

154314

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTELLERDEKİ KLİMA TESİSATLARINDAKİ
OTOMASYONUN ARAŞTIRILMASI**

Makina Müh. Haydar BOYALI

**F.B.E Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

154314

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ

Prof. Dr. Mesut ÖZCÜRLER

Doç. Dr. Galip TEMİR

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x ii
ÖNSÖZ.....	xiii
ÖZET.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Kontrol Olayındaki Temel Kavramlar	2
1.1.1 Kontrol Sistemi Karakteristikleri	2
1.1.2 Kontrol Edilen Değişkenler.....	2
1.1.3 Otomatik Kontrol Döngüsü.....	2
1.2 Kontrol Metotları.....	4
1.2.1 Analog Ve Dijital Kontrol.....	4
1.3 Kontrol Türleri	5
1.3.1 İki Konumlu Kontrol	5
1.3.2 Yüzer (Floating) Kontrol.....	6
1.3.3 Oransal Kontrol-P (Proportional).....	7
1.3.4 Oransal + İntegral Kontrol – PI (Proportional + İntegral)	9
1.3.5 Oransal + Türevsel Kontrol – PD (Proportional + Derivativ).....	9
1.3.6 Oransal + Integral + Türevsel Kontrol – PID (Proportional + Integral + Derivative).....	10
1.3.7 Hızlandırılmış Oransal + Integral + Türevsel Kontrol – EPID (Enhanced Proportional-Integral-Derivative).....	11
1.4 Kontrol uygulamaları ve kontrol şekilleri	12
1.5 Proses Karakteristikleri	12
1.5.1 Yük.....	12
1.5.2 Gecikme.....	13
1.5.2.1 Ölçüm Gecikmesi.....	13
1.5.2.2 Ölü Zaman.....	14
2. KONTROL SİSTEMİ BİLEŞENLERİ.....	15
2.1 Algılayıcılar (Sensörler).....	15
2.1.1 Sıcaklık Algılayıcılar (Termometreler).....	15
2.1.2 Basınç Algılayıcılar.....	17
2.1.3 Nem Algılayıcılar.....	18
2.1.4 Sıvı Akışını Hisseden Elemanlar.....	19

2.1.5	Diğer Hissedici Elemanlar.....	19
2.2	Sinyal Dönüştürücüler.....	19
2.3	Kontrol Elemanları.....	19
2.4	Tahrik Elemanları.....	20
3.	DİREKT DİJİTAL KONTROL (DDC).....	21
3.1	DDC Ünite Fiziksel Yapıları.....	22
3.2	DDC Ünite İşlemci Yapısı.....	23
3.2.1	Saat ve Zaman Ekipmanları:.....	23
3.2.2	İşletim Programı Hafızası.....	23
3.2.3	Çalışma Hafızası.....	24
3.3	DDC Ünite Program Dilleri.....	24
3.4	DDC Ünite Girdi Çıktıları.....	25
3.4.1	Nokta Nasıl Seçilir?.....	27
3.5	DDC Ünite Yazılımları.....	31
3.5.1	İşletim Sistemi Yazılımları.....	31
3.5.2	Uygulama Yazılımları.....	31
3.5.3	Direkt Dijital Kontrol Yazılımı.....	31
3.5.4	Enerji Yönetim Yazılımları ve Bazı Otomasyon Senaryoları.....	31
3.5.4.1	Serbest enerji Bandı.....	32
3.5.4.2	Gece Kullanım Optimizasyonu.....	33
3.5.4.3	Optimum Start-Stop.....	34
3.5.4.4	Gece Besleme Programı (Nigt Purge Program).....	35
3.5.4.5	Entalpi Optimizasyon Kontrolü.....	35
3.5.4.6	Döngüsel Kumanda Programı.....	36
3.5.4.7	Zamana Bağlı Başlatma ve Durdurma Programları.....	37
3.5.4.8	Çalışma Saatlerine Göre Öncelik Değişirme.....	37
3.5.4.9	Kademeli (Kaskad) Kontrol.....	37
3.5.4.10	Ekonomizer Programları.....	37
3.5.4.11	Hava Kalite Kontrolü.....	38
3.5.4.12	Diğer Optimizasyon Programları.....	39
3.6	Tipik VAV Santrali İçin DDC Uygulama Örneği.....	39
3.6.1	Klima Santrali (Değişken Devirli, Karışım Havalı):.....	39
3.6.2	Hızlı Isıtma.....	40
3.6.3	By-Pass.....	41
3.6.4	Reset.....	41
3.6.5	Sistem Alarm Ve Arızaları.....	41
3.6.5.1	Yangın Alarmı.....	41
3.6.5.2	Donma Alarmı.....	41
3.6.5.3	Vantilatör / Aspiratör Kayış Alarmı:.....	42
3.6.5.4	Vantilatör / Aspiratör Geri besleme Alarmı (By-Pass Komutunda).....	42
3.6.5.5	Vantilatör / Aspiratör Frekans Dönüştürücüsü Arızası.....	42
3.6.5.6	Taze / Karışım / Egzost Hava Damperi Limit Switch Arızası.....	42
3.6.5.7	Damper Limit Switch Testi.....	42
3.6.5.8	Ekran Alarmı Ve Arızaları.....	43
3.7	Standart DDC Fonksiyonları.....	43
3.8	Bina Otomasyonu.....	47
3.8.1	Bina Yönetim Sistemleri.....	47
3.8.2	Veri Merkezi Yazılımları ve Sistem Yapısı.....	50
3.8.2.1	Diyalog Hattı.....	50

3.8.2.2	Yerleşim Adres Listeleri	51
3.8.2.3	Yerleşim Şemaları	51
3.8.2.4	Geçmiş veri Grafikleri ve Eğilim (Trend)	53
3.8.2.5	Matematiksel Formüller	53
3.8.2.6	Kategoriler Oluşturma	54
3.8.2.7	Çalışma Zamanı, Miktar Sayımı ve Toplam Alma	54
3.8.2.8	Alarm Mesajları	54
3.8.2.9	Yetki-İşlem Güvenliği	54
3.8.3	Veri Haberleşmesi	55
3.8.4	Network Yapıları	55
3.8.5	Açık Protokoller	57
3.8.5.1	BACnet (Building Automation and Control Network)	57
3.9	Oda Kontrol Sistemleri	58
4.	AKIŞ KONTROL ELEMANLARI	59
4.1	Otomatik Kontrol Vanaları	59
4.1.1	Kontrol Vanaları İçin Temel Tanımlamalar	59
4.1.1.1	Gövde Anma Basıncı (PN)	59
4.1.1.2	Gövde Anma Ölçüsü (DN)	60
4.1.1.3	Çalışma Sıcaklığı (°C)	60
4.1.2	Otomatik Kontrol Vanaları Elemanları	60
4.1.3	Konstrüksiyon Açısından Vana Çeşitleri	62
4.1.3.1	Tek Oturtmalı Vanalar (Single Seated)	62
4.1.3.2	Çift Oturtmalı Vanalar (Double Seated)	63
4.1.4	Akış Yönlerine Göre Vana Çeşitleri	63
4.1.4.1	İki Yollu Vanalar (Two-way Valve)	63
4.1.4.2	Üç Yollu Karıştırıcı Vanalar (3-way Mixing Valve)	63
4.1.4.3	Üç Yollu Ayrıştırıcı Vanalar (3-way Diverting Valve)	63
4.1.4.4	1.2.2.4 Dört Yollu Vanalar (4-way Mixing Valve)	64
4.1.5	Akışı Kontrol Etmeleri Açısından Vana Çeşitleri	64
4.1.5.1	Kayan Tapalı Vanalar (Sliding Plug Valve)	65
4.1.5.2	Döner Tapalı Vanalar (Rotary Plug Valve)	65
4.1.5.3	Küresel Tapalı Vanalar (Ball Valve)	65
4.1.5.4	Kelebek Vanalar (Butterfly Valve)	65
4.1.6	Tahrik Ünitesi Açısından Vana Çeşitleri	67
4.1.6.1	Solenoid Vanalar	67
4.1.6.2	Diyafram Vana	67
4.1.6.3	Motorlu Vanalar	68
4.1.6.4	Pnömatik Vanalar	68
4.1.6.5	Pilot Kumandalı Vanalar	68
4.1.7	Vana Akış Karakteristikleri	68
4.1.8	Vana Akış Terimleri	69
4.1.9	Vana Akış Parametreleri	70
4.1.10	Vanalar İçin Basınç Terimleri	75
4.1.10.1	Vana gövdesi için kullanılan basınç terimleri	75
4.1.10.2	Vana-Tahrik ünitesi kombinasyonu için kullanılan basınç terimleri	75
4.1.11	Kontrol Vanası Seçimi	75
4.1.12	Kontrol Vanası Boyutlandırılması	76
4.1.12.1	Su Ve Sıvılar İçin Vana Boyutlandırılması;	77
4.1.12.2	Buhar İçin Vana Boyutlandırılması	79

4.1.12.3	Gazlar (Hava, Tabii Gazlar, Propan Vb) İçi Vana Boyutlandırılması	81
4.2	Damper Kontrolü.....	82
4.2.1	Paralel Ve Zıt Kanatçıklı Damperler.....	82
4.2.2	Akış Özellikleri	83
4.2.3	Damper Etkisi.....	83
4.2.4	Damper Uygulamaları	85
4.2.5	Damper Motorları.....	86
4.2.6	Damper Motoru Montaj Alternatifleri.....	86
4.2.6.1	Pozitif Konumlandırıcı	86
4.2.6.2	Çoklu Damper Motorları	87
4.2.7	Histerisis	87
5.	HAVA ŞARTLANDIRMA SİSTEMLERİ.....	89
5.1	Havalandırma Kontrol Prosesleri	89
5.1.1	Fan Sistemi Start-Stop Kontrolü	89
5.2	Dış Hava Özelliklerine Göre Kontrol.....	90
5.2.1	Çoklu Hava Şartlandırma Sistemlerinde Dış Hava Fanı Kontrolü.....	91
5.2.2	Karışım Havası Kontrolü.....	92
5.2.3	Ekonomizer Çevrimleri	94
5.2.3.1	Dış Hava Kuru Termometre Sıcaklığı ve Ekonomi Çevrimi	95
5.2.3.2	Dış Hava Entalpi Kontrolü ve Ekonomi Çevrimi	96
5.2.3.3	Dış Hava Ve Dönüş Havası Entalpilerinin Karşılaştırılarak Ekonomi Çevrimine Karar Verilmesi	98
5.2.3.4	Karışım Havası Kontrolü Ve Ekonomi Çevrimi (Yalnızca Havalandırma Sistemleri İçin)	100
5.2.3.5	Besleme Havası Sıcaklığının Ayar Değerinin Reset'lenmesi İle Mahal Sıcaklığının Ekonomizer Çevrimi Kontrolü.....	101
5.3	Isıtma Kontrolü Prosesleri.....	102
5.3.1	Besleme Havasına Bağlı Kontrol	102
5.3.2	Besleme Havası Sıcaklığının Dış Hava Sıcaklığı İle Reset'lenmesi.....	103
5.3.3	Besleme Havası Reset'i İle Mahalden Kontrol	105
5.3.4	Mahal Sıcaklık Kontrolünün Zon Karışım Damperi Tarafından Kontrolü Ve Sıcak Hava Kanalı Reset'lenmesi	106
5.4	Ön Isıtma Kontrol Prosesleri.....	108
5.4.1	Ön Yüz Ve By-Pass Damperi İle Ön Isıtma Kontrolü	108
5.4.2	Ön Isıtıcıdan Ayrılan Hava İle Kontrol.....	110
5.4.3	Dış Hava Ve Besleme Havası İle Çoklu Batarya Sistemi Kontrolü.....	111
5.4.4	Ön Isıtmalı Isı Geri Kazanımlı Yıllık Çevrim Sistemi Kontrolü	113
5.5	Nem Kontrol Prosesleri	114
5.5.1	Nemlendiricinin Modülasyonlu Kontrolü	114
5.6	Soğutma Prosesleri	116
5.6.1	Soğuk Su Bataryasını Üç Yollu Vana İle Modülasyonlu Kontrolü	116
5.6.2	Direkt Genleşmeli Bataryanın İki Konumlu Kontrol Sistemi	117
5.6.3	Soğuk Hava Kanalı Sisteminin Zon Damperli Kontrolü.....	119
5.7	Nem Alma Kontrol Prosesleri	121
5.7.1	Direk Genleşmeli Veya Su Soğutmalı Batarya Sistemi Kontrolü.....	121
5.7.2	Su Soğutmalı Batarya Yüzey Ve By-Pass Damperli Sistem Kontrolü.	123
5.8	Isıtma Sistemi Kontrol Prosesleri.....	125
5.8.1	Mahallin Isıtma, Ekonomizer (Serbest Soğutmada) Ve Nem Kontrolü.....	125
5.9	Yıllık Çevrim Sistemi Kontrol Prosesleri	128

5.9.1	Isıtma, Soğutma Ve Ekonomizer.....	128
5.9.2	Çok Zonlu Üniteler.....	130
5.9.3	VAV Hava Şartlandırma Ünitesi, Su Tarafı Ekonomizerli, Dış Hava Akış Kontrolü.....	132
SONUÇLAR		134
KAYNAKLAR.....		135
EKLER.....		136
Ek 1 Hava Şartlandırma Sistemleri Şemalarında Kullanılan Semboller.....		137
ÖZGEÇMİŞ		138



SİMGE LİSTESİ

Vp	Kontrol cihazı çıkışı
Kp	Oransal kazanç
E	Hata sinyali veya offset
Vo	Offset düzeltme parametresi
Ki	İntegral kazanç
t	Zaman
Kd	Türevsel kazanç
$\Delta E/\Delta t$	Hatanın türevi
V	Volumetrik Debi (m^3/h)
Kv	Akış Oranı (m^3/h)
Cv	Akış oranı
Av	Efektif geçiş kesiti (cm^2)
DN	Bağlantı borusu anma çapı mm
ξ	Giriş kesitine bağlı direnç katsayısı
ε	Genleşme katsayısı
ρ	Yoğunluk (kg/m^3)
y	strok
V	Volumetrik akış debisi (m^3/h)
M	Kütleli akış debisi. (kg/h)
Δt	Akışkan sıcaklık farkı ($^{\circ}C$)
Q	Isıl kapasite (kW)
C	Spesifik ısı kapasitesi (kWh/kg $^{\circ}C$)
Δp_{100}	(P1 -P2)Vana basınç kaybı
P1	Vana giriş basınç
P2	Vana çıkış basınç
V2	Spesifik buhar hacmi (m^3/kg) P2 ve V1 için
V*	Spesifik buhar hacmi (m^3/kg) 0,5 P1 ve V1 için
X	Kızgın buhar ile doymuş buhar arasındaki bağlantı
T	Sıcaklık

KISALTIMA LİSTESİ

A/D	Analog/Dijital
AC	Doğru Akım
AHU	Hava Şartlandırma Ünitesi
AI(P)	Ölçüm Noktası, Pasif
AI(V)	Ölçüm Noktası, Analog giriş , Aktif
AM	Öğleden Önce
AO	Konumlandırma
AO(V)	Konumlandırma Noktası (Analog Çıkış)
ASHRAE	Amerikan Isıtma, Soğutma ve Hava Şartlandırma Mühendisleri Derneği
ASIC	Özel uygulamalı entegre devre
AUTO	Otomatik
BACnet	Bina Otomasyonu ve Kontrol Sistemi Ağı
BOS	Bina Otomasyon Sistemi
D/A	Dijital/Analog
DB	Kuru Termometre Sıcaklığı
DC	Alternatif Akım
DDC	Direkt Dijital Kontrol
DI	Durum Noktası
DN	Gövde Anma Ölçüsü
DO	Anahtarlama
DX	Direkt Genleşmeli
EA	Egzost Havası
EPID	Hızlandırılmış, Oransal, İntegral, Türevsel Kontrol
FCU	Fan-Coil Ünitesi
IA	İç Hava
ISK	Isıtma, Soğutma Klima
Kv	Kontrol Kapasitesi
LAN	Lokal Network Alanı
MA	Karışım Havası
MAN	Şehir Network Alanı
MC	Mikro Bilgisayar
NC	Normalde Kapalı
NO	Normalde Açık
OA	Dış Hava
OFF	Kapalı
ON	Açık
OS	İşletim Sistemi
OTO	Otomatik
P	Oransal Kontrol
Pa	Paskal
PC	Kişsel Bilgisayar
PD	Oransal, Türevsel Kontrol
PI	Oransal İntegral Kontrol
PID	Oransal, İntegral, Türevsel Kontrol
PM	Öğleden Sonra
PN	Gövde Anma Basıncı
PWM	Genişlik Modülasyonu
RA	Geri Dönüşüm Havası
RESET	Yeniden başlatma veya Değerleri Yeniden Seçme

RH	Bağıl Nem
SA	Besleme Havası
T	Sıcaklık
TDM	Port çoklayıcı
V	Volt
VAV	Değişken Debili Hava
VLSI	Çok Geniş Skala Entegrasyonu
WAN	Web network Alanı
WB	Yaş Termometre Sıcaklığı
Xskış	Mahal Ortam Sıcaklığı Kış Konfor Değeri
Xsyaz	Mahal Ortam Sıcaklığı Yaz Konfor Değeri



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Açık kontrol döngüsü.....	3
Şekil 1.2 Geri beslemeli kontrol döngüsü.....	4
Şekil 1.3 Analog ve dijital sinyal şekilleri.....	5
Şekil 1.4 İki konumlu kontrol.....	6
Şekil 1.5 Yüzer kontrol.....	7
Şekil 1.6 Oransal kontrol.....	8
Şekil 1.7 Oransal – İntegral kontrol.....	9
Şekil 1.8 PID kontrol.....	10
Şekil 1.9 EPID kontrol.....	11
Şekil 2.1 Rot ve tub eleman.....	15
Şekil 2.2 Naylon higrometre.....	18
Şekil 2.3 Damperlerin pnömomatik kontrolü.....	20
Şekil 3.1 DDC ünitesi giriş çıkış sinyali dönüşümü.....	21
Şekil 3.2 DDC ünite işlemci yapısı.....	23
Şekil 3.3 Serbest enerji bandı.....	32
Şekil 3.4 Gece kullanım optimizasyonu.....	33
Şekil 3.5 Optimum Stop programı.....	34
Şekil 3.6 Optimum Start programı.....	35
Şekil 3.7 Entalpi Optimizasyonu kontrolü.....	36
Şekil 3.8 Tipik bir VAV klima santrali için DDC şeması.....	39
Şekil 3.9 Bina Otomasyon Sistemi cihazları ve ilişkileri.....	47
Şekil 3.11 BOS programı ekran görüntüsü.....	52
Şekil 4.1 Glob vanayı oluşturan parçalar.....	61
Şekil 4.2 Üç yollu karışım vanası ve üç yollu ayrıştırıcı vanası.....	64
Şekil 4.3 Dört yollu vana.....	64
Şekil 4.4 Vana Otoritesi tespiti için tasarlanmış hidrolik devre.....	72
Şekil 4.5 Vana karakteristik eğrileri.....	73
Şekil 4.6 Karıştırıcı vanalar.....	74
Şekil 4.7 Kritik basınç kaybı eğrisi.....	81
Şekil 4.8 Paralel ve zıt kanatçıklı damperler ve hava akışı.....	83
Şekil 4.10 Damper motoru için değişik uygulamalar.....	87
Şekil 4.11 Histerisis eğrisi.....	88
Şekil 5.2 Karışım havasındaki sabi dış hava miktarı kontrolü şematik resmi.....	90
Şekil 5.3 Çoklu hava şartlandırma sistemlerinde dış hava fanı kontrolü şematik resmi.....	91
Şekil 5.4 Karışım havası kontrolü programı için şematik resmi.....	92
Şekil 5.5 Karışım havası kontrolü programı için Psikometrik şema.....	93
Şekil 5.6 Dış hava kuru termometre sıcaklığı ve ekonomi çevrimi şematik resmi.....	95
Şekil 5.7 Dış hava entalpi ve ekonomizer çevrimi şematik resmi.....	96
Şekil 5.8 OA entalpi ve OA DB ekonomizer çevrimi karşılaştırılması.....	97
Şekil 5.10 Ekonomizer çevrimli karışım havası kontrolü şematik resmi.....	100
Şekil 5.11 Ekonomizer çevrimi ve karışım havası kontrolü psikometrik şema.....	101
Şekil 5.12 Besleme havası sıcaklığının ayar değerinin reset'lenmesi ile mahal sıcaklığının Ekonomizer Çevrimi kontrolü.....	102
Şekil 5.13 Besleme havası ile kontrol şematik resmi ve psikometrik diyagram.....	103
Şekil 5.14 OA sıcaklığının SA sıcaklığına bağlı olarak reset'lenmesi şematik resmi.....	104
Şekil 5.15 OA sıcaklığının SA sıcaklığına bağlı olarak reset'lenmesi psikometrik diyagram.....	104
Şekil 5.16 Besleme havası reset'i ile mahalden kontrol şematik resmi.....	105
Şekil 5.19 Zon karışım damperi ile mahal sıcaklık kontrolü psikometrik şeması.....	107
Şekil 5.20 Ön yüz ve by-pass damperi ile ön ısıtma kontrolü şematik resmi.....	108

Şekil 5.21 Ön yüz ve by-pass damperi ile ön ısıtma kontrolü psikometrik şeması.....	109
Şekil 5.23 Ön ısıtıcıdan ayrılan hava ile kontrolün Psikometrik şeması.....	110
Şekil 5.24 Dış hava ve besleme havası ile çoklu batarya sistemi kontrolü şematik resmi.....	111
Şekil 5.25 Dış hava ve besleme havası ile çoklu batarya sistemi kontrolü psikometrik şema	112
Şekil 5.28 Modüle edilebilen nemlendiricinin kontrolü şematik resmi	114
Şekil 5.29 Modüle edilebilen nemlendiricinin kontrolü psikometrik şema	115
Şekil 5.30 Üç yollu vanalı soğuk su bataryasının modülasyonlu kontrol şematik resmi.....	116
Şekil 5.31 Üç yollu vanalı soğuk su bataryasının modülasyonlu kontrol psikometrik şeması	117
Şekil 5.32 Direk genişmeli bataryanın iki konumlu kontrolü şematik resmi	117
Şekil 5.33 Direk genişmeli bataryanın iki konumlu kontrolü şematik resmi	118
Şekil 5.35 Soğuk hava kanalının zon damperli kontrolü şematik resmi	120
Şekil 5.36 Soğuk hava kanalının zon damperli kontrolü psikometrik şeması	121
Şekil 5.37 Direkt genişmeli veya su soğutmalı batarya sistemi kontrolü şematik resmi	121
Şekil 5.38 Direkt genişmeli veya su soğutmalı batarya sistemi kontrolü psikometrik resmi	122
Şekil 5.39 Su soğutmalı batarya yüzey ve by-pass damperli sistem kontrolü şematik resmi	123
Şekil 5.40 Su soğutmalı batarya yüzey ve by-pass damperli sistem kontrolü psikometrik şeması	124
Şekil 5.41 Mahallin ısı, ekonomizer ve nemlendirme kontrolü şematik resmi.....	125
20- Kontrol programı, Mahalli, besleme havası soğutma kontrolü, ve fan bağlantılarını koordine eder..	126
Şekil 5.42 Mahallin ısı, ekonomizer ve nemlendirme kontrolü dizayn yükü psikometrik şeması	127
Şekil 5.43 Mahallin ısı, ekonomizer ve nemlendirme kontrolü dizayn yükü psikometrik şeması	127
Şekil 5.44 Yıllık çevrim, ısıtma, soğutma ve ekonomizer kontrolü psikometrik şeması.....	128
Şekil 5.45 Yıllık çevrim, ısıtma, soğutma ve ekonomizer kontrolü psikometrik şeması.....	129
Şekil 5.46 Çok zonlu üniteler için şematik resim.....	130
Şekil 5.47 Çok zonlu üniteler için psikometrik şeması	131
Şekil 5.48 VAV hava şartlandırma ünitesi, su tarafı ekonomizerli, dış hava akış kontrolü şematik resmi.....	132
Şekil 5.49 VAV hava şartlandırma ünitesi, su tarafı ekonomizerli, dış hava akış kontrolü psikometrik şema.....	133

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1 Kontrol uygulamaları ve kontrol şekilleri tablosu	12
Çizelge 4.1 DIN 2401'e göre standartlaştırılmış basınç değerleri	60
Çizelge 4.2 Kontrol vanası sınıfı ve en yüksek çalışma sıcaklıkları.....	60
Çizelge 4.3 Kontrol uygulamaları için tavsiye edilen damperler.....	86



ÖNSÖZ

Enerjide dışa bağımlı olan ülkemizde Bina Otomasyon Sistemlerinin iyi anlaşılması enerjinin optimum kullanımı için çok önemlidir. Bu sistemlerin doğru bir şekilde binalarda uygulanması ile insanlar için daha sağlıklı ortamlar oluşturulabileceği gibi, enerjide de büyük tasarruflar sağlanabilir.

Bu tezi hazırlarken Otomatik Kontrol ve Bina Otomasyonu konusunda meslek hayatımda da kullanabileceğim bir çok teorik ve pratik bilgi öğrendim. Bu konu ile ilgili olarak araştırma yapmam için beni yönlendiren değerli Tez Danışmanın Doç. Dr. Eyüp Akaryıldız'a, sağladığı değerli teknik dokümanlar için EMO TEKNİK TESİSAT MALZ. TAAH. TİC. VE SAN. LTD. ŞTİ.' de çalışan Makina Mühendisi Mükremin Atmaca'ya teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

ISK Otomatik Kontrol Sistemleri çok basit olabilecekleri gibi oldukça karmaşık yapıda da olabilirler. Ancak Bina Otomasyon Sistemleri ne kadar karışık yapıda olurlarsa olsunlar, kontrol için kullanılan cihazlar Bina Otomasyon Sistemlerine entegre edilerek kolaylıkla ve kontrol sisteminin gerektirdiği hassaslıkta kontrol edilebilirler.

Daha fazla enerji ekonomisi sağlayabilmek için kontrol sistemi senaryoları geliştirilmiştir. Bu senaryolar sayesinde dış havanın özelliklerinden yararlanmak mümkün olmaktadır.

Kontrol sisteminin doğru çalışmasının ön koşullarından bir tanesi kontrol için kullanılan kontrol elemanlarının (algılayıcılar, vanalar, damperler vb.) doğru bir şekilde ölçülendirilmesi ve doğru yerlerde kullanılmasıdır. Kontrol sistemi senaryoları ne kadar iyi seçilirse seçilsin doğru seçilmemiş kontrol elemanları nedeni ile ekonomik kayıplar meydana gelebilir.

Tezin 5. bölümünde kontrol sistemlerinin ısıtma, soğutma, nemlendirme, nem alma ve havalandırma sistemlerinde kullanılışları şematik resimler ve psikometrik diyagramlar aracılığıyla anlatılmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bina Otomasyon Sistemleri, Otomatik Kontrol, DDC sistemler, Kontrol Olayındaki Temel Kavramlar

ABSTRACT

HVAC Automatic Control Systems may be very simple as much as they may be complicated. However, without regard to its complexity, these devices can be integrated into Building Automation Systems easily and used at the level of sensitivity that automatic control system requires.

Control system scenarios have been developed to provide more energy efficiency. Through these scenarios, it may be possible to utilize outdoor air qualities.

The two of the prerequisites for operating control systems properly are the calibration of the control system elements and their correct placement. No matter how perfectly control system scenarios are chosen, due to the wrong selection, economic losses may occur.

In the 5th part of this study, the use of control systems are explained in the applications of heating, cooling, humidification, dehumidification, and air conditioning via schematic figures and psychometric charts.

Keywords: Building Automation Systems, Automatic Control, DDC Systems, Fundamental Definitions in Automatic Control Systems,



1. GİRİŞ

Günümüzde yaşam konforunu artırmak için daha fazla enerji sarf etmek zorundayız. Günümüzde enerjiyi elde etmek zor ve pahalıdır. Özellikle de büyük binalarda konforu sağlamak için kurulan sistemler çok fazla miktarda enerji tüketmektedir.

Ancak doğru bir şekilde dizayn edilmiş ISK sistemleri, mahalde yaşayan insanlar için konforlu bir çevre, optimize edilmiş enerji tasarrufu ve maliyeti, çalışanların verimlerinin yükseltilmesini, üretimin veriminin artırılmasını, binada yangın ve duman kontrolünü ve sistemi yönlendiren operasyonların bilgisayarlar aracılığıyla yönlendirilmesini sağlayabilir. Bütün bu işlemlerin sağlanabilmesi için sistem dizayn edilirken kontrol için gereken işlemler önceden tespit edilmeli ve sistemin bütünlüklü çalışması göz önünde bulundurulmalıdır.

Uygun şekilde dizayn edilmiş ISK sistemleri geniş kontrol seçenekleri ile birlikte konforun ekonomik bir şekilde gerçekleşmesini sağlarlar. Bununla birlikte sıcaklık ve nem değerlerinin çok küçük aralıklarda tutulması sağlanabilir. Bazı endüstriyel tesisler için ürünün kalitesi hassas şekilde ayarlanan sıcaklık ve nem değerleri ile sağlanır.

Otomatik kontrol sistemleri ile ISK işlemleri optimize edilebilir. Binada faaliyet olmadığı durumlarda olduğu gibi enerji ekonomisini sağlamak için işletme şartlarını sistemin devamlılığını sağlayacak şekilde değiştirebilir. Dış hava ve iç hava şartlarına bağlı olarak sistemde daha az enerji kullanımı ile istenilen konfor şartları sağlanabilir.

Aşağıdaki bölümlerde otomatik kontrolün ISK sistemlerine uygulanabilmesi için gerekli olan bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Otomatik kontrol sistemi ile birlikte sistemin ne şekilde kontrol edileceği, kontrol için uygulanması gereken senaryolarda çok önemlidir. Sistem oluşturulur iken öncelikle hangi senaryo yada senaryoların kullanılacağına karar verilmeli daha sonra sistem şematik olarak çizilmeli ve bu şema üzerinde kullanılacak bütün kontrol elamanları ilişkileri ile gösterilmelidir. Bununla birlikte kontrol bir sistemi için kullanılacak programlar ve protokollerde sistemin önemli bileşenleridir. Bu sistemler binaların yalnızca ISK sistemlerini kontrol etmekle kalmazlar, aynı zamanda binanın yangın, güvenlik vb. sistemlerinin de entegre bir şekilde kontrol edilmesini sağlarlar.

1.1 Kontrol Olayındaki Temel Kavramlar

1.1.1 Kontrol Sistemi Karakteristikleri

Otomatik kontrol sistemi bir proseste veya sistemde istenilen sonuçların elde edilebilmesi için o sisteme veya prosese etki eden değişkenlerden birinin veya bir kaçının direkt veya birbirlerine bağlı bir şekilde kontrol edilmesi demektir. Isıtma, havalandırma ve hava şartlandırma sistemlerinde sıcaklık, basınç, nem ve akış oranları sıkça kontrol edilen değişkenlerdir. Endüstriyel tesislerde proses işlemlerinde sıcaklık, basınç hassasiyetle kontrol edilmesi gereken bir değişkenlerdir.

1.1.2 Kontrol Edilen Değişkenler

Bir sisteme otomatik kontrol uygulanabilmesi için sistemin Kontrol edilebilir bir değişken içermesi gerekir. Otomatik kontrol sisteminde kontrol edilen değişkenin kontrol edilebilmesi için ikinci bir değişken gereklidir. Bu değişken kontrol edilecek değişken için gerekli değişim miktarının taşıır.

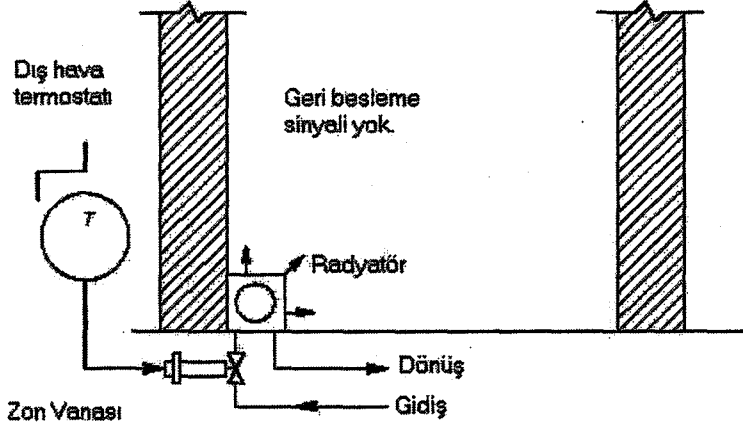
Örnek olarak sıcak sulu bir batarya sisteminde, bir termostat oda sıcaklığını algılayarak ayarlanan sıcaklık değerine göre açılıp kapanmak sureti ile sıcak suyun akışını kontrol eder. Burada oda havası kontrol edilen ortam, oda sıcaklığı kontrol edilen değişken, sıcak suyun akış oranı ayarlanan değişken, termostat kontrol elamanı, sıcak su ise kumanda edilen değişken olarak adlandırılabilir.

1.1.3 Otomatik Kontrol Döngüsü

Hava şartlandırma sistemlerinde, kontrol edilen değişken değerinin sürekliliği otomatik kontrol döngüsü içerisinde yer alan ekipmanların sağladığı çıkış değerleri ile sağlanır. Bir kontrol döngüsü, algılayıcı, algılayıcıdan aldığı sinyalleri değiştirerek çıkış sinyallerine dönüştüren bir kontrol aleti ve vana gibi çıkış sinyali ile kontrol edilen bir son kontrol elamanı içerir. Algılayıcı kontrol elamanından ayrı yada kontrol elamanının bir parçası olarak kontrol edilen ortama yerleştirilmiş olabilir. Algılayıcı kontrol edilen ölçüm değerini kontrol aletine gönderir. Kontrol aleti sinyali alır ve istenilen yada ayarlanan değerle karşılaştırarak bir düzeltme sinyali oluşturur. Bu düzeltme sinyali son kontrol elemanına gönderilir. Son kontrol elamanını kumanda edilen değişkenin fiziksel büyüklüklerini düzenleyerek kontrol ortamının istenilen şartlarda olmasını sağlar.

ISK uygulamalarında. Açık ve kapalı otomatik kontrol döngüsü olmak üzere iki tip kontrol

döngüsü kullanılır.

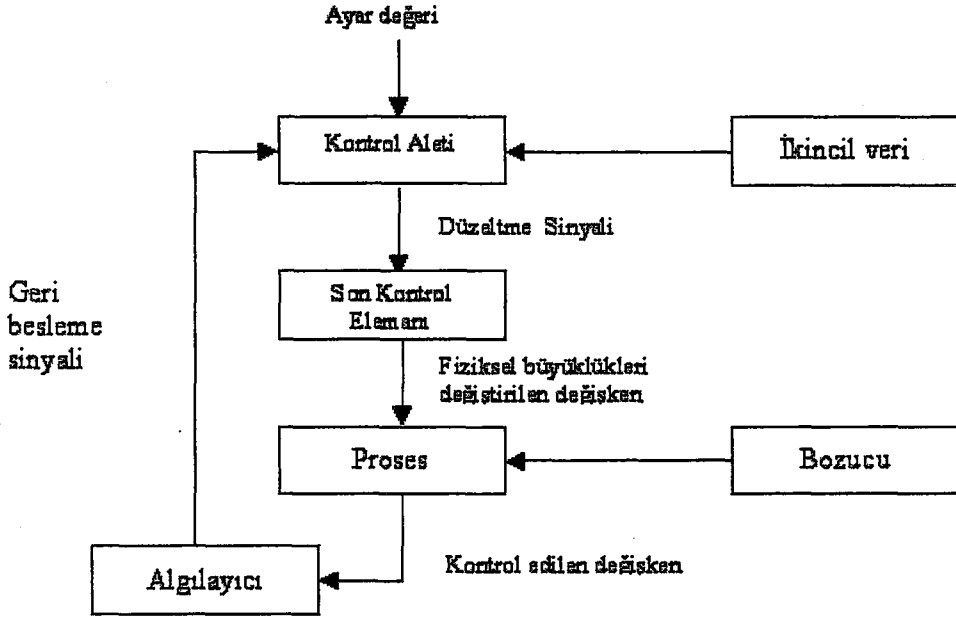


Şekil 1.1 Açık kontrol döngüsü (Headquarters, Department of The Army, 1991)

Açık çevrim tanımlı kontrol döngüsünde; kontrol edilen değişken ile kontrolör arasında direkt bir bağlantı yoktur. Dış hava sıcaklığına bağlı olarak, radyatör suyu sıcaklığını ayarlayan bir kontrol sistemine sahip bir bina ısıtma sistemi varsayalım. Bu sistem; dış hava sıcaklığının değişken değerlerine göre radyatörlere gönderilecek suyun sıcaklığını sürekli olarak değiştirerek, oda havası sıcaklığını sabit tutmaya çalışır. Oda havası sıcaklığı değerinin bu kontrole direkt bir etkisi yoktur. Çünkü, kontrol edilen değişkenden bir geri besleme sinyali alınmamaktadır. (Şekil 1.1)

Kapalı çevrim kontrol döngüsünde ise; kontrol edilen değişkendeki değişimler kontrol cihazına direkt olarak aktarılır. Böylece; düzeltici hareket, kontrol edilen değişkenin kontrol cihazında tanımlı noktaya getirilmesine kadar devam eder.

Otomatik kontrol sistemi geri besleme sinyalleri kullanarak sapmaların azaltılmasını ve sistemin stabilite sinin devamını sağlar. (Şekil 1.2). Bina ısıtmasında dış hava koşullarının hızlı değişimi otomatik kontrol sisteminde düzensizliklere sebep olabilir. Dış hava sıcaklığı dış hava duyargası tarafından algılanarak kontrol aletine gönderilir. İkinci veri olarak kontrol aletine gönderilen bu veri karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilir. Eğer dış hava sıcaklığındaki değişimler sistemde bir düzensizliğe sebep olacak düzeyde ise, kontrol aleti tarafından son kontrol elamanına ek tahrik unsuru verilerek düzensizlik önlenir.



Şekil 1.2 Geri beslemeli kontrol döngüsü

1.2 Kontrol Metotları

Otomatik kontrol sistemleri enerji iletim şekillerine göre ve fonksiyonların yerine getirilmesi için kullanılan kontrol sinyali (analog ve dijital) çeşitlerine göre sınıflandırılabilirler.

Otomatik kontrol sistemleri için en çok kullanılan enerji formları elektrik ve sıkıştırılmış havadır. Bir sistem herhangi birini veya ikisini birden içerebilir.

Pnömatik sistemlerde kontrol aleti çıkış basıncındaki değişiklikler, kontrol edilen son kontrol elemanında bu pozisyon değişikliğine tekabül eden bir pozisyon yaratır.

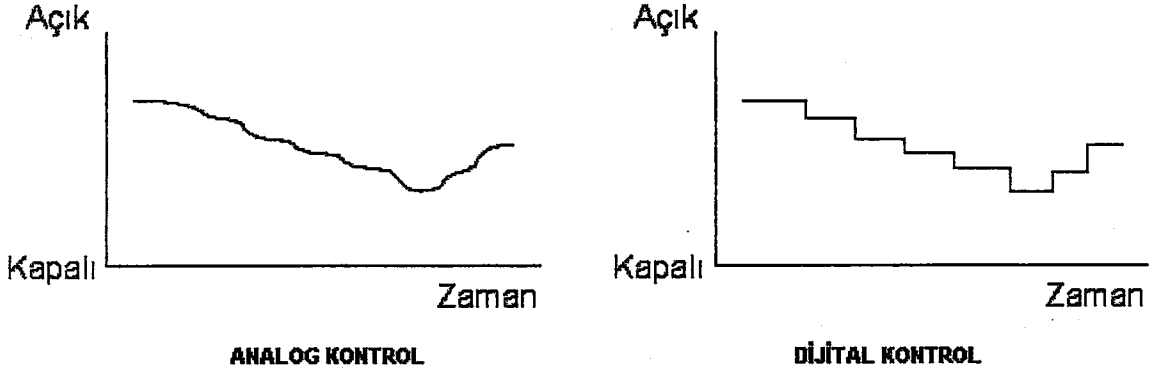
Elektronik sistemler, reosta veya köprü devrelerinin akım veya voltaj dengesinin değişmesi ile çalışan veya duran bir kontrol temin eder. Bu sistemler hat besleme voltajı olarak alternatif akım kullanır.

Elektronik sistemler, kontrol sinyallerinin düşük akım veya voltaj (24V veya daha düşük) değerlerinde taşındığı, elektronik bir devre tarafından kuvvetlendirilerek nihai kontrol işlevini yapan servo mekanizmalara iletiği sistemlerdir.

1.2.1 Analog Ve Dijital Kontrol

geleneksel olarak ISK kontrol sistemlerinde analog sinyalli cihazlar kullanılır. Pnömatik kontrol aletleri tipik birer analog cihazlardır ve sürekli olarak veri gönderir ve alırlar. Kontrol aleti algılayıcı tarafından algılanarak gönderilen ve ölçülen değişken değeriyle orantılı olan

basınç değerini ayar değeri ile karşılaştırır.



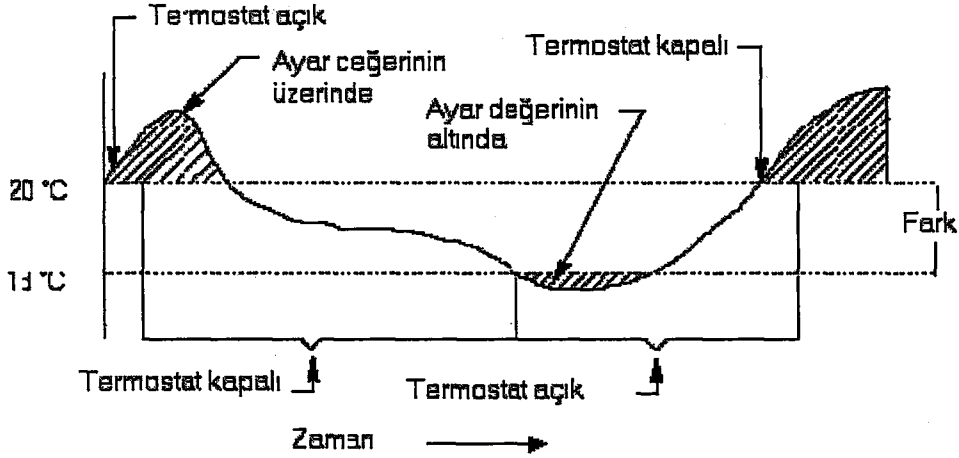
Şekil 1.3 Analog ve dijital sinyal şekilleri

Dijital kontrol aletleri, algılayıcılardan sinyalleri elektronik olarak alırlar ve bu sinyalleri dijital değerlere dönüştürerek matematiksel olarak işlem yaparlar. Daha sonra bu sinyaller tekrar elektronik sinyallere dönüştürülerek bir motorun harekete geçirilmesinde kullanılırlar. Dijital kontrol sisteminde küçük zaman aralıklarında algılanan değerler kontrol elamanına gönderilir. Sürekli bir okuma işlemi gerçekleşmez. Eğer uygun zaman aralıklarında uygun değerler seçilirse kontrol işlemi sağlıklı olarak yürütülebilir. Şekilde analog ve dijital kontrol sistemlerinin karşılaştırılması verilmiştir. Birçok otomatik kontrol sisteminde elektronik olarak alınan sinyaller pnömomatik sinyale dönüştürülerek son kontrol elemanlarına iletilirler.

