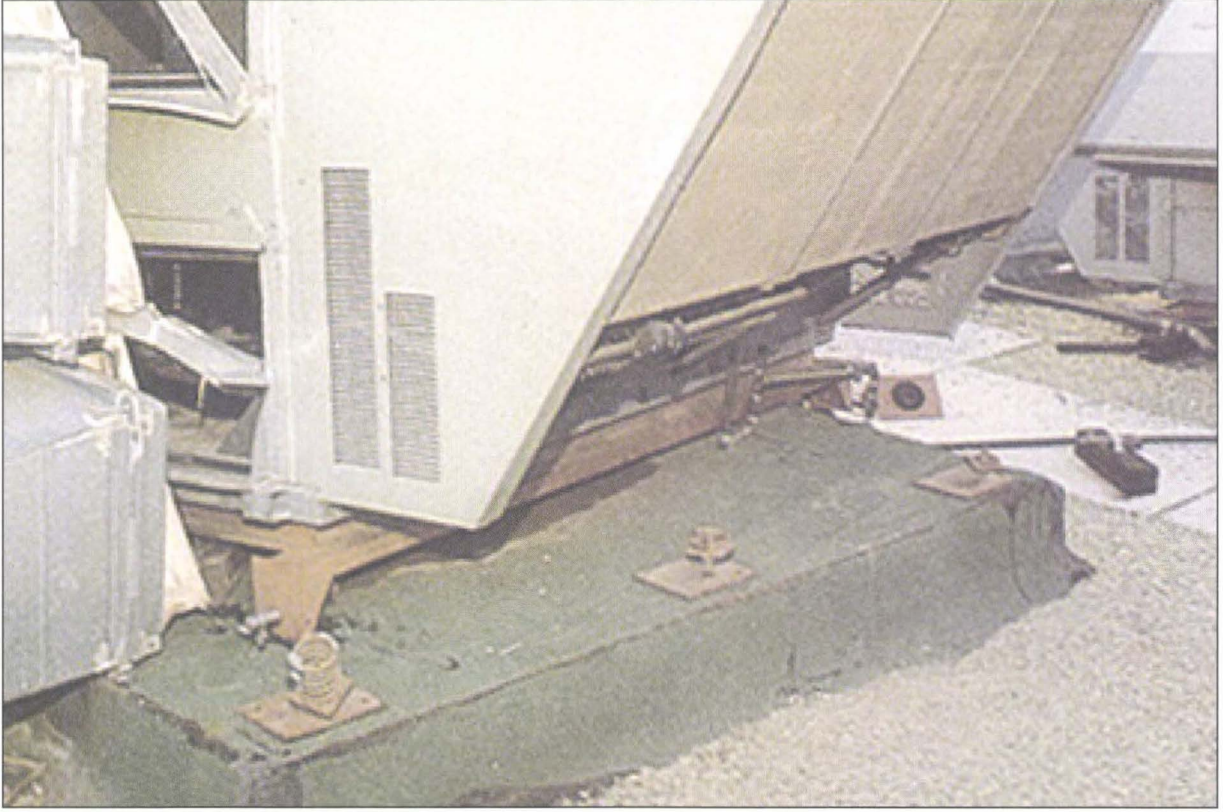
Tesisatlarda kullanılacak sismik izolatör ve/veya sınırlandırıcılar, uygun yöntemlerle belirlenmiş sismik hesaplara göre seçilmelidir.

Genel tesisat deneyimlerine dayanarak sismik izolatör ve/veya sınırlandırıcı seçilmesi halinde meydana gelebilecek hasarlara örnek olarak Şekil 13.8'deki soğutma grubu ve Şekil 13.9'daki pompa şasisi gösterilebilir.

Tesisat donanımlarının kendi başlarına sismik korumalarının yapılması tam anlamıyla yeterli olmayacaktır. Donanımına bağlanacak boru, hava kanalı vs hatların da sismik açıdan uygun olmaları şarttır.



Şekil 13.6. DEPREM KORUMASI YAPILMAMIŞ TESİSAT DONANIMLARINDA HASAR OLUŞUMU



Şekil 13.7. TİTREŞİM YALITIMI YAPILMIŞ
ANCAK DEPREM KORUMASI OLMAYAN EKİPMANLARDA HASAR OLUŞUMU



Şekil 13.8. 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 13.10'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 13.11'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 13.9. AÇIK İZOLATÖRLERLE BİRLİKTE KULLANILMAK ÜZERE SEÇİLMİŞ ANCAK GEREĞİNDEN KÜÇÜK BOYUTLANDIRILMIŞ SİSMİK SINIRLANDIRICILAR SEBEBİYLE POMPA ŞAŞİSİNDE HASAR OLUŞUMU



Şekil 13.10. KAZANIN TESİSAT BAĞLANTISINDA MEYDANA GELEN HASAR



Şekil 13.11. SİSMİK İZOLATÖR İLE KAİDE ARASI BAĞLANTIDAN KAYNAKLANAN HASAR

13.3.2. 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. Depremın sebep olduğu (a) ivmesine bağlı olarak (m) ağırlığındaki bir tesisat donanımına etkiyen deprem kuvveti (F), klasik fizikteki ($F=m \times a$) denklemiyle hesaplanır (Şekil 13.12). 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:

$$F_p = \frac{0.4 a_p S_{DS} W_p}{R_p} \left[1 + 2 \frac{z}{h} \right]$$

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 (S_{DS}) değerine bağlı olarak sismik tasarımcı tarafından belirlenir. Ayrıca (S_{DS}) 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, ihtiyacı 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.

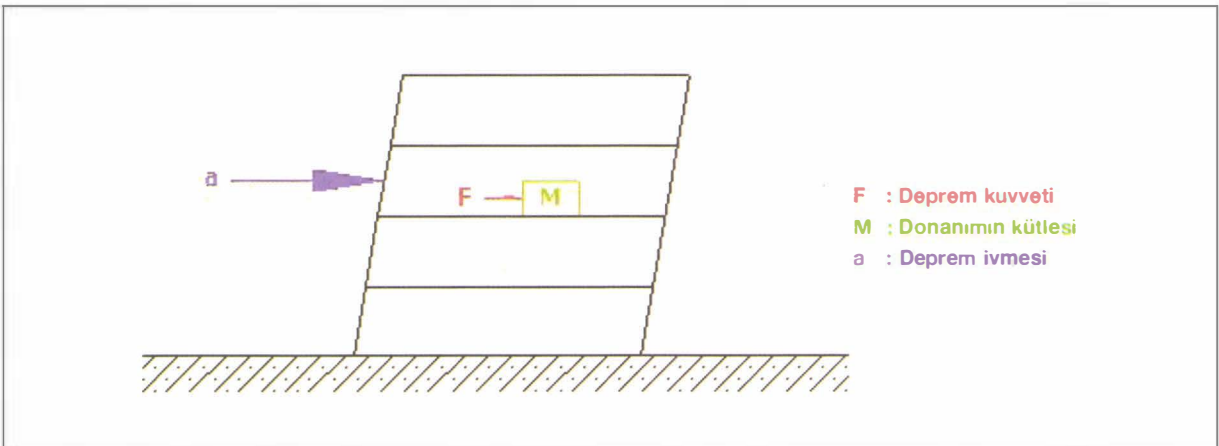
$$f_e = w_e A_o I (1 + H_i / H_n)$$

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 13.12. TESİSAT DONANIMINA ETKİYEN DEPREM KUVVETİ

13.4. 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.

13.4.1. 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.

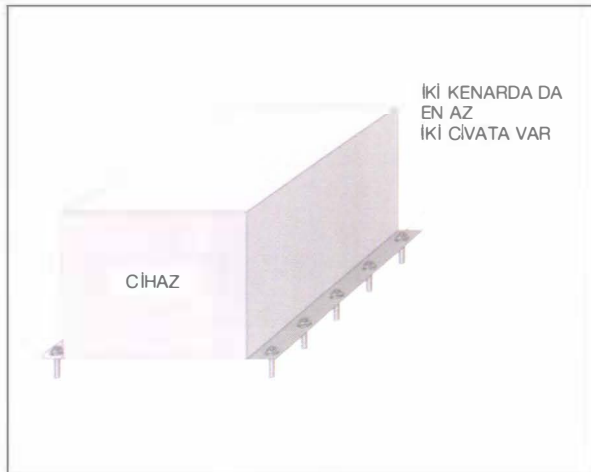
Titreşim yalıtımı yapılmayacak bir ekipman doğrudan beton döşeme üzerine monte edilecekse sismik koruma açısından yapılması gereken tek şey, ekipmanın beton döşemeye sabit olarak bağlanmasıdır. Şayet ekipmanın kendi şasisi, hesaplanacak sismik yüklere karşı yeterli dayanımda ise, ekipmanın kendi şasisinden bağlantı yapılabilir. (Şekil 13.13).

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.

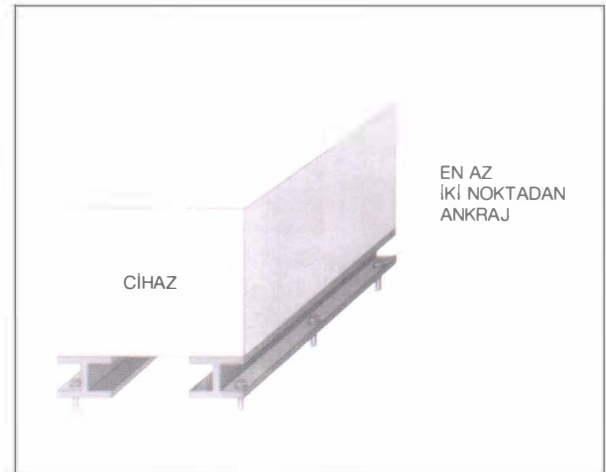
Ekipmanın kendi şasisinin, hesaplanacak sismik yüklere karşı yeterli dayanımda olmadığı durumlarda, ekipman altına ilave bir şasi yapılabilir (Şekil 13.14)

veya ekipmanın etrafına çelik malzemelerden takviyeler kullanılabilir (Şekil 13.15). Her iki durumda da ekipman ile ilave şasi ve/veya takviye arasındaki bağlantının, sismik yüke karşı yeterli dayanımda olduğundan emin olunmalıdır.

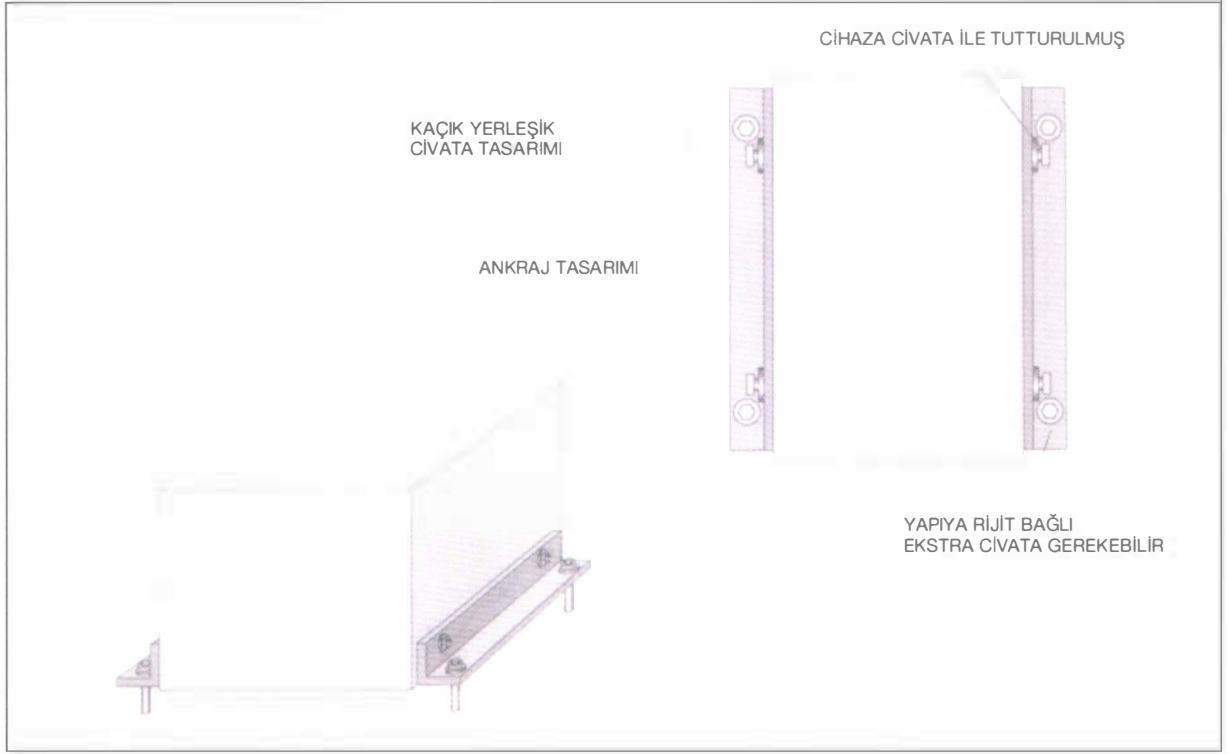
Bir tesisat ekipmanın döşemeye doğrudan bağlanmasında önemli bir nokta olarak, söz konusu ekipmana etkiyecek sismik yüklere karşı yeterli dayanımı sağlayacak bağlantının yöntemi, ebatları ve benzeri bilgileri içerecek şekilde detaylı olarak projelendirilmesinin gerekliliğini belirtmiştik. Buna bir örnek olarak Şekil 13.16'da görülen detay verilebilir. Burada kenarlarından boylu 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 parçaları bir tarafta en az iki cıvata ile bağlanmalıdır. Bir başka seçenek ise takviye parçasının ekipmana (Şekil 13.17) veya yapıya (Şekil 13.18) 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 13.19). Aksi takdirde tankın ağırlık merkezinin üstünden halatlarla (Şekil 13.20) veya kuşaklarla (Şekil 13.21) bağlanması veya çevresi boyunca ilave bir çelik veya ahşap kafes içinde hapsedilmesi (Şekil 13.22) 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 korunması yapılmalıdır (Şekil 13.23).



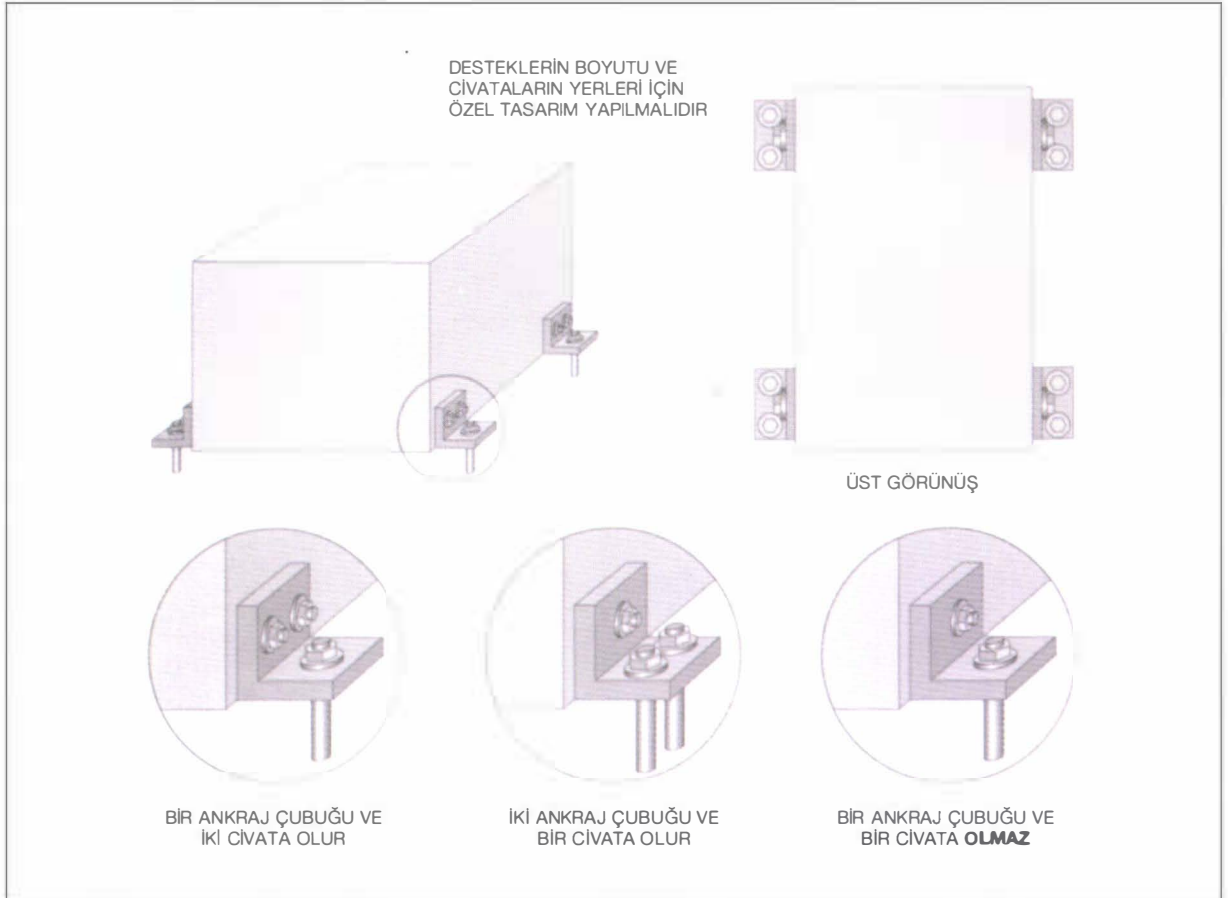
Şekil 13.13. EKİPMANIN KENDİ ŞASİSİNDEN DÖŞEMEYE DOĞRUDAN SABİTLENMESİ



Şekil 13.14. EKİPMANIN ALTINA YAPILAN İLAVE ŞASİDEN DÖŞEMEYE SABİTLENMESİ



Şekil 13.15. EKİPMANIN İLAVE TAKVİYE İLE DÖŞEMEYE SABİTLENMESİ



Şekil 13.16. EKİPMANIN KÖŞE TAKVİYE PARÇALARINDAN BAĞLANMASINDA UYGULANMASI GEREKEN DETAY



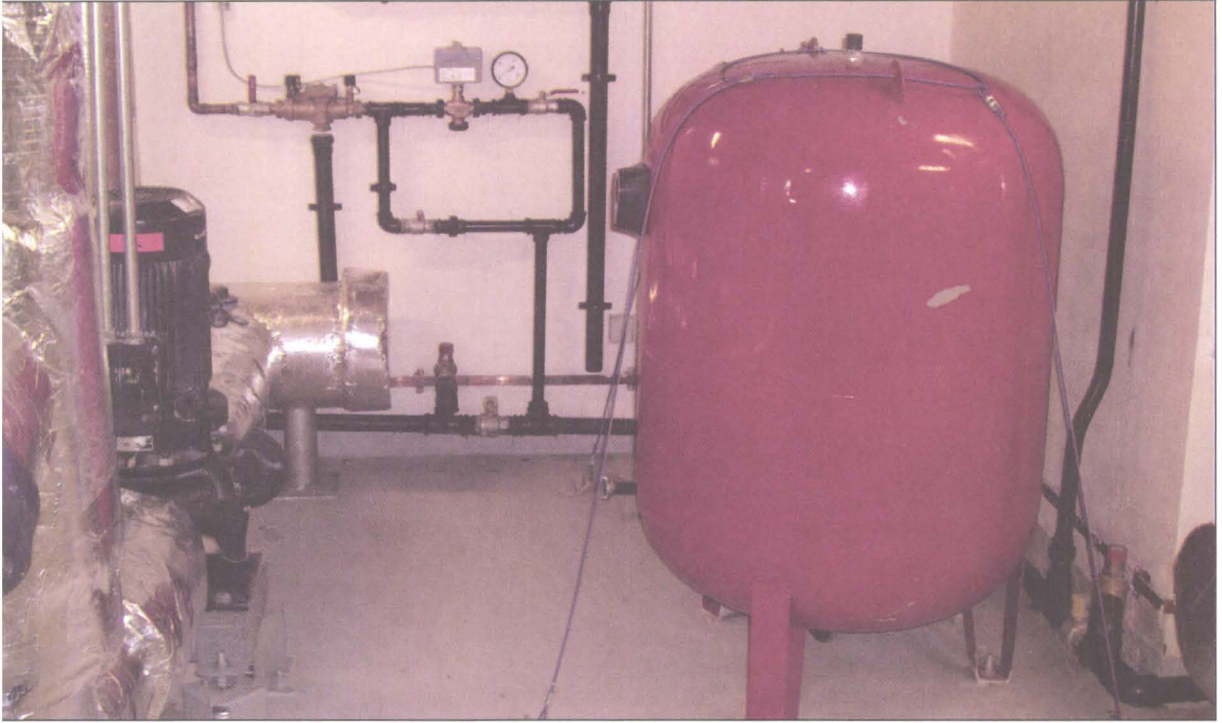
Şekil 13.17. KÖŞE TAKVİYE PARÇASININ EKİPMANA KAYNATILMASI



