

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKILLI BİNALARDA KONTROL
ELEMENLARININ İNCELENMESİ**

Elektrik Mühendisi Nariman DUZELBAYEV

**F.B.E. Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Kontrol ve Otomasyon Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Halit PASTACI

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. ISITMA, HAVALANDIRMA, İKLİMLENDİRME	2
2.1 Bina Tasarımındaki HVAC Elemanlarının Yerleştirilmesi	2
2.2 Tanımlar	3
2.3 HVAC Sistemi Özellikleri	4
2.4 Isıtma	6
2.4.1 Isı Donanımı	7
2.5 Soğutma	11
2.5.1 Soğutma Donanımı	11
2.6 Nem Giderme	13
2.7 Nemlendirme	14
2.8 Havalandırma	15
3. YANGIN DUMAN KONTROLÜ	18
3.1 Yangın Özellikleri	18
3.1.1 Duman Kontrolü ile İlgili Standart ve Yönetmelikler	19
3.1.2 Dumanın Yapısı	20
3.1.3 Malzemelerin Duman Çıkarma Özellikleri	21
3.1.4 Dumanın Etkisi	21
3.2 Duman Kontrolü	23
3.2.1 Duman Yönlendirilmesi	24
3.2.2 Duman Tahliyesi Tasarım Esasları	25
3.2.3 Bölgesel Duman Kontrolü	28
3.3 Merdiven Yuvası Basınçlandırması	31
3.4 Yangın ve Duman Damperleri	32
3.4.1 Yangın Damperleri	32
3.4.2 Duman Damperleri	33
4. BİNA OTOMATİK KONTROLÜNÜN TEMELLERİ	36
4.1 Kontrol Kavramına Giriş	36

4.2	Otomatik Kontrol Türleri.....	37
4.2.1	İki Konumlu Kontrol (On-Off).....	37
4.2.2	Yüzer Kontrol (Floating).....	38
4.2.3	Oransal Kontrol	39
4.2.4	Oransal + Integral Kontrol – PI	40
4.2.5	Oransal + Türevsel Kontrol – PD	42
4.2.6	Oransal + Integral + Türevsel Kontrol – PID	42
4.3	Kontrol Sistemleri İçin Enerji Kaynakları.....	43
4.4	Kontrol Sistemi Elemanları	44
4.4.1	Hissedici Elemanlar	44
5.	BİNA YÖNETİM SİSTEMİ TEMEL İLKELERİ	48
5.1	Bina Yönetim Sisteminin Yapısı	48
5.2	Bina Yönetim Sisteminin Tarihçesi.....	49
5.3	Enerji Yönetimi	51
5.3.1	Tesis Yönetim Sistemleri.....	52
5.4	Sistem Mimarisi.....	52
5.4.1	Donanım Mimarisi.....	53
5.4.2	Alan Seviyesi Kontrolörleri.....	54
5.4.3	Sistem Seviyesi Kontrolörleri.....	54
5.4.4	Operasyon Seviyesi İşlemcileri	55
5.4.5	Yönetim Seviyesi İşlemcileri	56
5.5	Sistem İşlevleri	56
5.5.1	Alan Seviyesi Kontrolör İşlevleri.....	56
5.5.2	Sistem Seviyesi Kontrolör İşlevleri.....	57
5.5.3	Operasyon Seviyesi İşlevleri	57
5.5.4	Donanım	57
5.5.5	Yazılım	58
5.5.5.1	Standart Yazılım	58
5.5.5.2	Sunucu	58
5.5.5.3	Güvenlik	59
5.5.5.3.1	Güvenlik ve Erişim.....	59
5.5.5.4	Alarm İşlemcisi	60
5.5.5.4.1	Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri	60
5.5.5.5	Raporlar	61
6.	KONTROL ELEMANLARI	62
6.1	Regülatörler	62
6.1.1	Yardımcı Enerjisiz Regülatörler.....	62
6.1.1.1	Direkt Regülatörler	62
6.1.1.2	Mekanik - Elektrikli Regülatör	63
6.1.2	Elektrikli Regülatörler	65
6.1.3	Pnömatik Kontrol	65
6.2	Sensörler	66
6.2.1	Sıcaklık Sensörü	66
6.2.2	Nem Sensörleri	68
6.2.3	Basınç Sensörü	70
6.3	Ayar Düzeni İşletmesi	71

7.	ÖRNEK BİR ÇALIŞMADA HVAC CİHAZLARINDA KULLANILAN MEKANİK KONTROLÜ	77
7.1	Giriş	77
7.2	Bir Havalandırma Sisteminin Kontrolü	77
7.2.1	Havalandırılmalı Bir Hava Isıtma Sisteminin Kontrolü	78
7.2.2	Isıtma ve Soğutmalı Havalandırma Sistemlerinin Kontrolü.....	78
7.2.3	Nemlendirmeli Havalandırma Sistemlerinin Kontrolü	79
7.2.4	Buharla Nemlendirmeli bir Klima Sisteminin Kontrolü	80
8.	ELEKTRONİK DDC KONTROLÜ	82
8.1	Mikro Elektronik DDC	82
8.2	DDC Kontrolü	82
8.3	DDC-Münferit Oda Kontrol Cihazı.....	90
8.3.1	Sistemlerin Yapısı	91
8.3.2	Teknolojik İmkanlar	93
9.	SONUÇLAR.....	96
	KAYNAKLAR.....	97
	ÖZGEÇMİŞ.....	98

SİMGE LİSTESİ

A	Çatlak veya yarık toplam alanı
E	Isı gücünü
K_p	Orantısal ek değer
Q	Gerekli hava debisi
T_n	Tekrar ayar süresi (I- Payı)
T_u	Ön tutma süresi (D-Payı)
V	Hava hızı
W	Açıklık
X_p	Kontrol elemanının oransal bandı
X_s	Set değeri
X_d	Gerçek değer
ΔP	Yaratılmak istenen basınç farkı

KISALTMA LİSTESİ

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Mühendisleri Topluluğu)
BCS	Building Control System (Bina Kontrol Sistemi)
BMCS	An integrated BMS and BCS (İntegrasyonlu BMS ve BCS oluşumu)
DDC	Direct Digital Control (Direkt Dijital Kontrol)
EEPROM	Electrically (Electrical) Erasable Programmable Read - Only Memory (Elektrik Silinebilen, Programlanabilen Tek-Okunan Bellek)
EPROM	Erasable Programmable Read-Only Memory (Silinebilen Programlanabilen Tek-Okunan Bellek)
EMC	Electro Magnetic Compatibility (Elketrik Mıknatis Uyumluluğu)
EVU	Elektrizitats-Versorgungsunternehmen (Elektrik Üretim Kurumu)
HLK	Heizung-Lüftung-Klimatechnik (Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme Tekniği)
LAN	Local Area Network (Yerel Saha Ağı)
NFPA	National Fluid Power Association (Milli Hidrolik Güç Topluluğu)
RLT	Raumlufthechnische Anlage (İç Hava Tekniği Tesisatı, Oda Havası Tekniği Tesisatı)
VAV	Variable Air Volume (Değişken Hava Harcama İklimlendirmesi)
VVS	Variables Volumen System (Değişken Debili Sistem)
ZLT	Zentrale Leittechnik (Merkezi Güç İletimi)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Tipik kontrol döngüsü 3
Şekil 2.2	Orta boyut binadaki tipik HVAC sistemi 4
Şekil 2.3	Bir binadaki ısı kaybı..... 6
Şekil 2.4	Isıtma bobini kullanan sistem 7
Şekil 2.5	Tipik ünite ısıtıcı..... 8
Şekil 2.6	Panel ısıtıcılar 8
Şekil 2.7	Havalandırma ünitesi 9
Şekil 2.8	Konveksiyon ısıtıcı 9
Şekil 2.9	Kızılötesi ısıtıcı 9
Şekil 2.10	Soğutma bobini kullanan sistemi..... 12
Şekil 2.11	Buharlaştırıcı (doğrudan genleşme) bobini kullanan sistem 12
Şekil 2.12	Granül tabakalı absorpsiyon ünitesi..... 14
Şekil 2.13	Püskürtülü bobin nem gidericisi 14
Şekil 2.14	100% dış havayı kullanan havalandırma sistemi..... 16
Şekil 2.15	Dönüş havayı kullanan havalandırma sistemi 16
Şekil 3.1	Yanma gazlarının kaldırma gücü..... 23
Şekil 3.2	Duman perdeleri ve duman bacaları 26
Şekil 3.3	Duman kontrol zonları..... 28
Şekil 3.4	Yangın zonu ve yangın damperleri..... 29
Şekil 3.5	Merkezi klimanın duman tahliyesinde kullanılması..... 30
Şekil 3.6	UL testinde geçmiş damper bağlantıları..... 33
Şekil 3.7	Sızdırmazlık sınıflı yangın damperleri 34
Şekil 4.1	On - off kontrol değişken – zaman eğrisi 37
Şekil 4.2	Yüzer kontrol için örnek sistem..... 39
Şekil 4.3	Oransal kontrol karakteristik eğrisi 39
Şekil 4.4	Oransal kontrol değişken (P)-zaman eğrisi 40
Şekil 4.5	Oransal kontrol (PI) değişken-zaman eğrisi 41
Şekil 5.1	Mini bilgisayarlı sistemler 50
Şekil 5.2.	Günümüz bina otomasyon sistemleri 50
Şekil 5.3	Hiyerarşik BYS yapısı 53
Şekil 6.1	Direkt regülatör..... 63
Şekil 6.2	Salınımlı kontrol 64
Şekil 6.3	Termostatik vanalarda 5k civarındaki sıcaklık düşümüne ilişkin haftalık programlı saatli termostat 64
Şekil 6.4	Çeşitli elektriksel termostatlar 67
Şekil 6.5	Çeşitli pnömatik termostatlar..... 67
Şekil 6.6	Oda kanal ve dış hava sıcaklığı için dirençli termometre..... 68
Şekil 6.7	Saç higrostat 68
Şekil 6.8	Çeşitli nem sensörleri 69
Şekil 6.9	Çiğ noktası aynası prensibine göre nem regülatörü..... 70
Şekil 6.10	Aktif basınç sensörü 70
Şekil 6.11	Elektriksel ölçü dönüşümlü aktif diyaframlı basınç sensörü..... 71
Şekil 6.12	Elektrikli ayar motoru..... 72
Şekil 6.13	Kondansatör motorlu ve dişli çark hareket aktarmalı elektrikli kontrol vanası 72
Şekil 6.14	Kondansatör motorlu ve valf mili için kol mekanizmalı elektrikli kontrol vanası 73
Şekil 6.15	Klape üzerine monte edilmiş kol mekanizmalı elektrikli ayar motoru..... 73

Şekil 6.16	Aktüatörlü kademesiz olarak ayarlanabilen magnetik vana	74
Şekil 6.17	Akıllı elektrikli ayar tahrik ünitesi.....	74
Şekil 6.18	Havalı tahrikte çalışan iki taraflı vana.....	75
Şekil 6.19	DHD ve endüksiyon cihazları (LTG) için havalı ayar motoru	75
Şekil 6.20	Havalı ayar motoru	75
Şekil 6.21	Diyaframlı ve üzerine monte edilmiş ayar röleli pnömatik vana	76
Şekil 7.1	Bir havalandırma düzeninin kontrolü	77
Şekil 7.2	Havalandırmalı bir hava ısıtma sisteminin kontrolü.....	78
Şekil 7.3	Isıtma ve soğutmalı havalandırma sistemlerinin kontrolü.....	79
Şekil 7.4	Nemlendirmeli havalandırma sistemlerinin kontrolü	80
Şekil 7.5	Buharla nemlendirmeli bir klima sisteminin kontrolü.....	80
Şekil 8.1	Bir DDC-kontrol cihazının blok devre şeması	83
Şekil 8.2	Maks. 48 kontrol devresi için DDC-kontrol cihazı	85
Şekil 8.3	Periyodik olarak kullanılan binalara ait kendi kendine optimumu..... tespit eden ısıtma kontrol cihazı	88
Şekil 8.4	Yıllık saatli optimizasyon, kontrol ve kumanda için DDC-sistemi.....	89
Şekil 8.5	Entegre edilmiş bir DDC- sisteminin yapısı.....	92
Şekil 8.6	Entegre edilmiş münferit oda kontrolü	94
Şekil 8.7	Sistem-konfigürasyonuna ve işletmeye almaya ilişkin PC'li münferit	94
	oda DDC-kontrol cihazına ait sistem yapı taşları	94

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Merkezi HVAC kontrol döngüsünün fonksiyonları	5
Çizelge 3.1 İnsanların dumanda yürüme mesafeleri	20
Çizelge 3.2 Malzemelerin yanma olayı sonucu çıkardıkları gazlar	22
Çizelge 3.3 Duman damperleri sızdırmazlık sınıfı	35

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında görüş ve önerileriyle yön ve doğru yolu takip etmede yardım eden, destek ve bilgi sunan değerli Prof.Dr. Halit Pastacı hocaya kendimden sonsuz ve samimi şükranlarımı sunmamda bir borç bilirim.

ÖZET

Günümüzde hızla gelişmiş teknolojilerle beraber insanın hayat standardlarında yeni meydana gelmiş olan seçeneklerle kendilerimize ait günlük yaşam ihtiyaçlarımızı çok kısa sürede çözmekteyiz. Doğru ve faydalı tedbirleri yapmada, icat edilen teknolojinin bina otomasyon alanında etüt edilen otomatik olarak binadaki havanın havalandırma otomasyon sistemi aracılığıyla iletilmesi ya da her hangi bir tekrardan geçen işlevi otomatik olarak çalıştırması veya günlük yaşamımızdaki çok kere yapıldığı hareketleri basitleştirmede ve kolaylaştırmada günden güne artan modern hayatımızı değiştirmektedir. Otomatik kontrol teknolojisinin son zamanları insana çok güçlü ve etkili imkanları hayata katmıştır. Otomatik kontrol binadaki sakinlere veya binadaki çalışan işçilere her yönden etkinlik sağlamaktadır. Kontrol tasarımında 1970’da bilgisayarın veri aktarımı hızlı şekilde iletmesinde ve bütün verileri çabuk işlem görmede otomatik kontrolün teknolojik açısından çok önemli bir seviye daha kat etti. Bunun ardından otomatik kontrolün endüstrinin hızlı ve daha etkili halde gelişmesini sağlamıştır.

Örnek olarak bir binanın düzenli şekilde çeşitli seviyelerden işletilmesi için ve otomatik olarak sağlaması ve binanın bütün fonksiyonların çalışması, insanı barındırmada ve iş verme maksadında bu söz edilen binada çalışan insanlara ihtiyaç vardır. İlk binaların inşa edilmesinden itibaren orda yaşayan ve iş yapan insanların gereksinimleri günden güne değişiyor. Ve sonuç olarak her ihtiyacı karşılamak amacıyla gerekli olan binada ortamı sağlamasında tesisatlar daha karmaşık olmuş ve bu sebepten konforlu ortamı oluşturmada akıllı binaların otomatik kontrol yardımıyla bina yönetimi önem kazanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Bölgeleme, devre, fan, kontrolör, ölçülmüş değişken , vana.

ABSTRACT

Nowadays, we are solving our daily life needs in a very short period of time by courtesy of options newly occurred in humans life standards along with the rapidly developed technologies. In executing accurate and useful measures, the discovered technologies automatic delivery to the building study area, building's air's delivery via the ventilation automation system, any repeated function's automatic running, increasingly change our modern life by facilitating and simplifying our everyday acts. The latest developments in the automatic control technology introduced very powerful and efficient opportunities. Automatic control provides efficiency to the building residents or employees working in the building from all aspects. Computer's fast data transmission and quick processing of all data, starting from 1970, helped the automatic control to cover a significant distance in terms of technology. Following this development, automatic control industry improved faster and more efficiently.

As an example, in order for a building to be managed from various levels automatically and for all its functions to run and for accommodating and employing people, people working in the building is necessary. Since the construction of the first building, the needs of people living or working there changes from day to day. And finally, installations required to provide the environment necessary to cover all the needs in the building became more complicated, and therefore, automatic-control helped building management of intelligent buildings gained significance to create a comfortable environment.

Key Words : Controller, cycle, fan, measured variable, valve, zoning.

1. GİRİŞ

Günümüzde binaların hacimleriyle birlikte sorunları da büyümektedir. Bu sorunların başında binanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması, yangın ve güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Ayrıca bu sistemlerin uygun zamanda uygun miktarlarda ve birbirleriyle koordinasyonlu biçimde çalıştırılması diğer bir husustur. Sözü edilen sistemlerin otomatik kontrol olmadan sadece insan kontrolü ile belirtilen biçimde çalıştırılmasının zorluğu bellidir. Ayrıca insan kontrolü bu sistemler için pek çok sakınca doğurmaktadır. Sistemlerin yeterli düzende çalıştırılmaması bunların başında gelmektedir.

Çok uzun süreçte binaların yukarıda sayılan özelliklerinin kontrolü ya klasik yöntemlerle veya bizzat insanlar tarafından yapılmıştır. Ancak binaların gün geçtikçe büyümesi, karmaşılaşması, modernleşmesi ve ihtiyaçlarının çoğalması neticesinde tüm bu enerji harcayan sistemlerinin klasik yöntemlerle veya el ile kontrolü çok zor ve masraflı hale gelmiştir. Böylece bina otomasyonunun akıllı bina alt kavramı daha net hale gelmiş ve sistemlerin sadece kontrolü için değil düşük işletme maliyetleri için de gereklilik halini almıştır. Ayrıca günümüzde bina otomasyonu sadece büyük ve karmaşık binalar için değil artık evlerin otomasyonu için de kullanılır hale dönüşmüştür.

Akıllı bina kavramı bina otomasyonunun otomatik kontrol tarafından işletilebilmesi akıllı evlerin bugünkü yeni teknolojilerin meydana gelmesiyle doğmuştur. Eskiden binalarda yada çeşitli yapılarda yapılmış olan tüm konfor, enerji yönetimi insan tarafından yapılmakta idi. Günümüzde ise akıllı bina sistemlerinin bütün proseslerinin kontrolü insan-bilgisayar aracılığıyla gerçekleştirilmesi modern akıllı bina kontrolünün yeni nesil teknolojisi ile eski bina sistemlerinin farkını ve daha modernleşmesini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bina otomasyonunun bina akıllaştırılması kavramıyla çeşitli sistem ve altsistemlerden oluşan bir mimaridir. Demek ki, binanın her alandaki çalışan elemanlar yada kontrolörler veya ayar vanalarının otomatik şekilde belli bir ayarlayıcı program neticesinde çalışması ve bütün kontrol elemanlarına ait ekipmanlarının çalışması, akıllı binaların günümüzdeki bina otomatik kontrolünün yeni kavramını oluşturmuştur.

2. ISITMA, HAVALANDIRMA, İKLİMLENDİRME

2.1 Bina Tasarımındaki HVAC Elemanlarının Yerleştirilmesi

Bu bölüm ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemlerini tanıtmakta ve otomatik kontrol sistemlerinin özelliklerini ve bileşenlerini ele almaktadır. Daha detaylı bilgiler içeren bölümlere göndermeler yapılmaktadır.

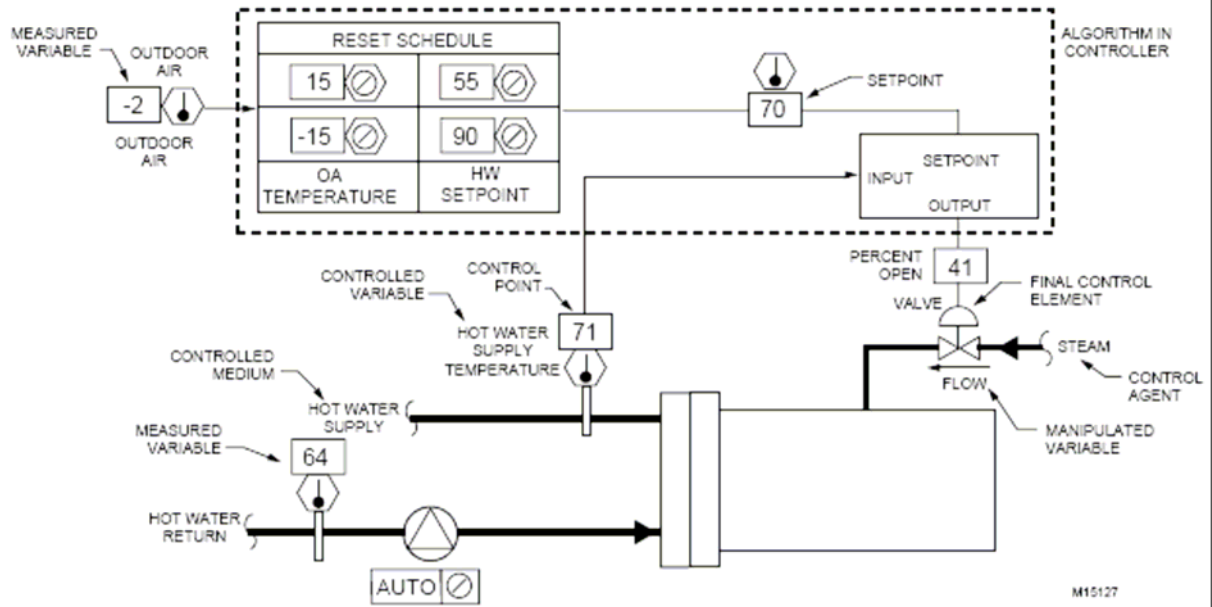
Doğru biçimde dizayn edilmiş bir HVAC kontrol sistemi kişiler için konforlu bir ortam sunar, enerji maliyetini ve tüketimini en uygun hale getirir, çalışanların verimini artırır, etkin üretimi kolaylaştırır, yangın halinde dumanı kontrol eder ve bunun yanı sıra bilgisayar ve telekomünikasyon ekipmanlarının çalışmasını destekler. Sistemin düzgün çalışması için kontroller gereklilik arz etmekte olup tasarım sürecinde mümkün olduğu kadar erken göz önüne alınmalıdır.

Uygun biçimde kullanılan otomatik kontroller doğru tasarlanmış bir HVAC sisteminin rahat bir ortamı kalıcı hale getirebilmesini ve çok çeşitli çalışma koşullarında tasarruflu performans göstermesini sağlayacaktır. Otomatik kontroller ofis alanlarında genel konfor koşullarının devamını sağlamak ve ürün kalitesi için gerektiği takdirde üretim alanlarında sıcaklık ve nem sınırlarını daraltmak üzere değişik kapalı ve açık mekân koşullarına göre HVAC sisteminin verimini düzenler.

Otomatik kontroller HVAC sisteminin işleyişini en uygun hale getirebilir. Alanlar boş iken talebi azaltmak üzere sıcaklık ve basıncı otomatik olarak ayarlayabilir ve enerji kullanımını kısıtlarken konforlu koşullar sağlamak üzere ısıtma ve soğutmayı düzenleyebilir. Limit kontrolleri HVAC sistem ekipmanlarının emniyetli bir biçimde çalışmasını sağlar, personelin yaralanmasını ve sistemin zarar görmesini önler. Su bobinlerinin ya da ısı eşanjörlerinin donmasını engellemeye yardımcı olan düşük limitli sıcaklık kontrol cihazları ve bazı ekipmanların (örn. soğutucular) emniyetli çalışması için gerekli akış sensörleri limit kontrollerine örnek olarak verilebilir. Bir yangın durumunda, kontrollü hava dağıtımı dumansız tahliye geçitleri oluşturabilir ve hava kanallarında duman tespit edildiğinde duman ve zehirli gazların yayılmasını önlemek üzere damperler otomatik olarak kapanabilir. HVAC kontrol sistemleri ayrıca binanın konfor, emniyet ve verimini en iyi hale getirmek üzere güvenlik erişim kontrol sistemlerine, yangın alarm sistemlerine, aydınlatma kontrol sistemlerine, bina ve tesis yönetim sistemlerine entegre edilebilir.

2.2 Tanımlar

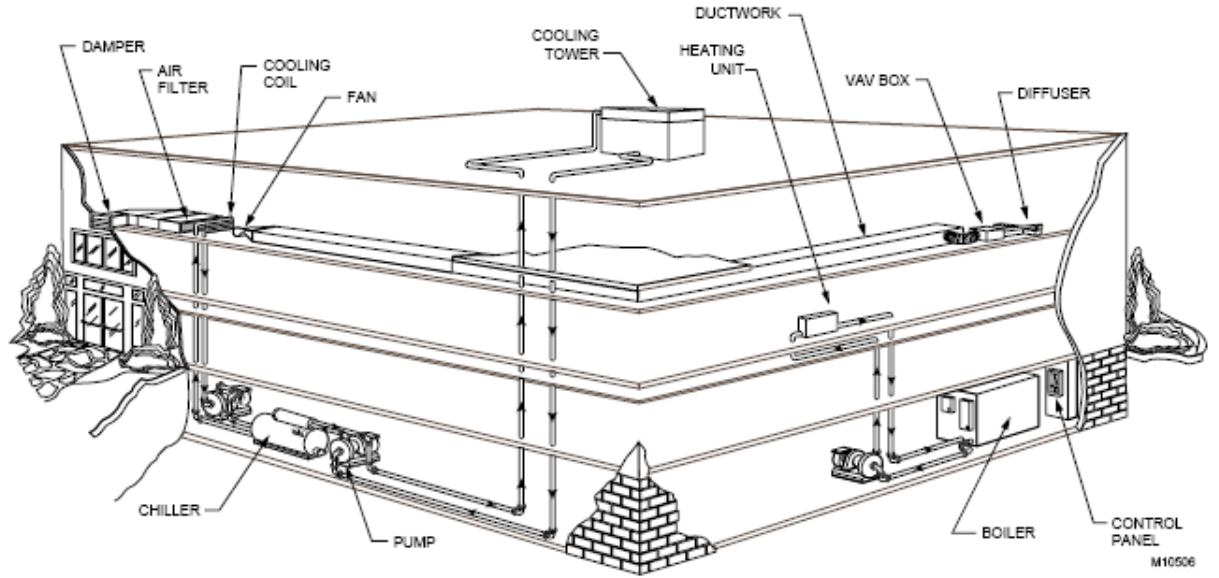
Aşağıdaki terimler bu konuda kullanılmaktadır. Şekil 2.1, bu listedeki terimleri kullanarak betimlenen bileşenleri olan tipik bir kontrol döngüsünü göstermektedir.



Şekil 2.1 Tipik kontrol döngüsü

2.3 HVAC Sistemi Özellikleri

Bir HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemi, kapasite gereksinimlerine, yatırım ve işletme maliyetlerinin makul toplamına, sistem güvenilirliğine ve mevcut donanım alanına göre tasarlanır. Şekil 2.2, bir HVAC sisteminin küçük bir işyeri binasında nasıl yerleştirildiğini göstermektedir. Sistem kontrol paneli, kazanlar, motorlar, pompalar ve soğutucular çoğunlukla bodrum katta yer alır. Soğutma kulesi tipik olarak çatıdadır. Binanın her yerinde kanallar, vantilatörler, nem atıcılar, bobinler, hava filtreleri, ısıtma üniteleri ve çeşitli hava hacim (VAV) üniteleri ve dağıtıcılar vardır. Daha büyük binalarda genellikle, bina katlar veya bölümler olarak gruplandırılarak, birbirinden bağımsız sistemler kurulur.



Şekil 2.2 Orta boyut binadaki tipik HVAC sistemi

Bir işyeri binasının kontrol sistemi birçok kontrol döngüsünden oluşur ve merkezi sistem ve yerel veya zonlara ayrılmış kontrol döngülerine ayrılabilir. Maksimum rahatlık ve etki almak için, tüm kontrol döngüleri, bina idari sistemi kullanılarak bilgi ve sistem komutlarını paylaşmak için bir araya bağlanmalıdır.

Bir merkezi havalandırma sistemindeki temel kontrol döngüleri Çizelge 2.1’de gösterildiği gibi sınıflandırılabilir.

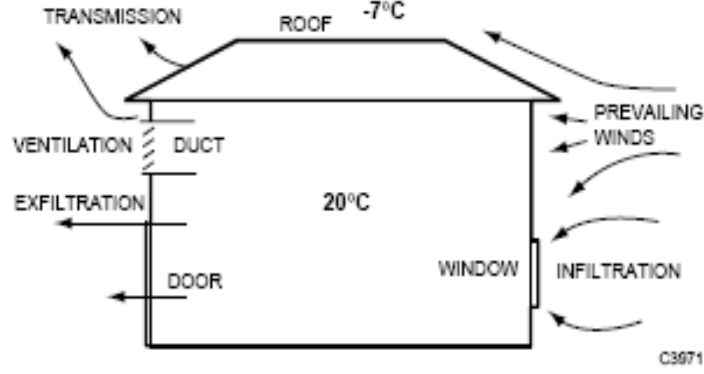
Sisteme göre, optimum performans için başka kontrollere gerek duyulabilir. Yerel veya zonlara ayrılmış kontroller, kullanılan terminal üniteleri tipine bağlıdır.

Çizelge 2.1 Merkezi HVAC kontrol döngüsünün fonksiyonları

Kontrol Döngüsü	Sınıflama	Tanım
Havalandırma	Temel	Yeterli havalandırma temini için, açık hava, geri dönüş ve egzoz damperlerinin çalışmasını koordine eder. Genellikle soğuğa karşı korunması gerekir.
	Daha iyi	Değişik dâhili mekân şartlarında temiz hava ile egzoz havanın uygun karışımını temin etmek için temiz hava miktarını ölçer ve kontrol eder (değişken hava hacimli sistemlerde zorunludur). Soğuğa karşı korunması gerekebilir.
Soğutma	Chiller kontrolü	Ayarlanmış sıcaklıkta chillerin suyu dışa vermesini sağlar veya sıcaklığı isteğe göre sıfırlar.
	Soğutma kulesi kontrolü	Mevcut ıslak bulb sıcaklık koşulları altında en soğuk suyu vermesi için soğutma kulesi fanlarını kontrol eder.
	Su bobini kontrolü	Sıcaklığı korumak için soğuk su akışını ayarlar.
	Doğrudan genleşme (DX) sistem kontrolü	Sıcaklığı korumak için kompresör veya DX bobin solenoid vanalarını döndürür. Kompresör boşaltma tipi ise, sıcaklığı korumak için gerektiğinde silindirler boşaltılır.
Fan	Temel	Meskûn zamanlarda giriş ve çıkış fanlarını çalıştırır ve meskûn olmayan zamanlarda gerektiğinde bunları döndürür.
	Daha iyi	Uygun kanal ve mekân basınçlarını korumak için fan hacimlerini ayarlar. Sistem çalıştırma masraflarını azaltır ve performansı artırır (değişken hava hacimli sistemler için zorunludur).
Isıtma	Bobin kontrolü	Sıcaklığı korumak için su veya buhar akışını veya elektrik ısını ayarlar.
	Boylar kontrolü	Uygun buhar çıkış basıncını veya su sıcaklığını korumak için kazanı çalıştırır. Bir sıcak su sisteminde maksimum randıman için, talep veya açık hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak su basıncı yeniden ayarlanabilir.

2.4 Isıtma

Binanın ısı kaybı çoğunlukla aktarımlar, içe veya dışa filtrelemeler ve havalandırmalar yoluyla olur.



Şekil 2.3 Bir binadaki ısı kaybı

Bir bina için gereken ısıtma kapasitesi, tasarım sıcaklığına, kullanılan dışarıdan alınan hava miktarına ve bina sakinlerinin fiziksel aktivitelerine bağlıdır. Başat rüzgârlar, ısı kaybı oranını ve filtreleme derecesini etkiler. Isıtma sistemi, binanın maruz kalması olası en soğuk açık hava sıcaklıklarında (tasarım açık hava sıcaklığı) binayı ısıtacak büyüklükte olmalıdır.