1.3 Kontrol Türleri

1.3.1 İki Konumlu Kontrol

İki konumlu kontrol türünde; son kontrol elamanı bir konumdan diğerine geçiş anı dışında ya tam açık yada tam kapalı konumdadır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasına geldiğinde son kontrol elamanı belirlenmiş bir konuma (tam açık veya tam kapalı) gelir ve kontrol edilen değişken değişmediği sürece bu konumda kalır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasından belirli bir düzeyde uzaklaşınca son kontrol elamanı ikinci konumunu alır. Kontrol elemanının hareketsiz kaldığı bu iki nokta arasındaki değere fark aralığı denir. Kontrol edilen değişken, fark aralığının iki sınır değerinden birine ulaşmadığı sürece son kontrol elamanı hareket ettirilmez.



Şekil 1.4 İki konumlu kontrol (Headquarters, Department of The Army, (1991))

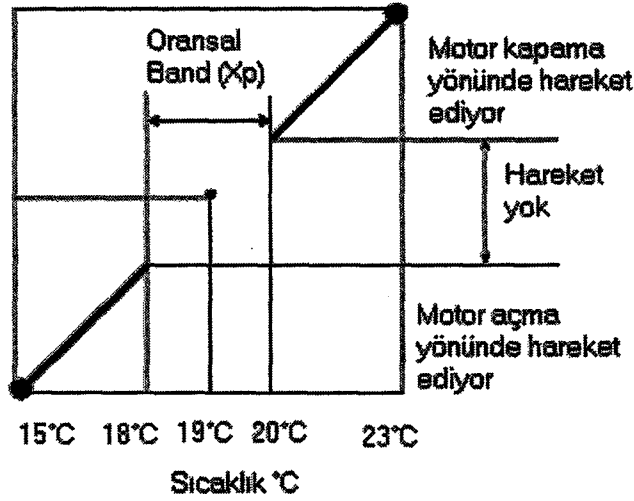
Bu kontrol çeşidini örnek olarak açıklarsak; bir mahalde 20 °C sıcaklık kontrolü yapan bir oda termostatu (iki konumlu) ile mahallin ısınmasını sağlayan ısıtma apareyi arasındaki ilişkiyi ele alalım. Oda termostatının fark aralığını $DT=2$ °C ayar değerinin (X_s) altında yer aldığını kabul edelim. Ayrıca oda termostatının normalde kapalı (NC) bir anahtara (kontakt) sahip olduğunu ve ısıtma apareyinin 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 18 °C' ye düşene kadar bu konumu 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.

1.3.2 Yüzer (Floating) Kontrol

İki konumlu kontrol ile oransal kontrol arasında bulunan bu kontrol türü "üç konumlu kontrol" olarak adlandırılır. Çok yaygın olmamakla birlikte, mikroişlemcili kontrol sistemlerinde kullanımları vardır.

Bu kontrol sisteminde istenilen ayar değeri yakalandığında, servomotor o anda bulunduğu konumda hareketsizdir. İstenilen ayar değerinin belli bir miktar dışına çıktığında ise servomotor oluşan farkı düzeltmek üzere açma yada kapama yönünde hareket eder.

Yavaş hareket eden bir servomotor kullanılması ile sistemin herhangi bir kısmi yükte çalıştırılması mümkün olmaktadır. Bu sayede iki-konumlu kontrolde oluşan salınımlar çok daha aza indirgenmiş olur.



Şekil 1.5 Yüzer kontrol

Servomotorun hızı önemlidir. Çok yavaş bir servomotor ile sistemdeki ani değişikliklere uyum sağlanması şansı kalmayacaktır. Servomotorun çok hızlı olması ise iki-konumlu kontrole yol açar, yani kısmi yüklerde çalışma mümkün olmaz.

Bu tip kontrolün daha gelişmiş şekli şu şekilde çalışmaktadır; Servomotorun hareket hızı, istenen ayar değerinden uzaklaştıkça artmaktadır. Özellikle hızlı tepki veren sistemlere uygun bu uygulamada çok hassas bir kontrol sağlamak mümkün olmaktadır.

1.3.3 Oransal Kontrol-P (Proportional)

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

Son kontrol elamanının hareket boyunu (Stroke) değiştirerek kullanılan enerjinin %0' dan %100' e kadar ayarlanabilmesi için kontrol edilen değişkendeki (sıcaklık, basınç, vb) gerekli 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. (MMO, 2003)

$$V_p = K_p.E + V_o$$

(1.1)

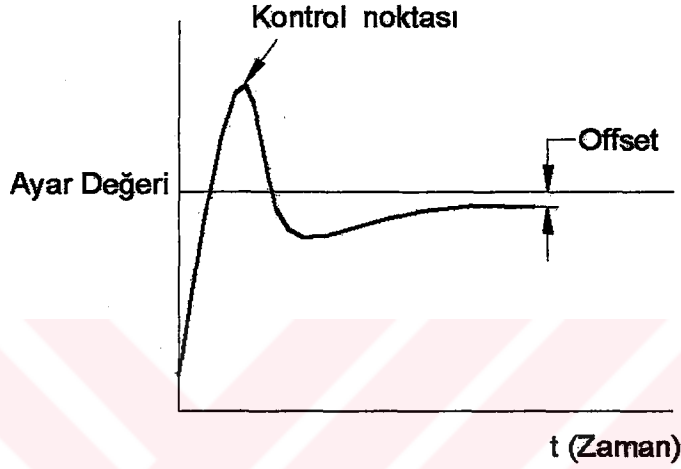
V_p = Kontrol cihazı çıkışı

K_p = Oransal kazanç

E = Hata sinyali veya offset

V_o = Offset düzeltme parametresi

Formülü ile ifade edilebilir.



Şekil 1.6 Oransal kontrol

Şekilde 1.6'da sembolize edilen oransal kontrol reaksiyon eğrisinden de gözüktüğü gibi; ayar değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka offset denir. Offset'i azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak oransal band küçüldükçe, iki-konumlu kontrole yaklaşıldığı için set değeri etrafında salınımlar artar ve sistem dengeye oturamaz.

Geniş oransal band seçeneğinde ise offset' in daha büyük olacağı düşünülürse; oransal band seçiminin kullanıldığı prosesin şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekmektedir.

Oransal band bir çok proseste tam skala değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanıp yaygın olarak kullanılıyorsa da yine bazı proseslerde kazanç tanımı olarak kullanılmaktadır.

Oransal band ve kazanç arasındaki bağıntıyı;

$$Kazanc = \frac{\%100}{\%Oransal\ band} \quad (1.2)$$

şeklinde ifade edebiliriz.

1.3.4 Oransal + İntegral Kontrol – PI (Proportional + İntegral)

Oransal kontrolde oluşan offset'i azaltmak veya ortadan kaldırmak için kontrol cihazı integratör (integral alıcı devre) kullanılır. Ölçülen değer ile ayar değeri arasındaki fark sinyalinin zamana göre entegrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal band kaydırılmış olur.

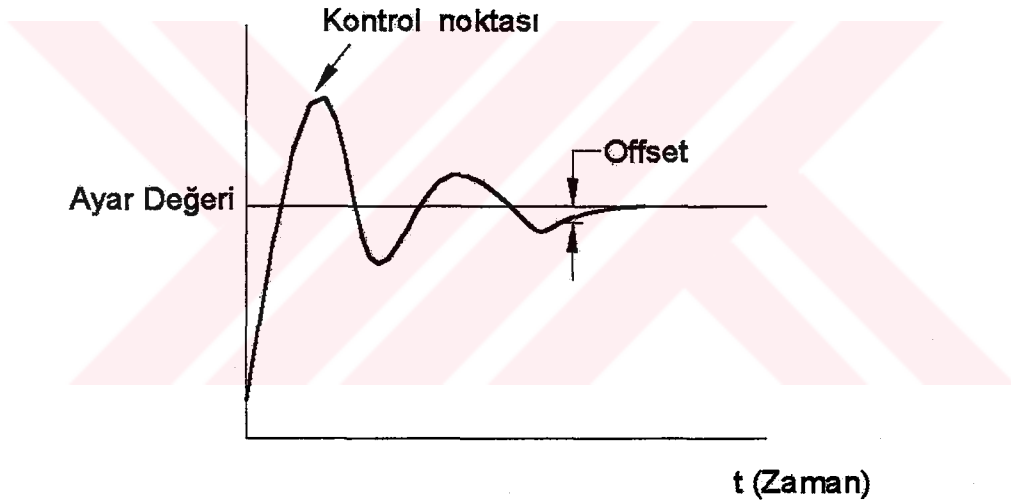
Matematiksel olarak ifade edersek (MMO, 2003);

$V_p =$ Kontrol cihazı çıkışı

$K_i =$ İntegral kazanç

$t =$ Zaman

$$V_p = K_p.E + K_i.\int E.t + V_o \quad (1.3)$$



Şekil 1.7 Oransal – İntegral kontrol

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılarak veya azaltılarak proses değişkeni ayar değerine oturtulur. İntegratör devresi, gerekli enerji değişkenliğine ayar değeri ile ölçülen değer arasındaki fark kayboluncaya 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 ve integratör devresi düzeltici etkisini gösterir.

1.3.5 Oransal + Türevsel Kontrol – PD (Proportional + Derivativ)

Oransal kontrolde oluşan offset, oransal + türevsel kontrol ile de azaltılabilir. Oransal +

Türevsel kontrolde ayar 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 limit üstü ve limit altı (overshoot – undershoot) değerleri azaltmak içindir. Limit üstü ve limit altı değerleri azaltırken bir miktar offset kalabilir.

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

1.3.6 Oransal + Integral + Türevsel Kontrol – PID (Proportional + Integral + Derivative)

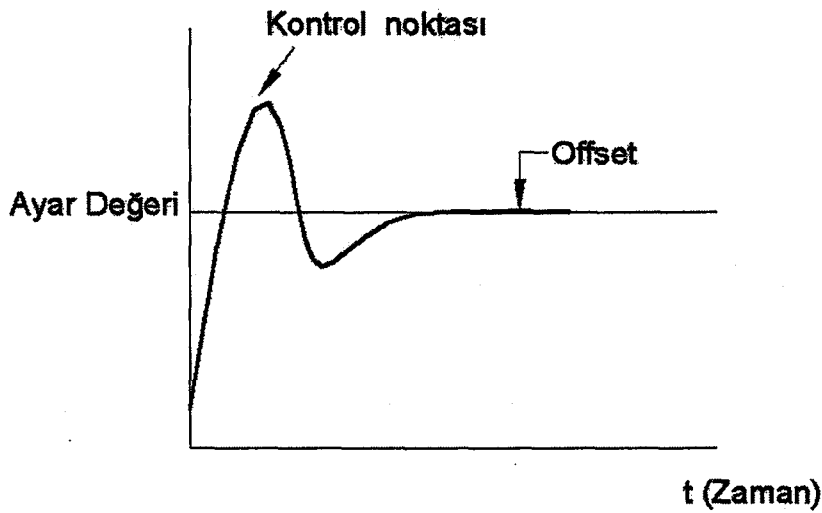
Kontrolü güç, diğer kontrol türlerinin yeterli olmadığı proseslerde tercih edilen bu kontrol türünde; oransal kontrolde oluşan offset, integral fonksiyonu ile giderilir. Meydana gelen limit üstü değerler bu kontrole türevsel etkisinin de eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen ortadan kaldırılır.

PID kontrolü matematiksel olarak ifade edersek (MMO, 2003);

$K_d = \text{Türevsel kazanç}$

$\Delta E/\Delta t = \text{Hatanın türevi}$

$$K_p.E + K_i.\int E.t + K_d. \Delta E/\Delta t + V_o \quad (1.4)$$



Şekil 1.8 PID kontrol

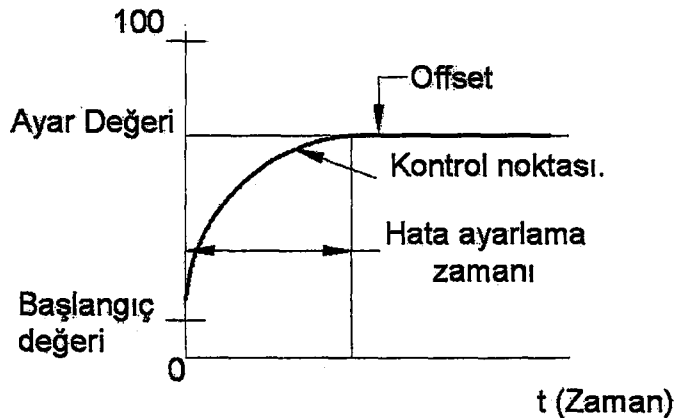
Esas amacı ayar değeri ile ölçüm değeri arasındaki hatayı sifira indirgemek ve bu sayede istenilen değere ulaşmak olan tüm kontrol türlerinde; oransal (P), İntegral (I), Türev (D) parametrelerinin uygun bir şekilde ayarlanması sayesinde kontrol edilen değişkenin ayar değerine; Minimum zamanda, minimum üst ve alt tepe (overshoot ve undershoot) değerlerinden geçerek ulaşmasını sağlar.

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 set değeri ile kontrol edilen değer arasında sıfırdan farklı (+) veya (-) ve ya sifira indirilemeyen bir offset mevcuttur. Sadece P ile kontrol edilen böyle bir sisteme I'nın ilavesi offset'i ortadan kaldırmaya yöneliktir. Diğer Bir deyişle P + I türündeki bir kontrol cihazı ile denetlenen bir proseste normal şartlar altında sistem dengeye oturduktan sonra offset oluşması söz konusu değildir. Bununla beraber integral zamanının çok kısa olması prosesin osilasyona girmesine sebep olabilir. P + I denetim mekanizmasına D etkisi ilavesi ise set değerine ulaşmak için geçen zamanı kısaltmaya yaramaktadır.

Gerek dengeye oturma zamanı, gerek reaksiyon zamanı ve gerekse de üst ve alt salınımların optimum değerleri prostesten prosese değişiklik göstereceğinden her proses için P,I,D değerleri ayarları birbirinden farklı olmalıdır.

Daha ayarlanarak optimum değerleri tespit edilmemiş bir PID kontrol cihazının PID parametrelerinin, ilk işletmeye alma esnasında optimum kontrol için ayarlanmaları gerekmektedir.

1.3.7 Hızlandırılmış Oransal + Integral + Türevsel Kontrol – EPID (Enhanced Proportional-Integral-Derivative)



Şekil 1.9 EPID kontrol. (Honeywell, 1997)

Bu kontrol türü mikroişlemcili sistemlerde kullanılır ve sistemin salınım yapmadan ayar değerine gelmesini sağlar. Sistem başlangıç değerinden hareket ederek ayar değerine yaklaştıkça hızını azaltarak çalışmasını devam ettirir. Bu şekilde overshoot veya undershoot meydana gelmeden ayar değerine ulaşılır. Son kontrol elamanın (vana, damper, motor vs.) başlangıç değeri için uygun bir değer sistemin özelliği dikkate alınarak seçilir. Bu değer ısıtma, havalandırma (ekonimizerli) ve mekanik soğutmalı sistemlerde sıfır pozisyonunun %33' kadar alınabilir.

1.4 Kontrol uygulamaları ve kontrol şekilleri

Çeşitli kontrol uygulamaları için tavsiye edilen kontrol şekilleri çizelge 1.1 de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Kontrol uygulamaları ve kontrol şekilleri tablosu. (Honeywell, 1997)

Kontrol Uygulaması	Önerilen Kontrol Şekli
Mahal sıcaklığı	P, PID
Karışım Havası sıcaklığı	PI, EPID
Batarya çıkış sıcaklığı	PI, EPID
Çiller çıkış sıcaklığı	PI, EPID
Sıcak su eşanjörü çıkış sıcaklığı	PI, EPID
Hava akışı	PI
Fan statik basınç	PI, EPID
Nem	P, veya çok sıkı kontrol için PI
Çiğ noktası sıcaklığı	P, veya çok sıkı kontrol için PI

1.5 Proses Karakteristikleri

Kontrol sistemin de kontrol işlemini etkileyen ve iyi bir kontrol işlemi için iyi anlaşılması gereken birkaç karakteristik vardır. Bunlar;

1.5.1 Yük

Proses yükü, kontrol edilen değişkende istenilen şartların sürdürülmesi için kumanda edilen değişkenin büyüklüğünü belirleyen durumdur. Yüklerdeki değişim veya bozucu etkiler, kontrol edilen değişkeni etkiler. Bozucu etkinin büyüklüğü, oranı, frekansı ve süresi veri giriş ve çıkışları arasındaki dengeyi değiştirir.

Kontrolün kalitesini etkileyen dört tip bozucu etki şunlardır;

- Kullanılan kaynaklardan kaynaklanan bozucular,

Örnek olarak ısıtıcı bataryadan sağlanan sıcak suyun sıcaklığının düşmesi ile birlikte bataryadan ayrılan havanın sıcaklığı etkilenir. Bu durumda bataryadan ayrılan ve sisteme verilen havanın sıcaklığının sabit kalabilmesi için sıcak su akış hızının artırılması gerekir.

- İsteğe bağlı bozucular

Kontrol edilen değişkende yapılan değişikliklerden kaynaklanan bozuculardır.

- Ayar değerinin değiştirilmesi

Ayar değerinin değiştirilmesi sistemde bozucu etki yapabilir. Değişiklikler algılayıcı tarafından algılanıp kontrol aleti tarafından düzeltilinceye kadar tüm sistemi etkiler.

- Çevresel Bozucular

Prosesi çevreleyen sıcaklık, nem ve basınç gibi değişkenlerde meydana gelen değişiklikler proses yüklerinin değişmesine sebep olur.

1.5.2 Gecikme

Gecikmeler kontrol edilen değişkende meydana gelen değişikliklere sistemin hızlı bir şekilde cevap vermesini önler. Proses gecikmesi, kontrol edilen değişkenin çevresel bozucuya cevap vermesi için geçen süredir. Bu süreye ısı depolama kapasiteleri, ısı iletim katsayıları, ve ölü zonlar etki edebilir.

Bununla birlikte gecikmeler mahaldeki sıcaklık değişimi ve algılayıcının sıcaklıktaki değişimi algılaması sırasında gerçekleşebilir. Veya son kontrol elamanının reaksiyon süresi, gerekli ısının kontrol edilen değişkene taşınması sırasında geçen süre gecikmelere örnek olarak gösterilebilir. Toplam gecikme, proste meydana gelen her kaybın matematiksel olarak ayrı toplanması ile bulunur.

1.5.2.1 Ölçüm Gecikmesi

Dinamik hata, statik hata, yinelenebilirlik, ve ölü zon ölçüm gecikmelerine sebep olur. Algılayıcıların kontrol edilen değişkendeki değişiklikleri anında ölçememesi dinamik hatalara sebep olur ki; bu durum kontrol olayında önemli bir faktördür.

Dinamik hata değişkenin ölçülen değeri ile gerçek değeri arasındaki farktır ve kontrol edilen değişkenin değişimi ile her zaman ortaya çıkar. Değişken kontrol noktası etrafında sürekli olarak dalgalanır. Çok nadir olarak durağan davranır. Dinamik hata miktarı algılayıcının kalitesine göre değişir.

Statik hata; durağan değişkenin ölçüm değeri ile gerçek değeri arasındaki fark olup

algılayıcıların kalibrasyonundan dolayı meydana gelir. Kontrol için fazla belirleyici değildir.

Yenilenebilirlik; bir değişkenin farklı zamanlarda ölçülen değerlerinin aynı olması durumunda, algılayıcı ve kontrol aleti tarafından üretilen sinyallerin de (giriş-çıkış sinyalleri) aynı olması durumudur. Hassas kontrol sistemleri hassas yenilenebilirlik gerektirir.

Ölü zon; kontrol aletinin son kontrol elamanına gönderdiği hareket sinyalinin hareketi başlatıncaya kadar kontrol edilen değişkendeki değişim oranıdır.

1.5.2.2 Ölü Zaman

Ölü zaman (iletim gecikmesi) algılayıcıların ve vanaların uygun uzaklıklara yerleştirilmemesinden kaynaklanır.



2. KONTROL SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

Tipik bir kontrol sistemi; algılayıcılar, kontrol aleti, hareket oluşturucular (motorlar) ve yardımcı elamanlardan oluşur.

2.1 Algılayıcılar (Sensörler)

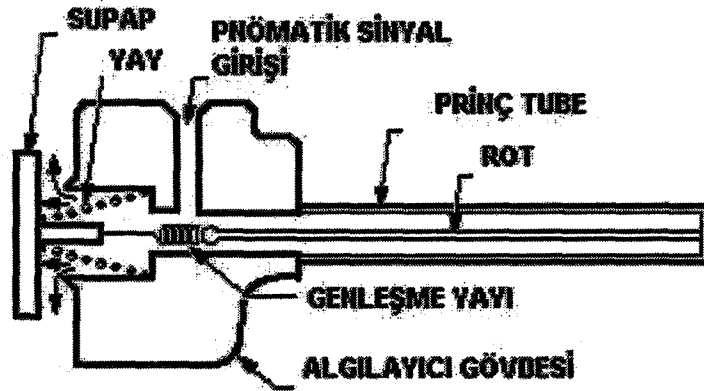
Algılayıcılar kontrol edilen değişkenin değerini ölçer. Kontrol edilen değişken sıcaklık, bağıl nem, basınç ve akış olabilir.

2.1.1 Sıcaklık Algılayıcılar (Termometreler)

Belli başlı sıcaklık algılayıcılar ve çalışma prensipleri aşağıda açıklanmıştır.

Bimetal Eleman, farklı genleşme katsayılarına sahip iki metalin ince şerit levhalar halinde yapıştırılmasından oluşurlar. Farklı genleşme katsayılarından dolayı sıcaklık değiştiğinde eleman eğilir ve konumunda bir değişim meydana gelir. Kaba sıcaklık ölçümleri için uygundur. Ölçüm aralığı $-20/260$ °C' dir ve gecikmeli çalıştıklarından uzaktan kullanıma uygun değildir.

Rot Ve Tüp Eleman, içerisinde, bir ucu tüpün altına takılı düşük genleşmeli rot bulunan yüksek genleşmeli metal tüpten oluşur. Tüp, sıcaklıktaki değişimle rotun serbest ucunun hareket etmesine sebep olur. Rotun boyunda kayda değer bir uzama olmaz. Rotun serbest ucunun hareketiyle birlikte kanatçık üzerinde bir basınç oluşur. Kanatçık genellikle bir pnömatrik sinyal oluşturur ve bu sinyal kanatçığın pozisyonuna bağlı olarak değişir.



Şekil 2.1 Rot ve tüp eleman (Honeywell, 1997)

Contalı K r k Eleman, K r g n havası boşaltıldıktan sonra buhar ve/veya sıvı ile doldurulmuştur. Sıcaklık değişmeleri gaz ve/veya sıvı hacminde değişmelere neden olur. Bunun sonucunda k r kte hareket oluşur.

Rezistans Eleman, Sıcaklık değişimine göre değişen elektrik rezistanslı telden yapılmıştır. Tipik olarak platin, rodyum-demir, nikel, nikel-demir, tungsten veya bakırdan yapılırlar. Bu cihazlar, basit devre yapısına ve yüksek doğrusallığa, duyarlılığa ve m kemmek kararlılığa sahip olduklarından iklimlendirme ve klima sistemlerinin otomatik kontrolünde yaygın olarak kullanılırlar.

Termistör, Sıcaklık değişimi ile elektriksel direnci değişen özel bir çeşit yarı iletkenidir. Bu amaçla kullanılan metal-oksitlerin dirençleri sıcaklıkla büyük değişik gösterir. Genellikle sıcaklık arttıca direnci azalan elemanlar (NTC, negatif sıcaklık katsayılı) kullanılır. Fakat  zel amaçlarla direnci sıcaklıkla artan (PTC, pozitif sıcaklık katsayılı) elemanlar da mevcuttur.

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.

Sıcaklık ölçümlerinde termokuplların platin/nikel dirençli ölçüm cihazlarına göre hassasiyetleri daha azdır. Termokupllar, düşük maliyetleri, kullanım kolaylıkları ve orta derece güvenlikleri ile oldukça yaygındırlar.

Sıvılı Termometreler, Sıvılı termometreler, ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme uygulamalarında kullanılırlar. Bu kullanımların bazıları, soğutucu, ısıtıcı akışkan ve hava sıcaklıklarının belirlenmesidir. Yüksek doğruluk ve düşük maliyetlerinden dolayı cıvalı cam termometrelerin sıcaklık ölçümlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Fakat gazlardaki ölçümlerde ısı ışınımdan etkilenirler. Teorik  l m aralıkları $-38/550$  C' dir.

Kızıl  tesi Radyometreler (Pirometreler), sıcaklığı uzaktan algılayabilen cihazlardır. Bu cihazlarda, gözlenen cisimden gelen ısı ışınımı akışı bir göstergeden akacak şekilde, ısı ışınımı akışı ile orantılı bir çıkış sinyali üreten , kızılötesi detektör üzerinde optik bir algılayıcı yardımı ile odaklanır. Pratikte noktasal ve taramalı kızılötesi radyometreler mevcut olup, bunlardan ikincisi görüş alanı içerisinde değişim gösteren sıcaklık belirleme özelliğine sahiptir.

Cismin, sıcaklığı düştükçe kızılötesi radyometrenin sıcaklık çözünürlüğü de azalır. Örneğin 20 °C sıcaklıkta bir cisimde 0,25 °C sıcaklık farkını gösterebilen bir radyometre, 0 °C sıcaklıkta bir cisimde ancak 1 °C sıcaklık farkını gösterir.

Kızılötesi termografi, bir kızılötesi sisteminden alınan bilgilerden, ısı bilgilerin elde edilerek analizinin yapıldığı bir sistemdir. Kızılötesi görüntüleme sistemi bir kızılötesi kamera ile görüntüleme ünitesinden oluşur. Kızılötesi kamera yüzeyi tarayarak, yüzey tarafından yayılan ve yansıtılan ısı ışınımını algılar. Görüntüleme ünitesi bir renkli LCD ekrana veya yüzeyin gri veya renkli kodlu ısı görüntüsünü gösteren katot ışın tüpüne (CRT' ye) sahiptir. CRT' deki görüntünün fonografına termogram adı verilir. Kızılötesi termografi, bina dış cephelerinin yapımında yalıtımı unutulmuş bölgelerin ve hava kaçaklarının izlenmesinde başarı ile kullanılmaktadır.

2.1.2 Basınç Algılayıcılar

Basınç, genellikle sıvı veya gaz bir akışkan tarafından birim alana uygulanan kuvvettir. Basınç algılayıcıları, mutlak basınç ölçerler, atmosferik basınç ölçerler ve basınç farkı ölçerler olarak gruplandırabiliriz. Bir basınç algılayıcı gaz veya sıvının basıncını kilo Paskal (kPa), çok küçük basınçları ise paskal (Pa) birimlerinde ölçer. Basınç fan, bir pompa veya kompresör, bir kazan veya başka aletler tarafından oluşturulabilir.

Efektif basınç, basınçlardan birinin (referans basıncı) atmosfer basıncı olması durumundaki fark basıncıdır. Basınç ölçerlerin çoğu efektif basıncı ölçmek için tasarlanmışlardır.

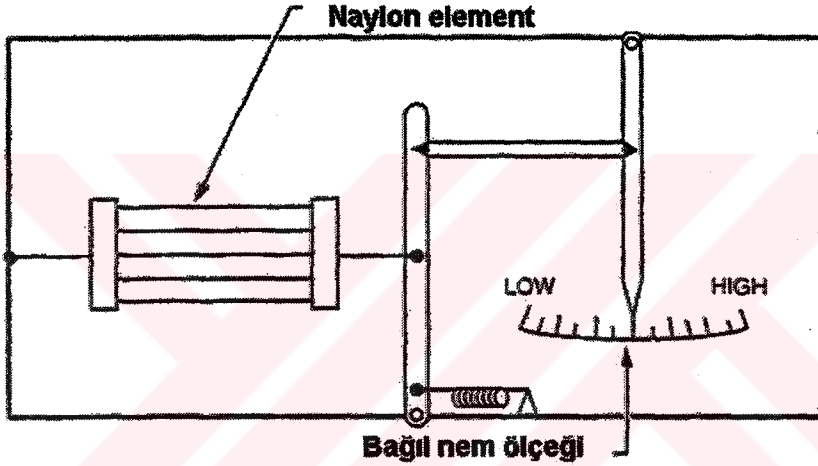
Basınç kontrol aletleri körüklü, diyaframlı veya hassas elektronik algılayıcı olabilirler. Basınç altında ki cihaz basıncı algılar ve direkt olarak diğer kontrol cihazlarına ileterek elektrik veya pnömatik şalterlerin tahrikini sağlar. Basınç kontrol algılayıcıları akış oranını, akış büyüklüğünü, akışkanın seviyesini ve statik basıncını ölçebilirler.

Hava kanalındaki statik basınç genelde su sütunu cinsinden ölçüldüğünden ölçüm elemanı, yağ içine daldırılmış ters bir çan, geniş bir diyafram veya geniş esnek bir metal körtüktür. Orifislerle bağlantılı olarak kullanılırsa fark basınçlarını da ölçebilir. Örnek olarak Pitot tüpleri ile hem statik hem de dinamik (hız) basıncını ölçebilirler.

Üzerindeki basınca bağlı olarak direnci veya kapasitansı değişen yarı iletkenler hassas kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.1.3 Nem Algılayıcılar

Havanın nem içeriğini ölçebilen birçok cihaz vardır. Bu cihazlarda kullanılan algılayıcı elamanlar, yaş termometre sıcaklığı, bağıl nem, çığ noktası ve donma noktası gibi değişik fiziksel özelliklere karşı. Bu cihazlar genellikle iki sınıfa ayrılır: mekanik ve elektronik. Higrometre olarak ta bilinen mekanik basınç algılayıcı, nem oranındaki değişime bağılı olarak genişleyerek veya daralarak hareket oluşturur. Nem oranında ki değişime bağılı olarak genişleyen ve daralan malzemeye higroskopik madde denir. Bu malzemenin en çok kullanılanlarından bir tanesi naylondur. Çevrili havanın nem miktarının değişimi ile birlikte naylon nem alarak veya vererek genişler veya büzülür. Malzemenin hareketiyle birlikte kontrol mekanizması tahrik edilmiş olur.



Şekil 2.2 Naylon higrometre. (Honeywell, 1997)

Bir diğer nem ölçme cihazı elektronik nem ölçerlerdir. Elektronik nem ölçer hızlı ve daha hassas çalışır. Bu cihazlar nem deki değişikliği malzemenin direncindeki ve kapasitansındaki değişimden algırlarlar.

Çığ noktası algılayıcıları ile çığ noktası sıcaklıkları direkt olarak ölçülebilir. Yoğuşturma esasına dayanan çığ noktası higrometresi, nem ölçme aralığı geniş olan, hassas ve güvenilir bir araçtır. Bu tür higrometrelerde bir yüzey, çığ ve buz yoğuşması başlayıncaya kadar termoelektrik, mekanik veya kimyasal yolla soğutulur. Yüzeydeki yoğuşma, yüzeyi çeviren gaz ile dengede olan buharlaşma basıncı ile korunurken, yüzey yoğuşması optik, elektrikselsel veya nükleer tekniklerle saptanır. Bu durumda ölçülen yüzey sıcaklığı çığ noktası sıcaklığıdır.

2.1.4 Sıvı Akışını Hisseden Elemanlar

Sıvı akışını hisseden elemanlar, çeşitli temel hissetme prensiplerini ve aşağıdaki aygıtları kullanabilirler: Orifis (delik) plakası, Pitot tüpü, venturimetre, akış nozulları, türbinmetre, rotametre, pervaneli akış ölçer ve vorteks geçirmeyen akış ölçer.

Bunların her birisinin ölçüm aralığı, hassasiyeti ve karmaşıklığına bağlı olarak değişen ve farklı durumlar için tercih edilme nedenleri vardır. Genelde fark basınç tipli aygıtlar (orifis plakalar, Pitot tüpleri, venturiler ve akış nozulları) basit olup fiyatları uygundur, ancak ölçme sahası sınırlıdır. Bu elemanların hassasiyetleri uygulama ve kullanım şekline bağlıdır.

2.1.5 Diğer Hissedici Elemanlar

Yangın algılama ve duman yoğunluğu, iç hava kalitesi, rüzgar yönü/şiddeti, iletkenlik, seviye, ortam meşguliyeti, yer çekim kuvveti, akım, karbondioksit (CO₂), karbon monoksit (CO) vb. değerleri ölçme gibi başka amaçlar için kullanılan hissedici elemanlar, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin tamamen kontrolü için çoğu kez gereklidir.

2.2 Sinyal Dönüştürücüler

Bu cihazlar algılayıcılardan alınan sinyali ve kontrol elamanından çıkan çıkış sinyalini analog formdan bir başka tür sinyale dönüştürürler. Örnek olarak bir voltaj-pnömatik sinyal dönüştürücü, algılayıcıdan potansiyel farkı olarak aldığı 2 ile 10 volt arası sinyali 20 ile 100 kPa çıkış sinyaline dönüştürerek pnomatik vana veya damperin pozisyon almasını sağlar. Bunun tersi şekilde pnomatik-voltaj sinyal dönüştürücü 15 ile 100 kPa değerleri arasındaki pnomatik sinyal değerlerini 2 ile 10 volt arası sinyallere dönüştürürler.

2.3 Kontrol Elamanları

Kontrol elamanı algılayıcılardan aldığı giriş sinyallerini ayarlanan veya istenilen değerlerle karşılaştırarak yeni bir çıkış sinyali oluşturur ve bu sinyal aracılığıyla vanaların veya damperlerin pozisyonu ayarlanır. Algılayıcı kontrol elamanı ile bir arada olabileceği gibi (örneğin termostat) kontrol elamanından uzakta bir noktada da olabilir.

Kontrol elamanı elektrik/elektronik, mikro işlemcili veya pnomatik olabilir. Elektrik/elektronik kontrol elamanları iki konumlu, yüzer kontrol veya modülasyon kontrolü yapabilir. Ayrıca mekanik giriş sinyallerini ve elektrik giriş sinyallerini de kullanabilir. Mikro işlemcili kontrol elamanları giriş sinyallerini dijital lojik kullanarak istenilen değerlerle karşılaştırır ve daha önceden yüklenen algoritmalar ve denklemler aracılığıyla yeni değerler

oluşturarak çıkış sinyali üretirler. Mikro işlemci giriş sinyalleri algılayıcının türüne göre on-off veya analog olabilir. Çıkış sinyalleri on-off, analog, veya atış (puls) şeklinde olabilirler. Pnömatik kontrol elamanları pnömatik sinyaller alırlar ve bu sinyalleri modüle edilmiş pnömatik çıkış sinyallerine dönüştürürler.

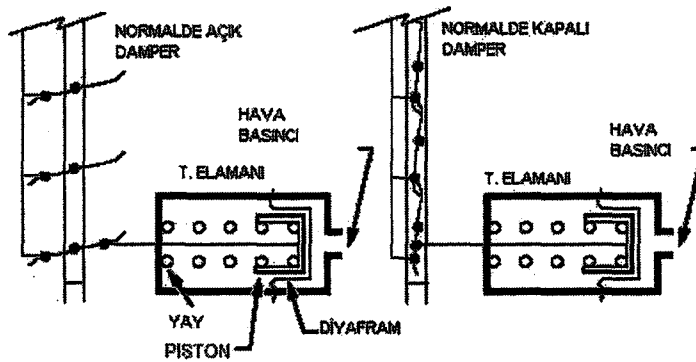
2.4 Tahrik Elamanları

Tahrik elamanları elektrik veya pnömatik enerjiyi dairesel veya lineer harekete çeviren aygıtlardır. Bu tahrik elamanları genellikle vana veya damper gibi son kontrol elamanlarının pozisyonlarını değiştirirler.

Pnömatik tahrik elamanları oransal veya modülasyonlu hareket sağlarlar. Bir başka deyişle transfer edilen hava miktarına bağlı olarak son kontrol elamanlarını strokları içerisinde herhangi bir konumda tutabilirler. İki konumlu ve ya ON/OFF durum oluşturmak için, tahrik elamanındaki hava basıncının sıfır veya en yüksek değerine göre kumanda oluşturacak röle gerekir.

Elektrikli tahrik elamanları iki konumlu, yüzer veya oransal hareket oluşturabilirler. Elektrikli tahrik elamanının oransal kontrolü elektronik giriş sinyali gerektirir. Elektrikli tahrik elamanı iki yönlü çalışabilir. Yani bir yönde vana veya damperi açarken diğer yönde kapar. Bazı tahrik elamanlarının her iki yönde hareketi için güç gerekirken, bazıları içinse bir yönde hareket için güç gerekir. Diğer yönde hareket için yayın depoladığı enerjinin geri salınışından yararlanır.

Benzer şekilde pnömatik tahrik elamanları damperleri kontrol ederler. Şekil 2.3 de pnömatik elamanlarının normalde açık ve normalde kapalı damperleri kontrol edişleri görülüyor.

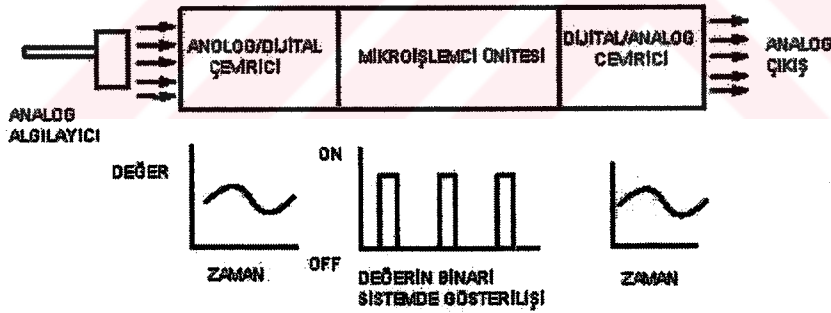


Şekil 2.3 Damperlerin pnömatik kontrolü. (Honeywell, 1997)

3. DİREKT DİJİTAL KONTROL (DDC)

Bu kontrol sisteminde kontrol aleti algılayıcılardan aldığı sinyali bir bilgisayar programı aracılığıyla işleyerek kontrol için gerekli çıkış sinyaline dönüştürür. Program dijital formda olduğu için direkt dijital kontrol (DDC) olarak adlandırılmıştır. Mikroişlemci temelli kontrol sistemleri tek merkezli çalışabileceği gibi, bina içerisinde kişisel bilgisayarlarla işbirliği yapacak şekilde ve bu bilgisayarlar tarafından sağlanacak ek fonksiyonları kullanacak şekilde de çalışabilirler.

Ticari binalarda ve endüstriyel tesislerde ISK, ısıtma ve soğutma sistemleri vb. mekanik ve elektrik tabanlı sistemlerin kontrolünde orta kontrol kademesini oluşturan ve DDC olarak isimlendirilen mikroişlemciler, mikrokontroller, ve mikrokomputerler; hissedicilerden gelen sinyalleri okur, belleğinde depolar, yazılım üzerinden tanımlanmış kontrol döngülerini gerçekleştirir ve nihai tahrik elamanları için uygun çıktı komutlarını üretirler. Başka bir deyişle; DDC üniteler bilginin depolandığı ve değerlendirildiği ilk ve önemli mikroişlemcili basamaktır. DDC ünitelerde depolanan ve işlenen yerleşimlere Ait bilgiler, bilgi işlem şebekesi üzerinden veri merkezine aktarılır.



Şekil 3.1 DDC ünitesi giriş çıkış sinyali dönüşümü. (MMO, 2003)

DDC üniteler kendi mikro işlemcilerine uygun yazılımlar vasıtasıyla, yerleşime ait bütün bilgileri izleme, alarm seviyelerini tanımlama, bağlı tüm tahrik ünitelerini kontrol-kumanda edebilme yeteneğine veri merkezinden bağımsız olarak sahiptir. En basit uygulamalar için gerekli 1 veya 2 kontrol döngüsü (loop) yeteneği yanı sıra daha karmaşık ve büyük yerleşimler için 30 veya 40 kontrol döngüsüne sahip DDC üniteleri mevcuttur.

Klasik pnömatik veya elektronik lokal kontrol cihazları yerine daha sık kullanılmaya başlanılan bu ünitelerin en önemli özelliği doğrudan sayısal kontrol performansına sahip

olmasıdır. DDC; verilmiş kontrol algoritmalarına ve ölçülmüş kontrol değişkenlerinin fonksiyon ve ayar değeri gibi işleri dijital (sayısal) metotlarla periyodik olarak yapabilen bir kontrol döngüsü olarak adlandırılabilir.

ASHRAE 1987 System and Applications Handbook'taki DDC tanımı şöyledir. Bir DDC ünite, hissedicilerden gelen elektronik sinyalleri alır, sayılara dönüştürür ve hesaplayıcı sayesinde bu sayılardan matematiksel işlemler gerçekleştirilir. Hesaplayıcı çıkışı sayısal formda olup, voltaj ve pnömatik sinyale dönüştürülür. Hesaplayıcı: girdileri periyodik olarak okur, yeni girdilere göre tekrar hesaplar ve buna bağlantılı olarak çıktıyı yeniden düzenler.

Bu ifadelerden kolayca anlaşılacağı gibi DDC temelde bir sayısal hesaplayıcıdır. Kontroldeki mikroişlemci hesaplama işlerini gerçekleştirir. Mikroişlemci temelli bir kontrol sisteminin parçalarından biri olan Analog – Dijital Dönüştürücü olup, Analog sinyali mikroişlemcide kullanılacak dijital sinyale dönüştürür. Analog sinyal genellikle algılayıcılardan gelir. Dijital – Analog Dönüştürücüler ise bir bilgisayar programından aldığı dijital çıkış sinyallerini kontrol sistemi içerisinde kullanılacak analog çıkış sinyallerine dönüştüren parçalardır. Analog sinyaller genellikle tahrik elamanlarında veya son kontrol elamanlarında kullanılırlar.