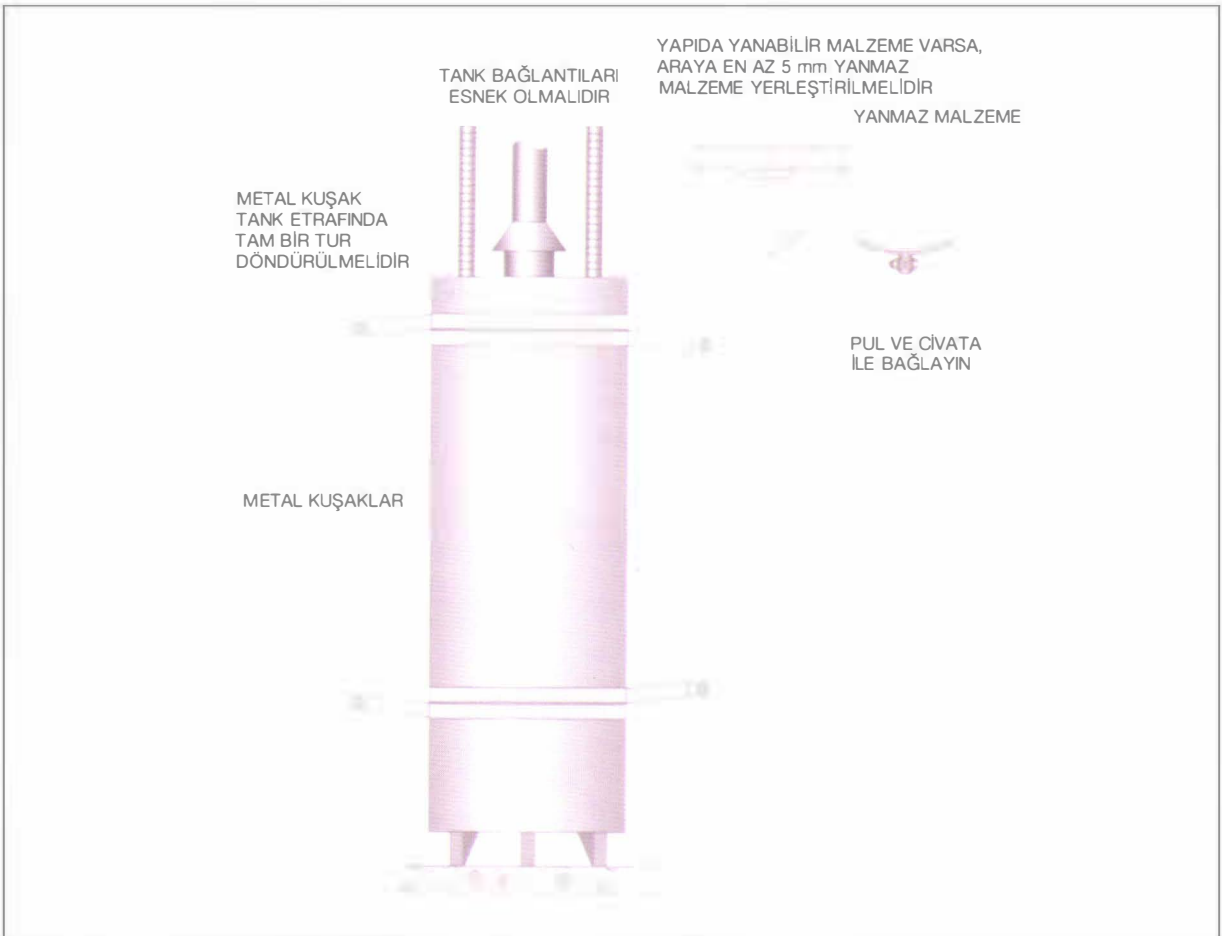
Şekil 13.18. KÖŞE TAKVİYE PARÇASININ YAPIYA KAYNATILMASI



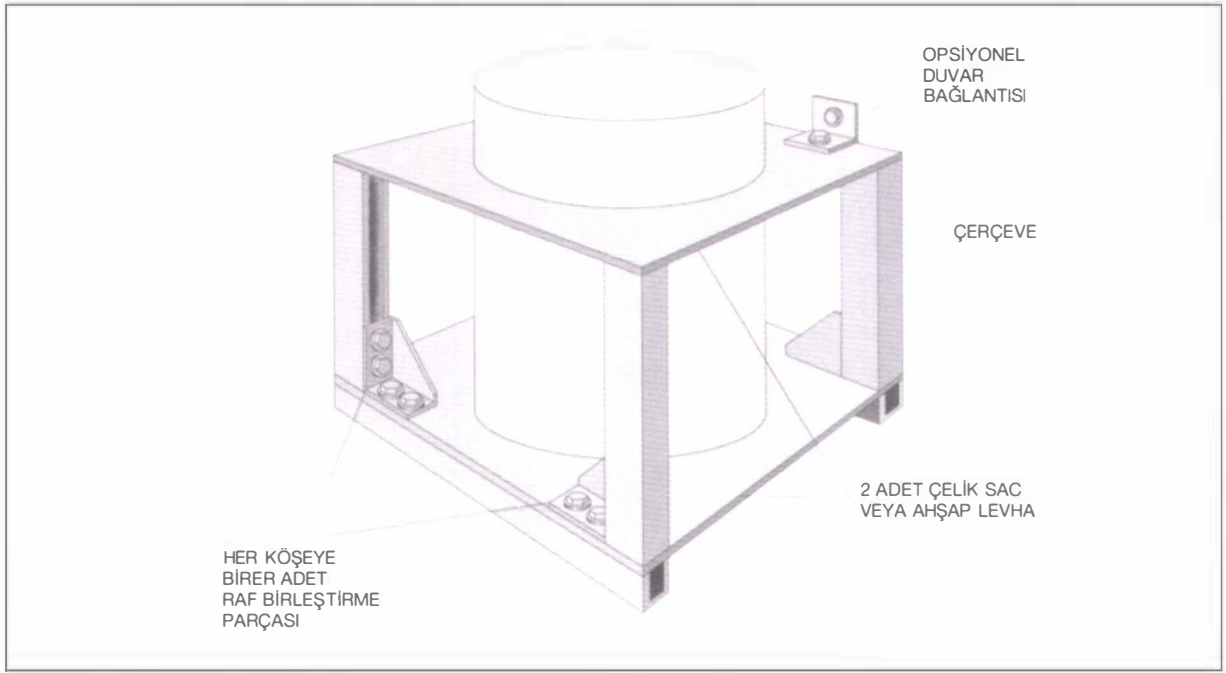
Şekil 13.19. BİR TANKIN DÖŞEMEYE DOĞRUDAN BAĞLANMASI



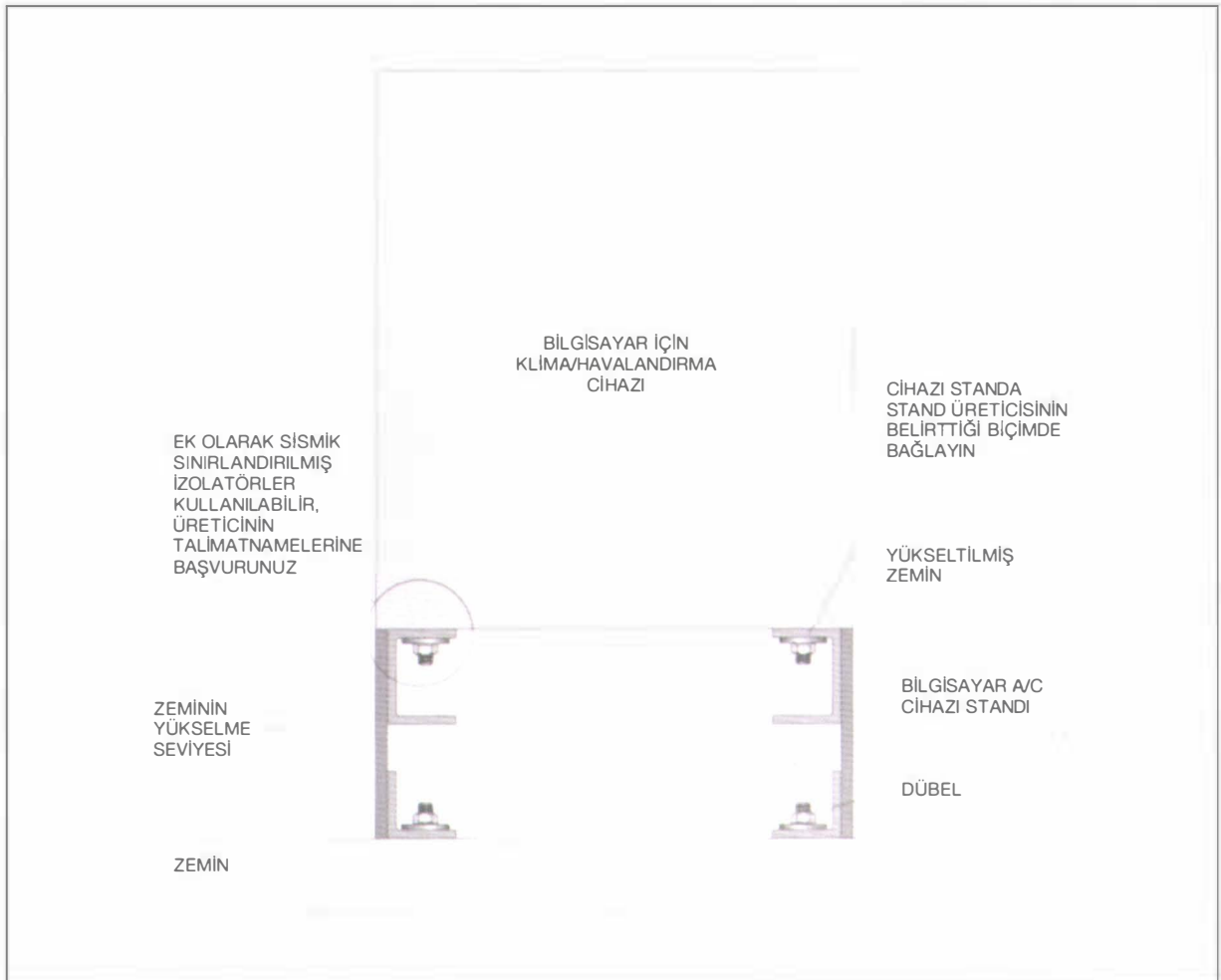
Şekil 13.20. BİR TANKIN AĞIRLIK MERKEZİNİN ÜSTÜNDE BİR NOKTADAN HALATLARLA BAĞLANMASI



Şekil 13.21. BİR TANKIN AĞIRLIK MERKEZİNİN ÜSTÜNDE BİR NOKTADAN KUŞAKLARLA BAĞLANMASI



Şekil 13.22. BİR TANKIN ÇERÇEVESİ BOYUNCA İLAVE ÇELİK VEYA AHŞAP KAFES İÇİNDE HAPSEDİLMESİ



Şekil 13.23. YÜKSELTİLMİŞ DÖŞEME ÜZERİNDE OTURAN EKİPMANLARIN SİSMİK KORUMASI

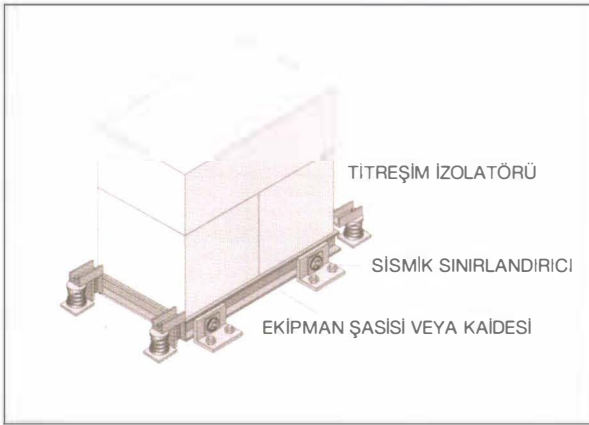
Titreşim yalıtımı yapılması gereken bir ekipman beton döşeme veya çelik kaide üzerine titreşim izolatörleri ile monte edilmelidir. Böyle bir durumda sismik koruma için iki seçenek vardır: Açık tip izolatörlerle birlikte sismik sınırlandırıcı kullanılması veya sismik koruma özelliğine sahip kombine izolatörler kullanılması.

Şayet ekipman açık tip izolatörler ile monte edilmişse, ilave sismik sınırlandırıcılar kullanılması gerekir (Şekil 13.24). 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

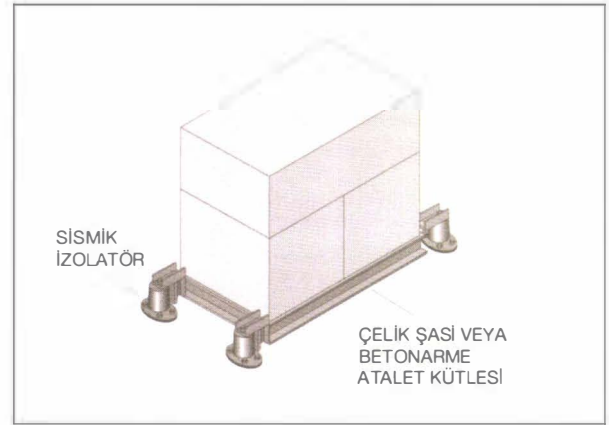
sismik sınırlandırıcının, uygun yöntemlerle hesaplanmış sismik yüklere karşı yeterli dayanımda olduğunun, bağımsız kuruluşlarca verilen sertifikalarla ispatlanması gerekliliğidir.

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 13.25).

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 13.26).

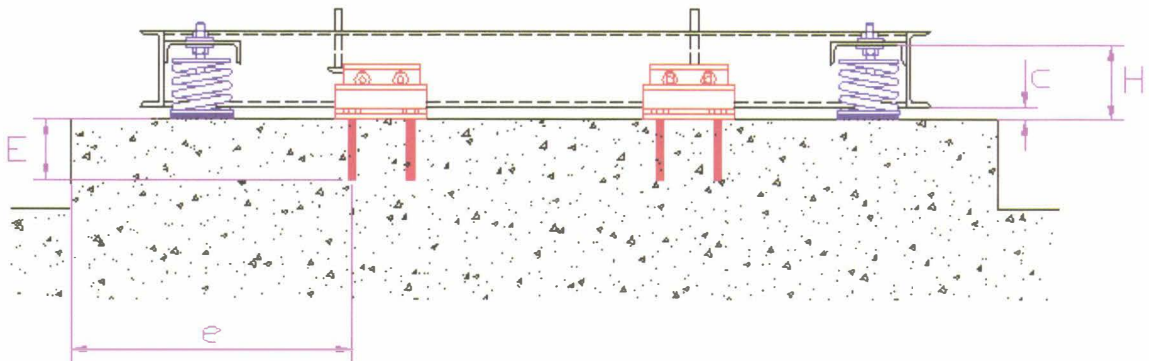


Şekil 13.24. AÇIK TİP
TİTREŞİM İZOLATÖRLERİ İLE BİRLİKTE
SİSMİK SINIRLANDIRICI KULLANILMASI



Şekil 13.26.
SİSMİK İZOLATÖRLER İLE
MONTE EDİLMİŞ EKİPMAN

- H : Çalışma yüksekliği
c : Çalışma aralığı
E : Asgari dübel derinliği
e : Asgari kenar mesafesi
(Hesaplarda belirtilmediği takdirde, asgari dübel derinliği E'nin en az 1.5 misli alınmalıdır)



Şekil 13.25. SİSMİK SINIRLANDIRICI BAĞLANTI DETAYLARI

Sismik izolatörler, ekipmanın zorlamalı frekansına bağlı olarak seçilecek çökme miktarında yaylı ve/veya elastomer (kauçuk, neopren vs) esaslı titreşim alıcılar sayesinde hem ekipmanın titreşiminin yapıya geçmesini engellemekte, hem de titreşim yalıtımı amacıyla ekipmana müsaade edilen salınımı sınırlandırarak depreme karşı gerekli korumayı sağlamaktadır.

Burada önemli iki noktadan ilki; kullanılacak sismik izolatörün, uygun yöntemlerle hesaplanmış sismik yüklerle karşı yeterli dayanımda olduğunun, bağımsız kuruluşlarca verilen sertifikalarla ispatlanması gerekliliğidir. İkinci önemli nokta ise sismik izolatörün uzman mühendislerce belirlenmiş hesaplamalara uygun nitelikte bağlantısının yapılmasıdır. Buna göre bağlantıda kullanılacak cıvataların derinliği ve kenar mesafeleri sismik dayanıma göre projelendirilmelidir (Şekil 13.27).

Çatı tipi ekipmanlarda öncelikle yağmur, kar, rüzgar, güneş ışınları vb gibi dış hava şartlarına dayanıklı bağlantı detaylarının uygulanması gerekmektedir. Ayrıca çatının yapısal olarak hem ekipmanların hem de şasilerin ağırlıklarını taşıyabileceğinde emin olunmalıdır.

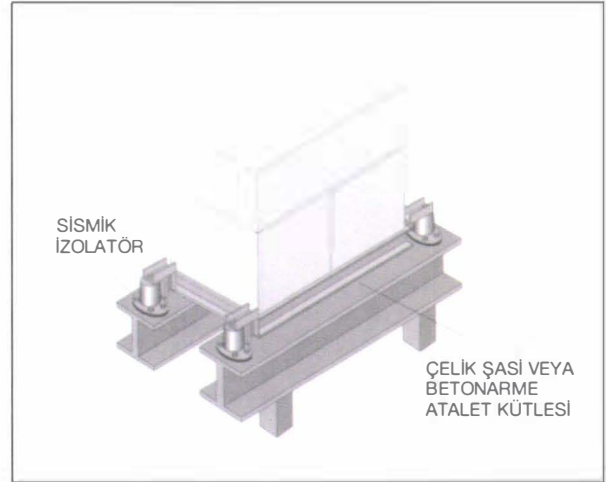
Titreşim izolatörü kullanılmasını gerektiren ekipmanlar, çatılarda sismik izolatörler üzerine yerleştirilebilir (Şekil 13.28). Titreşim izolatörü gerekmeyen durumlarda ise ekipman yükseltilmiş ilave bir çelik şasi üzerine elastomer contalarla bağlanabilir (Şekil 13.29).

13.4.2. DUVARA BAĞLI EKİPMANLAR

Duvara bağlı tesisat ekipmanları, titreşim yapanlar (klimalar, fanlar vs) ve yapmayanlar (elektrik panoları, yangın dolapları vs) olarak ikiye ayrılabilir. Titreşim yalıtımı yapılmayacak bir ekipman doğrudan duvara

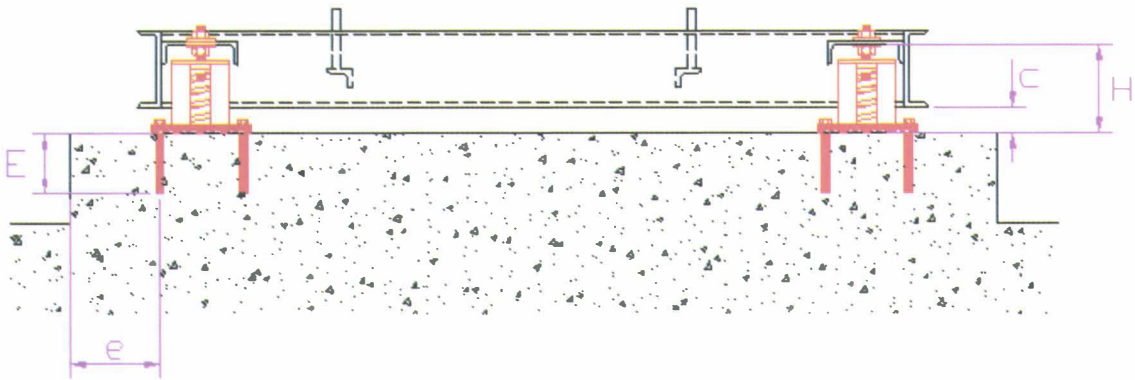
monte edilecekse, sismik koruma açısından yapılması gereken şey, ekipmanın duvara sabit olarak bağlanmasıdır (Şekil 13.30). Titreşim yalıtımı yapılacak ise ekipman duvara bağlı bir taşıyıcı çelik profile titreşim askıları ve sismik halatlar ile bağlanabilir veya yine duvara bağlı bir taşıyıcı çelik platform üzerine sismik izolatörlerle monte edilebilir (Şekil 13.31).

Her iki durumda da önemli olan iki noktadan ilki, söz konusu ekipmana etkiyecek sismik yüklerin uygun yöntemlerle hesaplanması; ikincisi ise bu yüklerle karşı yeterli dayanımı sağlayacak bağlantının yöntemi, ebatları, titreşim askısı ve sismik izolatör seçimi ve benzeri bilgileri içerecek şekilde detaylı olarak projelendirilmesidir.

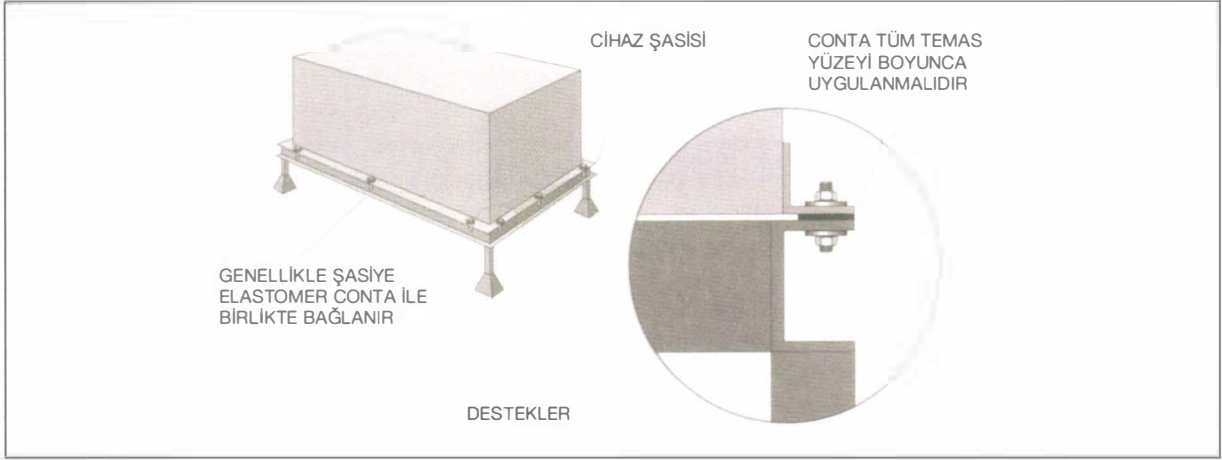


Şekil 13.28. ÇELİK ÇATI ÜZERİNDEKİ EKİPMANIN SİSMİK İZOLATÖRLERLE YERLEŞTİRİLMESİ

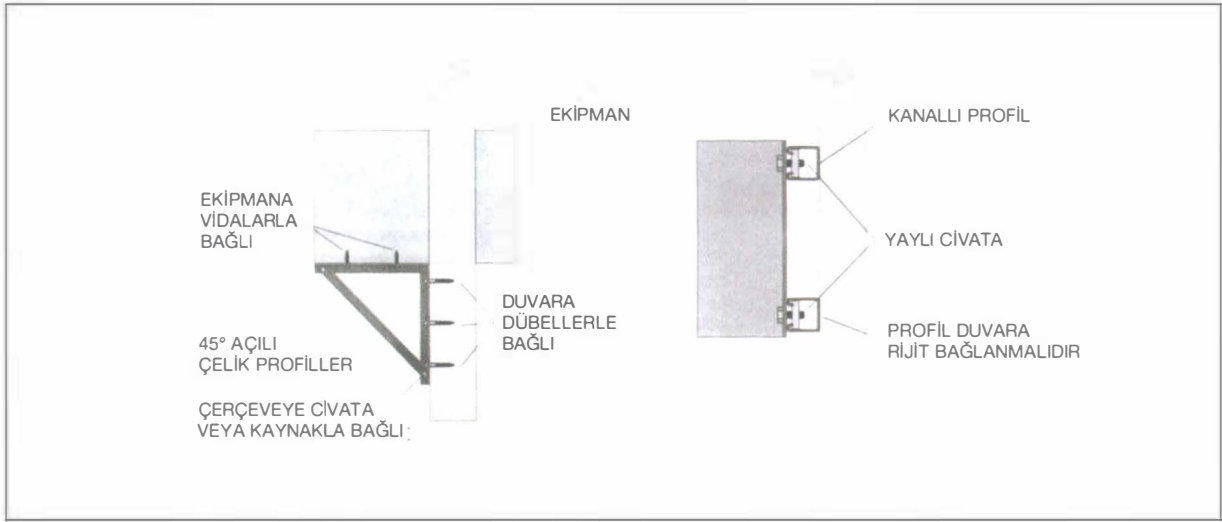
- H : Çalışma yüksekliği
- c : Çalışma aralığı
- E : Asgari dübel derinliği
- e : Asgari kenar mesafesi (Hesaplarda belirtilmediği takdirde, asgari dübel derinliği (E)'nin en az 1.5 misli alınmalıdır.