Aktarım dış yüzeyler yoluyla bir mekâna enerji girme veya oradan çıkma sürecidir. Enerji aktarım oranı, açık hava sıcaklığının mekânın iç sıcaklığından çıkarılması ve sonucun yüzey malzemelerinin ısı transfer katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanır. Aktarım oranı dış cephe yüzeylerinin kalınlığı ve inşasına göre değişir, ancak tüm dış cephe yüzeyleri için aynı yolla hesaplanır:

Birim Alan ve Birim Zaman için

$$\text{Enerji Aktarımı} = (T_{iç} - T_{dış}) \times \text{HTC}$$

Bu formülde:

$T_{iç}$ = iç mekân sıcaklığı

$T_{dış}$ = açık hava sıcaklığı

HTC = ısı transfer katsayısı

$$\text{HTC} = \frac{\text{jul}}{\text{BirimZaman} \times \text{BirimAlan} \times \text{BirimSicaklik}} \quad (2.1)$$

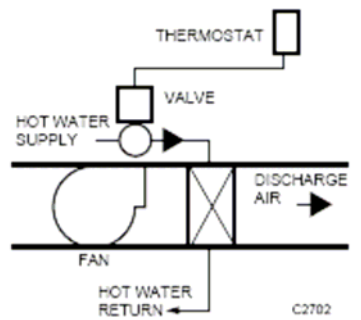
Enfiltrasyon, iç ve dış hava basınçları arasındaki fark nedeniyle açık havanın duvarlardan, kapı pencere civarındaki çatlaklardan ve açık kapılardan binaya girme sürecidir. Basınç farklılığı, havalandırma işleminin neden olduğu havanın içeri girmesi veya dışa çıkması ile sıcaklık farkının sonucudur. Enfiltrasyona bağlı ısı kaybı sıcaklık farkı ve taşınan havanın hacminin bir fonksiyonudur. Eksfiltrasyon, havanın bir binayı (örneğin, kapı pencerelerin etrafındaki çatlaklardan ve duvarlardan) terk etmesi ve beraberinde ısıyı taşıma sürecidir. Enfiltrasyon ve eksfiltrasyon aynı anda oluşabilir.

Havalandırma, ısıtma için gerekli olabilecek temiz havayı içeri alır. Enfiltrasyon ve eksfiltrasyondan kaynaklanan ısı kaybında olduğu gibi, havalandırma sonucundaki ısı kaybı, binaya alınan veya ondan çıkarılan havanın hacmi ile ısı farkının bir fonksiyonudur.

2.4.1 Isı Donanımı

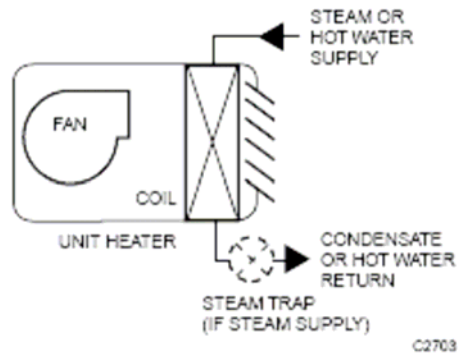
Uygun ısıtma donanımını seçmek; maliyet ve yakıtların temini, binanın büyüklük ve kullanımı, iklim, yatırım ve işletme maliyeti karşılıkları dâhil, birçok faktöre bağlıdır. Temel ısı kaynakları arasında gaz, mazot, odun, kömür, elektrik ve güneş enerjisi vardır. Bazen kaynakların karışımı en ekonomik olanıdır. Boylerler, genelde gazla yakılmakta ve talebin fazla olduğu zamanlarda mazota geçme seçeneğine sahip olabilirler. Her tür yakıta ek veya alternatif olarak güneş ısısı kullanılabilir.

Şekil 2.4, bir sıcak su bobinli bir havalandırma sistemini göstermektedir. Benzeri bir kontrol şeması bir buhar bobinli sisteme uygulanabilir. Isı enerjisini dağıtmak için buhar veya sıcak su seçilirse, kullanım süresi maliyetini düşürmek için yüksek randımanlı boylerler kullanılabilir. Boylerden bobinlere veya terminal ünitelerine ısı enerjisini aktarmak için buhardan çok genellikle su kullanılır, çünkü su için daha az güvenlik önlemi gerekmekte ve özellikle ılıman iklimlerde genellikle daha çok randıman vermektedir.

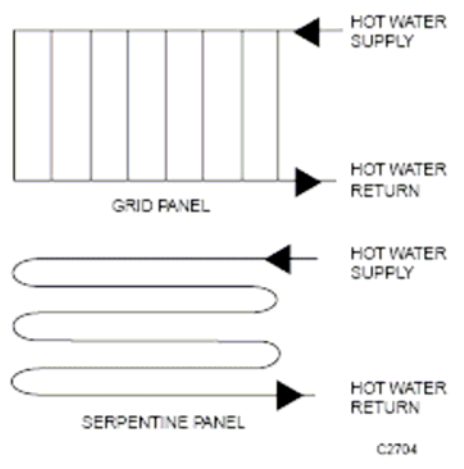


Şekil 2.4 Isıtma bobini kullanan sistem

Bir havalandırma sistemi, ısıtma ortamı olan bir bobinden, bir elektrikli ısıtma bobininden veya bir kalorifer kazanından(furnace) hava akımını taşıyarak ısı sağlar. Ünite ısıtıcılar (Şekil. 2.5) tipik olarak dükkânlarda, depolarda, merdiven boşluklarında ve boşaltma alanlarında kullanılır. Panel ısıtıcılar (Şekil 2.6) tipik olarak katları ısıtmada kullanılır ve genellikle kolon veya zemine monte edilir, ama duvar veya tavana da monte edilebilirler.

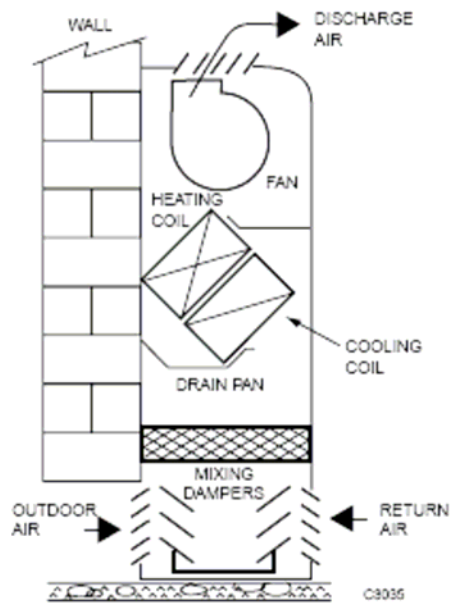


Şekil 2.5 Tipik ünite ısıtıcı

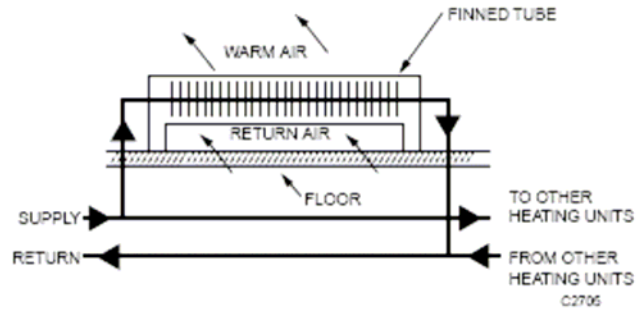


Şekil 2.6 Panel ısıtıcılar

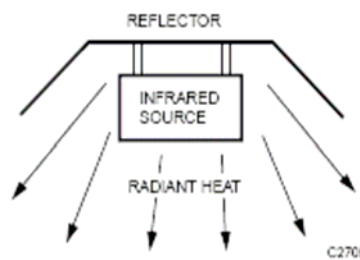
Ünite havalandırmalar (Şekil 2.7) sınıflarda kullanılabilir ve hem ısıtma hem de soğutma bobini bulundurabilir. Konveksiyon ısıtıcılar (Şekil 2.8) çevre ısıtmasında ve girişlerde ve koridorlarda kullanılmaktadır. Kızılötesi ısıtıcılar (Şekil 2.9) tipik olarak geniş alanlarda nokta ısıtmalar için kullanılır (örneğin, uçak hangarları, stadyumlar).



Şekil 2.7 Havalandırma ünitesi



Şekil 2.8 Konveksiyon ısıtıcı



Şekil 2.9 Kızılötesi ısıtıcı

Ilıman iklimlerde, bir ısı pompasıyla veya merkezi havalandırma sistemindeki bir bobinle ısı sağlanabilir. Isı pompalarının, isteğe göre ısıtma ve soğutma modları arasında değiştirebilme avantajı vardır. Çatı üniteleri ısıtma ve soğutmayı bir arada verebilir. Bir çatı ünitesindeki

ısıtma genellikle gaz veya mazot yakan bir kazan veya bir elektrikli ısı bobini iledir. Buhar ve sıcak su bobinleri de mevcuttur. Çevre ısıtma, genellikle daha soğuk iklimlerde, özellikle geniş pencerelerin altında gerekir.

Bir ısı pompası, aynı ünite içinde hem ısıtma hem de soğutma sağlamak için, standart soğutma bileşenleri ve bir geri döndürme vanası kullanır. Isıtma modunda, ısıyı ısı kaynağından kapalı bir mekâna iletmek için bobinlerden soğutucunun akışı geri döndürülür. Bir binanın içinden çevreye ısı dağıtmak için bir ısı pompası kullanıldığında, ilave bir ısı kaynağına gerek yoktur.

Çok fazla açık havanın kullanıldığı binalarda genellikle bir ısı geri kazanım sistemi kullanılmaktadır. Isı pompası, sirkülasyon sistemi, rotatif ısı dönüştürücü ve ısı borusu gibi çeşitli tipte ısı geri kazanım sistemleri mevcuttur.

Bir sirkülasyon sisteminde, bobinler temiz hava kanalı ve egzoz hava kanalı içine monte edilirler. Bir pompa bobinler arasında ortamı (su veya glikol) dolaştırır ve böylelikle egzoz hava ile ısıtılan ortam sisteme giren taze havayı ıltır.

Bir rotatif ısı dönüştürücü gözenekli metalle dolu büyük bir kasnaktır. Kasnağın yarısı temiz hava alış tarafında, diğer yarısı egzoz hava tarafındadır. Kasnak dönerken, gözenekli metal egzoz havadan ısıyı emer ve temiz havaya dağıtır.

Bir ısı borusu, bir soğutucu ile doldurulmuş uzun, kapalı ve kanatlı bir tüptür. Tüpün bir ucu temiz hava içinde, diğer ucu ise egzoz havada olmak üzere, tüp hafif eğimli konumdadır. Isıtma operasyonunda, ılık egzoz hava içindeki alt uçta soğutucu buharlaşır ve buhar soğuk temiz havadaki üst uca doğru yükselir; burada buharlaşma ısını salarak yoğunlaşır. Bir fitil sıvı soğutucuyu tekrar sıcak uca taşır ve döngü tekrarlanır. Bir ısı borusu herhangi bir enerji girdisi gerektirmez. Soğutma için, boru aksi yönde eğilerek süreç tersine döndürülür.

Kontroller pnömatik, elektrikli, elektronik, dijital veya bir kombinasyon şeklinde olabilir. Her bir sistemde bağımsız kontrol döngüleri kullanılarak yeterli kontrol temin edilebilir. Maksimum çalışma etkisi ve rahatlık seviyeleri, zonların talebine üzerine merkezi sistem operasyonunu ayarlayan bir kontrol sistemi ile temin edilebilir. Böyle bir sistem, işletme maliyetlerinde, kendisini kısa sürede amorti edecek kadar tasarruf sağlayabilir.

Havalandırma sistemi ve zonlardaki kontroller, binayı tasarlayan mimar, mühendis veya ekip tarafından bina için özel olarak tasarlanır. Kontroller genellikle yerinde monte edilir. Terminal ünite kontrolleri tipik olarak fabrikada monte edilirler. Kazanlar, ısı pompaları ve çatı üniteleri genellikle, söz konusu ünite için özel olarak tasarlanmış fabrika monteli kontrol paketi ile satılırlar.

2.5 Soğutma

Hem hissedilebilir hem de hissedilmeyen ısı bir binanın soğutma yüküne katkıda bulunur. Isı kapalı mekâna verildiğinde, ısı kazanımı hissedilir. Mekâna nem girdiğinde (örneğin, sakinlerin üzerindeki buhar veya başka kaynaklar tarafından) ısı kazanımı hissedilmez. Alanda sabit bir nem oranının korunması için, su buharı, içeri girdiği orana eşdeğer bir oranda dışarı alınmalıdır.

İletim, farklı mekân sıcaklıklarına sahip bitişik mekânlar arasında ısıнын hareketi sürecidir. Isı dış cephe duvarlarından ve çatıdan veya zemin, duvarlar veya tavandan geçebilir. Solar ışıınım yüzeyleri ısıtır, bu yüzeyler de ısıyı etraflarındaki havaya aktarır. Dâhili ısı kazanımı sakinler, aydınlatma ve donanım tarafından üretilir. Binaya içe filtreleme ve havalandırma yoluyla giren sıcak hava da ısı kazanımına katkı yapar.

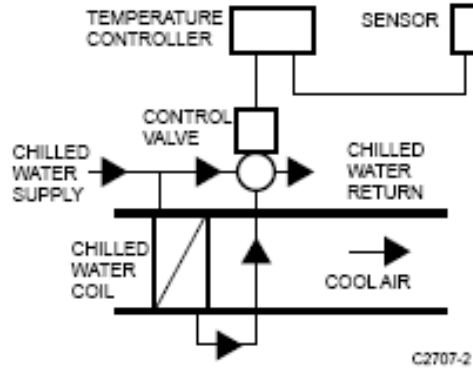
Binanın konumlandırılması, iç ve dış gölgeleme, güneşin açısı ve başat rüzgârlar büyük bir ısı kaynağı olan solar ısı kazanımı miktarını etkiler. Pencerelerden giren güneş ısıısı ani ısı kazanımına neden olur. Geniş pencere alanlar daha yüksek solar kazanımı, yazdan çok kışın alabilir. Bina yüzeyleri güneş enerjisini emer, ısıyı ısıtır ve ısıyı içerideki havaya aktarırlar. Karma bir yüzeyin her katmanındaki sıcaklık değişim miktarı her bir malzemenin kalınlığına ve ısı akışına direncine bağlıdır.

Sakinler, aydınlatma, donanım ve temiz hava alışı ve içe filtreleme koşulları dâhili ısı kazanımına katkıda bulunur. Örneğin, masasında oturan bir yetişkin yaklaşık 117 watt oluşturur. Akkor lambalar flüoresan lambalardan daha fazla ısı oluşturur. Fotokopi makineleri, bilgisayarlar ve diğer büro makineleri de dâhili ısı kazanımına büyük katkı yaparlar.

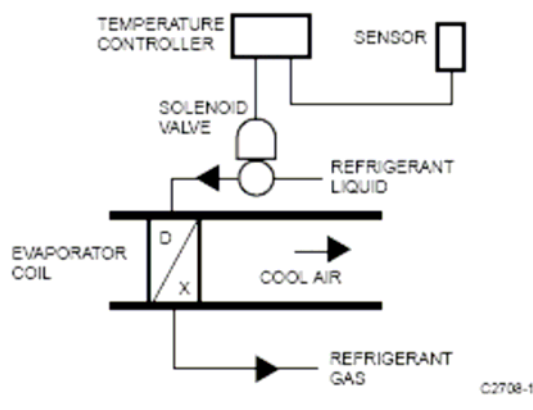
2.5.1 Soğutma Donanımı

Bir havalandırma sistemi, bir soğutma ortamı içeren bir bobinden havayı geçirerek soğutur (örneğin, soğutulmuş su veya bir soğutucu). Şekil 2.10 ve 2.11, sırasıyla bir soğutulmuş su bobini ve bir soğutucu buharlaştırıcı (doğrudan genleşme) bobini kullanan havalandırma sistemlerini göstermektedir. Soğutulmuş su kontrolü çoğunlukla orantılıdır, oysa bir buharlaştırıcı bobinin kontrolü iki-konumludur. Birden fazla bobini olan doğrudan genleşme sistemlerinde, her bir bobin için bir solenoid vanayı kontrol eden bir termostat vardır ve kompresör bir soğutucu basınç kontrolü ile devir daim yaptırılır. Bu tür sisteme “pump

down/boşaltma” sistemi denir. Boşaltma sadece tek bobinli sistemler için kullanılabilir, ama daha çok kompresör doğrudan doğruya termostat tarafından kontrol edilir.



Şekil 2.10 Soğutma bobini kullanan sistemi



Şekil 2.11 Buharlaştırıcı (Doğrudan genleşme) bobini kullanan sistem

İki temel soğutma sistemi tipi mevcuttur: daha büyük sistemlerde kullanılan soğutucular ve tipik olarak daha küçük sistemlerde kullanılan doğrudan genleşme (DX) bobinleri. Bir soğutucuda, soğutma sistemi suyu soğutur ve ardından bu su merkezi havalandırma sistemindeki bobinlere veya fanlı bobin ünitelerinin, bir zon sisteminin veya bir başka soğutma sistemi tipinin bobinlerine pompalanır. Bir DX sisteminde, soğutma sisteminin DX bobini havalandırma sistemi kanalındadır. Soğutucular için yoğun soğutma hava veya su (bir soğutma kulesi kullanarak) olabilir, oysa DX sistemleri tipik olarak hava ile soğutulmaktadır. Su ile soğutma havaya göre daha etkili olduğundan, büyük soğutucular daima su ile soğutulur. Soğutulmuş su sistemleri için kompresörler genellikle merkezkaçlı, vargelli veya vida tiplidir. Merkezkaçlı ve vida tipli kompresörlerin kapasiteleri soğutucu ajanın hacminin değiştirilmesi veya kompresör hızını kontrol ederek denetlenebilir. DX sistem kompresörler genellikle vargellidir ve bazı sistemlerde kapasite, silindirlerin boşaltılmasıyla kontrol edilebilir. Suyun

soğutulması için doğrudan ısı enerjisi kullanan emme soğutma sistemleri, bazen büyük soğuk su sistemleri için kullanılır.

Isı pompaları genellikle doğrudan genişleme iken, büyük bir ısı pompası bir soğutucu biçiminde olabilir. Büyük bir su rezervuarı (örneğin, yer altı suyu) olmadıkça, hava, tipik olarak ısı kaynağı ve hava alıcısıdır.

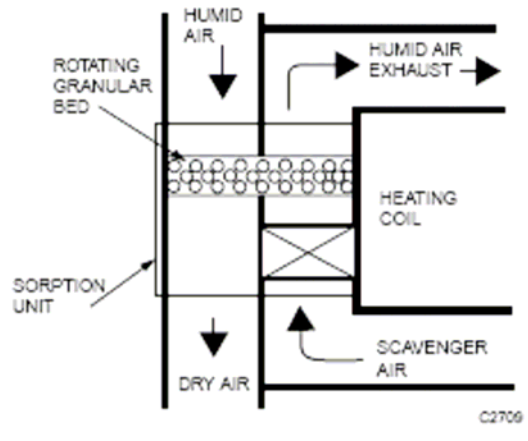
Yatırım ve işletme masrafları soğutma donanımının seçimindeki birincil faktörlerdir. DX sistemleri soğutuculardan daha ucuz olabilir. Bununla birlikte, bir DX sistemi özelliği gereği iki-konumlu (açık/kapalı) olduğundan, sıcaklığı, bir soğuk su sisteminin hassasiyeti ile kontrol edemez. Bir değişken hava hacimli sistemle kullanılan bir DX sisteminde düşük-sıcaklık kontrolü zorunludur.

2.6 Nem Giderme

Çok nemli hava yoğuşma ve fiziksel rahatsızlık gibi sorunlara yol açabilir. Nem giderme yöntemleri nemli havayı soğutma serpantinleri veya emiş üniteleri vasıtasıyla devridaim eder. Nem giderme işlemi sadece soğutma mevsiminde gereklidir. Bu uygulamalarda soğutma sistemi hem nem giderme hem de soğutma sağlayacak şekilde tasarlanabilir.

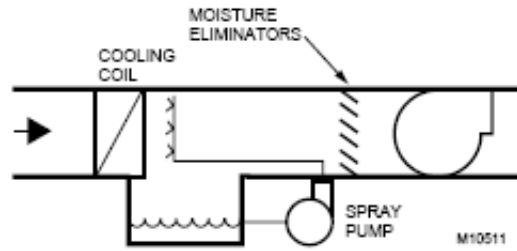
Nem giderme işlemi için bir soğutma serpantininin havayı çiy noktası altına kadar soğutmaya yeterli kapasite ve yüzey sıcaklığına sahip olması şarttır. Havanın soğutulması suyun yoğuşmasına, daha sonra da toplanıp akmasına neden olur. Nem oranı kritik düzeyde olduğu ve soğutma sistemi nem giderme amaçlı kullanıldığında, nemi giderilmiş olan hava arzu edilen alan sıcaklığını muhafaza edecek şekilde yeniden ısıtılabilir.

Soğutma serpantinleri nem muhtevasını yeteri kadar düşüremediğinde emiş üniteleri kurulur. Bir emiş ünitesi, aktif alümin veya higroskopik tuz niteliğindeki dönen bir granüler silis peltesi tabakası (Şekil 2.12) veya lityum klor tuzlu suyu veya glikol çözeltisi spreyi kullanır. Her iki tipte de, emici madde havadaki nemi emer ve daha sonra doymuş emici madde ünitenin nemi gidermek için ısıya tabi tutulan ayrı bir bölümünden geçer. Emici madde neme bir “temizleyici” hava akışı bırakır, sonrasında ise atılır. Temizleyici hava genellikle atık havadır veya dış hava olabilir.



Şekil 2.12 Granül tabakalı absorpsiyon ünitesi

Püskürtülen soğutma serpantinleri (Şekil 2.13) genelde nem gidericinin yararlığını arttırmak ve yıl boyunca nem kontrolü (ayrıca kış nemlendirmesi) sağlamak için alan nem kontrolü amaçlı olarak kullanılır.



Şekil 2.13 Püskürtülü bobin nem gidericisi

2.7 Nemlendirme

Düşük nem oranı solunum rahatsızlığı ve statik elektrik gibi sorunlara yol açabilir. Nemlendiriciler ya doğrudan doğruya ya da bir hava işlemi sistemi vasıtasıyla bir alanı nemlendirebilir. Tatmin edici çevre koşulları için havanın nispi nemi %30-60 arasında olmalıdır. Patlayıcı gazların mevcut olduğu kritik bölgelerde minimum %50 önerilir. Nemlendirme işlemi aşırı kuru bölgeler haricinde genellikle sadece ısıtma mevsiminde gerekir.

Hava işleme sistemlerindeki nemlendiriciler tipik olarak buharı doğrudan hava akışı içine enjekte eder (buhar enjeksiyonu), atomize suyu hava akışı içine püskürtür (püskürtme) veya ısınan suyu kanaldaki bir kazandan kanal içinden geçen hava akışı içine doğru buharlaştırır (kazan nemlendirme). Diğer nemlendirme türleri su spreyi ve püskürtülmüş serpantindir. Püskürtme sistemlerinde su daha iyi buharlaşma elde etmek için ısıtılır veya nem giderme işlemi için soğutulur.

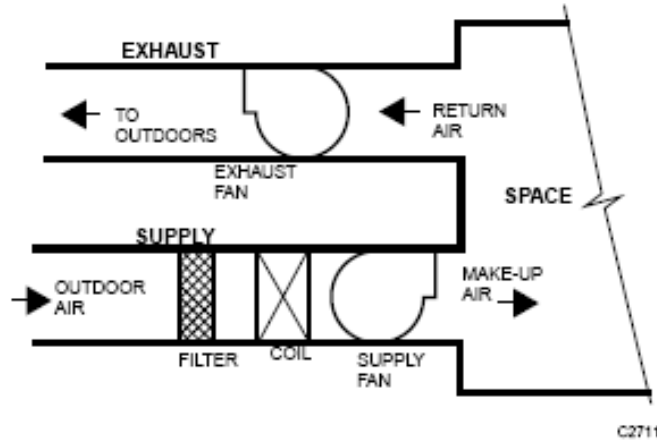
2.8 Havalandırma

Oksijen beslemesini ikmal etmek ve bina hacimlerindeki koku ve toksik gazları defetmek için havalandırma işlemi gerçekleştirilir. Bir binayı basınç altında tutarak sızmayı azaltmak için de havalandırmadan yararlanılabilir. Hemen hemen tüm binalarda havalandırma gerekirken, havalandırma sisteminin tasarımında havalandırma havasını ısıtma ve soğutma maliyeti göz önünde bulundurulmak zorundadır. Havalandırma havası serbest soğutma için kullanılması durumu haricinde minimum gerekli seviyede tutulmalıdır.

Kaliteli havalandırma havası temin etmek ve gerekli miktarı en aza indirmek için dış hava girişleri; bina egzozları, araç emisyonları ve sair kirletici madde kaynaklarını önleyecek şekilde yerleştirilmelidir. Bina içi egzoz sistemleri koku ve kirletici maddeleri kaynağında toplamalıdır. Bir binanın ihtiyaç duyduğu havalandırma miktarı hava yıkayıcılar, yüksek verimli filtreler, soğurma kimyasalları (örn. aktif kömür) veya koku modifikasyon sistemleriyle azaltılabilir.

Havalandırma gereksinimleri bina sakinlerinin sayısına ve alanın esas kullanım amacına göre farklılık gösterebilir. Alan tipleri, doluluk seviyeleri ve gerekli havalandırma dağılımı için bkz. ASHRAE Standardı 62.

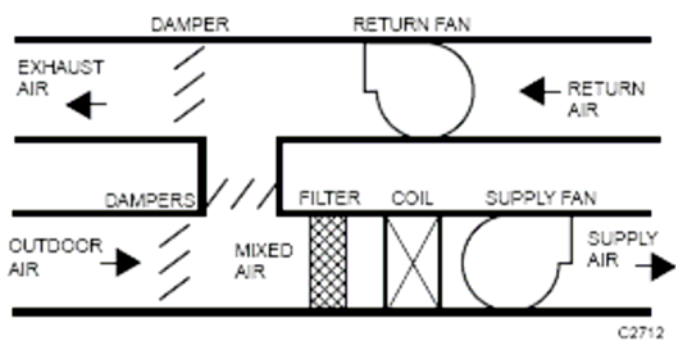
Şekil 2.14 %100 dış hava tedarik eden bir havalandırma sistemini göstermektedir. Koku veya kirletici maddelerin iklimlendirilmiş bölgeden doğduğu yerlerde (örn. atık davlumbazları ve fanlarının dumanları tahliye ettiği bir laboratuvar) tipik olarak bu tipteki havalandırma sistemi kullanılır. Bu uygulamalar, uygun bir ortam sağlamak için iklimlendirilen taze havaya gerek duyar.



Şekil 2.14 100% Dış havayı kullanan havalandırma sistemi

Çoğu uygulamada, karşılaşılan enerji maliyetleri %100 dış hava sabit hacim sistemlerini ekonomik olmayan bir hale getirir. Bu sebeple, dâhili kirletici maddelerin kontrolüne ilişkin sair yollar mevcuttur: değişken hacim davlumbaz kontrolleri, alan basınçlandırma kontrolleri ve hava temizleme sistemleri.

Geri dönüş havasını kullanan bir havalandırma sistemi (Şekil 2.15) %100 dış hava sisteminden daha yaygındır. Geri dönüş havalı havalandırma sistemi sistemden geri dönen havanın çoğunu yeniden devridaim eder ve havalandırma için dış hava eklemesi yapar. Geri dönüş havası sistemi kanal basınç kayıplarını giderecek ayrı bir fana sahiptir. Atık hava sistemi iklimlendirme ünitesiyle birleştirilebilir veya ayrı bir uzaktan egzoz mevcut olabilir. Besleme havası ısıtılır veya soğutulur, nemlendirilir veya nemi giderilir ve bölge içine boşaltılır.



Şekil 2.15 Dönüş havayı kullanan havalandırma sistemi

Şekil 2.14 ve 2.15’te gösterilen havalandırma sistemleri kabul edilebilir bir bina içi hava kalitesi temin etmeli, mümkün olduğunda bina dışı havayı soğutma amaçlı (veya soğutmayı tamamlamak için) kullanmalı ve uygun bina basınçlandırması sağlamalıdır.

3. YANGIN DUMAN KONTROLÜ

3.1 Yangın Özellikleri

Duman kontrolü ateşin bulunması ile başlar. İnsanoğlu, ateşi ısınmak ve yemek pişirmek amacı ile kullanırken ortamda oluşan dumandan korunmak için deneyerek, bacaları ve duman kontrol sistemlerini bulmuştur. Yangında oluşan dumanın kontrolü yapı tekniği ve malzemelerin değişimi ile gelişmiş ve günümüzde bu konuda farklı yöntemler geliştirilmiştir. Yangınlarda ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu, katlar arasına ve merdiven boşluğuna dolan duman nedeniyle olmaktadır. İstatistikli çalışmalarda; ölümlerin %90'ından fazlasına zehirli dumanın neden olduğu görülmektedir. Yangın sırasında oluşan duman deride ve solunum sisteminde ağır hasar meydana getirmekte ve yoğun dumanda insanlar yollarını kaybetmekte, paniğe kapılmaktadır. Çevredeki eşyaların yanması, karbonmonoksit ve diğer zehirli gaz konsantrasyonunu artırmakta ve buna bağlı zehirlenmeler görülmektedir. Duman görülen her yerde mutlaka yangın olmayabilir. Örneğin bir ahşap dolap veya bir yatak büyük miktarda duman çıkarabilir ve duman, klima kanalları veya ara boşluklardan bütün odalara dağılır. Her taraf duman olduğundan yangın kaynağının bulunması zorlaşır. Küçük bir yangın kaynağı bile saatlerce uğraştan sonra bulunabilir.

Duman yayılmasının önlenmesi ve hacimlerin dumandan arındırılması; hem can güvenliği bakımından, hem diğer bölümlere dumanın verdiği maddi zararın azaltılması ve hem de yangına kolay müdahale edebilmesi bakımından yangın güvenliğinin en başta gelen önlemlerindendir.

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

Bina içindeki yangın merdivenlerinin yuvalarına, yangın merdivenlerine ve kaçış yollarına duman girişinin önlenmesi de oldukça önemlidir. Daima açık kalacak havalandırma bacaları tesis edilerek kaçak dumandan korunma sağlanmalıdır. Çok yüksek yapılarda mekanik havalandırma yapılmalı, bağımsız ve yangından korunmuş bir güç kaynağı kullanılmalıdır.

Duman hareketlerinin kontrolü:

- a) Bölgelere ayırma,
 - b) Duman tahliye kanalları, kapakları, bacaları yapılması
 - c) Yangın veya duman damperleri kullanılması,
 - d) Basınçlandırma yapılması,
- mekanizmaların tek tek ya da birkaçının birlikte kullanılmasıyla gerçekleştirilir.

3.1.1 Duman Kontrolü ile İlgili Standart ve Yönetmelikler

Duman kontrol sistemleri 1960'lı yıllarda gelişmeye başlamıştır. Bu konuda ülkemizde “Binaların Yangından Korunmasına İlişkin Yönetmelik”te *“Doğal duman tahliyesi için duman çekiş bacaları ve bölmeleri ile alev yönlendirme bacaları kullanılacaktır. Mekanik duman tahliye sistemleri olarak iklimlendirme sistemleri özel düzenlemeler yapılarak kullanılacak veya ayrı mekanik duman tahliye sistemleri kurulacaktır. Modern mimaride, galeri ve endüstri yapılarında duman bacaları kapalı çarşı dizaynında kullanılan atrium, mal gibi yapılarda en üst noktaya duman tahliye sistemi yapılmalıdır. Duman baca ağzları daimi açık olabileceği gibi, yangın vukunda elle kolaylıkla açılabilen mekanik düzenlerle de çalıştırılabilirler. Bu tür mekanizmaların sürekli bakımla işler durumda tutulmaları zorunludur. Çok sayıda insanı daimi veya geçici olarak barındıran binalar ile müzeler gibi değerli eşyaları intiva eden yapılarda ve yeraltı ulaşım araçları istasyonlarında alev yönlendirme bacaları yapılması zorunludur”*. Denilmektedir. Bu yönetmelikte, dizayn esaslarından çok genel esaslar verilmiştir.

Duman kontrolü ile ilgili geniş bilgiye “NFPA 92 A Recommended Practice for Smoke Control Systems” ve “NFPA 92 B Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas” isimli kaynaklarda ulaşılabilir. Ayrıca “BS 5588 Fire Precautions in the Design and Construction of Buildings, Part 5. Code of Practice for Firefighting stairwells and Lifts”de basınçlandırma geniş olarak verilmektedir.