3.1 DDC Ünite Fiziksel Yapıları

Her farklı yerleşim için ayrı kullanılması tavsiye edilen DDC üniteler iki farklı yapıda üretilirler.

Kompakt DDC üniteler; Girdi-çıkış elamanları bağlantı kutusu, mikro işlemci ünitesi, besleme ve girdi çıkış modüllerinin ve gerekli tüm donanımın tek bir kasa üzerinde monte edilmesi sonucu oluşturulmuş kompakt yapıdaki DDC üniteler fabrika çıkışlı sabit girdi-çıkış kapasiteye sahiptir.

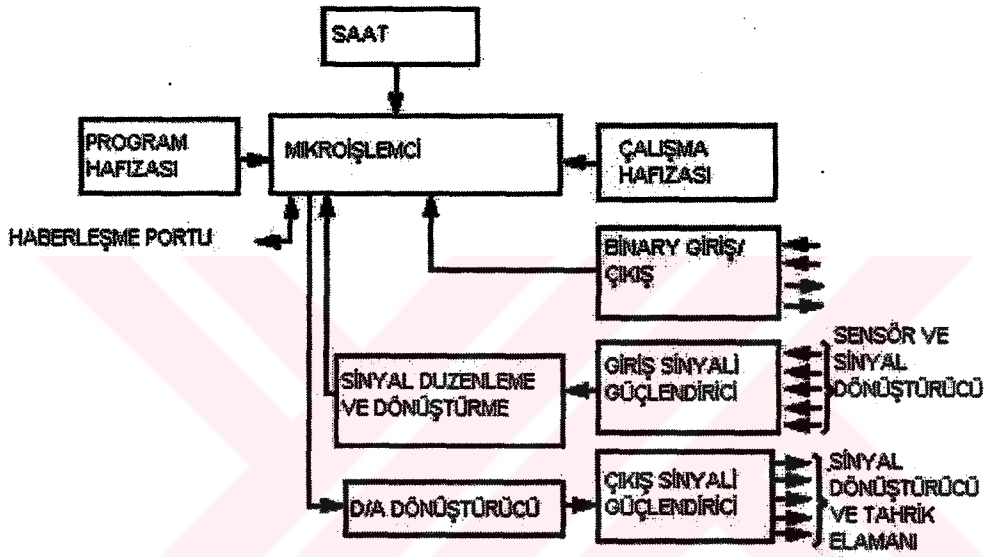
Modüler DDC üniteler; Girdi çıkış kapasitesi belli sınırlar dahilinde kullanıcı tercihleriyle değiştirilebilen ve düzenlenebilen modüler DDC üniteler;

- Modül taşıyıcı kasa (sistem bağlantı arayüzü ve girdi-çıkış elamanları bağlantı klemensleri)
- Merkezi işlemci modülü
- Güç besleme modülü
- Genel amaçlı veya özel amaçlı, tek veya çoklu girdi-çıkış modülleri
- Efendi/köle (master/slave) girdi-çıkış modülleri

3.2 DDC Ünite İşlemci Yapısı

Mikroişlemci tabanlı kontrol cihazları (DDC) genelde aşağıdaki temel elemanlardan oluşur.

- Mikroişlemci
- İşletim programı hafızası
- Çalışma hafızası
- Saat ve zaman ekipmanları
- Veri giriş çıkış ekipmanları



Şekil 3.2 DDC ünite işlemci yapısı (Honeywell, 1997)

3.2.1 Saat ve Zaman Ekipmanları:

Her girdi için tekrar okuma zamanı, her kontrol mantığı hesaplaması için ve her çıktıyı güncelleştirmek için zaman (clock) kontrol fonksiyonu gerekmektedir.

3.2.2 İşletim Programı Hafızası

İşletim programı hafızası, işletim programı ile birlikte kontrol işlemlerine ait temel talimatları depolar ve korur. Genel amaçlı veya özel amaçlı dizayn şekline ve uygulamalarına göre hafıza türü ve büyüklüğü değişkendir. Özel amaçlı kontrolörler, genelde standart işletim programına sahip olduklarından, sadece ROM (Read only memory; Yalnızca okunabilir hafıza) veya PROM (Programmable read only memory; Programlanabilir yalnızca okunabilir hafıza) kullanılırlar. Genel amaçlı kontrol aleti bağımsız kullanıcı programlarını destekleyebilmek için; elektriksel silinebilen ve yeniden programlanabilme yeteneğine sahip EEPROM (elektrikally erasable

programmable read only memory) veya RAM (battery-backed random access memory) kullanırlar.

3.2.3 Çalışma Hafızası

Verinin geçici olarak depolandığı okunabilir ve yazılabilir (Random Access Memory) kullanılır. Çalışma hafızasının bir bölümü genellikle kayıtlar kütüğü için ayrılır. Bu kütükte geçici girdi ve çıktı verileri ile hesaplama sonuçları tutulur. Veriler, girdi multiplexer (güçlendirici) üzerinden çalışma hafızasına gelir. Girdi multiplexer'i periyodik olarak hissedici girdileri örnekler ve A/D çevirici için birim zamanda bir girdi olarak sunar.

A/D çevirici mikroişlemciye kütüğe depolanmak üzere, analog sinyalleri dijital sayılara dönüştürür. Bütün girdi sinyalleri ister analog ister dijital girdi şartlandırıcı üzerinden geçirilir ve kontak arkları, akım ve voltaj etkilerinden arındırılması için girdi şartlandırıcıları; zaman geciktirme devreleri, elektronik filtreler ve optik eşlendirme ekipmanları ve fonksiyonları ile donatılmıştır. Analog girdiler ayrıca lineer hale getirilir, ölçüm aralığı yeniden belirlenir ve mikroişlemcide değerlendirilebilmek için dijital değerlere dönüştürülür.

A/D çeviriciler uygulamaya bağlı olarak 8 ila 12 bit aralığa sahiptir. Bir 8 bit A/D çevirici sayıları 256 ile çözümler. Bir bit A/D çevirici ise sayıları 4096 ile çözümler. Eğer 12 bit A/D çevirici sayısal çıkış için kullanılırsa 0-999/0-99,9/0-9,99 gibi aralıklar temin edilebilir. D/A çeviriciler genellikle 6 ila 10 bit'lik aralığa sahiptir.

Çıktı multiplexer'i girdi multiplexer'in ters işlemini yapar. D/A çeviriciden çıktı değerinin seri dizini alınır ve damper tahrik elamanı veya herhangi bir tahrik elamanının bağlandığı terminale yönlendirilir.

Haberleşme Port'u; kontrolleri birbirine bağlamaya, bir merkezi bilgisayara bağlanabilmeyi, taşınabilir lokal ve portatif ünitelerle haberleşmek için kullanılır.

3.3 DDC Ünite Program Dilleri

Kullanıcı ile mikroişlemci cihazları arasında iletişimi sağlamak, tanımlı kontrol algoritmalarını gerçekleştirme, alarm ve ölçüm tablolarını oluşturma, ifade ve biçim dosyalarını oluşturma vb. işlemler için üretici firmalar genelde standart yüksek seviye lisanları (BASIC, FORTRAN, ve PASCAL vb) seviye lisanları kullanırlar.

BASIC, FORTRAN ve PASCAL dışında günümüzde yaygın olarak kullanılan bir başka dil C'dir. Landis&Gry Powers, Honeywell, Johnson ve Sauter bu tür standart lisanları kullanan

firmalardan bazılarıdır.

3.4 DDC Ünite Girdi Çıktıları

DDC'leri, basit şekilde, girişlerinden ölçtüğü fiziksel büyüklüklere göre bir bilgisayar çıkışlarına bağlı motorlara kontrol etmesi olarak tanımlayabiliriz.

Girişler temel olarak ölçüm (analog) ve durum (dijital) olarak ikiye ayrılabilir.

Ölçüm noktası (AI) Sürekli bir fiziksel işareti okumaya yarar. Örneğin basınç, sıcaklık, nem vb. hep bu türlü işaretlerdir. Bu fiziksel büyüklüklerin saha bilgisayarının anlayabileceği bir elektriksel büyüklüğe dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm işlemini yapan elemana dönüştürücü (transduser) denilmektedir. Ölçüm noktalarının kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden biri, A/D dönüştürücülerin çözünürlüğüdür.

Bu elektriksel büyüklükler çok değişik değerlere sahip olmasına rağmen, 0-10 VDC, 4-20 mA, 0-20 mA yada değişik direnç değerleri (NI 1000 Ohm, PT 100 Ohm, termistör vb gibi) elemanlar biçiminde genel bir standartlaşmaya doğru gitmektedir. Yaygın olmamakla birlikte 1-5 V, 2-10 V, 3-15 V, 0-5 V, 0-15 V gibi değerlere de rastlanabilmektedir.

Durum Noktaları (DI) ise, temel olarak açık-kapalı bilgisi ileten noktalardır. Bu tür noktalara fark basınç anahtarları, yardımcı kontaklar, termostatlar, nem anahtarları, el anahtarları, sınır anahtarları, seviye anahtarları, titreşim anahtarları, akım anahtarları vb. hep bu türlü giriş noktalarına bağlıdır. Bu tür noktalar dışarıdan beslemeli yada içeriden beslemeli olarak ikiye ayrılır.

Diğer bir giriş noktası ise sayma noktasıdır. Bu tür noktalar aslında bir tür durum noktasıdır. Enerji sayaçları vb. gibi cihazların verdiği darbeleri saymak için kullanılır. DDC denetleyici devrenin her bir açılış kapanışını sayar. Daha sonra bu sayı gerekirse bir katsayı ile çarpılır ve enerji tüketim bilgisi, debi vb gibi büyüklükler elde edilir. DDC cihazların ilk olduğu zamanlarda genellikle bu tür sayıcı noktalarda, giriş modülü yada giriş noktası devresinde kayan kütük (shift register) denilen devre elemanları kullanılmakta idi. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte doğrudan saha istasyonu belleğinde toplanmaya başlamıştır.

Çıkışlar temel olarak ikiye ayrılırlar ve konumlandırma (AO) ve anahtarlama (DO) adlandırılırlar.

Konumlandırma (AO) noktaları çoğunlukla 0-10 VDC olmakla birlikte, başta 4-20 mA olmak üzere pek çok değişik elektriksel karakteristik yada 0-20 psi (0-138 kPa) gibi pnömatik

işaretler olabilir. Bunlar en çok bilinen konumlandırma işaretleri olmasına rağmen, başka tür uygulamalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Darbe Genişlik modülasyonu: Bilinenin aksine, piyasa da pek çok sistemin konumlandırma çıkışı, sayısal analog dönüştürücü yerine darbe genişlik modülasyonu çipleri kullanılıyor olabilir. Normal Analog-Dijital dönüştürücüler maliyeti yüksek elamanlardır ve saha istasyonundaki mikro işlemcinin yada port çoklayıcının (TDM) 8-12 DO kapısını kapatmaktadır. Oysa bu çipler sayesinde bir tek DO kapısı 0-10 VDC yi yaratmaktadır. 0-10 VDC çıkış aslında minimum 255 kademeye bölünmüş olarak uygulanmaktadır. Temel darbe denilen darbe bu kademelerden biri sayılarak kontrol gerçekleştirilir. En yaygın darbe tipleri 2,85 sn, 5,2 sn, 12,85 sn ve 25,6 sn dir.

Hatta daha da ötesi çoklamalı darbe genişlik modülasyonu (multiplex PWM) denilen bir teknikle bir DO kapısından birden çok 0-10 VDC elde edilmektedir. Bu durumda önce seçim darbesi (select pulse) denilen ve her bir konumlandırma noktası için ayrı uzunlukta olan bir darbeden sonra, PWM işareti gönderilir. Doğal olarak gözükken 0-10 VDC çıkış olmasına rağmen, bu tür işaretlerde bilgisayarda görülen değerle gerçek çıkış farklı değerler gösterebilir.

Bina düzeyi kontrolde (klima santrali vb) uygulanması pek uygun olmamakla birlikte, oda düzeyi kontrolde yaygın ve rahat bir şekilde kullanılabilir.

3 noktalı yada kayan nokta kontrolü: Temelde açma yönünde hareket et, kapama yönünde hareket et ve olduğun pozisyonda kal gibi anahtarlama noktasıyla gerçekleştirilen bir kontrol türüdür. Temel çıkış noktası tek kutuplu iki konumlu elektrik anahtarlarından türetilmiştir. Geleneksel kontrol tekniklerinde bağlanacak kontrol cihazlarına genelde kullanılan motorun tam kapalıdan tam açığa tarama süresi girilmediği için kayan noktalı kontrol genelde tercih edilmez.

Oysa DDC uygulamaları yeni bir ufuk açmış, PWM çiplerinin yaptığı işleri yazılımla gerçekleştirme olanağı vermiştir. Böylece saha istasyonu yada kontrol cihazında çalıştırılan bir algoritma oransal çıkışı 0-10 VDC kontrol gibi gerçekleştirmeye başlamıştır. Kullanılan motorların senkron frekansları kaymalar yüzünden oluşacak hatalar, ya gerçek fiziksel büyüklüğe bağlı olarak, otomatik sıfır ayar üniteleri yada kritik olmayan uygulamalarda gece yarısı belli bir saatte sıfırlama gibi uygulamalarla yok edilmektedir. Bu kontrol tipi yukarıda belirtildiği gibi oda tipi kontrollere (VAV, FCU vb) gibi yavaş süreçler için çok uygundur ve motoru sürekli akım vermeyerek belirli bir enerji tasarrufunu da gerçekleştirir.

Anahtarlama (DO) çıkışları, motor, brülör, fan, selenoid vana, soğutma grupları, sirkülasyon pompaları, pissu pompaları, ısı pompaları, lamba güç kontakları, ve röle gibi cihazların açılıp kapanmasında, damper motoru ve vana motoru gibi cihazların tamamen açılıp kapatılmasında kullanılacaktır. Saha istasyonu yada modül içinde voltaj bağımsız bir röle bu işlem için kullanılır. Ayrıca bazı tür saha istasyonu yada modülde bulunan bir transistor yada triac, pilot röle denilen bir röleyi sürer. Bu rölenin gerilim ve güç karakteristiklerine seçim sırasında dikkat etmek gerekmektedir.

Bazı tip anahtarlama çıkış noktalarında; acil durumlarda kontrol noktasının (fan, pompa vb) el konumunda aç/kapa yapılması için el konumlandırma anahtarı (over-ride switch) bulunabilir.

3.4.1 Nokta Nasıl Seçilir?

Anahtarlama (yada darbe anahtarlama), durum (yada sayma) ölçüm, konumlandırma gibi dört temel noktanın nasıl seçileceğini inceleyelim.

Bu işlem için öncelikle kontrol edilecek sistemin düşünsel modelini (conceptual model) düşünmek gerekmektedir. Eğer matematiksel model biliniyorsa düşünsel model kolaylıkla elde edilebilir, değilse düşünsel modeli projeci ile birlikte tartışarak oluşturmak gerekir. Pek çok ISK sisteminin matematiksel modeli oldukça karışık olmasına rağmen düşünsel modeli kolayca bulunabilmektedir. Şimdi çok basitleştirilmiş bir elaman parçasının düşünsel modelini oluşturmaya çalışalım. Modelini oluşturacağımız elaman soğutma bataryasıdır. Aslında gerçek matematiksel model çok karışıktır ve bataryanın ıslaklığına göre değişen ciddi bir matematiksel formüller yığını çıkartacaktır. Biz DDC uzmanı olarak sadece felsefi model ile ilgilendik.

Öncelikle kontrol amacımızı tek bir cümle ile belirtelim. Isınan ortamı bir vana vasıtası ile debisi değiştirilen bir soğutma bataryası ile soğutmak.

Projeci batarya kapasitesi ve debi yada gidiş dönüş suyu sıcaklığı arasındaki farkı bataryayı seçen mühendise verir. Bataryayı seçen mühendis seçim için gereken verileri ortaya çıkarır. Çeşitli parametreleri dikkate alarak bataryayı seçer.

Şimdi seçilen bataryayı kontrol ederken hangi giriş parametrelerini ölçmemiz gerektiğini düşünelim.

Girişler; giren havanın kuru termometre sıcaklığı, giren havanın nemi yada yağ termometre sıcaklığı, giren havanın debisi, giren suyun giriş sıcaklığı ve bataryaya giren suyun debisidir.

Çıkışlar; çıkan havanın kuru termometre sıcaklığı, çıkan havanın nemi yada yaş termometre sıcaklığı, çıkan havanın debisi, duyulur soğutma miktarı, gizli soğutma miktarı ve toplam soğutma miktarı olabilir.

Burada bazı varsayımları hemen yapabiliriz. Giren hava ve çıkan hava debileri bir birine eşit varsayalım. Bu yaklaşım sistemde bir terslik yoksa oldukça doğrudur. Böylece ölçülecek dört nokta iki noktaya düşmüş olur.

Burada temel kontrol (minimal kontrol) için gereken iki nokta vardır. Ölçüm noktası, bataryadan çıkan havanın sıcaklığı (yada ortam sıcaklığı) ve konumlandırma noktası batarya içinden geçen suyun debisi (yani bataryaya bağlı olan vananın) kontrolüdür. Sıcaklık değiştikçe vana istenen ayar değerini yakalayacak biçimde suyun debisini ayarlayacaktır.

Gerçek uyarlamaya baktığınız zaman her batarya çıkışına bir sıcaklık elemanı konulmadığını görürüz. Sadece bir tek klima santrali üfleme sıcaklığı duyar elemanı vardır ve biz batarya çıkış havası sıcaklığını buna eşit varsayarız. Aslında hava batarya çıkışından üfleme fanı çıkışına kadar olan yolda belirli bir miktar ısınabilir. Ayrıca fanın kendisinde fan pic-up sıcaklığı denen bir sıcaklığı bu havaya eklemektedir. Eğer bu sıcaklık yaklaşık 3 °C den büyükse fan ile ilgili bir sorun olduğu anlamına gelecektir. Ama biz yinede batarya çıkışındaki hava sıcaklığı ile fan çıkışındaki hava sıcaklığının bir biriyle doğru orantılı ve çok yakın ilişkili olduğunu bildiğimiz için sadece üfleme hava sıcaklığını kullanıyoruz.

Bu durumda kontrolümüz klima santrali üfleme hava sıcaklığı ve batarya vanasının kontrolü ile gerçekleşmektedir. Bu durumda bataryanın giriş hava sıcaklığı ne işe yarayacaktır?

DDC programlamanın en önemli işlevlerinden birisi kontrol ettikleri sistemlerle ilgili aksaklıkların tespit edilmesi, yani arıza teşhisidir. Eğer batarya giriş hava sıcaklığıyla batarya çıkış hava sıcaklığı arasındaki fark, vana belli bir oranda açık olmasına rağmen gerçekleşmiyorsa sistemde bir aksaklık var demektir. Fakat gene burada her batarya girişine sıcaklık duyar elemanı koymak pahalı olacağı için, taze hava sıcaklığı, karışım hava sıcaklığı yada çığ noktası sıcaklığı uygulamanın biçimine bağlı olarak batarya giriş sıcaklığı olarak kabul edilebilirler. Bu yaklaşım çok ciddi bir hata getirmeyen yaklaşımdır. Batarya giriş su sıcaklığı da gene böyle bir kontrol değişkenidir. Gene uygulamalarda her bataryanın girişine sıcaklık duyar elemanı konulmadığını görmekteyiz. Yerine ne kullanılabilir sorusunun yanıtı çoğunlukla soğutma grubundan çıkan soğutulmuş suyun sıcaklığıdır. Gerçi iletim esnasında 1-2 derece ısınabilmesine rağmen bu değeri batarya giriş sıcaklığı olarak kabul edebiliriz.

Arıza bulunmasında DDC bir avantaj daha getirmektedir. Bataryadaki soğuk su sıcaklığı doğru, ama bataryaya giriş ve çıkış sıcaklıkları arasında ki fark uygun değil. Hata analizi ile ilgili bilgiyi bataryanın düşünsel modelinden elde etmiş olduk.

Şimdi olayı biraz daha değiştirip, soğutma bataryasının aynı zamanda nem alma ünitesi olarak kullanılması gerektiği projeci tarafından iletildi. Bu durumda bataryanın giriş havası sıcaklığı, ön ısıtma bataryasının çıkış sıcaklığı varsayılabilir.

Soğutma bataryası nem alma durumunda batarya çıkışındaki nem duyar elamanına göre çalışır. Eğer nem istenen değerden yüksek ise,soğutma vanası açarak nem almaya başlar. Gene nem duyar elamanı batarya çıkışına konmaz. Ya klima santralinin üfleme havası yada ortam havası dönüşünde yapılan nem ölçümleri bu kontrolde etkindir. Giriş nemi ise dış hava nemi, dönüş havası nemi gibi değerlere bakılarak bir varsayım geliştirilebilir. Buradan anlaşılacağı gibi düşünsel model sadece cihazın kontrol noktalarının belirlenmesinde değil, arıza analizi noktalarının belirlenmesinde de büyük önem taşımaktadır.

Hava akışını sağlayan elaman fanıdır. Çalışması için bir anahtarlama noktası kullanalım. Verdiğimiz anahtarlama komutunun gerçekleşip gerçekleşmediğini anlamak için bir fark basınç anahtarı kullanalım. Temel fan kontrolü böyle olmuştur. Fan çalıştıktan belli bir süre sonra fan basınç anahtarından bilgi gelmezse, yada bu bilgi fan çalışırken kaybolursa klima santrali durdurulacaktır. Fan kayışı koptu olarak adlandırılan bu bilgi, termik hatası, geri besleme hatası, bir teknisyenin elle bakım için o fanı durdurması gibi durumlarda gelecek ve klima santrali DDC programı tarafından durdurulacaktır. Oysa fan kayışı arızasının diğer arızalardan ciddi bir farkı vardır. Kilitleme gereken arızalardan biridir. Yani sistemin tekrar çalışması için sahadan gereken düzeltici işlem yapıldıktan sonra, sistemin tekrar çalışabilmesi için yeterli önceliğe sahip bir operatörün aldığı alarmı onaylaması ve sistemin tekrar çalışması için resetlemesi gerekir. Yoksa fan kayışları alarmı can ve mal güvenliği için tehlike yaratabilir.

Oysa termik, geri besleme, elle durdurma (elektrikle ilgili arızalar) durumlarında ise arıza kalkar kalkmaz sistemin tekrar çalışmaya başlaması gerekir. Eğer 24 saat boyunca sistemde operatörünüz olacaksa yada saha teknisyeniniz aynı zamanda sistem operatörü ise bir sorun olmayabilir. Değilse saha teknisyeni arızayı kaldırırsa bile sistem tekrar çalışmayacaktır.

Bu durumun önüne geçmek için termik noktasını verdiğimizizi düşünelim. Şimdi termik attığı zaman, fan kayışı alarmı gelmeyecek, saha arızayı düzeltip, termiği resetlediği zaman otomatik olarak çalışmaya başlayacaktır. Termik arızası kilitleme gerektiren bir arıza değildir.

Termik verdiğimizizi düşünelim. Anahtarlama komutu verdik, fark basıncı bilgisi gelmiyor. Arıza termikte değil. Bu kilitleme gerektiren arızamı yoksa değil mi?.. Belki verdiğimiz komut ya yerine ulaşmadı, yıldız üçgen dönüşümünde bir terslik oldu. Bu durumda üçgen kontaktöründen bir geri besleme alalım.

Fanı anahtarladık, geri besleme geldi, fan basınç bilgisi geldi. Sistem normal çalışmaya başladı. Termik attığını düşünelim. Hem termik, hem geri besleme bilgisi kayboldu.

Sahada fanlardan bir tanesini bir teknisyen manuel olarak kapalı pozisyona getirdi. Geri besleme kayboldu ve sistem geri besleme hatasına neden oldu. Arızanın el müdahalesinden kaynaklandığını bilmeyip, bir elektrik arızasından kaynaklandığını düşünmemiz pek önemli bir sorun yaratmayabilir. Diğer yandansa zaman programına bağlı olarak durması gereken bir klima santralinin fanlarından birinin manuel olarak açıldığını düşünelim. Diğer fanında devreye girmesi gerekir. DDC programı bunu otomatik olarak yapacaktır. Aynı zamanda vanalar ve diğer elemanlar DDC kontrolü altında sanki ana bilgisayardan yada zaman programından komut verilmiş gibi çalışmaya başlayacaktır. Diyelim ki kilitlemeli bir fan kayışı arızası oldu. Saha teknisyeni otomatik – manuel pakosunu, belli bir süre içinde (örnek 10 sn.) elle off ve otomatik pozisyonları arasında üç kez değiştirirse otomatik olarak cihaz resetlesin diyebilirsiniz.

Küçük binalarda belki bir fan anahtarı, bir fark basınç anahtarı yeterli olurken, büyük binalarda geri besleme ve oto – el anahtarı kesinlikle gerekmektedir. Yoksa sistemin işletilmesi sistem operatörü olmadığı zamanlarda mümkün olmamakta, yada çok sayıda teknisyen olması gerekmektedir.

Buraya kadar dikkat edilirse kalıcı rejimdeki çalışma durumu incelenmiştir. Klima santrali çalışmazken yapılması gereken işlemler var mıdır. Örneğin OSTP böyle bir işlemdir ve özel duyar elamanlar gerekebilir.

Buradan nokta seçimi ile ilgili süreçte neleri kullanmamız gerektiği kabaca ortaya çıkmıştır. Yani DDC programından beklenen işlevler, bunların bazıları standart, bazıları proje müellifi tarafından konulan özel istekler olabilir. Kontrol edilen sistemin düşünsel modeli, güvenlikle ilgili alınması gereken önlemler ve enerji tüketiminin nasıl ölçülüp kontrol edileceği ile ilgili bilgiler DDC noktalarının seçiminde önemli olmaktadır. Bu nokta seçimleri sırasında bu noktaya ilişkin bilginin gerçekten önemli olup olmadığı, istatistiksel olarak o durumun oluşma sayısı ve önem derecesi göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Ayrıca doğal olarak ekonomik sınırlamaların göz önüne alınması gerekmektedir.

3.5 DDC Ünite Yazılımları

DDC ünite yazılımları genel olarak aşağıda tanımlanan üç kategoride sınıflanmıştır.

- İşletim sistemi yazılımı (Operating Software)
- Uygulama yazılımları (Application Software)
- Yardımcı yazılımlar

3.5.1 İşletim Sistemi Yazılımları

İşletim sistemi yazılımlar genellikle değiştirilemeyen ROM, PROM gibi hafıza kartlarına yerleştirilmiştir. İşletim sistemi yazılımı (OS) genellikle, rutin zamanlanmış görevleri, Giriş-Çıkış (I/O) taraması, öncelik belirlenmesi, A/D, D/A ilişkilendirmesi, ve ayar değeri, sıcaklık değeri, parametreler ve data bilgilerinin alınması ve görüntülenmesi işlerini kapsar. Günlük işlerin yapılması, I/O taramalarından çıkan sonuçlara göre işlerin yapılması zaten yazılımın olağan işlerindedir. Ancak bir alarmın çalması gibi dış bir olayın gerçekleşmesi durumunda yazılım normal çalışmasını durdurarak önceliği olan işlemi gerçekleştirir. Önceliği olan işlemler önceden yazılıma işlenmiştir. Önceliği olan işlemin yapılmasından sonra sistem diğer işlemlerine kaldığı yerden devam eder.

3.5.2 Uygulama Yazılımları

DDC kontrol, enerji yönetimi, ışıklandırma kontrolü, alarm programları ile ilişkili yazılımlar, ve görüntüleme yazılımları uygulama yazılımları olarak sınıflandırılabilir. Sistem her yazılımın ayrı ayrı veya kombine kullanılmasına izin verir. Örnek olarak var olan veya yeni bir binada işletim sistemi yazılımı ve sürücüler kontrol işlemini gerçekleştirmek için farklı uygulama yazılımlarını kullanabilir. Eski bir bina ek olarak enerji yönetim programı isterse bu farklı enerji yönetimi yazılımları kolayca sisteme adapte edilebilir.

3.5.3 Direkt Dijital Kontrol Yazılımı

DDC yazılımları DDC sürücülerinin yaptıkları işleri kumanda etmek için yüksek yazılım tekniği ile yazılmış bir set olarak tanımlanabilirler. Bu yazılımlarda anahtar eleman PID, EPID ve ANPID algoritmalarıdır.

P, PI, PID, EPID, ve ANPID operatörleri temel kontrol işlemlerini yaparlarken, kontrol programını geliştiren ve genişleten başka operatörlerde mevcuttur.

3.5.4 Enerji Yönetim Yazılımları ve Bazı Otomasyon Senaryoları

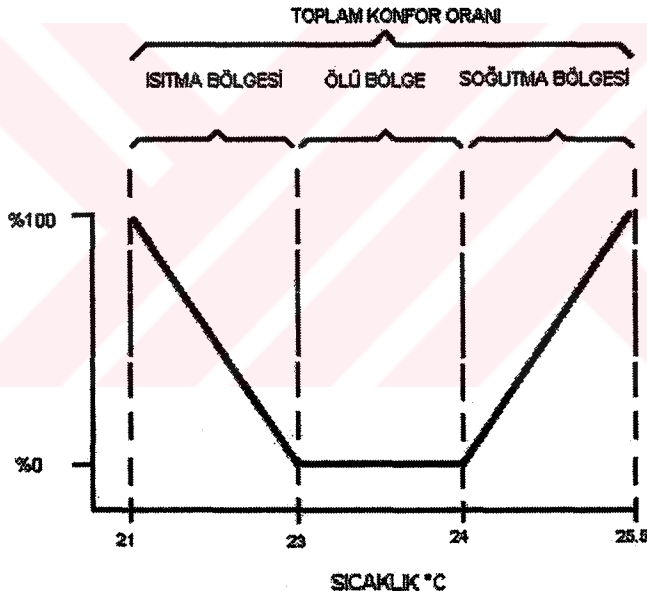
DDC sistemleri geçmişteki geleneksel cihazlardan ayıran en önemli özelliği, sistemi oluşturan

yerleşimlere ait enerji dağılımını optimize edebilecek ve kullanılan-harcanan enerjiyi minimumda tutabilecek dolayısıyla yatırımın geri dönüşümünü hızlandırabilecek optimizasyon fonksiyonlarına sahip olmasıdır.

Isıtma/Soğutma optimizasyonu, Serbest dış hava soğuması, serbest enerji bandı kontrolü, entalpi optimizasyonu, optimum çalıştırma-durdurma vb. optimizasyon fonksiyonları sayesinde enerjinin gerçek kullanım talebi gözlenerek ve bu gözlemlere bağlı olarak enerji üretimi kullanım maliyetinde optimizasyon sağlanabilir.

3.5.4.1 Serbest enerji Bandı

Serbest enerji bandı kontrolü, ısıtma ve soğutma fonksiyonlarının iki ayrı bağımsız ayar değerinde çalıştırıldığı her türlü (ister ISK ünite lokal kontrolünde ister tesisteki sistemler bütününde) uygulamada kullanılabilen bir optimizasyon fonksiyonudur.



Şekil 3.3 Serbest enerji bandı. (MMO, 2003)

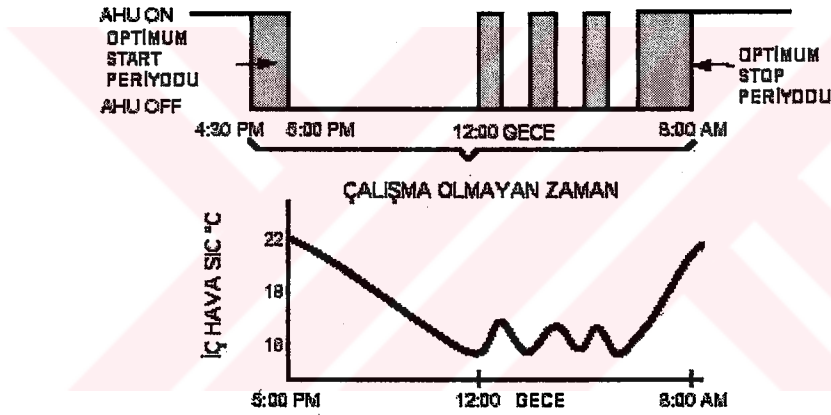
Sistem üç işletme bölgesi (ısıtma-serbest enerji bandı; ölü bölge-soğutma) mevcut olup mahal ortam sıcaklığı kış konfor değeri ($X_{skış}$) altına düştüğünde ısıtma kontrolü yapılmakta, bu iki değer arasında gezinme izin verilmektedir.

Mahal sıcaklığının, $X_{skış}$ set değeri alt sınırı altındaki koşullarında ısıtma ihtiyacı maksimum (%100) konumdadır. $X_{skış}$ set değeri alt ve üst sınırları arasındaki koşullarda ise mahal ısı ihtiyacına bağlı olarak ısıtma kapasitesi %0 ile %100 arasında konumlanabilir ki fonksiyon yük ayarı veya yük kontrolü olarak tanımlanır. Isıtma üst sınır değeri ile soğutma alt sınır

değeri arasındaki mahal sıcaklığı koşullarında (ki bu bölge ölü bölge veya serbest enerji bandı olarak isimlendirilir) ne ısıtma ne soğutma yapılır. Dış hava koşulları-sıcaklığa uygun ise bu bölgeden soğutma enerjisinden tasarruf yapmak için dış hava alınabilir. Cebri soğutma enerjisi kullanılmadan soğutma işlemi yapıldığından buna serbest dış hava soğutması denir. Xsyaz ayar değeri ile alt ve üst sınırlar arasındaki koşullarda ise mahal ısı ihtiyacına bağlı olarak soğutma kapasitesi %0 ile %100 arasında konumlandırılır.

3.5.4.2 Gece Kullanım Optimizasyonu

Endüstriyel uygulamalar dışındaki konfor uygulamalarının çok büyük bölümünde ısıtma ve soğutma sistemleri kullanım zamanları dışında –özellikle geceleri- tamamen durdurulmaktadır. Kısa süreli sistem durma periyotlarında sistemin tam kapalı tutulması yerine, sistem daha düşük sıcaklık değerlerinde tutulursa enerji tüketimi azaltılır.



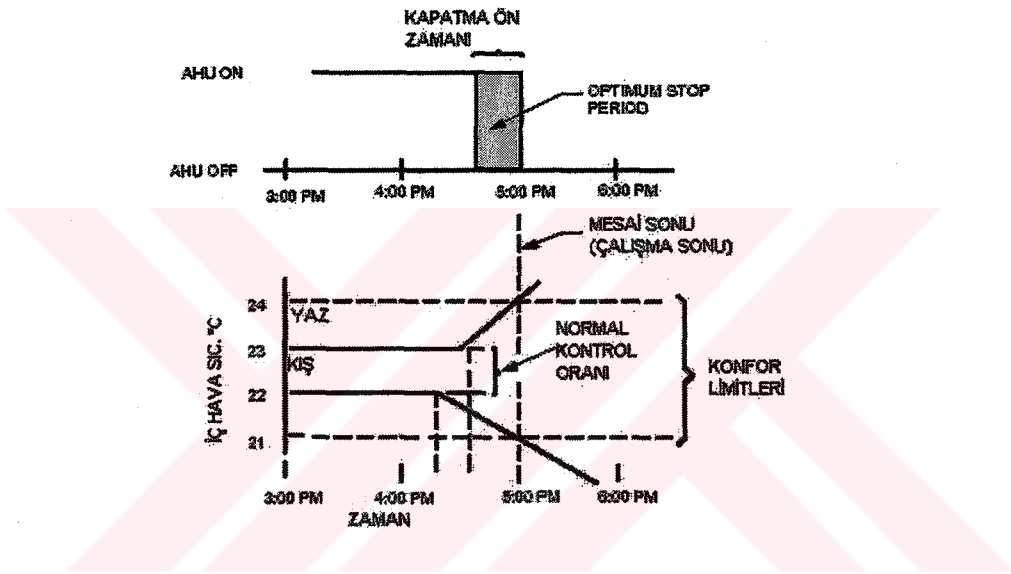
Şekil 3.4 Gece kullanım optimizasyonu. (Honeywell, 1997)

Isıtma sezonu boyunca gece sıcaklık düşümü programı ile; sistem taze hava girişi kapatılır, mahal normal sıcaklık değerlerinden 4-6 °C daha düşük sıcaklık değerinde olacak şekilde ısıtma kontrolü yapılır. Benzer işlem yaz sezonu boyunca soğutma sistemleri için daha yüksek mahal sıcaklık değerleri için uygulanır.

Gece sıcaklık düşümü programı, aynı zamanda mahal konfor şartlarının kısa süreli durma zamanlarında bozulmasını (kışın donma korunması, aşırı nemlenme ve soğuma vb.) önler. Program, kullanıcının tanımlayacağı limit değerlerine bağlı olarak ısıtma, soğutma ve varsa nemlendirme sistemlerini durma zamanlarında gerektiğinde çalıştırarak mahal konfor şartlarını korur.

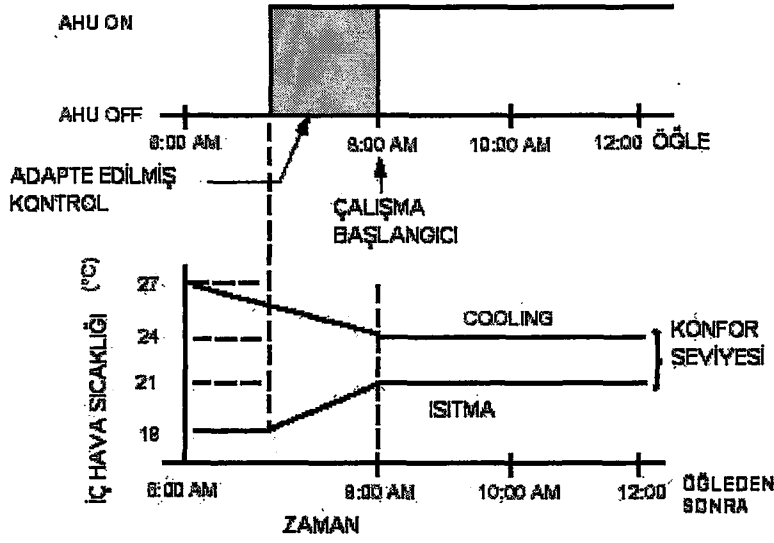
3.5.4.3 Optimum Start-Stop

Optimum çalıştırma ve durdurma programı, ısıtma ve soğutma sistemlerinin gerçek kullanım zamanları öncesi ve sonrasında hazırlanmasıdır. Isıtma ve soğutma sistemleri çok erken çalıştırılırsa enerji gereksiz yere tüketilir ve çok geç saatlerde çalıştırılırsa konfor şartlarında bozulmalar oluşur. Optimum çalıştırma – durdurma programları ya dış hava sıcaklığı, mahal akış sıcaklığı ve kullanım zaman tabloları gibi verilerle yada sistemlerin açılma – kapanma zamanlarındaki bina ısıtma/soğutma karakteristiğinde tespiti yöntemi ile oluşturulur. Optimum çalıştırma programı, sistemlerin en geç çalıştırılma zamanlarını hesaplayarak enerji kullanımını minimumda tutar.



Şekil 3.5 Optimum Stop programı (Honeywell, 1997)

Optimum durdurma programı; kullanım süresinin bitiminden - durma sürecindeki sıcaklık değişiminin zamansal ve değersel hesaplanması sonucu – belli bir süre önce sistemleri, konfor şartları alt limit değerlerinde olacak şekilde durdurur. Isıtma/soğutma sistemlerini optimum zamanda kapatmak için dış hava ve mahal sıcaklık değerleri, konfor sıcaklık aralığı ve sistem ısıtma/soğutma karakteristiğinden yararlanılarak durma zamanı hesaplanır.



Şekil 3.6 Optimum Start programı. (Honeywell, 1997)

3.5.4.4 Gece Besleme Programı (Night Purge Program)

Çoğu iklim kuşaklarında yaz ve geçiş mevsimi boyunca sabah saatlerinde dış hava sıcaklığı mahal ortam sıcaklığında daha düşük olabilmektedir. Dolayısıyla sabah binayı veya kompleksi soğutma sistemini çalıştırmadan bu serin ve soğuk dış hava ile beslemek veya değiştirmek enerji kullanımı açısından oldukça önemli tasarruflar getirmektedir. Program, sabah-gece dış havasını eğer sıcaklığı müsaitse ön soğutma havası olarak kullanır.

3.5.4.5 Entalpi Optimizasyon Kontrolü

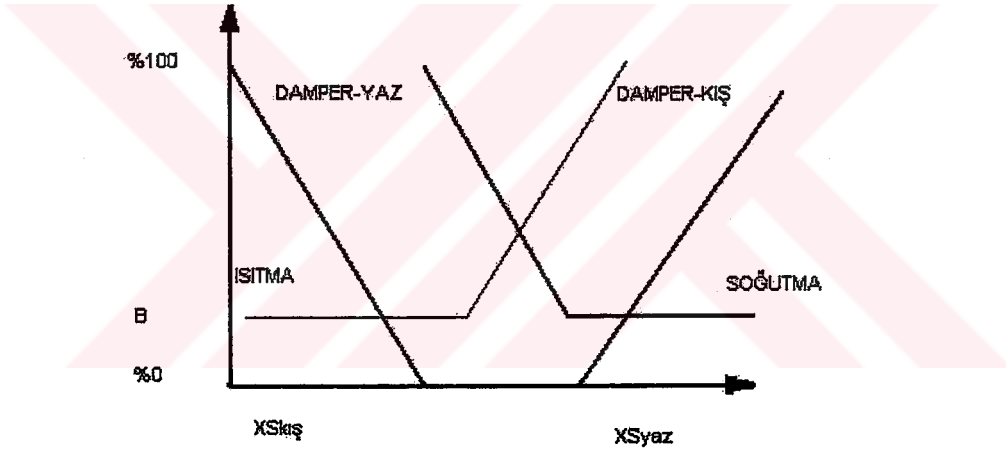
Entalpi optimizasyonu – kontrolü soğutma maliyetlerini minimuma düşürmek için kullanılır. Entalpi kontrolünü anlatmak için önce kuru termometre sıcaklığına bağlı olarak çalışan karışım havası, ısıtma ve soğutma fonksiyonlu klima sisteminin çalışmasını inceleyelim.

Isıtıcı batarya, soğutucu batarya ve damperlerin olduğu klasik bir ISK kontrol döngüsünde; kış ayar değeri altındaki mahal koşullarında ısıtma kontrolünün yapılması, mahal ortam sıcaklığının artmaya başladığı koşullarda taze hava damperinin oransal olarak açılarak mahal sıcaklığının kış ayar değerine yakın kalması sağlanmaktadır.