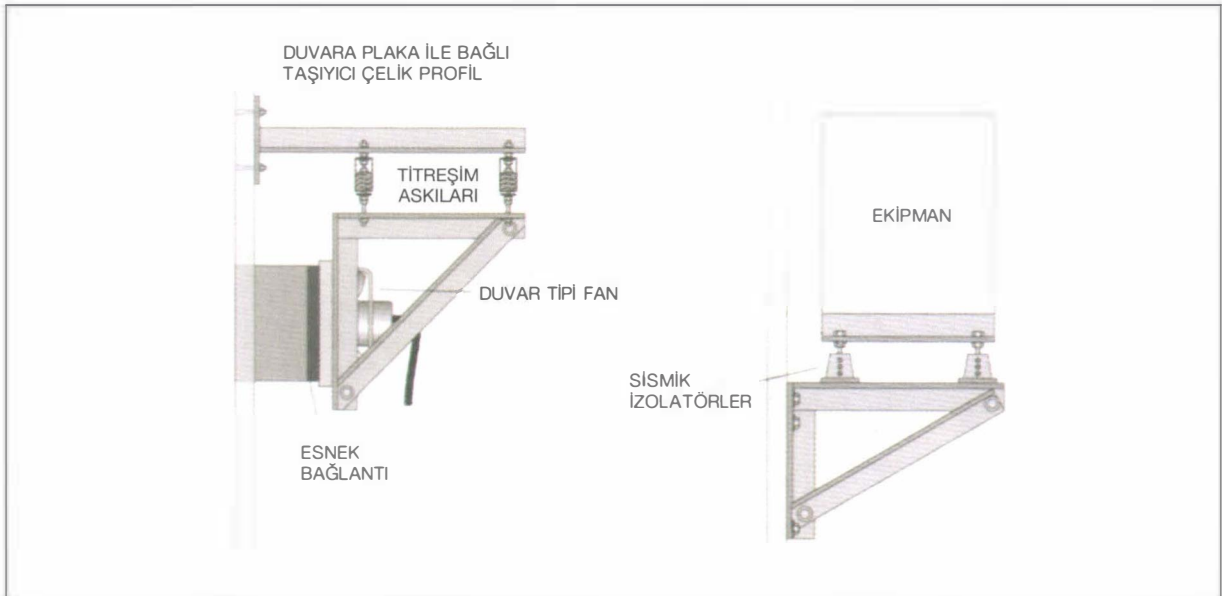
Şekil 13.27. SİSMİK İZOLATÖR BAĞLANTI DETAYLARI



Şekil 13.29. ÇATI ÜZERİNDE YÜKSELTİLMİŞ İLAVE ŞASİYE ELASTOMER CONTALARLA BAĞLI EKİPMAN



Şekil 13.30. DUVARA DOĞRUDAN BAĞLI EKİPMANDA SİSMİK KORUMA



Şekil 13.31. DUVARA BAĞLI EKİPMANDA TİTREŞİM YALITIMI VE SİSMİK KORUMA

13.4.3. TAVANA ASILI EKİPMANLAR

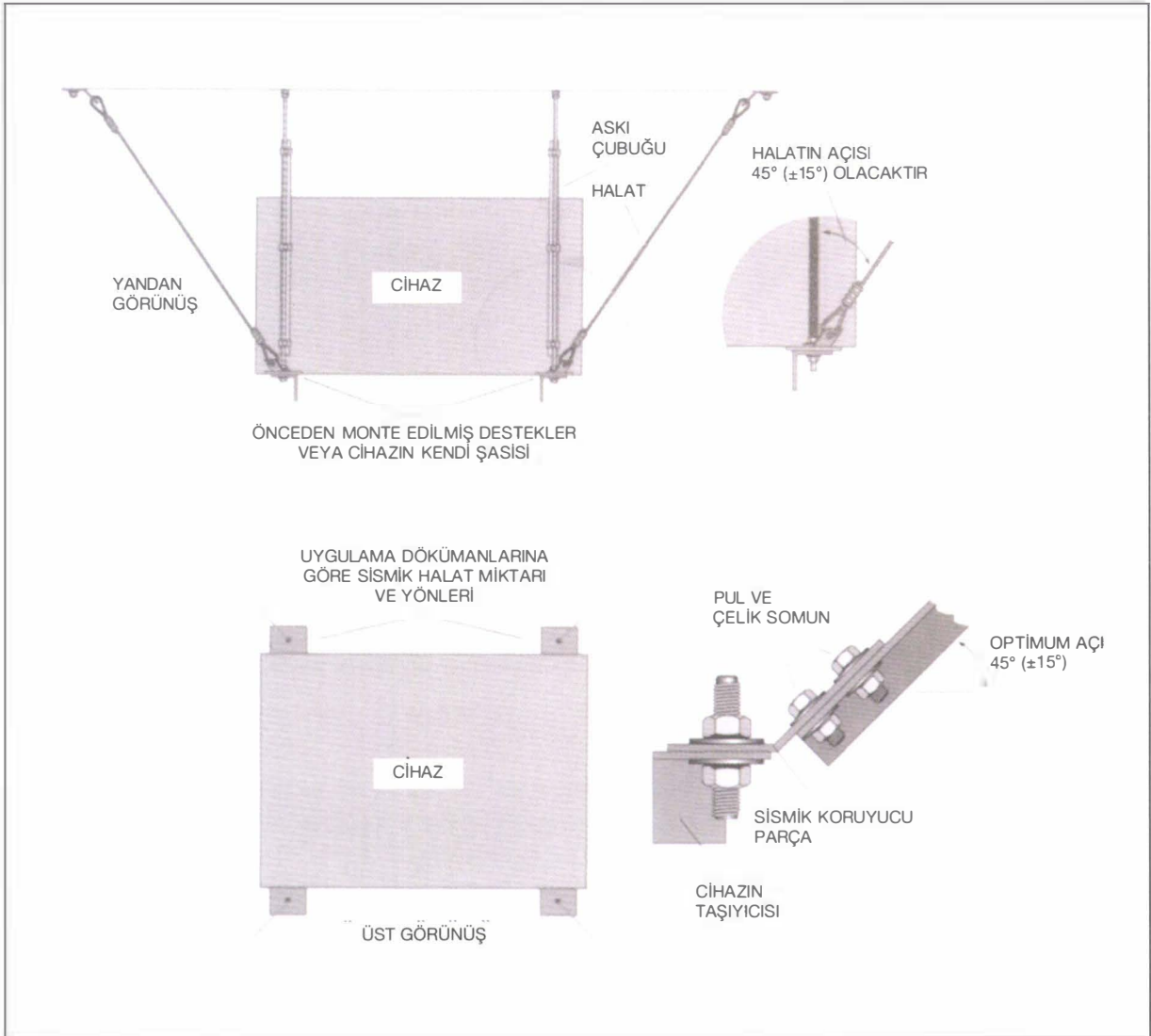
Mekanik tesisat odalarında, koridorların ve hemen her tür mahallin asma tavanlarında asılı olarak monte ekipmanlar arasında fanlı ısıtıcı/soğutucular (fan coil), değişken debili havalandırma (VAV) üniteleri, kanal tipi fanlar ve aspiratörler, elektrikli ve sulu bataryalı ısıtıcılar, susturucular ve hatta 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 dayanımda bir sismik sınırlandırma yapılmasıdır. Bunun için,

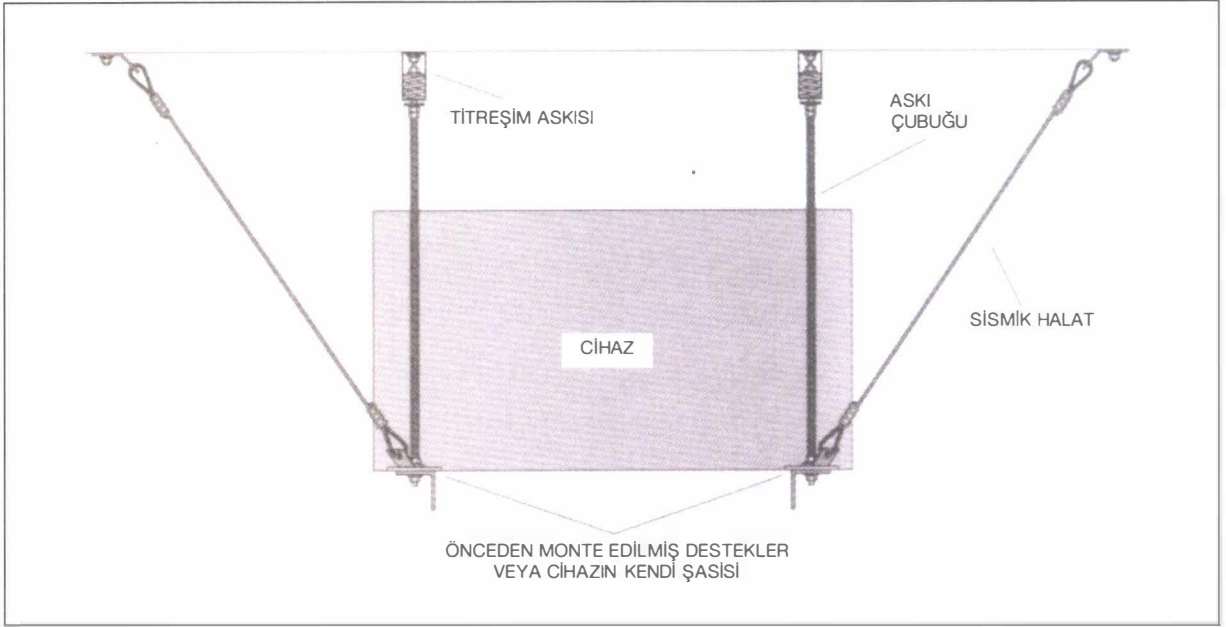
ekipmanın askı çubukları ile yatayda ve düşeyde 45° ($\pm 15^\circ$ tolerans payıyla) açı yapacak şekilde çelik profiller veya sismik halatlar kullanılmalıdır (Şekil 13.32).

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.

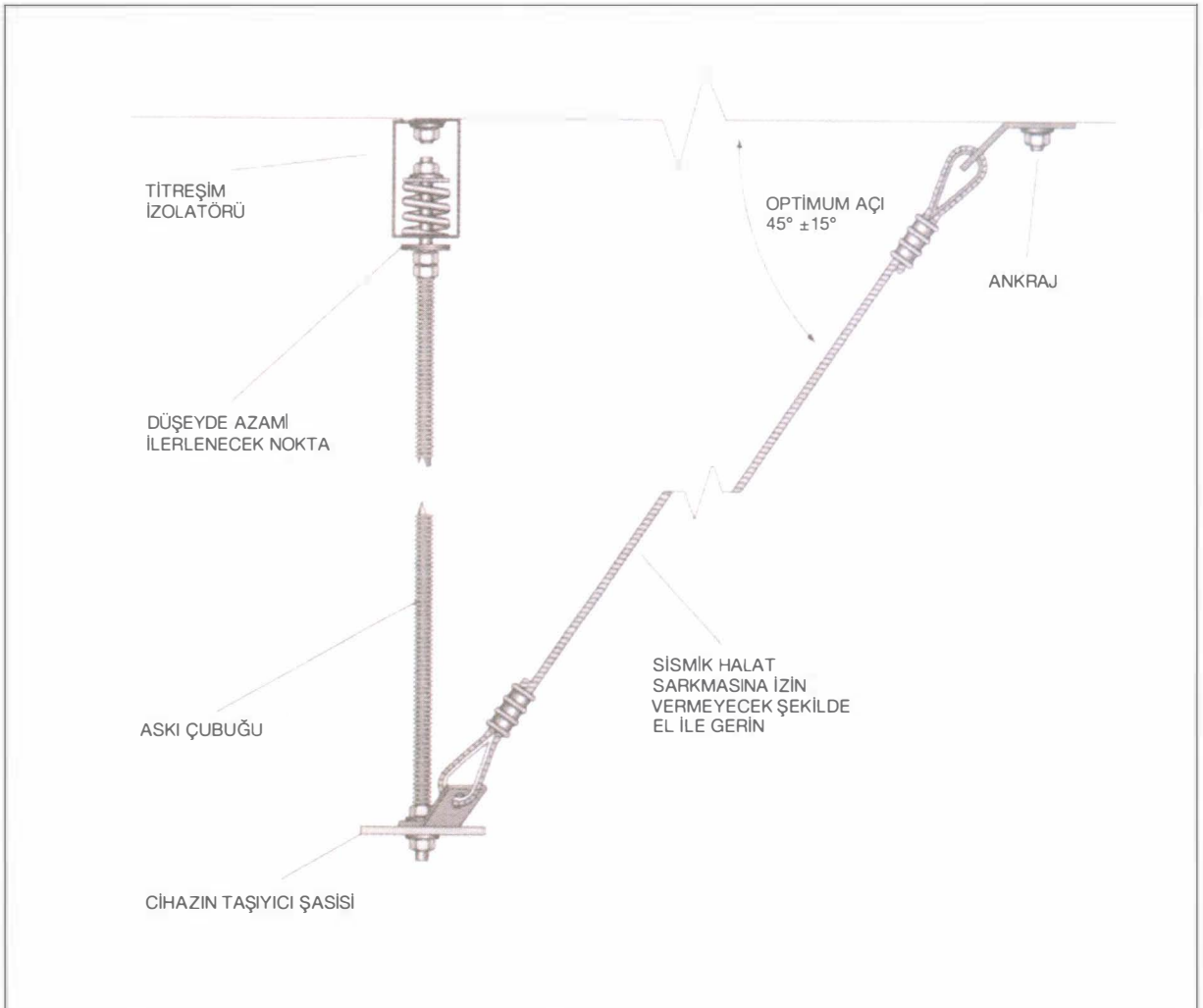
Titreşim yalıtımı yapılacak bir asılı ekipmanın, askı çubuklarıyla veya çelik profiller ile tavana asılmasında titreşim askıları kullanılmalıdır. Böyle bir durumda sismik koruma için katı çelik profillerin kullanılması mümkün değildir; aksi taktirde ekipmanın tüm titreşimi doğrudan yapıya iletilecektir. Dolayısıyla titreşim yalıtımı yapılmış asılı ekipmanların sismik koruması, ancak sismik halatlar kullanılarak yapılabilir (Şekil 13.33 ve 34).



Şekil 13.32. TİTREŞİM YALITIMI YAPILMAMIŞ ASILI EKİPMANDA SİSMİK HALAT VEYA ÇELİK PROFİL İLE SİSMİK KORUMA



Şekil 13.33. TİTREŞİM YALITIMI YAPILMIŞ ASILI EKİPMANDA TİTREŞİM ASKISI VE SİSMİK HALAT KULLANIMI

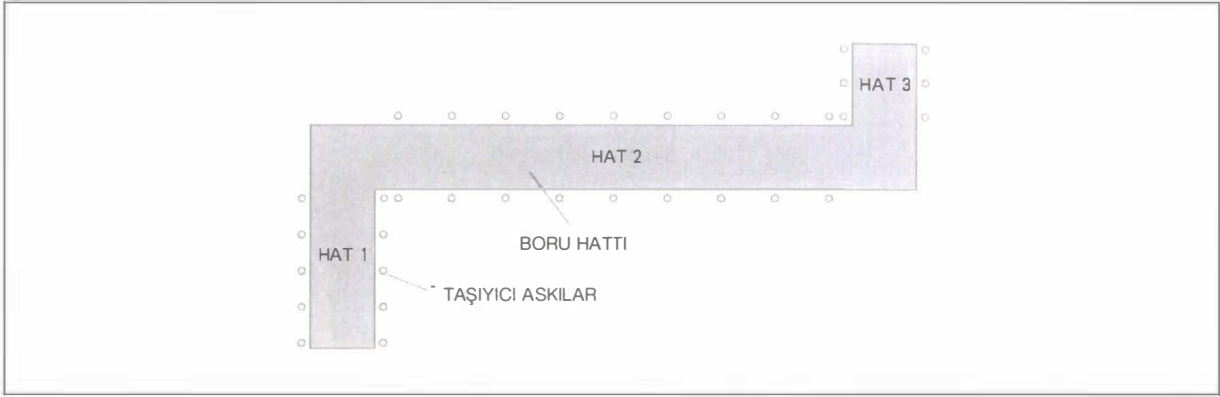


Şekil 13.34. TİTREŞİM ASKISI VE SİSMİK HALAT MONTAJ DETAYI

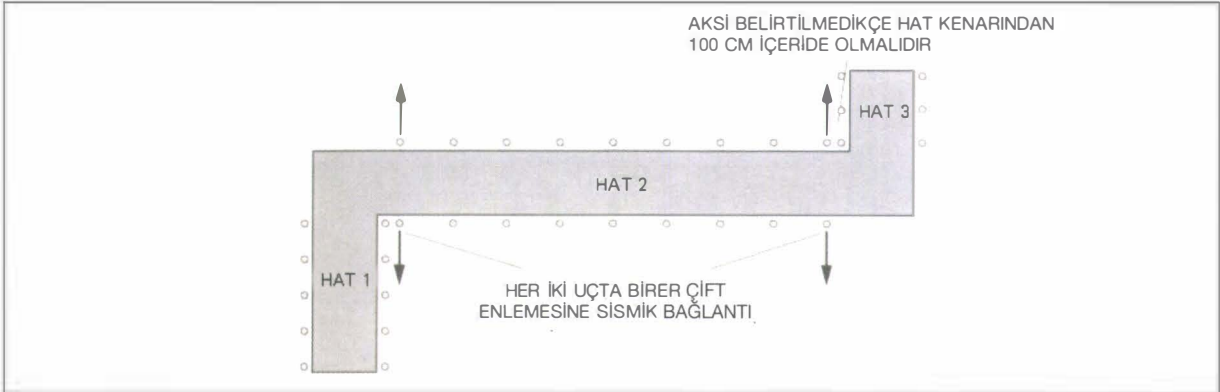
13.4.4. BORULAR

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.

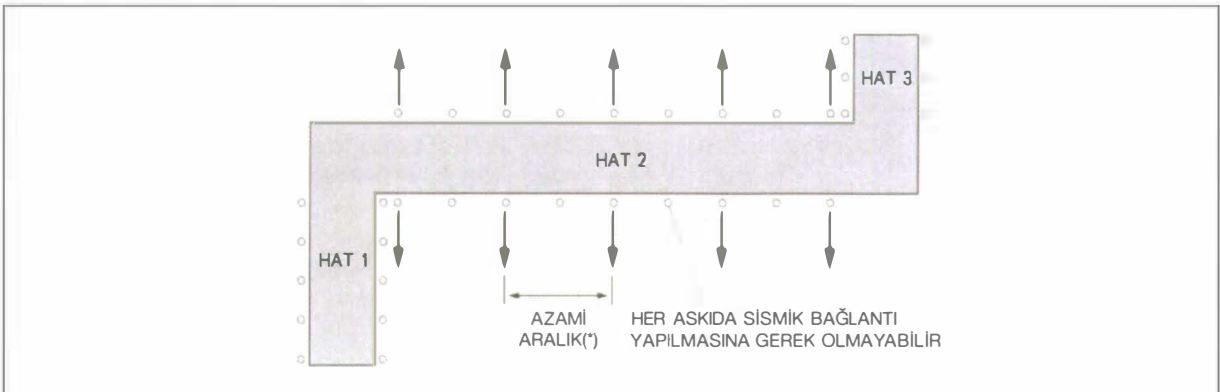
Tavana asılı boru hatları, deprem açısından en kritik borulardır. Bunun sebebi, deprem yüklerinin anlık olmayıp dalgalar halinde farklı büyüklüklerde ve frekanslarda arka arkaya gelmesi neticesinde boru hatlarının rezonansa girme tehlikesidir. Böyle bir durumda çok küçük sismik yükler dahi boru hatlarının 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 13.35. BORU HATLARINDA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMLERİ İÇİN NUMARALANDIRMA



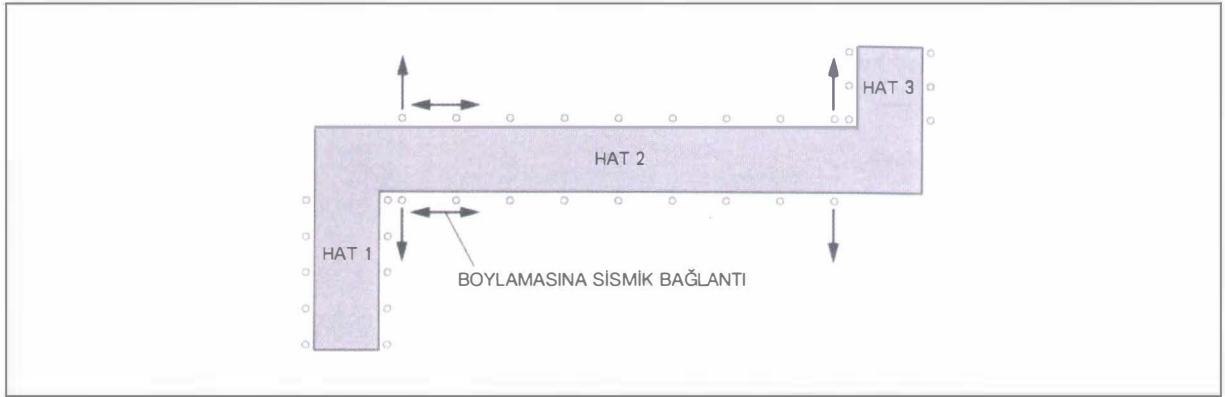
Şekil 13.36. UÇLARDA BİRER ÇİFT ENLEMESİNE SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ



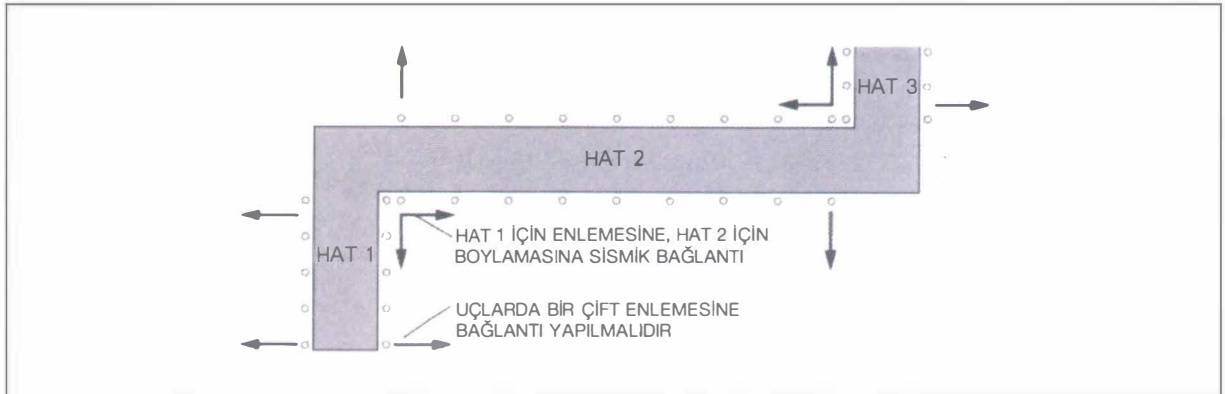
Şekil 13.37. İHTİYACA GÖRE ARALARDA ENLEMESİNE SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ

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 13.35). Daha sonra, numaralandırılmış her hat için, uçlarda birer çift olmak üzere asgari 2 çift enlemesine sismik bağlantı noktası seçilir (Şekil 13.36). 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

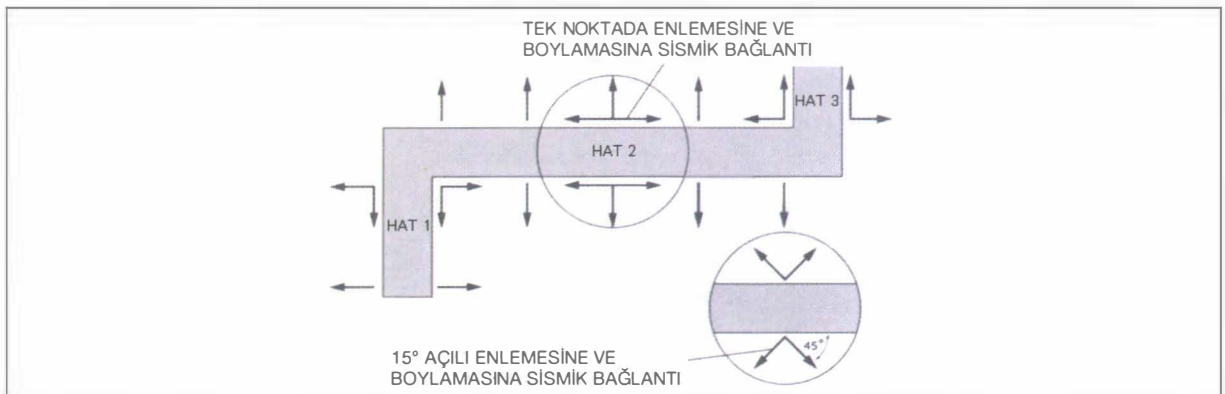
göre, bir hattın uçları arasındaki mesafe belirtilmiş olan sınırı aşıyorsa, aralarda da sismik halat bağlantıları yapılması gerekir (Şekil 13.37). Boylamasına sismik bağlantılar, her bir hat için bir set olabilir (Şekil 13.38). Ayrıca, maliyet azaltıcı bir teknik olarak, hatların dönüş yaptığı köşelerde hem enlemesine hem de boylamasına bağlantı yapılabilir (Şekil 13.39). 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 13.40).