3.1.2 Dumanın Yapısı

Duman; NFPA 92A standardına göre; havada taşınan katı ve sıvı parçacıkları ile malzemelerin bir miktar havayla yanmasıyla oluşan gazlardan meydana gelen bir karışımdır. Yanma ürünleri genellikle partiküller, yanmamış yakacaklar, su buharı , CO₂ ve CO ile diğer zehirleyici ve korozyif gazları içerir. Yanma malzemeleri hidrojen, doğalgaz, alkol gibi hiç parçalanmayan veya az parçalanan ürünler üretmeleri durumunda görülmeyen duman oluşur. Bazı malzemeler alevsiz yandıkları halde çok yoğun duman çıkarmalarına karşılık, bazıları da bunu ancak alevle yandıkları sırada çıkarırlar.

Bazı malzemeler kuvvetli hava akımı veya havalandırma nedeniyle çok duman çıkarmadan alevli olarak yanarlar, fakat aynı malzemeler şayet oksijen miktarı yeterli olmayan havalandırmayla karşı karşıya kalırlarsa bol miktarda duman çıkarırlar. Bu durumda, bol dumanlı alevsiz bir yavaş yanma söz konusudur ve duman miktarı malzemenin bulunduğu mekana, malzeme özelliklerine ve malzemenin miktarına bağlıdır.

Zehirli gazlara ve yüksek sıcaklığa maruz kalmak hayatı doğrudan tehdit ederken, azalan görünürlük ise daha önce de belirtildiği gibi tehlike yaratır. İnsanlar genel olarak duman içinde hemen paniğe kapılırlar. Çoğu kez, yoğun duman yüzünden yollarını şaşırırlar. Çok yüksek binalarda bu durum devam ederse, artan sıcaklık ve zehirli gazların kurbanı olurlar.

Yapılan istatistikler duman içine giren kişilerin %40'nin sadece 4 m yürüyebildikleri ve %90'ının 9 metreden fazla yürüyemedikleri göstermiştir. (Çizelge 3.1)

Çizelge 3.1 İnsanların dumanda yürüme mesafeleri

Yürüyen Uzaklık (m)	İngiltere (%)	A.B.D (%)
0 – 0.6 m	3.0	2.3
0.9 – 1.8 m	18.0	8.4
2.1 – 3.6 m	30.0	17.1
3.9 – 9.0 m	19.0	45.5
9.3 – 10.8 m	5.0	2.0
11.1 – 13.5 m	4.0	4.0
13.8 – 18.0 m	5.0	11.0
18 m den fazla	15.0	9.6

3.1.3 Malzemelerin Duman Çıkarma Özellikleri

Yapılarda kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıflarının bilinmesi dışında başka önemli bir etken de malzemenin yanma sırasında çıkardığı duman miktarı ve zehirli gaz türüdür. Günümüzde yapılan araştırmalar; yanma sonucunda hangi malzemeden ne tip gazın çıktığını ve bunların ne kadarının öldürücü olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle topluma açık yapılarda çekiciliği artırmak için yapılan dekorasyonlarda kullanılan malzeme çeşitliliği, karşılaşılan tehlikeleri büyötmektedir. Yönetmeliklerde, bu tip alanlarda kullanılacak malzemeler sınırlandırılmış olmasına rağmen, bu kurallara uyulmamasının nedeni, denetim zayıflığı ve tasarımcının konuyu tam bilmemesinden kaynaklanmaktadır.

3.1.4 Dumanın Etkisi

Yangınlardaki ölüm sebepleri incelendiğinde toplam ölümlerin kabaca %50'sinin CO (karbonmonoksit) zehirlenmesinden olduğu tespit edilmiştir. Diğer yarısı doğrudan yanma, artan basınç ve çeşitli zehirli gazlardan dolaydır.

Oksijen azlığı gaz zehirlenmesinde özel bir durumdur. Oksijen seviyesi yaklaşık %10'a düştüğünde solumada güçlüklerin oluştuğu görölmektedir. Kuşkusuz yangın sırasında sadece oksijen seviyesi azalmaz. Oksijen seviyesindeki azalmanın yanı sıra CO₂, CO ve diğer zehirli gazların etkisi artar. Kurum parçacıkları üzerinde bulunan maddeler ve katı aerosoller de zehirlenmeye yol açar.

Tahriş edici maddeler yakıcıdır. İnsan vücudunun yüzeyindeki mukozaya zarar verirler. Suda erime yeteneğine sahiptirler ve nefes borusunun üst kısmına hücum ederler. Asit kloridrik, asit fluorik, sulfur dioksit bunlara örnektir. Halojenler (flor, klor, brom), ozon, triklorik fosfor, mentaklorik fosfor, fosgen, nitric oksit, nitrojen tetroksit gibi gazlar suyun içinde kolay erimez, ama nefes borusunun içine girebilir. Yangınlarda, karbonmonoksit kokusuz olduğundan fark edilmez, fakat diğer gazlar kokuları nedeniyle fark edilebilir. Kokusuz olması ve fark edilmemesi nedeniyle karbonmonoksit gazı zehirlenmelerine daha çok rastlanır.

Duman içerisinde boğucu gazlar da bulunur. Başta karbondioksit olmak üzere hidrojen siyentik, aniline, nitrobenzene, sodium nitrat ve hidrojen sülfat gibi gazlar solunduğu zaman boğucu etki yaratır.

Yüksek sıcaklık yanıklara yol açar. Fizyolojik olarak ortam sıcaklığındaki artma kan veya vücut ısısının artmasına, deri dokusunda veya solunum sisteminde yanıklara sebep olabilir.

Nem ve sıcaklık yüzde deri yanmalarına sebep olacak kadar yüksek değilse; solunum sisteminde yamalar görülmeyecektir.

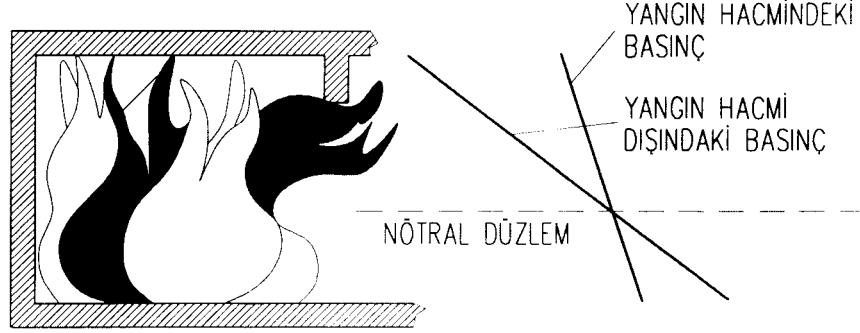
Yüksek sıcaklıktaki nemli hava ya da buharın solunum sisteminde yanmalara sebep olabilmesi için 100°C civarında olması yeterlidir. Sıcaklığı 300°C olan kuru hava, gırtlakta birkaç dakika sonra yanmaya sebep olur. Pratikte solunarak içeri çekilen tahriş edici duman ve zehirli gazlar 30 dakika içinde öldürücü etki gösterir.

Çizelge 3.2 Malzemelerin yanma olayı sonucu çıkardıkları gazlar

Yanan Malzemenin Cinsi	Çıkan Gaz Türü
Karbon içeren malzemeler	Karbonmonoksit, Karbondioksit
Sellüloid, Poliüretan	Nitrojenoksit, Azotomonoksit
Tahta, Kadife, Deri, Selülozik malzemeler, Nitrojenli plastikler	Hidrojeniyanid
Tahta, Kağıt	Akrolein
Polivinilklorid, Yangın dayanıklı plastikler, Florinli plastikler	Amonyak
Melamin, Naylon, Formaldehidrat reçineleri	Aldehit
Formaldehit fenoller, Tahta, Naylon, Polyester	Aldehit
Polisytiren	Benzen
Köpük plastikler	Azo bis succino nitrit
Bazı dayanıklı plastikler	Antimonlu alaşımlar
Köpük poliüretan	İzosiyonat
Kauçuk, Thiokol	Sülfürdioksit (Kükürt)

3.2 Duman Kontrolü

Yapılardaki yangınlarda, duman yangının olduğu yerden çok uzaktaki noktalara kadar ulaşır ve buralarda ölümlere ve zarara yol açarlar. Ayrıca merdivenler ve asansörler dumanla dolarak kaçış yolları tıkanır. Sonuç olarak yangınlarda duman, yangının kendisinden daha fazla ölüme neden olur.



Şekil 3.1 Yanma gazlarının kaldırma gücü

Duman kontrol sistemleri son yıllarda çok gelişmiştir. Bu konuda Klote ve Mike tarafından hazırlanan “Design of Smoke Management Systems, ASHRAE”, Tanaka ve Yamana tarafından hazırlanan “Smoke Control in Large Scale Spaces” çalışmalarında duman kontrolü geniş olarak verilmektedir.

Duman hareketine neden olan dört ana neden vardır.

Bunlar:

- a) Baca etkisi
- b) Kaldırma kuvvetleri
- c) Genleşme
- d) Rüzgar

Mekanik sistem bu etkileri yenebilmelidir.

Baca etkisi, soğuk dış hava ve sıcak iç hava nedeni ile yapı içinde havanın merdiven yuvası, asansör kuyusu gibi dikey kanallarda yukarı doğru hareketine neden olur. Bu hareket nedeniyle yükseklikle orantılı olarak düşey yönde bir basınç gradyanı oluşur. Yapının alt katlarındaki negatif basınçla üst katlara basılır. Özellikle yüksek yapılarda bu etki çok kuvvetlidir. Alt katlarda oluşacak bir yangında bu doğal hareketle, duman kolayca üst katlara yayılabilir. Dış havanın sıcak, iç havanın soğuk olması durumunda ise tersine bir hareket; ters

baca etkisi olarak gerçekleşir. 60 m. uzunlukta bir yapıda baca etkisi dolayısı ile oluşan basınç farkları ± 50 Pa değerine kadar ulaşılabilir. 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 şaftlarda 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 yeterli 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.

3.2.1 Duman Yönlendirilmesi

Duman kontrolünde ana prensip duvar, döşeme, kapılar vs. gibi engellerle yangın olan ve olmayan bölgeleri ayırmaktır. Yangın olan bölgeden, olmayan bölgeye yukarıda açıklanan yollarla duman geçişinin önlenmesi için mekanik sistem yardımı ile bu engellerde bir basınç farklılığı yaratmak gerekir. Engeldeki duman geçiş aralığının büyüklüğüne göre iki kontrol prensibi vardır.

1-Eğer açıklık büyükse, örneğin açık bir kapı gibi, duman sızması hava hareketinin hızı ile ilişkili olarak kontrol edilir. Mekanik ventilasyonla, duman hareketinin tersi yönde bir temiz hava hareketi yaratılmalıdır. Bu havanın hızı bütün kesitte dumanın ters yöndeki hareketinden daha hızlı olmalıdır.

2- Açıklık küçükse, örneğin; çatlak veya yarık halinde (kapı aralıkları vs.) duman sızmasının önlenmesi için basınç farkı yaratılması gerekir.

Mekanik ventilasyon, korunmak istenen bölge ile yangın bölgesi arasındaki 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 hızı yanma ısısı büyüklüğüne ve açıklık genişliğine bağlıdır. Aşağıdaki ifade ile belirlenebilir:

$$V = 0,0292 (E / W)^{1/3} \quad (3.1)$$

Burada V (m/s) hava hızı, E (W) ısı gücünü, W (m) açıklığı göstermektedir. Örneğin, 1,2 m'lik açıklıkta 150 kW enerji çıkışı için yukarıdaki ifadeden 1,45 m/s değerine kritik hız hesaplanabilir.

Genellikle açıklıklarda duman kontrolü için pahalı ve tasarım zor sistemlere gereksinim vardır. Bu tür sistemlerde 1,5 m/s hızların üzerine çıkmak ekonomik açıdan çok pahalı olmaktadır. Sprinkler yardımı ile soğutulan dumanlarda gerekli kritik hızlar yukarıdaki değerden çok daha küçük olabilmektedir.

Ancak sonuç olarak, hava akımı dumanı önlemenin bir yolu olmakla birlikte, duman kontrolünde asıl yöntem kapılar vs. gibi kapalı bölmeler arkasında basınç farkları yaratmaktır. Bir yarık boyunca istenen basıncın yaratabilmesi için gerekli hava miktarı,

$$Q = 0,839 \cdot A \cdot (\Delta P)^{1/2} \quad (3.2)$$

Ifadesi ile hesaplanabilir. Burada Q(m³/s), gerekli hava debisi, A(m²) çatlak veya yarık toplam alanı, ΔP(Pa) yaratılmak istenen basınç farkıdır. Kapalı bir kapı etrafındaki açıklıkların toplamı, 0,01 m² değerinde ise 75 Pa bir basınç farkı için 0,073 m³/s hava debisine ihtiyaç vardır.

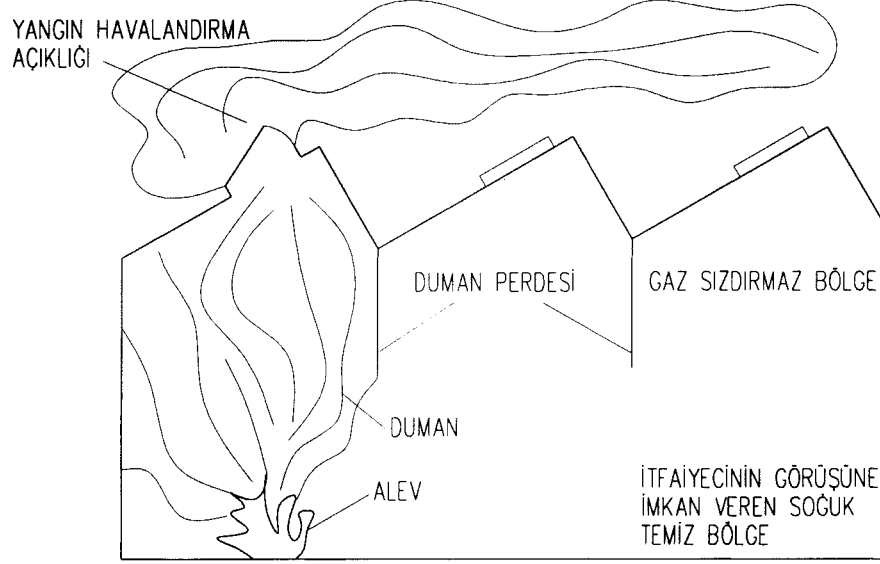
Öte yandan kapı etrafında yaratılan basınç farkı kapının açılmasını önleyecek mertebede olmamalıdır.

3.2.2 Duman Tahliyesi Tasarım Esasları

1. Duman kontrolü için belirlenmesi gerekli dizayn parametreleri a) Sızıntı olabilecek aralıkların büyüklüğü, b) İklim şartları, c) Yaratılması gerekli basınç farkları, d) Açık olduğu kabul edilecek kapı sayısı olarak sayılabilir. Bu parametreler farklı standartlarda farklı olarak belirlenmektedir.

2. Binalarda yapılan duman tahliye tesisatı, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek ve binanın emniyetli bir şekilde boşaltılmasını sağlayacak güvenli bir

ortamı oluşturacak şekilde tasarlanmalı, tesis edilmeli ve çalışır durumda tutulmalıdır. Duman tahliye tesisatlarının yerleştirmeleri, kullanılacak teçhizatın cins ve miktarları, binanın kullanım sınıfı, tehlike sınıfı, binada bulunanların hareket kabiliyeti ve binada bulunan yangın önleme sistemlerinin özelliklerine göre belirlenmelidir.



Şekil 3.2 Duman perdeleri ve duman bacaları

3. Bir yangın esnasında, mevcut iklimlendirme ve havalandırma sistemi duman tahliye sistemi olarak da hizmet verecekse, mekanik duman tahliye sistemi için istenilen bütün hususlar iklimlendirme ve havalandırma sistemine uygulanmalıdır.

4. Kanal kaplama malzemesi yanmaz malzeme olmalıdır. Bununla birlikte yanabilir malzeme kullanılması zaruri olduğunda malzemenin yüzey alev geciktirmesi olmalı, yangın esnasında az miktarda duman ve zehirli gaz çıkarmalı ve malzeme yangın damperinden en az bir metre uzakta olmalıdır.

5. Duman tahliye kanalları yangın merdivenlerinden ve yangın güvenlik hacimlerinden geçmemelidir. Elde olmayan nedenlerden dolayı, kanalın bu bölümden geçmesi durumunda geçtiği bölümün yapısal olarak yangına dayanan süresi kadar yangına dayanacak bir malzeme ile kaplanmalıdır. Kanal bir duvarı geçerek bölüm içerisine giriyorsa, duvar geçişlerinde yangın damperleri kullanılmalıdır.

6. Aynı hava santrali ile birden fazla mahallin havalandırılması ya da iklimlendirilmesi yapılıyorsa, mahaller arası geçişlerde, dönüş ve toplama kanallarında yangın damperi

kullanılmalıdır. Topluma açık özel önlem isteyen yapılarda havalandırma kanalı içine damperlere kumanda eden kanal tipi duman dedektörleri konulmalıdır.

7. Asma tavan arası, yükseltilmiş döşeme altı gibi mahallerin plenum olarak kullanılması durumunda bu bölümler içerisinden sadece; mineral, alüminyum veya bakır zırlı kablolar, rijit metal borular ve esnek metal borular geçirilmelidir.

8. Duman tahliye kanalları yangın zonu duvarlarını delmemelidir. Eğer havalandırma kanalı korunmuş bir şaft içinden geçiyorsa şafta giriş ve çıkışta yangın damperi kullanılmalıdır.

9. Basınçlandırma sistemine ait kanallarda yangın damperi kullanılmaz.

10. Duman tahliye sistemi bina yangın alarm sistemi tarafından otomatik olarak aktive olmalıdır. İlave olarak, uzaktan el ile kumanda için çalıştırma/durdurma imkanı bulunmalıdır.

11. Yangının yayılmasında rol oynayan tesisat baca ve kanalları, yangın bölmeleri hizasında, tesisat dışında, çift taraflı en az sekiz milimetre saçla kapatılmış ve arası yalıtılmış olmalıdır. Havalandırma kanal ve bacalarının yangın bölmelerini aşmalarına özel detaylar dışında izin verilmez. Hava kanalları, yanmaz malzemeden yapılmalı veya yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır.

12. Dizel motorlu pompa ve acil durum jeneratörünü çalıştırabilmek için mekanik havalandırmanın gerekli olduğu yerlerde bu bölümlerin duman tahliye sistemleri diğer bölümlere hizmet veren sistemlerden bağımsız olarak dizayn edilmeli, hava doğrudan dışarıdan ve herhangi bir egzoz çıkış noktasından en az 5 metre uzaktan alınmalı ve mahallin egzoz çıkışı da doğrudan dışarıya ve herhangi bir hava giriş noktasından en az 5 metre uzağa atılmalıdır.

13. Otel, restoran, kafeterya benzeri yerlerin mutfaklarındaki pişirme alanlarının mekanik egzoz sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve egzoz kanalları korunmamış yanabilir malzemelerden en az 50 cm açıktan geçmeli, egzoz doğrudan dışarıya atılmalı ve herhangi bir hava giriş açıklığından en az 5 metre uzakta olmalıdır. Mutfak dışından geçen egzoz kanalı geçtiği bölümün veya mutfak bölümünün yapısal olarak yangına dayanma süresi kadar bir malzeme ile kaplanmalı, eğer kanal bir tuğla şaftı içerisinden geçiyorsa şaftın diğer bölümlerinden ve diğer kanallardan veya servis elemanlarından ayrılmalıdır. Mutfak egzoz kanallarına yangın damperi konulmamalıdır.

14. Toplam alanı 1900 m²'yi aşan bodrumlardaki otomobil park alanları için mekanik duman tahliye sistemi zorunludur. Duman tahliye sistemi binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 9 hava değişimi sağlamalıdır.

15. Un, tahıl, kepek, nişasta ve şeker gibi parlayıcı organik tozlar meydana getiren maddelerin imal edildiği, işlendiği veya depo edildiği yerlerde bu maddelerin tozlarının toplanmasını

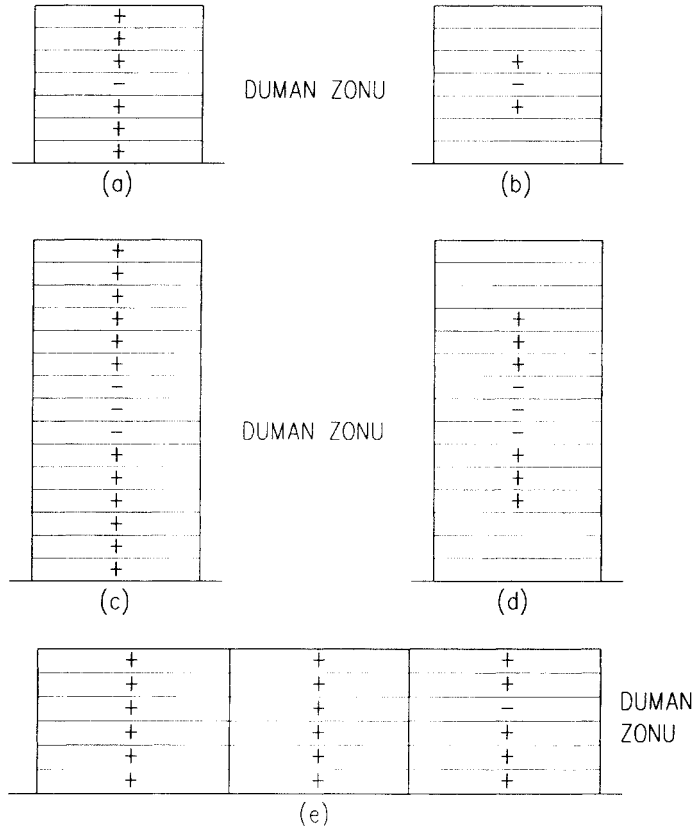
önleyecek özel havalandırma tertibatı yapılması zorunludur. Bu yerlerde soba, ocak ve benzeri açık ateş kaynağı bulundurulması ve önlem alınmaksızın kaynak yapılması yasaktır.

16. Doğalgaz, LPG veya tehlikeli maddelerle çalışan yerlerde fan ve havalandırma motorları patlama ve kıvılcım güvenli (exproof) olacaktır.

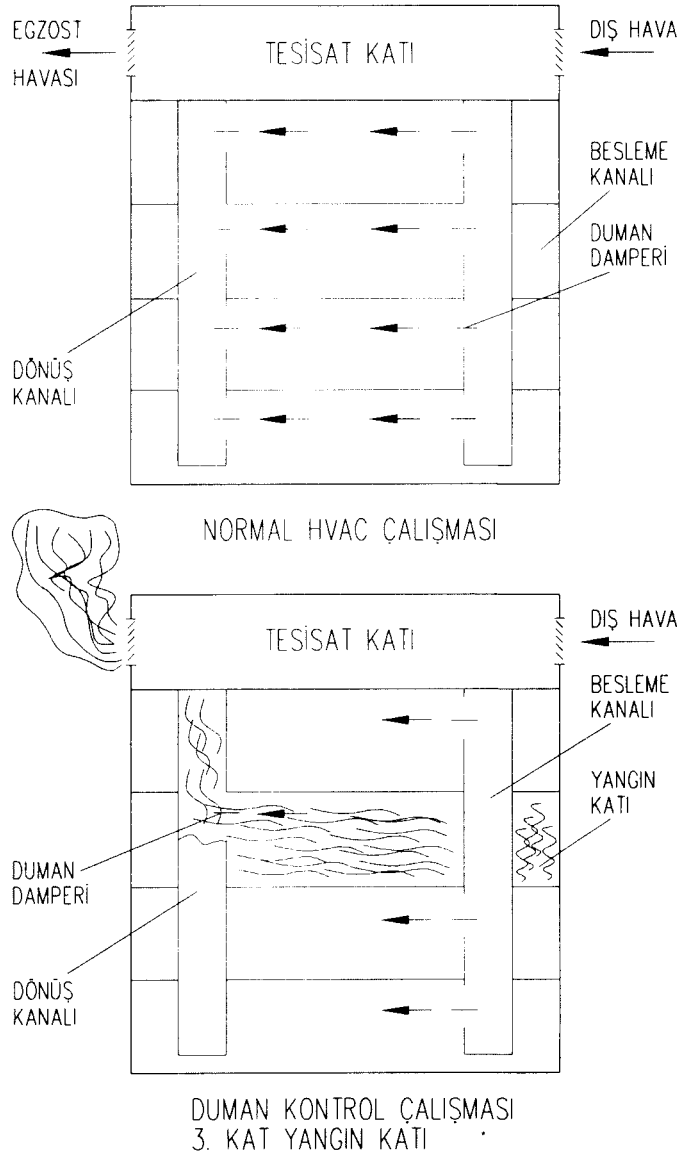
17. Duman egzoz, merdiven basınçlandırma fanları ve yangında kullanılacak cihazların motorlarının kabloları yüksek sıcaklığa dayanabilecek özellikte seçilmelidir.

3.2.3 Bölgesel Duman Kontrolü

Duman yangının olduğu kattan çok daha farklı katlara ve bölgelere yayılarak buralarda zarar ve ölümlere yol açmaktadır. Bu duman hareketinin önlenmesi için son yıllarda zon kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Burada amaç yapıyı Şekil 3.3'te görüldüğü gibi basınç zonlarına ayırarak duman hareketlerinin kontrol edilmesidir.



Şekil 3.3 Duman kontrol zonları



Şekil 3.5 Merkezi klimanın duman tahliyesinde kullanılması

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi bir çok zona hizmet eden bir merkezi klima sisteminde zon duman kontrolü varsa, yangın algılandıktan sonra duman kontrol sistemi aşağıdaki şekilde çalışır. Duman kontrolü, duman olan zondaki besleme kanalı duman damperini ve diğer katlarda ise dönüş kanalındaki duman damperini kapatarak gerçekleştirir. Santraldeki dönüş damperi de kapatılır.

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

3.3 Merdiven Yuvası Basınçlandırması

Yangın merdivenlerine dumanın girişinin engellenerek insanların tahliyesinin dumansız bir ortamda sağlanması ve itfaiyecilere yangına müdahale için uygun ulaşım yolu sağlanması için basınçlandırma yapılır. Merdiven yuvası yangına dayanıklı olan ve duman sızdırmaz kapılarla bina bölümlerinden ayrıldığından, merdiven yuvasına verilen hava ile pozitif basınç oluşturulur ve merdiven yuvasının dışından içine duman girişi engellenir. Basınçlandırma sistemi tasarlanırken merdiven girişinde lobi olup olmadığı, iç mekanlarda duman tahliyesi yapıp yapılmadığının belirlenmesi ve dış kapı konumunun çok iyi değerlendirilmesi gerekir. Ülkemizde yeni çıkarılan yangından korunma yönetmeliklerinde, yapı yüksekliği 21,50m'yi geçen bütün binalarda kapalı merdivenler basınçlandırılmalıdır. Konutlarda yükseklik 51,50m'yi geçmesi durumunda basınçlandırma sistemi yapılmalıdır. Ayrıca bodrum kat sayısı 4'den fazla olan binalardaki yangın merdivenleri yangın merdivenleri ve acil durum asansörü kuyuları basınçlandırılmalıdır.

Basınçlandırma konusu geniş olarak; BS (British Standards, 5588 Bölüm 4) ve ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc)'da ele alınmıştır. ASHRAE kodlarında debiyi hesaplamak için matematik bağıntılardan yararlanılırken BS'de ampirik tablolar ön plandadır. Ayrıca ASHRAE'de yalnızca merdiven yuvasının basınçlandırılması söz konusuyken BS'de buna ilave olarak lobi ve koridorların da basınçlandırılacağı göz önünde bulundurulmaktadır. Dolayısıyla bulunan debiler de birbirinden farklı olmaktadır.

Basınçlandırma sistemleri, korunmuş kaçış yolları meydana getirecek şekilde tasarlanır. Korunmuş kaçış yolları merdiven yuvaları, lobiler ve bazı durumlarda koridorları kapsar. İhtiyaca göre bu yerlerden biri veya birkaçı bir arada basınçlandırarak duman kontrolü sağlanmaya çalışılır. Acil durumlarda kullanılacak asansörlerin kuyularının basınçlandırılması da gereklidir.

Basınçlandırma havası debisi; basınçlandırma yapılacak yere, kullanım amacına, binanın yüksekliğine, istenilen basınçlandırma seviyesine, dış sıcaklık ve rüzgar hızına kullanılan standartlardaki kabullere bağlı olarak değişir.

3.4 Yangın ve Duman Damperleri

Günümüzde yapı tekniği ve malzemeleri değiştiği gibi yangından koruma yöntemleri de değişmektedir. Duman kontrol yöntemleri hızla gelişmekte ve yayılmaktadır. Bu sistemlerde kullanılmak üzere ise duman damperleri geliştirilmiştir. Yangından koruma ile ilgili NFPA 101 Life Safety Code, NFPA 90 A Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems ve NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems sayılabilir. İlk standart, tesis edilmesi gerekli sistemleri belirlerken sonraki iki standart bu tesislerin nasıl yapılacağını göstermektedir.

Yangın damperleri ile ilgili geçerli Amerikan Standardı UL 555'dir. Bu standart kapsamındaki yangın damperleri tasarımında yangın ihbari ile birlikte klima ve havalandırma sisteminin kapatıldığı ve daha sonra kanallarda hava akımı yokken yangın damperlerinin devreye girdiği esas alınır. UL 555 S ise duman damperlerini esas alır ve bir sızdırmazlık sınıfı belirler. Daha sonraki gelişmeler hem duman ve hem de yangın damperi olarak kullanılabilecek kombine damperleri ortaya çıkarmıştır. Günümüz damperleri HVAC sistemi çalışırken görev yapmak durumundadır. Günümüzde kullanılan dört tip yangın ve duman damperi bulunmaktadır.

1- Yangın damperi, 2- Tavan yangın damperi, 3- Duman damperi, 4- Kombine yangın-duman damperi

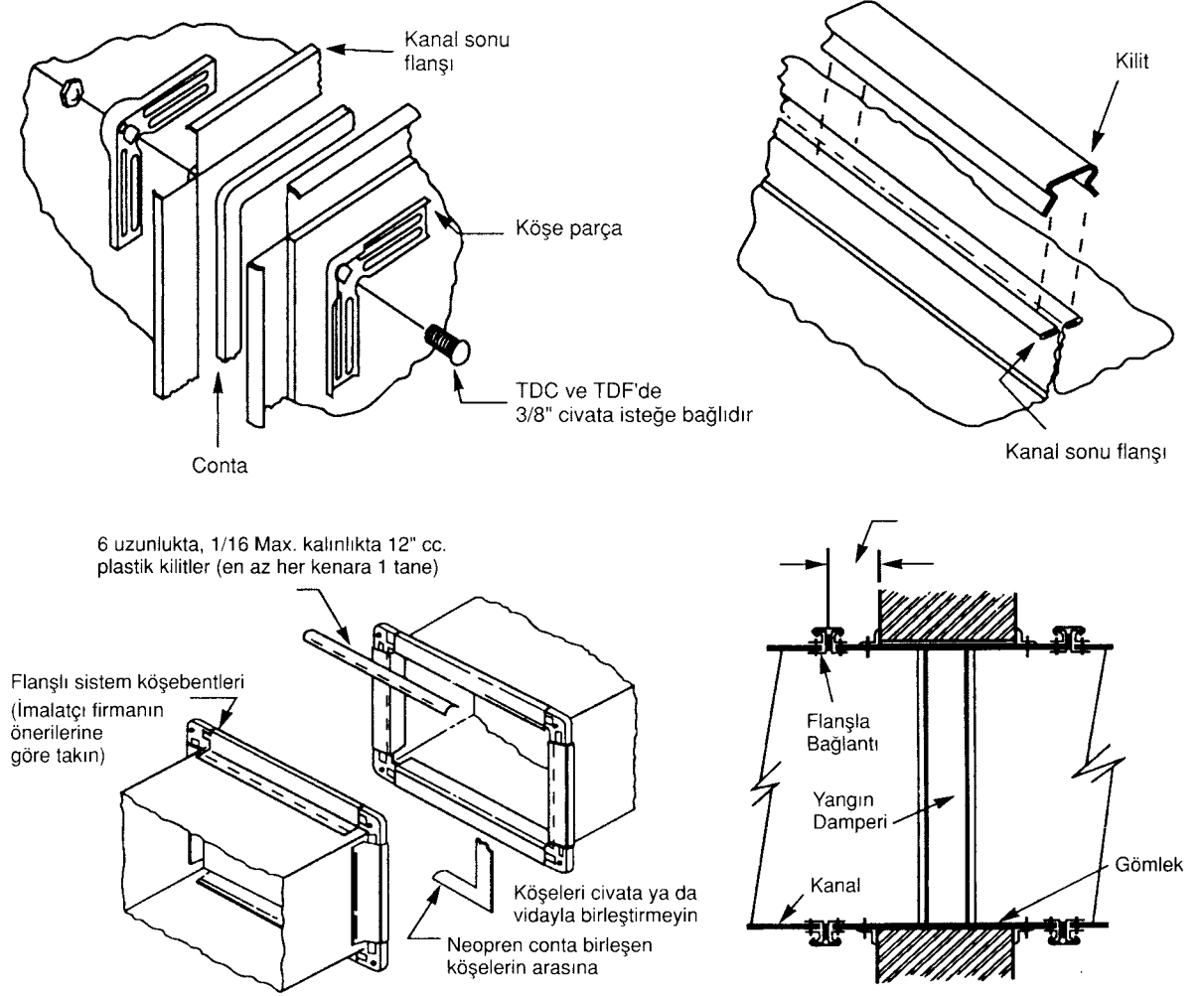
Ayrıca yangın damperlerini dinamik ve statik olarak da ayırmak gerekmektedir. Dinamik damperler hava akımı varken kapanabilme özelliğine sahiptir.