Sistem yaz çalışmasına geçtiğinde ise minimum taze hava (B) alınmaya devam edilir ve mahal ortam sıcaklığı yaz ortam değeri üstüne çıkarsa soğutucu kontrolü oransal olarak devreye girer. Sonuçta sistemin kış koşullarından yaz koşullarına geçişi ve damperlerin bağlı

olarak ters konumlandırılması tamamen ya dış havanın kuru termometre sıcaklık değerine yada dış hava ile ortam havası kuru termometre sıcaklığı arasındaki bir ilişkiye bağlıdır.

Bilindiği gibi entalpi havanın taşıdığı ısı (duyulur ve gizli) enerjisi olup, kuru – yaş termometre sıcaklığı ve izafi nem değerleri sonucu formüle edilebilir ve ölçülebilir. Sistemin kış çalışması tanımı, iç hava entalpisinin dış hava entalpisinin daha yüksek olduğu koşullar olarak ve yaz çalışması tanımı ise tam tersi olarak yapılır. Yukarıda gösterilmiş fonksiyon şemasındaki damperlerin yaz çalışması kontrolünde; dış havanın kuru termometre sıcaklığı yerine entalpi kullanıldığında, dış hava termometre sıcaklığının yüksek olduğu fakat entalpi değerinin düşük olduğu durumda bile daha fazla dış hava alınarak daha az soğutma enerjisi kullanılır. Ne zaman ki dış hava entalpi dönüş havası entalpisinden büyük olursa, sistem yalnızca minimum oranda dış hava kullanır veya gerekirse oransal olarak dış hava alır.



Şekil 3.7 Entalpi Optimizasyonu kontrolü

Entalpi optimizasyonu, yaz dış hava koşullarının kuru termometre sıcaklığının yüksek fakat izafi nem değerlerinin düşük olduğu iklim bölgelerinde kuru tip soğutucu batarya kontrolünde ve nemlendirici havuz suyunun soğutulduğu sistemlerde dış hava ve soğutucu akışkan kullanma koşullarının belirlenmesinde ana kriter olarak kullanılır.

3.5.4.6 Döngüsel Kumanda Programı

Döngüsel kumanda programı; ISK, ısıtma ve soğutma sistemleri elektrikli ısı transfer ekipmanlarının (fan, pompa vb) sistem normal çalışma periyodunda mahal konfor şartları korunmak kaydı ile belli sürelerle ve aralıklarda durdurulması yöntemiyle elektrik enerjisi tasarrufu sağlar. Daha fazla enerji tasarrufu ve konfor sağlayan değişken debili sistemler

sayesinde, günümüzde popülaritesini kaybetmiş bir optimizasyon fonksiyonudur.

3.5.4.7 Zamana Bağlı Başlatma ve Durdurma Programları

Tüm DDC sistemlerinin ve ünitelerinin temel yapısında yer alan saat ve zaman ekipmanları fonksiyonları kullanılarak elde edilmiş olan zamana bağlı başlatma ve durdurma programları sayesinde; ISK ve aydınlatma, taşıma sistemleri gibi diğer bina sistemlerinin çalışması ve durdurulması otomatik olarak düzenlenebilir. Günlük-haftalık zaman programı, takvim bazlı programlama ve tatil programlaması zaman-saat-gün bazlı periyodik komutlar otomatik olarak sağlanır.

3.5.4.8 Çalışma Saatlerine Göre Öncelik Değiştirme

Birden çok elemanın paralel veya yedekli çalışması durumunda (soğutma grupları, pompalar vb.), elemanlar her hafta çalışma saatlerine göre veya istenilen başka bir zamana göre yeniden sıralanabilir (en az çalışan 1 numaraya, daha az çalışan 2 numara vb. yapılabilir). Böylece elemanların periyodik bakımlarında bir aksaklık olmaması ve düzenli bakımı sağlanabilir.

3.5.4.9 Kademeli (Kaskad) Kontrol

Ortam (veya dönüş havası) sıcaklığının veya neminin kontrol edildiği, üfleme havasından limitleme yapılan klima santrallerinde oransal limitleme ve kademeli kontrol, en çok uygulanan yöntemlerdir. Bu uygulamanın termostat uygulamasına benzer şekilde yapılması, hem limit değerlerin sık sık aşılmasına, hem de vana damperlerin gereksiz yere açılıp kapanmasına yol açmaktadır. Bazı nem kontrolü uygulamalarında bu tür kontrol, yoğuşma sorunları da yaratmaktadır. Bu kontrol için; üfleme havası ile ortam (veya dönüş) havasında birer duyar elemanı kullanılır. Kontrolün temeli, üfleme havası değerlerini (sıcaklık veya nem) ortam değerine göre kontrol ederek, istenen ortam ayar değerinin en hızlı biçimde yakalanmasını sağlamaktadır. (Çakmanus, 2001)

3.5.4.10 Ekonomizer Programları

Ekonomizer programları enerji tasarrufu sağlamak için önemli bir opsiyondur. Bu tür sistemlerin tasarımı, ılıman ve soğuk iklimlerde soğuk dış havanın, mekanların soğutma yüklerini karşılamada avantaj teşkil etmektedir. Büyük binaların iç zonları yıl boyunca soğutma ihtiyacı duyabilmektedir. Dış hava sıcaklığı gerekli üfleme havası sıcaklığının altına düştüğünde binanın soğutma yükleri, soğuk dış hava ile dönüş havasının karıştırılması suretiyle karşılanabilir, bu durumda tüm soğutma sistemi devre dışı bırakılabilir. Eğer dış hava gerekli üfleme havası sıcaklığından yüksek, fakat mahal sıcaklığından düşükse, dış hava

%100 açılarak soğutma devresi düşük yüklerde çalıştırılabilir. Soğuk iklimlerde ekonomizer çevrimi kullanılması oldukça pratiktir; Ancak burada, nem önemli bir faktördür. Eğer dış havanın nemi çok düşükse, nemlendirici için gerekli enerji, ekonomizerden sağlanacak faydayı ortadan kaldıracak nitelikte olmamalıdır. Klima santrallerinde, dış (taze) hava, egzost havası ve karışım havası üzerindeki damperler de enerji ekonomisi sağlayabilmektedir. Ayrıca, ısıtma ve soğutma yüklerinin karşılanabilmesi için gerekli olan hava, insanların taze hava ihtiyaçlarından genellikle çok fazladır. Eğer ısıtma periyodunda dış hava sıcaklığı düşerse, dış hava ve egzost damperleri kısılırken resirküle havası damperi açılarak karışım havası sıcaklığı yükseltilebilir. Kontrol, dönüş havasına göre yapıldığında yerel ısı kazançlarından dolayı yapılacak soğutmada da karışım damperi ile tasarruf sağlanabilmektedir. Dış hava sıcaklığı 10 °C ila 20 °C arasında ise entalpi kontrolü ile serbest havalandırma (Free cooling) uygulaması yapılabilir (mevsim geçişleri) ve karışım damperleri, dış hava miktarlarını ayarlayarak iç enerji kazançlarını karşılayabilir (böylece ilave soğutmaya ihtiyaç duyulmaz). Hava sıcaklığının 10 °C ile 20 °C arasında olduğu gün sayısı Türkiye’de ilk ve son baharda 120 gün civarında olduğu düşünülürse önemli enerji tasarrufu yapılabilir. Kontrolde, öncelikle dış hava damperi minimum konumda tutulmalı, ısıtma vanası (veya soğutma) gerektiği kadar açılmalıdır. Minimum damper konumu gerekli taze havayı sağlayacak konumdur. Kontrollerde üfleme havası sıcaklığı ve nemlendirme alttan ve üstten limitlendirilmelidir (bu limitler değiştirilebilir olmalıdır). Yaz çalışmalarında da enerji tasarrufu için dış hava damperinin minimum konumda tutulurken, en düşük sıcaklığa sahip olan hava (dış hava veya dönüş havası) miktarı artırılmalıdır. Damperlerin %100 ile %0 arasındaki çalışması, dış hava sıcaklığı ile dönüş havası arasındaki fark hesaplanarak sağlanmalıdır. Serbest soğutma durumunda damperler dönüş sıcaklığına göre konumlandırılırken, normal soğutma durumunda dış hava damperi normalde minimum durumda olmalıdır.

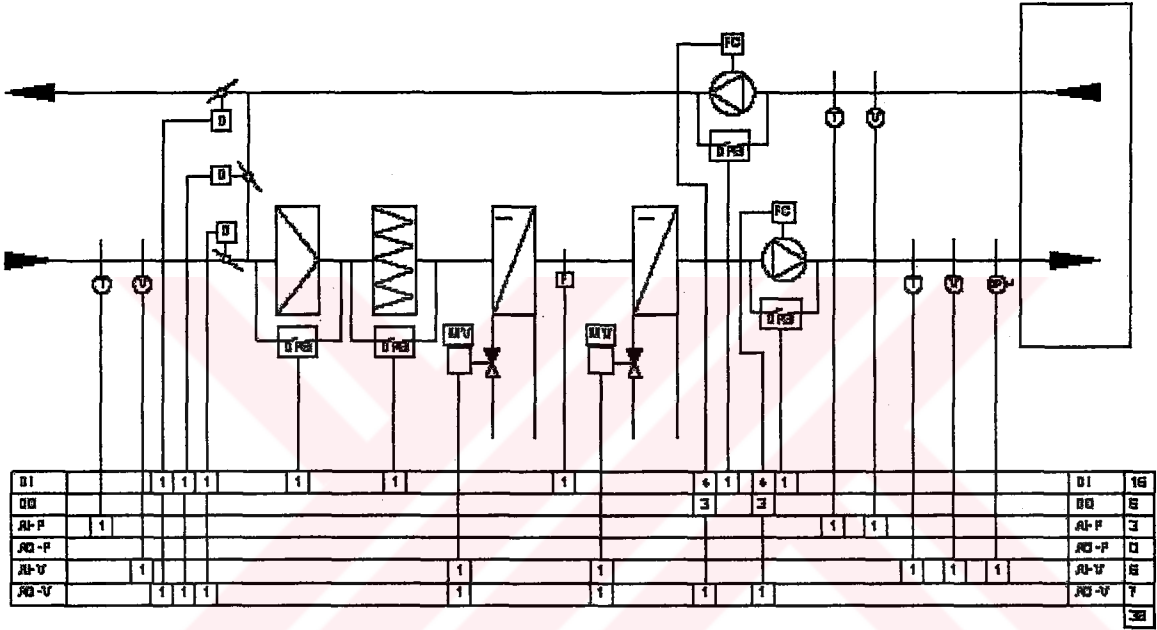
3.5.4.11 Hava Kalite Kontrolü

Bazı klima santrallerinde hava kalite kontrolü kullanılarak ve bu santraller çift devirli veya frekans kontrolü yapılarak kirlilik giderilinceye kadar yüksek devirde çalıştırılabilirler. Bu sistem ile ortam sıcaklığı uygun olsa bile kirlilik algılandığında santral daha yüksek devire geçer ve sıcaklık değeri yeni duruma göre düzenlenir. Diğer ifade ile santral hangi konumda olursa olsun, hava kalitesi bozulduğunda önce taze hava damperi açmaya başlayarak, tam açıkken bile kirlilik sinyali geliyorsa santral daha yüksek devire geçebilmeli ve sıcaklık kontrolü de bu yeni duruma göre kendisini ayarlayabilmelidir.

3.5.4.12 Diğer Optimizasyon Programları

DDC sistemler ve üniteler yukarıda bahsi geçen optimizasyon programları dışında; pik yük sınırlaması (load shedding-peak demand), sıcaklık kompanzasyonlu yük kontrolü, fan-pompa hız kontrolü, ısıtma/soğutma kilitlemesi, soğutma grupları veya kazanların sıralı kontrolü optimizasyonu ve ayırmacı kontrol (discriminatör control) gibi optimizasyon programları da günümüzde sıkça kullanılmaktadır.

3.6 Tipik VAV Santrali İçin DDC Uygulama Örneği



Şekil 3.8 Tipik bir VAV klima santrali için DDC şeması (MMO, 2003)

T-sıcaklık duyar elamanı v-hız duyar elamanı DP- basınç duyar elamanı
D-damper motoru MV-motorlu vana F-donma termostadı
DPS-Fark basınç anahtarı FC-Frekans kontrolörü

3.6.1 Klima Santrali (Değişken Devirli, Karışım Havalı):

• Sistem Komutları

- Kapalı

Tüm sistemi durdurmak için kullanılacak komuttur. Tüm cihazlar kapatılır, karışım damperi %100 açılır.

- Açık
- Açık ise, fanların By-pass anahtarlamaları kapatılır.

- Damper Limit Switch testi yapılır.
- Vantilatör ve Aspiratör motorları ile Frekans dönüştürücüleri anahtarlanır.
- Vantilatörün frekans dönüştürücüsü, üfleme kanalında bulunan fark basınç algılayıcısı için verilmiş set değerine göre konumlandırılır.
- Aspiratörün frekans dönüştürücüsü, üfleme kanalından ölçülen hava debisi değerinden, önceden projede belirlenmiş debi miktarı düşünülerek hesaplanan dönüş havası debisi değerine göre konumlandırılır.
- Taze hava damperi, ekranda verilen minimum taze hava debisini sağlayacak veya uygun ise dış hava sıcaklığından faydalanacak şekilde konumlanır. Dış hava sıcaklığından faydalanmak için ekonomi çevrimi uygulanır. Bunun için taze ve dönüş havası sıcaklık farkı alınır. Fakat sıfırdan küçükse, yani taze hava sıcaklığı dönüşten daha küçükse ve bu sırada soğutma ihtiyacı varsa taze hava damperi soğutma amacıyla açmaya başlar. Fark sıfırdan büyükse ve ısıtma ihtiyacı varsa taze hava damperi ısıtma amacıyla açmaya başlar. Eğer iki durumda geçerli değilse, taze hava miktarı ekranda verilen minimum taze hava debisini sağlayacak kadar açar. Egzost havası damperi her zaman taze hava damperiyle paralel, karışım havası damperi ise bunların tersi oranda konumlandırılır. (örneğin %30-%70)
- Üfleme havası için istenen set değerine göre, ısıtıcı ve soğurtucu vanası konumlandırılır. Ancak bu işlem yapılırken, aşırı sıcak veya aşırı soğuk hava geçmesi engellenir. Bu nedenle dönüş havası sıcaklık kontrolü, üfleme havası sıcaklığı için belirlenmiş limitler aralığında gerçekleşir. Bu limitlerin dışına çıkılacak olursa, dönüş havası için istenen ısıtma veya soğutma talebi de bu noktada sınırlanır.
- Damperler, ısıtma veya soğutma amacıyla kullanılacaksa, ısıtma ve soğutma vanalarından önce açar, yetmediği taktirde vanalar açmaya başlar.
- Üfleme havası için istenen nem set değerine göre, nemlendirici (varsa) konumlandırılır. Ancak bu işlem yapılırken, üfleme kanalından aşırı nemli veya kuru hava geçmesi engellenir. Bu nedenle nem kontrolü, üfleme havası nemi için belirlenmiş limitler aralığında gerçekleşir. Bu limitlerin dışına çıkılacak olursa, istenen nem talebi de bu noktada sınırlanır.

3.6.2 Hızlı Isıtma

Normalde zaman programı tarafından verildiği gibi, herhangi bir zamanda operatör tarafından

da verilebilir. Ancak aşağıdaki koşullar oluştuğunda devreye girer.;

Bina ortalama sıcaklığı 21 °C'den küçük ve dış hava sıcaklığı 8 °C'den küçük.

Aşağıdaki koşullar oluştuğunda ise otomatik olarak devreden çıkar;

Bina ortalama sıcaklığı 23 °C'den büyük ve dış hava sıcaklığı 10 °C'den büyük.

AÇIK komutundan farklı olarak şu işlemler gerçekleştirilir;

Üfleme sıcaklığı set değeri 40 °C'ye çıkartılır.

Klima santraline bağlı VAV cihazlarının mahal sıcaklık set değerleri 15 °C'ye indirilerek VAV damperlerinin maksimum debi geçirerek açılması sağlanır.

Taze ve egzost hava damperi %0 kapatılır, karışım havası damperi %100 açılır.

3.6.3 By-Pass

Fanların frekans dönüştürücüleri herhangi bir nedenle devre dışı kaldığında kullanılacak komuttur. Frekans dönüştürücü cihazları kapatılır, fanların By-Pass noktaları anahtarlanır.

Uyarı: Bu komutu kullanmadan önce VAV damperlerinin konumu operatör tarafından belli bir açıklık değerine getirilmelidir.

3.6.4 Reset

Herhangi bir arıza nedeniyle devre kalmış sistemi, arıza düzeldikten sonra işletmeye almak için kullanılacak komuttur.

3.6.5 Sistem Alarm Ve Arızaları

3.6.5.1 Yangın Alarmı

Yangın Sisteminden alınan "bina genel yangın alarm bilgisi" sonucu oluşacak alarmdır. Tüm cihazlar kapatılır. RESET komutu gerektirir.

3.6.5.2 Donma Alarmı

Donma termostatından alınan bilgi sonucu oluşacak alarmdır. Aşağıda belirtilen cihazlar dışındaki tüm cihazlar kapatılır.

Donma bilgisi geldiği sürece ısıtıcı vanası %100 açık tutulur.

Donma bilgisi kesildiğinde, ısıtıcı vanası %25'e indirilir. RESET komutu gerektirir.

3.6.5.3 Vantilatör / Aspiratör Kayış Alarmı:

Vantilatör / Aspiratörden, çalış komutu (anahtarlama) olduğu durumda belli bir süre hava akış bilgisi alınmaması sonucu oluşan alarmdır. Tüm cihazlar kapatılır. RESET komutu gerektirir.

3.6.5.4 Vantilatör / Aspiratör Geri besleme Alarmı (By-Pass Komutunda)

Vantilatör / Aspiratörden, By-Pass çalış komutu (anahtarlama) olduğu durumda belli bir süre elektriksel geri besleme bilgisi alınmaması sonucu oluşan alarmdır. Geri besleme alarmı gelen fan dışındaki tüm cihazlar kapatılır.

Geri besleme bilgisi alındığında sistem program tarafından resetlenir.

3.6.5.5 Vantilatör / Aspiratör Frekans Dönüştürücüsü Arızası

Vantilatör / Aspiratör frekans dönüştürücü cihazın alınan arıza bilgisi sonucu oluşan alarmdır. Tüm cihazlar kapatılır.

Arıza bilgisi kalktığı anda sistem program tarafından resetlenir.

3.6.5.6 Taze / Karışım / Egzost Hava Damperi Limit Switch Arızası

Damper Limit Switch testi sırasında (Taze / Karışım /Egzost havası damperleri %100 açıkken) belli bir süre ilgili damperlerin Limit Switchlerinden 'açıldı' bilgisi alınmaması sonucu oluşan alarmdır.

Ekranda gösterilmeyen ve yetkili operatör tarafından belirlenen bir 'onay noktası'nın durumuna göre tüm cihazlar kapatılır veya alarm ekranda gösterilip cihazlar normal şekilde devreye alınır. Onay noktası OFF (KAPALI) konumda ise Limit Switch alarmı sonucunda tüm cihazlar kapatılır. Alarmı kaldırmak için RESET komutu gerekir.

Onay noktası ON (AÇIK) konumda ise Limit Switch alarmı sonucunda alarm ekranda görünür ancak sistem devreye alınır. Alarmı kaldırmak için RESET komutu gerekir.

3.6.5.7 Damper Limit Switch Testi

Klima santrali çalıştırılmadan önce, damperlerin tam açıldığından emin olmak için uygulanır. Taze ve Egzost hava damperleri %100 açılır, karışım havası damperi %0 kapatılır.

Bu süre içinde taze ve egzost havası damperlerinden limit switch bilgisi gelmesi, karışım havası damperinden ise bu bilginin kesilmesi beklenir. Bu koşullardan herhangi biri

gerçekleşmezse ilgili dampere ait Limit Switch arızası verilir.

3.6.5.8 Ekran Alarmı Ve Arızaları

Sistemin çalışmasını engellemeyen filtre kirli, ısıtıcı vanası geri besleme alarmı, soğutucu vanası geri besleme alarmı gibi alarmlardır.

3.7 Standart DDC Fonksiyonları

Bir önceki kısımda nokta seçim kriterlerinin istenen fonksiyonlara vs düşünsel modüle göre nasıl belirleneceği açıklanmıştı. Diğer yanda, ısıtma – havalandırma sistemleri üzerindeki DDC kontrol fonksiyonları yaklaşık otuz yıldır belli bir standartlaşmayı da getirmiştir.

DDC fonksiyonları temel olarak dörde ayrılmaktadır. Biz bu fonksiyonları basitleştirilmiş bir şekilde sıralayacak olursak;

1. Giriş – Çıkış fonksiyonları

1.1. Fiziksel Fonksiyonları

- 1.1.1. Anahtarlama (DO)
- 1.1.2. Konumlandırma (AO)
- 1.1.3. Durum (DI)
- 1.1.4. Sayma (Pulse counting)
- 1.1.5. Ölçüm (AI)

1.2. İletişim fonksiyonları

- 1.2.1. Anahtarlama komut noktaları (cihaz noktası)
- 1.2.2. Ayar değer noktaları (ayar değer verme noktaları)
- 1.2.3. olay mesajları
- 1.2.4. Sayma bilgilerinin toplanması
- 1.2.5. Hesaplanmış ölçüm noktaları

2. Süreç Fonksiyonlar

2.1. Gözlem fonksiyonları

- 2.1.1. Sabit limit alarmları
- 2.1.2. Kayan limit alarmları
- 2.1.3. Çalışma saati toplanması
- 2.1.4. Durum değiştirme sayılması
- 2.1.5. Komutların doğru uygulanıp uygulanmadıklarının kontrolü
- 2.1.6. Açıklayıcı mesajların oluşturulması

2.2. Kilitleme fonksiyonları

- 2.2.1. Cihaz kilit fonksiyonları
- 2.2.2. Motor kilit fonksiyonları
- 2.2.3. Motor değiştirme (Switch over)
- 2.2.4. Sıralı kontrol
- 2.2.5. Tahrip/donma kontrolü

2.3. Kapalı çevrim kontrol fonksiyonları

- 2.3.1. P kontrol
- 2.3.2. PI/PID kontrol
- 2.3.3. Kayan yada eğrisel ayar değer kaydırmaları
- 2.3.4. Adım regülatörü
- 2.3.5. Kademeli kontrol
- 2.3.6. Darbe genişlik modülasyonu çıkış
- 2.3.7. Ayar yada çıkış değeri sınırlamaları
- 2.3.8. Ayar parametresi değerleri

2.4. Hesap/optimizasyon fonksiyonları

- 2.4.1. Aritmetik hesaplamalar
- 2.4.2. Olaya bağlı anahtarlama

- 2.4.3. Zamana bağlı anahtarlama
- 2.4.4. Periyodik alışma durma
- 2.4.5. Gece havalandırması
- 2.4.6. Bina sıcaklığı sınırlandırma
- 2.4.7. sıralı devreye alma
- 2.4.8. Yedek gc kullanımı (Jeneratör vs)
- 2.4.9. maksimum talep sınırlaması
- 2.4.10. Enerji tarifesine bağlı yük alıştırılması

3. Yönetim Fonksiyonları

- 3.1. Olay depolanmağı
- 3.2. Tarih ve veri depolanmağı

4. Operatör Fonksiyonları

- 4.1. Cihaz grafikleri/resimleri
- 4.2. Dinamik display
- 4.3. Uzak mesaj

Çizelge 3.1 Tipik VAV Santrali İçin DDC Uygulama Örneği için BOS tablosu. (MMO, 2003)

BİNA YÖNETİM SİSTEM TABLOSU								
BYS S-NO	SİSTEM AÇIKLAMALAR	SAHA MALZEMELERİ			GİRİŞ/ÇIKIŞ NOKTALARI			
		ADET	TİP	DI	DO	AIP	AIV	AOV

DEĞİŞKEN DEBİLİ KLİMA SANTRALİ KS-1

1	VANDİLATOR ANAHTARLAMA	1			1				
1	VANDİLATOR FC ANAHTARLAMA	1			1				
1	VANDİLATOR FC KONUMLANDIRMA (0-10 VDC)	1						1	
1	VANDİLATOR FC ARIZA	1		1					
1	VANDİLATOR ANAHTARLAMA (BY-PASS)	1			1				
1	VANDİLATOR SABİT HIZDA ÇALIŞIYOR BİLGİSİ	1		1					
1	VANDİLATOR FARK BASINÇ ANAHTARI (KAY. KOPTU)	1	DPS	1					
1	VANDİLATOR OTO EL BİLGİSİ	1		1					
1	VANDİLATOR BAKIM ANAHTARI	1		1					
1	ASPIRATOR ANAHTARLAMA	1			1				
1	ASPIRATOR FC ANAHTARLAMA	1			1				
1	ASPIRATOR FC KONUMLANDIRMA (0-10 VDC)	1						1	
1	ASPIRATOR FC ARIZA	1		1					
1	ASPIRATOR ANAHTARLAMA (BY-PASS)	1			1				
1	ASPIRATOR SABİT HIZDA ÇALIŞIYOR BİLGİSİ	1		1					
1	ASPIRATOR FARK BASINÇ ANAHTARI (KAY. KOPTU)	1	DPS	1					
1	ASPIRATOR OTO EL BİLGİSİ	1		1					
1	ASPIRATOR BAKIM ANAHTARI	1		1					
1	FİLTRE 1 KİRLİLİK ALARMI	1	DPS	1					
1	FİLTRE 2 KİRLİLİK ALARMI	1	DPS	1					
1	TAZE HAVA SICAKLIK BİLGİSİ	1	T			1			
1	ÜFLEME HAVASI HAVA SICAKLIK BİLGİSİ	1	T			1			
1	DÖNÜŞ HAVASI SICAKLIK BİLGİSİ	1	T			1			
1	TAZE HAVA HIZI BİLGİSİ	1	V					1	
1	ÜFLEME HAVASI HIZI BİLGİSİ	1	V					1	
1	ÜFLEME HAVASI FARK BASINÇ BİLGİSİ	1	DP					1	
1	DÖNÜŞ HAVASI HIZ BİLGİSİ	1	V					1	
1	DONMA ALARMI	1	F	1					
1	2. YOLLU SOĞUTUCU VANA KONUMLANDIRMA	1	MV					1	
1	SOĞUTUCU VANA MOTORU KONUM BİLGİSİ	1					1		
1	2. YOLLU ISITICI VANA KONUMLANDIRMA	1						1	
1	ISITICI VANA MOTORU KONUM BİLGİSİ	1					1		
1	TAZE HAVA DAMPERİ KONUMLANDIRMA	1	D	1				1	
1	TAZE HAVA DAMPERİ LİMİT SWITCH BİLGİSİ	1							
1	KARIŞIM DAMPERİ KONUMLANDIRMA	1	D					1	
1	KARIŞIM DAMPERİ LİMİT SWITCH BİLGİSİ	1		1					
1	EGZOST DAMPERİ KONUMLANDIRMA	1	D					1	
1	EGZOST DAMPERİ LİMİT SWITCH BİLGİSİ	1		1					
	KS-1 NOKTA TOPLAMI				16	6	3	6	7
	KS-1 GENEL NOKTA TOPLAMI		38						

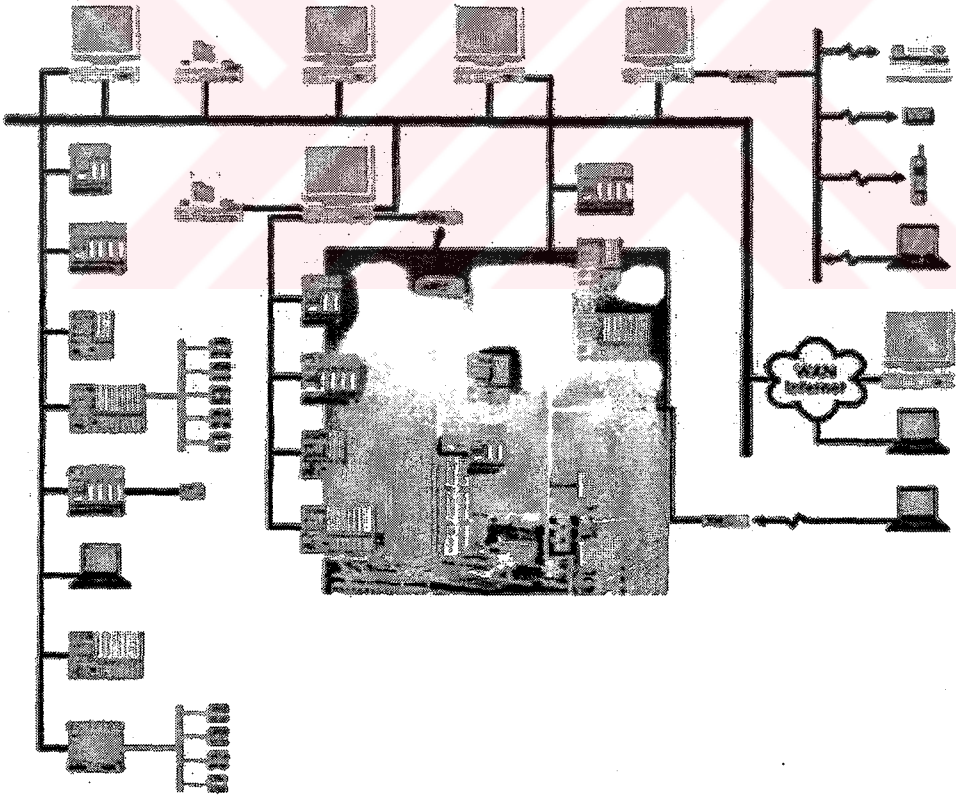
DI- DURUM NOKTASI (DI)TAL INPUT, AI(V) – ÖÇÜM NOKTASI – AKTİF (ANALOG INPUT –ACTIVE), DO – ANAHTARLAMA NOKTASI (DI)TAL OUTPUT), AO(V)-KONUMLANDIRMA NOKTASI (ANALOG OUTPUT), AI(P)- ÖLÇÜM NOKTASI-PASİF (ANALOG INPUT-PASSİVE)

3.8 Bina Otomasyonu

3.8.1 Bina Yönetim Sistemleri

Teknolojide ve günümüz insan ihtiyaçlarındaki gelişmelerin sonucu olan Bina Otomasyon Sistemlerinin (BOS) amacı binaların yada bina gruplarının mekanik ve elektrik sistemlerini izleme, çalıştırma ve yönetim fonksiyonlarının merkezileştirilmesi, bir yerden yönetilebilir hale getirilebilmesidir. Bu, bina kullanıcılarının daha konforlu, daha rahat, daha güvenli bir çalışma ve yaşama ortamına kavuşması; daha düşük maliyet, daha az iş gücü ve daha verimli bir bina işletmesi sağlanması amacıyla yapılır. Bu amaçlara ulaşmak için, basit otomatik kontrol sistemlerinden, bütünleşik bilgisayarlı kontrol sistemlerine kadar geniş bir yelpaze içinde çeşitli yoğunluk ve karmaşıklıkta Bina otomasyon sistemleri geliştirilmiştir.

Günümüzde bilgisayarlar (yeni paralel işletimcili makineler hariç) RAM, ROM veya disk'ten gelen bir dizi talimatların işleme konması yöntemiyle çalışmaktadır. Talimatlar ya doğrudan datalara yada makinenin ekipmanlarına etki eder.



Şekil 3.9 Bina Otomasyon Sistemi cihazları ve ilişkileri

Makine ekipmanları; temel multiconductor adresler, datalar ve kontrol veri yolları ile birbirine

bağlanır. Adres ve veri yolları fonksiyonları, veri kontrol hattında gösterilmiş sinyallere bağlıdır. Örneğin bir adres ya hafızada bir yere yada peripheral (harici) cihazlardaki sorumlu yerlere oturmak zorundadır.

Ekipmanların minikleşmesindeki gelişmeler, hesaplama fonksiyonlarını (tek bir integrated circuit chip'deki) pekiştirilmiş ve sağlamlaştırılmıştır. Bu çok geniş scala entegrasyonu (VLSI-very large scale integration) teknolojisi; kombine işlemciler, hafıza, zaman, sayıcılar, girdi ve çıktı kabiliyetlerine sahip mikro kontrolör veya ASIC's (Application Specific Integrated Circuits) lerin gelişmesine önderlik etmiştir.

Bina kontrolü veya ISK endüstrisi için bilgisayar teknolojisindeki bu avantajlar; daha karmaşık fakat daha az maliyetli bilgisayar kontrolünü gerek bağımsız olarak, gerekse daha karmaşık ve daha büyük network'un (ağın) bir parçası olarak sağlamaktadır.

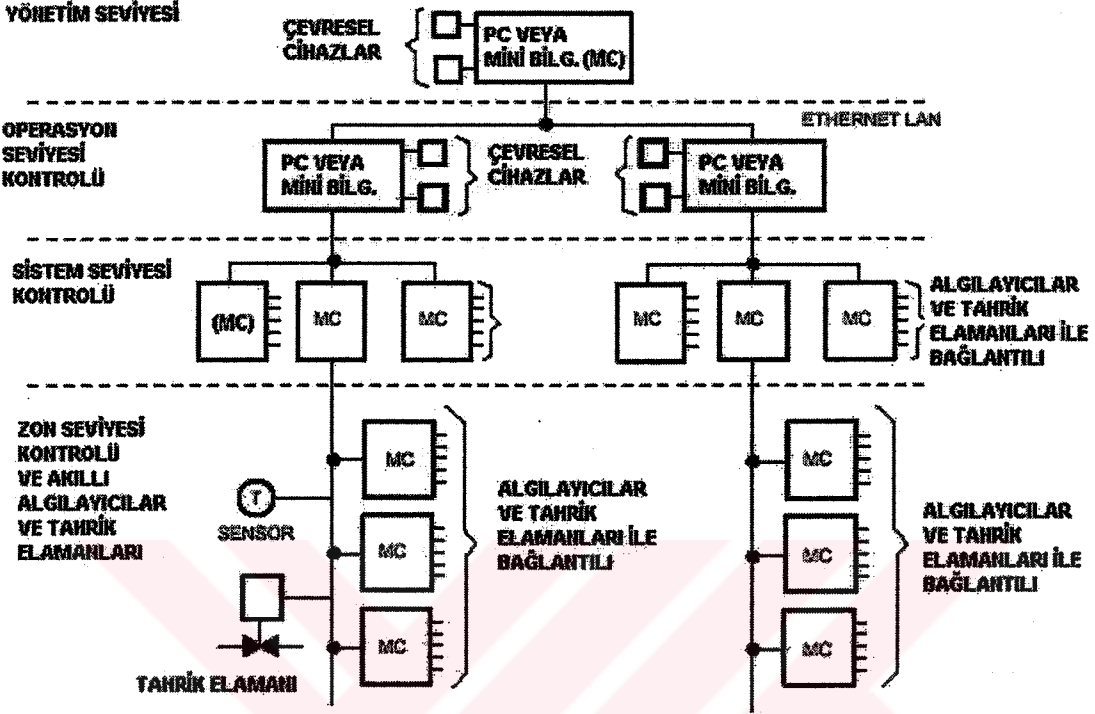
Dijital teknolojilerdeki gelişmeler ve mikro işlemcilerdeki ilerlemeler, bina kontrol sistemlerinde bir devrim yaratmıştır. Isıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme, aydınlatma ve diğer bina sistemlerini geleneksel pnömatik-hidrolik- analog elektronik cihazlar, zamanlayıcılar, anahtarlar, termostatlar vb. elemanlarla kontrol edilirse belki iyi çalışıyormuş gibi görünebilir. Ancak yavaş cevap verme, kalibrasyondaki kaçıklıklar, mekanik aşınmalar, merkezi denetim zayıflığı, diğer sistemlerle koordineli çalışmama, anında müdahalenin gerçekleştirilememesi ve daha fazla sayıda işletici personele ihtiyaç duyulması gibi nedenler sonucunda ortaya çıkan kayıp enerji ve istenenden daha düşük seviyede oluşan konfor şartları ile karşılaşıldığı da bir gerçektir.

Yukarıda bahsi geçen olumsuzluklara yeterli düzeyde ve güvenilir cevaplar verebilen bina yönetim sistemleri;

- Binanın her tarafına dağılmış olan elektrikli ve mekanik sistemlerin merkezi, kontrol ve denetimine
- Tüm sisteme ait bilgilerin depolanmasına ve bu bilgilerin daha sonra işlenmesine, tasnifine izin veren
- Binada arz edilen çevre koşullarını sağlarken enerji tüketiminde maksimum ekonomiyi gerçekleştiren
- Kontrol döngülerinin veriminin ve hassasiyetinin en yüksek seviyede olmasını sağlayan
- Dağınık alana yayılmış tüm ekipmanların tek bir noktada (ekranda) görsel renkli grafiklerle işletilmesine izin veren
- Her büyüklükte bina ve komplekslere adapte edilebilen, mevcut sistemin sürekli olarak

genişlemesine ve yenilenmesine imkan tanıyan

- Yangın algılama-söndürme, güvenlik, giriş-çıkış kontrol sistemleri vb diğer bina kontrol sistemleri ile entegre olabilen mikroişlemci teknolojisi ile üretilmiş sistemlerdir.



Şekil 3.10 BOS mimari yapısı. (Honeywell, 1997)

Bahsi geçen amaçları gerçekleştirmek için temelde üç kademeli bir mimari yapı oluşturulmuştur. Bu yapıyı aşağıdaki bileşenler oluşturmaktadır.

Merkezi kontrol ve gözetleme (veri merkezi): Bina mekanik ve elektrik sistemlerinin bir bütün olarak izlendiği, kontrol edilebildiği, işletildiği, aylık ve haftalık raporlamaların yapılabildiği sistem bileşenidir.

Yerel kontrol ve gözetleme (DDC üniteler): Saha elemanlarından gelen bilgileri algılayan ve yazılan programlar veya merkezden gelen emirler doğrultusunda bu bilgileri yorumlayıp, analog ve dijital çıkış elemanlarının hesapladığı değerleri almasını sağlayan, kontrolün yapıldığı ve alınan bilgilerin merkeze iletildiği bileşenlerdir.

Yerel uygulama elemanları (Saha elemanları): Sahadaki cihazlardaki bilgileri algılayan algılayıcılar (analog girişler), presostadlar, anahtarlar (dijital girişler) ve kontrolörden gelen bilgileri uygulayan vanalar, damperler, çıkışlardır (analog ve dijital çıkışlar).

3.8.2 Veri Merkezi Yazılımları ve Sistem Yapısı

DDC sistem yazılımları; bilgi giriş ve çıkışlarının birbirleri ile koordineli ve optimum koşullarda kullanılabilmesi için gerçek zaman işletimi (Reel Time Processing) ve çok amaçlı kullanım-paralel, multiplex, çok programlı işletim (Multiprogram Processing) yeteneklerine sahip olmanın yanı sıra işletim sistemi programı ve kullanıcı programı gibi gerekli yazılımları içerir.

Sistem girdi bilgilerini DDC ünitelerle paylaşmanın yanı sıra,

- Fiziksel (hardware) ve sanal (software) bilgilerini değerlendirme
- Birbirlerine bilgi aktarabilen veya aktaramayan DDC üniteler/iş istasyonları arasındaki bağlantılarının (WAN veya LAN) programlanması, fiziksel durumları hakkında bilgi alma kontrol etme fonksiyonları
- Bilgilerin ve işletim komutlarının-programlamalarının ana belleklere (hem merkezi bilgisayara / veri merkezlerine hem de DDC ünitelere) yüklenmesi ve saklanması
- DDC ünitelerle zaman fonksiyonlarında senkronizasyon sağlanması
- DDC ünitelerde gerçekleşen ve DDC ve PLC fonksiyonlarının gözlenmesi
- Farklı DDC ünitelere bağlı farklı yerleşimlerin üst düzeyde koordinasyonu ve yönetimi
- İşletim açısından önemli fonksiyonların ve programların uygunsuz-yetkisiz kişiler tarafından müdahalesine imkan vermeyen erişim seviyeleri

Gibi temel yetenekleri olan DDC sistemleri yazılımları; kolay kullanımlı (user friendly), çok görevli (multitasking) yapıya uygun, aynı anda birden çok programı çalıştırma olanağına sahip ve işletim menüleri kullanabilen bir yapıdadır.

DDC sistemler, ister lokal yerleşimlerdeki DDC ünite üzerinden, ister veri merkez/leri olarak adlandırılmış yönetim kademesi bilgisayarından aşağıda detaylı olarak açıklanmaya çalışılan temel fonksiyonları yazılımları içinde bulundurlar.

DDC sistemlerin geçmişteki geleneksel pnömatik ve analog elektronik cihazlardan daha ileri derecede güvenilir ve hassasiyet açısından geliştirilmiş, sistemin oluşturulduğu bina içerisindeki dağınık mekanik ve elektrikli sistemlerin merkezi izlenmesine, tüm sistem noktalarına ait bilgilerin depolanmasına yarayan ölçme ve gösterme fonksiyonları için aşağıdaki yazılım bölümleri kullanılmaktadır.

3.8.2.1 Diyalog Hattı

Özellikle metin (text) tabanlı yüksek seviyeli yazılım lisansları kullanılarak yapılmış DDC

yazılım paketlerinde; ekranda yerleşim statü listeleri veya grafikleri üzerinde yer alan ve kısa işletim (üç-dört harften oluşan) emirleri sayesinde yapılmak istenen fonksiyonlar doğrudan gerçekleştiren ve müdahale zamanlarını kısaltan bir erişim aracıdır. Verilen işletim emirleri, klavye vasıtasıyla girilir. Monitördeki diyalog hattında görüntülenir ve doğruluğu program tarafından kontrol edilir.

Sistemin yazılım güvenilirliği ve yerleşimlere en hızlı – kolay erişim açısından geçmişteki en geçerli yöntemlerden biri olan diyalog hattının kullanımı için sistem kullanıcı eğitimi almış olmak gerekmektedir.