Şekil 13.38. HER HAT İÇİN BİR SET BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ



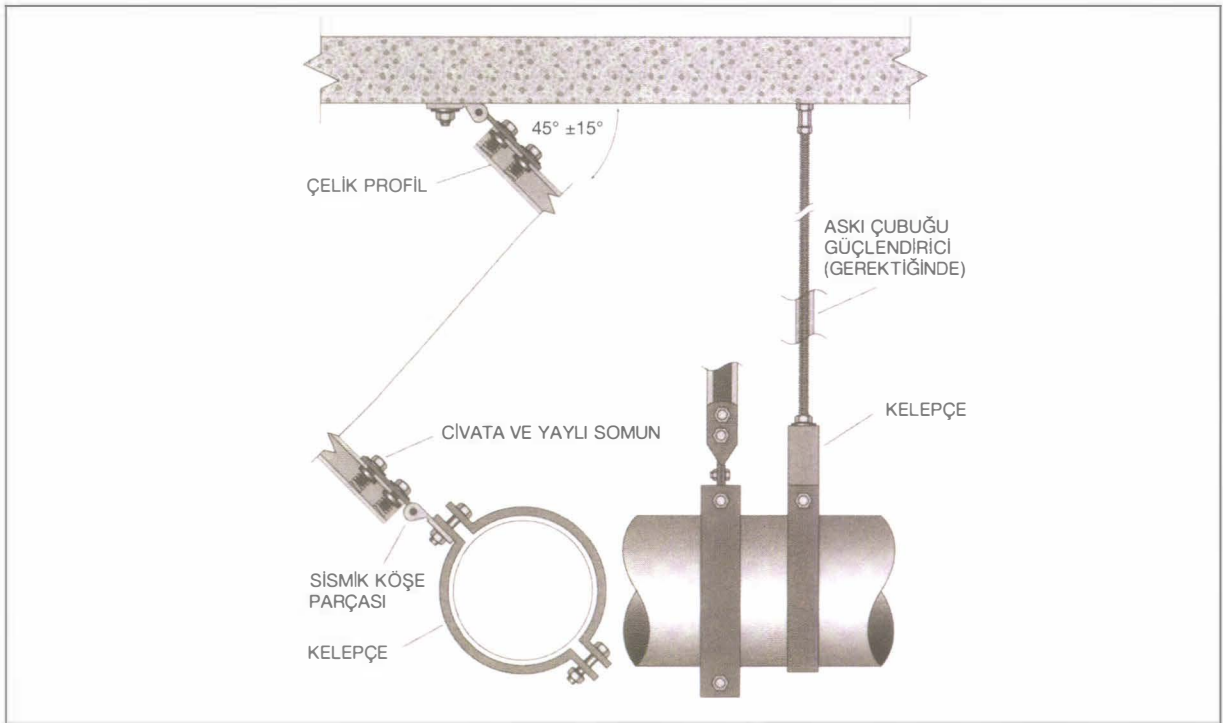
Şekil 13.39. HAT DÖNÜŞÜ KÖŞELERİNDE ENLEMESİNE VE BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ



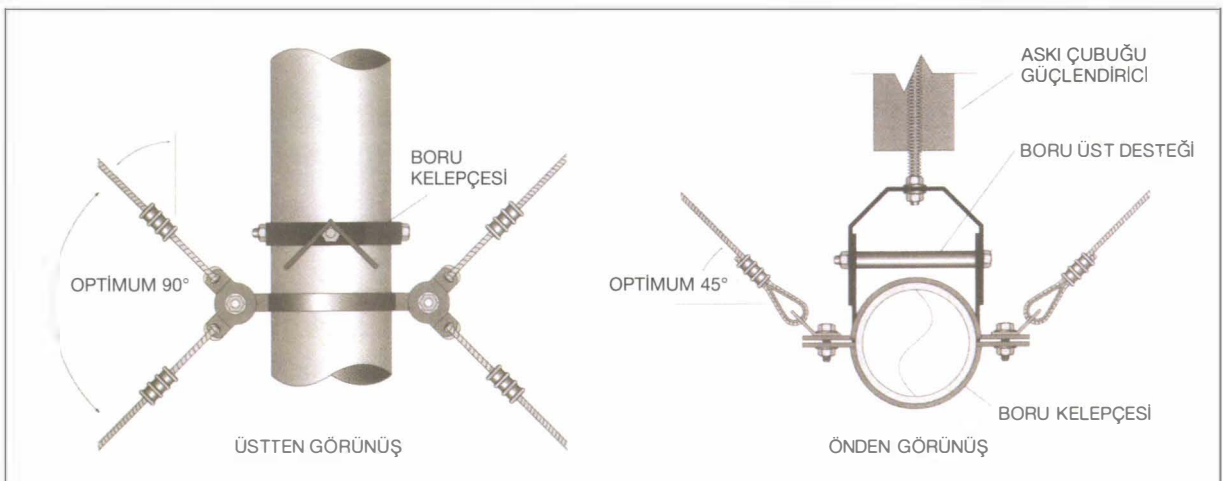
Şekil 13.40. TEK NOKTADA ENLEMESİNE VE BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI YERLEŞİMİ

Borulardaki sismik bağlantılar, katı çelik profiller ile yapılabileceği gibi (*Şekil 13.41*) sismik çelik halatlar kullanılarak da yapılabilir (*Şekil 13.42*). Ancak titreşin yalıtımı yapılan ve/veya ısıl 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 13.41. ASILI BORU HATLARINDA ÇELİK PROFİLLER İLE SİSMİK BAĞLANTI



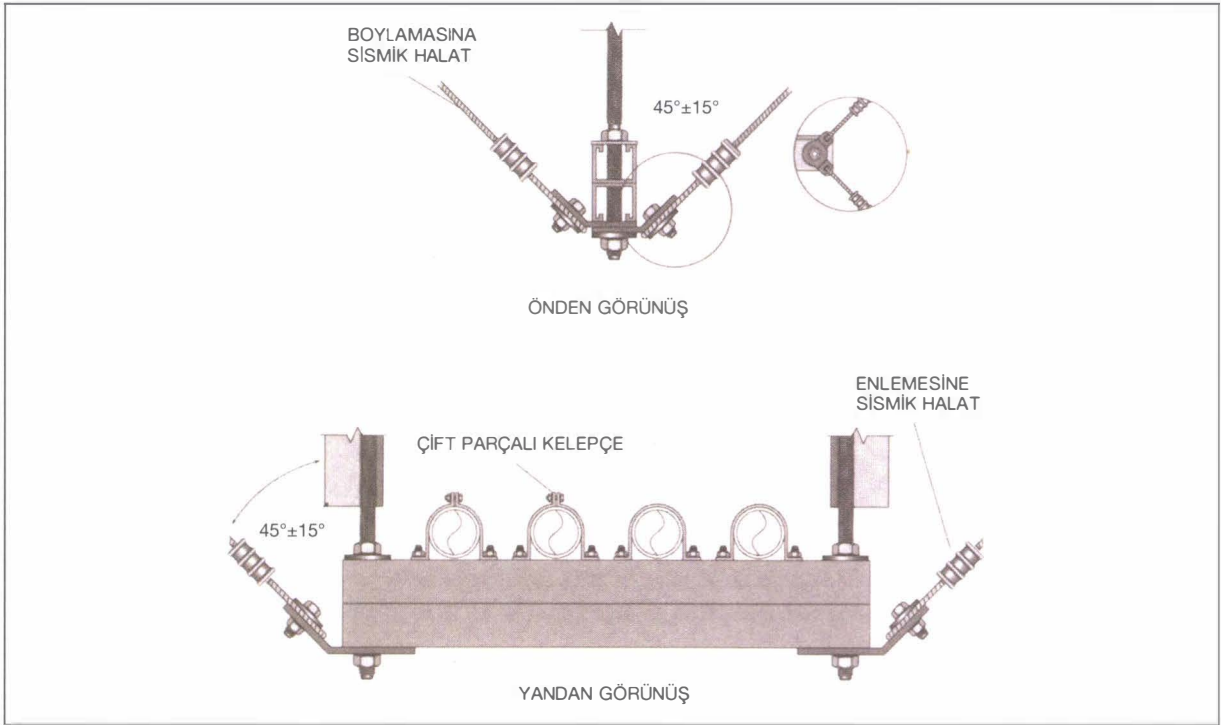
Şekil 13.42. ASILI BORU HATLARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI

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 13.43). Tek noktadan bağlanan klasik kelepçeler, bağlantı noktasının bir moment kolu oluşturması ve çoğu zaman bu noktanın yeterli dayanımda olmaması sebebiyle sismik açıdan uygun değildir.

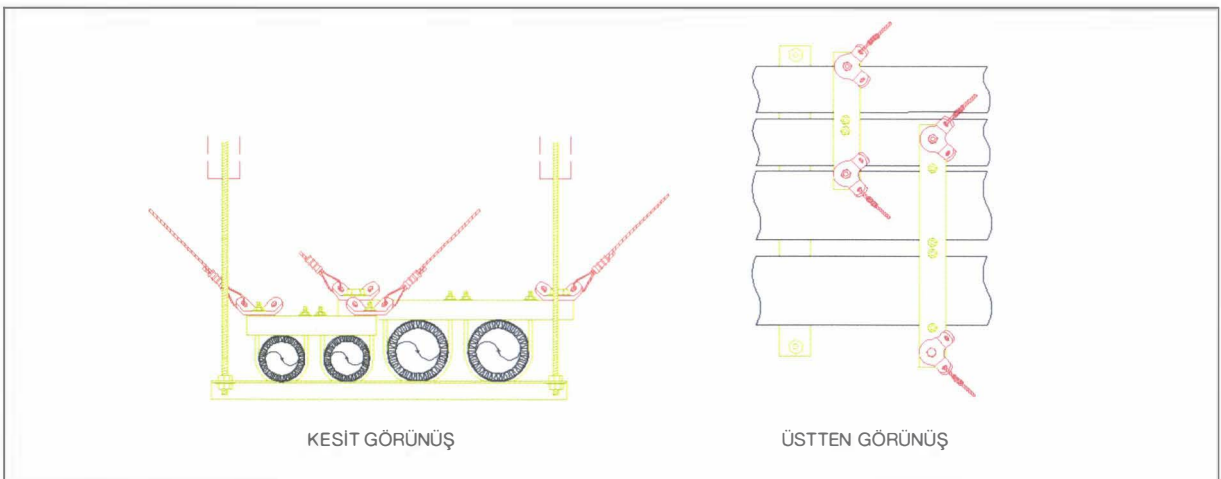
Asılı boru hatlarındaki ısı genleşmeler sismik sınırlandırma açısından kritik uygulamalardır. Özellikle

farklı ısı genleşmelere maruz boruların aynı trapez üzerinde olmaları durumunda, bunların sismik bağlantılarının da ayrı ayrı çözülmesi gerekir (Şekil 13.44). 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.

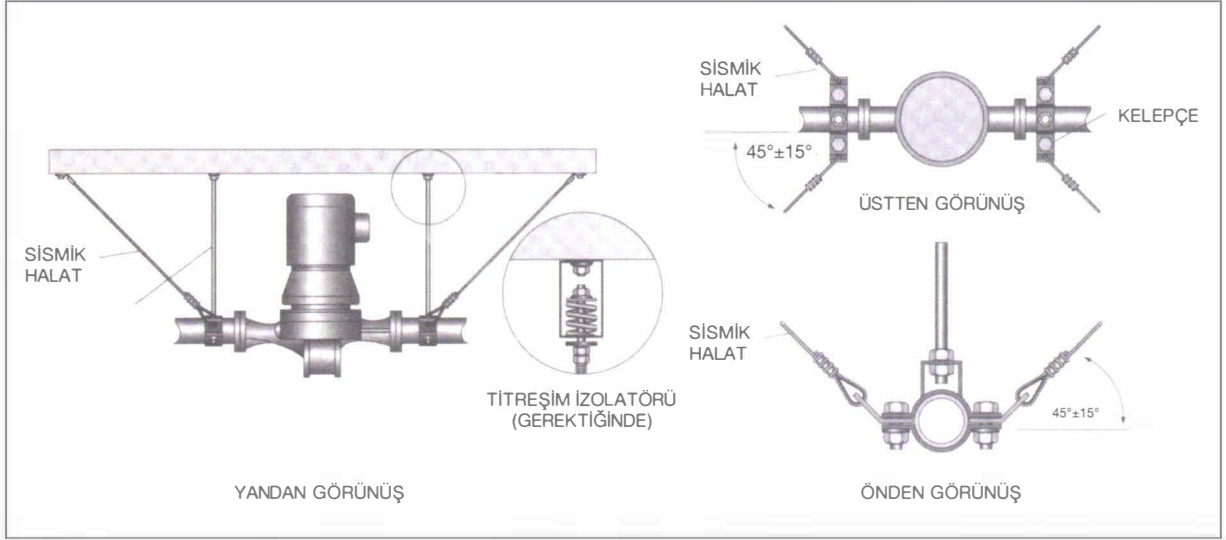
Asılı boru hatları üzerinde monte edilen çeşitli ekipmanlar (in-line pompalar, tüpler, ısı değiştirgeçleri vs) için ayrıca sismik bağlantı yapılması gerekebilir. Böyle durumlarda yine titreşim yalıtımı gerekir gerekemeyeceğine bağlı olarak titreşim askıları da kullanılabilir (Şekil 13.45, 46 ve 47).



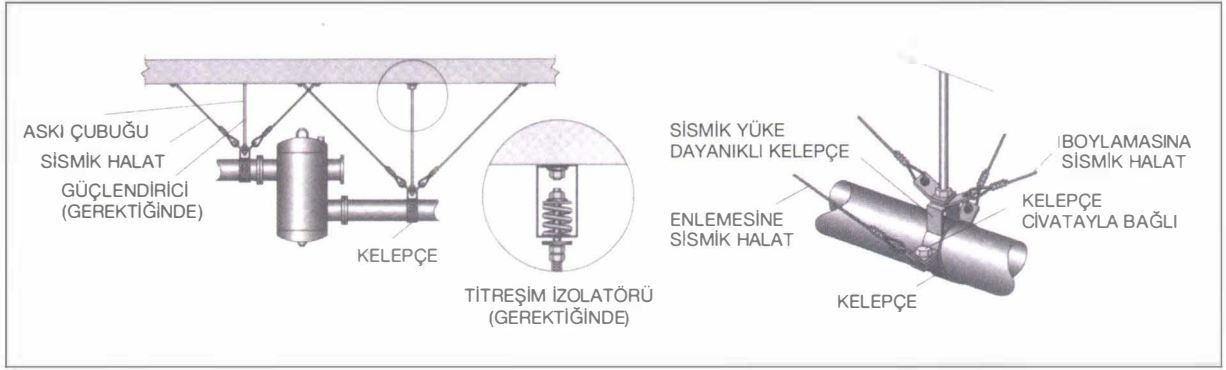
Şekil 13.43. TRAPEZ ÜZERİNDEKİ BORU GRUPLARINDA SİSMİK BAĞLANTI



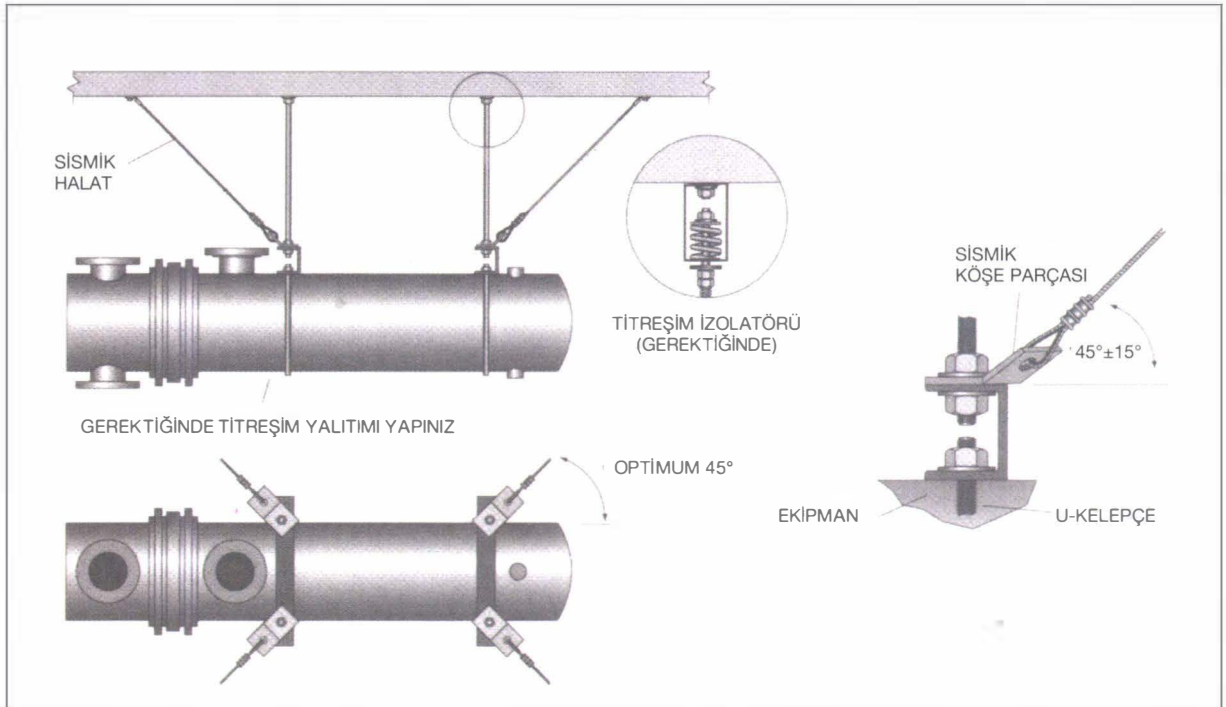
Şekil 13.44. FARKLI ISIL GENLEŞME YAPAN BORU GRUPLARINDA SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 13.45. BORU HATTI ÜZERİNDEKİ POMPANIN SİSMİK KORUMASI



Şekil 13.46. BORU HATTI ÜZERİNDEKİ TÜPÜN SİSMİK KORUMASI



Şekil 13.47. BORU HATTI ÜZERİNDEKİ ISI DEĞİŞTİRGEÇİNİN SİSMİK KORUMASI

13.4.5. 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 13.48) veya katı çelik profiller (Şekil 13.49) kullanılarak yapılabilir. Ancak titreşim yalıtımı yapılan kanallarda sadece sismik çelik halatlar kullanılabilir (Şekil 13.50). Sismik çelik halatların gerek malzeme hafifliği gerekse uygulama kolaylığı açısından, her zaman hem malzemeden hem de işçilik giderlerinden ekonomi sağladığını ve uluslararası bağımsız kuruluşlar tarafından sertifikalandırılmış olanlarının da mevcut olup, işverenin veya kontrol mühendisinin güvenliğiyle ilgili talepleri doğrudan karşılanabilmektedir. Tıpkı borularda olduğu gibi hava kanallarında da sismik bağlantı amacıyla kullanılan katı profiller hem çekme

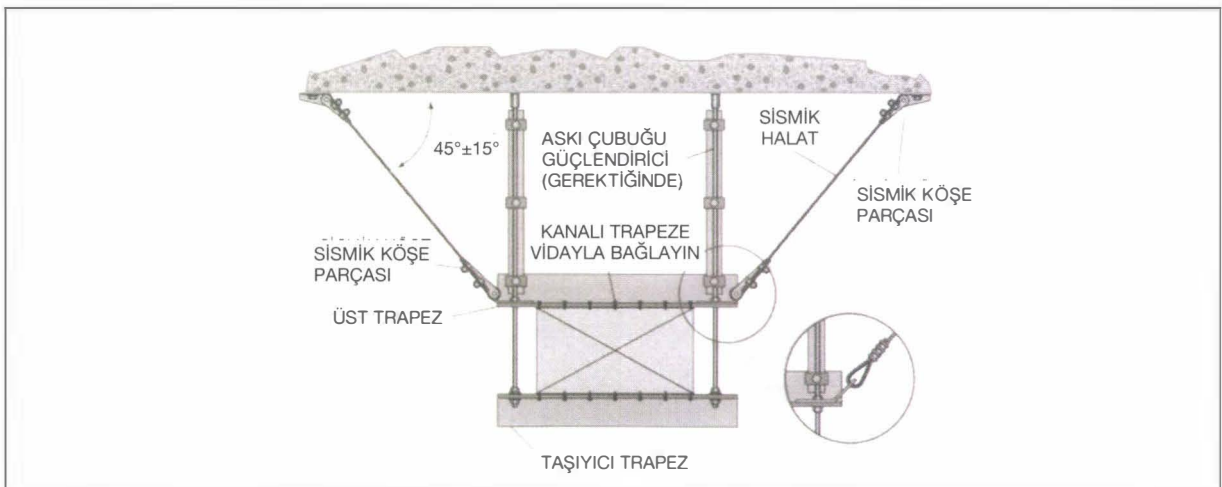
hem de basma kuvvetlerine karşı gelir. Bu nedenle kanal hattının sadece tek tarafında kullanılırlar ve bundan dolayı askı çubuğunun da sismik yüklere maruz kalmasına sebep olurlar. Bu durum, katı profillerle sismik koruma tasarımını daha kritik yapmaktadır. Çelik halatlar ise sadece çekme kuvvetine karşı çalıştılarından 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 13.51).