Yangın damperlerinin tesisi, geçiş açıklıkları, damper tipleri, detayları, semboller ve uygulamaları ile ilgili olarak SMACNA "Fire Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems" isimli yayınına başvurulabilir.

3.4.1 Yangın Damperleri

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

Yukarıda bahsedilen standarda veya eşdeğerine göre test edilmiş ve onaylanmış olmalıdır. Damperlerin tesisi Şekil 3.6'daki gibi olabilir.



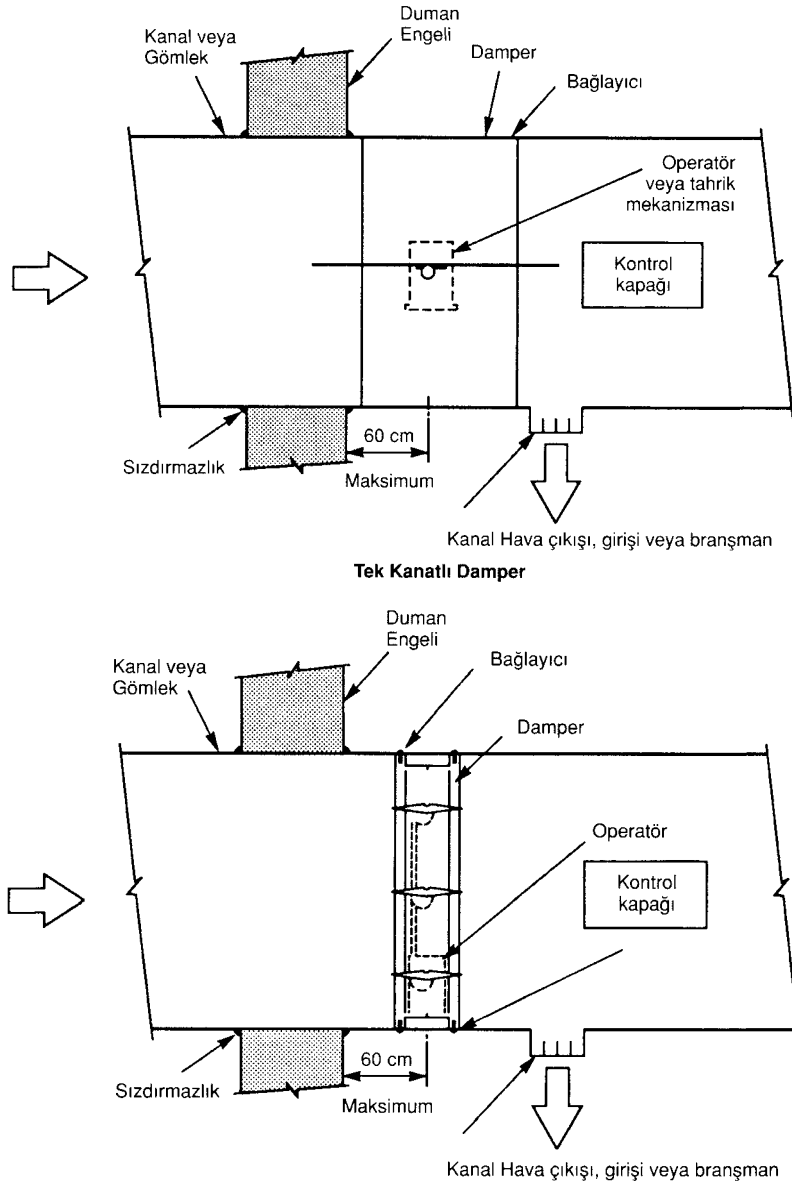
Şekil 3.6 UL testinde geçmiş damper bağlantıları

3.4.2 Duman Damperleri

Duman damperleri duman geçişini önlemek üzere yapılmışlardır. Genel olarak Şekil 3.7'de görüldüğü gibi klape tipi veya çok kanatlı tip biçiminde yapılırlar. Çalışmaları genellikle otomatik kumanda ile olur. Bu nedenle motorludurlar. Motorlu duman damperlerinin kumandası,

- Duman dedektörleri ile,
- Kumanda merkezinden elle,

c) Verilen bina otomasyon programına göre kumanda merkezinden bilgisayarla gerçekleştirilir.



Şekil 3.7 Sızdırmazlık sınıflı yangın damperleri

UL 555 S standardına göre duman damperleri: 0.I, II, III ve IV olmak üzere beş sızdırmazlık sınıfına ayrılmıştır. Çizelge 3.3'te bu sınıflardaki sızma miktarları verilmiştir.

Buna göre 0 sınıfı damperler ancak nükleer tesisler gibi mutlak sızdırmazlık istenen yerlerde kullanılır. Bina HVAC tesisatında genellikle II ve III sınıfı damperler kullanılır.

Örneğin besleme ve egzoz kanallarındaki damperler bu sınıftadır. Sadece besleme ile egzoz santrali arasındaki dönüş havası (resirkülasyon) bağlantısında I. Sınıf dampere gereksinim vardır. Duman damperleri hava akışına karşı çalışmak durumundadır. Dolayısı ile testleri buna göre dinamik olarak yapılır.

Çizelge 3.3 Duman damperleri sızdırmazlık sınıfı.

Sızdırmazlık Sınıfı	Sızdırma Miktarı m ³ /s.m ²	
	0.25 kPa Basınçta	1 kPa Basınçta
0	0	0
I	0.02	0.04
II	0.05	0.10
III	0.20	0.40
IV	0.30	0.60

4. BİNA OTOMATİK KONTROLÜNÜN TEMELLERİ

4.1 Kontrol Kavramına Giriş

Kontrol ve otomatik kontrol kavramları için şu genel tanımlamalar yapılabilir.

Kontrol: İncelenen davranışların belirli istenen değerler etrafında tutulması veya istenen değişimleri göstermesi için yapılanlar, genel anlamda kontrol işlemini tanımlarlar.

Otomatik kontrol: Kontrol işlemlerinin, kontrol edilmek istenen olay etrafında kurulmuş bir karar mekanizması tarafından, doğrudan insan girişimi olmaksızın gerçekleştirilebilmesidir.

Otomatik kontrol, özellikle mühendislik sistemlerinde giderek daha çok önem kazanmaktadır.

Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir:

1. Otomatik kontrol, insanları monoton tekrarlı işlerden kurtararak zeka ve düşünebilme yeteneklerini daha iyi kullanabilecekleri işlere yönlendirmelerini sağlar.
2. Otomatik kontrol, insanın fizyolojik yeteneklerini aşan (çok hızlı, çok hassas, yüksek kuvvetler gerektiren ve tehlikeli gibi) uygulamalarda insanın hakimiyetini kolaylaştırır.
3. Otomatik kontrolün mühendislik sistemlerinde kullanılması, gerek teorik tasarım gerekse gerçekleştirme ve uygulama bakımından daha sade, daha esnek, kolayca ayarlanabilen ve yüksek verimli çözümlere imkan vermektedir.
4. Bilgisayarın mühendislik uygulamalarında yaygın biçimde kullanılması, kontrol yöntemlerinin daha etkin olarak uygulanmasına yol açmıştır.

Domestik veya Endüstriyel ortamda gerçekleştirilmiş bir otomatik kontrol sisteminden;

- Sistemin güvenliği ve kararlılığını sağlaması
- Kolay anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirebilir olması
- Sistemin performansını istenen düzeye çıkarması
- Yatırım ve işletme maliyeti açısından ucuz olması istenir.

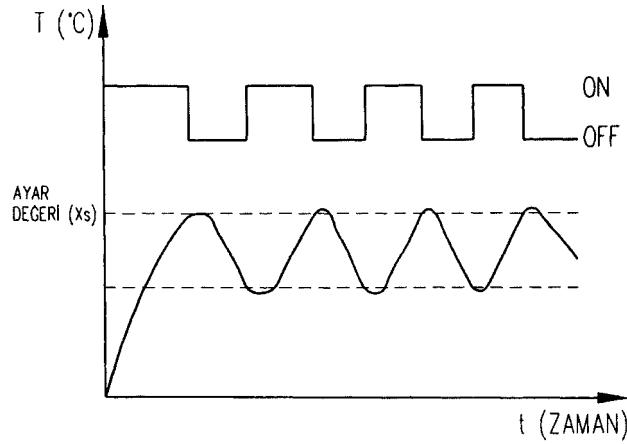
Sistem elemanlarının seçimi ve ayrı bu ilkeler doğrultusunda yapılır. Bu koşulları gerçekleştirilmesi için kontrol edilecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir.

4.2 Otomatik Kontrol Türleri

Otomatik kontrol döngüsünde kontrol edici olarak blok (karşılaştırma ve kontrol elemanı) yerine yerleştirilecek herhangi bir kontrol cihazı, kontrol noktası (ayar değeri) etrafında çalışılması gereken hassasiyette sistemi kontrol etmelidir. Prosesin gerektirdiği hassasiyette çalışacak hatayı gereken oranda minimuma indirecek çeşitli kontrol türleri mevcuttur.

4.2.1 İki Konumlu Kontrol (On-Off)

İki konumlu kontrol türünde son kontrol elemanı bir konumdan değerine geçiş anı dışında ya tam açık veya tam kapalı konumdadır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasına geldiğinde son kontrol elemanı belirlenmiş bir konuma (tam açık veya tam kapalı) gelir ve kontrol edilen değişken değişmediği sürece bu konuda kalır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasından belirli bir düzeyde uzaklaşınca son kontrol elemanı ikinci konumunu alır. Son kontrol elemanının hareketsiz kaldığı bu iki nokta arasındaki değere **fark aralığı** denir. Kontrol edilen değişken, fark aralığının iki sınır değerinden birine erişmediği sürece son kontrol elemanı hareket ettirilmez. İki konumlu kontrol cihazı ile kontrol edilen bir sistemin kontrol edilen değişken – zaman eğrisi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 On - Off kontrol değişken – zaman eğrisi

Bu kontrol çeşidini bir örnek ile açıklarsak; bir mahalde 20 °C sıcaklık kontrolü yapan bir oda termostatu (iki konumlu) ile mahalin ısınmasını sağlayan ısıtma apareyi arasındaki ilişkiyi ele alalım. Oda termostatının fark aralığını $\Delta t = 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ayar değerinin (X_s) altında yer aldığını kabul edelim. Ayrıca oda termostatının normalde kapalı (NC) bir anahtara (kontak) sahip

olduğunu ve ısıtma apareyinin elektrik enerjisi ile çalıştığını düşünelim. Oda sıcaklığı 20°C 'ye gelinceye kadar ısıtma apareyi açık (yani ısıtma yapma çalışması) konumdadır. Oda sıcaklığı 20°C 'yi bulduğunda, ısıtma apareyi kapalı konuma gelir ve oda sıcaklığı $X_s - \Delta t = (20 - 2) = 18^{\circ}\text{C}$ 'ye düşene kadar bu konumunu değiştirmez. Oda sıcaklığı 18°C 'nin altına düştüğünde ısıtma apareyi tekrar açık konuma gelir ve bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder.

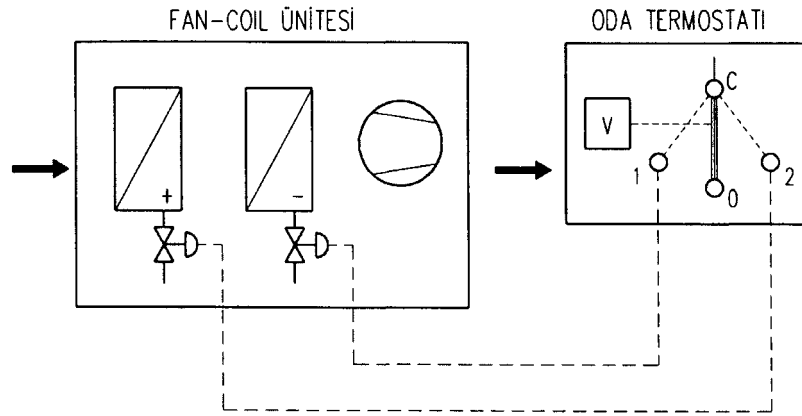
4.2.2 Yüzer Kontrol (Floating)

İki konumlu kontrol ile oransal kontrol arasında bulunan bu kontrol türü, üç konumlu (yüzer) olarak da bilinmektedir. İki konumlu kontrolden farklı olarak son kontrol elemanına üç türlü kumanda uygulanabilir; aç-sabit kal-kapa. Bu kontrol şeklinde sistemde istenen ayar değeri yakalandığında, servomotor o anda bulunduğu konumda hareketsizdir. İstenen ayar değerlerinin belli bir miktar dışına çıkıldığında ise servomotor oluşan farkı düzeltmek üzere açma ya da kapama yönünde hareket eder.

Yavaş hareket eden bir servomotor kullanılması ile sistemin herhangi bir kısmı yükte çalıştırılması mümkün olmaktadır. Bu sayede iki konumlu kontrolde oluşan salınımlar çok daha aza indirgenmiştir. Servomotorun hızı önemlidir. Çok yavaş bir servomotor ile sistemdeki ani değişikliklere uyum sağlama şansı kalmayacaktır. Servomotorun çok hızlı olması ise, iki konumlu kontrole yol açar, yani kısmi yüklerde çalışma mümkün olmaz.

Bu kontrol türü daha iyi analatabilmek için; serpantin girişlerinde ayrı ayrı on-off solenoid vanaları olan ısıtma ve soğutma serpantinli bir fan-coil ünitesi incelenecektir. Kontrol elemanı olarak oda termostatu, nihai kontrol elemanı için ise, iki adet solenoid vananın bir bütün olduğu kabul edilerek örnek incelenmiştir.

Oda termostatının ayar değerinin (X_s) 20°C ve fark aralığının (Δt) 2°C olduğunu kabul edelim. Oda sıcaklığı 18°C 'ye eriştiğinde, termostat kontağı C-0 konumuna gelir ve bu konumda S1 ısıtıcı solenoid vanası kapalı konuma gelir. Sistem yüküne bağlı olarak mahal havası sıcaklığı artarak 21°C 'ye eriştiğinde termostatın kontağı C-2 konumuna gelir ve bu konumda S2 soğutucu solenoid vanası açık konuma gelerek mahal havası sıcaklığını düşürme yönünde davranır. Bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder. Oda termostatu kontağının C-O konumunun olduğu süreç ölü bölge olarak tanımlanır. Ayar değeri (X_s) genellikle bu ölü bölge ortasında yer alırken, fark aralığı (Δt) ölü bölge altında ve üstünde yer alır.

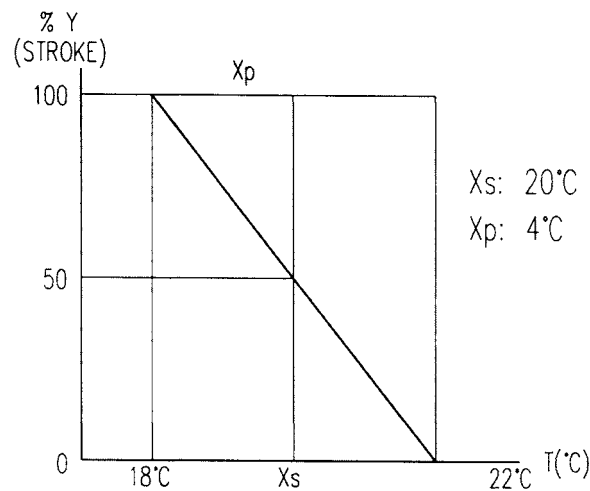


Şekil 4.2 Yüzer kontrol için örnek sistem

4.2.3 Oransal Kontrol

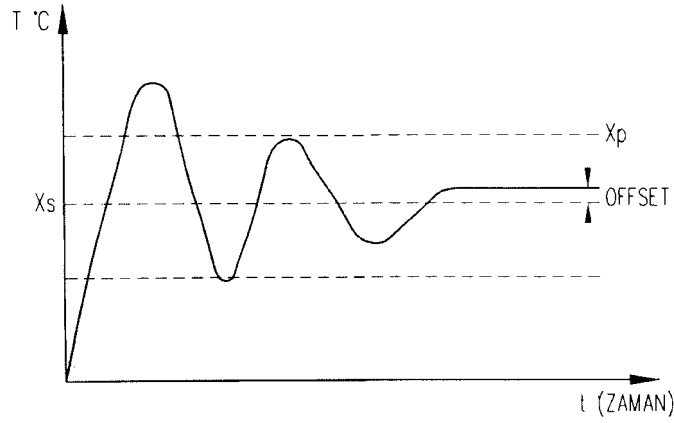
Oransal kontrolde; nihai kontrol elemanı, kontrol edilen değişkenin değişim miktarına bağlı olarak konumlanır. Kontrol elemanının oransal bandı (X_p) içinde kontrol edilen değişkeninin her değerine karşılık nihai kontrol elemanının bir tek konumu vardır. Başka bir deyişle kontrol edilen değişken ile nihai kontrol elemanı arasında doğrusal bir bağlantı kurularak gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge oluşturulur.

Nihai kontrol elemanının hareket boyunu (stroke) değiştirerek, kullanılan enerjinin %0'dan %100'e kadar ayarlanabilmesi için gerekli kontrol edilen değişkendeki (sıcaklık, basınç vb.) sapma miktarı **Oransal band** olarak tanımlanır. Genel olarak oransal band kontrol cihazının kontrol skalası (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri (X_s) etrafında eşit olarak yayılır.



Şekil 4.3 Oransal kontrol karakteristik eğrisi

Şekil 4.3'te şematik olarak gösterilmiş transfer eğrisi üzerinden, ayar değerinin (X_s) 20°C ve oransal band (X_p) değerinin 4°C olduğu ters hareketli bir oransal kontrol sistemini inceleyelim. Sıcaklık değerinin 18°C olduğu noktada nihai kontrol elemanı konumu %100 pozisyonundadır. Nihai kontrol elemanı, sıcaklık değerinin ayar değeri ile eşit olduğu noktada %50 pozisyonundadır. Sıcaklık değerinin 22°C olduğu noktada ise nihai kontrol elemanı %0 pozisyonuna gelir.



Şekil 4.4 Oransal kontrol değişken (P)-zaman eğrisi

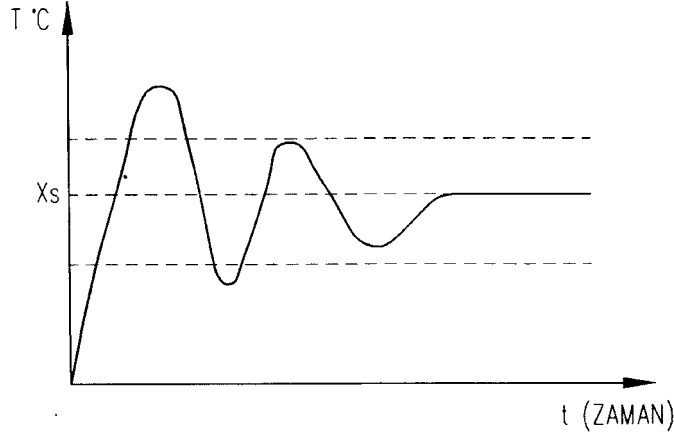
Şekil 4.4'te sembolize edilen oransal kontrol reaksiyon eğrisinden de gözüktüğü gibi; set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka **sapma (Off-set)** denir. Sapma'yı azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak oransal band küçüldükçe, iki konumlu (on-off) kontrole yaklaşıldığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir ve sistem dengeye oturamaz.

Geniş oransal bant seçeneğinde ise sapma daha büyük olacağından oransal bandın, kullanıldığı prosesin şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekir.

4.2.4 Oransal + Integral Kontrol – PI

Oransal kontrolde oluşan sapmayı azaltmak veya ortadan kaldırmak için kontrol cihazı integratör (integral alıcı devre) kullanılır. Ölçülen değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin, zamana göre integrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal bant kaydırılmış olur.

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve proses değişkeni set değerine oturtulur. İntegratör devresi, gerekli enerji değişkenliğine set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark kalmayınca kadar devam eder. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. Herhangi bir şekilde sistem dengesi bozulup, proses değişkeni değeri set değerinden uzaklaşacak olursa, tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkisini gösterir.



Şekil 4.5 Oransal kontrol (PI) değişken-zaman eğrisi

Şekil 4.5'te, sapması kalkmış bir oransal + integral kontrol reaksiyon eğrisinden de görüleceği gibi; oransal + integral kontrolün en belirgin özelliği sistemin başlangıcında proses değişkeni değeri, set değerini önemli bir miktarda aşar ki, bu ilk yükselme noktası **üst tepe değeri** (overshoot) olarak tanımlanır. Üst tepe değerini alt tepe değeri izler (undershoot). Set değeri etrafında sistem yük değerine bağlı olarak birkaç kere salınım yaptıktan sonra, set değerine oturur.

Sistem reaksiyon eğrisinde başlangıçtan itibaren olmak üzere eğrinin set değeri etrafındaki tolerans bandına (bir daha çıkmamak üzere) giriş yaptığı noktaya kadar geçen zaman, sistemin kararlı (dengeye oturmuş) rejim süresidir. Başlangıçtan itibaren bu noktaya kadar geçen zaman aralığında sistem set değeri etrafında salınım yapar ve kararsız bir davranış sergiler (kararsız rejim). Otomatik kontrol sistemlerinde amaç, salınımları oldukça azaltıp sistemi kararlı rejime oturmaktadır. Kararlı rejim süresi sistemin zaman sabiti ile doğru orantılıdır. Pratik olarak sistemler, üç zaman sabiti süre toplamı sonunda %66 oranında kararlı hale geçerler. Dört zaman sabiti süre toplamı sonunda ise sistem %98 oranında kararlı rejime geçmiş demektir. Her sistemin ve onu oluşturan alt sistemlerin farklı zaman sabitleri vardır.

4.2.5 Oransal + Türevsel Kontrol – PD

Oransal kontrolde oluşan offset, oransal + türevsel ile de azaltılabilir. Oransal + Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyalinin türevi alınır. Türevi alınan fark sinyali, tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur. Ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu üst tepe – alt tepeleri azaltmak içindir. Üst tepe ve alt tepe değerlerini azaltırken bir miktar sapma kalabilir.

Türevsel etki, düzeltici etkisini hızlı bir şekilde gösterdiği için hızlı değişimlerin olduğu kısa süreli proseslerde kullanılması uygundur. Sürekli tip uzun süreli proseslerde ve sapma istenmeyen durumlarda PI veya PID tip kontrol seçilebilir.

4.2.6 Oransal + Integral + Türevsel Kontrol – PID

Kontrolü güç, diğer kontrol türlerinin yeterli olmadığı proseslerde tercih edilen bu kontrol türünde oransal kontrolde oluşan sapma, integral fonksiyonu ile giderler. Meydana gelen üst ve alt tepeler bu kontrole türevsel etkinin de eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen ortadan kaldırılır.

Esas amacı ayar değeri ile ölçüm değeri arasındaki hatayı sıfıra indirmek ve bu sayede istenilen değere ulaşmak olan tüm kontrol türlerinde; Oransal (P), Integral (I), Türev (D) parametrelerinin uygun bir şekilde ayarlanmaları sayesinde kontrol edilen değişken ayar değerine;

- Minimum zamanda
- Minimum üst ve alt tepe (overshoot and undershoot) değerlerinden geçerek ulaşmasını sağlarlar.

İntegral ve türevsel parametrelerin söz konusu olmadığı ve sadece P tip kontrol cihazları ile kurulan sistemlerde de dengeye ulaşmak mümkündür. Ancak sadece P'nin aktif olduğu bu tür kontrol sistemlerinde az da olsa da set değeri ile kontrol edilen değer arasında sıfırdan farklı + veya – değerde ve de sıfıra indirilmeyen bir sapma mevcuttur. Sadece P ile kontrol edilen böyle bir sisteme ilavesi sapmayı ortadan kaldırmaya yöneliktir. Diğer bir deyişle P+I türündeki bir kontrol cihazı ile denetlenen bir proseste normal şartlar altında sistem dengeye oturduktan sonra sapma oluşması söz konusu değildir. İntegral etki sapmayı sıfıra indirirken, sisteme faz gecikmesi katarak sistemin kararlılığını azaltır. Bununla beraber integral zamanın çok kısa olması prosesin osilasyona girmesine neden olabilir. P + I denetim mekanizmasına D ilavesi ise set değerine ulaşmak için geçen zamanı kısaltmaya yaramaktadır. Diferansiyel etki sisteme faz avansı getirir ve sistemin kararlı hale gelmesinde

yardımcı olur. Böylece büyük orantı kazançları elde edilebilir. Fakat büyük nakil gecikmeleri olan sistemlerde diferansiyel etkinin önemi çok azalır.

4.3 Kontrol Sistemleri İçin Enerji Kaynakları

Kontrol sistemleri; pnömatik, elektrik, elektronik, hava akımı, hidrolik veya bunlardan bazılarının kombinasyonundan oluşur.

Pnömatik sistemler

Pnömatik sistemler, kontrol ve hissedici sinyallerinin 20 psi'den daha düşük basınçlı hava ile oluşturulduğu sistemlerdir. Kontrolör çıkış basıncındaki değişiklikler, kontrol edilen son elemanda bu pozisyon değişikliğine karşılık gelen bir pozisyon yaratır.

Elektrikli Sistemler

Elektrikli sistemler, reosta veya köprü devrelerinin akım veya voltaj dengesinin değişmesi ile çalışan veya duran bir kontrol temin eder. Bu sistemler hat besleme voltajı olarak alternatif akım kullanılır.

Elektronik Sistemler

Bu sistemler; kontrol ve hissedici sinyallerinin düşük akım veya voltaj (24V veya daha düşük) değerlerinde taşındığı, elektronik bir devre tarafından kuvvetlendirilerek son kontrol işlevini yapan servo mekanizmalara iletildiği sistemlerdir.

Hava Akımı Sistemleri

Hava akımı sistemleri, kontrol sinyali üreten mekanizmalar gibi davranan statik basınç sinyallerinin dışındaki hava akımı dinamiğini kullanır. Düşük güvenilirliği yüzünden kullanılabilirliği kalmamıştır.

Hidrolik Sistemler

Bu sistemler, hava yerine sıvı veya yağ kullanan ve yapısı pnömatik sistemlerle benzer olan sistemlerdir. Hidrolik kontrol ve tahrik üniteleri günümüzde HVAC teknolojisinde kullanılmamaktadır.

4.4 Kontrol Sistemi Elemanları

Temel bir kontrol sisteminin en önemli parçası olan hissetme/ölçme elemanları, HVAC sistemlerinin otomatik kontrolünde çok önemli bir görev yüklenirler. HVAC kontrol sisteminde bu kritik sorumluluğu taşıyan ölçüm elemanlarının performansları aşağıda bahsedilen başlıca tanımlarla ifade edilir:

Hata: Ölçme sisteminden elde edilen değerin, ölçülmesi gereken doğru değerden farklıdır.

Doğruluk: Ölçüm elemanının, ölçülen fiziksel büyüklüğün doğru değerini belirleyebilme kabiliyetidir.

Kesinlik: Aynı koşullar altında aynı büyüklüğün ölçüm sonuçlarının tekrarlanabilirliğidir. Ölçümün kesinliği, burada bir büyüklüğün ölçülen değerlerinin, ortalama değer civarındaki dağılımın izafi yoğunluğunu tanımlamak için kullanılmıştır. Bu yüzden bir ölçümün kesinliği doğruluğundan çok tekrarlanabilirliğine ile ilişkilidir.

Hassasiyet: Ölçüm elemanının ölçek faktörünü belirleyen özelliğidir. İstenilen değerde çıkış sinyali üretebilmek için gereken minimum giriş sinyali büyüklüğü olarak ta ifade edilebilir.

Belirsizlik: Hata için belirlenen bir değer olup, ölçme elemanı ile ölçüm yapıldığında hatanın ne olacağının belirlenmesidir.

4.4.1 Hissedici Elemanlar

Hissedici eleman, kontrol edilen fiziksel değişkendeki değişiklikleri ölçen ve kontrolörün kullanılması için orantılı etki veya sinyal üreten aygıtlardır.

a) Sıcaklık Hisseden Elemanlar

Sıcaklık hisseden elemanlar genelde şunlardan oluşurlar:

1. Bimetal eleman, farklı iki metalin birlikte eriyip kaynaşmasından elde edilen iki ince şeritten oluşur. Her iki malzemenin farklı termal genleşme katsayıları olduğu için, sıcaklık değiştikçe eleman eğilir ve pozisyonda bir değişim meydana getirir. Bimetalik termometre yaklaşık sıcaklık ölçümünü için kullanılır. Ölçüm aralığı $-20/660$ °C olan bu ölçüm cihazlarının belirsizliği yüksektir ve gecikmeli oldukları için uzaktan kullanıma uygun değildir.
2. Rot ve tüp elemanı, içerisinde, bir ucu tüpün altına takılı düşük genleşmeli rot bulunan yüksek genleşmeli metal tüpten oluşur. Tüp, sıcaklıktaki değişimle rotun serbest ucunun hareket etmesine sebebiyet vererek uzunluğu değiştirir.