3.8.2.2 Yerleşim Adres Listeleri

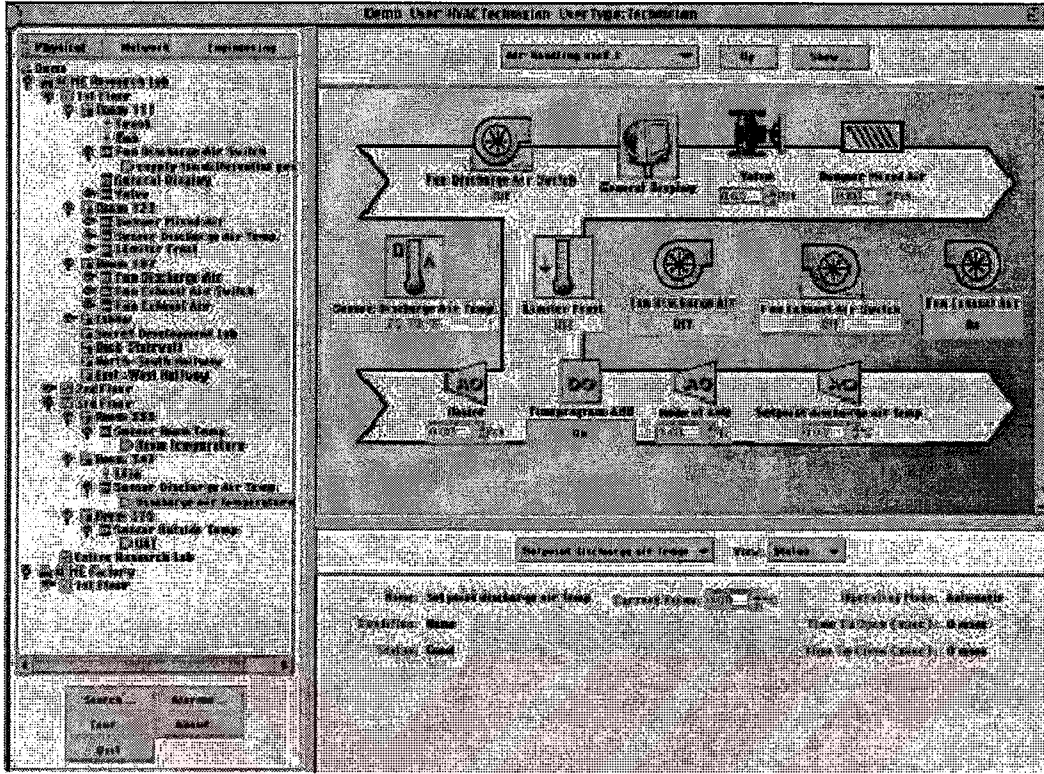
Sistemi denetlemek ve işletmek için en önemli araçlardan birisi de, çok renkli veya tek renkli yerleşimlere ait verilerin metin (text) yapısında sunulduğu yerleşim adres listeleridir. Sisteme ait tüm teknik yerleşimlerin bütün adreslerini içeren liste, verilerin kolay ve açık bir şekilde gösterimini ve okunmasını, sistem kontrolünü kolaylaştırıcı ve hatırlatıcı notlar ile birlikte sunar. Adres listeleri, veri haberleşme hızına ve düzenine göre yazılım programı tarafından sürekli güncelleştirilir. Bu fonksiyon, diyalog hattı gibi metin (text) tabanlı yüksek seviyeli yazılımların lisanları kullanılarak yapılmış DDC yazılım paketlerinin çok önemli bir veri gösterimi erişimi fonksiyonudur.

3.8.2.3 Yerleşim Şemaları

Sisteme ait teknik yerleşimlerin şematik olarak gösterimine izin veren bu fonksiyon sayesinde, yerleşimlere ait genel bilgilere hiyerarşik bir yapıda kolayca erişilebilir. İşletici, ana şema üzerinden istediği bölümü fare yardımıyla seçerek bir alt şemaya geçer ve bu dallanma yapısını istediği bilgiye ulaşabilir. Şemalar bir birlerine ağaç yapısı biçiminde bağlıdır ve ana şemadan istenilen herhangi bir şemaya kolayca erişebilmenin yanı sıra, herhangi bir alt şemadan tekrar ana şemaya geri dönüş tek bir tuş ve fare hareketiyle de yapılır.

Şemaların gösterimi ve üretilmesi aynı yazılım içinde ve sis-tem OFF LINE yapılmaksızın yapılabilmektedir. Mevcut yazılım vasıtasıyla; karakterden başlayarak sembol yaratma ve kullanma yeteneği ile makro vasıtasıyla en karışık yerleşimlerin şeması kısa bir süre içinde çizilir. Ayrıca yazılımdaki mevcut sembol ve makro kütüphanelerini kullanmak suretiyle de şemaları vakit harcamadan hazırlamak mümkündür. Günümüzde çoğu DDC yazılımı, farklı çizim programlarına ait çizim dosyalarını (AutoCAD, Bitmap resimleri vb) olduğu gibi kendi

bünyesine adapte edebilmekte ve kullanabilmektedir.



Şekil 3.11 Örnek bir BOS programı ekran görüntüsü

Sistemi denetlemek ve işletmek için yerleşim şemaları üzerindeki uygun noktalar, sistem adreslerinin seçimi ve dinamik hale getirilmesiyle tanımlanarak yerleşime ait fiziksel veya sanal bilgilerin kolay ve açık bir şekilde gösterimine, okunmasına ve kontrolüne imkan tanır. Yerleşim adreslerine ait gerekli komutların üretimi, teknik açıklayıcı bilgilerin alınması, açıklayıcı notların okunması ve yeni mesajların bırakılması, adresin sanal veya fiziksel olarak devre dışı bırakılması-aktif edilmesi gibi fonksiyonlar aynı yerleşim şeması üzerinden ve sistemin aksamadan işlemesine imkan verecek şekilde, seçilmiş dinamik nokta üzerinde farenin klik edilmesi ile açılan bir pencere üzerinden yapılabilir.

Şemalar üzerindeki nokta bilgileri aktif bilgi olup, eğer bir sembol ile ilişkilendirilmiş ise; noktanın durumunu göstermek için renk değişimi fonksiyonu kullanılabilir. Örnek olarak herhangi bir fana ait termik bilgisi normal ise ekranda beyaz renkte, termik altı durumu olduğunda kırmızı renkte, işletmeci tarafından alarm alındı teyidi yapıldığında turuncu renkte olabilme yeteneği gibi.

Analog adreslere (sıcaklık, nem, basınç, vana konumu vb.) ait bilgiler ekranda sayısal olarak gösterebildiği gibi grafikler şeklinde de gösterilebilir ve dört ayrı limit değeri verme

yeteneğine sahiptirler. Ölçülen fiziksel veya sanal bilgi, limit değerlere geldiğinde, ayrıca alarm bilgisi yaratır ve bilgiye ait son durumu değişik renk görüntüsü ile destekleyebilir.

3.8.2.4 Geçmiş veri Grafikleri ve Eğilim (Trend)

Sistemi oluşturan adresler arasından seçilen noktalara ait geçmiş değerler, gerçek zaman verileri ile birlikte önce DDC ünite içindeki hafızada ilgili detayları ile birlikte depolanır. Daha sonra veri iletişim düzeni üzerinden DDC sistemi (veri merkezi) yazılımı içindeki ilgili dosyayı veri merkezi hard disk içinde korunmak ve irdelenmek amacıyla otomatik ve manuel olarak transfer edilir. Bazı üretici firmaların sistemlerinde, DDC üniteye direkt bağlı bu bilgiler doğrudan merkezi bilgisayardaki geçmiş veri grafikleri dosyasına tanımlı zaman aralıklarında aktarılır. Gerek DDC sistem yazılımı üzerinde veya diğer standart veri derleme (SQL) programları kullanarak sistem adreslerinin geçmiş verileri, kullanıcı tanımlı zaman aralıklarına uygun olarak yeniden düzenlenir. Görsel veya yazıcı üzerinden yazılı olarak alınan bu grafikler vasıtasıyla kullanıcı; sistemin geçmişini görme, davranışlarını analiz etme, tesisin bakım faaliyetleri ile ilgili verilerini alma, tesisin işletme maliyetlerini tespit etme ve önceden planlama vb fonksiyonları gerçekleştirilebilir.

Bazı DDC sistem yazılımlarında, ayrı yazılım bölümü olarak kullanılan Eğitim (trnd) fonksiyonu, kontrolü kritik olan noktalarındaki sapmaların gözlenmesi ve tespiti için bir anlamda anlık gösterge gibide çalışabilmektedir. Bu fonksiyon sayesinde gerçek zamandan başlayarak belirlenmiş çok kısa zaman aralıklarında (saniye gibi) geçmişe doğru, ölçülen fiziksel büyüklüğe ait değerler görülebilir, yazılı çıkış alınabilir, sistemin nasıl çalıştığı ve performansı hakkında detaylı analizler yapılmasına olanak tanınır. Trend (eğilim) veri tabloları ile geçmiş veri farklı veri dosyaları üzerinden takip edilir ve genelde bu iki fonksiyon birbirinden anlam ve zamansal yapı olarak farklıdır.

3.8.2.5 Matematiksel Formüller

Sisteme ait bilgilerden yola çıkarak matematiksel formüller vasıtasıyla yeni sanal bilgilerin noktaların elde edilmesine veya bilgileri matematiksel formüller vasıtasıyla çeşitlendirmek veya gereksinim duyulan matematiksel sonuçlara erişebilmek için; toplama, çıkartma, bölme, çarpma, entalpi hesaplama, trigonometrik fonksiyonlar vb. ile muhtelif mantık fonksiyonları (AND, OR, NAND, NOT, EQ vb) gibi kullanışlı operasyonlar içeren matematiksel formüller paketi, hesap sonuçlarının gösterilmesini ve otomatik işletme için gerekli olduğu her yerde kullanılmaktadır.

3.8.2.6 Kategoriler Oluşturma

Sistemdeki teknik yerleşimlerin ortak sınıflara ayrılması, yerleşimlere ait noktalardan benzer olanların durumunun hızlı, güvenli ve detaylı olarak görülmeleri açısından kategoriler oluşturma fonksiyonu çok önemlidir.

Alarmların, ölçülen değerlerin kendi birimlerine göre (ölçüm, zaman sayma, miktar sayma vb) kategorilere ayrılması, yerleşimdeki hataların hızlı ve diğer olaylardan arındırılmış olarak değerlendirilmesini mümkün kılar.

3.8.2.7 Çalışma Zamanı, Miktar Sayımı ve Toplam Alma

Veri merkezi, yerleşime ait alarm, durum ve mesajların uygulanma zamanlarını veya tutarlarını raporlayabilir. Bu fonksiyon sayesinde fan, pompa vb. ekipmanların çalışma veya durma süreleri denetlenebildiği gibi sonuçlara bağlı olarak ilave güvenlik ve operasyon komutlarının üretimi de mümkün olmaktadır. Her türlü miktar, enerji ölçümü ve sayımı ile gerçek saha elamanlarından gelen analog ve dijital bilgiler (elektrik sayaçları, buhar sayaçları, enerji ölçüm üniteleri, darbeli sayıcılar vb) normal sistem verileri gibi değerlendirilerek depolanır ve otomatik işletme için gerekli olan her yerde kullanılabilir.

3.8.2.8 Alarm Mesajları

Veri merkezinin daha geniş ihtiyaçlara cevap verebilmesi için gerekli olan bu fonksiyon; programlanabilir bir kontrol sistemi olarak ta tanımlanabilir. Gözlenmiş bir alarm kontağının açılması veya ölçülmüş bir değerin limit değerlerini açması durumunda; veri merkezi bu hareketi alarm olarak algılayarak ve gerekli konfigürasyonlar yapılmışsa bu duruma bağlı olarak çalışması gereken fonksiyonları harekete geçirebilir.

Oluşan alarm, ekranın bir alt köşesinde sabit yaratılmış ve alarm mesajları için ayrılmış bir pencerede sürekli olarak detaylı-açık adres bilgilerini de içerecek şekilde görüntülenebilir.

Sistemdeki teknik yerleşimlere ait alarm noktalarının ortak sınıflara-kategorilere ayrılması mümkün olup bu sayede hataların hızlı ve diğer olaylardan arındırılmış olarak değerlendirilmesine imkan tanır.

3.8.2.9 Yetki-İşlem Güvenliği

Eğitilmiş ve yetkili işletmecinin, otomasyon sistemine doğru kimlik kodu ve şifre ile ulaşmasını sağlayan bu fonksiyon sayesinde; başka kişilerin sisteme girişi engellenmektedir. Yetki seviyeleri, hem adresler hem de adresler üzerinden uygulanacak sistem komutlarını

güvenlik altına alma yeteneğine sahiptir.

3.8.3 Veri Haberleşmesi

Veri iletişiminin iki şekli mevcuttur. Paralel veya seri haberleşme. Paralel iletişim daha hızlı ve basittir. Bilgisayar içindeki veri hatlarında yer alan tüm haberleşme paralel yapılır. Paralel iletişimi çoklu kablo ile uzun mesafelere taşımak ekonomik ve pratik değildir. Bundan dolayı uzun mesafeli harici veri iletişiminde seri iletişim kullanılır.

Verinin transferi için üç çeşit iletim aracı vardır. Bunalar:

Bakır Kablo; oldukça yaygın kullanıma sahiptir. 1200 metreye kadar sinyal güçlendiriciye gerek yoktur. Ancak daha uzun mesafelerde sinyaller zayıfladığı için güçlendirici kullanılır.

Fiber Optik; Elektriksel alanlardan, fırtınalı havalarda şimşekten ve benzeri çevresel olaylardan fazlaca etkilendiği için sıkça kullanılmazlar.

Telefon Hatları; uzak mesafedeki binaları birbirine bağlamak için kullanılırlar. Bu iletim işi için telefon hattı tamamen bu işleme ayrılmış olması gerekir veya otomatik çevirme işlemi yapan bir modem ile haberleşme sağlanmalıdır.

Modemler telefon hattına uygun yapıda olmalıdırlar. Uygun modemler kurdukları çevirmeli bağlantı sayesinde kısa süren iletişim süresi nedeni ile hem sağlıklı veri transferi sağlarlar hem de haberleşme süresini kısaltarak maliyetleri düşürürler.

3.8.4 Network Yapıları

Genel olarak yerel data haberleşmesi için kullanılan Network'ler LAN (Local Area Network) olarak isimlendirilir. Local network'ler PTT devrelerini kullanarak (kiralama veya abonelik) genel networklere (yöresel, ulusal veya uluslararası) bağlanabilirler. Bu tür network yapılarında WAN (Wide Area Network) veya MAN (Metropolitan Area Network) diye adlandırılır.

Trafik kontrolü, maden işletmeleri, hastane, endüstri veya bina kontrolü için kullanılacak yerel networkler, veri haberleşmesini problemsiz olarak yapmak olmaları yanı sıra sistem yapısı bozulmadan yenilenmeye ve genişlemeye imkan tanır.

Noktadan noktaya seri bağlantı (Serial point-to-point): Tek hat üzerinde iki haberleşme ünitesi arasında veri haberleşmesi için kullanılan point-to-point veri haberleşmesi en yaygın uygulamadır. Bu uygulama en basit şekli olan PC ile printer arasındaki bağlantı olabileceği gibi çok kompleks uygulamalarda da kullanılabilir. Güvenlik amacıyla her haberleşici üniteye

ait tek hat kullanımı esastır.

Yıldız network (Star network): Birçok noktada noktaya (point-to-point) seri bağlantıların kurulduğu sistem yıldız network olarak adlandırılır. Merkezi veri merkezindeki hub üzerinden her bir haberleşici ünite kendi hattı ile veri merkezine bağlanır. Yıldız bağlantının en büyük avantajı güvenilirliğidir. Bir hat bozulursa, diğerleri kesinlikle etkilenmez. Dezavantajı çok fazla miktarda kablo kullanılması, dolayısıyla yüksek kablo maliyetidir.

Çevrim Network (Ring Network): Çevrim network'te bütün üniteler kapalı bir çevrimde seri olarak birbirine bağlanır. Bunun anlamı; gönderici ile alıcı arasındaki bütün haberleşme seri bağlı diğer üniteler içinden geçmesi demektir. Karşı karşıya kalmayı önlemek için bir "empty letter tray" boş mektup güzergahı, network boyunca mevcuttur. Gönderici bu hattın boş olup olmadığını çek eder, boş ise göndereceği adresi ve mesajı bırakır. Zincirdeki sonra gelen ünite bu hattı kontrol eder, mesaj kendisi için değilse bir sonrakine iletir. Tray (klavuz) niyetli olduğu adrese ulaşınca, alıcı mesajı alıp hattı boşaltır ve yerine alındı mesajını geri gitmek üzere bırakır. Gönderici, gönderdiği mesajın yerine doğru ulaştığının teyidi olan alındı mesajını alır, yolu boşaltır ve yeni mesajlar göndermeye devam eder. Dağıtılmış yıldız network gibi fiziksel bağlı sinyal tabanlı çevrim network'un güzel bir örneği "Token Ring" dir. Çevrim network'un performansı yüksek olmasına rağmen, oluşturulması ve revizyonu bus networklere göre daha karışıktır.

Bus network: Bus network; bütün ünitelerin node (nokta) olarak bağlandığı ana hattan oluşmaktadır. Bütün veri trafiği bus üzerinden alıcıya gönderilir. Bus Networkler; gönderici hattının serbest olduğunu kontrol edebilmesi ve diğer trafiklerle karşılaşmamak (çatışmamak) ve geri cevap vermede gecikme olmaması için gerekli kurullarla donatılmıştır. Bus networkın, montajı ve genişlemesi çok kolaydır. Temel bus Networklere örnek olarak Ethernet ve Apple Talk gösterilebilir. Bu tür Networklerin arkasındaki bir noktada; eğer çok fazla ünite ağ üzerinde haberleşmek istese trafik yavaşlamaktadır. Bunu önlemek için bus network farklı ve değişik bölümlere bölünebilir.

Kombine networkler: Farklı haberleşme ürünleri kullanılarak; farklı yapıdaki networkların en iyi yetenekleri birleştirilip özgün uygulamalar için özgün networklar güvenilirliği ve performansı artırmak için oluşturulabilir.

Buna uygun örnek, dağıtılmış yıldız Networklerini bir bus network ile birleştirmektedir. (ki birçok yıldız network bağlamanın bir yoludur) Tabii ki her network etkin bir veri haberleşmesi trafiği kurallarına ihtiyaç duyar.

3.8.5 Açık Protokoller

Çoğu bina otomasyon sisteminde kullanılan cihazlar arası veri transferi için kullanılan iletişim protokolü imalatçının kendi ürünleri için geliştirdiği özel bir protokoldür. Bu nedenle benzer iletişim hatları kullanan sistemler yada ürünler dahi, protokolleri farklı olduğu için, bir birlerine kolayca bilgi aktarma imkanına sahip değildirler.

Bu darboğazı ortadan kaldırmak amaçlı olarak 1980'lerden itibaren farklı kuruluşlar, dernekler ve firmalar tarafından yürütülen ortak çalışmalar neticesinde kolektif olarak "Açık Protokol" olarak bilinen bir dizi standart iletişim protokolü ortaya çıkmıştır. "Açık Protokol" terimi, iletişimde kullanılan protokol, yani lisanın, her türlü ayrıntısının isteyen herkesin temin edebileceği şekilde yayınlanmış olmasını ifade etmektedir. Bu sayede, aynı açık protokole uygun imalat yapan tüm üreticilerin cihazları, birbirleriyle anlaşılabilir, bilgi aktarabilir hale gelmektedir.

Ne var ki, söz konusu açık protokollerin birden çok sayıda olması ve imalatçı firmaların tek bir standart üzerinde anlaşmaları nedeniyle bu sistemlerin yaygınlık kazanması uzun zaman almıştır. Buna karşın sağladıkları avantajlar nedeniyle kullanım alanı gün geçtikçe artan bu açık protokollerin en önemlilerinden olan BACnet (Building Automation and Control Network) aşağıda anlatılacaktır.

3.8.5.1 BACnet (Building Automation and Control Network)

Bina otomasyon sistemlerinde esneklik ve entegrasyon sağlamak amacıyla ASHRAE tarafından geliştirilen ve ANSI tarafından da kabul edilen bir endüstri standardıdır ve sistemler arasında ortak bir iletişim sağlamaktadır.

ASHRAE'nin bina otomasyon ve kontrol ağı protokolü olan BACnet , değişik fonksiyonları olan ekipmanların kendi servislerini etkilemeksizin bilgi aktarımını sağlar. Sonuç olarak BACnet protokolü merkezdeki ana kontrol bilgisayarlarından, genel amaçlı doğrudan dijital kontrolörlerle hatta uygulamaya özel (spesifik uygulamalar için geliştirilmiş) kontrolörlere kadar aynı şekilde kullanılır.

BACnet düzgün kurulduğunda sistemler arasında ortak bir dille iletişim sağlayacak altyapı kurulmuş olur, fakat kullanıcının sistemi yapılandırmak için hala farklı üreticilere özel paket yazılımlara ihtiyaç vardır. Sağlıklı bir BACnet altyapısının kurulmuş olabilmesi için bina otomasyon sisteminde kullanılan diyalog hattı, trend, ağ gibi fonksiyonların tamamen sağlanması gerekir.

BACnet'in iki temel unsuru BACnet kullanıcısı (BACnet Client)/BACnet Sağlayıcısı (BACnet Server) dir.

BACnet sağlayıcısı BACnet formatında bilgi sağlayabilen bir sistem veya cihaz olarak tanımlanabilir. BACnet genelde; farklı ürün sağlayıcılarının farklı ürün gruplarını entegre etmek için kullanılır. Tipik bir bina bünyesinde ısıtma, havalandırma, otomatik kontrol ve diğer bina otomasyon, güç, can güvenliği, mal güvenliği, kartlı giriş kontrol, aydınlatma ve değişik ana sistem şeklinde görev yapmaktadır.

Sonuç olarak; günümüzde binaların büyük bir bölümünde bina sahibi ve yöneticileri için tüm elektronik sistemlerin daha etkin, daha verimli çalışmasını sağlayacak bina otomasyon sistemleri kullanılmaktadır ve 'entegrasyon ve açık sistem' kavramları üzerinde en çok tartışılan konular arasındadır. ASHRAE tarafından geliştirilen ve ANSI tarafından da kabul edilen BACnet ile; bina otomasyon sistemlerinde esneklik ve problemsiz entegrasyon ile sistemler arasında ortak bir dille iletişim kurulmasını sağlamak ve 'kolay entegre edilebilen açık sistemler' oluşturmak hedeflenmiştir.

3.9 Oda Kontrol Sistemleri

Ofis binaları ve otellerde bina otomasyon sistemlerine ilaveten odalarda istenilen konfor şartlarının sağlanması ve odaların durumlarının izlenmesi için kurulmuş sistemlerdir.

Bu sistemlerle odalarda;

Gece, hazırda bekle ve konfor olmak üzere üç modda çalıştırma; 6.00 – 8.00 saatlerinde hazırda bekle modu kontrol sıcaklığı (k.s) 15 °C, 8.00 – 20.00 saatlerinde kontrol modu k.s 21 °C 20.00 – 6.00 saatlerinde gece modu (k.s) 13 °C

Otel yönetim sistemleri ile birleşip, check-in, check-out bilgilerine göre çalıştırma,

Pencere açık-kapalı bilgilerini izleyip pencere açıkken sistemin çalıştırılmayıp enerji tasarrufunun sağlanması,

Oda hazır anahtarını dikkate alarak çalıştırma,

Aydınlatmanın kontrolü, mümkündür.

4. AKIŞ KONTROL ELEMANLARI

Isıtma, soğutma, iklimlendirme ve herhangi bir proses sistemindeki boru ve basınçlı kaplarda kullanılan vana ve diğer tesisat elemanları işletmelerin ekonomik ve sağlıklı çalışmalarında önemli görevler üstlenirler.

İşletmelerde enerji sarf edilerek üretilen ve üretilmiş ısı enerjisi taşıyan buhar, kızgın su, sıcak su, soğuk su, gaz v.b.akışkanlar sistemin ihtiyacını karşılama doğrultusunda herhangi bir kayba uğramadan amaçlarına uygun taşınmalı ve kontrol edilmelidirler. Otomatik kontrol vanaları genel olarak bir boru sistemindeki akışkan ı istenilen zamanda ve kontrol-emniyet fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde durduran, kısar (ayarlayan) veya akışkana yol vermeye yarayan makina elemanlarıdır. Kontrol vanaları, içinden akışkanın geçtiği kesitin bir tahrik ünitesi (servomotor, aktuatör vb) tarafından değiştirilebildiği ve böylece içinden geçen akışkan miktarının (debinin) ayarlanmasına veya akışkanın yön değiştirilebilmesine olanak sağlayan vanalardır. Kontrol vanaları genellikle aşağıdaki amaçları karşılamak için kullanılmaktadır.

- Akışı belirli bir zaman veya olaya bağlı olarak tümüyle durdurmak veya tümüyle yol vermek için.
- Akışı belirli bir zaman veya kontrol fonksiyonu sonucu kontrol edebilen minimum akış değeri ile maksimum akış değeri arasında değiştirebilmek için.
- Akışı başka yönlere çevirmek (ayrıştırmak) için.
- Akışı başka yönlerden toplamak (karıştırmak) için.

4.1 Otomatik Kontrol Vanaları

4.1.1 Kontrol Vanaları İçin Temel Tanımlamalar

Günümüzde niteliksel ve niceliksel olarak çok çeşitlilikte üretilen kontrol vanaları için aşağıdaki temel kavramlar ve tanımlamalar geçerlidir.

4.1.1.1 Gövde Anma Basıncı (PN)

Kontrol vanası gövdesinin dayanabileceği akışkana ait güvenilir maksimum basınç değerini ifade eder. PN (Nominal pressure =Anma basıncı) veya NP olarak sembolize edilir ve değeri "bar" cinsinden birimlendirilmiştir. Anma basınç değeri, akışkanın 120°C sıcaklığındaki işletme basıncı ile aynıdır. Akışkanın 120°C sıcaklığından daha yüksek sıcaklık değerlerinde işletme basıncı, anma basınç değerinin altına düşer.

Uygun PN değerini seçebilmek için, akışkanın işletme basınç değeri ile işletme sıcaklığı değerinin birlikte dikkate alınması gerekmektedir.

Çizelge 4.1 de DIN 2401'e göre standartlaştırılmış Anma (Nominal) Basınç değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.1 DIN 2401'e göre standartlaştırılmış basınç değerleri. (MMO, 2003)

PN	120 °C Sıcaklığa kadar	200 °C Sıcaklığa kadar	250 °C sıcaklığa kadar dayanabile-
Sınıfı	Akışkan basıncı	Akışkan basıncı	Akışkan basıncı
6	6 Bar	5 Bar	4,5 Bar
10	10 Bar	8 Bar	7 Bar
16	16 Bar	13 Bar	11 Bar
25	25 Bar	20 Bar	18 Bar
40	40 Bar	35 Bar	31 Bar

4.1.1.2 Gövde Anma Ölçüsü (DN)

Kontrol vanası gövdesindeki, akışkanın içinden geçtiği giriş ve çıkış deliklerinin ölçüsünü (çapını) ifade eder. Avrupa standartlarında DN (Nominal Diameter =Anma ölçüsü) olarak sembolize edilir ve değeri "mm" (milimetre) cinsinden birimlendirilmiştir.

4.1.1.3 Çalışma Sıcaklığı (°C)

Kontrol vanaları imalat teknolojileri ve malzemelerine bağlı olarak, kontrol ettikleri akışkanın belirli sıcaklık aralıklarında emniyetli ve verimli olarak çalışabilirler. Bu sınırlar aşıldığında, vana gövdesi ve iç elemanlarının yapısı ve çalışma karakteristikleri bozulur. Dolayısıyla kontrol vanası seçiminde Çizelge 4.2 de gösterilen değerler dikkate alınmalıdır.

Çizelge 4.2 Kontrol vanası sınıfı ve en yüksek çalışma sıcaklıkları. (MMO, 2003)

PN6 +2+110°C
PN10 +2+110°C
PN16 -15+180°C
PN25 -15+240°C
PN40 -40+240°C

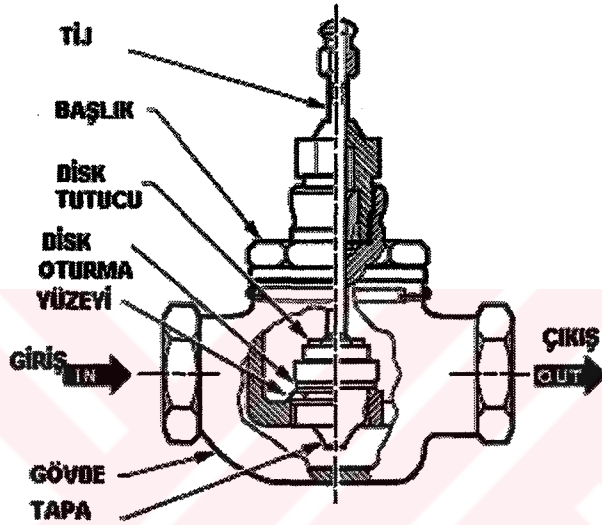
4.1.2 Otomatik Kontrol Vanaları Elemanları

Günümüzde pek çok firma tarafından üretilmekte olan otomatik kontrol vanaları farklı özellik ve dizayna sahip olmakla birlikte genel olarak aşağıdaki elemanlardan oluşurlar.

Gövde(Body) : Kontrol vanasının ana parçası olup, akışkanın içinden geçtiği bölümdür.

Kontrol vanası gövdesi; nihai tahrik ünitesinin bağlanabilmesini sağlayan başlık, tij gibi iç yapı elemanları yanısıra, sızdırmazlığı sağlayan salmastra, sızdırmazlık ringleri ile oturma yüzeyi ve tapa gibi akışı kontrole yarayan iç elemanları bünyesinde bulundurur. Gövde, pirinç, bronz, pik döküm ve çelik döküm olarak farklı basınç ve sıcaklık sınıflarında kullanılmak üzere imal edilirler.

Tij (stem) : nihai tahrik ünitesinden almış olduğu mekanik kuvvet ile bağlı olduğu tapa veya disk'i gövde içersinde dikey olarak hareket ettiren bağlantı çubuğudur.



Şekil 4.1 Glob vanayı oluşturan parçalar (Honeywell, 1997)

Salmastra (Sealing/Stuffing box) : Vana gövdesi içersinde dış ortama göre farklı basınçta ve sıcaklıkta bulunan akışkanın, tij'in hareket ettiği alan içersinden dışarı çıkmasını önleyen elemandır. Vana kullanım yerine bağlı olarak mekanik salmastra ile birlikte veya sadece sızdırmazlık ringleride sızdırmazlık elemanı olarak kullanılmaktadır.

Başlık (Bonnet) : Nihai tahrik elemanının vana gövdesine oturtulduğu/bağlandığı aynı zamanda tij'e yataklık eden ve sızdırmazlık elemanlarının yerleştirildiği bölümdür.

Tapa (plug) : Vananın hareketli bir parçası olan tapa; nihai tahrik ünitesinden tij vasıtasıyla almış olduğu mekanik hareketle vanadan geçen akışı kontrol eden elemandır. En yaygın kullanılan tapa çeşitleri;

- Contoured plug : Tek yanlı veya çift yanlı uç noktası şekillendirilmiş bir yapıya sahiptir.
- V-port plug : Skirt diye adlandırılmış, oturma yüzeyinde aşağı-yukarı hareket edebilen bir silindirdir. Silindir tapayı kılavuzlamakla birlikte açıklık şekliyle akışı değiştirir.

- Quick-opening plug : Oturma yüzeyinde kılavuzlandırılmış veya sonlandırılmış yassı ve ince yapıda bir tapadır. Bu yassı yapı, maksimum akışın çok hızlı yönlendirilebilmesini sağlar.

Disk (disc) : Aslında tapaya ait bir parça/bölüm olan disk; tapa oturma yüzeyine tam oturduğu anda, oturma yüzeyi ile sıkı temas ederek sızdırmazlığı sağlar. Bazı tapa tiplerinde disk bölümü değiştirilebilir yapılırlar ve böylece aşınmalar sonucu performansı kaybolmuş diskler değiştirilerek kontrol vanasının kontrol kabiliyeti süreklilik kazanır.

Port (port) : Vana oturma yüzeyindeki açıklık olup; akışkanın vana içinde geçmeye zorlandığı kesittir. Port kesiti (ölçüsü) ile vana anma ölçüsü farklı değerlerdir. Kontrol vana port ölçüleri de standardize edilmiş olup; küçültülmüş portlara sahip vanalar, standart porttan daha küçük anma ölçüsü vanalarla eşit akış karakteristiğine sahip olabilirler. Örnek olarak; Anma ölçüsü 1" olan fakat küçültülmüş port'a ¾" e sahip bir vananın akış kontrol alanı, standart portlu ¾" anma ölçüsü bir vana ile aynıdır.

Oturma Yüzeyi (Seat): Vana gövdesinin sabit bir parçası olup; disk ile gövde arasında sızdırmazlığı ve tam kapanmayı sağlar. Otomatik kontrol vanaları,

- Konstrüksiyon açısından
- Akış yönlerine göre
- Akışı kontrol etmeleri açısından
- Tahrik üniteleri açısından olmak üzere

dört ana kategoride incelenebilirler.

4.1.3 Konstrüksiyon Açısından Vana Çeşitleri

Konstrüksiyonları açısından otomatik kontrol vanaları tek ve çift oturmalı vana olmak üzere iki tiptir.

4.1.3.1 Tek Oturtmalı Vanalar (Single Seated)

Tek oturmalı vanalarda bir oturma yüzeyi ve bir tapa bulunmaktadır. Bu tür vanalar daha ucuz imal edilebilmelerine ve daha sıkı kapama yapabilmelerine karşılık, akışkan basıncının tek yönlü kuvvet uygulaması sonucu tapa hareketi zorlanır. Dolayısıyla bu tür vanaların tahrik üniteleri çift oturmalı vanalara göre daha güçlü olmak zorundadır. Tek oturmalı vanaların akış kontrol kapasiteleri (Kv), aynı anma ölçüsündeki çift oturmalı vanalardan daha küçüktür.

4.1.3.2 Çift Oturtmalı Vanalar (Double Seated)

Bu tür vanalarda, 2 adet oturma yüzeyi ve 2 adet tapa;vana tam kapalı durumda iken tiji açık ve kapalı pozisyona doğru zorlayan akışkan basıncı minimum olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu tür vanalar, anma ölçüsü aynı olan tek oturtmalı vanalardan daha büyük port'a ve daha az kuvvetteki nihai tahrik elemanına ihtiyaç duymasına rağmen en büyük dezavantajlar, tam kapama sağlayamamaları ve daha pahalıya imal edilmeleridir. Kontrol edilen akışkandaki sıcaklık değişimleri, vana gövdesi ve disk üzerinde değişik genleşmelere yol açar ve bunun sonucunda iki disk aynı anda oturma yüzeyine oturamaz, sızdırma oluşabilir. Günümüzde imalatı çok az olmakla beraber, proses sistemlerinde halen kullanım alanı bulmaktadır.

4.1.4 Akış Yönlerine Göre Vana Çeşitleri

Akışkanların (su,buhar vb) vana içersinden geçişleri açısından van gövdeleri; iki yollu,üç yollu (ayrıştırıcı ve karıştırıcı) ve dört yollu olmak üzere tanımlanabilirler.

4.1.4.1 İki Yollu Vanalar (Two-way Valve)

Kontrol edilen akışkanın vana içinden geçebilmesi için tanımlanmış bir giriş ve bir çıkış yolu bulunan iki yollu vanalar; her türlü akışkanın (sıvı, gaz ve buhar) oransal veya iki konumlu kontrolü için kullanılır.

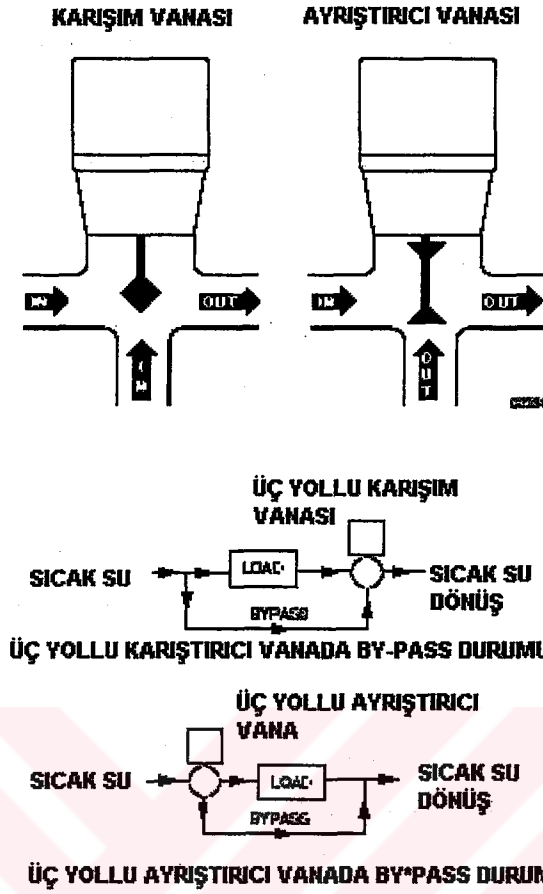
4.1.4.2 Üç Yollu Karıştırıcı Vanalar (3-way Mixing Valve)

Üç yollu karıştırıcı vanalarda, ikisi giriş, biri çıkış olmak üzere üç yol bulunmaktadır. Vana tijinin hareketi ile girişlerden geçen akışkan, çıkış ağzından karıştırılmış olarak geçer ve çıkış ağzı hiçbir şekilde kapalı olmaz. Karıştırıcı olarak tasarlanmış bir vana,

ayrıştırıcı olarak ta kullanılabilir. Bu durumda tapa yapısının uygunsuzluğu sebebiyle, tahrik ünitesinin karşılaması gereken karşı güç, iki yollu tek oturtmalı vanadaki gibi oluşur. Bu tür vanalar genellikle sıcak, soğuk ve kızgın su kontrol devrelerinde kullanılırlar.

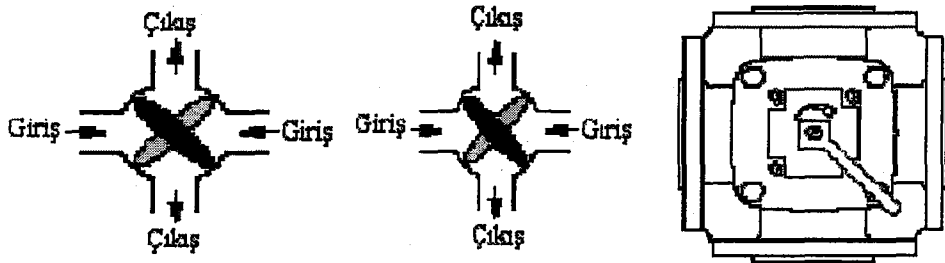
4.1.4.3 Üç Yollu Ayrıştırıcı Vanalar (3-way Diverting Valve)

Üç yollu karıştırıcı vanaların aksine, bir giriş iki çıkış yolu olan vanalardır. Tapa yapısı, sistem basıncının mümkün olduğu kadar tapa üzerine az basınç uygulayacağı şekilde imal edilmiş olan bu tür vanalar imalat maliyeti nedeniyle günümüzde artık çok yaygın olarak üretilmemektedir. Üç yollu ayrıştırıcı vanalar, genellikle yüksek sıcaklık taşıyan ısıtıcı akışkan (kızgın su, kızgın yağ vb) devrelerinde veya akışkan yönünün ayrıştırılması gereken sıvı kontrol devrelerinde kullanılırlar.



Şekil 4.2 Üç yollu karışım vanası ve üç yollu ayırıştırıcı vanası (MMO, 2003)

4.1.4.4 1.2.2.4 Dört Yollu Vanalar (4-way Mixing Valve)



Şekil 4.3 Dört yollu vana. (MMO, 2003).

4.1.5 Akışı Kontrol Etmeleri Açısından Vana Çeşitleri

Akışı kontrol etmeleri açısından kontrol vanaları; kayan tapalı, döner tapalı, küresel ve kelebek vana olmak üzere temelde dört tip olarak sınıflandırılabilir.

4.1.5.1 Kayan Tapalı Vanalar (Sliding Plug Valve)

Kayan tapalı tipinde, disk veya tapa tijin ucunda olup, tijin aşağı ve yukarı hareketi ile akışkanın geçtiği aralık ayarlanır. Vana akış karakteristiği tapa veya portun şekli ile belirlenir. Bu karakteristik lineer veya eşit yüzdesel

olabilir.

4.1.5.2 Döner Tapalı Vanalar (Rotary Plug Valve)

Döner tapalı vanada, üzerinde port (yarık) bulunan tapa, vana gövdesi içinde saatin tersi istikametinde döner. Şekilde görülen döner tapalı vanada, tapa konik olup üzerindeki yarık V-Port şeklindedir. Silindirik şekilli dikdörtgen yarıklı tapa ise lineer vana karakteristiğine yakın bir karakteristik gösterir. Bu tip vanalar ağırlıklı olarak sıcak sulu ısıtma sistemlerinde kullanılırlar. Bu vanalar küresel vanalardan daha kompakt oluşları ve montaj yüksekliğinin az olduğu tesisat odalarındaki montaj kolaylıkları nedeni ile tercih edilirler. Bu vanalar döner tip servomotor tarafından çevrilen karakterize edilmiş yuvaları olan iç papuçlar kullanılırlar.

4.1.5.3 Küresel Tapalı Vanalar (Ball Valve)

Tüm kontrol vanaları içerisinde en yüksek akış kapasitesine sahip vanalardır. Dizayn ve malzemedeki son yenilikler bu vanaların tam kapama sağlamasını mümkün kılmıştır. Küresel vanalar lineer veya dairesel çevirme hareketli servomotor ile aşağı yukarı (açma kapama) hareket ettirilebilir. Tijden kumanda alırlar. Bu yüzden tesisat montaj yükseklikleri fazladır. Bu vanalar alçak, orta, yüksek ısılı sıcak su ile yüksek basınçlı su, buhar, LPG, akaryakıt, basınçlı hava vb devrelerde kullanılırlar. Vana tıkaçı (tapası) bronz, kaplanmış pik döküm veya paslanmaz çelikten, vana gövdesi ise pik döküm, paslanmaz çelik veya bronzdan imal edilir.