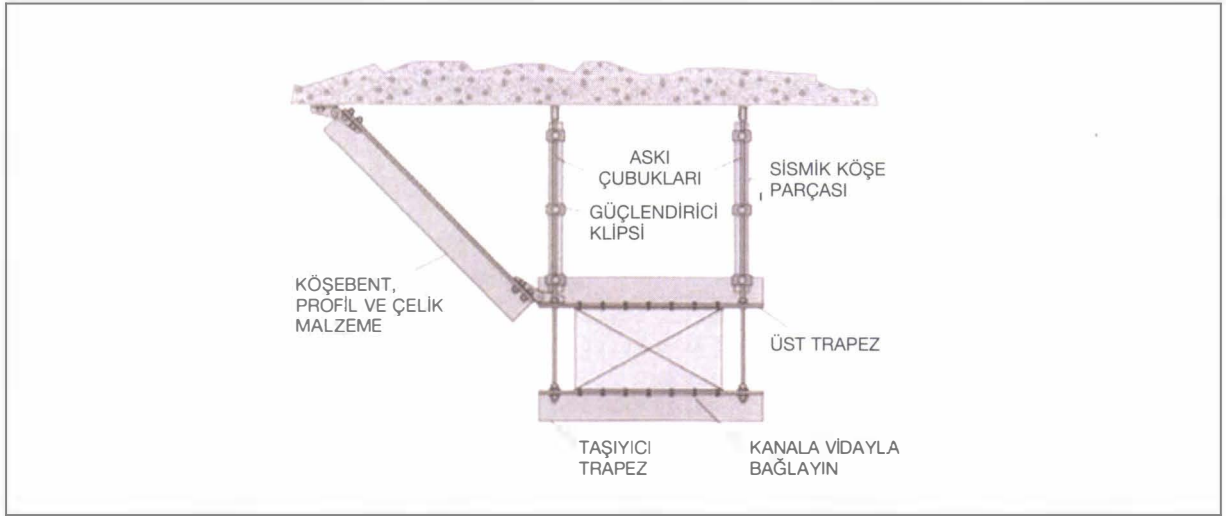
Dairesel kesitli hava kanalları, kelepçelerle bağlı olabileceği gibi (Şekil 13.52 ve 53) asılı bir trapez üzerinde de monte edilebilir. Her iki durumda da sismik halatlar ile bağlantı yapılabilir. Ancak trapez üzerindeki hava kanalının U-cıvata ile trapeze bağlı olması gerekir (Şekil 13.54).

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 13.55A), dairesel kesitli bir düşey hava kanalının sismik koruması için ise, yapısal bir çelik elemana bağlı yine çelikten bir şerit kullanılabilir (Şekil 13.55A).

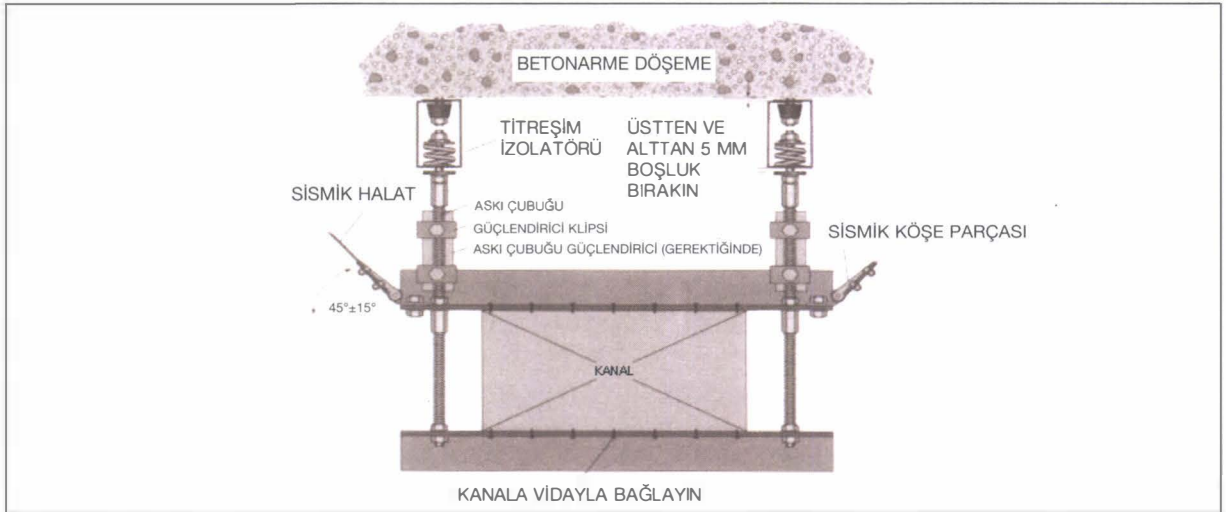
Şaft içindeki düşey hava kanallarında titreşim yalıtımı yapılması istendiğinde, kanalı taşıyan profiller titreşim izolatörleri üzerine monte edilebilir (Şekil 13.56). Ancak böyle durumlarda sismik koruma yapılması da gerekiyorsa, izolatörlerin sismik özellikte olması veya ilave olarak sismik halatlar kullanılması gerekir (Titreşim yalıtımı yapıldığında, katı profillerle sismik bağlantı yapılmaması gerektiğini hatırlayınız.).



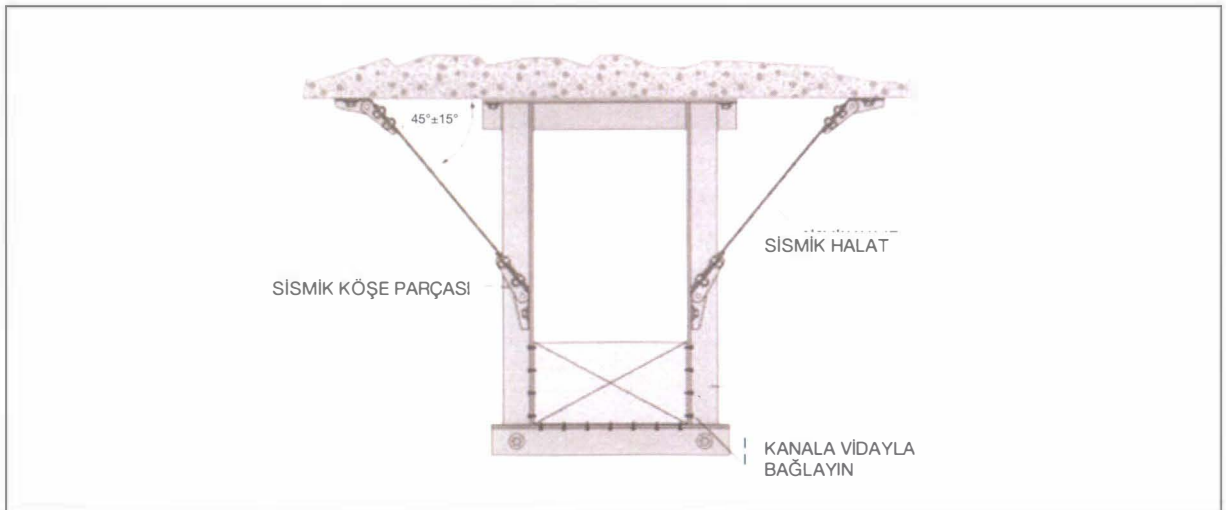
Şekil 13.48. ASILI HAVA KANALLARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



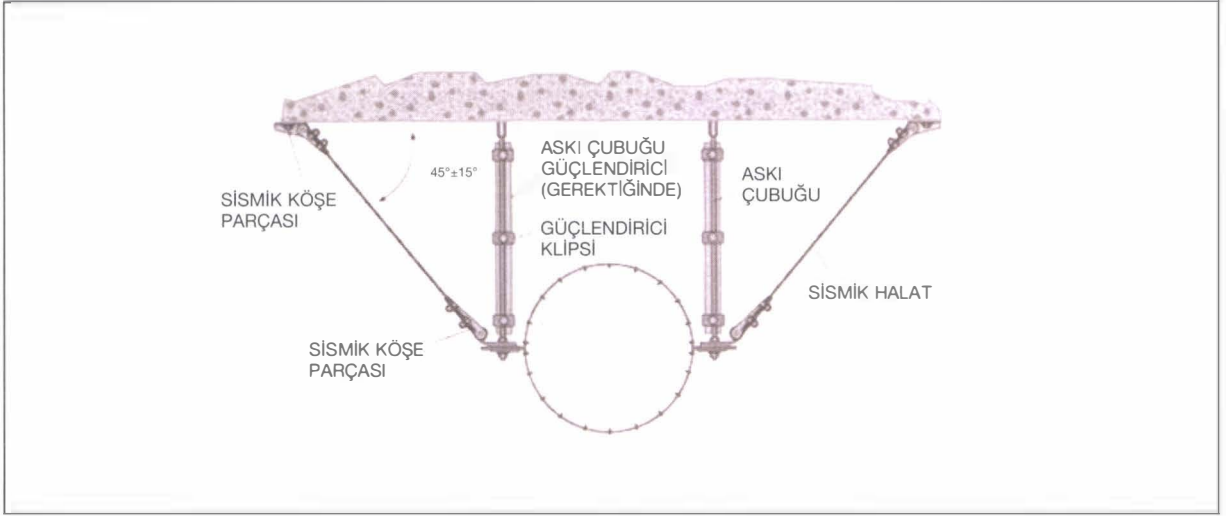
Şekil 13.49. ASILI HAVA KANALLARINDA ÇELİK PROFİLLER İLE SİSMİK BAĞLANTI



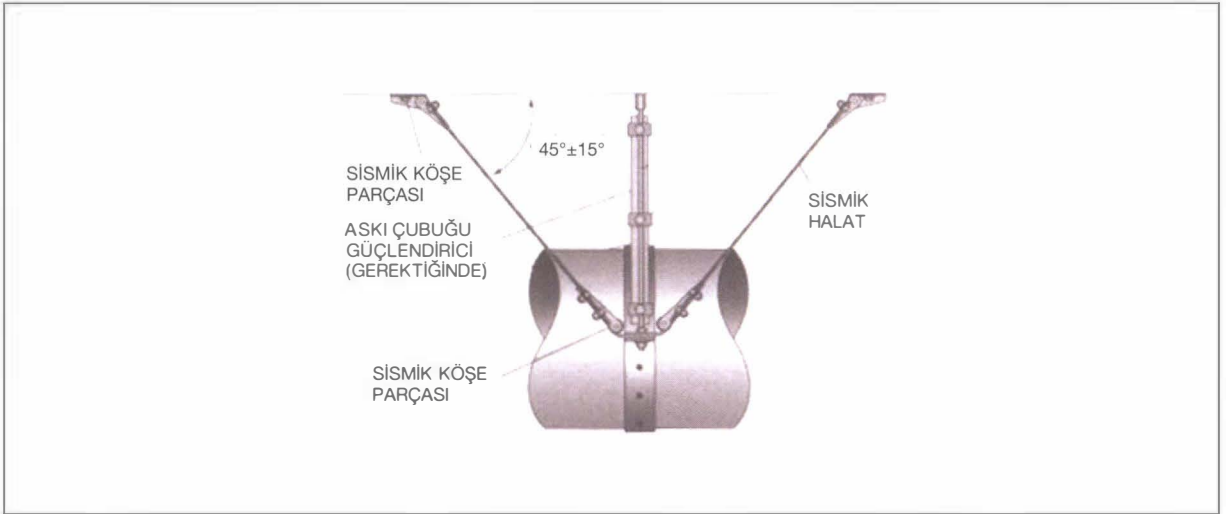
Şekil 13.50. TİTREŞİM YALITIMI YAPILAN HAVA KANALLARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



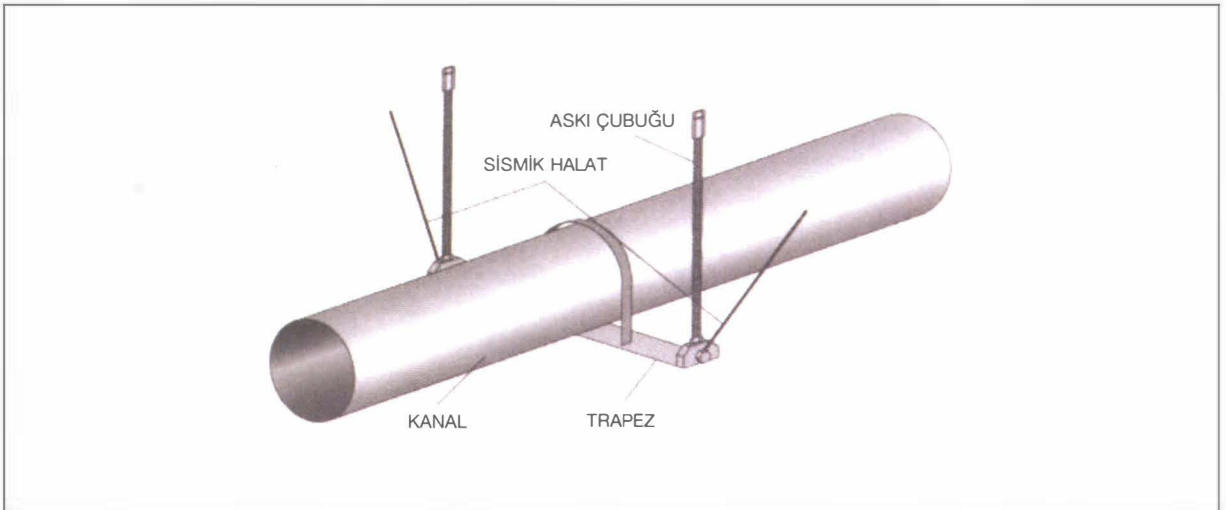
Şekil 13.51. ÇELİK PROFİLLERLE ASILMIŞ HAVA KANALINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



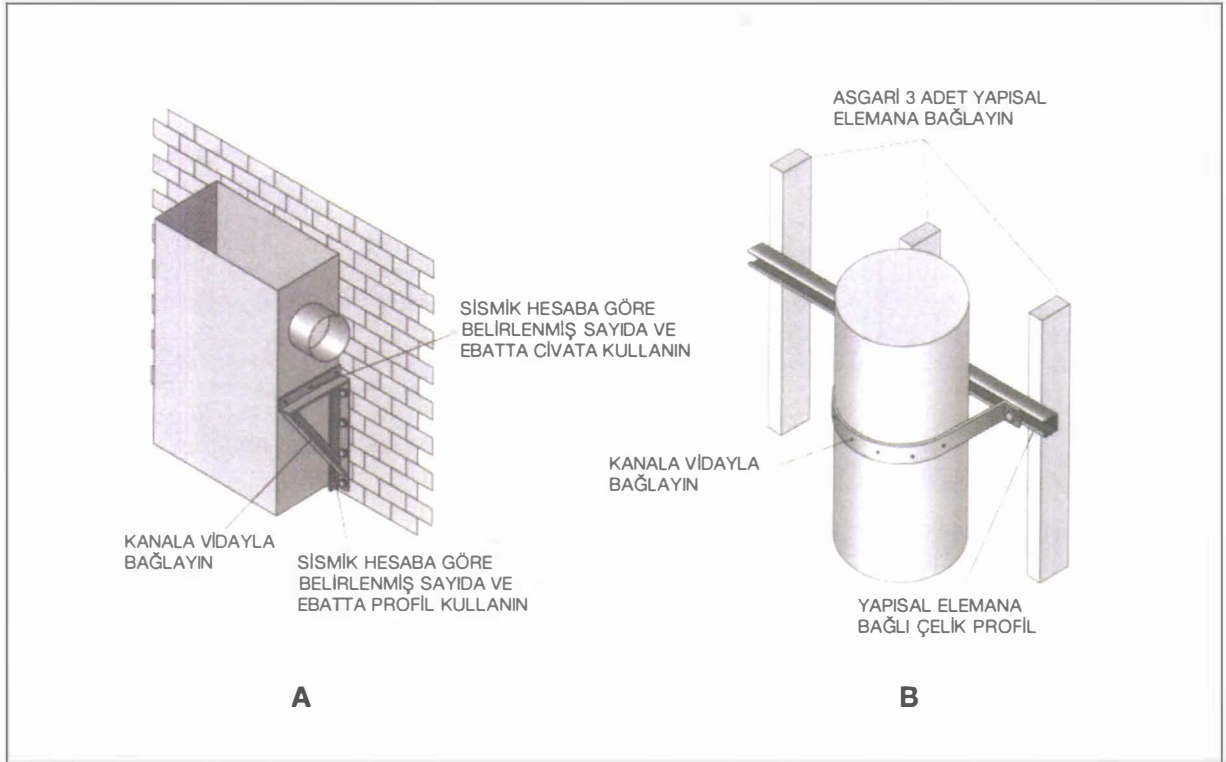
Şekil 13.52. KELEPÇEYLE ASILI DAİRESEL KESİTLİ HAVA KANALINDA ENLEMESİNE SİSMİK BAĞLANTI



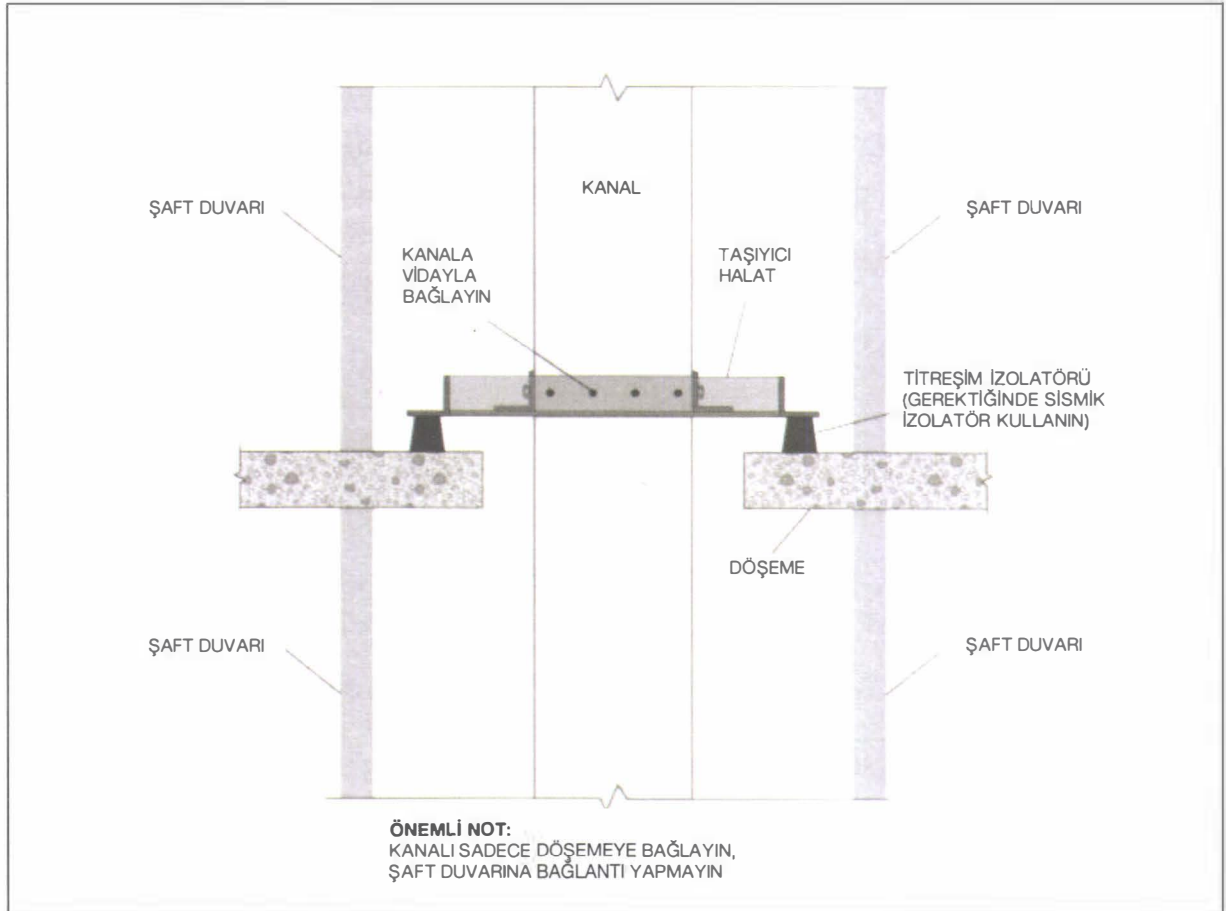
Şekil 13.53. KELEPÇEYLE ASILI DAİRESEL KESİTLİ HAVA KANALINDA BOYLAMASINA SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 13.54. ASILI TRAPEZ ÜZERİNE MONTE EDİLMİŞ HAVA KANALINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 13.55. DÜŞEY HAVA KANALLARINDA SİSMİK BAĞLANTILAR