3. Contalı körük eleman, havası boşaltıldıktan sonra ya buharla-gazla ya da sıvıyla doldurulmuştur. Sıcaklık değişimleri, gaz veya sıvı basıncında veya hacmindeki değişimlere sebebiyet verir. Bunun sonucu olarak da kuvvet veya hareket miktarında bir değişim meydana gelir.
Uzak ampullu eleman, kılcal tüp vasıtasıyla ampul veya kapsül takılı contalı körük veya diyaframdır; bütün sistem buhar-gaz veya sıvıyla doludur. Ampuldeki değişimler, kılcal tüpler vasıtasıyla körük veya diyaframa iletilen basınç veya hacim değişimleriyle sonuçlanır.
4. Rezistans eleman, sıcaklık değişimine göre değişen elektrik rezistanslı telden yapılmıştır. Tipik olarak platin, rodyum-demir, nikel-demir, tungsten veya bakırdan yapılırlar. Bu cihazlar, basit devre yapılarına, yüksek doğrusallığa, duyarlılığa ve mükemmel kararlılığa sahip oldukları için HVAC sistemleri otomatik kontrolünde oldukça yaygın bir şekilde kullanılırlar.
5. Termistör, sıcaklık değişimiyle elektriksel rezistansı değişen özel bir çeşit yarı iletkenidir. Belli başlı yarı iletken malzemelerin (çoğunlukla metaloksitler), dirençleri sıcaklık ile büyük değişim gösterirler ve bu değişim genellikle artan sıcaklık ile direncin azalması şeklindedir. Yarı iletken malzemeden elde edilen bir termistör elemanı, bacaklar ile bir galvanometreli köprü devresine bağlanabilir ve kalibre edilebilir. Bu ölçme yönteminin kolaylık, hassaslık ve hızlık gibi üstünlükleri vardır. Termistörler, çoğunlukla, termoeleman ile sıcaklık ölçümlerinde referans sıcaklığının ayarlandığı elektronik sıcaklık ayarlama devrelerinde veya hassasiyeti büyük olan ve sınırlı çalışma aralıklarına sahip uygulamalarda kullanılırlar (örnek: split klima sistemi).
6. Termokupl, birbirine bağlı uçları arasında sıcaklık değişiminin fonksiyonu olarak değişen voltajın meydana geldiği iki farklı metalin birleşmesidir. Tellerin yapılmış oldukları malzemelere ve birleşme noktasının bulunduğu ortamın sıcaklığına bağlı olarak teller arasında bir elektromotor kuvveti oluşur (emk). Sıcaklık ölçümlerinde termokuplların platin/nikel dirençi ölçüm cihazlarına göre kesinlikleri daha azdır. Düşük maliyetleri, kullanım kolaylıkları ve orta dereceli güvenilirlikleri ile termokuplların kullanımları oldukça yaygındır.
7. Sıcaklıkla değişim gösteren her cihaz, gerekte bir termometredir, ancak termometre terimi çoğu zaman sıcaklığı gösteren içi sıvı doldurulmuş bir cam tüp için kullanılır. Sıvılı termometreler, ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme endüstrisinde birçok uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu kullanımlardan bazıları, soğutucu ve ısıtıcı akışkan sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları gibi HVAC sistemlerinde kullanılan akışkanların

sıcaklıklarının belirlenmesidir. Yüksek doğruluk ve düşük maliyetlerinden dolayı civali cam termometrelerin sıcaklık ölçümlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Fakat gazlardaki ölçümlerde, doğruluk ısı ışınmadan etkilenir. Teorik ölçüm aralıkları $-38/550^{\circ}\text{C}$ 'dır.

(b) Nem Hisseden Elemanlar

Nem hisseden aygıtlar genelde şunlardır:

1. Higroskopik: Boyutsal veya şekilsel değişerek mekaniksel bir sapmaya sebebiyet veren (saç, ahşap, kağıt veya hayvan zarı gibi organik malzemeler ve naylon gibi yapay malzemeler)
2. Elektriksel: Elemanın higroskopik yapısından dolayı karakteristiğinde (rezistans veya kapasitans) değişime sebebiyet veren.

(c) Basınç Hisseden Elemanlar

Basınç hisseden elemanlar, basınç aralığına bağlı olarak iki genel sınıfa ayrılabilirler:

1. Basınç veya vakum değerleri kg/cm^2 veya mmHg (mm civa) cinsinden ölçüldüğünden, eleman, genelde körük, diyafram veya Bourdon tüpüdür. Ölçüm elemanının bir tarafı atmosfere açık olabilir ki, bu durumda eleman, atmosferik seviyenin üstündeki veya altındaki basınçlara cevap verir. Fark basınç elemanının, iki basınç aralığındaki farka cevap verebilmesi için her iki tarafla da bağlantısı vardır.
2. Genelde, su sütünü cinsinden ölçüldüğünden hava kanalındaki statik basınç gibi düşük basınç veya vakum için ölçüm elemanı, yağ içerisine daldırılmış ters bir çan, geniş bir diyafram veya geniş esnek bir metal körüktür. Ofislerle bağlantı olarak kullanıldığında, eleman diferansiyel tiplerden bir tanesidir. Pilot tüpleri ve benzer aksesuarlar statik basınç ölçümü için kullanıldığı gibi akış, hız veya sıvı seviyesini ölçmek içinde kullanılabilir.

(d) Su Akışını Hisseden Elemanlar.

Su akışını hisseden elemanlar, çeşitli temel hissetme prensiplerini ve aşağıdaki aygıtları kullanabilirler:

Orifis plakası, Pitot tüpü, Venturi, Akış nozulları, Türbin metre, maniyetik akış ölçer ve vorteks geçirmeyen akış ölçer.

Buharın her birisinin ölçüm aralığı karakteristikleri, hassasiyet ve karmaşıklığına bağlı olarak değişen ve farklı durumlar için kullanılmasını uygun kılan maliyetleri vardır. Genelde, fark basınç tipli aygıtlar (orifis plakaları, Pilot tüpleri, venturiler ve akış nozulları) basit ve fiyatları

makuldür fakat ölçme sahası sınırlıdır. Bu elemanların hassasiyetleri, uygulama ve kullanım şekline bağlıdır.

(e) Diğer Hissedici Elemanlar

Yangın algılama veya duman yoğunluğu, iç hava kalitesi, rüzgar yönü/şiddeti, seviye, mahal meşguliyeti, spesifik yerçekimi, akım, karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit (CO) vb. değerleri ölçme gibi başka amaçlar için kullanılan hissedici elemanlar, ısıtma, havalandırma veya hava şartlandırma sistemlerinin komple kontrolü için çoğu kez gereklidir.

5. BİNA YÖNETİM SİSTEMİ TEMEL İLKELERİ

5.1 Bina Yönetim Sisteminin Yapısı

Bu bölüm, Bina Yönetim Sistemlerinin (BYS) temel ilkeleri hakkında bilgi sunmaktadır. Bina Yönetim Sisteminin amacı, bir binanın ya da binaların takibinin, operasyonunun ve yönetiminin merkezileştirilmesi ve kolaylaştırılmasıdır. Bu uygulamanın amacı, daha düşük işçilik ve enerji maliyetleri çerçevesinde daha etkin bina operasyonunun sağlanması ve bina sakinleri için daha emniyetli ve rahat bir çalışma ortamının sağlanmasıdır. Söz konusu amaçların karşılanması sürecinde, basit gözetimsel kontrolden tamamen entegre bilgisayarlı kontrole kadar uzanan Bina Yönetim Sistemi geliştirilmiştir. Bina Yönetim Sisteminin bazı avantajları aşağıda belirtilmiştir:

- Otomatik operasyon için programlanmış olan rutin ve yinelemeli işlevler içeren daha kolay operasyon
- Ekran yönergeleri ve destekleyici grafik gösterimler ile daha düşük operator eğitimi süresi
- Sakinlerin ihtiyaçlarına ve arıza hallerine daha hızlı ve daha iyi müdahale
- Kontrol ve enerji yönetim programlarının merkezi yönetimi yoluyla daha düşük enerji maliyeti
- Geçmiş kayıtları, bakım yönetim programları ve otomatik alarmlı raporlama yoluyla tesisin daha iyi yönetimi
- Tesis ihtiyaçları, boyutu, organizasyonu ve genişleme gereklilikleri için programlamanın esnekliği
- Maliyet merkezlerine dağıtım amaçlı ve/veya sakinlerin ödemeleri gereken daha uygun işletme maliyeti kaydı tutulması
- Direct Dijital Control (DDC), yangın alarmı, güvenlik, erişim kontrolü ya da ışıklandırma kontrolü gibi çoklu alt sistemlerin yazılım ve donanım entegrasyonu yoluyla iyileştirilmiş operasyon

Yalnızca minibilgisayarların ve ana bilgisayarların hizmet verdiği dönemde, BYS yalnızca daha büyük ofis binalarında ve üniversite kampüslerinde kullanılıyordu. DDC mikroişlemci temelli kontrolörlerine geçilmesi ile birlikte, bina yönetim işlevlerinin kontrolörüne entegre edilme maliyeti o kadar düşük hale gelir ki, BYS her türde ve boyutta ticari binalar için iyi bir yatırım niteliği taşımaktadır.

Bu bölüm çerçevesinde sunulan örnekler, genel örnekleri ortaya koymakta olup mutlaka belirli bir tesisatı temsil ettiği düşünülmemelidir.

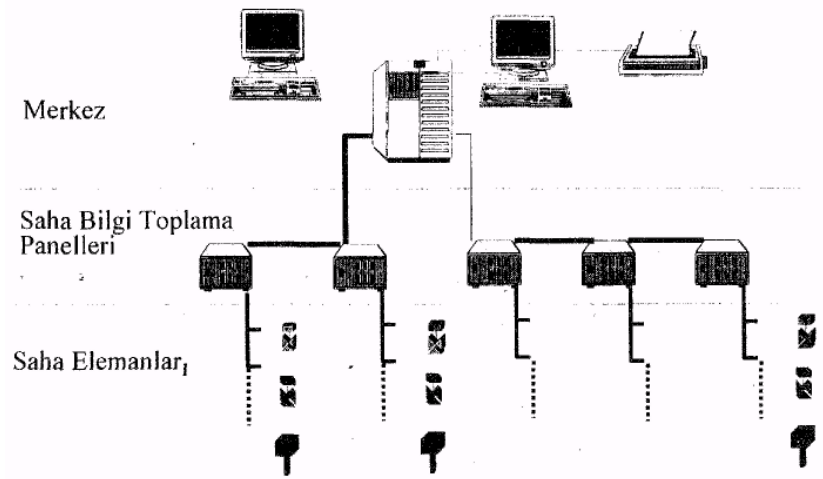
5.2 Bina Yönetim Sisteminin Tarihçesi

BYS kavramı, 1950'lerde doğmuştur ve o zamandan bu yana hem kapsam hem sistem yapısı olarak çarpıcı şekilde değişime uğramıştır. Sistem bağlantıları, donanımla bütünleşik (ve pnömatik merkezileştirme amaçlı homerun piping), çoğullamalı (ortak kablo bağlantısı) ve bugünkü iki telli all digital sisteminden doğmuştur. EMS ve BMCS, merkezi kontrol işlemcili sorgulama protokolleri ile dağıtılmış kontrol içeren eşlerarası protokollerinden doğmuştur.

Günümüz sistemlerinin öncülleri olan ilk BYS'ler tüm data ve kontrol noktalarının kablolarla ana bir kontrol paneline bağlandığı, operatörün sistemin kendi panosu yanısıra ana panodan da sisteme müdahale edebildiği kablolu sistemlerdi.

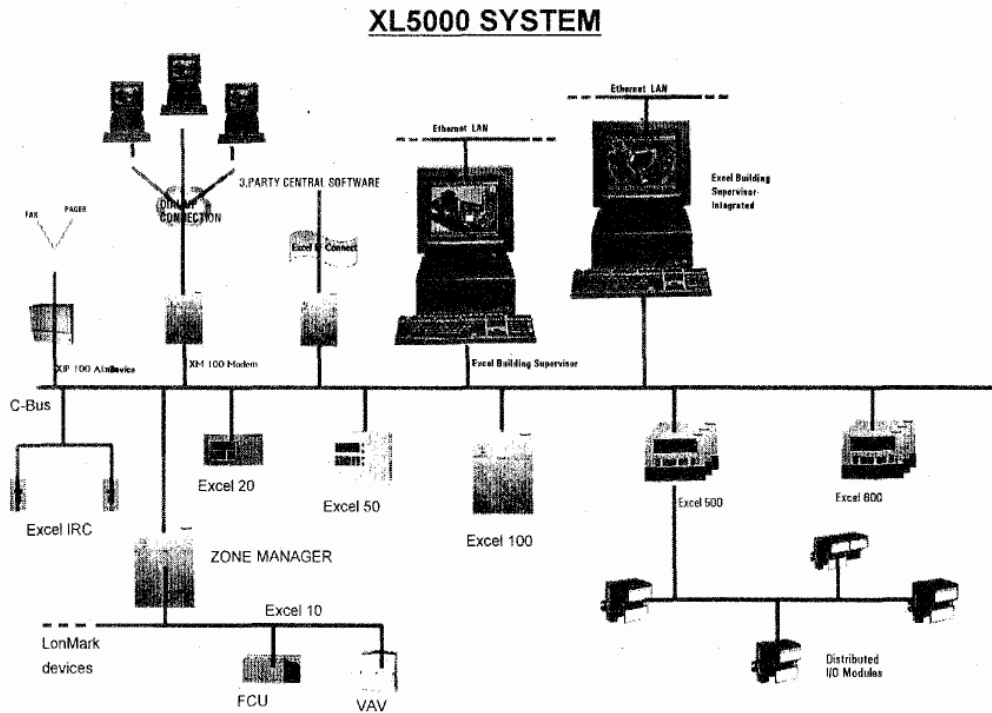
1960'lı yıllarda Multiplexed Kablolamayla her noktadan kablo çekilmesinden kurtulunmuştur, bir kablodan birden fazla nokta izlenmesi mümkün olmuştur ve slide makinalarıyla ana panodan birden fazla sistemin izlenebilmesi sağlanmıştır.

1960'ların sonlarında ve 1970'lerin başlarında seri data taşınma sistemleri ve elektronik ekipmanlar BYS sistemleri için önemli bir adımdır. Bu sayede 2 telli bir haberleşme hattı üzerinden, binanın değişik noktalarına ulaşmak mümkün olabilmıştır. Bu sistemlerde bir saha bilgi toplama paneli sahadaki sıcaklık, basınç... gibi bilgileri toplar ve ana merkeze gönderir, ana merkez bu bilgiyi yorumlar ve yapılması gerekeni, kontak kapama, vana açma gibi saha bilgi toplama paneline gönderir. 1970'lerin ortalarında mini bilgisayarlar ana merkezde kullanılmaya başlanmış. Bu birkaç merkezden izleyebilme ve yazıcı gibi ara birimlerin bağlanabilmesini sağlamıştır. Fakat maliyet ve yüksek eğitilmiş işletmeci ihtiyaçlarından dolayı, çok büyük ofis binaları, üniversite binaları, askeri ve endüstriyel kompleksler gibi kısıtlı uygulama alanları bulmuşlardır. Böyle bir uygulama 1984 yılında Türkiye'de ilk olarak Atatürk Havalimanı'nda uygulanmıştır.



Şekil 5.1 Mini bilgisayarlı sistemler

PC'lerin mini bilgisayarların yerini almasıyla, maliyetler düşmüş, Bina Otomasyon Sistemleri her büyüklükte ve tipteki binalar için cazip bir yatırım haline gelmiştir. 1980'lerin ortalarında bilgisayar teknolojideki gelişmeler sonucunda, saha bilgi toplama panelleri akıllandırılmış, artık saha toplama panelleri bilgiyi topladıktan sonra kendileri yorumlayıp, gerekli kontrolü kendileri yapar. Bu bilgileri izlenmesi için ana merkeze gönderir hale gelmişler ve maliyetler de büyük düşüşler yaşanmıştır. (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Günümüz bina otomasyon sistemleri.

Son gelişmelerde ise akıllı saha cihazların veya akıllı bilgi toplam panelleri kullanılarak her saha elemanlarında kontrol panellerine kablo çekimi yerine bir kontrolörler arasında kullanılan database benzer bir bus'u (field bus) kullanılması yönündedir. Bu şekilde kablay ve montaj maliyetlerinin azaltılması sağlanmıştır.

5.3 Enerji Yönetimi

Enerji yönetimi, genel olarak mikroişlemci temelli DDC kontrolünün bir işlevidir. Orta boyutlu ve büyük binaların birçoğunda, enerji yönetimi, BMCS'nin ayrılmaz bir parçasıdır; sistem düzeyinde gerçekleşen optimize kontrol ve BYS anasistemi tarafından sağlanan yönetim bilgileri ve kullanıcı erişimi, bu kapsamda yer almaktadır.

Ekipman operasyonu, minimum maliyet çerçevesinde gerçekleştirilmektedir ve sıcaklıklar, kontrolörler ağı tarafından kullanıcı tanımlı konfor sınırları içerisinde maksimum etkinlik için kontrol edilmektedir. Enerji stratejileri, uluslararası nitelik taşımaktadır ve ağ bağlantıları temel önem taşımaktadır. Hava işleme sistemleri taleplerine dayalı temel tesisin başlatılması ve yüklenmesi ile birlikte yük dengeleme ve talep kontrolü, sürekli standart sistem koordinasyonu gerektirmektedir.

Enerji Yönetimi BYS işlevleri, aşağıdakileri içermektedir:

- Etkinlik takibi – kayıt
- Enerji kullanımı takibi – kayıt
- Enerji özetleri
 - Kaynak ve süre bazında enerji kullanımı
 - Sistem, bina, alan bazında gerekli süreler, sıcaklıklar, etkinlikler
- Eğilim eğri grafikleri
- Değişen ihtiyaçlara uygun sürekli ayarlama ve adaptasyon amaçlı enerji yönetim sistemlerine erişim
 - İkamet grafikleri
 - Konfor limiti sıcaklıkları
 - DDC döngülerinin parametrik ayarları (örn. tümleşik kazanç)
 - Ayar noktalarının (set point) düzenlenmesi:
 - Kanal borulu statik basınçları
 - Ekonomizör aktarım değerleri
 - Su sıcaklıkları ve grafikleri

— DDC programlarının değiştirilmesi ve eklenmesi (Modifying).

Binalara ilişkin Enerji Yönetimi, DDC'den yaklaşık olarak on yıl önce gelmiştir. Söz konusu DDC öncesi sistemler, genellikle yerel pnömatik, elektrikli ve elektronik kontrol sistemleri ile ilişki içerisinde olan takip ve kontrol stratejilerini ve uzaktan veri toplama panelleri içeren (DGP) merkez bilgisayarlı dijital mimaridir. Merkez bilgisayar optimize başlatma/durdurma komutları düzenlemiştir ve yerel döngü sıcaklık kontrol birimlerinin ayarlarını gerçekleştirmiştir.

5.3.1 Tesis Yönetim Sistemleri

1980'lerde ortaya atılan tesis yönetimi merkezi kontrolün kapsamını tesis bütününe içerecek şekilde genişletmiştir. Örneğin bir otomotiv tesisinde üretim planlaması ve takip, standart BYS çevre kontrolüne ve takibine dahil edilebilir. Üretim ve BYS personeli, girdilerin ve çıktıların kontrolü için ayrı dağıtılmış sistemler içerebilir; ancak sistemler, yönetim raporlarının oluşturulması amacıyla yönelik olarak veri değişimi gerçekleştirebilir. Örneğin, ısıtma, havalandırma için araç başına maliyet dağılımı, ürünün nihai fiyatlandırması için gerekli olan yönetim bilgileri olarak değerlendirilebilir.

Tesis yönetim sistemi yapısı, iki seviyeli operasyonu ele almalıdır:

1. Günlük operasyonlar
2. Uzun vadeli yönetim ve planlama.

Günlük operasyonlar, çevrenin ve tesisin sürekli takibi ve kontrolü için gerçek zamanlı bir sistem gerektirmektedir. Yönetim ve planlama seviyesi, işletim hedeflerinin karşısında uzun vadeli eğilimleri ve gelişimi ortaya koyan veri ve raporlar gerektirmektedir. Bu nedenle, yönetim ve planlama seviyesinin esas hedefi, geçmiş bilgilerin toplanması, işlenmesi ve kullanılır bir formatta sunulmasıdır.

5.4 Sistem Mimarisi

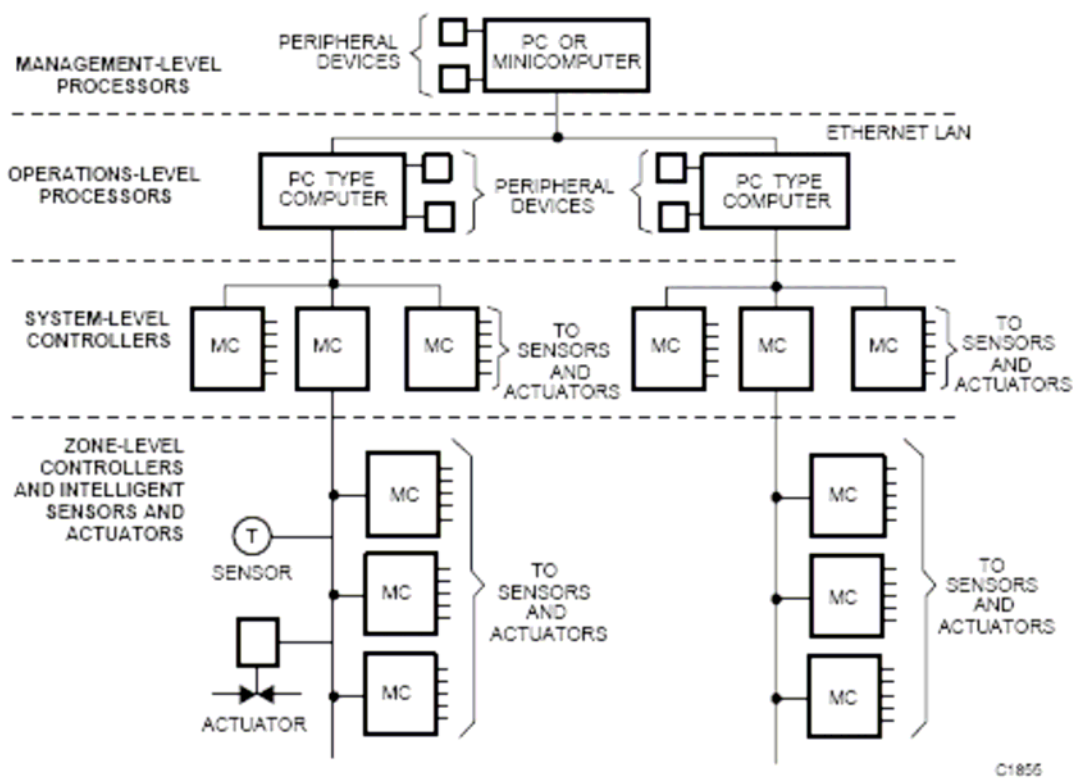
BYS, bir binadan ya da uzak binalardan özel telefon hatları yoluyla verilere erişim için gerekli olan donanım yapılandırmasını ve iletişim sistemlerini içermektedir.

5.4.1 Donanım Mimarisi

Mikroişlemci-temelli kontrolörleri, BYS’de hiyerarşik bir yapılandırmaya yol açmıştır. Şekil 5.3 işlemcilerin birçok seviyesini ya da tabakasını ortaya koymaktadır.

- Yönetim-seviyesi işlemcileri
- Operasyon-seviyesi işlemcileri
- Sistem-seviyesi kontrolörleri
- Alan-seviyesi kontrolörleri

Belirli bir sistemde kullanılan gerçek seviyeler, binanın ya da bina kompleksinin özel ihtiyaçlarına göre değişmektedir. Alan-seviyesi, akıllı, mikroişlemci temelli sensörleri ve aktuatörleri içerebilir. Bununla bağlantılı tartışmalar, alan-seviyesi kontrolörleri ile başlamaktadır.



Şekil 5.3 Hiyerarşik BYS yapısı

İki telli iletim sistemlerinin, merkezileştirilmiş işlevler için PC'lerin ve DDC dahil olacak şekilde dağıtılmış işlemcilerin geliştirilmesi, sistem yapılarının tanımlanması gerekliliğine yol açmıştır. Söz konusu yapılar, binanın ihtiyaçlarına ve yönetim ve işletme personelinin ihtiyaçlarına dayalı hale gelmiştir.

5.4.2 Alan Seviyesi Kontrolörleri

Alan seviyesi kontrolörleri, alan seviyesi ekipmanına ilişkin direkt dijital kontrol (DDC) sağlayan mikroişlemci temelli kontrolörleridir; VAV kutuları, ısı pompaları, tek alanlı hava işleyicileri ve çevre radyasyonu gibi öğeler bu kapsamda yer almaktadır. Enerji yönetim yazılımı da alan seviyesi kontrolör kapsamında yer alabilir. Alan seviyesinde, sensörler ve aktuatörler, doğrudan kontrol edilen ekipmanla ilişki içerisinde. İletişim veri yolu, alan seviyesi kontrolörleri ağı sağlamaktadır, böylece nokta bilgileri, alan seviyesi kontrolörleri ve işlemcilerle sistem ve operasyon seviyesinde paylaşılabilir. Alan seviyesi kontrolörleri, genellikle ilk kurulum ya da sonraki ayarlamalar esnasında portatif uç birimin kullanımı amacına yönelik olarak bir port ya da iletişim kanalı içermektedir.

5.4.3 Sistem Seviyesi Kontrolörleri

Mikroişlemci temelli sistem seviyesi kontrolörlerin, alan seviyesi kontrolörler ile karşılaştırıldığında nokta sayısı, DDC döngüleri ve kontrol programları açısından daha yüksek kapasitesi söz konusudur. Sistem seviyesi kontrolörleri genellikle, birçok parçadan oluşan hava işleyicileri, merkezi VAV sistemleri ve merkezi soğutucu tesisatı gibi temel mekanik ekipman parçalarına uygulanmaktadır. Söz konusu kontrolörler aynı zamanda ışıklandırma kontrolü işlevlerini de yerine getirebilirler. Bu seviyedeki kontrolörler, sensörler ve aktuatörler yoluyla doğrudan kontrol edilen ekipmanla ya da dolaylı olarak iletişim bağları yoluyla alan seviyesi kontrolörler ile ilişki içerisinde. Sistem seviyesi kontrolörler, genellikle ilk kurulum ve sonraki ayarlamalar esnasında portatif işletim ve programlama uç birimlerinin bağlanması için bir port içermektedir. Sistem seviyesi kontrolörleri operasyon seviyesi işlemcilerine bağlandığında, kontrolör programlarına ilişkin olarak yapılacak değişiklikler genellikle operasyon seviyesi işlemcisinde yapılmaktadır ve bunun ardından uca doğru sistem aktarım hatları yoluyla kontrolöre yüklenmektedir. Sistem seviyesi kontrolörleri, iletişim bağının ortadan kalkması halinde bağımsız mod operasyonu yoluyla sistem devamlılığını sağlamaktadır.

Sistem seviyesi kontrolörlerinin bazıları, aynı zamanda yangın alarmı panosu, güvenlik panoları ve erişim kontrol panoları yoluyla tesis için mülkiyet ve yaşam emniyeti koruması sağlamaktadır.

5.4.4 Operasyon Seviyesi İşlemcileri

Operasyon seviyesi işlemcileri, esasen BMCS işletme personeli ile ilişki içerisindedir. Bu seviyedeki işlemci, birçok durumda ilave operator uç birimlerinin, yazıcıların, bellek genişletmenin ve iletim bağlarının ayarlanması amaçlı renkli operator uçbirim gösterimleri ve uyumluluk işlevi içeren PC niteliğindedir. Operasyon seviyesi işlemcisi, genellikle aşağıdakilere yönelik uygulama yazılımı içermektedir:

- Sistem güvenliği: Yetkili personel için limit erişimi ve operasyon.
- Sistem nüfuzu: Yetkili personele PC klavyesi ya da diğer seçim mekanizması yoluyla system verilerini seçme ve saklama olanağı tanınmaktadır.
- Veri formatlama: Rasgele system noktalarını gösterim ve çıktı amacına yönelik olarak mantıksal grup formatında birleştirmektedir.
- Veri ayırma: Noktaları özel bir uç birime ve belirli bir operatöre yönlendirmek amacıyla özel nokta türlerine göre gruplandırmaktadır.
- Özel programlama: Özel, uzaktan sistem seviyesi kontrol birimlerine ve alan seviyesi kontrolörlerine merkezden yükleme için özel DDC programları geliştirmektedir.
- Grafikler: Dinamik sistem verilerini içeren özel grafik gösterimleri oluşturmaktadır. Çubuk çizge ve eğri grafiği, bu kapsamda olabilir.
- Standart raporlar: Otomatik, planlı ve talebe dayalı alarm ve operator faaliyeti raporları oluşturmaktadır. Bunun yanında, çeşitli sistem ve kategori özet raporları sağlamaktadır (alarm noktaları, atıl noktalar).
- Özel raporlar: elektronik tablo, kelime işlem ve very tabanı yönetimi özelliği sağlamaktadır.
- Bakım yönetimi: Ya ekipman işletim süresine ya da takvim planına dayalı olan ekipman bakımı iş talimatlarını otomatik olarak planlamakta ve oluşturmaktadır.
- Alan temelli uyarılama: Operatör işlemlerinin, çevresel aygıt işlemlerinin, yazıcı veri ayırma işleminin, sistem yapılandırmasının, işlem iletisi gösterim ve çıktı metni işlemlerinin özel noktalarda tanımlanmasına, zaman/tatil planlamasına, nokta takibi/kontrolüne, zaman/etkinlik program işlemlerine ve uygulama program parametre işlemlerine olanak tanımaktadır.

- Sistem entegrasyonu: Çoklu alt sistemler için (HVAC, yangın, güvenlik, erişim kontrolü) ortak kontrol ve arayüz sağlamaktadır ve belirli alt sistem işlemlerinin sonucunda (yangın alarmı sonucunda dumanın kontrol edilmesi için söndürücülerin kapatılması ya da açılması) genel faaliyet sağlamaktadır.

5.4.5 Yönetim Seviyesi İşlecileri

BMCS system hiyerarşisinin en üst noktasında yer alan yönetim seviyesi işlecileri, bağlantılı alt sistemlerinin kontrolünü ve yönetimini sağlamaktadır. Bu seviyedeki bir operator sistemin herhangi bir noktasındaki noktalardan veri talebinde bulunabilir ve bu noktalara komut verebilir (operasyon seviyesi işlecilerinin çoğunda görüldüğü üzere). Günlük operasyon, genellikle, operasyon seviyesi işlemcisinin bir işlevidir; ancak acil durumlarda ya da gözetimsiz sürelerde tam kontrol yönetim seviyesi işlemcisine aktarılabilir. Yönetim seviyesi işlemcisi, esasen enerji kullanımı, işletme giderleri ve alarm faaliyeti gibi geçmiş verileri toplamakta, depolamakta ve işlemektedir ve tesisin uzun vadeli yönetimi ve kullanımı için raporlar oluşturmaktadır.

5.5 Sistem İşlevleri

Her bir BMCS seviyesi, belirli bir düzeyde bağımsız yetkinlik sağlamaktadır ve diğer işlem seviyeleri için veri toplamakta ve bunları ön işleme tabi tutmaktadır. Aşağıdaki tartışma, yapı ya da hiyerarşi dahilindeki en alt seviye işlem işlevlerinden başlayarak en üst seviyeye ilerlemektedir.

5.5.1 Alan Seviyesi Kontrolör İşlevleri

Alan seviyesi kontrolörün ana işlevi, birleşik ekipmanın dijital kontrolünü sağlamaktır. Mevcut DDC programlarının desteklenmesi için, alan seviyesi kontrolörü, sensörlerle ve aktuatörlerle bağlantı sağlamaktadır ve DDC programlarının çalıştırılmasının yanında nokta işlem işlevini de yerine getirmektedir.

5.5.2 Sistem Seviyesi Kontrolör İşlevleri

Sistem seviyesi kontrolörleri, alan seviyesi kontrolörleri ile karşılaştırıldığında artan işlem yetkinliği, daha yüksek I/O kapasitesi ve daha evrensel uygulama esnekliği sağlamaktadır ve daha geniş bağımsız yetkinliğe sahiptir. Sistem seviyesi kontrolörleri, birçok DDC döngülerini ve yapılandırılmış hava işleme birimleri ve diğer HVAC ekipmanı ile bağlantılı kompleks kontrol sistemlerini yönetmektedir. Diğer sistem seviyesi kontrolörleri, yangın alarmı, güvenlik noktaları, ve/veya ışık kontrolünü takip etmektedir. Bunun yanında erişim kontrolü ve kart okuyucusu ile birlikte hoparlör ve kontrol personeli işlemleri yoluyla acil durum çıkışı kontrolü sağlamaktadır.

Sistem kontrolör seviyesindeki işlenen nokta veriler, doğrudan mevcut DDC, EMC ve zaman/etkinlik programları tarafından kullanılmaktadır. Veriler, aynı zamanda yerel kontrol panellerinde, portatif uç birimlerinde okuma için mevcuttur ve operasyon seviyesi işlemci ve diğer sistem seviyesi kontrolörlerine iletilebilirler. İlaveten, DDC ve diğer mevcut programlarla bağlantılı tüm parametreler ve çıktı değerleri, yerel ve operasyon seviyesi okuma ve uyarılma için erişilebilirdir. Veri nokta değerleri, alan seviyesi kontrolörleri arasında, sistem seviyesi kontrolörleri arasında ve alan ve sistem seviyesi kontrolörleri arasında paylaşılabilir.