4.1.5.4 Kelebek Vanalar (Butterfly Valve)

Kelebek vanada bir kelebeğin açık kanatlarını andıran ortadan mesnetli döner bir disk vardır. Bu vana V-Yarıklı vanaya yakın eşit yüzdesel vana karakteristiği gösterir. Vanadaki sızdırma (kaçırma), diskin ve vana gövdesinin ne kadar iyi imal edildiğine bağlıdır. Bu yüzden sıkı kapama istenen uygulamalarda, vananın kaçırma-sızıntı değerlerinin işletme koşullarına uygunluğunun kontrol edilmesi gerekir. En çok kullanıldığı yer büyük fırınların hava veya gaz kontrolü, su, atık su, deniz suyu, sintine suyu, madensel, bitkisel, hayvansal yağlar, çimento sanayi, tozlar, asitler meşrubat ve içki sanayidir. Kelebek vanalar; montaj kolaylığı, işletme konforu, dayanıklılığı, tesisatta az yer kaplaması ve ekonomikliği gibi avantajlara

sahip olmalarına rağmen reglaj amaçlı otomatik kontrol vanası olarak pek kullanılmazlar. Kelebek vanalar açma-kapama mekanizmaları itibari ile iki ana başlıkta incelenirler;

Manuel Kumandalı tipler: Manuel kumandalı kelebek vanalar, özellikle küçük çaplarda kollu; büyük çaplarda redüktörlü (dişli kutulu) olmak üzere iki türlü imal edilirler. DN25 ile DN300 arasındaki çaplarda alüminyum veya plastik kollu tip kelebek vanalar kullanılabilir. Redüktörlü (dişli kutulu) tip kelebek vanalar ise yüksek basınçta çalışan sistemlerde ve DN 150'den daha büyük çaplarda (gövdenin içini kaplayan conta ile diskin sürtünme yüzeylerinin fazla olması sebebi ile) tercih edilmektedir.

Otomatik Kumandalı Tipler: Pnömatik aktüatörlü (hava basıncı ile çalışan) veya elektrik aktüatörlü (elektrik tahrikli) olmak üzere iki türde imal edilirler. Pnömatik tahrikli kelebek vanalar tek tesirli ve çift tesirli olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Hava basıncının yarattığı etki ile vana açık konumda, bu etki ortadan kalktığında kapalı konumda (veya tersi) bulunuyorsa bu tür aktüatörlü vanalar tek tesirli olarak isimlendirilir. Kelebek vanaların açık veya kapalı konumda olmasının önem taşıdığı yerlerde tek tesirli pnömatik aktüatörlü vanalar kullanılır. Tek tesirli pnömatik aktüatörlü vana tanımında vananın sistem kapalı (emniyet) konumunun açık veya kapalı mı istenildiği mutlaka belirtilmelidir. Pnömatik aktüatörlü kelebek vanaların diğer türü olan çift tesirli tiplerde ise hava basıncının bir noktadan etkisi ile vana açık konumda, diğer noktadan etkisi ile vana kapalı konumda çalışır. Bu tür vanalar ise

vananın açık veya kapalı konumunun önemli olmadığı yerlerde kullanılır. Tek tesirli veya çift tesirli pnömatik aktüatörün üzerine opsiyonel olarak konum göstergesi takılabilir. Elektrik aktüatörlü kelebek vanalar, tahrikini bir elektrik motorundan alır. Elektrik motorları isteğe bağlı olarak 24VAC, 220 VAC veya 380 VAC şebeke cereyanında çalışabilir tiplerden seçilebilirler. Vanalara ilave edilecek bir mikro şalter ile vananın açık yada kapalı konumda olduğu uzaktan elektriksiz olarak tespit edilebilir. Vanaya çalışma şartlarının dışında manuel kumanda edilebildiği gibi uzaktan kumanda ile de vana pozisyonu değiştirilebilir. Montaj şekline göre kelebek vanalar; wafer ve lug tip olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Wafer tip kelebek vanalar: PN6/PN10/PN16 basınç sınıfındaki iki adet flanş arasına monte edilebilen tiplerdir. Değişik basınç sınıflarındaki flanşlara kolayca monte ediliyor olması yanlış flanş seçimlerinin yarattığı problemleri ortadan kaldırmaktadır. Ancak wafer tip kelebek vanalar iki flanş arasına monte edildiklerinde flanşlardan bir tarafı söküldüğünde vana düşer yani tesisattaki akışkanı kesicilik özelliğini kaybeder. Bu yüzden kritik noktalarda wafer tip kelebek vanaların yerine lug tip kelebek vana kullanımı gerekmektedir.

Lug tip kelebek vanalar iki flanş arasına monte edilebildikleri gibi flanş delikleri dışlı olduğundan iki taraftan vidalanabilme özelliği vardır. Bu yüzden flanşlardan bir tanesi söküldüğü vakit diğer tarafı tesisat üzerinde kalacağından körleme vanası olarak kullanılabilirler. Yalnız bu tür vanalar farklı basınç sınıfındaki flanşlara uyum göstermezler.

4.1.6 Tahrik Ünitesi Açısından Vana Çeşitleri

Tahrik üniteleri açısından kontrol vanaları; selenoid, diyafram, pilot kumandalı, elektrik motorlu ve pnömatik kumandalı gibi farklı sürücü sistemleri ile kontrol edilebilirler.

4.1.6.1 Selenoid Vanalar

Selenoid vana en çok kullanılan ve en basit vana tipidir. Açma ve kapama süresi çoğu zaman 1 saniyenin altındadır. Daha çok küçük debili gaz hatlarında, hava, buhar ve su devrelerinde kullanılırlar. Vana kapalı iken, diskin üzerindeki akışkan basıncı vananın kapalı konumda kalmasını sağlar. Açması gerektiğinde, kontrol cihazı veya sistemi bobini enerjilendirir. Bobinden enerji geçtiğinde, meydana gelen manyetik alan dalgıç (vana tiji) yukarı doğru çeker ve böylece disk oturma yüzeyinden kaldırılmış olur. Bobinin enerjisi kesildiğinde, yay dalgıç aşağıya doğru iter ve vanayı kapatır.

4.1.6.2 Diyafram Vana

Diyafram vanada, bir diyafram ve üzerine ağırlık konulmuş olunan bir vana oturma yüzeyi vardır. Gaz akışı ufak bir selenoid tarafından çalıştırılan dalgıç mekanizması ile kontrol edilir. Isı ihtiyacı olmadığı zaman selenoid de enerji yoktur ve dalgıç alt pozisyonundadır. Bu durumda egzoz aralığı kapalı ve besleme aralığı açıktır. Gaz vananın üst kısmında bulunur ve ağırlık vananın kapalı durumda kalmasını sağlar. Isı ihtiyacı olduğunda, selenoid kontrol vanası tarafından enerjilendirilir ve dalgıç üst konuma çekilir. Bu durumda egzoz aralığı açılır ve besleme aralığı kapanır. Vananın üst tarafındaki gaz böylece egzozdan dışarı atılır. Bu diyaframın üst tarafındaki basıncı azaltır ve diyafram yukarı doğru kalkarak vananın açılmasını sağlar. Diyaframın üst tarafındaki gazın hepsi egzozdan dışarı atıldığında, vana tam açık duruma gelir ve gazın yakıcıya akmasını sağlar. Isı ihtiyacı durduğunda selenoidin enerjisi kesilir. Dalgıç tekrar alt konuma gelir ve egzoz aralığı kapanır ve besleme aralığı açılır. Böylece vananın üst tarafı tekrar gaz ile dolar. Basınç yeteri kadar yükseldiğinde, diyafram düşer ve vananın ani bir hareket ile kapanmasını sağlar. Anlaşıldığı gibi diyafram vanaların açılması oldukça yavaş olup, kapanmaları ise hızlıdır. Kapanma zamanı diyafram üzerinden geçen gazın debisine bağlıdır. Bu tür vananın çalışması oldukça sessiz olup, uzun

ömürlü ve motorize vanalardan daha ucuzdur.

4.1.6.3 Motorlu Vanalar

Motorlu vanalar üzerinde tahrik ünitesi olarak servomotor veya elektrik enerjisi ile çalışan sürücüler bulunan bir kontrol vanasıdır. Vana tipi tek oturtmalı ise sıkı kapama gerektiren uygulamalar için kullanılır. Hidrolik, elektromanyetik veya termal sürücüler yanı sıra senkron motorlu sürücüler yaygın olarak kullanılır. İki konumlu ve oransal kontrol yapmak mümkündür. Elektronik pozisyonerli (0-10VDC veya 0-20mA), mekanik yay geri dönüşlü veya yapısal olarak ilk pozisyona geri dönen tipleri mevcuttur. Fabrikasyon olarak sürücü ve vana gövdesinin tek yapı içerisinde (kompakt yapıda) üretilmiş olanlar yanı sıra genelde sürücü ile vana gövdesi ayrı olarak üretilir ve montajı-akuplaj ayarları sahada gerçekleştirilir.

4.1.6.4 Pnömatik Vanalar

Tahrik ünitesi olarak elektrik motoru yerine basınçlı hava ve yay kuvveti ile çalışan bir mekanizma söz konusudur. Yangın ,patlama-parlayıcı riski olan ortamlarda, çalışma emniyeti açısından risklerin yüksek olduğu uygulamalarda ve hızlı kontrol gereken uygulamalarda yaygın olarak kullanılırlar. İki konumlu kontrol ve emniyet uygulamaları yanı sıra doğal yapısı nedeniyle oransal kontrole çok uygundur. Kontrol sinyali (pnömatik) 3-15psi olup, besleme havası 1-6 bar arasındadır. Elektro-pnömatik (I/P) ve pnömatik-elektro (P/I) çeviriciler

vasıtasıyla elektrikli veya mikroişlemcili kontrol sistemlerine kolaylıkla adapte edilebilirler.

4.1.6.5 Pilot Kumandalı Vanalar

Pilot kumandalı vanalar (yalnızca iki yönlü vana uygulamaları için kullanılır) vana giriş basıncı ile vana çıkış basıncı arasındaki basınç farkına göre bir pilot vana üzerinden vana diyaframına ve böylece diskinde kumanda eder.

4.1.7 Vana Akış Karakteristikleri

Akış yönü (Direction of flow): Kontrol edilen akışkanın vana içinden geçiş yönünün ifadesi olup; genellikle vana üzerinde belirtilir. Akışkan, vana üzerinde belirtilen akış yönüne ters yönde akışa geçerse; disk tapa üzerine oturarak vanayı kapatır ve tahrik ünitesinin disk'e kumandası zorlaşır.

Ani açılmalı (Quick-opening): Bu vanalarda tıjın az bir hareketi ile akışkanın hareketi tam kapasiteye erişir. Genellikle basınç düşüşünün sabit olduğu ve iki konumlu kontrol türünün

uygulandığı yerlerde kullanılırlar. Bu sınıfa örnek olarak selenoid vanalar gösterilebilir.

Lineer (Linear): Vananın yüzde kaç açık olduğundan bağımsız olarak koordinat eksenlerinde akış ve açılma ilişkisinin yaklaşık lineer doğru verdiği; yani eşit açılma miktarlarına karşılık eşit hacim değişikliklerinin sağlandığı vana tipleridir. Başka bir deyişle, vana açıklığı yüzdesi, debi yüzdesine göre doğrusal bir karakteristik gösterir ve kontrol eğrisinin eğimi $\Delta Y / \Delta X$ sabittir.

Düzeltilmiş Lineer (Equivelant Linear): Genellikle V-port'lu vanalarda var olan bu karakteristik sayesinde; menzilliğin önem taşıdığı tam kapasiteye oranla küçük debilerin daha iyi bir şekilde kontrol edilebilmeleri sağlanmaktadır.

Eşit Yüzdesele (Equal-Percentage):

Vana tij hareketinin (strokunun) herhangi bir noktasındaki hareketi, mevcut akışın değerinden bağımsız olarak mevcut akışı eşit (sabit) bir yüzde oranında artırır. Başka bir deyişle strok (tij hareket boyu) değişimi ile kv değeri doğrusal değil geometrik olarak artar. Eğim akışla orantılıdır.

4.1.8 Vana Akış Terimleri

Kontrol Oranı-Sv (Control ratio/Rangeability): Sv olarak ifade edilen kontrol oranı; kontrol edilebilen maksimum akışın, minimum akışa oranıdır.

$Sv = Kvs / Kvo$ Menzillik tanımlamasıyla da kullanılan kontrol oranının yüksek olması, özellikle düşük kontrol aralıkları olan vanalar için önemlidir. Menzilliği daha iyi tanımlamak için bir örnek yapalım. Kullandığımız vananın kontrol edebildiği maksimum akış (Kvs) 60 m³/h ve minimum akış (Kvo) 1 m³/h olsun. $Sv = Kvs / Kvo = 60 / 1 = 60$

Eğer bu vana ile akış ihtiyacı 1,5 m³/h olan bir sistem kontrol edilmek istenirse sağlıklı bir kontrol yapılmaz.

Sv değerinin 50:1 veya 40:1 olması doğru bir kontrol için tavsiye edilir. Eşit yüzdesele vanalarda Sv değeri genellikle 50:1 olup; lineer vanalarda 30:1'e kadar düşer.

Faydalılık (Turn down): Her uygulama için farklı olan bu değer; vananın fiili çalışma şartlarındaki maksimum kullanım ,

debisinin, minimum kontrol edilebilen debiye oranını ifade eder. Menzillik ile faydalılık mukayese edildiğinde; menzillik

teorik kararlılığı, faydalılık ise çalışma sırasındaki kararlılığı gösterir. Faydalılık değeri daima menzillik değerinden düşüktür.

Kaçırma oranı (Leakage Rate): Vana tam kapalı konumda iken tapa ve oturma yüzeyi arasından sızan, engellenemeyen akışkan miktarının değeridir. Bu değer genellikle Kvs değerinin yüzdesel ifadesiyle belirtilir. ISK, ısıtma ve soğutma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan kayan tapalı vanalar, Avrupa normlarına göre maksimum debilerinin %0,05'inden daha fazla kaçırma oranına sahip olamazlar.

Hareket katsayısı (Travel Coefficient): Maksimum kontrol edilebilen debinin, sabit bir basınç düşüşünde herhangi bir açıklık konumundaki debiye oranıdır. 40 mm hareket boyu ve vana tam açık konumda iken geçen debi 100 m³/h olsun. Vana tapası 20 mm aşağı indiğinde (kapattığında) iken geçen debi miktarı 50 m³/h olsun. Bahsi geçen vananın hareket katsayısı, $50/100=0,50$ olup; Bu değer vananın akış karakteristiği eğrisi üzerinden okunabilir.

Sıkı kapama (Tight Shut-off/close-off): Vana tam kapalı konumda iken, akışkanın vana içersinden geçişinin tam olarak önlenmesidir. Bu terim genellikle tek oturmalı vanalarda kullanılır. Çift oturmalı vanalarda sıkı kapama genellikle sağlanamaz ve maksimum akışkanın %1 ile %3 arasındaki miktarı vana içinden geçebilir.

4.1.9 Vana Akış Parametreleri

Vana Kapasite Faktörü-Kv (Capacity index/flow coefficient): Vana tam açık pozisyonda iken, 1 bar'lık basınç düşümünde kontrol vanasından geçen 5-30°C'deki suyun debi miktarının m³/h cinsinden ifadesidir. Amerikan birimlerinde, Cv olarak sembolize edilir ve 1 psi basınç düşümünde kontrol vanasından geçen 60°F sıcaklıktaki suyun debisi gpm cinsinden ifade edilir.

Kvs değeri: Üretici firmaların ürettikleri vanalardaki, vananın tam açık olduğu andaki Kv değerinin ifadesidir. **Kvo değeri :** Bu değer, vana karakteri eğrisindeki en küçük (minimum) Kv değeridir. Vanada, tam kapalı durumdan açılma yönünde hareket esnasında ani akış artışı nedeniyle vana tapası ile oturma yüzeyi arasında anlık hava boşluğu oluşur. Bunun için Kvo değeri yaklaşımı oluşmuştur. Bazı yazılı metinlerde Kvr olarak ta ifade edilir.

Efektif Akış: Pratikte; tesisattaki suyun debisinin $\Delta p=1$ bar'lık basınç düşümünde ölçülen değerlerinin karşılaştırılması ile diğer basınç düşümleri bulunabilir. Buradan Kv değeri, kontrol vanasındaki basınç düşümü ΔP_{100} ve akış oranı & V arasında bir bağlantı olduğu

görülebılır. Bu bağ aşığıdaki formüllerle ifade edilebilir (MMO, 2003).

$$V = \varepsilon A v \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P_{100}}{\rho}} \quad V_v = K_v \cdot \sqrt{\Delta P_{100}} \quad (4.1)$$

buradan da,

$$K_v = \frac{V}{\sqrt{\Delta P_{100}}} \quad m^3/h \quad (4.2)$$

Aşığıdaki denklem yardımıyla akış parametreleri, diğer vana parametrelerine çevrilebilir.

$$K_v = 5,09 \quad A_v = 0,865 \cdot C_v = 4,0 \cdot 10^{-2} \frac{DN^2}{\sqrt{\xi}} \quad (4.3)$$

$$A_v = 0,17 \cdot C_v = 7,84 \cdot 10^{-3} \frac{DN^2}{\sqrt{\xi}} = \frac{1}{5,09 \cdot K_v} \quad (4.4)$$

$$C_v = 4,64 \cdot 10^{-2} \frac{DN^2}{\sqrt{\xi}} = \frac{1}{0,865} \cdot K_v \cdot \frac{1}{0,865} A_v \quad (4.5)$$

$$\xi = 1,60 \cdot 10^{-3} \frac{DN^2}{K_v^2} = 6,15 \cdot 10^{-5} \frac{DN^4}{A_v^2} = 2,15 \cdot 10^{-3} \frac{DN^4}{C_v^2} \quad (4.6)$$

$$V = \varepsilon / A_v \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P_v}{\zeta \rho}} = \varepsilon \cdot \frac{\pi}{4} \cdot DN^2 \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P_v}{\zeta \rho}} \quad (4.7)$$

V = Debi (Volumetrik) m³/h

K_v = Akış Oranı m³/h

C_v = Akış oranı (1 psi basınç kaybında dakikada geçen US galonu cinsinden) gpm

A_v = Efektif geçiş kesiti cm²

DN = Bağlantı borusu anma çapı mm

ξ = Giriş kesitine bağlı direnç katsayısı

ε = Genleşme katsayısı (ε =1 sıvılar için gazlar ve buhar içinde geçerli kabul edilebilir) birimsiz.

ρ = Yoğunluk (rho).....kg/m³

Vana Otoritesi-Pv (Valve Authority)

Kontrol vanası strok'u (hareket boyu) değiştirildiğinde veya diğer bir deyişle farklı debiler için kontrol vanasındaki basınç farkı sabit kalmaz. Vana eğrilerinde deformasyon olarak gösterilen bu etki parametre olarak vana otoritesi Pv olarak belirtilir. (VDI 2068 ve VDI 3525-Alman Normları)

Vana otoritesi aşağıdaki formülle de ifade edilir.

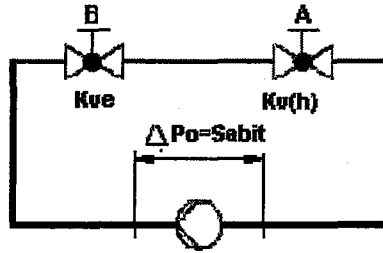
$$P_V = \Delta P_{V100} / \Delta P_{V0} \text{ veya } P_V = \Delta P_{V100} / (\Delta P_{V100} + \Delta P_{var})$$

(ΔP_{V100}) = Vananın tam açık konumundaki basınç düşümü ($\Delta P_{V100} = P_1 - P_2$ Y₁₀₀ strokta)

(ΔP_{V0}) = Vananın tam kapalı konumdaki basınç düşümü ($\Delta P_{V0} = P_1 - P_2$ Y₀ strokta)

(ΔP_{var}) = Debinin değişken olduğu devre üzerindeki basın düşümü

- Vana otoritesinin, sıvı akışkanlı devrelerde genellikle 0,4 ile 0,6 arasında (Karıştırıcı vanalarda 0,3, Ayırıştırıcı vanalarda 0,5, Throttling vanalarda 0,5'den az olması istenmez), gaz ve buhar devrelerinde 0,3 ile 0,4 arasında olması istenir.
- Vana otorite değeri, doğru vana çalışma eğrisi seçimi için kullanılan bir vana karakteristiğidir. Vana çalışma eğrilerinin nasıl formülize edilebileceğini ifade etmek için; sabit kayıplar için bir vana (B) değişken kayıplar için bir kontrol vanası (A) ve kaybın sıfır olduğu bir pompa ile ideal bir hidrolik devre düşünelim.



Şekil 4.4 Vana Otoritesi tespiti için tasarlanmış hidrolik devre

$$P_V = \frac{\Delta P_{V100}}{\Delta P_{V0}} = \frac{\Delta P_{V100}}{\Delta P_{V0}} \quad (4.8)$$

$$P_{VE} = K_{VS} = \sqrt{\frac{P_V}{1 - P_V}} \quad (4.9)$$

Formülünün ifade ettiği gibi; otomatik kontrol vanası (A) üzerindeki basınç düşümünün, tüm

sabit kayıpları ifade eden vana (B) üzerindeki basınç düşümüne eşit veya daha büyük olması doğru bir kontrol performansı elde etmek açısından gereklidir.

Eğer kontrol vanası, lineer karakteristiğine sahip ise; vana çalışma eğrisi formülü ile hesaplanır.

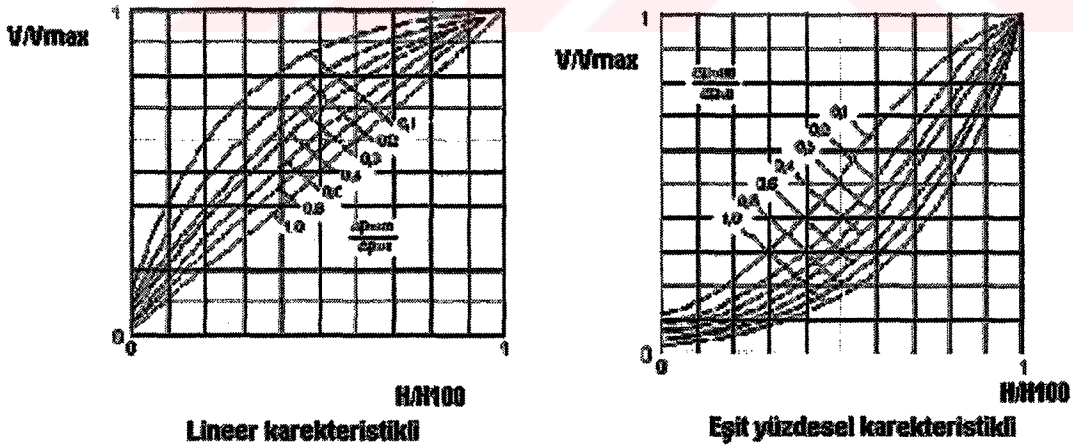
$$\frac{V}{V_{\max}} = \sqrt{\frac{1}{1 - P_v + \frac{P_v}{y^2}}} \quad (4.10)$$

Burada V/V_{\max} su akışını (debiyi), $y = kv/kvs = f(h)$ ise vana eğrisini ve H/H100 vana hareket boyunu (stroke) ifade etmektedir.

Eğer kontrol vanası, eşit yüzdesel karakteristiğe sahip ise; vana çalışma eğrisi formülü ile hesaplanır.

$$V = \sqrt{\frac{\Delta P_0}{\frac{1}{K^2_{VE}} + \frac{1}{K^2_{Vh}} + \dots}} \quad (4.11)$$

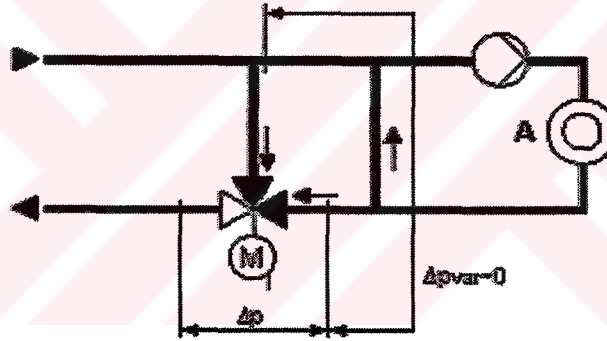
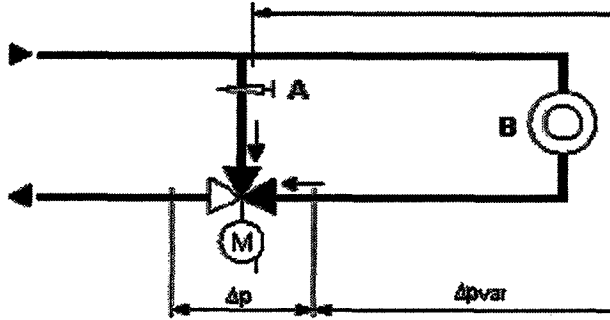
Burada V/V_{\max} su akışını (debiyi), $y = kv/kvs = f(h)$ ise vana eğrisini ve H/H100 vana hareket boyunu (stroke) ifade etmektedir



Şekil 4.5 Vana karakteristik eğrileri (MMO, 2003)

karıştırıcı vanalarda vana otoritesi: karıştırıcı vanalarda vana otoritesi hesaplanırken, değişken debinin olduğu taraftaki ekipmanlar üzerindeki toplam basınç kayıpları ile vana

üzerindeki basınç kaybı göz önüne alınır. Şekildeki, kontrol vanası by-pass hattı üzerine konmuş olan balans vanası (A) ile, by-pass açıldığında yükten (B) geçen debi ile by-pass'tan geçen debinin aynı olması sağlanır. Bu sayede by-pass veya kontrol yolunun açılması sonucu merkezi sisteme olan etki (debi ve basınç düşümü açısından) sabit kalır. Yükün etkisine ve vana seçimine bağlı olarak $P_v=0,5$ ile 1 arasında seçilir. Resimdeki uygulamada, yükün (A) basınç düşümü pompa tarafından karşılandığından muhtemelen $P_v=1$ olur.



Şekil 4.6 Karıştırıcı vanalar. (Sauter, 2003)

Karıştırıcı vana yerine, bir buhar ısıtıcı serpantini devresinde kullanılan iki yollu vananın P_v 'sini hesaplamak için; vanada kabul edeceğimiz basınç kaybı değerinin (ΔP_{V100}); kritik değer altında kalabilmesi için doymuş buharda giriş basınç değerinin %43'ünün, kuru buharda %47'sinin altında olması gerekmektedir.

Yukarıdaki şekillerden ve örneklerden; vana otoritesinin, doğru vana eğrisinde çalışabilmek için gerekli en önemli vana karakteristiklerinden biri olduğu görülmektedir. Doğru vana eğri seçimi esnasında, bu karakteristik değer yükün davranışı ile bağlantılı olmalıdır. Seçilen eğride; vana stroku ile akış arasındaki bağlantı lineerliğe yakın olmalıdır.

4.1.10 Vanalar İçin Basınç Terimleri

Vana seçiminde, fazla basınç farkından dolayı tapanın maruz kaldığı akışkan kuvvetleri dikkate alınmalıdır. Tapa, oturma yüzeyine çarptığı zaman, bir çarpma sesi oluşturur. Bundan başka aşağıdaki faktörlerde vana tapasında negatif etkiler oluşturur.

- Vanadan hemen önceki ve/veya sonraki kesit değişimleri
- Vanadan önceki ve sonraki dirsekler
- Vanaya yakın pompa kullanımı
- Titreşime neden olabilecek tek parça uzun borular

4.1.10.1 Vana gövdesi için kullanılan basınç terimleri

ΔPV , kontrol vanası için kullanılan bu terim, herhangi bir strok değerinde tapa-oturma yüzeyi çarpma seviyesi ve erozyonla sınırlandırılmış maksimum müsaade edilebilen basınç farkıdır. Vananın hidrolik davranışı bu parametre ile belirlenir.

Kavitasyon, erozyon ve ses seviyelerinin izlenmesi sonucu ortaya konmuş değerlerle; vananın uzun ömürlü ve sürekli performans vermesi sağlanabilir.

4.1.10.2 Vana-Tahrik ünitesi kombinasyonu için kullanılan basınç terimleri

ΔP_{max} = Vana tahrik ünitesinin, vanayı açma ve kapama esnasında normal olarak karşılayabildiği maksimum müsaade edilebilir vana basınç farkıdır. Statik basınç ve akışkan etkileri de bu fark basınç değeri içinde düşünülmelidir. Dolayısıyla bu değer, ΔPV değerini geçemez.

ΔPS , Vana tahrik ünitesinin herhangi bir hata oluşumunda (enerji kesilmesi, ani sıcaklık veya basınç yükselmeleri, boru tesisatının çatlaması v.b.) vanayı kapatabildiği veya atmosferik basınca karşı işletme basınç değerini tutabildiği maksimum basınç farkıdır. ΔPS değeri ΔPV ve ΔP_{max} değerinden yüksek olmalıdır.

P_{stat} , Vana arkasındaki, pompa devre dışı olduğu zamanki basınç değeridir.

4.1.11 Kontrol Vanası Seçimi

Herhangi bir sistemde kullanılacak olan kontrol vanasından iyi sonuçlar alınabilmesi için; seçilmiş olan vananın uygulamanın taleplerini karşılayabilmesi gerekmektedir. Bunun içinde uygulamanın ve vana karakteristiğinin gereksinimlerinin sorgulanması gerekir.

- Borulama koşulları ve vana çapı ne olmalıdır?

Uygulama yerine göre iki veya üç yöllü, ayırıştırıcı veya karıştırıcı bir vana gereksiniminin

tespiti gerekmektedir. Vana çapına ve boru montajına bağlantılı olarak dişli veya flanşlı olmasına karar verilmelidir. Seçilen vana çapı, sistemde kontrol edilecek akışkan debisinin kontrolüne izin verebilmelidir.

- Kontrol edilen yükün durumuna ve sistem yapısına bağlı olarak; İki konumlu veya oransal bir kontrol vanası mı, normalde açık veya normalde kapalı bir vana mı başka bir deyişle doğru hareketli veya ters hareketli bir tahrik ünitesi vana mı istendiği sorgulanmalıdır. (Örneğin, %100 dış havalı bir havalandırma santralindeki ön ısıtıcı vanası, normalde açık istenir)
- Vanada sıkı kapama isteniyor mu veya kapatılacak-kontrol edilecek basınç değeri nedir? Eğer sıkı kapama isteniyorsa tek oturtmalı vana kullanılmalıdır. Basınç by-pass devrelerinde; yüksek kapatma basıncı olması ve de tam sızdırmazlık önemli olmadığından çift oturtmalı vana kullanılır.
- Ne tür bir akışkan kontrol edilecek? Akışkan sıcaklığı ve basıncı nedir? Akışkan cinsine göre iki yollu veya üç yollu bir vana mı kullanılacak, tehlike anında mekanik/hidrolik kapatma gerekiyor mu gibi soruların cevabının bulunması gerekir. Seçilen vananın dayanma basıncı ve sıcaklık değerleri, sistem akışkan basınç ve sıcaklık değerlerinden yüksek olmalıdır. Ayrıca akışkanın cinsi ve korozif etkilerde vana malzemesinin seçimi açısından önemlidir.
- Vana akış karakteristiği ne olmalıdır? İdeal olarak bir kontrol sistemi, çalışma aralığı boyunca lineer çalışmalıdır. Eğer bir sıcaklık kontrol sisteminden bahsediyorsak, bu durumda tüm kontrol alanı boyunca sıcaklık değişimine olan duyarlılık sabit kalacaktır. Lineer olmayan bir sistemde ise tüm kontrol alanı boyunca sıcaklık değişimine olan duyarlılık değişkendir. Lineer bir kontrol sistemi elde edebilmek için, kontrol vanası, transfer elemanı ve yükten (ısı değiştirici) oluşan sistemin sistem karakteristiğinin lineer olması gerekir. Sistem lineer ise vanada lineer olmalıdır. Eğer sistem lineer değilse, eşit yüzdesel çalışan (lineer olmayan) bir vana kullanılarak toplamda lineerlik sağlanır.

4.1.12 Kontrol Vanası Boyutlandırılması

Aslında bir vananın boyutlandırılması demek, uygun ve kontrol edilebilir akış miktarını geçirebilecek doğru vana çapının seçilmesi demektir. Olması gerekenden küçük çaplı bir vana seçildiğinde, vanadan sistemin ihtiyaç duyduğu akış yeterli olarak geçirilemeyecektir. Ayrıca vana içinde akışkan hızının çok artması nedeniyle kavitasyon, erozyon ve gürültü gibi istenmeyen koşullar oluşabilir. Olması gerekenden büyük vana seçildiğinde, vana otoritesinin olması gereken sınırlar dışında kalmasından dolayı vana hep kapalıya yakın bölgelerde az bir

strok aralığında çalışacaktır. Bundan dolayı kontrol hassasiyeti bozulacaktır. Sonuçta doğru ve sağlıklı bir kontrol yapılabilmesi için vana çapının doğru seçilmesi gerekmektedir. Vana boyutlandırılması, vanadan geçecek akışkan debisi ve basıncı arasındaki bir bağlantı ile belirlenir. Vana üzerindeki basınç kaybı hariç tutulursa vana girişindeki dinamik ve statik basınç toplamının, vana çıkışındaki dinamik ve statik basınç toplamına eşit olması gerekir. Dolayısıyla akışkan debisi, basınç düşümünün karekökü ile oransal bir orana sahiptir.

4.1.12.1 Su Ve Sıvılar İçin Vana Boyutlandırılması;

$$M = Q / (c \cdot \Delta t) \quad (4.12)$$

$$M = V \cdot \rho_0 \quad (4.13)$$

$$Q = V \cdot \rho_0 \cdot c \cdot \Delta t \quad (4.14)$$

V = Volumetrik akış debisi.....(m³/h)

M = Kütleli akış debisi.....(kg/h)

ρ_0 = Yoğunluk (su için $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$).....(kg/m³)

Δt = Akışkan sıcaklık farkı(°C)

Q = Isıl kapasite(kW)

C = Spesifik ısı kapasitesi (su için C=0,00116)... (kWh/kg °C)

$$V(m^3/h) = \frac{Q(kW)}{C(kWh/kg \cdot C) \cdot \Delta t \cdot \rho_0(kg/dm^3)} \text{ veya} \quad (4.15)$$

$$V(m^3/h) = \frac{Q(kW)}{C(kWh/kg \cdot C) \cdot \Delta t \cdot 1000 \rho_0(kg/dm^3)} \quad (4.16)$$

formülündeki Volumetrik verim (m³/h) birimi olarak bulunur.

$$V = \sqrt{\frac{P_{100}}{P_0} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_1}} \quad (4.17)$$

ρ_0 = Yoğunluk (su için 5-30° C de $\rho_w = 1 \text{ kg/dm}^3$)

Δp_0 = Vana basınç kaybı (kv ölçümü) (bar)

ρ_1 = Spesifik yoğunluk (çalışma koşullarındaki)

$\Delta p_{100} = (P_1 - P_2)$ Vana basınç kaybı

P_1 = Vana giriş basınç

P_2 = Vana çıkış basınç

Kv ölçümü sırasında baz alınan $\rho_0 = 1 \text{ kg/dm}^3$ ve $\Delta p_0 = 1 \text{ bar}$ değerleri bu formül içine konduğunda;

$$V(m^3/h) = K_v(m^3/h) \sqrt{\frac{\Delta P_{100}(bar)}{\rho_1(kg/dm^3)}} \quad \text{veya} \quad V(m^3/h) = K_v(m^3/h) \sqrt{\frac{\Delta P_{100}(bar) \cdot 1000}{\rho_1(kg/m^3)}} \quad (4.18)$$

$$K_v(m^3/h) = V(m^3/h) \sqrt{\frac{\rho_1(kg/m^3)}{1000 \cdot \Delta P_1(bar)}} \quad \text{veya} \quad K_v(m^3/h) = V(m^3/h) \sqrt{\frac{\rho_1(kg/dm^3)}{\Delta P_{100}(bar)}} \quad (4.19)$$

bu formülden su için vana boyutlandırılması kısaltılmış olarak;

$$K_v(m^3/h) = V(m^3/h) \sqrt{\Delta \rho_{100}(bar)} \quad (4.20)$$

formülü bulunur. Kv değerinin Amerikan birimi olan Cv ile olan bağlantısı

$C_v = 1,167 \cdot K_v$ veya $K_v = C_v \cdot 0,857$ formülleriyle gösterilebilir. Kv değerinin kütleli akış debisi ile ilintisi ise

$$K_v = M(kg/h) \sqrt{1000 \cdot \rho_1(kg/m^3) \Delta \rho_{100}(bar)} \quad (4.21)$$

formülü ile ifade edilir.

Yukarıda verilen formüller, vana basınç kaybı değerinin kritik basınç düşümü değerinin altındaki ve üstündeki konumları için $P_2 > (P_1/2)$ ve $P_2 < (P_1/2)$ geçerlidir.

K_v değerinin bulunmasında, vanadaki basınç kaybı değeri (ΔP_{100}) debinin değişkenlik gösterdiği taraftaki dirençlerin toplamına eşit alınması gerekmektedir; bu değer bilinmemesi durumunda aşağıdaki kabuller alınarak yapılacak hesaplama muhtemelen doğru olacaktır.

$\Delta P_{100} = 0.1 - 0.2$ bar..... hava ısıtıcıları için

$\Delta P_{100} = 0.3 - 0.4$ bar..... hava soğutucuları (su) için

$\Delta P_{100} = 0.002 - 0.05$ bar.... üç yollu ve dört yollu karıştırıcı vanalı radyatör ısıtma devreleri için

$\Delta P_{100} = 0.005 - 0.1$ bar.....üç yollu karıştırıcı vanalı radyatör ısıtma devreleri için

$\Delta P_{100} = 1$ bar.....üç yollu temiz/pis su devreleri için

4.1.12.2 Buhar İçin Vana Boyutlandırılması

Kontrol edilecek devreden geçen kütleli buhar akış debisi ile vana K_v değeri arasındaki ilişki, vana basınç kaybı değerinin kritik basınç düşümü değerinin altındaki $P_2 > (P_1/2)$ ve $P_2 < (P_1/2)$ veya değerinin %47'isine kadar konumu için aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$M = \sqrt{\frac{\rho \omega \cdot \rho_1 \cdot P_1}{\Delta P_0}} \cdot \Psi \quad \text{veya} \quad M = K_v \cdot \frac{C}{k} \cdot \Psi \quad (4.22)$$

$$\Psi = \sqrt{\frac{x}{x-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{2/x} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\left(\frac{x+1}{x} \right)} \right]} \quad (4.23)$$

$$K(m^3/h) \approx \frac{1,81}{P_1(bar)} \cdot \sqrt{273 + t_s} \cdot \sqrt{\frac{350 + (t_1 + t_s)}{350}} \quad (4.24)$$

($\Delta p_0 = 1$ bar, $\rho_w = 1000$ kg/m³)

M= Kütleli akış debisi (kg/h)

t_1 = Vana giriş sıcaklığı (°C)

t_s = P1 değeri için buharlaşma ısısı(°C)

X=Buhar için ortalama değer 1.3

C=848,3 (sabit bir değer) X Kritik basınç kaybı etki eğrisi

P_1 =Mutlak buhar giriş basıncı (bar)

P_2 = Mutlak buhar çıkış basıncı (bar)

Kritik basınç kaybı değerinin, vana basınç düşümü değerinin üstünde olduğu durumlarda; hesaplanmış k v değerinin %10 fazlası alınır.

Bazı kontrol vanası üretici firmalar, kritik basınç düşümü değerini giriş basıncının %42 ile %50 arasında alarak aşağıdaki kısaltılmış formülleri de kullanmaktadır.

Kritik basınç düşümü altında $P_2 > (P_1/2)$ iken,

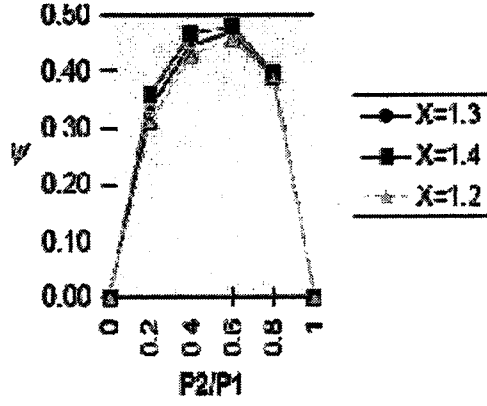
$$K_v(m^3/h) = \frac{M(kg/h)}{31,6} \sqrt{\frac{V_2 \cdot x}{P_1 - P_2}} \quad (4.25)$$

$$\text{ve } P_2 < (P_1/2) \text{ iken } K_v(m^3/h) = \frac{M(kg/h)}{31,6} \sqrt{\frac{2 \cdot V_2 \cdot x}{P_1}} \quad (4.26)$$

V_2 =Spesifik buhar hacmi (m^3/kg) P_2 ve V_1 için

V^* = Spesifik buhar hacmi (m^3/kg) $0,5 P_1$ ve V_1 için

X= Kızgın buhar ile doymuş buhar arasındaki bağlantı(kızgın buhar için X=1)



Şekil 4.7 Kritik basınç kaybı eğrisi. (MMO, 2003)

4.1.12.3 Gazlar (Hava, Tabii Gazlar, Propan Vb) İçi Vana Boyutlandırılması

Buhar için vana boyutlandırması yöntemi ve kriterleri, gazlar içinde aşağıda belirtilmiş bazı değişiklikler (c ve k değerlerinde) dışında aynıdır.

$$M = \sqrt{\frac{\rho_w \cdot \rho_1 \cdot P_1}{\Delta P_0}} \cdot \Psi \quad \text{veya} \quad M = K_v \cdot \frac{C}{k} \cdot \Psi \quad (4.27)$$

$$\Psi = \sqrt{\frac{x}{x-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{2/x} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\left(\frac{x+1}{x} \right)} \right]} \quad (4.28)$$

$$K(m^3/h) = c \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_0 \cdot P_0 \cdot P_1}{T_0 \cdot \Delta P_1^2 \cdot \rho_0 \cdot \rho_w}} \approx \frac{27}{P_1} \cdot \sqrt{\frac{273 + t_1}{\rho_0 \cdot 273}} \quad (4.29)$$

$$(\Delta p_0 = 1 \text{ bar}, \rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3)$$

M= Kütlesel akış debisi (kg/h)

t₁ = Vana giriş sıcaklığı (°C)

C=848,3 (sabit bir değer).