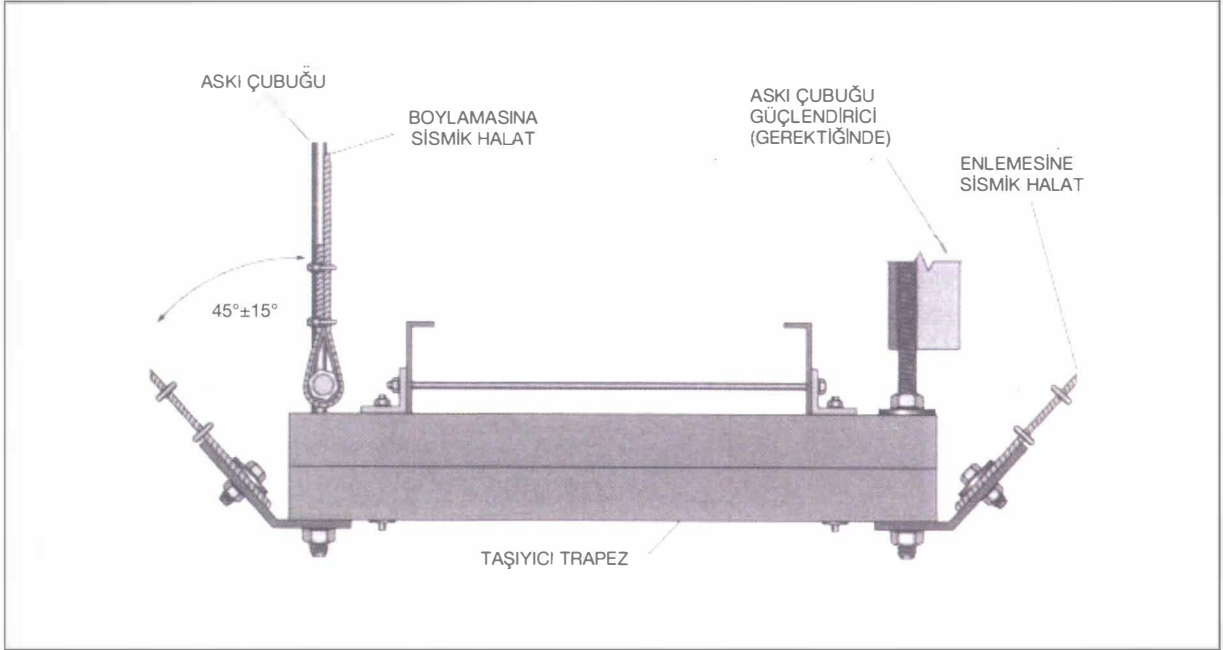


Şekil 13.56. ŞAFT İÇİNDEKİ DÜŞEY HAVA KANALINDA TİTREŞİM İZOLATÖRÜ KULLANIMI

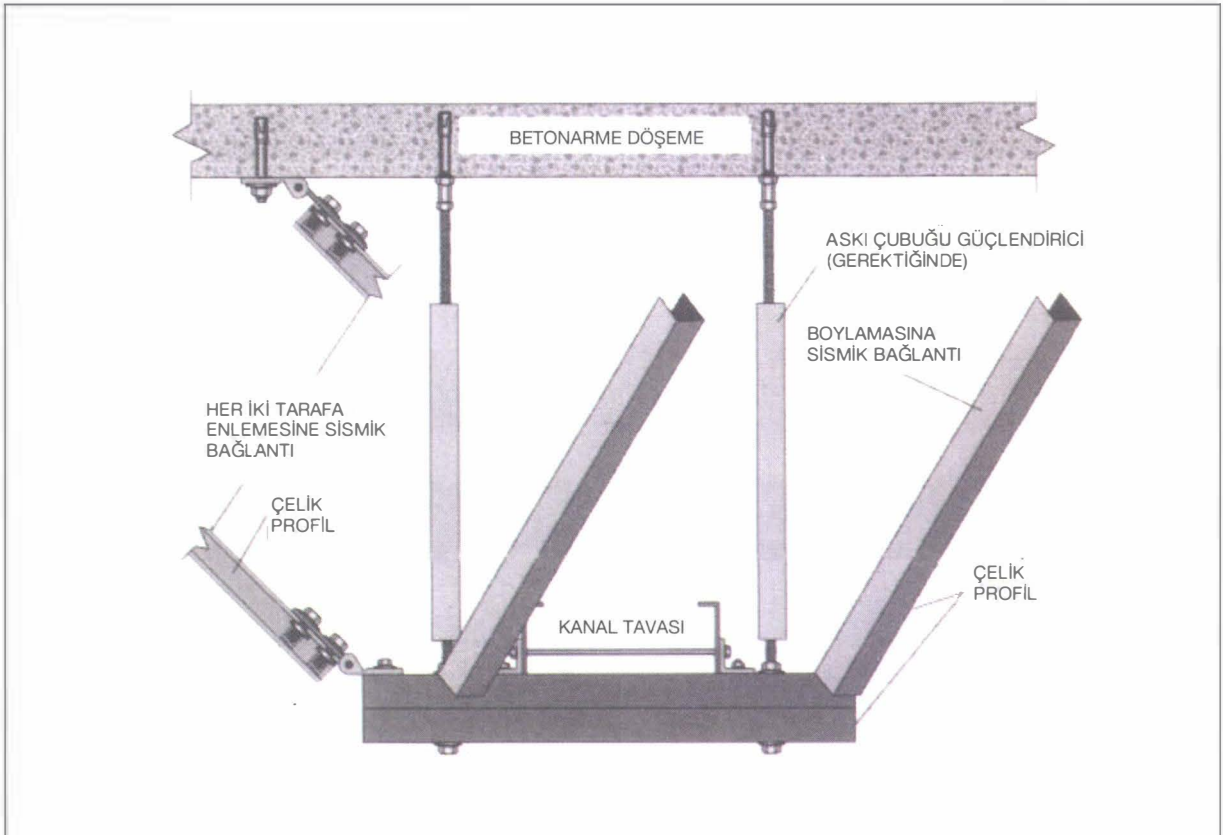
13.4.6. ELEKTRİK TAVALARI VE DİĞER HATLAR

Asılı elektrik tavaları, busbar ve benzeri hatlarda da tıpkı boru ve hava kanalı trapezlerinde olduğu gibi sismik çelik halatlar (Şekil 13.57) veya katı profillerle

(Şekil 13.58) 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 13.57. ELEKTRİK TAVALARINDA SİSMİK HALATLAR İLE SİSMİK BAĞLANTI



Şekil 13.58. ELEKTRİK TAVALARINDA ÇELİK PROFİLLER İLE SİSMİK BAĞLANTI

13.4.7. KOLON BORULARI

Kolon boruları özellikle çok katlı binalarda kritik bir konudur. Bunun sebepleri, öncelikle uzun bir boru hattının yalıtımlı ve içi dolu ağırlığının bina statığına 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 13.59*). Bu yöntemde öncelikle boruda meydana gelecek ısıl boyut değiştirmeler hesaplanmalıdır. Bundan sonra boru, binanın belirli katlarında boru sabit olarak monte edilir (*Şekil 13.60*). Şayet boruda titreşim yalıtımı isteniyorsa, boru kelepçesi elastomer yastık tipi izolatörler üzerine monte edilebilir (*Şekil 13.61*).

Daha sonra yukarıya ve aşağıya doğru ısıl boyut değiştirmelere izin verecek şekilde boru kılavuzları oluşturulur (*Şekil 13.62*). 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 statığına 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 13.63*). 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 statığına 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 13.64*).

Yüzer sistem hesabında öncelikle boruların dolu ağırlıkları ve işletme sıcaklıkları belirlenir. Daha sonra

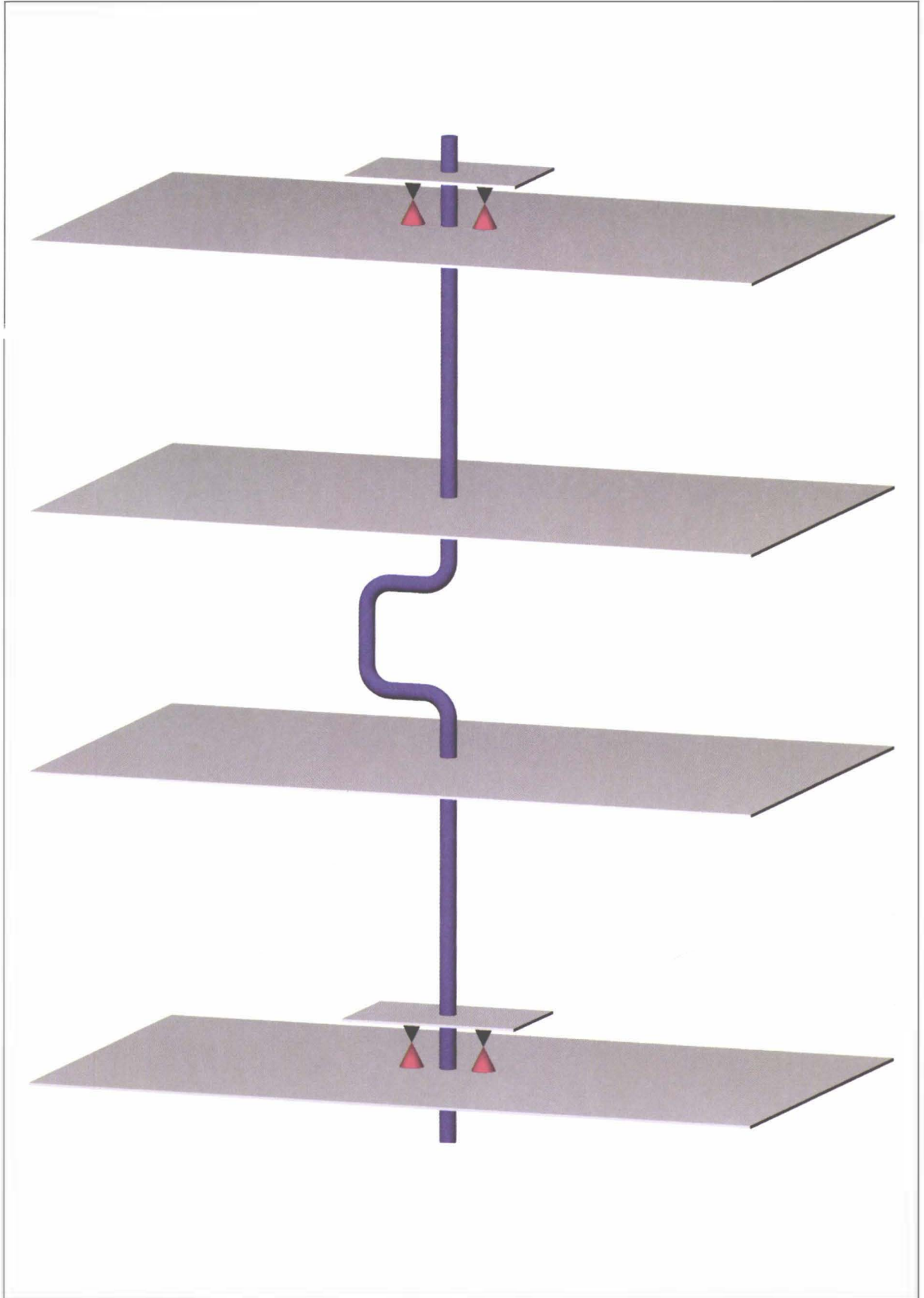
boru çapına ve uzunluğuna bağlı olarak her 2 veya 3 katta bir borunun yerleştirileceği yaylar için bir ön seçim yapılır. Bu seçimlerle birlikte keyfi olarak belirlenmiş bir sanal sıfır noktası (ısıl genleşme olmadığı öngörülen, genelde şaft ortasına yakın seçilen bir nokta) yazılıma girilerek ısıl genleşme 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 13.65*). Yüzer sistem uygulanmış bir kolon borusunda sismik koruma gereken durumlarda, kolonun belirli noktalarında dört yönlü sismik halat setleri kullanılır (*Şekil 13.66*). Yüzer sistem uygulamasının bir benzeri olarak, kolon borusunun ortada bir noktada sabitlenmesi, üst ve alt noktalarda ise yaylar üzerine monte edilmesi şeklinde uygulamalar da mevcuttur. Ancak bu uygulamalarda, kolon borusunun bina statığına olan olumsuz etkisi bertaraf edilemeyeceği gibi, borulardaki titreşimlerin de tamamen ortadan kaldırılamaması gibi mahsurlar söz konusu olmaktadır.

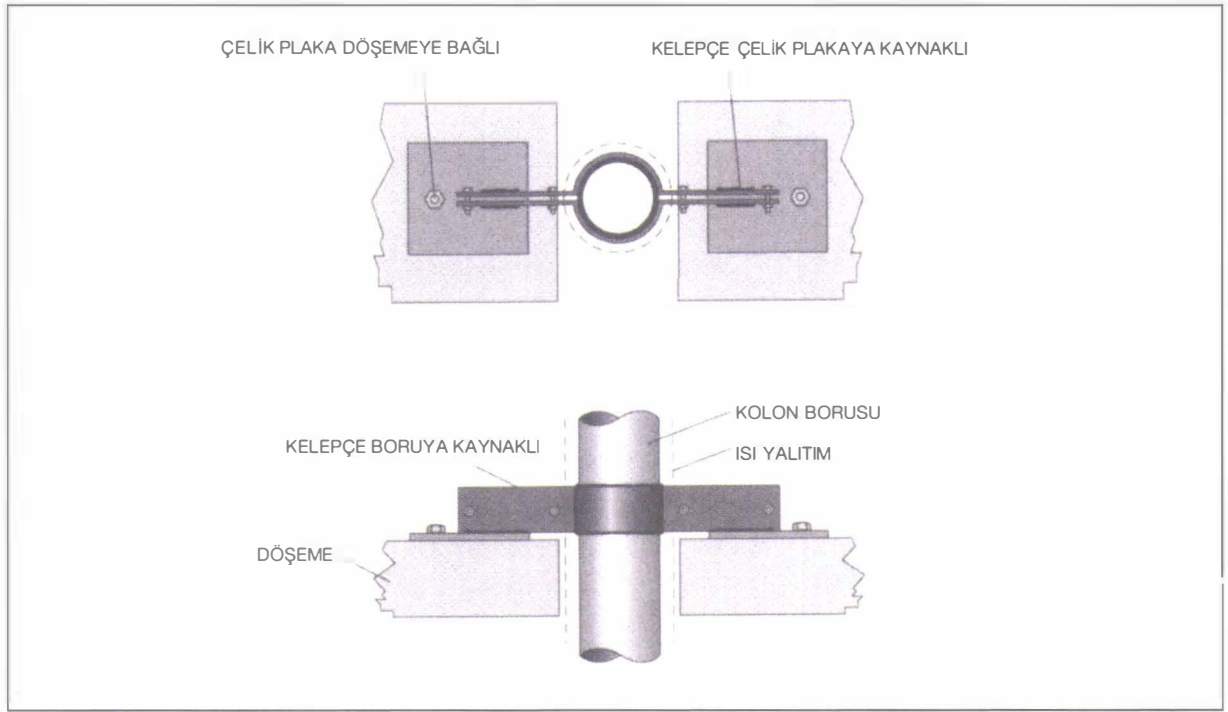
13.4.8. KAİDELER VE ATALET ŞASİLERİ

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.

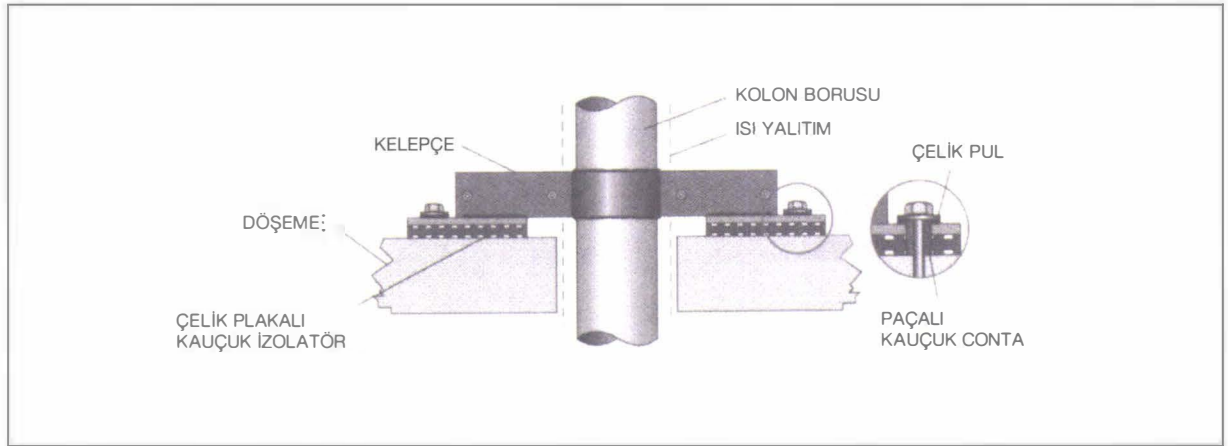
Her şeyden önce beton kaideler kesinlikle çelik donatılı olmalıdır (*Şekil 13.67*). Ayrıca kaidenin donatısı, üzerinde bulunduğu döşemenin donatısıyla bağlantılı olmalıdır. Bunun temin edilebilmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur. En düşük maliyetli ve güvenilir yöntem, döşeme donatısından kaide için filizler bırakılmasıdır (*Şekil 13.68A*). 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 13.68B*). 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 13.68C*).



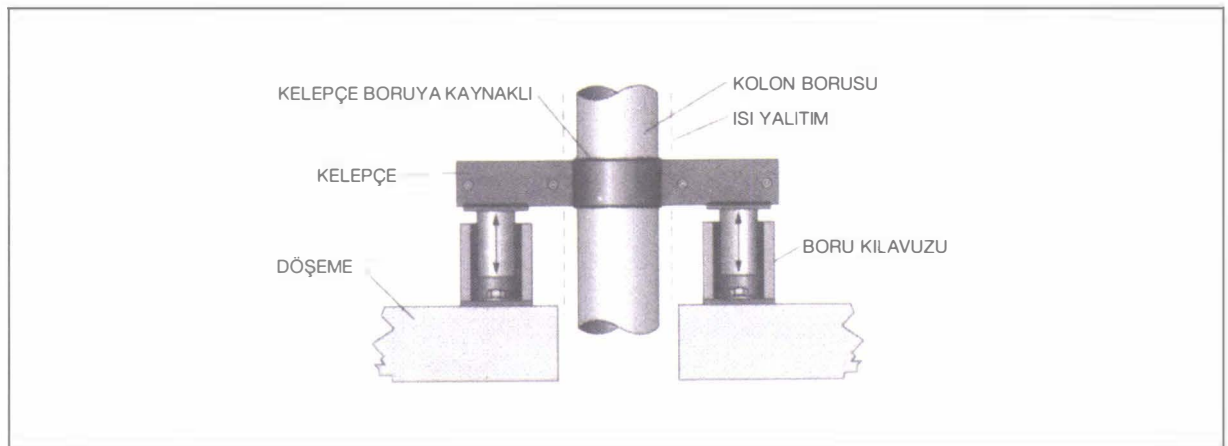
Şekil 13.59. KOLON BORULARINDA
GENLEŞME / BÜZÜŞME ALICI KISIMLAR (OMEGA) OLUŞTURULMASI



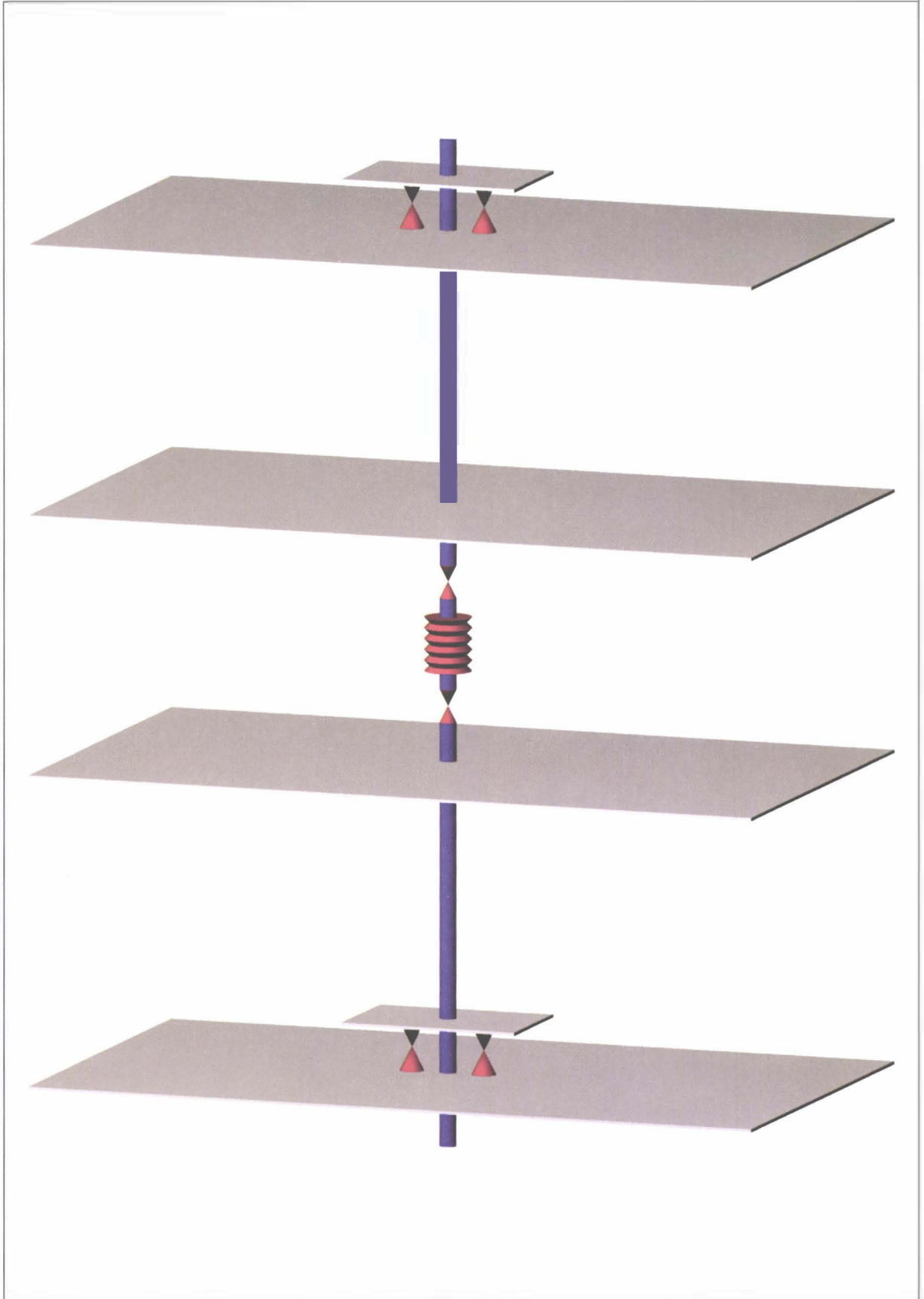
Şekil 13.60. KOLON BORULARINDA SABİT NOKTA