5.5.3 Operasyon Seviyesi İşlevleri

Operasyon seviyesi, BMCS yapısının üçüncü aşamasıdır. Bina ya da tesis operasyonları ve yönetim personeli bu aşama yoluyla günlük olarak etkileşim kurmaktadır. Bu aşama donanımı ve yazılımı, mekanik sistemler personelinin çok işletme personeli ile bağlantı kurmak için tasarlanmıştır. BMCS yapısının daha düşük aşamalarındaki kontrolörleri tarafından üstlenildiği üzere.

5.5.4 Donanım

Operasyon seviyesi işlemcisi, tüm bağlantılar ve operator arayüz yazılımı için gerekli olan işlem kapasitesinin ve belleğin yanında, özel alarm ve rapor yazıcıları ve iş istasyonları için çevresel kapasite sağlamaktadır. Genellikle aşağıdakileri içeren bir PC'dir.

— Mouse ve diğer giriş aygıtlarını içeren tam klavye.

- Yüksek çözünürlüklü renkli monitor.
- RAM ya da işler bellek.
- Hard disk bellek.
- Disket sürücüsü.
- Çoklu çevresel portlar.
- Bağlantı arayüz devre kartları.
- En azından bir yazıcı.

5.5.5 Yazılım

Donanım, operator etkileşimi ve veri gösterimi ve çıktısı sağlarken; yazılım etkileşimin ne şekilde gerçekleşeceğini, verinin ne şekilde gösterileceğini ve yazıcı çıktısının ne şekilde biçimlendirileceğini belirlemektedir.

5.5.5.1 Standart Yazılım

BYS'lerin birçoğu, Microsoft Windows™ çerçevesinde işlemektedir ve açılır liste menüler, diyalog pencereleri, radio butonları ve yukarı aşağı okları gibi standart mouse özelliklerini kullanmaktadır. Birçok sistem, kelime işlemcileri, elektronik tablo ve veri tabanı gibi diğer standart Windows uyumlu programların BYS ile eşzamanlı kullanımına müsaade etmektedir. Bu durumda, BYS alarmı onaylanana ve iptal edilene kadar monitor ekranının üzerine yazmaktadır. Diğer standart programlar, sıklıkla BYS yazılımının içerisinde. Elektronik tablo, eğilim raporu hizmetinin ayrılmaz bir parçasını oluşturabilir. Bu operatöre, yalnızca talep edilen raporun çıktısını görme imkanı değil; aynı zamanda elektronik tablo formatında revize ve düzenleme işlemleri gerçekleştirme olanağı sağlamaktadır. Elektronik tablo, aynı zamanda bağımsız hizmet olarak adlandırılmaktadır. Sistem grafikleri, genellikle standart grafik yazılımına dayanmaktadır.

5.5.5.2 Sunucu

Çoklu operasyon/yönetim seviyesi işlemcileri kullanıldığında, bu, tüm veritabanının mevcut olduğu veritabanı sunucusu olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir işlemci, bir sistem değişikliği başlatabilir (grafik ya da metin değiştirme, operator atama, plan vb.); ancak tüm

değişiklikler, sunucu veritabanı dahilindedir. Sunucu, bir yazılım işlevidir ve PC'ye ya da diğer LAN işlemcisine uyarlanabilir.

Tüm LAN işlemcileri, periyodik olarak diğer LAN işlemcilerinin veritabanlarını güncelleyen sunucu yoluyla işlemektedir. Sunucu (LAN) arızası söz konusu olduğunda, işlemciler, kendi veritabanlarından işlemlerini sürdürmektedir.

5.5.5.3 Güvenlik

Sistem güvenlik yazılımı, yetkisiz sistem erişimini engellemektedir ve yetkili personelin coğrafi alanlara ve işlemlere erişimlerini sınırlandırabilir (alarm onayı, komut verme, veritabanı değiştirme vb.) Üst seviye operatörleri, güvenlik şifreleri tayin etmektedir ve diğer operatörler için güvenlik parametreleri girmektedirler. Önceden tespit edilen süre için herhangi bir klavye ya mouse faaliyetinin gerçekleşmemesi halinde, operator otomatik olarak oturumu kapatmaktadır. Tüm operator oturum açma ve oturum kapatma faaliyetleri arşivlenmektedir.

5.5.5.3.1 Güvenlik ve Erişim

Günümüzde binaların ayrılmaz bir parçası haline gelen güvenlik ve erişim sistemlerinin Ana Bileşenleri:

- Karlı Geçiş Kontrol Sistemleri
- Hırsız Alarm Sistemleri
- Kapalı Devre Televizyon Sistemleri
- Çevre Güvenlik Sistemleri

oluşturmaktadır.

Bu sistemler birbirinden bağımsız çalışabildiği gibi bir güvenlik yönetim merkezi (sunucusunda) bağlanmak entegre bir şekilde, sistemlerin izlenmesi yönetimi sağlanmaktadır. Türkiye'de de bu tür uygulamalar başarıyla gerçekleştirilmiştir.

5.5.5.4 Alarm İşlemcisi

Operasyon seviyesi işlemcileri, kontrolörden bir alarm alınması üzerine, aşağıdaki şekilde alarm işlemini başlatmaktadır:

- Alarm noktasının alıcı işlemciye atanıp atanmadığının tespit edilmesi.
- Arşiv için alarmın sunucuya ve diğer LAN işlemcilerine yeniden yayınlanması.
- Atama halinde,
 - Hızlı alarm mesajı görüntüleme.
 - Alarm mesajı çıktısının alarm yazıcısına gönderilmesi.
 - Alarm noktası metin tanımlayıcısı.
 - Zaman/Tarih
 - Metin faaliyet mesajı.
 - Onay butonu hizmeti.
 - Sesli faaliyet başlatma.
 - Sesli faaliyetin aktif olmaması.
 - Süreli aralık ya da sürekli.
 - Hızlı, orta düzey ya da yavaş bip seviyesi.
 - (Opsiyon) Otomasyon Grafik Gösterimi.
 - Operatör grafik gösterim talebi için butonun aktif hale getirilmesi.
- Grafik üzerinde alarm statüsünün verilmesi (alarm halinde kırmızı nokta, onaylanmamış olması halinde yanıp sönen).

Alarm arşivi, geçmiş alarm faaliyetlerinin analiz edilmesi için her an sorgulanabilir.

5.5.5.4.1 Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri

Yangın algılama ve onun sonucunda meydana gelen alarm işlevleri binadaki yangın durumunu izlemek ve bina yaşayanlarının yangın durumundan haberdar olmasını sağlamak amacıyla kurulan sistemlerdir. Binada izlenmesi gereken alanlara duman ve sıcaklık sensörleri ve manuel ihbar butonları ve görsel, işitsel ikaz sirenler yerleştirilir.

Herhangi bir alarm durumunda, kontrollör güvenli yangın çıkışlarının gösterilmesi, ilgili klima santrallerine yangın ikazının iletilmesi, sirenlerin çalınması gibi önceden programlanan senaryo doğrultusunda çalışır. Yangın algılama ve alarm sistemi, bağımsız çalışabileceği (kontrolörün üzerinde bir ekran ve yazıcı takılabilir) gibi bina otomasyon sistemine entegre edilerek, merkezden izlenme, kontrol imkanları sağlanmaktadır.

Şu anki çalışmakta olan yangın algılama sistemleri;

- Konvansiyonel
- Adresli
- Akıllı Adresli

Duman örneklemeli olmak üzere 4 farklı tipte kurulabilmektedir. Binaların büyüklükleri kullanım amaçları doğrultusunda en uygun çözüm müşavirler, tasarımcılar ve firmalar tarafından çözüm üretilmektedir.

5.5.5.5 Raporlar

BYS yazılımı, alarm raporlarına ilaveten gösterim ve yazılım için birçok sistem raporunu içermektedir.

Veritabanı doküman sistemi yazılımını nokta işlem parametreleri, sistem metni, kontrol birimi yapısı gibi bildirmektedir.

Eğilim raporu hizmeti, veri nokta statüsünün ve değerlerinin sonraki değerlendirmek için arşivlenmesine olanak tanımaktadır. Arşivleme, süre aralığı ya da statü ya da değer değişikliği temelli olabilir. Eğilim verileri, arşivlenmiş olarak değerlendirilebilir ya da sınıflandırılabilir ve azaltılabilir –“3-16-96’dan 5-16-96’ya kadar maksimum günlük sıcaklığın yazdırılması” gibi. Eğilim verileri, gösterim/çıktı başına sekiz noktaya kadar sütunlu formatta ya da eğri grafikte sunulabilir. Eğilim örneği gereklilikleri, genellikle kontrolörde düzenlenmektedir ve sonraki aşamada otomatik olarak BYS’ye bildirilmektedir.

Diğer standart raporlar, aşağıdakileri içerebilir:

- Tam nokta özeti.
- Alarm özeti.
- Atıl Nokta Günlüğü.
- Tekli Sistem Özeti (tekli AHU ya da tekli soğutucu).
- Kontrol Birimi Statüs Özeti.

6. KONTROL ELEMANLARI

6.1 Regülatörler (Kontrol Aletleri)

Bir regülatörden, bir fiziksel durumu, daha önceden verilenlere uygun olarak belirli bir konuma otomatik olarak getiren bir cihaz anlaşılır. En basit biçimde ölçü hissedicisi ve regülatör bir termostat higrostat veya pressostata monte edilir. Modern sistemler birbirinden ayrılmış ölçü sensörü ve ayar elemanlarıyla (periferik cihazlar) bağlantılı pnömatik, elektriksel veya mikro elektriksel regülatörlerden oluşur.

6.1.1 Yardımcı Enerjisiz Regülatörler

Bu regülatörler dışarıdan verilen yardımcı enerjiyi almaksızın çalışırlar. Çalışma esasları mekanik yasalara dayanır.

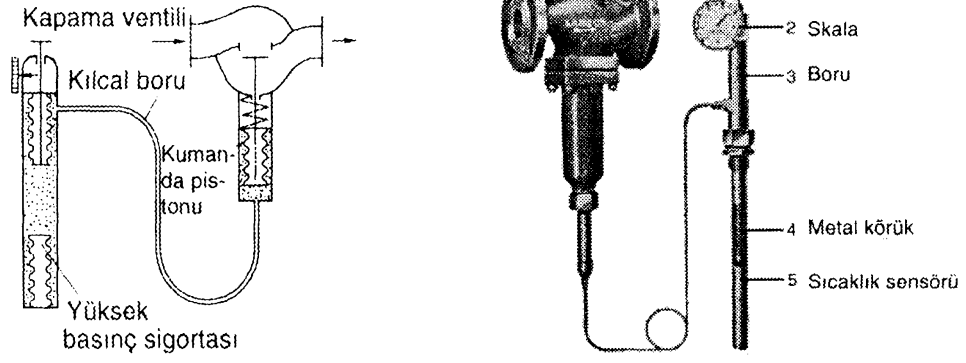
6.1.1.1 Direkt Regülatörler

Bü regülatörler yardımcı enerji olmaksızın bir genişleme sistemiyle çalışırlar. Havalandırma teknolojisinde regülatör esas itibari ile sıcaklık için, dar bir kapsamda basınçlar ve debiler içinde kullanılmaktadır. Direkt regülatörler kararlı regülatörler grubuna girerler.

Sıcaklık regülatörleri (Şekil 6.1) sensör, kılcal hatlar ve vanadan oluşur. Sıcaklık arttığında sistem içindeki sıvı genişler ve idare pistonlarını harekete geçirir (ısıtma vanası ve soğutma vanası). Sıcaklık ölçümü için kullanılan sensör, daha hızlı tepkiler almak için suda çubuk olarak, havada spiral olarak kullanılır. Aynı zamanda vanadan ayrı olarak nominal değer ayarlayıcısı olarak da kullanılabilir.

Sadece küçük ve eski tesisatlarda kullanılır. Sıcaklık sabit tutulmaz, ancak orantı ayarlayıcıları geçerli olduğundan dolayı, orantı sahası yaklaşık olarak 3...6 K, kaldırma yüksekliği ise 2...3 mm'dir.

Vana, düşük basınçlarda bir yay vasıtası ile açılan yüklenmiş *tek oturmali vana* olarak yapılmıştır. Daha büyük basınçlarda yük boşaltmalı vanalar, örneğin özel harici yük boşaltma hatlı tek oturmali vanalar veya *çift oturmali vanalar* kullanılmalıdır. Bir ağız kapanırken diğer ağız açılan üç yollu vanalar da kullanılabilir.



Şekil 6.1 Direkt regülatör

Sensörün sıcaklığı doğru olarak ölçüldüğünde ve vananın kullanım durumuna uygun vana otoritesi yada basınç düşürücüsü (k_v -değeri) gösterdiğinde kurulurken dikkat edilmelidir. Eğer hacim sabitinin hacim değişkenine oranındaki basınç düşüşü göz önüne alınırsa, hidrolik alanındaki yeni buluşlar vana dağıtımında iyileşen ekonomik gerçekleri gösterirler.

Bu regülatörlerle bir örnek de termostatik *radıyator vanaları*, geri dönüş sıcaklık sınırlayıcı, basınç ayarlayıcı, miktar sınırlayıcı vb.

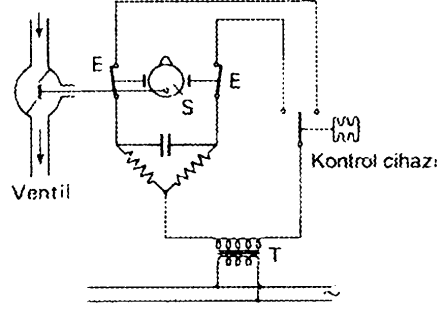
Avantaj: Elektrik veya basınçlı hava gibi yardımcı enerjilerden bağımsız olduklarından değerlidirler ve güvenlik kontrol devrelerinde kullanılırlar.

Dezavantaj: Oransal olan bölüm ayarlanamaz, bu yüzden kontrol uzunluğuna uyum mümkün değildir.

6.1.1.2 Mekanik - Elektrikli Regülatör

Bu regülatörlerde *kesikli* ayarlar söz konusudur. Bunlar kural olarak *iki* veya *üç noktalı regülatör* olarak kullanılırlar. Bunların çıkış sinyali sadece 2 veya 3 konumu tayin edilebilir. Örneğin açma kapama. Bunlar sıcaklık, rutubet veya basınç regülatörleri olarak çok çeşitli şekillerde kullanılırlar. Sıcaklığın ölçülmesinde *bimetal* (farklı genleşme katsayıları olan maddeler) veya sıvı genleşmeli hissedicilerde kullanılmaktadır. Rutubet ölçümü pamuk veya sentetik bantlardan yapılmış olan higroskopik kalbur üzerinden sağlanır. Basınç regülatöründe, ölçüm yay yüklemeli bir metal kılıf veya bir diyafram üzerinden yapılır. Ayar elemanının manyetik açma-kapama şalteri, mikro şalter, ve cıva şalteriyle gizli temasları önlemek için minimal temas (ısıtma ayarı) ve maksimum temas (soğutma ayarı) vardır.

Üç konumlu regülatörler, bu regülatör cinsinin bir alternatifidir. Bunlar iki noktalı regülatörler gibi çalışırlar fakat ayar elemanının ara konumları da mümkündür. (Şekil 6.2)

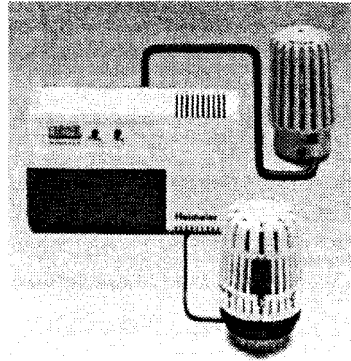


Şekil 6.2 Salınlımlı kontrol

Regüle büyüklüklerinin değişmesi halinde, örneğin sıcaklığın yada basıncın değişmesi, ayar elemanı bir veya diğer yöne hareket eder. Ayar konumunun her iki nihai konumundaki her bir açma şalteri nihai konuma eriştiğinde bunu durdurur. Regülatörde nominal değer erişildiği zaman ayar motoru o haldeki kendi konumunda durur. Böyle regülatörlerin küçük klima cihazlarında kullanılması halinde ısıtma-nötr-soğutma fonksiyonları gerçekleştirilebilir.

Kural olarak böyle kontrolör için her iki motor arasındaki ayar motorlarının faaliyet süresi çok kısadır, öyle ki pek tatmin edici olmayan aşırı salınlımsız bir regülatör sonucu elde edilebilir. Regülatör çıkışıyla ayar motoru arasına ayrıca, ayar motoruna giren akımı ayarlayabilen bir ritimde kesebilen ve böylece motorun faaliyet süresini uzatan bir kademeli şalt rölesi de (mekanik ya da elektronik), devreye bağlanabilir. Böylece algoritmalar sayesinde durağan bir kontrole ulaşılabilir.

Bu regülatörlere *saatli termostatlar* da dahil edilebilir. Bunlarda zamana bağlı olmaksızın iki ayrı nominal değer (örneğin gece ve gündüz ayarlanabilir). Başka bir yapı da sayısı 10'a varan termostat vana kafaları için özel çıkışlı yapıdır (Şekil 6.3).



Şekil 6.3 Termostatik vanalarda 5K civarındaki sıcaklık düşümüne ilişkin haftalık programlı saatli termostat

6.1.2 Elektrikli Regülatörler

Elektriksel regülatörler, yardımcı kuvvet olarak elektrik akımını kullanırlar. Bugün bu regülatörlerle haricen elektronik yapı parçaları monte edildiğinden bunlar sıklıkla *elektronik regülatörler* olarak da isimlendirilirler. Regüle edilmesi gereken fiziksel büyüklük, genellikle sıcaklık, rutubet ve basınç, bir ölçü sensöründe bir analog elektriksel sinyale dönüştürülür. Regülatörde bu sinyal fiili değer olarak işlenir. Regülatör kendisi elektronik yapı parçaları ile beraber çalışır ve bağlı bulunduğu ayar elemanına tekrar bir elektronik sinyali gönderir. Aslında bütün bu regülatörler regüle algoritmalarıyla *oransal* (P-regülatörü) *oransal entegral* (PI-regülatörü) ve *oransal-entegral-diferansiyel* (PID - regülatörü) ve bu üç yolun kombinasyonlarıyla çalışırlar.

Ayrıca *yardımcı büyüklük* veya *arıza boyut devresi*, *yapısal bağlantı*, *kaskad bağlantı* gibi ilave devrelerde vardır. En basit göstergesiz regülatörden, değerleri dijital olarak gösteren regülatöre kadar çok çeşitli teçhizatlar vardır, nominal değerlerin verilmesine bağlanan ayar elemanını manuel olarak, istenilen herhangi bir ayara getirdiğimiz karmaşık kontrol araçlarına uygun ve yeterlidir.

Sıcaklık nem ve basıncın kontrolü için kullanılan bu sensörlere bugün *blok regülatör* denilmektedir. Tarzından ve ölçü büyüklüğünden bağımsız bir çıkış sinyali gönderen *aktif sensörler* kullanıldıklarında, regülatörün hiçbir kontrol görevinde herhangi bir değişiklik olmaz.

Pasif sensörler (kural olarak direnç sensörleri) kullanılacaksa regülatörün giriş devresi bu özel durum için yapılmış olmalıdır.

Regülatörün çıkış tarafında, çalıştırılması gereken herhangi bir ayar elemanına göre farklar vardır. Çıkışlar için, 2-noktalı, 3-noktalı ve ayrıca 0(2)...-10 V veya 0(4)...-20 mA olan analog çıkışları bulunmaktadır.

6.1.3 Pnömatik Kontrol

Pnömatik ayar tesisleri, kuvvet takviyesi için yardımcı enerji olarak basınçlı havayı kullanırlar. Bunlar aşağıdaki parçalardan meydana gelirler:

Hava basıncı kompresörü motor ve basınçlı hava kabı, sıcaklık, nem ve basınç için *sensörler*. Vana ve damperler için *Membran motorları*, sensör ve membran motorları arasındaki bakır veya plastikten olan *bağlantı boruları*.

Bütün basınçlı hava regülatörleri sıcaklık, nem ve basınçla orantılı olarak çalışır. Yani her bir değer için ayar organı bir ayarlama yapar. P bölgesi ayara daha uygundur. Böylece buna bağlantılı ayar sapmaları kısa bir ayarlamayla yok edilebilir (PI-regülatörü).

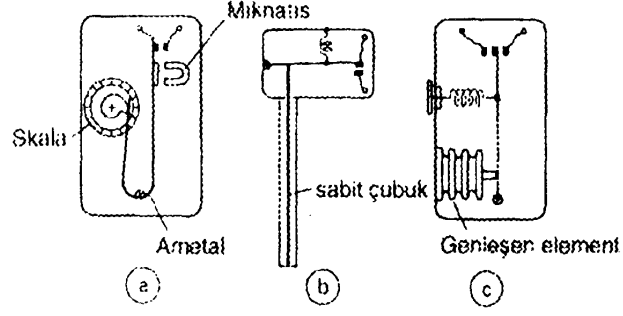
6.2 Sensörler

Bir kontrol tesisatının önemli bir parçası da, kontrol büyüklüğü x 'i tespit eden *sensördür*. Sensör ölçülen değerleri regülatörün işleyebileceği fiziksel büyüklüklere dönüştürür. Sensörün giriş değeri, oda havası teknolojisinde sıcaklık, rutubet ve basınç olarak ölçülmesi gereken ayar değeridir. Çıkış büyüklükleri her sensörün cinsine göre mekanik bir hareket, bir omik direnç (direnç sensör, potansiyometre verici) veya söz konusu edilen aktivitedeki sensörlerden bir birimsel sinyal (0(2)-10 V, 0(4)-20 mA, 0,2-1 bar) olabilir.

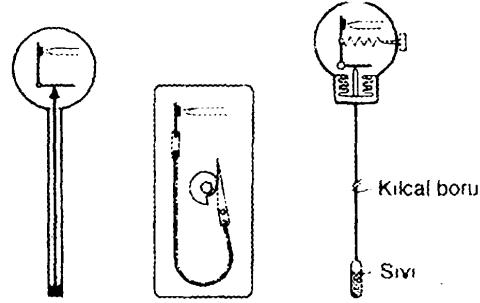
6.2.1 Sıcaklık Sensörü

Sıcaklık sensörleri, sıcaklık değişimi olduğunda kendi çıkışını değiştiren sıcaklığa duyarlı bir elemandan meydana gelir.

En basit biçimde sensör, bir üniteye (*termostat*) ilişkin regülatör ile beraber monte edilmiştir. Bunun için farklı çeşitlerde genleşme sensörleri kullanılmıştır (Şekil 6.4 ve 6.5). *Bimetal yaylarda*, farklı sıcaklık genleşme katsayısına sahip 2 adet metal şeritle beraber sarılmışlardır. *Çubuklu sensörlerde*, sıcaklıkla kuvvetli olarak genleşen materyalden yapılmış bir çubuk sıcaklığa bağlı bir genleşme göstermeyen bir değişmez çubukla bağlanmıştır. *Diyagram ve kılcal boru sensörlerinde* ise sıcaklığa bağlı olarak genleşen sıvılar ve gazlar kullanılmıştır. Söz konusu ünite regülatörü için bugün kendi elektrik direnci sıcaklıkla değişen harici ölçü elemanları kullanılmaktadır. Bunların en önemleri platinden nikelden ve böyle özel yarı iletkenlerden yapılmış tel veya levha dirençlerdir.

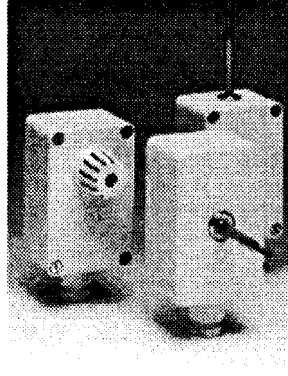


Şekil 6.4 Çeşitli elektrikselsel termostatlar



Şekil 6.5 Çeşitli pnömatisel termostatlar

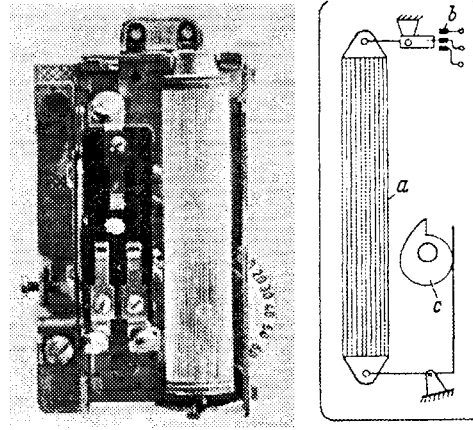
Sonuncular elektrikselsel dirençlerini platin ve nikel sensörlerden çok daha kuvvetli değiştirebilirler. Bu yüzden doğrusallık daha kötüdür ve değişimde tanım çizgisine dikkat etmek gerekir. Bu sensörler regülatöre direkt olarak regülatörün ölçüm devresine bağlanır. Aynı zamanda sıcaklığa bağlı direnç değişimini elektrikselsel birim sinyallerine 0(2)-10 V, 0(4)-20 mA, (0,2-1 bar) dönüştürülen ölçüm değerleri dönüştürücüsüyle beraber bağlanabilir. Bu metodun avantajı her şeyden önce ölçüm yeriyle regülatör arasındaki uzaklığın önemli olmamasıdır. Bunlar iki adet birbirine lehimlenmiş metal çiftlerinden meydana gelirler. Sıcaklığın yükselmesi halinde regülatöre girişi sağlayan bir termogerilim oluşur.



Şekil 6.6 Oda kanal ve dış hava sıcaklığı için dirençli termometre.(Juchheim)

6.2.2 Nem Sensörleri

Nem sensörleri, neme duyarlı eleman olarak, relatif nemin değişmesi esnasında genleşen veya büzüşen higroskopik cisimler olarak kullanılır. Örneğin: ipek, saç demeti, yün ve sentetik maddeler... Bir bağlantı elemanı ile birlikte monte edilirse sözü edilen *higrostat* oluşur (Şekil 6.7 ve 6.8 a).

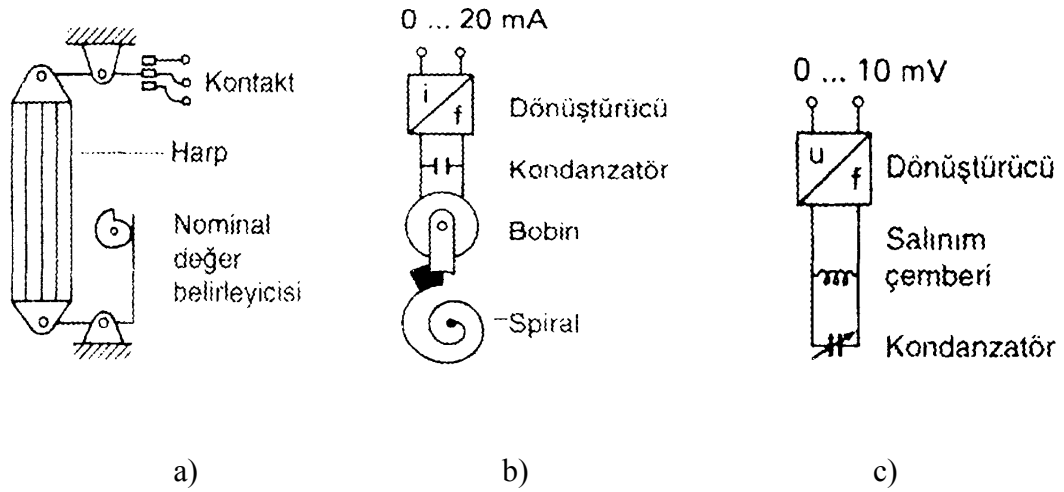


Şekil 6.7 Saç Higrostat

Sağ: şema, sol: görünüm. a = saç harpı, b = bağlantı yerleri, c = nominal değer ayarlaması

Bağlantı elemanı yerine bir potansiyometre bağlanırsa, nem sensörü bir regülatör için ölçü girişi olarak vazife görür.

Regülatörle kullanılan modern nem sensörleri belirli maddelerin nem değişikliklerindeki elektriksel direnç ve sığa değişikliklerini elektriksel ölçüm olarak değerlendirirler.(Şekil 6.8)



Şekil 6.8 Çeşitli nem sensörleri

- a) saç harpisiyle
- b) sentetik spiralle
- c) kondansatörle

Şekil 6.8 b) neme duyarlı *plastik kaplı*, metal spirallerden oluşan bir nem sensörü göstermektedir; nem değişikliklerinde bir elektriksel titreşim devresi oluşur ve değişken frekans, frekans-akım çeviricisiyle nemi orantılı bir akıma dönüştürür.

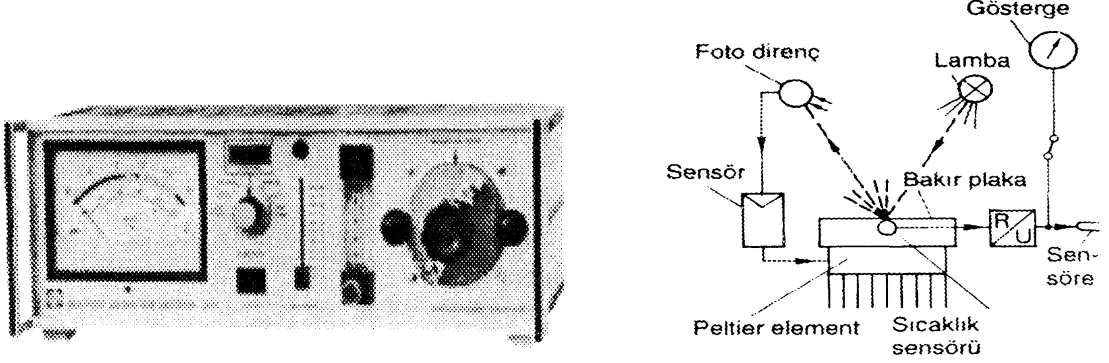
Bunun benzeri Şekil 6.8 c) için de geçerlidir.

Ölçü elemanı burada sıgası hava nemiyle değişen ve bir frekans-gerilim transformatörüyle nemle orantılı olarak gerilime dönüştürülen bir kondansatörün neme duyarlı *dielektrik* elemanıdır.

Bütün bu metotlar, cihazların sık sık ayarlanmalarını mecbur kılan dezavantajlara sahiptirler. *Çiğ noktası aynası* da hassas bir sensördür. Bu alet sürekli ayarlama gerektirmeksizin kesin fiziksel ölçüm sonuçları sağlar. Fakat bu aletler çok pahalı olduklarından sadece hassas ölçümlerin gerektiği yerlerde kullanılır.

Alet Şekil 6.9'daki gibi çalışır: altın suyuna batırılmış bakır levha bir peltier eleman tarafından soğutulur. Çiğ noktası sıcaklığının altında ölçülmüş miktarda hava verilen bu ayna çiğ damlalarıyla kaplanır. Bu yüzden gelen ışık demeti diffüzyonal biçimde yayılır. Bir foto dirençle ve regülatörle, aynanın sürekli çiğle kaplı olması durumunda, bir Peltier elementin ısıtma yada soğutma verimi ayarlanabilir. Bu durumda aynanın yüzeyi çiğ noktası sıcaklığına uygundur. Bu bir Pt 100 sıcaklık sensörü tarafından belirlenir ve gerilim sinyaline

dönüştürülür. Bir göstergede ölçülen değeri gösterir; ve bir yatakla bir regülatör birleştirilmiş olur. Şekil 6.9 bir çiğ noktası aletini göstermektedir. Ölçü hassaslığı $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

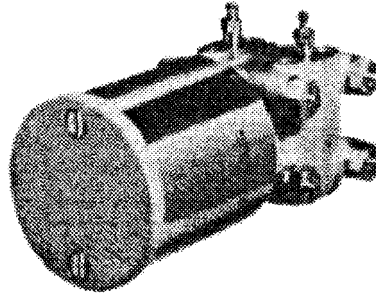


Şekil 6.9 Çiğ noktası aynası prensibine göre nem regülatörü

Sağ: prensip şekli. Sol: aletin görünüşü

6.2.3 Basınç Sensörü

Sıvılardaki ve gazlardaki basınçların tespit edilmesi için *basınç sensörleri* kullanılır. Yaklaşık 100 mbar'dan, çok yüksek basınç bölgelerine kadarki basınç bölgesinde, basınca bağlı sapmanın mekanik olarak potansiyometre üzerinden tespit ettiği diyaframlı kutular kullanılır. Sık kullanılan bir şalt *aktif sensörlerle* basınçla orantılı birim sinyaller oluşturur. 0(2)...10 V ya da 4...20 mA.