P_1 =Mutlak gaz giriş basıncı (bar)

Normal buhar terminolojisinde akışkan debisi M ve Ton/h veya Kg/h olarak ifade edilir. Bazı durumlarda gaz ve hava debisi

için Kg/h veya $V_2=m_n/h$ cinsinden verilebildiği için aşağıdaki çevrim formüllerine ihtiyaç duyulabilir.

$$M_v = V_0 \cdot \rho_0 \cdot 10^{-3} \quad (M=t/h, V_0=m_n/h, \rho_0=kg/m^3) \quad (4.30)$$

Bazı literatürde gazlar için vana boyutlandırması ile ilgili aşağıda kısaltmaları verilmiş olan formüllerde kullanılmaktadır.

$$P_2 > (P_1/2) \text{ için } K_v = \frac{Q_n}{514} \sqrt{\frac{\rho_n \cdot T_1}{\Delta P \cdot P_2}} \quad \text{veya} \quad K_v = \frac{Q_n}{514} \sqrt{\frac{T_1}{\Delta P \cdot \rho_n \cdot P_2}} \quad (T_1 = 273 + t_1) \quad (4.31)$$

$$P_2 < (P_1/2) \text{ için } K_v = \frac{Q_n}{257/P_1} \sqrt{T_1 \cdot \rho_n} \quad \text{veya} \quad K_v = \frac{Q_n}{257 \cdot P_1} \sqrt{\frac{T_1}{\rho_n}} \quad (T_1 = 273 + t_1) \quad (4.32)$$

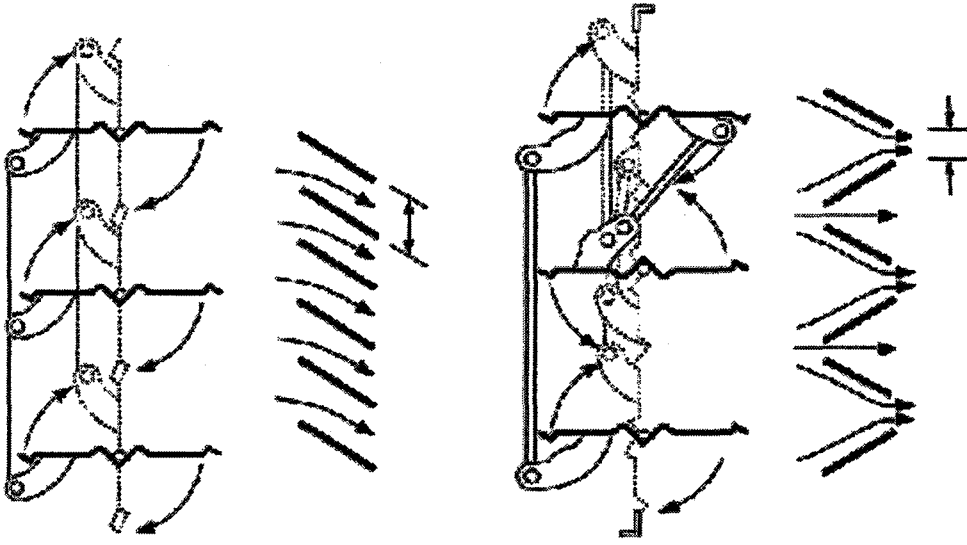
4.2 Damper Kontrolü

Isıtma, soğutma, havalandırma (I.S.H) sistemlerinde çok önemli bir yeri olan hava akış kontrolü, damperler tarafından sağlanır. Doğru seçilmiş damper kullanımı, işletme giderlerinin azaltılması, bina içi basınç değerlerinin sağlanabilmesi, her şartta yeterli hava girişinin sağlanabilmesi gibi çok yönlü açılardan önem taşımaktadır.

4.2.1 Paralel Ve Zıt Kanatçıklı Damperler

Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinde hava akış kontrolü için iki tip damper kullanılmaktadır.

- 1- Kanatçıkların aynı yönde açıldığı paralel kanatçıklı damperler
- 2- Kanatçıkların zıt yönde açıldığı zıt kanatçıklı damperler



Şekil 4.8 Paralel ve zıt kanatçıklı damperler ve hava akışı. (Honeywell, 1997)

4.2.2 Akış Özellikleri

Bu iki damper türünün sağladığı hava akış özellikleri bir birinden farklıdır. Şekil 4.8 de damper kanatçıklarının konumuna bağlı olarak hava akış miktarında gerçekleşen değişim gösterilmiştir. Bu çizimlerden, iki damper türünün de lineer akış karakteri sağlamadığı görülebilmektedir.

Bir ISK sisteminde akışı etkileyen tek elaman damper değildir. Kanallar, filtreler, ısıtıcı ve soğutucu serpantin gibi sistemin diğer parçaları da akışa direnç göstererek etkilerler. Bunun sonucu olarak ta damper kontrolü, yukarıdaki teorik akış karakteristiklerinden farklı gerçekleşir.

Damperin kapalı olduğu konumda sistemdeki basınç düşümünün tamamı damper üzerindedir.

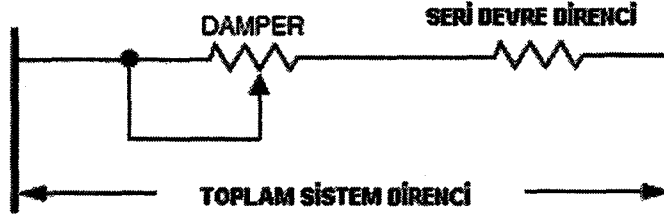
Damperin açık olduğu konumda ise sistemdeki toplam basınç düşümünün küçük bir kısmı damperin, geri kalan büyük bir kısmı ise diğer elemanların üzerinde gerçekleşir.

Zıt kanatçıklı damperlerde kanatçıklar açılmaya başladığında akış miktarında çok yavaş artış gözlenir. Paralel kanatçıklı damperlerde ise eğim daha az daha az bastırılmıştır, yani damper kanatçıkları açılmaya başladığında hava akışı daha hızlı bir akış gösterir.

4.2.3 Damper Etkisi

Bu akış karakteristiği eğrileri, laboratuvar şartlarında kanatçıklar arasında sabit bir basınç sağlanarak çıkarılmış eğrilerdir, ISK uygulamalarında damper üzerinde basınç farkı olmadığı

için bu eğriler değişiklik gösterirler. Yani damper, tam kapalı konumdan tam açık konuma geçerken bir yandan üzerindeki basınç düşümü de değişmektedir. Bu da teorik akış özelliklerinin değişmesine yol açar.



Şekil 4.9 Damper direnci ve seri devre direnci

Damper açılmaya başladığında sistemdeki basınç farkı fazladır. Bu sebeple akış miktarı, normal akış karakteristiği eğrilerinde görülen değerlerden daha hızlı olarak yükselir. Damper tam açık konuma yaklaştığında ise basınç farkı azaldığından akış miktarındaki değişikliklerde küçük olur. Örneğin damper %80 açıklıktan %90 açıklığa geçerken akış miktarında çok az bir değişime olur. Tam açık konumda toplam sistem direncine kıyasla çok düşük direnç gösterecek şekilde boyutlandırılmış bir damper, tam açığa yakın konumlarda çalışırken hava akış miktarı etkisi çok az olacaktır.

Tam açık konumda bulunan bir damperin direnci, toplam sistem direncinin yüzdesi olarak gösterilebilir ve bu orana “Damper Etkisi” ya da “Damper Karakteristik Oranı” adı verilir.

İdeal lineer bir akış karakteristiği gerçekleşebilmesi için, Karakteristik oran paralel kanatçıklı damperlerde 2.5, Zıt kanatçıklı damperlerde 10 olarak alınabilir (HONEYWELL, 1989).

$$\text{Toplam Direnç}(\%100) = \text{Damper Direnci} + \text{Seri Devre Dirençleri} \quad (4.33)$$

$$\text{Karakteristik Oran} = \frac{\text{Seri Devre Dirençleri}}{\text{Damper Direnci}} \quad (4.34)$$

$$\text{Karakteristik Oran} = \frac{\text{Toplam Direnç} - \text{Damper Direnci}}{\text{Damper Direnci}} = \frac{\text{Toplam Direnç}}{\text{Damper Direnci}} - 1 \quad (4.35)$$

Paralel kanatçıklı damperler için:

$$2.5 = \frac{100}{\text{Damper Direnci}} - 1 \quad \text{Damper Direnci toplam direncin \%29} \quad (4.36)$$

veya;

$$\text{Seri Devre Direncinin} \quad \frac{29}{100 - 29} = 41\% \quad \text{dir} \quad (4.37)$$

Zıt kanatçıklı damper için:

$$10 = \frac{100}{\text{Damper Direnci}} - 1 \quad \text{Damper Direnci toplam direncin \%9} \quad (4.38)$$

veya;

$$\text{Seri Devre Direnci} \quad \frac{9}{100 - 99} = 10\% \quad \text{dur.} \quad (4.39)$$

Örnek olarak basınç düşümü 0,14 Pa olan bir batarya ile seri olarak bağlı bir zıt kanatçıklı damperdeki basınç düşümü 0,14 ün %10x0,14 yani 0,014 Pa olur.

%100 taze havalı sistemlerde toplam basınç düşümü, kanal boyunca yer alan tüm elemanların basınç düşümlerinin toplamına eşittir.

Karışım Havası, Taze hava, egzost ve karışım damperlerinin boyutlandırılması, gerçekleşen kombine akış özelliklerini belirlediği için çok önemlidir.

4.2.4 Damper Uygulamaları

Aşağıdaki tabloda çeşitli kontrol uygulamalarında en yaygın tercih edilen damper tipleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Kontrol uygulamaları için tavsiye edilen damperler. (Honeywell, 1997)

Kontrol Uygulaması	Damper Tipi
Dış hava veya egzost havası	
Panjurlu	Zıt
Panjursuz	Paralel
Geri Dönüş Havası	Paralel
By-Pass	
Perfore Plakalı	Zıt
Plakasız	Paralel
İki Konumlu (Tüm Uygulamalar için)	Paralel

Pratikte çoğu karışım damperi dengesiz olarak seçilmektedir. Bunun sonucunda dış hava, egzost havası karışım oranı lineer olarak sağlanamamakta, karışım havası değişken olmakta ve karışım hücresinde basınç oynamaları gerçekleşmektedir. Bu da bina içi dengelerin bozulmasına yol açabilir.

4.2.5 Damper Motorları

Fanlar çalışırken damperler sürtünmeyi artıran kuvvetlere maruz kalırlar. Bu sürtünmeyle oluşan direnç, motorlar tarafından karşılanmalıdır. Damper kanatları üzerine etkiyen dinamik kuvvetler de mevcuttur ve bunlar kanatların pozisyonuna bağlı olarak anları saat yönünde veya saatin tersi yönünde döndürmeye çalışırlar. Motorlar, damperleri doğru olarak konumlandırabilmek için bütün bu kuvvetleri karşılayabilmelidir.

Motorlar genelde değişken analog kontrol sinyalleri ile çalışırlar. Bu sinyaller pnömatik (3....15 psi) veya elektriksel (2....VDC) olabilir.

4.2.6 Damper Motoru Montaj Alternatifleri

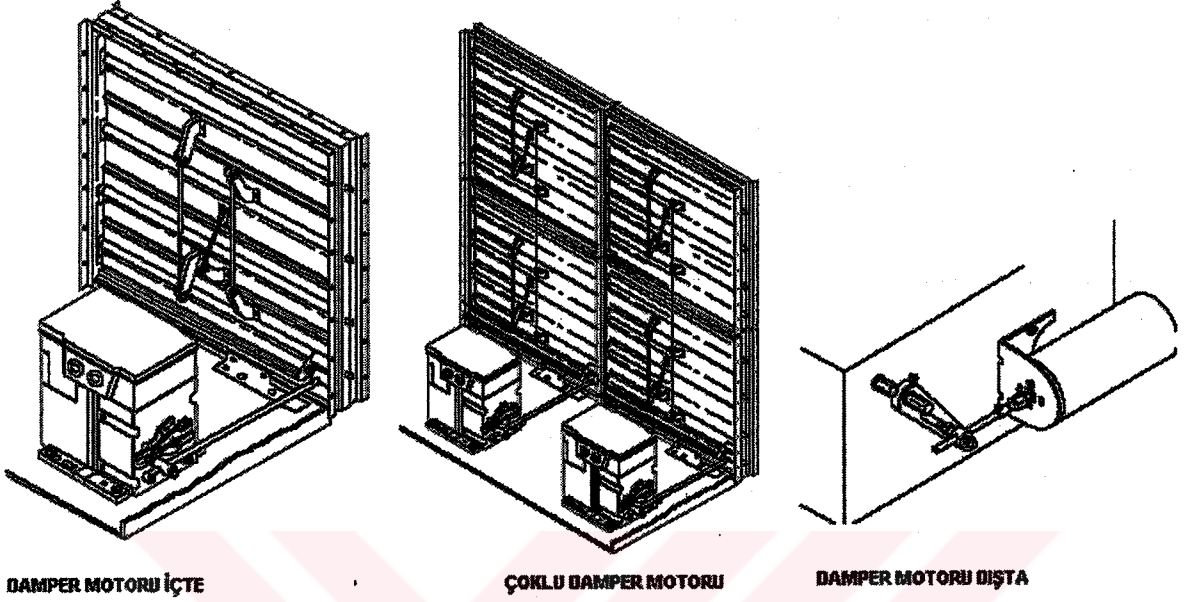
Damper motorları kanalın içine veya dışına monte edilebilirler.

4.2.6.1 Pozitif Konumlandırıcı

Bazı damper motorları Pozitif konumlandırıcı olarak adlandırılan geri bildirim devreli pozisyon algılayıcılar ile donatılmışlardır. Damperin pozisyonunu kontrol elamanı tarafından bildirilen değere bağlı olarak konumlandırır. Bu şekilde damperden gelen geri bildirim sinyalleri sayesinde damperi olması gereken durumdan uzaklaştıran dış bozucu kuvvetlerin etkisi en aza indirilir.

4.2.6.2 Çoklu Damper Motorları

Bazı durumlarda birden çok damper motoru kullanılabilir. Bu motorlar üniform bir açma kapama sağlanabilmesi için aynı kontrol sinyali kumanda edilirler.



Şekil 4.10 Damper motoru için değişik uygulamalar. (Honeywell, 1997)

4.2.7 Histerisis

Her motorda bir miktar histerisis mevcuttur. (Şekil 4.11). Bu demektir ki artan sinyal için bir konum/sinyal eğrisi, azalan sinyal için ise biraz farklı bir eğri mevcuttur. Sonuç olarak artan veya azalan sinyal olmasına bağlı olarak damper pozisyonu da farklılık gösterecektir.

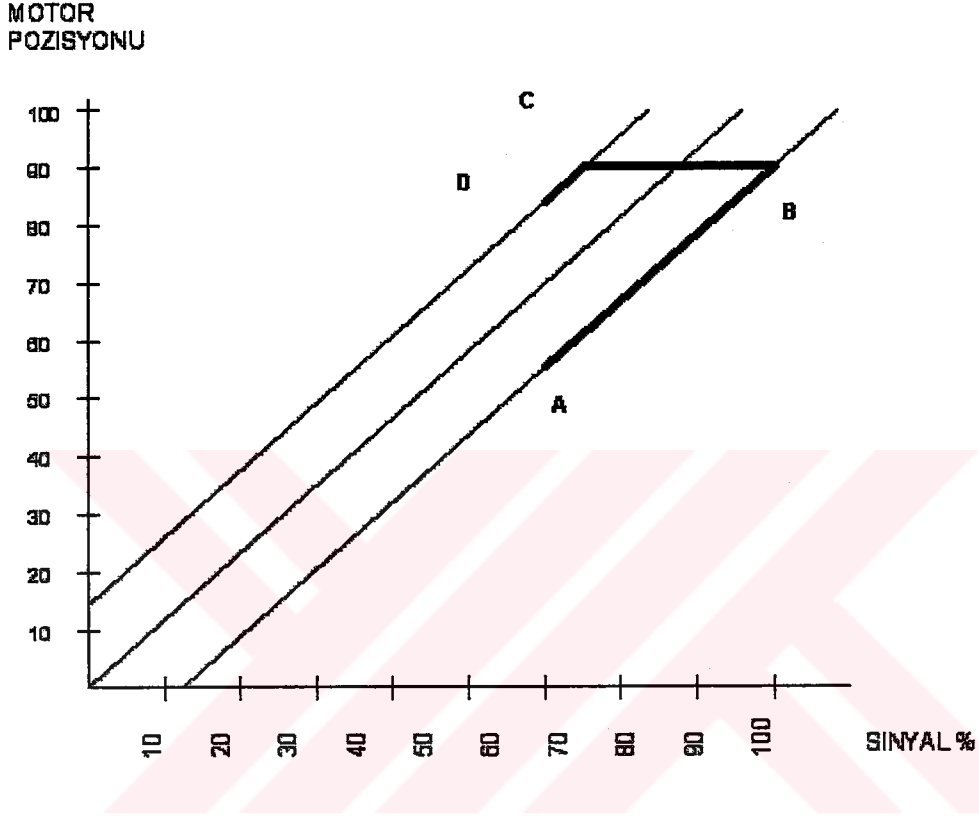
Motorun karakteristiğini tersine çevirmek için kontrol sinyalinin değişmesi gereken minimum bir miktar vardır. Bu “ölü bölge” histerisis değerini verir ve kontrol sinyalinin yüzdesi olarak belirtilir. Çoğu motor, dampere boşluğu olan bir bağlantı mekanizması ile bağlanır. Damper harekete başlamadan önce motor az bir miktar ileri veya geri hareket edebilir. Bu da bir tür histerisistir ve bu yüzden sistemin toplam histerisi oldukça yüksek bir değere ulaşabilir.

Histerisis iki ciddi sorun yaratır.

- 1- Karışım havası sıcaklık kontrolündeki stabilite problemlerini daha da kötüleştirir.
- 2- Motorların konumlandırılmasının daha da kötü olmasına neden olur.

Dış hava damperinin minimum konumu söz konusu olunca daha ciddi önem kazanır. Eğer

kontrol sinyali sıfırdan başlayarak (kapalı OA damperi), taze hava damperinin minimum C noktası: Sinyal %80 e düşerken pozisyon %90'dır. Sinyal %70'e düşerken pozisyon %80 olacaktır.



Şekil 4.11 Histerisis eğrisi. (MMO, 2003)

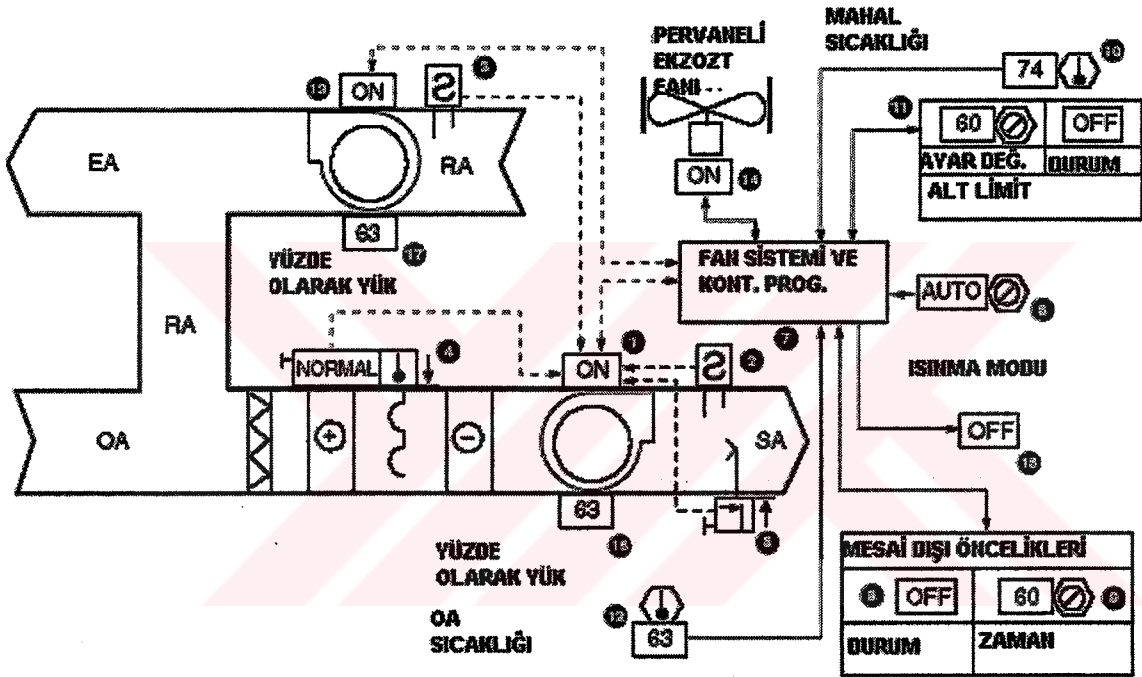
Histerisis "çözünürlük" ile karıştırılmamalıdır. Çözünürlük, kontrol sinyalindeki çok küçük değişikliklerin motorda yaratabileceği en küçük hareket miktarıdır.

5. HAVA ŞARTLANDIRMA SİSTEMLERİ

Aşağıdaki uygulamalarda çeşitli havalandırma ve hava şartlandırma sistemlerine ait otomatik kontrol sistemleri şekillerle gösterilmiştir. (Şekil 5.1'den Şekil 5.49'a kadar alan şekiller Honeywell Inc., (1997) den Türkçe'ye çevrilerek alınmıştır.)

5.1 Havalandırma Kontrol Prosesleri

5.1.1 Fan Sistemi Start-Stop Kontrolü



Şekil 5.1 Fan sistemi Start-Stop kontrolü şematik resmi

İşlevler:

- 1- Besleme fanının (supply fan) çalışmaya başlaması ile birlikte geri dönüş fanı ve kontrol sistemi start alır.
- 2- SA Duman detektörü duman algılayınca besleme fanını kapatır.
- 3- RA duman detektörü duman algıladığında geri dönüş fanını kapatır.
- 4- Kontrol elamanı düşük sıcaklık algıladığında durur.
- 5- SA yüksek statik basınç kontrol elamanı güvenli olmayan bir basınç algıladığında fanı

durdurur.

6- Otomatik fan sistem kontrolü kumanda edilebilir ON-OFF-OTO software bağlıdır.

7- Kontrol programı optimize edilmiş zamanlamaya, mesai dışı mahal sıcaklığına, çalışanların gereksinimlerine bağlı olarak besleme, geri dönüş ve egzost fanlarına kumanda eder.

8- Kumanda anahtarı basıldığında saatlik işletme olanağı sağlar.

9- İsteğe bağlı işletme süresi

10- Mahal sıcaklığı optimum start-stop, gece havalandırması gibi programlar için veri sağlar.

11- Mesai dışı düşük limit için ayar değeri

12- Dış hava (OA) sıcaklık algılayıcı start-stop programı için veri sağlar.

13- Geri dönüş fanı besleme fanı kontrolünü etkin hale getirir.

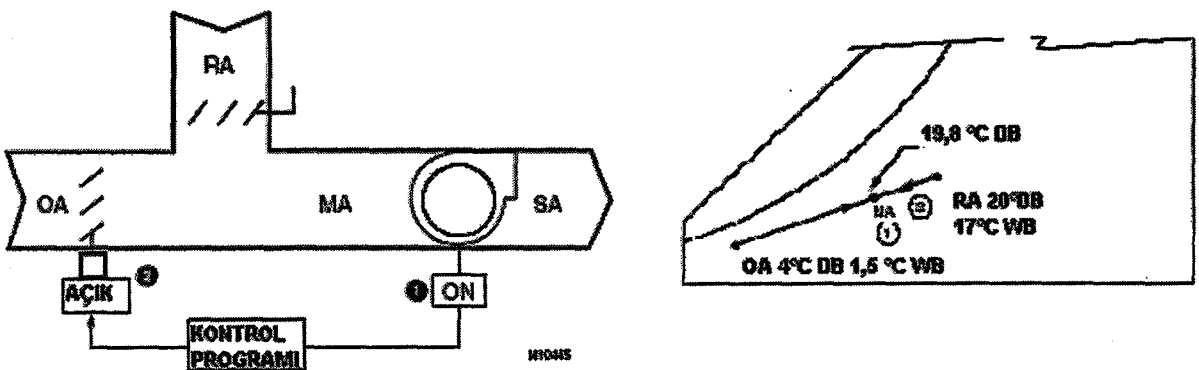
14- Egzost Fanı bilgisi (Operatör bilgilendirme için)

15- Isınma modu (Operatör bilgilendirme için)

16- Besleme Fanı yükü (VAV sistemi - Operatör bilgilendirme için)

17- Geri dönüş fanı (VAV sistemi – Operatör bilgilendirme için)

5.2 Dış Hava Özelliklerine Göre Kontrol



Şekil 5.2 Karışım havasındaki sabi dış hava miktarı kontrolü şematik resmi

İşlevler:

1- Fan açıldığında kontrol sistemi aktif hale gelir.

2- Damper fanın çalışmasıyla birlikte açılır ve fanın durmasıyla birlikte kapanır.

Psikometri:

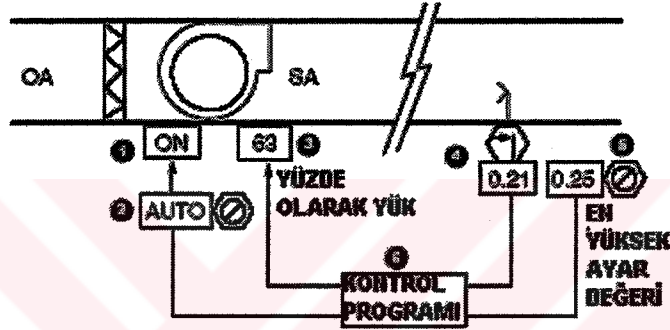
1- Üçte bir oranında dış hava (OA), üçte iki oranında dönüş havası ile (RA) karıştırılır.

2- RA şartları 26 °C kuru termometre, 17 °C yaş termometre sıklığında

3- OA şartları 4 °C kuru termometre, 1,5 °C yaş termometre sıcaklığında

4- Karışım havası $MA=(2/3 \times 26) + (1/3 \times 4)=18 \text{ } ^\circ\text{C}$

5.2.1 Çoklu Hava Şartlandırma Sistemlerinde Dış Hava Fanı Kontrolü



Şekil 5.3 Çoklu hava şartlandırma sistemlerinde dış hava fanı kontrolü şematik resmi

İşlevler:

1,2- Fan bina kontrol sisteminin kontrolüne bağlı olarak çalışır ve software'in ON-OFF-OTO fonksiyonlarına bağlıdır.

3,5- Fan yükü kanal statik basınç ayar değerine göre belirlenir. Statik basınç ayar değeri OA damperinin pozisyonuna bağlı olarak hava şartlandırma sisteminin minimum statik basınç değerini koruyacak şekilde belirlenir.

6- Kontrol programı fan dur-kalk ve fan yükünü koordine eder.

OA fanı minimum dış hav gereksinimini sağlar. Genellikle birden çok hava şartlandırma ünitesinin (AHU) kullanıldığı büyük binalarda her bir damper ve AHU istasyonu gerekli minimum hava miktarına sahip olur.

Kanal basıncı (ve fan yükü) AHU nun en büyük isteklerine göre optimize edilir.

Basınç, sistem gece beslemesi ve ön havalandırma modun da iken döngüyü hızlandırmak için

artırılır.

OA filtresi, AHU filtresi yükünü, OA fanı bakım ihtiyacını, hava akış istasyonu ihtiyacını düşürür.

5.2.2 Karışım Havası Kontrolü

İşlevler:

1,3- Kontrol sistemi fan start aldığı anda etkinleşir.

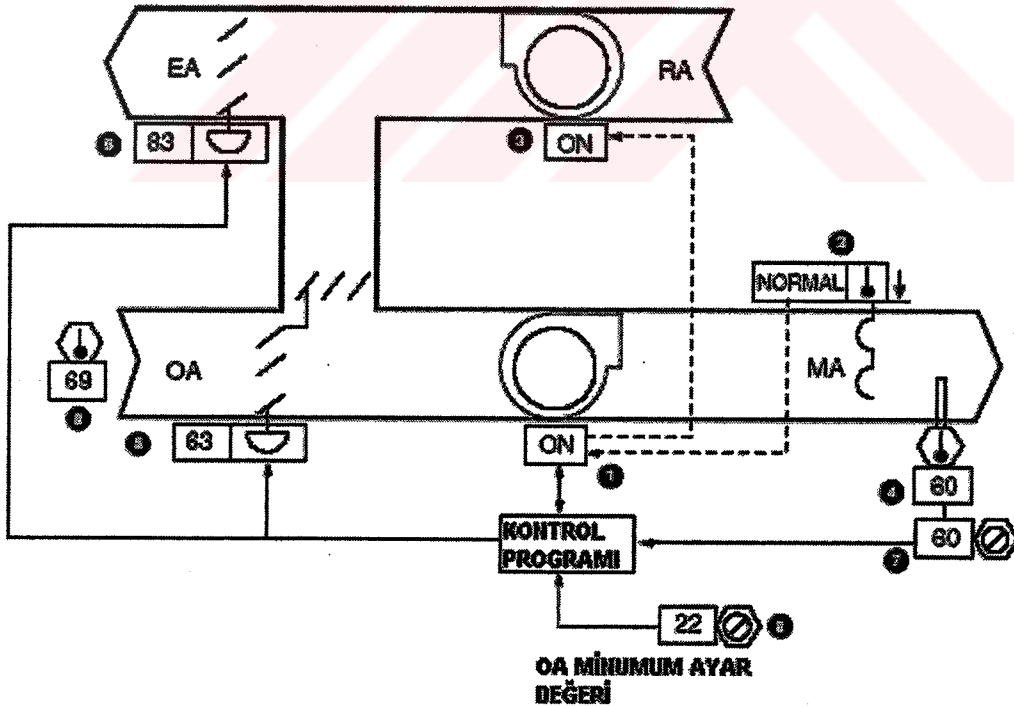
4- MA sıcaklık değeri karışım damperinin modülasyonu ile kontrol edilir.

5,6- Fan kapalı durumda iken OA damperi ve EA damperi kapalı, RA damperi açıktır. Fan açık iken bu damperler sıcaklık değerinin kontrolü için modülasyon sağlarlar.

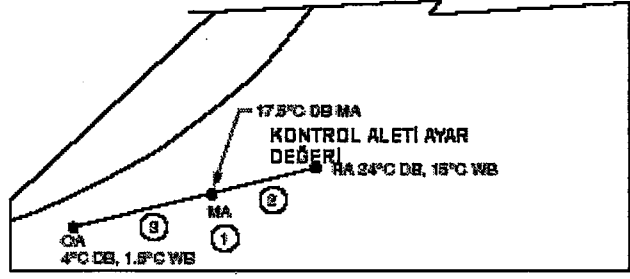
7- MA için ayar değeri.

8- Minimum havalandırma damper pozisyonu için ayar değeri ve MA sıcaklık kontrolü

9- OA sıcaklığı (Operatör bilgilendirme için)



Şekil 5.4 Karışım havası kontrolü programı için şematik resmi



Şekil 5.5 Karışım havası kontrolü programı için Psikometrik şema

Psikometri:

1-Manuel pozisyonda dış hava oranı 1/3 oranına ayarlanmıştır.

2-RA 24 °C DB, 15 °C WB

3-OA 4 °C, 1,5 °C WB

4-MA ayar değeri 16 °C

5-MA sıcaklığı kabul edilebilen OA sıcaklığı kabul edilebilen değer altına düşünceye kadar minimum OA miktarı ile ayarlanabilir.

5.2.3 Ekonomizer Çevrimleri

%100 dış havalı hava şartlandırma sistemlerinde, ekonomizer moduna geçme kararı aşağıdaki kriterlere bakılarak verilir.

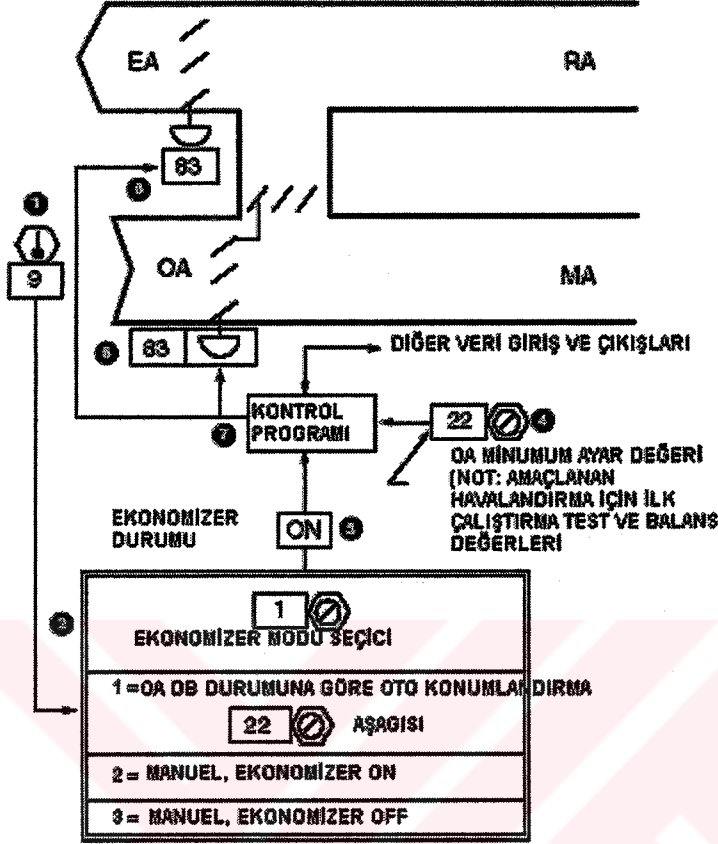
- Dış hava şartları.
- Dönüş havası şartları veya kabul edilen şartlar.
- Hava şartlandırma sisteminin ölçüleri ve coğrafi yerleşimi.
- Fiyat
- Kullanıcının kontrol sistemi stratejisini anlaması ve kabiliyeti ile nem algılayıcılarının sağladığı veriler.

Ekonomizer modu çiller grubunun çalışma periyoduna etki etmez. Genellikle soğuk su vanasının açılışı çiller grubunu çalıştırmaya başlar. OA (RA dan daha az ısı içeriyorsa) çiller grubuna ihtiyaç duyuluncaya kadar soğutma bataryasının yükünü düşürür.

OA algılayıcılar kuzey tarafın da, yer üzerinden iki metre yukarıya, egzost çıkışlarından korunmuş şekilde yerleştirilmelidir.

Aşağıda en çok kullanılan ekonomizer modu stratejileri anlatılmıştır.

5.2.3.1 Dış Hava Kuru Termometre Sıcaklığı ve Ekonomi Çevrimi



Şekil 5.6 Dış hava kuru termometre sıcaklığı ve ekonomi çevrimi şematik resmi

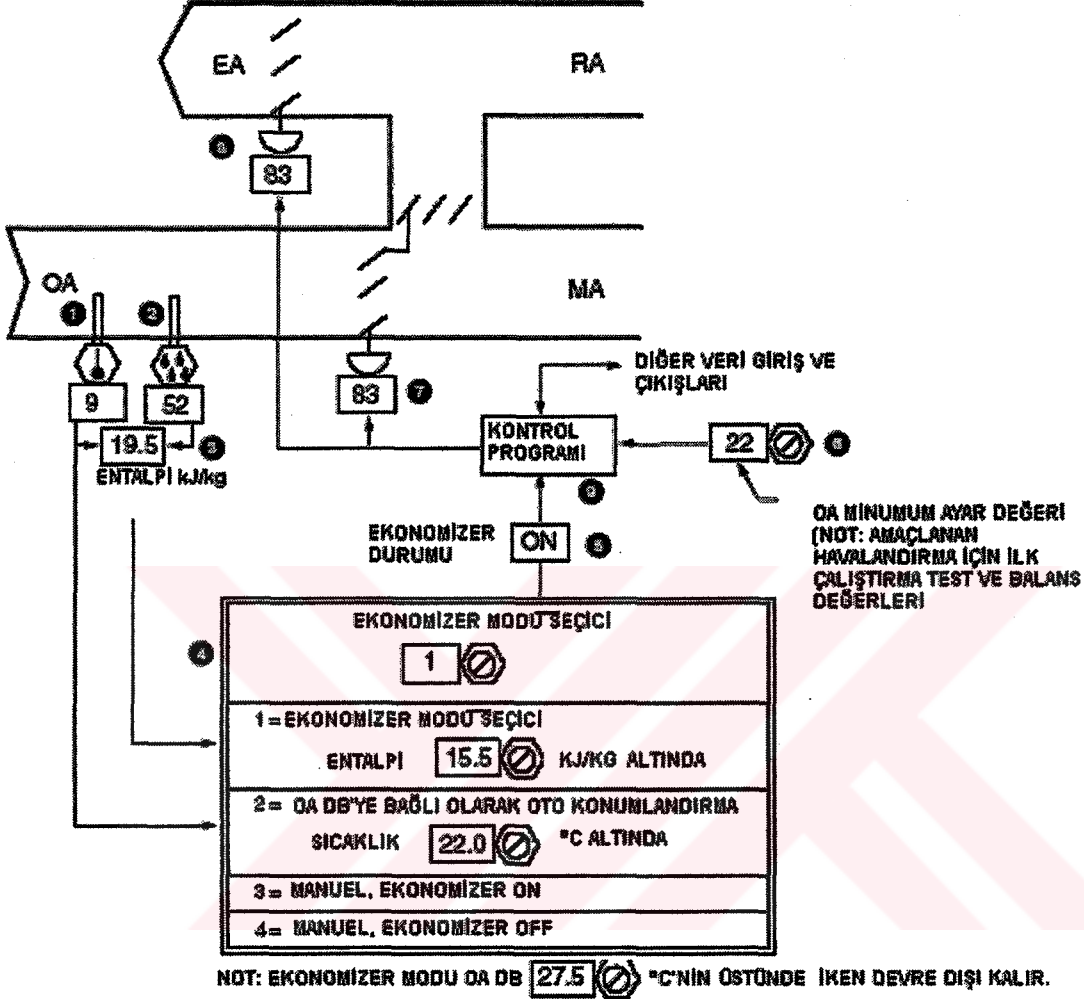
Sabit miktarda dış hava kullanıldığında, dış hava sıcaklığının serin olduğu zamanlarda bile soğutucu serpantin çalıştırılmasının gerektiği bazı zamanlar olabilir. Bu gereklilik hava sıcaklığı tarafından kontrol edilen dış, dönüş ve tahliye damperli sistemlerde ekonomi çevrimi ile (Şekil 5.6) ile ortadan kaldırılabilir.

İşlevler:

- 1- OA sıcaklık algılayıcı, OA sıcaklığı
- 2- Ekonomi çevrim modu seçici, OA sıcaklığı ayar değeri ve diğer kumanda opsiyonları
- 3- Ekonomi çevrimi durum göstergesi (Operatör bilgilendirme için)
- 4- Minimum OA damper pozisyonu için ayar değeri
- 5- OA ve RA damperleri için motor pozisyonu
- 6- EA damper için motor pozisyonu

7- Kontrol programı çalışma durumu, sıcaklık, duman ve havalandırmayı kontrol eder.

5.2.3.2 Dış Hava Entalpi Kontrolü ve Ekonomi Çevrimi



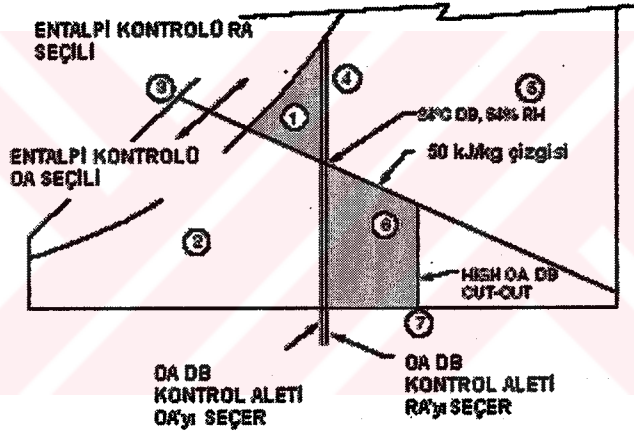
Şekil 5.7 Dış hava entalpi ve ekonomizer çevrimi şematik resmi

Teoride, kuru termometre sıcaklığına dayalı dış hava “ekonomi çevrimi” her zaman için en ekonomik yaklaşım değildir. Kuru termometre sıcaklığı daha düşük olsa bile nemin yüksek olduğu iklimlerde dış hava toplam ısısı (veya entalpisi), dönüş havasınınkinden daha büyük olabilir.

İşlevler:

- 1- Algılayıcı OA sıcaklığını algılar.
- 2- Algılayıcı OA nemini algılar.
- 3- OA entalpisi OA sıcaklığı ve neminden hesaplanarak bulunur.

- 4- Ekonomi modu seçici OA entalpi ayar değerinin ayar değerinin altında olup olmadığına bakarak ve zamanlayıcıya bağlı olarak ekonomizer çevrimine karar verir.
- 5- Ekonomi çevrimi durum göstergesi (Operatör bilgilendirme için)
- 6- Minimum OA damper pozisyonu için ayar değeri
- 7- OA ve RA damperleri için motor pozisyonu
- 8- EA damperi için motor pozisyonu
- 9- Kontrol programı çalışma durumu, sıcaklık, duman ve havalandırmayı kontrol eder.