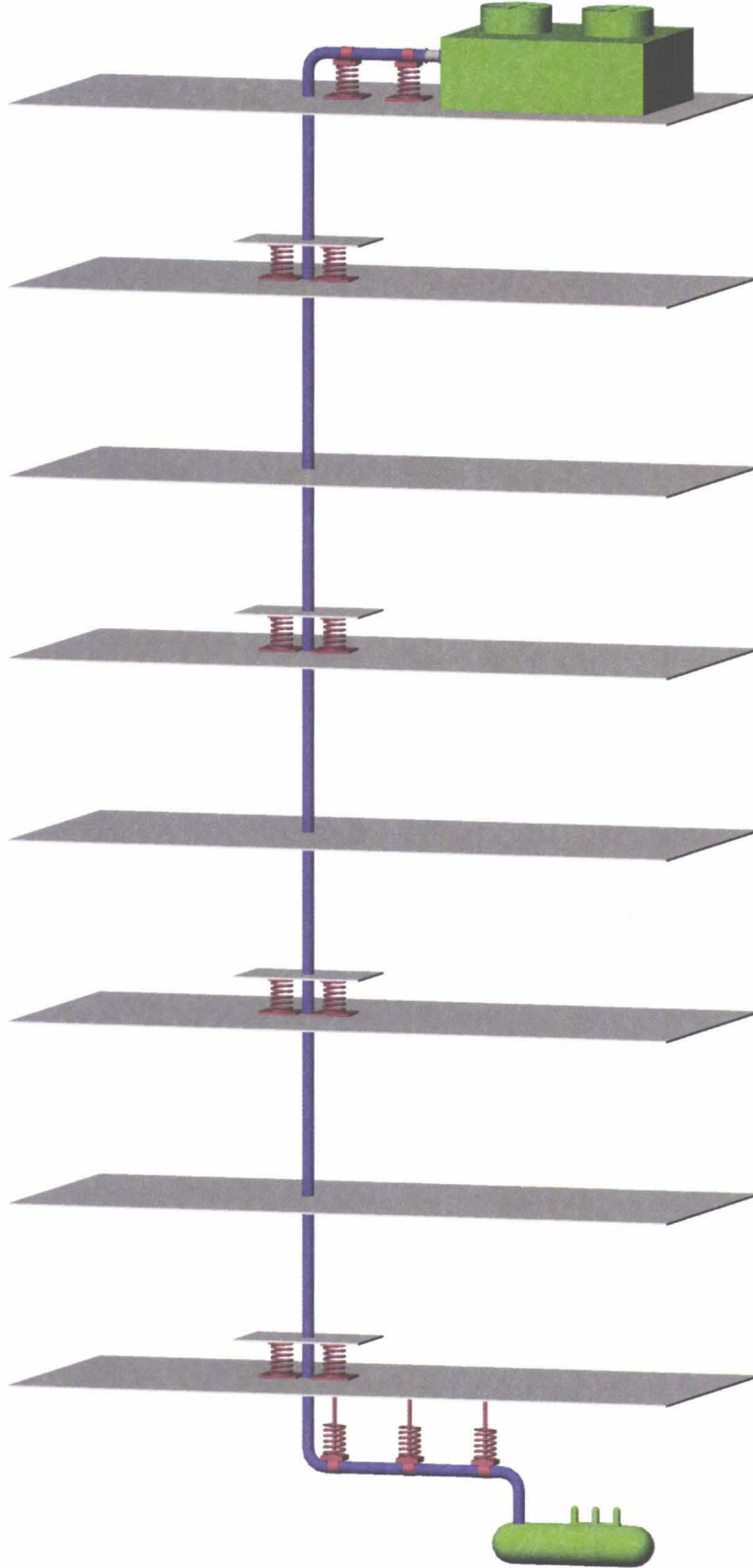
Şekil 13.61. KOLON BORULARINDA TİTREŞİM YALITIMI SABİT NOKTA



Şekil 13.62. KOLON BORULARINDA BORU KILAVUZU KULLANIMI



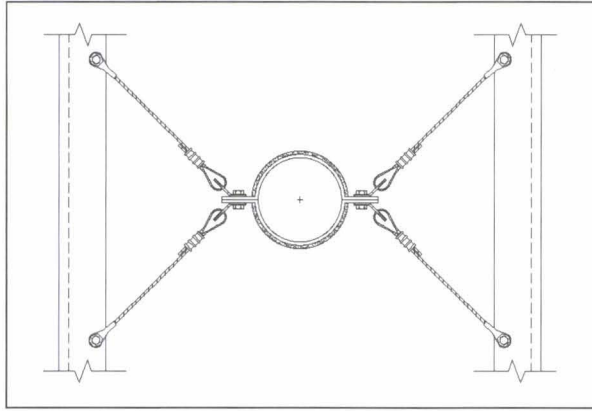
Şekil 13.63. KOLON BORULARINDA
GENLEŞME / BÜZÜŞME ALICI UZAMA KOMPANSATÖRLERİ KULLANIMI



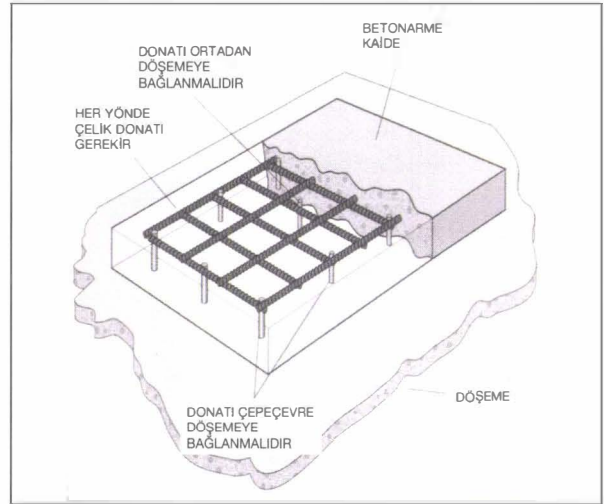
Şekil 13.64. KOLON BORULARINDA ISIL BOYUT DEĞİŞTİRMELERE VE TİTREŞİME KARŞI YÜZER SİSTEM KULLANIMI

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

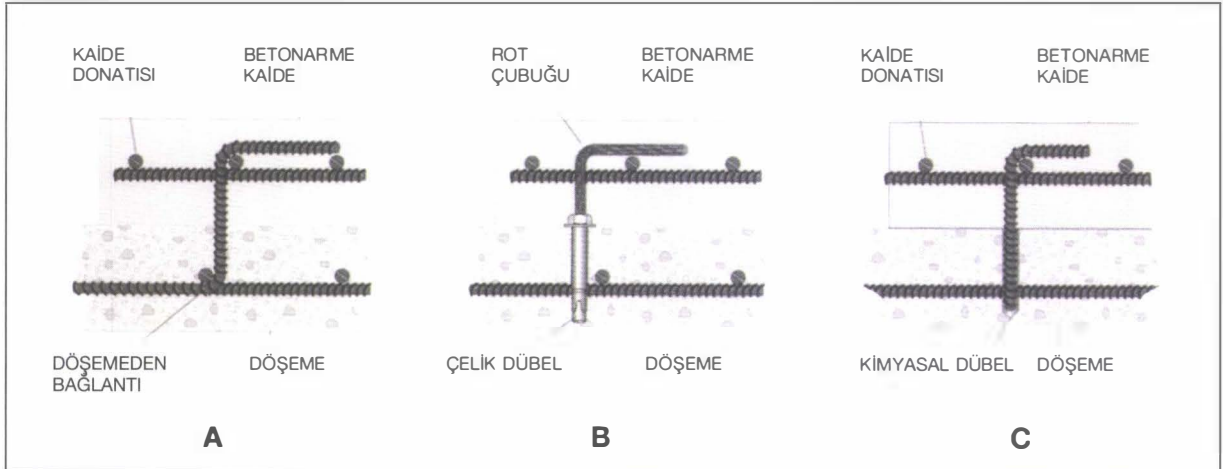
Tablo 13.65. KOLON BORULARINDA YÜZER SİSTEM ÖRNEK HESAP FORMU



Şekil 13.66. YÜZER SİSTEM UYGULANMIŞ KOLON BORULARINDA SİSMİK HALAT KULLANIMI (ÜSTTEN GÖRÜNÜŞ)



Şekil 13.67. ÇELİK DONATILI BETONARME KAİDE



Şekil 13.68. BETONARME KAİDE DONATILARININ DÖŞEME DONATISIYLA BAĞLANTI YÖNTEMLERİ

Beton kaide tasarımı çok kritik bir nokta, ekipmanın kaideye bağlantılarının, kaide kenarlarına olan mesafeleridir (Şekil 13.69). Şayet bu mesafeler gereğinden az olursa, bağlantı civatasının betonu patlatma tehlikesi ortaya çıkar (Şekil 13.11). Bu bağlantı mesafeleri, detaylı bir sismik mühendislik çalışmasıyla belirlenir. Ancak genel prensipler açısından bazı detaylar Şekil 13.70’te gösterilmiştir.

Önceden yapılmış ve döşeme ile bağlanmamış kaidelerin depreme karşı korunabilmeleri için Şekil 13.71’deki gibi yanal sınırlandırıcı elemanlar kullanılmalıdır. Böyle bir durumda, döşemede süreksizlik olması halinde (örneğin bina dilatasyon geçişlerinde veya Şekil 13.71’deki fotoğrafta olduğu gibi süreksiz döşemelerde) sismik bağlantı güvenli en yakın noktadan yapılmalıdır (Şekil 13.72).

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 13.73).

Sismik koruma gereken durumlarda titreşim izolatörlerine ek olarak sismik sınırlandırıcılar kullanılabileceği gibi (Şekil 13.74), doğrudan sismik izolatörler kullanılarak daha az maliyetle çözüme ulaşılabilir (Şekil 13.75).

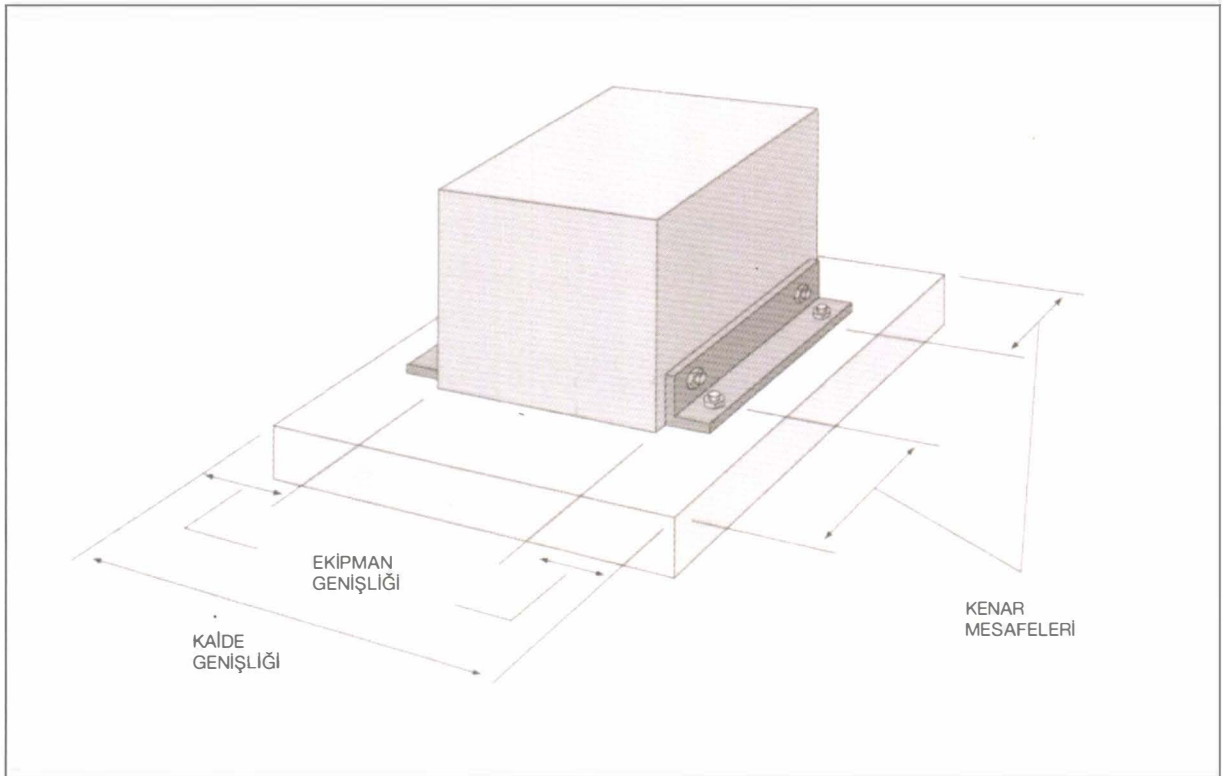
13.5. SİSMİK KORUMAYLA İLGİLİ YÖNETMELİKLER

13.5.1. ULUSLARARASI YÖNETMELİKLER

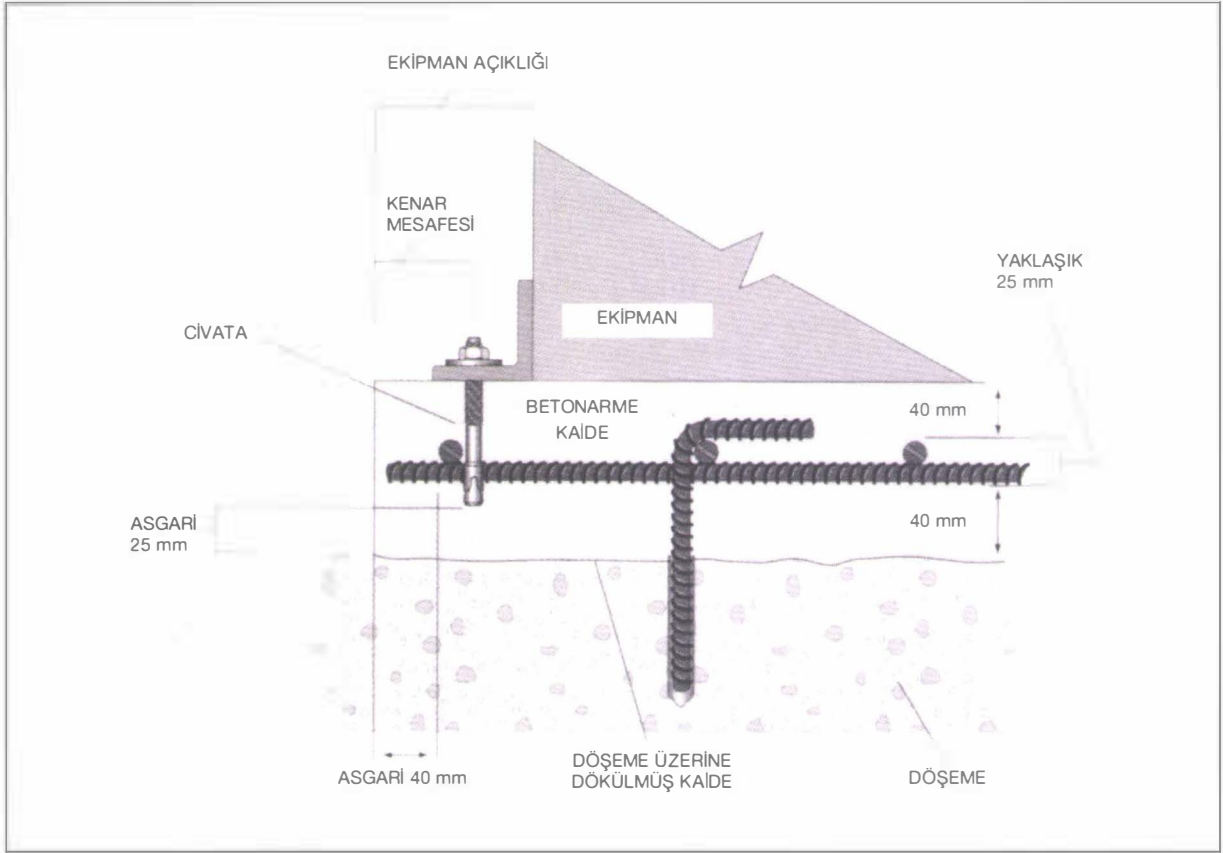
Uluslararası alanda geçerliliği en fazla olan deprem yönetmelikleri, dünya üzerinde yıkıcı depremlerin yaşandığı bölgelerin başında gelen A.B.D.’de yayınlanmaktadır. Gerek bu ülkede gerekse dünyanın birçok bölgesinde halen yürürlükte olan şartnamelerin sırasıyla Tekdüze Bina Kodu (UBC-Uniform Building 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 itibarıyla 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.

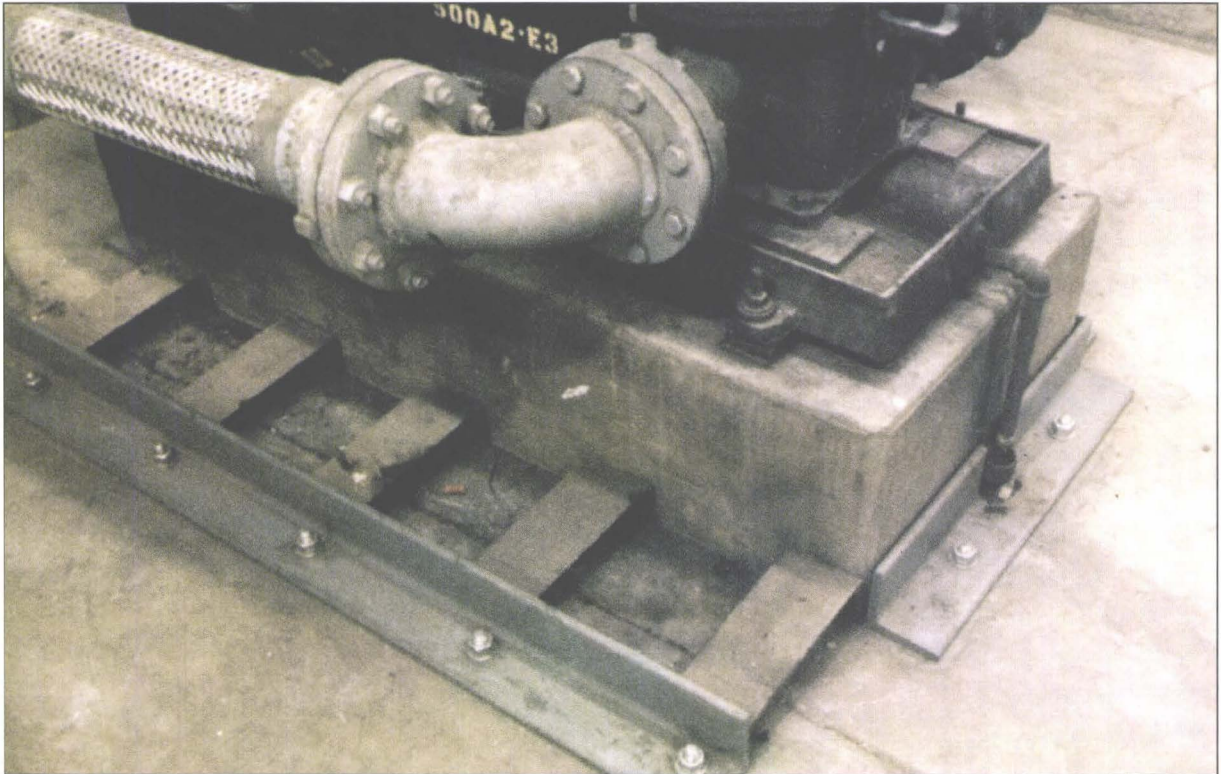
Ayrıca Avrupa kıtasının deprem tehlikesinden nispeten uzak olması, sismik önlemlerle ilgili teknik şartnamelerin gelişmiş Avrupa devletlerinin ilgi



Şekil 13.69. BETON KAİDE ÜZERİNDEKİ EKİPMANIN VE BAĞLANTI NOKTALARININ KENAR MESAFELERİ



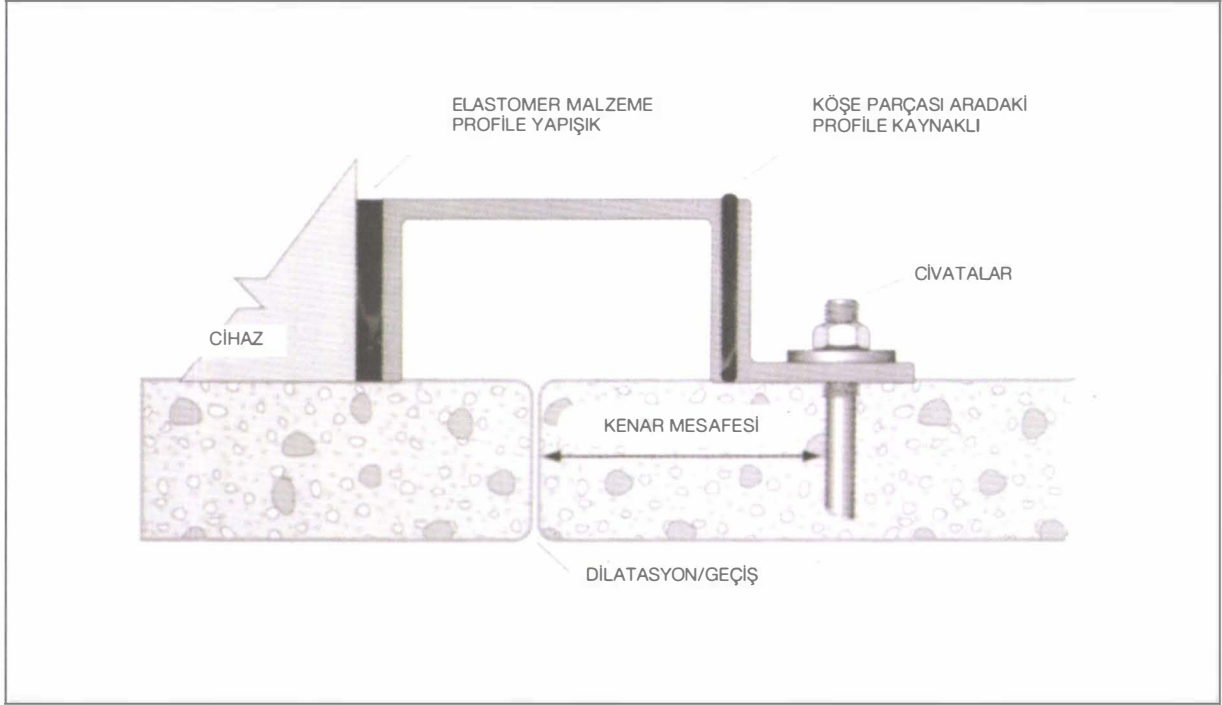
Şekil 13.70. BETON KAİDE ÜZERİNDEKİ EKİPMANIN VE BAĞLANTI NOKTALARININ KENAR MESAFELERİ