Şekil 6.10 2-10 mbar ila 600-3000'lik çeşitli basınç sahaları için seramik ölçme hücreli aktif basınç sensörü (Philips).

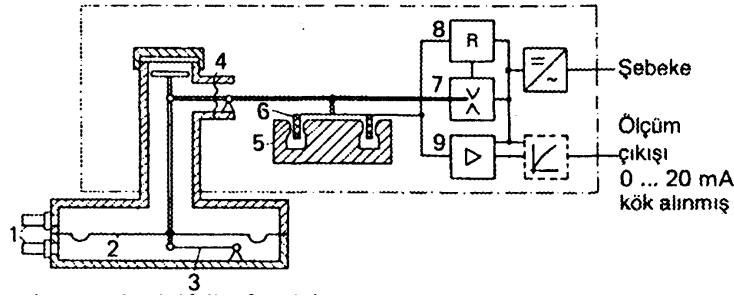
En modern sensörler, bir plakalı kondansatörlerle bağlanmış bulunan bir seramik hücresiyle donatılmışlardır. Ölçü sinyali, kapasitif olarak diyaframın konumu üzerinden tespit edilir.

Aktif sensör bir elektronik şalt üzerinden basınçla orantılı birim sinyaller 4...20 mA gönderir.

Farklı ölçüm alanları: 2...10'dan 600...3000 mbar (Şekil 6.10).

Bu sensör jenerasyonunun avantajı: Ölçümde maksimum hassaslık. Küçük ve büyük basınçlar arasındaki yüksek fark. Ölçüm organının her ortamda sabitliği.

RLT-sistemlerinde 0...10 Pa (0.1 mbar)'lık basınç ölçümlerine özel sensörler kullanılır.



Şekil 6.11 Elektriksel ölçü dönüşümlü aktif diyaframalı basınç sensörü

Çeşitli ölçüm aralıkları 0...10 Pa ile 0...1000 Pa. Çıkış lineer ve kökü alınmış 0...20 mA.

Çalışma prensibi: Ölçülebilen basınç, bağlantı kapağı 1'den diyafram 2'ye iletilir: yönlendirici 3 tarafından yönlendirilmiş diyafram, 4'te bir güç söndürümüne maruz kalıp, 5 manyetik alanında bulunan bir bobin ile bağlanmıştır. Konum sensörü 7 tarafından yönlendirilen regülatör 8, bobinin diyaframdan gelen kuvveti söndürmesi için gereken elektrik akımını sağlar. Böylece bobinden geçen akım diyaframdan gelen kuvvet için bir ölçü olmuş olur. Bu elektronik devre 9 bobinden geçen akımı 0...20 mA içinde tutar.

6.3 Ayar Düzeni İşletmesi

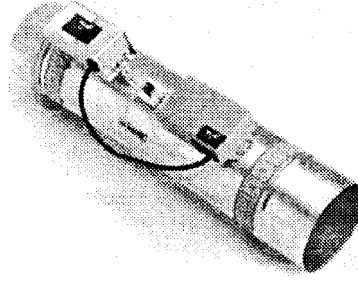
Elektrikli ayar motorlarında tahrik için genelde her kumanda impulsuna göre sağa veya sola doğru kendi etrafında dönen ve bununla beraber bir dişli mekanizması veya kol hareket aktarma düzeni üzerinden ayar elemanını (vana veya klape) harekete geçiren, 2 sargılı ve sabit devir sayılı bir kondensatör motoru görev yapar.

Strok ayarı çoğu mamulde değiştirilebilir. Ayar kolunun her konumda dışarıdan görülebilir olması gerekir.

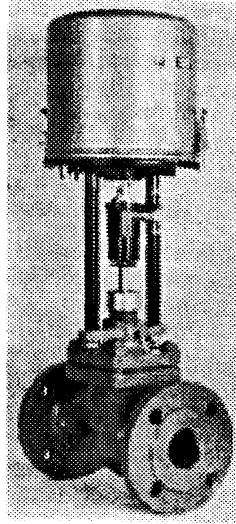
Küçük güçler için elektrik kesintisi halinde son duruma geri gelen yaylı ayar motorları veya yukarıya ve aşağıya hareket için *manyetik aktüatörler* (solenoid valfler ve manyetik çalışan klapeler) kullanılır.

Elektrotermik Aktüatörleri, ısıtıldığında kaldırma görevi gören bir genleşme maddesi sayesinde etki ederler

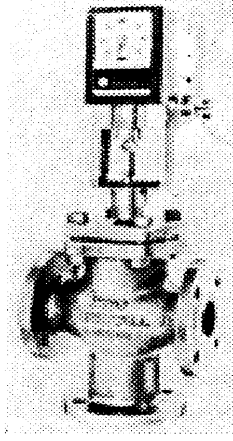
Klapelere ait motorların seçiminde büyüklük dikkate alınmalıdır. Büyük klapeler daha güçlü motorlar gerektirir.



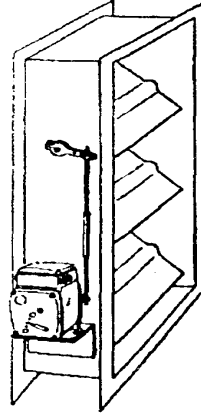
Şekil 6.12 Elektrikli ayar motoru: bir klapenin elektrikli debi regülatörü ile tahriki için
(Belimo)



Şekil 6.13 Kondansatör motorlu ve dişli çark hareket aktarmalı elektrikli kontrol vanası
(Kieback & Peter).



Şekil 6.14 Kondansatör motorlu ve valf mili için kol mekanizmalı elektrikli kontrol vanası
(Honeywell)

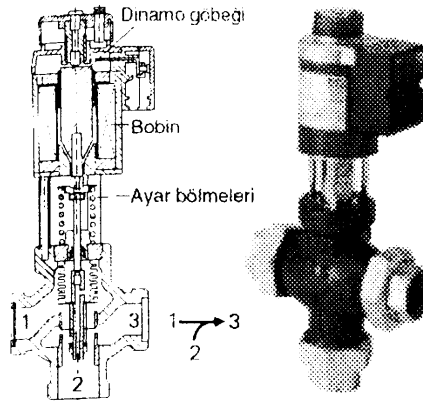


Şekil 6.15 Klappe üzerine monte edilmiş kol mekanizmalı elektrikli ayar motoru
(Modutrolmotor Honeywell)

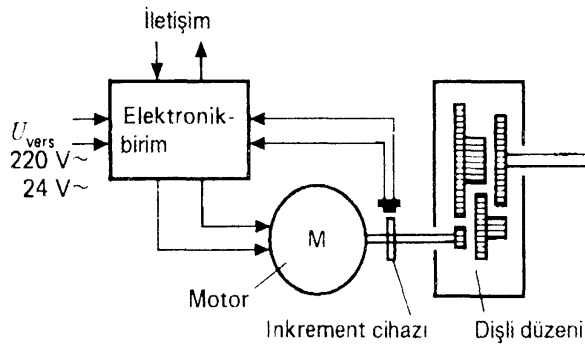
Özel bir yapı tarzda da kademesiz çalışan *solenoid vana*dır, Şekil 6.16. Bu vana elektronik bir devre yardımıyla, faz dilimi tarafından değiştirmiş bir doğru akımla harekete geçirilir. Az sürtünmeli yatakta bulunan dinamo bobini her voltaj değişikliğinde hareketini vana konisine aktarır. Aynı zamanda DDC için 0(2)...10 V giriş için sıfır gerilme kat dereceli.

Entegre mikro elektroniğe dayanan *akıllı* ayar tahrikleri kuruluyor (Şekil 6.17). Ayarlı kesici ve durum bildirim potansiyometresinin konvansiyonel olarak devraldığı fonksiyonlar, dönüşlerin ve devir yönünün sayımı yoluyla Elektronik verici (2 Hall-Sensörleri) tarafından software olarak devralınır. Elektronik birim şu fonksiyonları mümkün kılmaktadır: Adaptör olarak elektriğe bağlayan ayar cihazı; bağlanabilir P ve PI - Kılavuz kontrol cihazları; ayar

hesaplaması ve son durum raporu (motoru durdurur, çalışmayı otomatikleştirir), Arıza bildirme.



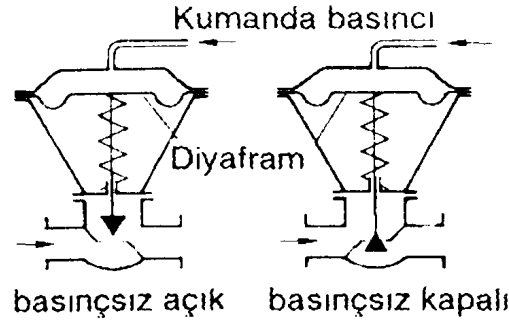
Şekil 6.16 Aktüatörlü kademesiz olarak ayarlanabilen magnetik vana
Sağda: Görünüş. Solda: kesit (Staefa)



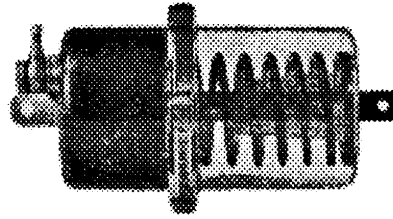
Şekil 6.17 Akıllı elektrikli ayar tahrik ünitesi; şema (INA, Siemens).

Pnömatik ayar motorlarında genel olarak kontrol basıncı ile sağlanan hareketi doğrudan veya bir kol hareket aktarma düzeni klapeye veya vanaya aktaran bir diyafram veya bir yay parçası (katı körük) tahrik görevini görür. Bu motorların tahrik gücü çoğunlukla elektrikli motorlarınkinden büyüktür (Şekil 6.18). Vana bağlanırken, basınç düşmesi durumunda vanaların açılmış veya kapanmış olup olmadığına dikkat edilmektedir.

Endüksiyon cihazları ve karıştırıcı cihazlar için lastik silindirik diyafram ve baskı yayı ile piston prensibine göre çalışan havalı, eşit oranda etki eden ayar tahrik düzenleri kullanılır. Örnek şekil 6.19.

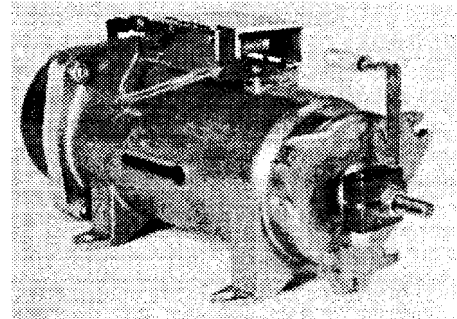
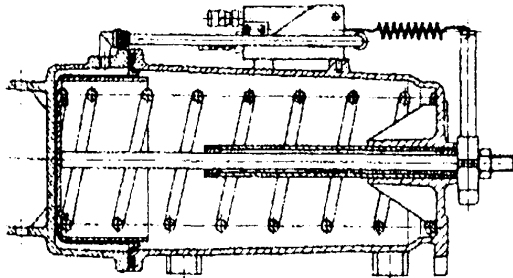


Şekil 6.18 Havalı tahrikte çalışan iki taraflı vana.



Şekil 6.19 DHD- ve endüksiyon cihazları (LTG) için havalı ayar motoru

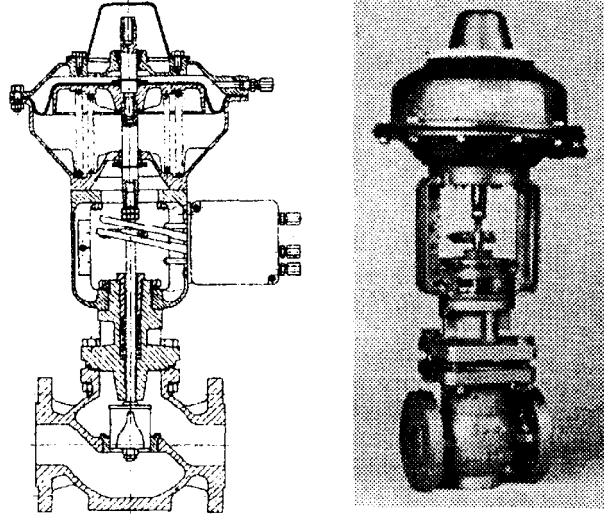
Şekil 6.20 örnek olarak, bir klape için tahrikli için kullanılan ayar motorunu göstermektedir. Kol hareket aktarma düzeni üzerinden klapeye ait kolu hareket ettiren yay parçası basınç kutusunda bulunmaktadır. Kol mekanizması ve klape arasındaki aktarımın ayarı değiştirebilir. Kumanda basıncının düşmesi durumunda yay geri alınır. Motorun konumuna göre klape basınçsız açık veya kapalı olabilir. Tam bir kontrol ve ayar rölesinin yatak sürtünmesinin giderilmesini durumunda ayar büyüklüğü değişimi kumanda basıncına eşit oranlı olacaktır.



Şekil 6.20 Silindirik diyaframlara ve ona monte edilmiş röleye (JCI) sahip klape için havalı ayar motoru.

Solda:şema; Sağda: görünüm.

Şekil 6.21 vanaanın tahriki için kullanılan ayar motorunu göstermektedir. Tahrik elemanı, diyafram levhası yardımı ile doğrudan mili harekete geçiren bir diyaframdır. Milin geriye alınması yay ile sağlanır. Dışarıda görülen ayar ibresidir. Kanal konisine sahip vana.



Şekil 6.21 Diyaframalı ve üzerine monte edilmiş ayar röleli pnömatik vana (JCI).

Solda: kesit. Sağda: görünüş

7. ÖRNEK BİR ÇALIŞMADA HVAC CİHAZLARINDA KULLANILAN MEKANİK KONTROLÜ

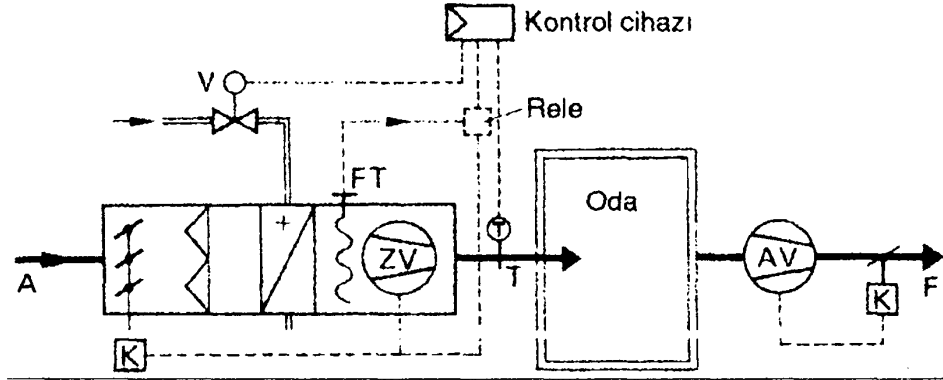
7.1 Giriş

Havalandırma ve klima teknolojisinde hava sıcaklığını ve nemini daha önce verilmiş olan bir değerde otomatik olarak tutma vazifesi görürler. Her kontrol sistemi, bir veya birden çok kontrol cihazından, her kontrol cihazı da algılayıcıdan, kontrol organından, güç şalterinden ve donanımdan oluşmaktadır.

Bu elemanların mümkün olan düzenlemelerinin sayısı büyüktür

7.2 Bir Havalandırma Sisteminin Kontrolü

Çalıştırma sırasında, klape motorları K dış hava ve egzost havası klapelelerini açar. Hava giriş kanalındaki bir sıcaklık sensörü T, ölçülen ile kontrol cihazında ayarlanmış olan sıcaklığı karşılaştırır. Bir sapma durumunda kontrol cihazı, hava ısıtıcısına ait vananın V ayarını değiştirir. Donma koruması termostadı FT, donma tehlikesinde mekik yardımı ile vantilatörü devre dışı bırakır, dış hava klapesini kapatır ve kontrol cihazını devreden çıkararak ısıtıcı vanayı V açar.



Şekil 7.1 Bir havalandırma düzeninin kontrolü

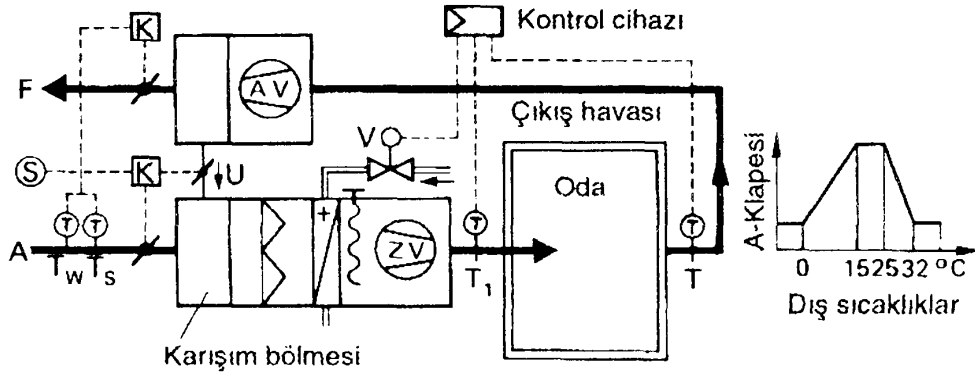
7.2.1 Havalandırmalı Bir Hava Isıtma Sisteminin Kontrolü

Çıkış havasındaki (veya odanın içindeki) bir sıcaklık sensörü T , ölçülen ile kontrol cihazında ayarlanmış olan sıcaklığı karşılaştırır. Bir sapma durumunda kontrol cihazı, hava ısıtıcısına ait vananın V ayarını değiştirir. Hava girişi kanalındaki bir minimal ayarlama cihazı T_1 soğuk hava üflemesini önler.

Dış hava kanalındaki kış termostatu T_w , dış hava sıcaklığının azalması durumunda örneğin 15°C ve 0°C arasında daima dış hava/egzost havası klapesini kapatır ve karışım havası klapesini açar.

Yaz termostatu T_s , de aynı şekilde örneğin 25°C 'den 32°C 'ye kadar olan dış hava sıcaklıklarında etkili olur. 15 ile 25°C arasında tam dış hava kullanımı söz konusudur.

En küçük dış hava oranı, bir nominal değer belirleyicisi S tarafından ayarlanabilir. Lokal ısıtıcıların varlığı halinde ısı girişi dış sıcaklığa bağlı olarak ayarlanmalıdır. Ve bunun mümkün olduğu kadar temel yüklü ısıtma şeklinde yapılması gerekir.



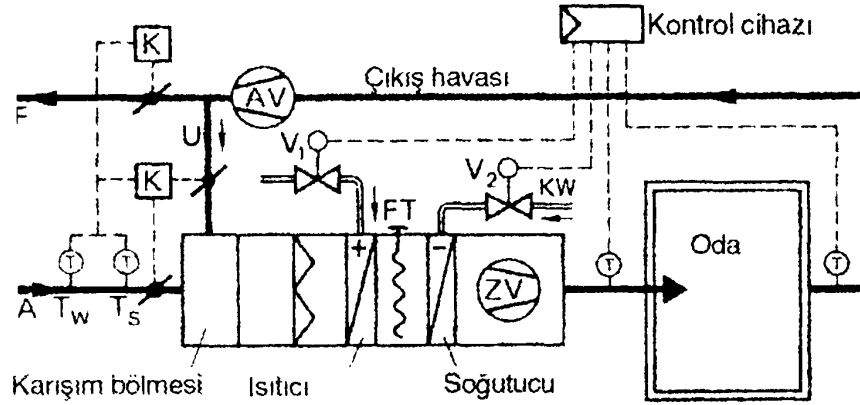
Şekil 7.2 Havalandırmalı bir hava ısıtma sisteminin kontrolü.

7.2.2 Isıtma Ve Soğutmalı Havalandırma Sistemlerinin Kontrolü

Çıkış havası kanalındaki (veya oda içindeki) termostat T , sekans halindeki ısıtıcı vana V_1 ve soğutucu vana V_2 'ye kumanda eder. Isıtıcı ve soğutucu arasında ölü bölge bulunur. Minimal ayarlama cihazı T_1 , belli bir giriş havası sıcaklığının altına (örneğin 16°C) düşülmesi halinde hava ısıtma cihazına ait vanayı V_1 açar.

Yazın yüksek sıcaklıklarda karışım klapesi açılırken, dış hava termostatu T , dış hava klapesini ve egzost havası klapesini kapatır. Kışın düşük sıcaklıklarda da dış hava termostatu T_w aynı

şekilde etkili olur. Sistemin devreden çıkarılması durumunda dış hava ve egzost havası klapeleri kapatılır.

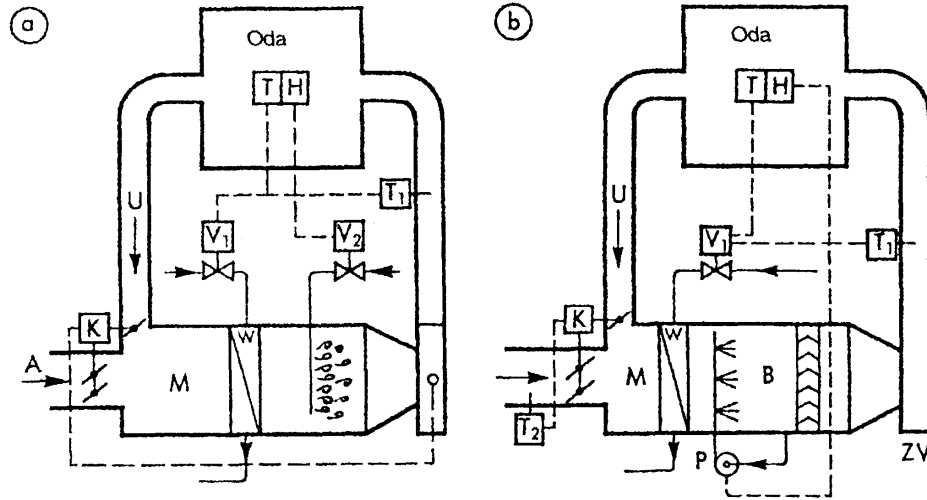


Şekil 7.3 Isıtma ve soğutmalı havalandırma sistemlerinin kontrolü.

7.2.3 Nemlendirmeli Havalandırma Sistemlerinin Kontrolü

a) Buharla nemlendirme. Odanın içindeki (Çıkış havası kanalı veya giriş havası kanalı) termostat T, hava ısıtma cihazına ait vanaya V_1 kumanda eder. T_1 = Minimal sınırlandırıcı. Higrostat H, buhar vanası V_2 'ye kumanda eder; dış hava klapesi K devre kesildiği zaman kapanır.

b) Sirkülasyon pompalı püskürtme hücresi yardımı ile nemlendirme. Termostat T ve T_1 , Şekil 7.4 teki gibidir. Higrostat H, yıkama pompasını P açar ve kapatır. Dış termostat T_2 , sıcaklık düşüşüyle beraber dış hava klapesini kapatır.



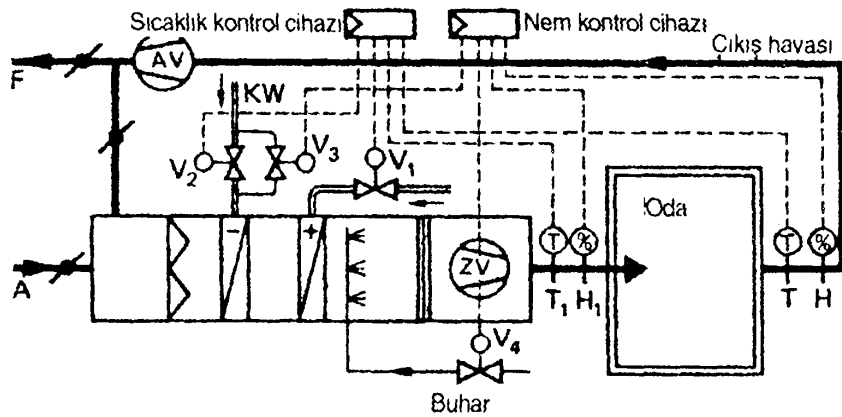
Şekil 7.4 Nemlendirmeli havalandırma sistemlerinin kontrolü.

7.2.4 Buharla Nemlendirmeli Bir Klima Sisteminin Kontrolü

Çıkış havası kanalının (veya odanın) içindeki termostat T , sekans ısıtıcı vana V_1 'e ve soğutucu vana V_2 'ye kumanda eder ve böylece kontrol cihazında ayarlanmış olan oda sıcaklığı sabit kalır. T_1 = Minimum sınırlandırıcı.

Çıkış havası kanalının (veya odanın) içindeki higrostat H , havadaki bağlı nemi ayarlar. Nemin düşmesi durumunda higrostat buhar vanası V_4 'ü açar, nemin yükselmesi durumunda da ilk önce buhar vanasını kapatıp ve soğuk su vanası V_2 'yi havanın nemi giderilecek şekilde açar. H_1 = Nemin maksimum sınırlandırıcısı.

Dış hava/karışım havası-kontrolü



Şekil 7.5 Buharla nemlendirmeli bir klima sisteminin kontrolü.

Yukarıda betimlenen resimlere dair kısaltmalar:

A	Dış hava (AU)
Ab	Çıkış havası (AB)
AV	Çıkış havası vantilatörü
B	Nemlendirme cihazı
F	Egzost havası (FO)
FT	Donma koruma ısı termostadı
H	Higrostat
K	Klape motoru
KM	Soğutma makinası
M	Karışım Hücresi
P	Pompa
T	Termostat
U	Karışım havası (UM)
WRG	Isı geri kazanımı
Z	Giriş havası
ZV	Giriş havası vantilatörü

8. ELEKTRONİK DDC KONTROLÜ

8.1 Mikro Elektronik DDC

Modern dijital elektronik kendi *mikro işlemcileri* ve *mikro bilgisayarları* ile 1979/80'den beri genel olarak bina teknolojisinde ve özel olarak da klima teknolojisinde kullanılmaktadır. Bunların yanında, kumanda ve kontrolde düzeltmeler elde edilmektedir. Uygulama, aşağıda belirtilen sahalarda sağlanmaktadır:

- *Kontrol ve kumanda*
- *Optimizasyon*
- *Bina iletim teknolojisi*

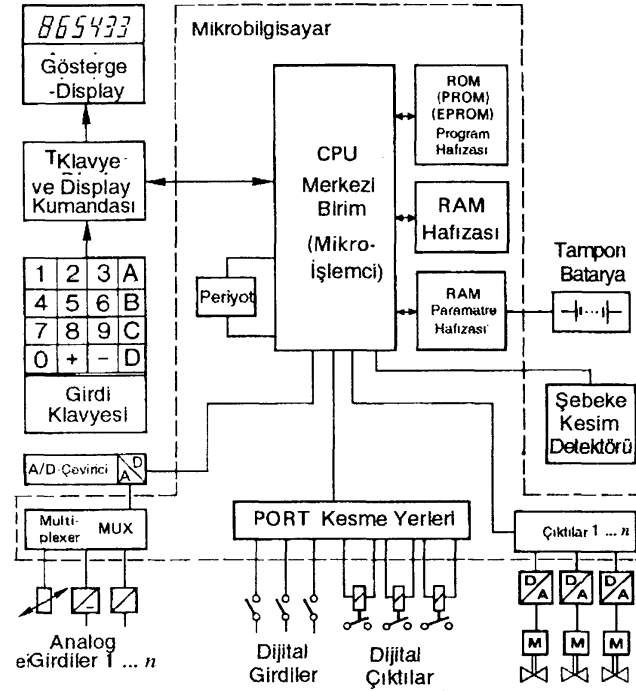
8.2 DDC Kontrolü

DDC-Kontrol cihazı (Direct Dijital Control), kontrol görevinin mekanik (manivelalar, diyaframlar, yaylarla) veya elektriksel şekilde (potansiyometreler, yükselticiler, dengeleyiciler) yapılmadığı *mikro bilgisayarların* temeli üzerine oluşturulmuş cihazlardır. Burada matematiksel denklemler haline dönüştürülmüş kontrol algoritmaları bir bilgisayarda işlenirler. Bu DDC-Kontrol cihazına, *analog-dijital dönüştürücüsü* (A/D-transformatör) üzerinden detektörün ölçüm değerleri dijital biçimde verilir. Aktif detektörler, ölçü değerleri olarak çoğunlukla 0(2)...10V veya 0/4...20 mA (mili amper) standart değerlerini iletirler. Pasif detektörlerde (örneğin Pt 100, Pt 1000, Ni 1000 sıcaklığı için) buna DDC'den detektör üzerinden vurarak yaklaşık 1...4 mA'lık sabit bir akım iletilir ve gerilim düşüşü ölçme direnci üzerinden tespit edilir. Konvansiyonel sistemde arzu edilmeyen münferit ısınma efekti, düşük akım ve darbeleri tarzındaki yükleme suretiyle ölçme akımı sayesinde ortadan kalkar. Kontrol cihazındaki analog giriş sinyali, örneğin 12-bit-D/A'lık bir transformatör yardımıyla 4096 adımda çözülür ve giriş olarak bilgisayara sevk edilir.

Göreceli olarak pahalı olan A/D-transformatörün fiyatını uygun düzeyde tutmak için, kural olarak ölçüm yeri çevrimi (*multiplexer*) ile çalışır. Mikro işlemcinin yüksek işlem hızı ve ayrıca çoklu işlemci sistemlerinin kullanılması, 0.5...120 sn'lik çevrim sürelerinin mümkün olduğu bu teknolojiyle müsaade etmektedir. VVS-Tesisatlarındaki basınç kontrolü gibi çabuk kontrol yolları için, örneğin dış sıcaklığa erişilmesi halinde büyük çevrim süreleri yetmekte beraber 0.5 sn seçilir.

Ölçüm değerlerinin işlenmesinden sonra, mikro bilgisayarda daha önceden verilmiş olan kontrol algoritmalarına göre gerekli reaksiyon hesaplanır ve dijital-analog transformatörü (dönüştürücüsü) üzerinden analog sinyal olarak her bir ayar elemanına ulaştırılır. Tek kademeli ihtiyaçlarda da-örneğin ısıtma tesisatlarında sadece 3-noktalı kumanda yani dijital çıkış (Şekil 8.1) söz konusudur. Yani bir DDC-kontrol cihazı, *bir çok* kontrol devresini kontrol eder. Burada mümkün olan sayı, periyot vericisi tarafından üretilen sistem periyodundan yeniden oluşan mikro işlemcinin işlem hızına bağlıdır (Günümüzde 4 ile 16 Mhz arasındaki frekanslar kullanılmaktadır).

Herbir kontrol devresinin parametreleri, kullanıcı tarafından değiştirilebilir.



Şekil 8.1 Bir DDC-Kontrol cihazının blok devre şeması.

Şimdiye kadar, daha önceden imalatçı tarafından İşletme-Software'i olarak sabit olarak programlanmış olan P-, PI-, PID-Kontrol algoritmaları kullanılmaktaydı. Bilgisayar, ayar elemanına ait çıkış büyüklüğünü, kullanıcı tarafından serbest olarak programlanarak girişi yapılan teorik değer ile karşılaştırdığı ölçülen giriş sinyaline (gerçek değer) uygun olarak hesaplar. Bir *dijital/analog dönüştürücüsü* (çoğunlukla 8 bitlik) üzerinden her ayar elemanı için çıkış sinyali, önceden analog forma, örneğin 0(4)...20 mA'lık devamlı bir akım çıkışına dönüştürülür. Analog sinyalin sürekli olarak ayar elemanına uyması gerektiğinden dolayı her ayar elemanı kendi D/A-Dönüştürücüsüne sahiptir. Fakat çıkış tarafında multiplekslerle çalışan sistemler de bilinmektedir, ki bunlarda her çıkış başına gerilim tutma (tutma devresi)

bulunmak zorundadır. D/A-Dönüştürücüsüne gerek kalmayacak şekilde dijital sinyalleri alan ayar elemanları da kullanılmaktadır (Siemens). Detektörlerin ayar ünitelerine göre düzenlenmesi de aynı şekilde serbest olarak programlanabilmektedir, yani bu her zaman değiştirilebilir. Kayar teorik değerler için kontrol devresine kılavuz büyüklük değerleri eklenebilir.