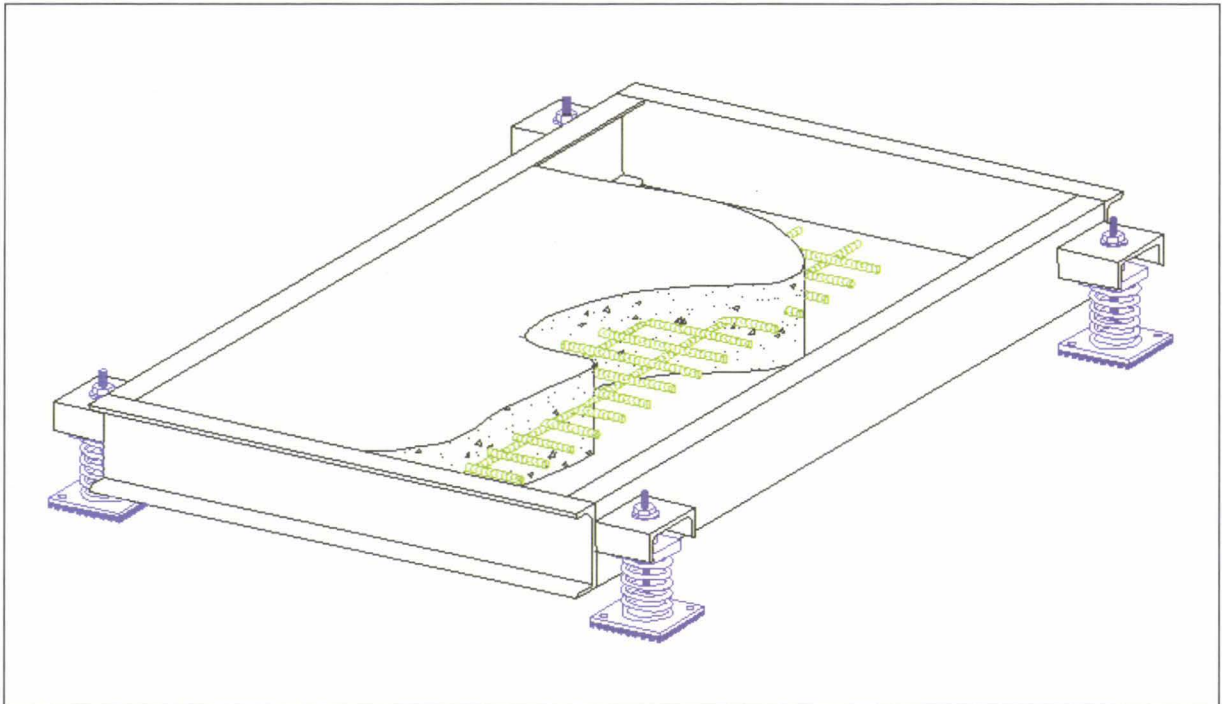
Şekil 13.71. DÖŞEMEYE BAĞLANMAMIŞ BETON KAİDE DE SİSMİK TEDBİR AMAÇLI YANAL SINIRLANDIRICILAR

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



Şekil 13.72. SÜREKSİZ DÖŞEMELERDE EKİPMAN / KAİDE YANAL SINIRLANDIRICI DETAYI



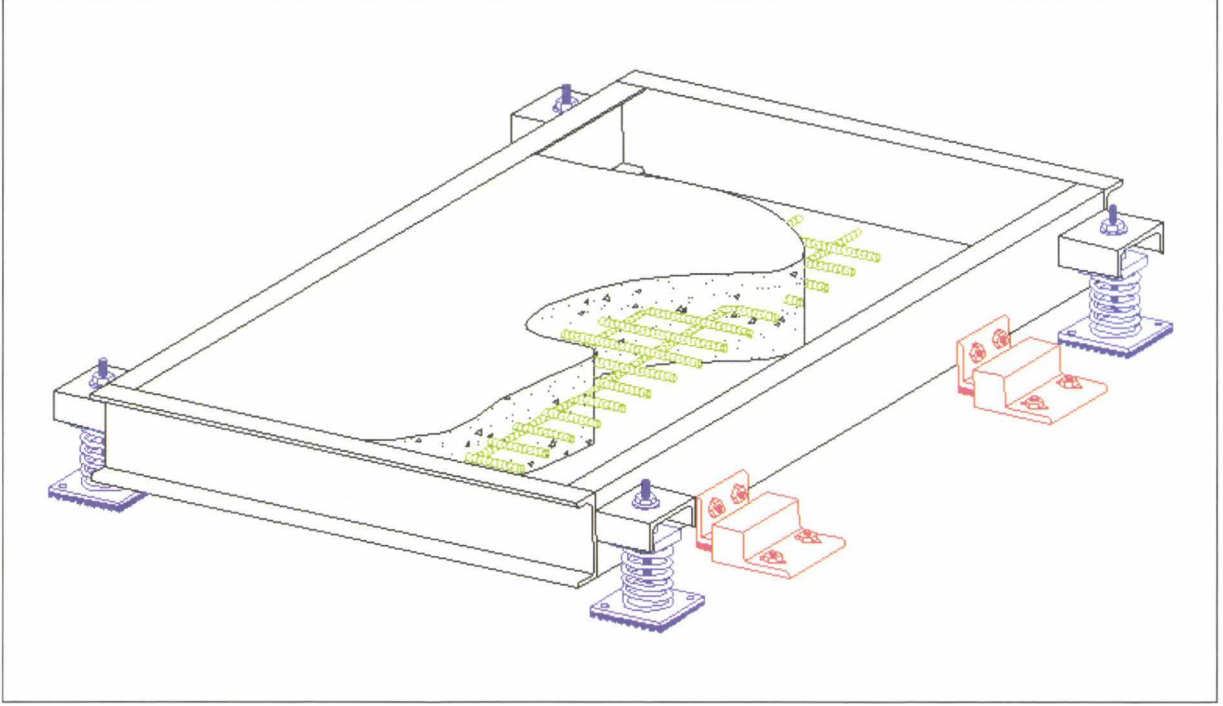
Şekil 13.73. ÇELİK / BETON ATALET KAİDELERİNDE TİTREŞİM İZOLATÖRÜ UYGULAMASI

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

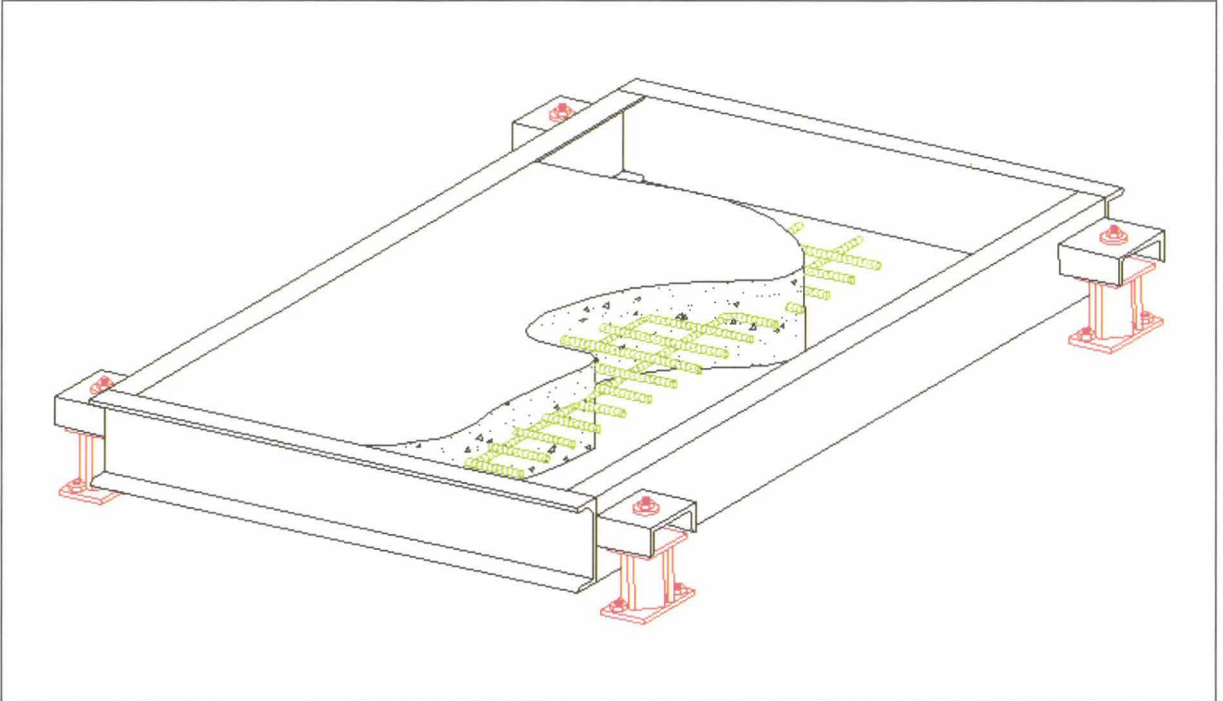
bir performans düzeyi sıralaması oluşturmuştur. Bunların açıklaması aşağıda kısaca yapılmıştır:

13.5.1.1. İşlevsellik Performans Seviyesi

Yapısal olmayan elemanlarda işlevsellik performans seviyesi kısaca “yapının deprem sonrası



Şekil 13.74. ÇELİK / BETON ATALET KAİDELERİNDE TİTREŞİM İZOLATÖRÜYLE BİRLİKTE SİSMİK SINIRLANDIRICI UYGULAMASI



Şekil 13.75. ÇELİK / BETON ATALET KAİDELERİNDE SİSMİK İZOLATÖR UYGULAMASI

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, havalandırma 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.

13.5.1.2. 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, doğal gaz 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.

13.5.1.3. Can Güvenliği Performans Seviyesi

Yapısal olmayan elemanlarda can güvenliği performans seviyesi kısaca “deprem sonrasında binadaki yapısal olmayan elemanlarda hasarın meydana geldi-

ği, 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 oluşturmayacağı depo vb binalarda tercih edilebilir.

13.5.1.4. 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 engellemesi için önlem alınmalıdır.

Bu hasar seviyesinde amaç, insanlar için tehlike oluşturabilecek yapısal olmayan elemanların belirlenmesidir. Dolayısıyla bu performans seviyesi, ancak hiçbir nite-lik 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.

13.5.2. YEREL YÖNETMELİKLER

Türkiye’de 2006 yılı itibarıyla halen yürürlükte olan deprem standardı T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 1997 yılında yayınlamış 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.

13.5.3. 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 santralleri, 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.

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] A. Kılıç, Yangın Tesisatı
- [8] E. Atakar, Tesisat Tasarımında Mimari - Tesisat İlişkileri Notları
- [9] E. Boz, Tesisat Rezervasyonları Notları
- [10] T. Özkaynak, Ameliyathanelerde Klima Sistemine Uygun Mimari Özellikler Notları
- [11] O. Seppanen, "Avrupa'da HVAC Dalı ile İlgili Seçilmiş Faaliyetler" 4. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknoloji Sempozyumu, İstanbul, Nisan 2000
- [12] Isisan Çalışmaları No.361, Yüksek Yapılarda Tesisat Kitabı
- [13] ASHRAE Transactions, 1998 Winter Meeting, San Francisco
- [14] P.C. Grounds, Design Considerations for Better Indoor Air Quality Back to Basics, Healthy Buildings 2000 Proceedings Vol. 4, P.323, Espoo, Finland
- [15] H. Levin, Design and Construction of Healthy and Sustainable Buildings, Healthy Buildings 2000 Proceedings Vol. 4, P.13, Espoo, Finland
- [16] Gökhan Özbek, Klima Sistemlerinde Enerji Ekonomisi ve Isı Geri Kazanımı, 31.05.2003, Ankara
- [17] Erdiñç Boz, Tesisatta Enerji Tasarrufu İlk Yatırım ve İşletme Giderleri, TTMD Seminer Notları
- [18] Turan Kolak, Otel İşletmesi, TTMD Seminer Notları, 2003
- [19] Buderus, Tabellenbuch Sanitaer-Heizung-Lüftung, 2000
- [20] A.Arisoy, Binaların Isıtılmasında Isıl Kapasitenin Etkisi
- [21] A.Arisoy, Kalorifer Kazanlarındaki Otomatik Kontrolün Modellenmesi, 1991
- [22] E.Atakar, Proje Bilgileri, Proje Hesap Notları
- [23] Recknagel, 2004
- [24] Reflex, Druckausdehnungsgefaesse, Katalog Ausgabe, 2006
- [25] ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment, 2000
- [26] ASHRAE Handbook, HVAC Applications, 1999
- [27] M.E. Schaffer, Noise and Vibration Control, ASHARE, 1992
- [28] Isisan Çalışmaları No.351, Enerji Ekonomisi Kitabı
- [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] H.Feurich, Sanitaer-Technik, Krammer Verlag, 1995
- [41] Çeşitli Isisan Çalışmaları

BİRİMLER VE BÜYÜKLÜKLER

Büyükük	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 Δb	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 ih 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 Akışı	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



KÜRESEL VANA



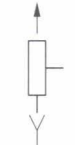
VANA



ŞİBER VANA (PRİNÇ)



EMNİYET VENTİLİ



EMNİYET VENTİLİ
GENLEŞME TÜPÜ



ÇEKVALF



PİSLİK TUTUCU



MANOMETRE



HİDROMETRE



TERMOMETRE



BOŞALTMA



ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA



İKİ YOLLU MOTORLU VANA



EŞANJÖR



TERMOSTAD



BALANS VANASI



SÜRGÜLÜ VANA



BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ VANA



DÖRT YOLLU MOTORLU VANA



MEMBRANLI VENTİL



SU SAYACI



KOMPANSATÖR



HAVA KOMPRESÖRÜ



FAN



SPIROVENT HAVA AYIRICI



SPIROVENT TORTU VE
PİSLİK AYIRICI



GENLEŞME TANKI



KALORİFER GİDİŞ



KALORİFER DÖNÜŞ



SOĞUK KULLANMA SUYU



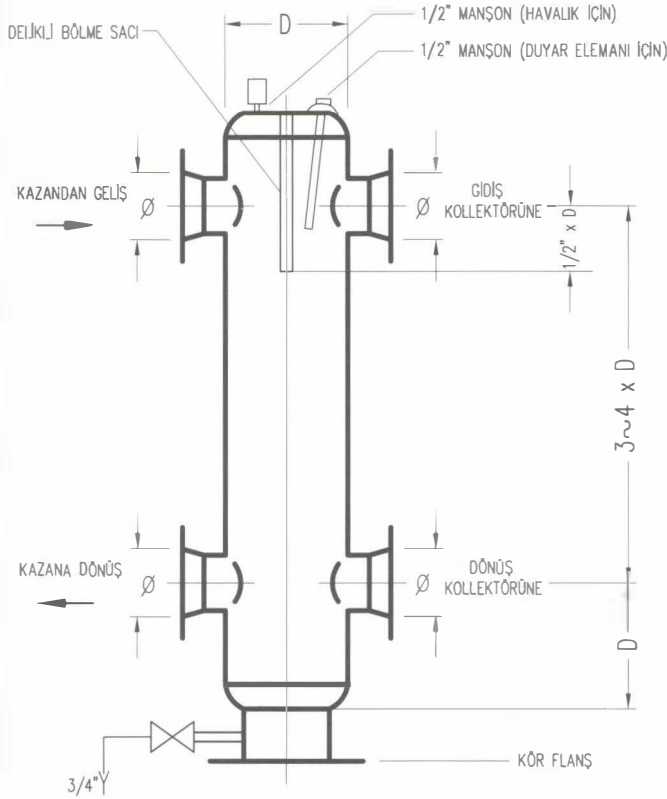
SICAK KULLANMA SUYU



SİRKÜLASYON HATTI

DENGE KABI BOYUTLARI

DENGE KABI BOYUTLARI



TOPLAM ISITMA KAPASİTESİ (kW)	DEBİ $\Delta t=15^{\circ}\text{C}$ için (m ³ /h)	DENGE KABI İÇ ÇAPİ (mm) (Maks.) D	GİRİŞ/ÇIKIŞ ÇAPİ (mm) ϕ
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

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.
- Isıtma devresi kontrol sistemlerinden bağımsız olarak tek veya çok kazanlı sistemlerde kullanılabilir.
- Denge kabının iki tarafındaki ayar elemanları (açı yollu vana vs.) optimal çalışır.
- Kazan devresi ve ayar elemanları daha problemsiz boyutlandırılır.

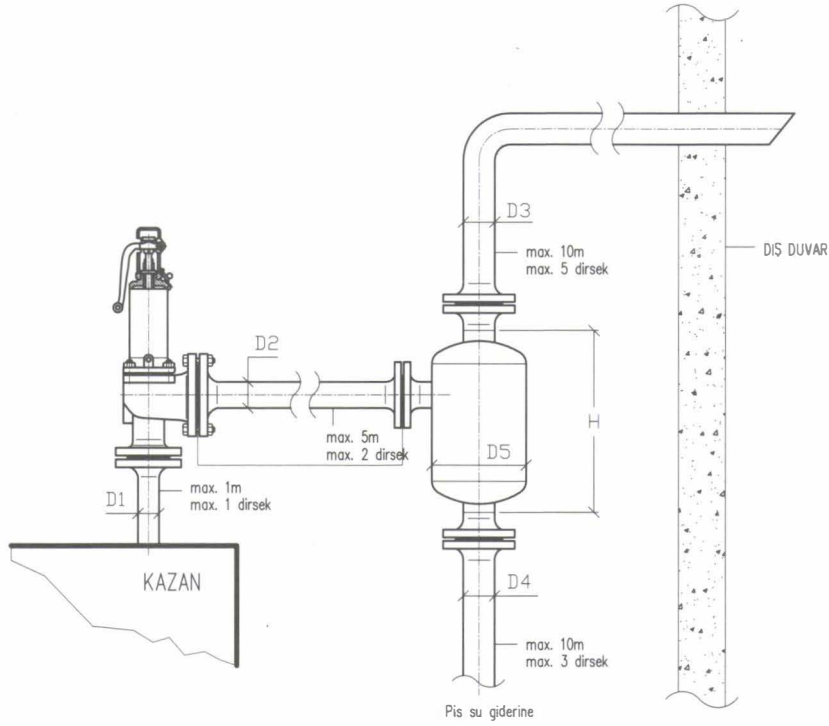
DENGE KABININ BOYUTLANDIRILMASI:

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.

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

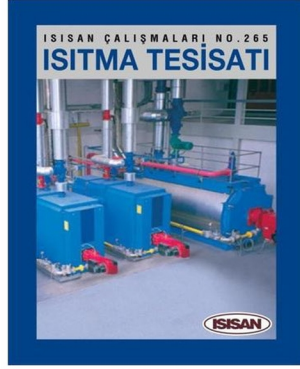


Emniyet ventili	Genleşme tüpü							Emniyet ventili ve genleşme tüpü arasındaki boru hattı		Boşaltma hattı	
	Çap					Boşaltma basıncı	Yükseklik	Uzunluk	Max. Dirsek sayısı	Uzunluk	Max. Dirsek sayısı
	DN/DN	D1 DN	D2 DN	D3 DN	D4 DN	D5 mm	bar	H mm	m	m	
25/40	25	40	50	50	165	≤ 5	346	≤ 5	≤ 2	≤ 10	≤ 3
32/50	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				

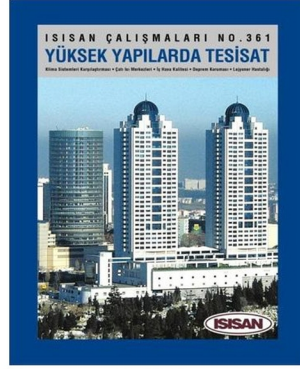
ISISAN KİTAPLARI



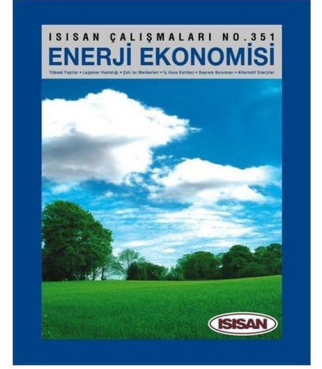
3. baskı



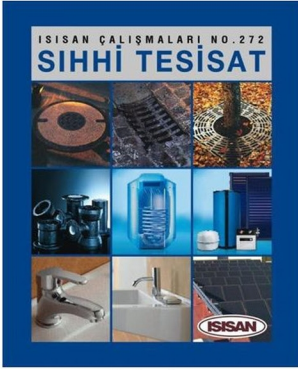
5. baskı



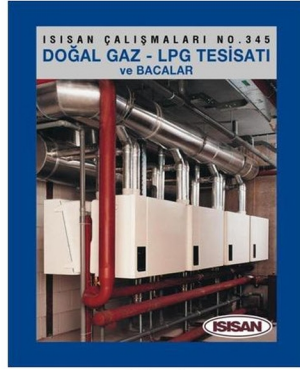
2. baskı



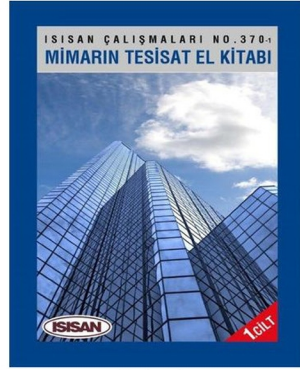
2. baskı



2. baskı



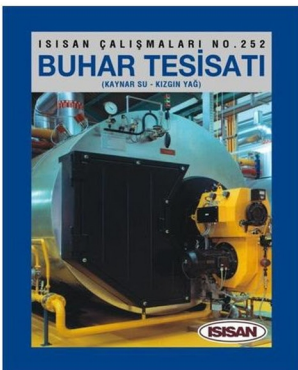
5. baskı



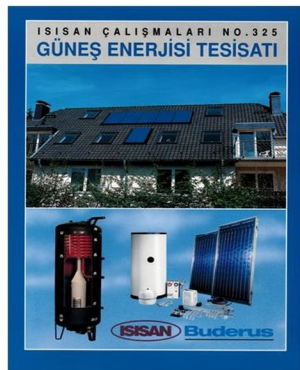
2. baskı



2. baskı



2. baskı



2. baskı



Bilgi, paylaştıkça çoğalır.



www.isisan.com



• Merkez: (0-212) 340 37 00 - isisan@isisan.net • İstanbul Anadolu Bölge Md.: (0-216) 544 11 00 - isisan@isisan.net
• Servis Md.: (0-216) 544 11 11 - isisanservis@isisan.net • İstanbul Merkez Depo: (0-216) 561 27 27 - isisan@isisan.net
• Adana Bölge Md.: (0-322) 232 70 20 - isisan@isisan.net • Ankara Bölge Md.: (0-312) 418 32 20 - isisan@isisan.net
• Antalya Bölge Md.: (0-242) 322 04 44 - isisan@isisan.net • Bursa Bölge Md.: (0-224) 267 04 85 - isisan@isisan.net
• İzmir Bölge Md.: (0-232) 251 30 50 - isisan@isisan.net • Amara Showroom: (0-212) 268 43 47 - isisan@isisan.net