Mikro işlemci-Kontrol sistemlerinin programlanması, genellikle iki aşamada yapılır:

İmalatçı, program hafızasında, aynı tipteki bütün cihazlarda daha sonraki ilavelerden bağımsız olan identik olan bir sabit programı (*işletme sistemi*) sunmaktadır.

Kullanım yerine göre değişen program, kullanıcı tarafından klavye ve monitor üzerinden direkt olarak DDC-İstasyonunda veya daha sonra seri bir kesişme yeri üzerinden ya da EPROM-Değişimi ile DDC-İstasyonuna aktarılacak diğer bir bilgisayarda (örneğin PC’de) yaratılabilir. Bunun için bazı imalatçılar, BASİC benzeri program dillerini, diğerleri tercihen bir program dilini öğrenmeye ihtiyaç bırakmayan kontrol ve kumanda şekillerinin tablosal gösterimini uygulamaktadırlar.

Bu *kullanıldığı yere göre değişen* programda, klima tesisatının kurucusunun ya da hatta işletmecisinin işletme için gerekli olan girdilerin, alfa-nümerik, sadece nümerik klavye veya bir “Fare” üzerinden girişini yaptığı söz konusu “Giriş Penceresi” açık olarak kalır.

Şekil 8.2’e göre DDC-Kontrol cihazı için, örneğin kullanıcı tarafından aşağıda belirtilen parametrelerin girişi yapılmıştır:

Detektör için:

- Detektör karakteristik eğrisi (ölçme sahası), ayarlama.
- Detektörün referans büyüklük değeri olarak veya kontrol devresine ait detektör olarak düzenlenmesi.

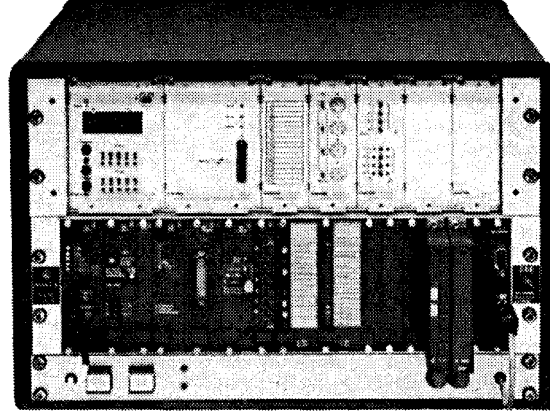
Kontrol cihazı için:

- Teorik değer1, teorik değer 2, sınır değeri.
- Kontrol parametreleri: Ölçülü saha P,
I-Payı(tekrar ayar süresi)
D-Payı (ön ısıtma süresi)
Ve ayrıca çevrim süresi
- Bir zaman kanalı için muhtemel düzenleme.
- Basamak terimine ait çıkış kanalının düzenlenmesi.

Ayar motoru için:

- Çıkış karakteristiği: İki nokta,
Üç nokta,
Devamlı.

Giriş işlemi, hem cihazdaki klavye üzerinden yapılabilir, hem de “büroda” bir veri taşıyıcısına verilebilir ve inşa mahallinde belleğe elektriksel olarak aktarılabilir.



Şekil 8.2 Maks. 48 kontrol devresi için DDC-Kontrol cihazı (Sauter, Micros 4000 SR).1024 giriş/çıkış aracılığıyla serbest olarak programlanabilir kumanda ünitesi ile kombine edilmiş.

Şekil 8.1, bir DDC-Kontrol cihazının parçalarını göstermektedir. Kesik çizgilerle belirtilmiş olan bir *mikrobilgisayarın single chip*’inin parçalarını kapsamaktadır.

Merkezi ünite (CPU) program belleği içinde intiva edilen talimatları daha önceden verilen takip sırası içinde uygular. CPU içinde intiva edilen binlerce mantık dilimlerinin farklı hareket zamanlarında uyum sağlamak için, bir merkezi periyot kullanılır.

Program belleği mantıksal olarak birbirleriyle ilgili tüm talimatları, uygulaması gereken programları içerir. Kural olarak burada geçici olmayan ROM/EPROM- Belleği söz konusudur. Kısımların kullanıcı tarafından değiştirilebilir olması gerektiği takdirde, burada RAM-veya EEPROM-Belleği kullanılmalıdır.

Değiştirilebilir veriler, RAM veya EEPROM belleği olarak monte edilmiş olan veri belleğinde intiva edilir. Eğer verilerin bir elektrik kesintisi halinde kaybolması istenmediği takdirde, bu RAM-Belleğinin batarya ile takviye edilmelidir. Bir EEPROM-Belleği(pahalı) kendi verilerini, takviye bataryası olmadan da belleğinde tutar, fakat her bellek hücresinin üzerine ancak yaklaşık 10000 defa yazım yapabildiği için tercihen sürekli olarak değiştirilmeyen (Parametreler, ara sonuçlar değil) veriler için kullanılır.

Geçmişte çok defa batarya ömrü ve maliyet sebeplerinden dolayı RAM-Belleğinin sadece bir kısmı takviye batarya ile desteklenmiştir.

Görüldüğü gibi, program/veri belleğinin Hardware-EEPROM/RAM'a ilişkin mantıki düzenlenmesi akıcı olmuştur.

Kesişme yerleri (PORT) giriş bilgileri için iki taraflı form, örneğin şalter konumları ve benzer çıkış sinyalleri için, örneğin kontrol lambaları veya ayarlayıcılar için öngörülmüştür. Çıkışlar, işletme protokolünün uygulanması için yazıcıya (Printer), optimizasyon görevleri için tekrar düzenlenmiş olan bilgisayarlarla veya merkezi iletim gözeticileriyle birleştirilebilir.

Şebeke kesilme detektörü (Watch-Dog) bir elektrik kesintisi halinde, kontrol edilemeyen verilerin belleğe kayıt edilmemesini ve sonra da proses-çevriminin tekrar doğru olarak kurulmasını temin eder.

Watch-Dog, mikrobilgisayar tarafından kurallara uygun bir şekilde hizmet edilmediği takdirde belirli bir zaman (çoğunlukla mili saniye büyüklüğünde) geçtikten sonra belirli bir duruma (Reset) gelen, bağımsız çalışan bir zaman ünitesidir. Böylelikle merkezi ünitenin veya her bir ünitenin arızalanması, dolayısıyla kesintiye uğraması halinde kendi tesir sahasının içinde meydana gelebilecek geniş ölçüde kontrol edilemeyen aksiyonlardan kaçınılır.

Şekil 8.2 maksimum 64 ölçüm değeri girişi ve 48 ayar çıkışı bulunan bir DDC-Kontrol cihazını göstermektedir. Ayrıca *belleği programlanabilen* bir kumanda ünitesi içinde, maksimum her biri başına 1024 dijital giriş ve çıkış işlenebilmektedir. Her bir bağlama ünitesi üzerinden kontrol ve kumanda parçası bağlanabilmekte ve tarihi değiştirilebilmektedir.

Adapte olabilen kontrol sistem elde edebilmek amacı ile bilinen P-, PI- veya PID-Davranışlı kontrol algoritmalarının yanında yeni algoritmalar (Dead Beat veya Minimal-Varianz)¹ geliştirilmektedir. Bu *parametre adaptasyonlu* kontrol algoritmalarının yardımı ile bir taraftan işletmeye alma esnasında kontrol işlemini kısaltırken, diğer taraftan da çeşitli yükleme durumları için (örneğin VVS-Sistemleri) bütün işletme noktalarında sabit bir kontrolün elde edilmesi amaçlanır.

Bugün çoğunlukla halen kullanılan kontrol çeşitleri P, PI, PID için matematiksel formül ayar sinyali için şu şekildedir

$$y = y_0 + K_p \left(x_d + \frac{1}{T_n} \int x_d dt + T_u \frac{dx_d}{dt} \right) \quad (8.1)$$

Buradaki terimlerin anlamları şöyledir

X_d = Gerçek değer

K_p = Orantısal ek değer

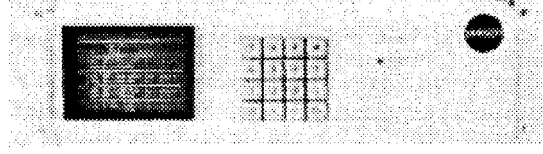
T_n = Tekrar ayar süresi (I- Payı)

T_u = Ön tutma süresi (D- Payı)

Bu kontrol cihazının optimum yapılanması ve parametrelendirilmesi için şimdiye kadar ki ayar kriterleri (ölü-, duralama-, eşitleme-zamanları vs.) kullanılabilmektedir. Ama ayrıca çevrim süresinin de göz önüne alınması gerekir. Genel olarak P-Sahası, özellikle de büyük çevrim süresinde, bir miktar yüksek seçilmek mecburiyetindedir.

DDC-Kontrol cihazları hiçbir şekilde mekanik olarak sınırlandırılmadıklarından, teorik ve gerçek değer arasında büyük sapma olduğu zaman P-Kontrol cihazına bağlanan, otomatik olarak çalışan bir yapısal dönüşüm gereklidir.

Bina teknolojisine ilişkin tesisat sistemlerinin her defasında masraf bakımından en uygun anda çalıştırılması veya durdurulması için optimizasyon amacıyla da sık olarak mikro elektroniksel kumanda ve kontrol cihazları kullanılır. En basit durumda, bir saatle birleştirilmiş serbest olarak programlanabilen bir mikrobilgisayar-kumanda ünitesi yeterlidir. Mikro işlemciler, kaplama zamanlarının (örneğin yıllık takvim) daha uzun vadeli olarak programlanmasına olanak tanırırlar ve böylece dikkate değer düzeyde enerjiden tasarruf edilmesini mümkün kılarlar. Isıtma tesisatları için *kendi kendine optimum devre açma ve kapama zamanlarını tespit edebilen* cihazlar piyasaya sunulmuştur. Böyle bir mikrobilgisayar, periyodik olarak kullanılan binalarda ve girişi yapılan işletme süreleri ve oda sıcaklık değerlerinde en uygun *devre açma ve kapatma zamanlarını hesaplayan, öğrenme yeteneğine sahip* (kendi kendine optimum tespit eden) bir *algoritmayı* içermektedir. Şekil 8.3 günlük, haftalık ve yıllık zaman programının ve normal işletmede oda sıcaklığına ait teorik değerlerin ve ayrıca düşürülmüş teorik değer ve destekleme sıcaklığının girişinin yapılması için tuş tablası bulunan, maksimum 4 ısıtma kontrol cihazına ait bir *optimizasyon cihazını* göstermektedir.



Şekil 8.3 Periyodik olarak kullanılan binalara ait kendi kendine optimumu tespit eden ısıtma kontrol cihazı. (Samson, Typ T 5500)

Elektrik Tedarik Kurumu (EVU) tarafından belirlenmiş olan tarife değerinin üst limitinin aşılmaması için, devre kesme programlarının girişleri bir binanın veya işletmenin dahilinde seçilebilen önceliklere göre her bir, zaman bakımından lüzumsuz olmayan yüklerin devresini kesen (maksimum gözetim) mikrobilgisayar üzerinden yapılır. Programlamanın, kullanıcının işletmesinin gereklerine göre ve EVU'nun tarifesine göre yapılması gereklidir. Sık olarak sadece kısa zamanlı aşırı tüketim halleri meydana geldiğinden ve bu zaman zarfında ısıtma ve klima tesisatlarının büyük zaman sabitlerinden dolayı onların devresinin kesilmesi önemli bir etki yaratmayacağından, tarifeye aykırı aşırı yüklerden geçici olarak kurtulmak suretiyle, çoğunlukla önemsiz sayılmayacak derecede olan kablo döşemesine rağmen genellikle yatırımın hızlı bir şekilde amorti edilmesi sağlanır. Tarifeye uygun zamanlarda depolayıcı ısıtma sisteminin döşenmesi de bu bağlamda ele alınmalıdır.

DDC-Kontrollü klima tesisleri, telefon (MODEM) üzerinden kolaylıkla gözlem altında tutulabilir. Bu sayede bir uzman firma bir merkezden birçok tesise bakım, enerji tüketimi açısından ve ayrıca işletmeye alma esnasında devamlı olarak gözetim altında tutabilir.

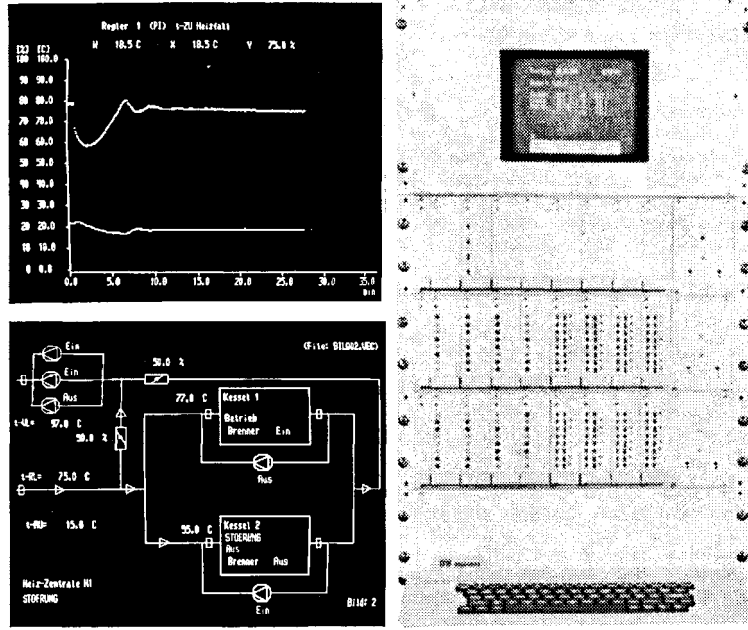
Modern DDC-Kontrol sistemleri yukarıda anılan bütün fonksiyonları, yani yıllık saatli, kendi kendine optimizasyonlu, adaptasyonlu, maksimum gözetimli, MODEM bağlantılı kontrol ve serbest olarak programlanabilir kumandayı mümkün kılar. Şekil 8.4'teki cihaz örneğin aşağıda belirtilen kapasiteye sahiptir:

Her birinde 128 analog giriş ve çıkışlar,

Her birinde kumanda için 640 dijital giriş ve çıkışlar,

32 impuls girişi örneğin enerji tüketim ölçümü için,

30 tesisat şemasının renkli ekran üstünde güncel verilere dinamik gösterimi.



Şekil 8.4 Yıllık saatli optimizasyon, kontrol ve kumanda için DDC-Sistemi. Ayrıca bütün mümkün olan ZLT-Görevlerinin yaklaşık %70'i işlenir (LTG, Digivent).

Solda: bir kontrol devresinin salınım başlangıç olayına ait ekran gösterimi (yukarıda) ve güncel ölçme ve durum değerleri bulunan tesisat şeması (aşağıda)

Kapsmalı tesisatlarda birçok cihaz paralel çalışır. Günümüzde çoğunlukla merkez üzerinden buna bağlanmış bütün DDC-Alt istasyonlarını gözetim altında tutabilen ve kumanda edebilen bir kumanda istasyonu olarak bir *kişisel bilgisayar* (PC-AT) kullanılmaktadır.

DDC-Kontrolü, şimdiye kadar genellikle ısıtma, klima ve soğutma merkezlerinin kontrolü için kullanılmaktaydı. Her bir odanın kontrolü, şimdiye kadar sadece analog şekildedir. Yeni gelişmeler günümüzde bu konuda DDC-Kontrolünü de mümkün kılmaktadır. Bu sayede daha az damarlara ayrılmış bir kablo şebekesi ve bütün odalardan santrale bağlanmış bir iletişim ekonomik bir şekilde sağlanabilmektedir. Böylelikle enerji yönetimi, gözetim, güvenlik tekniği vs. İçin geniş kapsamlı imkanlar elde edilmektedir.

8.3 DDC-Münferit Oda Kontrol Cihazı

Isıtma, klima ve soğutma için DDC-kontrolünün çabuk ve geniş bir şekilde kullanılması, şimdiye kadar geniş ölçüde merkezi tesislerin kontrolü veya standart ölçüdeki kazanların, klima cihazlarının ve soğutma makinelerinin kontrolü ile (primer kontrol) sınırlandırılmıştı. Artan ölçülerde odalarda da (sekonder kontrol – münferit oda kontrolü) DDC-Kontrolü ile merkezi olmayan kontrol uygulanmaktadır.

Göreceli olarak piyasaya girişinin yavaş olmasının nedeni detektör, kontrol cihazı, ayar elemanı, kablo/hortum döşemesinden oluşan gelen kontrol sistemine ait fiyat durumu olmalıydı, ki bu örneğin bir büro veya otel odasında 1993 yılında aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

Pnömatik kontrol cihazı	300, - DM oda başına
Elektriksel kontrol cihazı	400, - DM
Elektronik (DDC)	600, - DM

Bu arada birçok imalatçı cihazlar ve sistemler geliştirdiler ve odada DDC için emin bir adım anlamına gelecek şekilde piyasaya sürmüşlerdir. Böylece birçok avantajlı imkanlara yola açacak kontrol ve kumanda fonksiyonlarına ilaveten basit az damarlı kablo/şebeke sistemi (BUS) üzerinden santral ile bütün odalar arasında her iki yönde *komünikasyon* mümkün olmaktadır. Örnek olarak bu ifadeyi elde edebiliriz:

Çok odalı binalarda bütün odalar için ısıtma ve soğutma enerjisi, santralda senenin büyük bir kısmı süüresince ihtiyaç *olabileceği* göz önüne alınarak bir tedbir olarak saklanmaktadır. DDC, bina ağ şebekesi ile birlikte, *konforu ve enerji tasarrufunu* artıran²⁾, enerjinin tedarik edilmesinin gerçek ihtiyaca tam olarak uyum sağlatılabilecek şekilde bütün odalarda devamlı komünikasyonu mümkün kılmaktadır.

Tipik uygulama yerleri:

- Sadece Hava-Tesisatları (VVS-, Sabit debi-, 2-Kanallı-Tesisatlar)
- Su/Hava sistemleri (indüksiyon, Fan-coil)
- Yalnız Isıtma Tesisatları.

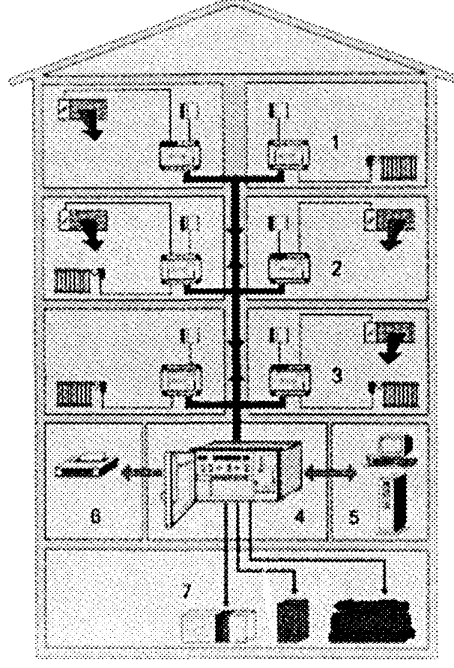
8.3.1 Sistemlerin Yapısı

Münferit oda kontrol cihazları, kendilerine mahsus bir akım besleme sistemine (çoğunlukla 24 V) sahiptirler, otonom olarak da çalışırlar, bir iletişim kesişme yerine sahiptirler, adreslendirilebilirler ve iletişim hattı üzerinden merkezi bir servis istasyonuna (*front end computer*, çoğunlukla bir PC) bağlanmışlardır.

Bu durumda 2 entegrasyon basamağı vardır:

- Söz konusu olan sistem kendi kendine devre dışında kalmış bir halde çalışır ve HLK- Santrallerine ait DDC-Alt istasyonlu bir iletişim meydana gelmez veya sadece sınırlı bir biçimde oluşur. Bu, halen çoğunlukla RLT- Terminal cihazlarının imalatçıları tarafından geliştirilen sistemlerde oluşan durumdur (örneğin Trox, LTG, Kiefer).
- Tam entegre çözüm: HLK-Santrallerinin DDC'si ile bir veri değiş-tokuşu oluşmaktadır (örneğin Honeywell-Excell, JCI DR 9100, Landis & Gyr, Monogyr-Dialog, Staefa-pronto-IRC).

Şekil 8.5 içinde farklı ısıtma veya RLT-Sistemlerinin çalışan, birçok odalı bir binaya ait böyle bir çözümün yapısını/mimarisini göstermektedir. Merkezi olmayan, otonom DDC-Münferitoda kontrol cihazları, taşıyıcı (BUS) üzerinden merkezi DDC ile şebeke şeklinde bağlanmışlardır. Bunlar tekrardan, iletim bilgisayarına, yazıcıya ve merkezi servis istasyonuna bağlanabilirler.



Şekil 8.5 Terminal cihazlarının DDC-Münferit oda kontrol cihazının, enerji hazırlama ve dağıtımının merkezi cihazlarına ait DDC'si ve ayrıca bütün sisteme ait merkezi hizmet standıyla olan bağlantılarına ait HLK için entegre edilmiş bir DDC- Sisteminin yapısı (Monogyr, Landis & Gyr).

1. DDC- Kontrol cihazı, ısıtmalı odada
2. DDC-Kontrol cihazı, Havalandırmalı odada
- 3 DDC-Kontrol, klimalandırılmış odada
4. Merkezi DDC-Kontrolü
5. Merkezi hizmet istasyonu/iletim bilgisayarı
6. Arıza bildirim yazıcısı
7. Klima santrali, kazan soğutma makinesi.

Şekil 8.6. modüler yapıdaki bir DDC-Münferitoda kontrol cihazını göstermektedir. Faal ikincil tesisat tipleri "Firmware" olarak daha önceden programlanmıştır. Özel çıkış katları, çeşitli periferik cihazlar için mevcuttur. Buna ait oda kumanda cihazı, sıcaklık detektörünü, teorik değer ayarlayıcısını, mevcutları ve enerjiyi kilitleme şalterlerini içerir.

Şekil 8.7 diğer bir prensibin çeşitli sistem yapı taşlarını göstermektedir. Farklı uygulamalar için özel cihazlar imal edilmektedir.

Buna karşılık diğer imalatçılar, içine çeşitli uygulamaların software olarak depolanmış olduğu ve ihtiyaca göre harekete geçirilen yüksek düzeyde entegre edilmiş ASIC'leri seçmektedirler (ASI-Controls).

8.3.2 Teknolojik İmkanlar

DDC-Münferit oda kontrol cihazları vs., aşağıda belirtilen fonksiyonlara sahiptirler:

- Kullanıcıya özgü fonksiyonlar:
Zaman programları; Örneğin rezervasyon zamanları için günlük devre programları ve tatiller için yıllık devre saati.
İşletme tarzı; Örneğin konfor, hazır olma durumu (Standby), enerji kapama (gece düşümü). Konfor, işletme tarzında teorik değer kullanıcı yardımıyla ayar edilebilir.
Override-Fonksiyonu; Merkezi kumanda düzleminin zaman tablosunun yazılması.
İkincil kontrolün, pencere şalteri ve kızılötesi mevcudiyet bildiricisi üzerinden açılıp/kapatılması
- Bölgeye özgü fonksiyonlar:
Hızlı ısıtma
Hızlı havalandırma, örneğin sabahları
Dış hava ile gece soğutma
Isıtma konumundan soğutma konumuna devre dönüşümü (change over)
Minimum debi
- İhtiyaca bağlı fonksiyonlar:
Odaların güç ihtiyacına bağlı olarak ısıtma kazanının, soğutma makinesinin ayarlanması, böylelikle maksada uygun bir şekilde öncelikler saptanabilir.
Bütün VVS-Cihazlarının entegre edilen performansına bağlı olarak vantilator devir sayısının kontrolü.
Dış sıcaklığa bağlı olarak teorik değerın uzaktan ayarının yapılması.

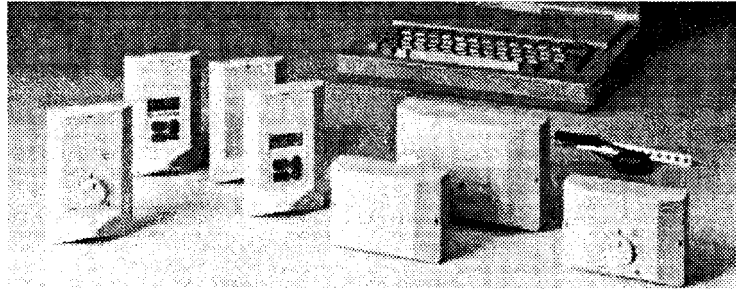
İşletme personeli için ayrıca sınır değerinin bildirilmesi suretiyle arızaların vaktinden önce saptanması sayesinde çalışmanın kolaylaştırılması ve ayrıca her münferit odanın verilerinin okunması suretiyle uzaktan teşhis edilmesi sağlanır.



Şekil 8.6 Entegre edilmiş münferit oda kontrolü (Staefa-pronto-IRC)

Yukarıdan aşağıya doğru tek tek parçalar:

- Çeşitli çıkış kademeleri olan DDC-Kontrol cihazı, örneğin 0...10 V'luk devamlı çıkış, gerilimsiz 2 noktalı röle, 3 noktalı çıkış.
- Rezervasyona bağlı olarak otomatik bir şekilde konfor pozisyonundan hazırlık pozisyonuna dönüşümüne ilişkin kızılötesi-mevcudiyet bildiricisi.
- Sıcaklık detektörlü, teorik değer ayarlayıcılı, mevcutları ve enerjiyi kapama şalterli oda hizmet cihazı.
- İletim istasyonu olarak PC'li sistem ekranı (prensip itibariyle gerekli değildir).
- Şekilsiz: Kontrol cihazının konfigürasyonuna ve işletmeye almaya ilişkin kumanda cihazı.



Şekil 8.7 Sistem-Konfigürasyonuna ve işletmeye almaya ilişkin PC'li münferit oda DDC-kontrol cihazına ait sistem yapı taşları(Excel IRC, Honeywell).

Cihazların fonksiyonu (Soldan sağa doğru):

- Sıcaklık detektörü, teorik değer ayarlayıcısı, kızılötesi mevcudiyet bildiricisine ait bağlantı yer içeren oda kumanda cihazı. Çıkış modülü çıkış noktası.
- Taşıyıcısız olarak da çalışan, fakat ihtiyaç halinde sonradan taşıyıcı bağlanabilen bağımsız oda sıcaklık kontrol cihazı. Kendinden zaman saatli, içine monte edilmiş sıcaklık detektörlü, teorik değer ayarlayıcılı, kızılötesi mevcudiyeti bildiricisine bağlantılı ve pencere bağlantı üniteli. Çıkış: Bir ayar motoru.
- Ünite modülü, çıkış modülü veya VVS- Modülü için giriş olarak açık alanlar için oda sıcaklık detektörü.
- İçine monte edilmiş sıcaklık hissedicisi, teorik değer ayarlayıcısı, kızılötesi mevcudiyet bildiricisine ait bağlantı ve pencere bağlantı ünitesi bulunan konfor kumanda cihazı. Çıkış: Çıkış modülü üzerinden bir veya iki ayar motoru.
- 2 ayar motorunun kumandasına ilişkin çıkış modülü. Ayrıca içine monte edilmiş hız/basınç detektörlü VVS-Modülü olarak (Mikrobridge).
- Oda taşıyıcısı-Controller. 32 adete kadar oda cihazlarını kontrol eder, kumanda eder, gözetim altında tutar. PC üzerinden parametrelendirilmiş ve girişi yapılmış bölge, zaman ve kullanıcı programlarını yönetir. Bina taşıyıcısına ilişkin yerleri üzerinden hazırlanmış olan verileri merkeze aktarır.
- Dış sıcaklık detektörü için ünite modülü, teorik değer ayarlayıcısı, kızılötesi mevcudiyet bildiricisi ve pencere kontağı için bağlantı yeri ile birlikte. İki ayar motoru için sekans olarak çıkış.

9. SONUÇLAR

Akıllı binalarının incelenmesinde ve bunların düzenli bir şekilde işletilebilmesi ve teknik bakılmasında kontrol ve otomasyonun çok önemli teknolojinin olduğu belli etmektedir. Binaların ve özellikle yaşam yapılarının ilk inşa edildiği günlerden beri zaman akışı sürecinde teknolojideki çeşitli yenilemelerinin ve modernleşmesinin ardından binayı kurduktan sonra ve onu yaşam ortamına bağlaması ve sakinlerin hayat ihtiyaçlarının karşılanması günümüzde akıllı binalarının en önemli amaçlarını ispat etmektedir.

Bu tezde akıllı binanın nasıl çalıştığı ve otomatik araçlarla bu işlemlerin nasıl yapıldığı anlatılmaktadır. İlk önce bina içinde ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme işlemlerinin kontrolle takip edilmesi tanıtılmaktadır. İşlenecek olan herhangi bir binanın kontrol otomasyonu yapılırken binanın ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme prosesleri bina yönetim sistemi (BYS) aracılığıyla gerçekleştirilir. Bina yönetim sisteminde, bina çeşitli bölgelere bölünmekte ve bu bölgelerdeki HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) cihazlarının basınç, sıcaklık, rutubet değerleri bizzat bina yönetim sistemi tarafından ölçülmektedir. Tüm binadaki ölçülen değerler bina yönetim sistemindeki mikroişlemcilerin yardımıyla biraraya getirilirler.

Bina yönetim sistemiyle işletilen bir binada etkin denetleme yapılır. Binadaki tüm enerji harcayan sistemler bilgisayar vasıtasıyla sürekli kontrol altında tutulur ve en ufak bir arıza veya başka sebeplerden dolayı olabilecek bir müdahale anında bilgisayara kaydedilir ve ekranda görüntü şeklinde görünür. Sistem yalnızca kontrol ettiği cihaz ve aygıtlar hakkında değil kendi hakkında da detaylı bilgi verir. Anlık değer değişimlerinde hızlı ulaşım sağlar.

Dünyadaki son gelişmeler ve bu sektörde çalışan firmaların akıllı bina işine el koymaları ve bu departman için çok büyük harcamalar yapmaları ve yine bu iş sektöründe görülen son derece hızlı teknolojik başarılar göstermektedir ki gelecekte akıllı bina sistemleri lüks kavramından çıkıp ve sonuçta insanlara bir gereklilik haline gelecektir. Çünkü akıllı binanın bina otomasyonu ile işletilen bir binanın eski klasik işletmeye göre farkları ve faydaları çoktur.

KAYNAKLAR

Andreas, U., A. Winter, u. D. Wolff. (1985), Regelung heiztechnischer Anlagen, VDI-Verlag, Düsseldorf.

ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment, 2000

Bilge, M. (1999), “İklimlendirme Sistemlerinin Tanıtımı ve Teknolojik Gelişmeler Konferansı Bildiriler Kitabı”, Makina Mühendisleri Odası. Konferans, 5-6 Haziran. 1999, Ankara.

Eichman, R. A. (1987), Klimatechnik, Verlag Müller, Karlsruhe.

Fire and Smoke Control, ASHRAE Technical Data Bulletin, 1985

Heating & Air Conditioning of Buildings, Faber & Kell, 1997

Honeywell inc., Engineering Manual of Automatic Control for Commercial Buildings, Honeywell 1997

Junker, B. (1984), Klimaregelung, Oldenbourg-Verlag , München.

Merz, L. (1985), Grundkurs der Regelungstechnik. 8. Aufl. Oldenbourg-Verlag, München.

Pippig, G. (1974), Arbeitsblätter Regelung und Elektrische Steuerung, Heizung, Lüftung, Klimatechnik, Krammer-Verlag, Düsseldorf.

Taner, K. (2005), Klima, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	09.11.1982	
Doğum yeri	Kazakistan Cumhuriyeti, Almatı şehri	
Okul	1989-1997	137 No'lu Okulu
Lise	1997-2000	36 No'lu Lisesi
Lisans	2000-2005	Kazak Milli Teknik Üniversitesi. Otomasyon ve Teknolojik Süreçlerin Kontrolü Fakültesi
Yüksek Lisans	2006-2009	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı, Kontrol ve Otomasyon Programı