Şekil 5.8 OA entalpi ve OA DB ekonomizer çevrimi karşılaştırılması

Psikometri:

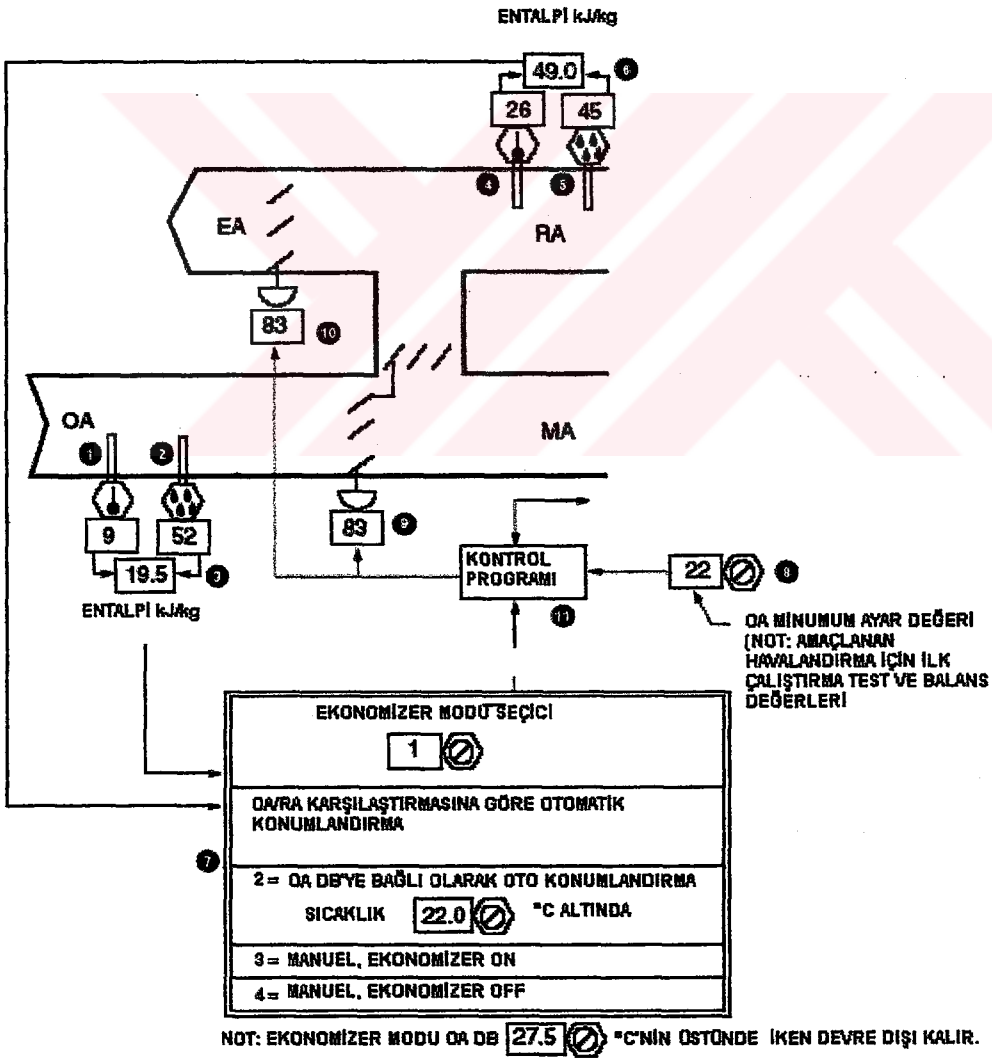
- 1- Şekil 5.8 deki diyagramda OA entalpi ve OA DB ekonomizer çevrimi karşılaştırması görülmektedir. Karşılaştırma için, ekonomi çevrimine geçişte ayar değeri olarak entalpi için 67,5 kJ/kg. kuru hava ve kuru termometre sıcaklığı için 24 °C belirlenmiştir.
- 2- Eğer entalpi kontrolü temel alınarak ekonomi çevrimi yapılırsa, sistem 3 numaralı çizginin altında ve 6 numaralı çizginin solunda ekonomi döngüsünü sağlayacaktır.
- 3- Eğer sistem DB sıcaklık kontrolünü temel alarak ekonomi çevrimini gerçekleştirecek olursa sistem 4 numaralı çizginin solunda ekonomi çevrimini sağlayacaktır.
- 4- 1 numaralı bölge yüksek entalpi, düşük sıcaklıkta hava şartlarını içerir ki bu durum OA DB

ekonomi çevrimi tercih edildiğinde serbest soğutma için kullanılabilir. Bu durumda çillere gereksiz olarak yük biner.

5- 6 numaralı alan düşük entalpi, yüksek sıcaklıktaki hava şartlarını içerir. Bu durumda OA DB ekonomi çevrimi tercih edildiğinde serbest soğutma yapılamaz. Ancak entalpi karşılaştırması yapılarak soğutma için kullanılabilirliğine karar verilebilir.

6- 3 numaralı çizgi kuru termometre sıcaklığını temsil eder. Her iki kontrol sistemi içinde bu çizginin sağında kalan durumlar için soğutucu batarya duyulur ısının azaltılmasında etkin olamaz.

5.2.3.3 Dış Hava Ve Dönüş Havası Entalpilerinin Karşılaştırılarak Ekonomi Çevrimine Karar Verilmesi



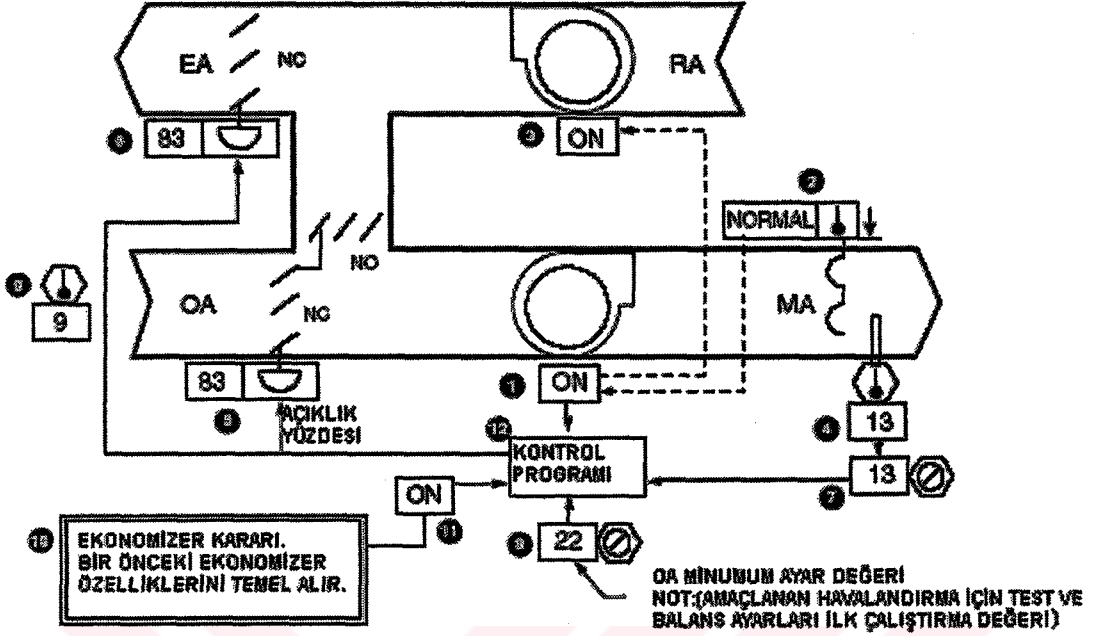
Şekil 5.9 OA ve RA entalpilerinin karşılaştırılması ve ekonomi çevrimine karar verilmesi durumu için şematik resmi

İşlevler:

- 1- Algılayıcı OA sıcaklığını algılar.
- 2- Algılayıcı OA nemini algılar.
- 3- OA entalpisi OA sıcaklığı ve neminden hesaplanarak bulunur.
- 4- Algılayıcı RA sıcaklığını algılar.
- 5- Algılayıcı RA nemini algılar.
- 6- RA entalpisi RA sıcaklığı ve neminden hesaplanarak bulunur.
- 7- Ekonomi modu seçici ve komut zamanlayıcı
- 8- Minimum OA damper pozisyonu için ayar değeri
- 9- OA ve RA damperleri için motor pozisyonu
- 10- EA damperi için motor pozisyonu
- 11- Kontrol programı çalışma durumu, sıcaklık, duman ve havalandırmayı kontrol eder.

OA entalpisinin RA entalpisinden daha düşük olması durumunda dış hava soğutma için kullanılabilir (veya soğuk sulu sistemin gereksinimi için). Toplam ısı için entalpi OA ve RA nem içeriği de dikkate alınarak daha fazla enerji tasarrufu sağlanır. OA entalpi hesaplarında global hava tahminleri kullanılabilir.

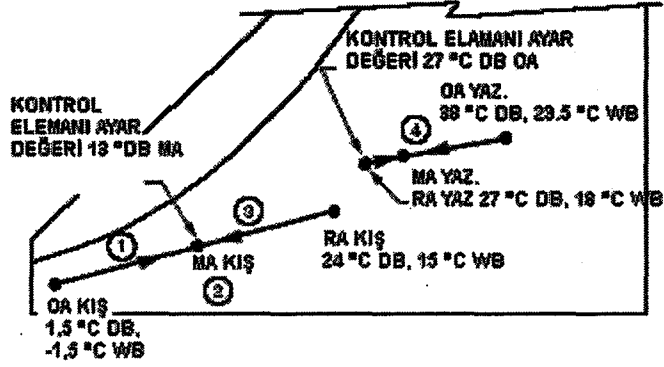
5.2.3.4 Karışım Havası Kontrolü Ve Ekonomi Çevrimi (Yalnızca Havalandırma Sistemleri İçin)



Şekil 5.10 Ekonomizer çevrimli karışım havası kontrolü şematik resmi

İşlevler:

- 1,3- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 4- MA sıcaklığı karışım damperinin modülasyonu ile ayarlanır.
- 5,6- Fan kapalı olduğunda OA ve EA damperleri kapalı, RA damperi açıktır. Fan açık olduğunda sıcaklık modülasyonu yapılır.
- 7- MA sıcaklık kontrolü için ayar değeri
- 8- Minimum havalandırma damperi pozisyonu için ayar değeri.
- 9- Dış havanın soğutma için kullanılabilirliğinin belirlenmesi
- 10- Kontrol programı MA, minimum havalandırma, ve havalandırma damperinin ekonomizer kontrolünü gerçekleştirir.



Şekil 5.11 Ekonomizer çevrimi ve karışım havası kontrolü psikometrik şema

Psikometri:

- 1- OA sıcaklığı $-26\text{ }^{\circ}\text{C DB}$ altında (%25 OA olacak şekilde ayarlanmışsa) iken MA şartları $13\text{ }^{\circ}\text{C DB}$ çizgisinin solunda kalır.
- 2- OA sıcaklığı $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında iken MA şartları $13\text{ }^{\circ}\text{C DB}$ çizgisi üzerinde kalır.
- 3- OA sıcaklığı $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında iken, %100 dış hava alınır ve MA $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında kalır.
- 4- OA sıcaklığı $27\text{ }^{\circ}\text{C DB}$ sıcaklığının üzerine yükseldiğinde, sistem %25 OA ile MA sıcaklığını $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ den $29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklığına getirecek şekilde çalışır.

5.2.3.5 Besleme Havası Sıcaklığının Ayar Değerinin Reset'lenmesi İle Mahal Sıcaklığının Ekonomizer Çevrimi Kontrolü

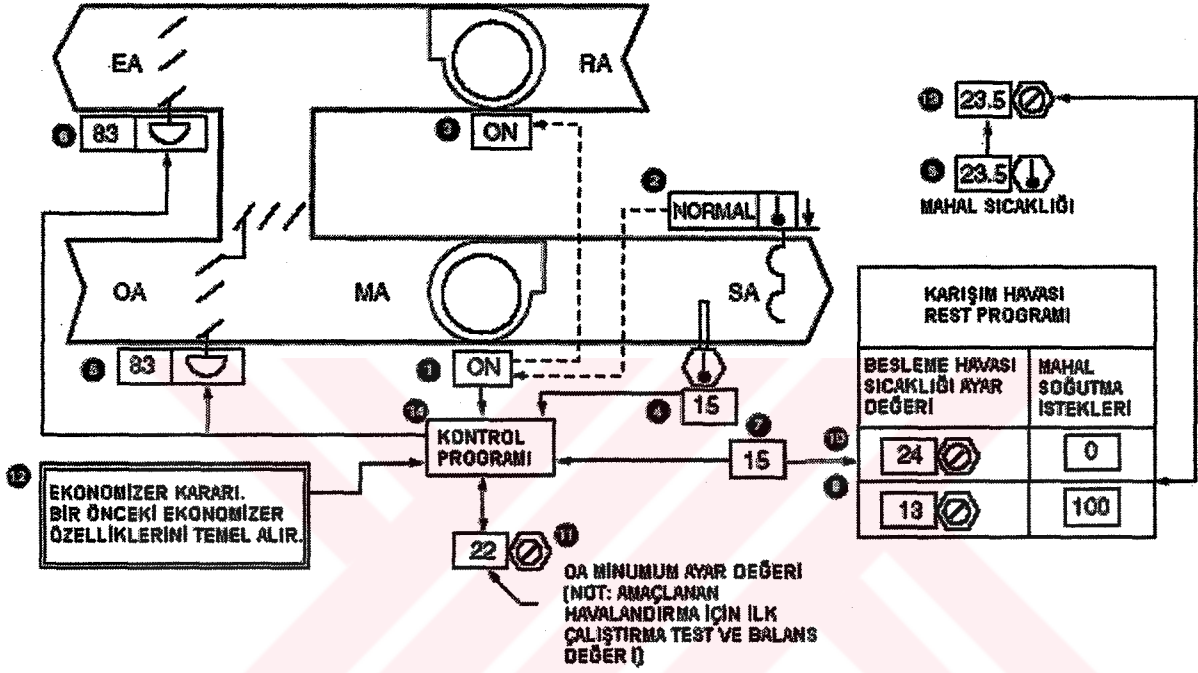
İşlevler:

- 1,3- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 4- SA sıcaklığı karışım damperinin modülasyonu ile ayarlanır.
- 5,6- Fan kapalı olduğunda OA ve EA damperleri kapalı, RA damperi açıktır. Fan açık olduğunda sıcaklık modülasyonu yapılır.
- 7- SA sıcaklık kontrolü için ayar değeri
- 8- İstenilen mahal sıcaklığına göre SA sıcaklığı ayar değeri reset edilir.
- 9,10- İstenilen Mahal soğutma değerine göre SA sıcaklık ayar değeri (7) hesaplanır.
- 11- Minimum havalandırma damperi pozisyonu için ayar değeri

12- Dış havanın soğutma için kullanılabilirliğinin belirlenmesi

13- Mahal sıcaklığı ayar değeri ve PID fonksiyonu. Zamanlamanın reset'lenmesi için PID çıkış verisi (0-100)

14- Kontrol programı mahal sıcaklığının, SA sıcaklığının, fan bağlantılarının ve karışım damperinin ekonomi kontrolünü gerçekleştirir.



Şekil 5.12 Besleme havası sıcaklığının ayar değerinin reset'lenmesi ile mahal sıcaklığının Ekonomizer Çevrimi kontrolü

Sistem OA şartlarının havalandırma için uygun olmadığı durumlarda havalandırma için gerekli minimum dış hava miktarının teminini sağlar. Ortalama hava şartlarında zamanlanmış SA sıcaklığının ayar değerine göre soğutma için gerekli hava miktarı temin edilir. Software tarafından ayar değerlerine göre gerekli OA miktarı hesaplanarak minimum miktarların her zaman sağlanması mümkün olur.

5.3 Isıtma Kontrolü Prosesleri

5.3.1 Besleme Havaına Bağlı Kontrol

İşlevler:

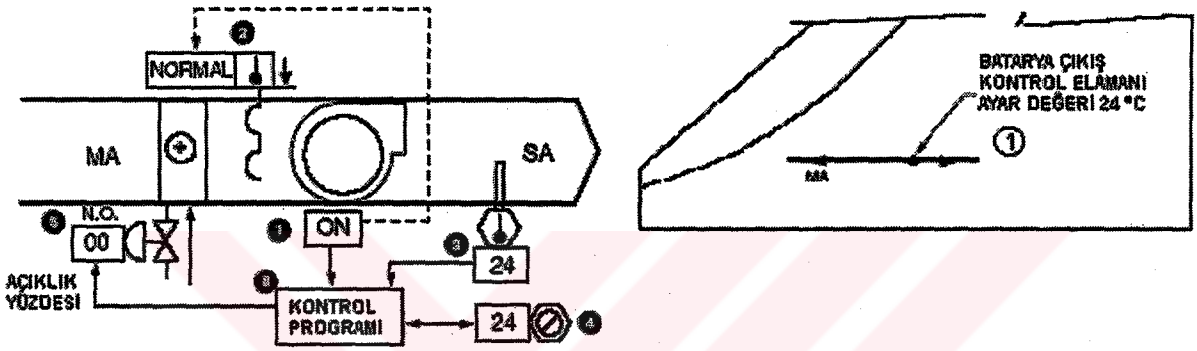
1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.

3,5- SA sıcaklığı sıcak su vanasının modülasyonu ile gerçekleşir.

4- SA sıcaklık kontrolü için ayar değeri

5- Kontrol programı sıcaklık kontrolünü ve fan bağlantılarını koordine eder.

Hava mahale minimum sıcaklıkta verilir. Vana dış kuvvet ile (elektrik veya sıkıştırılmış hava) hareket ettirilerek açılır, fanın durmasıyla kapanır. Fanın çalışır durumda olduğu zamanlarda SA ayar değerini sağlamak için SA PID kontrolü ile modüle edilir.



Şekil 5.13 Besleme havası ile kontrol şematik resmi ve psikometrik diyagram

Psikometri:

1- MA sıcaklık değeri 24 °C DB değerinde ve üzerinde olduğu sürece batarya çıkış havası 24 °C DB değerinde kalır ve ısı eklenmez. Bu durumda SA sıcaklık değeri MA sıcaklık değerine eşit olur.

5.3.2 Besleme Havası Sıcaklığının Dış Hava Sıcaklığı İle Reset'lenmesi

İşlevler:

1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.

3,4- SA sıcaklığı ayar değeri, reset programı ile düzeltilir ve sıcak su vanasının modülasyonu ile sürdürülür.

5,6- OA sıcaklığı SA sıcaklığını reset programı doğrultusunda reset eder.

7- Sıcak su vanası akışı modüle eder.

6- Kontrol programı sıcaklık kontrolünü ve fan bağlantılarını koordine eder.

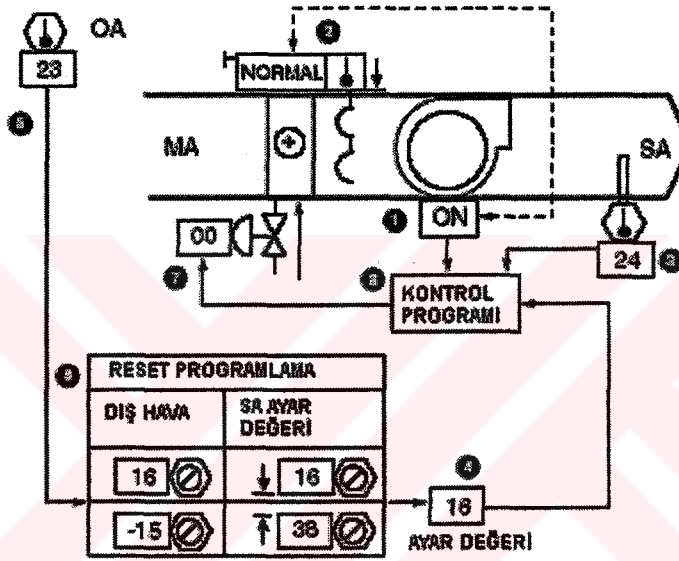
Psikometri:

1- MA sıcaklığı

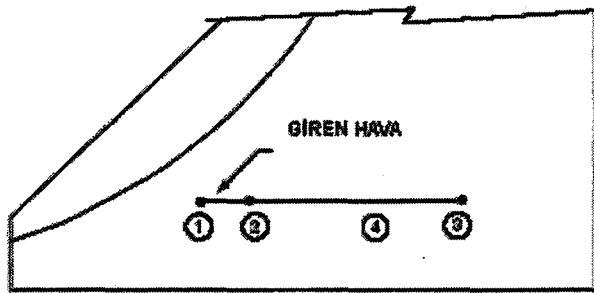
2- SA reset programı başlangıç değerinde

3- Dış hava dizayn sıcaklığında SA nın 38 °C ye ısıtılması

4- -18 °C ve 16 °C sıcaklık değerleri arasında, SA sıcaklığı 2 ve 3 noktaları arasındadır.

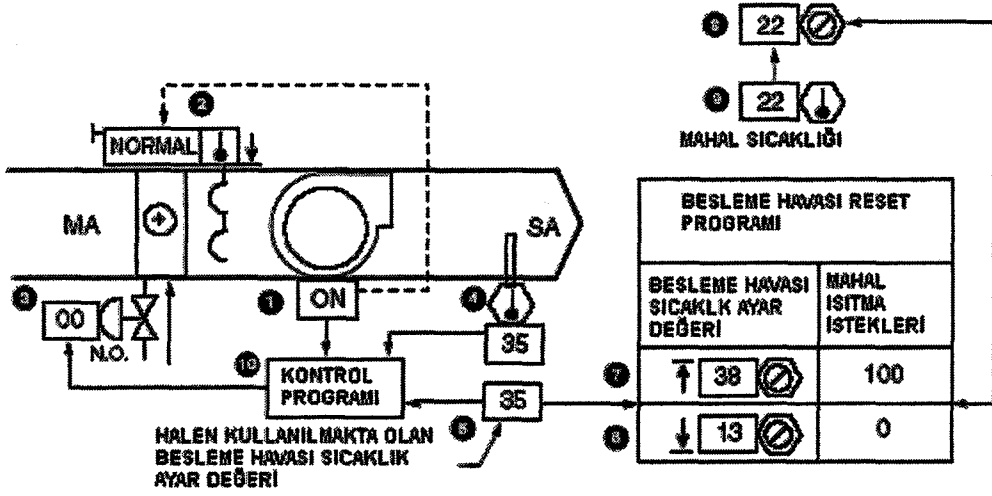


Şekil 5.14 OA sıcaklığının SA sıcaklığına bağlı olarak reset'lenmesi şematik resmi



Şekil 5.15 OA sıcaklığının SA sıcaklığına bağlı olarak reset'lenmesi psikometrik diyagram

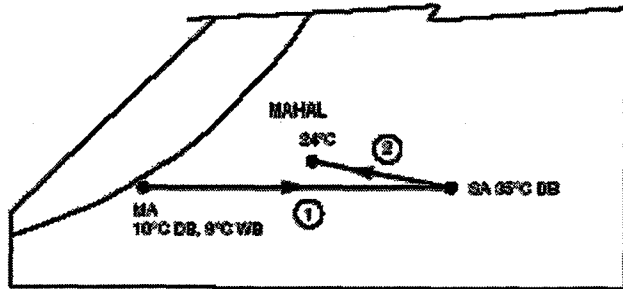
5.3.3 Besleme Havası Reset'i İle Mahalden Kontrol



Şekil 5.16 Besleme havası reset'i ile mahalden kontrol şematik resmi

İşlevler:

- 1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
 - 3- Sıcak su vanası kontrol aracısını modüle eder.
 - 4,5- SA sıcaklığı ayar değerinde kalacak şekilde kontrol edilir.
 - 6,7- SA sıcaklığı mahal ısı yükü tarafından belirlenir.
 - 8,9- Mahal sıcaklığı mahal sıcaklığı ayar değeri ile karşılaştırılarak SA sıcaklığı ayar değeri belirlenir.
 - 10- Kontrol programı sıcaklıkları ve fan bağlantılarını kontrol eder.
- Mahaldeki ısı kaybını telafi etmek için gerekli ısıda hava miktarı sağlanır. SA sıcaklığı istenilen sıcaklık değerlerinin üzerinde veya altında olamaz.

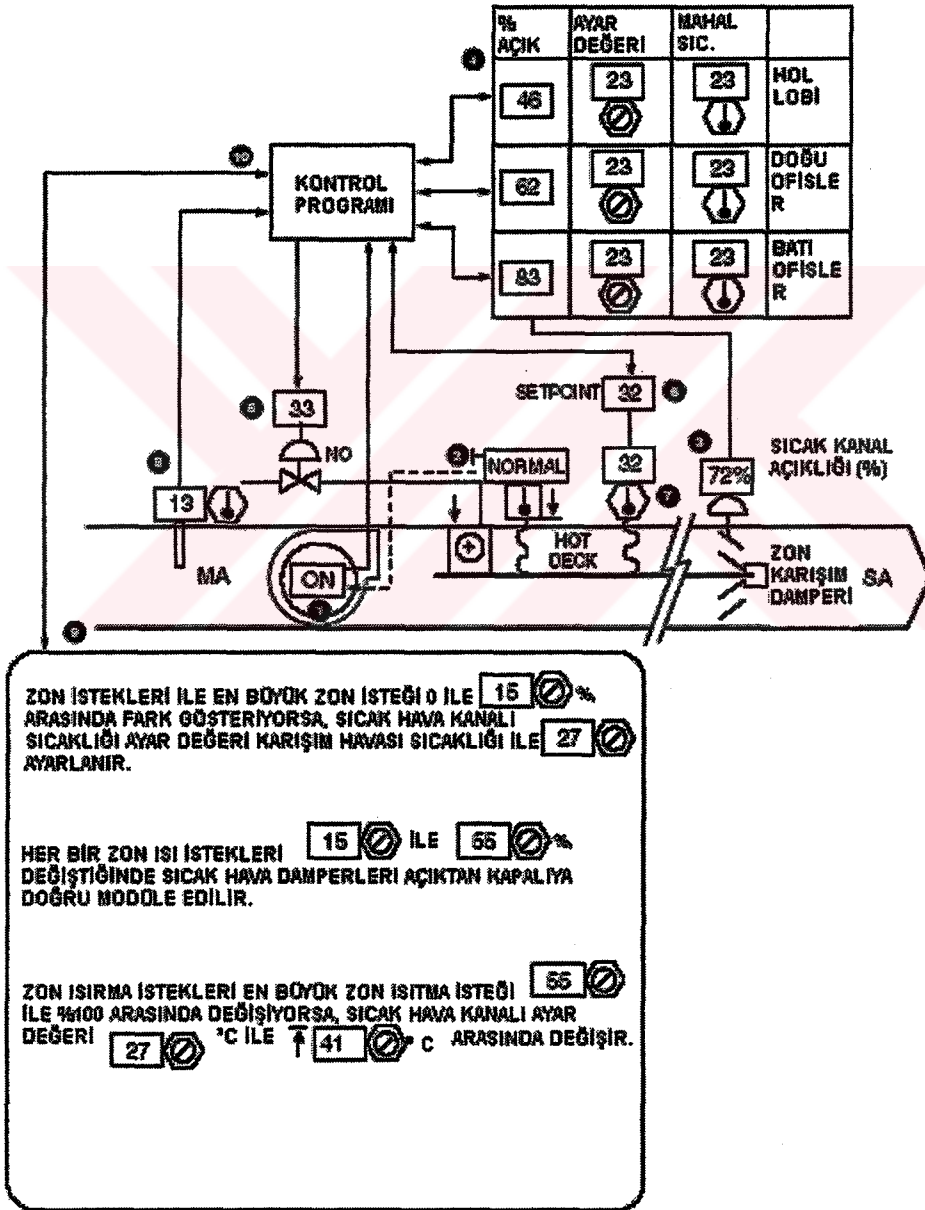


Şekil 5.17 Besleme havası reset'i ile mahalden kontrol psikometrik diyagram

Psikometri:

- 1- MA havasının SA sıcaklık değerine kadar ısıtılması sabit nem miktarında uzun bir çizgi boyunca oluşur.
- 2- Mahaldeki nem miktarı çalışanlar ve diğer mahal bileşenleri tarafından artırılır ve ısı kaybından dolayı sıcaklık düşer.

5.3.4 Mahal Sıcaklık Kontrolünün Zon Karışım Damperi Tarafından Kontrolü Ve Sıcak Hava Kanalı Reset'lenmesi



Şekil 5.18 Zon karışım damperi ile mahal sıcaklık kontrolü şematik resmi

İşlevler:

- 1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 3,4- Zon karışım damperi zon sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modülasyon yapar.
- 5,7- Sıcak su vanası sıcak hava kanalı sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modülasyon yapar.
- 8- MA sıcaklık değeri sıcak hava kanalı reset programı başlangıç değerini belirler.
- 9- Dinamik grafik programı izin verilmiş operatörler için çalışma döngülerini, düzeltilmiş ayar değerlerini görüntüler..
- 10- Kontrol programı yük resetlerini, sıcaklık ve fan bağlantı programlarını kontrol eder.

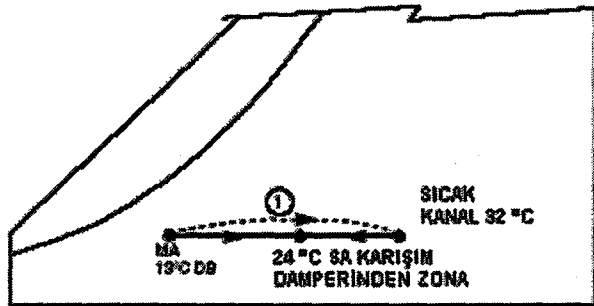
Bir motorlu zon karışım damperi ve her bir zon için mahal sıcaklık PID kontrol döngüsü zon kontrolünü sağlar.

Sıcak hava kanalında kurulmuş olan bir batarya veya batarya grubu tüm sistem için gerekli ısıyı üretir. Sıcak hava kanalı sıcaklığı zon içindeki en büyük isteğe göre belirlenir. Bu durumda sistemde soğutma bataryası varsa verimli bir kontrol sağlanmış olur.

Her zon için gerekli orandaki sabit hava mahale taşınır. Grafik ekranlar yalnızca sistem döngülerinin net bir şekilde izlenmesini değil aynı zamanda programın kolay bir şekilde modifiye edilmesini de sağlarlar.

Psikometri:

1-MA nın sıcak hava kanalı sıcaklığına ısıtılması sabit nemde uzun bir çizgi boyunca gerçekleşir. Her zon ihtiyacı oranındaki besleme havasını alır.

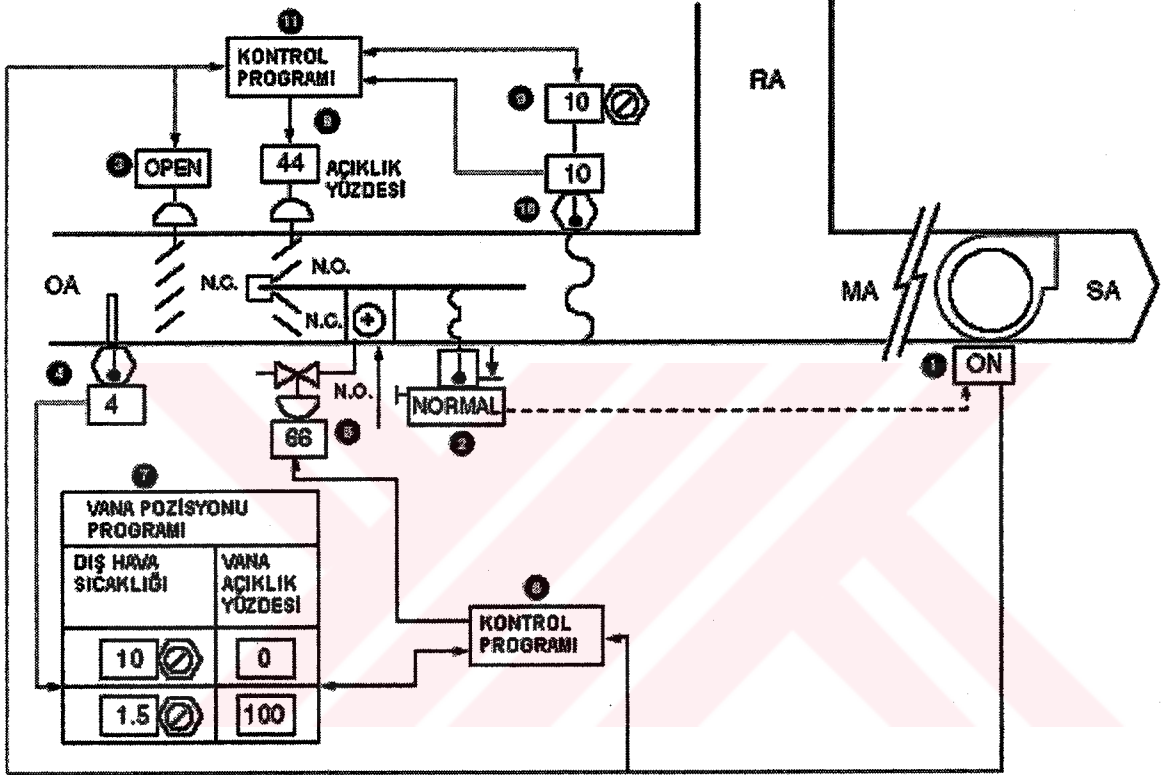


Şekil 5.19 Zon karışım damperi ile mahal sıcaklık kontrolü psikometrik şeması

5.4 Ön Isıtma Kontrol Prosesleri

Ön ısıtma, büyük oranlarda dış hava alındığında, alınan bu dış havanın ısıtma ve soğutma serpantinlerinin donmasına sebebiyet verdiği durumlarda kullanılır. Ön ısıtmada temel problem ön ısıtma serpantininin donmasıdır. Bunun için bazı metotlar kullanılır.

5.4.1 Ön Yüz Ve By-Pass Damperi İle Ön Isıtma Kontrolü



Şekil 5.20 Ön yüz ve by-pass damperi ile ön ısıtma kontrolü şematik resmi.

İşlevler:

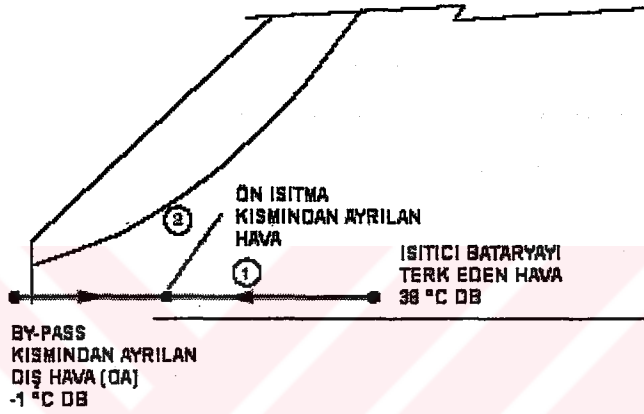
- 1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 3- OA damperi fanın çalışmasıyla açılır, durmasıyla kapanır. (Bazı sebeplerden dolayı OA damperi karışım havası sisteminin bir parçası olabilir.)
- 4- OA sıcaklığı vananın pozisyonunu belirler.
- 5- Vana ısıtma aracısının akışını kontrol eder.
- 6- Kontrol programı fan bağlantılarını ve vanayı kontrol eder.
- 7- Vana pozisyonu OA sıcaklığı tarafından belirlenir.

8,10- Yüzey ve by-pass damperi, by-pass damperinden ve yüzeyden ayrılan havanın ayar değerinde olması için kontrol edilirler.

11- Kontrol programı fan bağlantılarını, yüzey ve by-pass damperlerini kontrol eder.

Ön ısıtma bataryası büyük bir miktarda havanın sisteme girmeden önce ısıtılmasını sağlar. By-pass damperi damperden ayrılan dondurucu soğukluktaki havayı bataryaya yönlendirerek tehlikeli olmaktan çıkarır ve vananın tamamen açılmasını sağlar.

Psikometri:

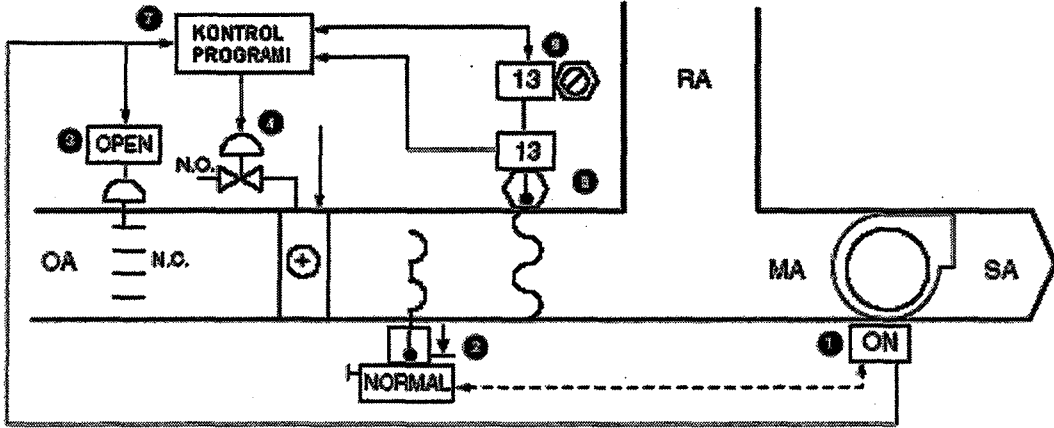


Şekil 5.21 Ön yüz ve by-pass damperi ile ön ısıtma kontrolü psikometrik şeması.

1- Dış havanın ısıtılması sabit nemde uzun bir çizgi boyunca olur.

2- PID kontrol döngüsü ön ısıtma bataryası kesitinden ayrılan havanın sıcak değerini kontrol eder.

5.4.2 Ön Isıtıcıdan Ayrılan Hava İle Kontrol



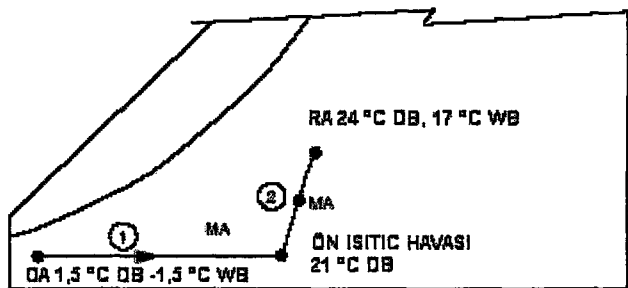
Şekil 5.22 Ön ısıtıcıdan ayrılan hava ile kontrolün şematik resmi

İşlevler:

- 1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 3- OA damperi fanın çalışmasıyla açılır, durmasıyla kapanır.
- 4,6- Isıtma vanası bataryadan ayrılan hava sıcaklığının ayar değerinde olmasını sağlar
- 7 - Kontrol programı fan bağlantılarını vanayı kontrol eder.

Bir ön ısıtma bataryası büyük ölçüdeki Havanın sisteme girmeden önce şartlanmasını sağlar. Havalandırma için kullanılacak şekilde hazırlanmış hava fan açık olduğu sürece sisteme verilebilir.

Psikometri:

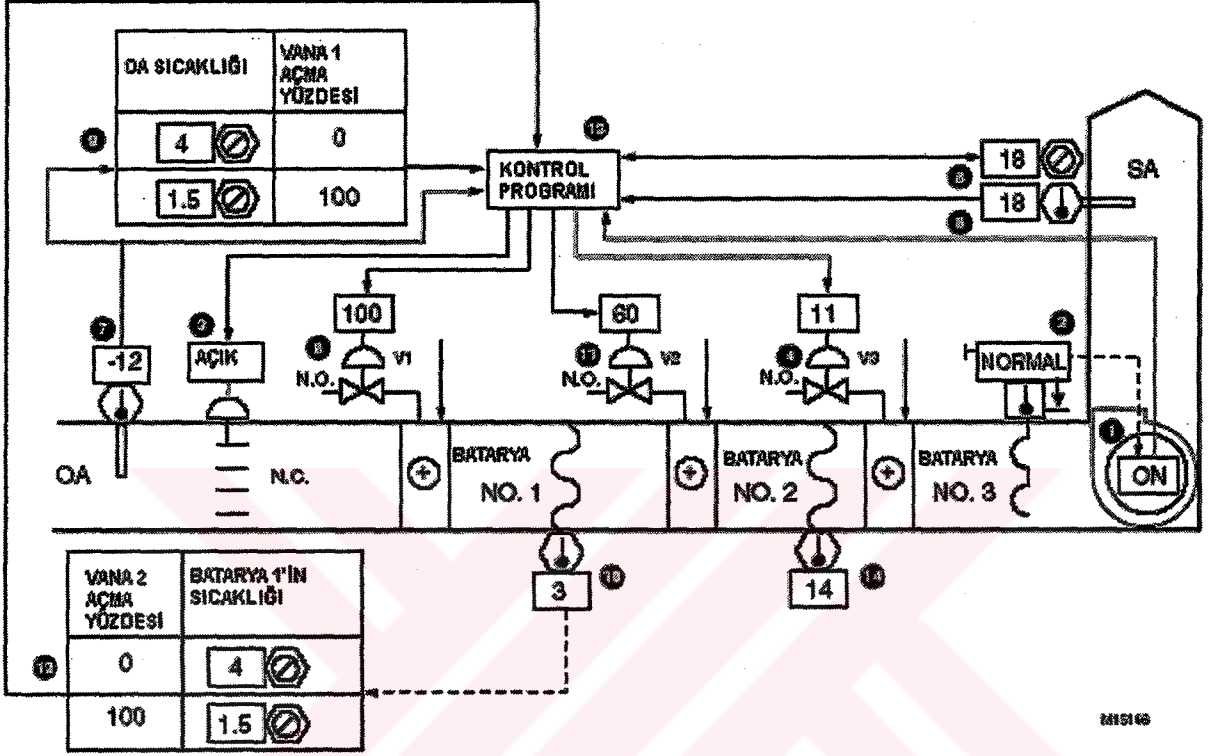


Şekil 5.23 Ön ısıtıcıdan ayrılan hava ile kontrolün Psikometrik şeması

1-Dış havanın ısıtılması sabit nemde uzun bir çizgi boyunca olur.

2-Bu şartlandırma RA ve ön ısıtma bataryasından ayrılan havanın karışımını ifade eder.

5.4.3 Dış Hava Ve Besleme Havası İle Çoklu Batarya Sistemi Kontrolü



Şekil 5.24 Dış hava ve besleme havası ile çoklu batarya sistemi kontrolü şematik resmi.

İşlevler:

1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.

3- OA damperi fanın çalışmasıyla açılır, durmasıyla kapanır.

4,6- PID Kontrol döngüsü #3 batarya vanasını modülasyon yaparak sabit besleme havası sıcaklığını gerekli değerde tutar.

7,9- OA sıcaklığına bağlı olarak batarya #1 açık çevrimle kontrol edilir.

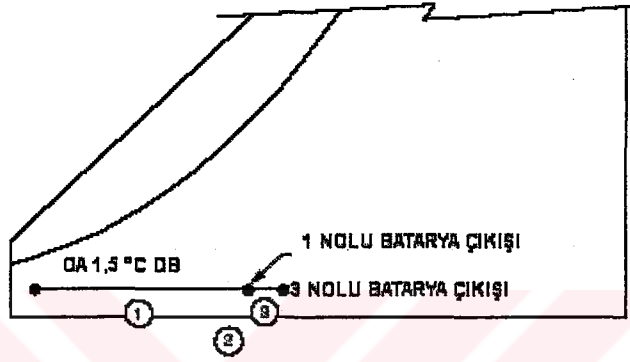
10,12- Batarya #1 den ayrılan havanın sıcaklığı ile Batarya #2 açık çevrim ile kontrol edilir.

13- Kontrol programı sıcaklığı, havalandırmayı ve fan bağlantılarını kontrol eder.

14- Batarya #2 den ayrılan hava sıcaklık bilgisini operatör için sağlar.

Çoklu batarya sistemi düşük sıcaklıktaki dondurucu havanın tehlike yaratmasını önlemek veya havanın mahal ısısına getirilmesini sağlamak için ısıtılmasını sağlar. Besleme havası sıcaklığı sabittir. Bu sistemdeki 1 ve 2 numaralı vanalar dondurucu havanın donma korumasına girmesine kadar tamamen açıktır. Düşük sıcaklık kontrolü (no 2) bataryayı ısı kayıpları nedeniyle donmadan korumak için kullanılır. Düşük sıcaklık koruması 1 ve 2 numaralı bataryalardan ayrılan hava tarafına kurulamazlar.

Psikometri:



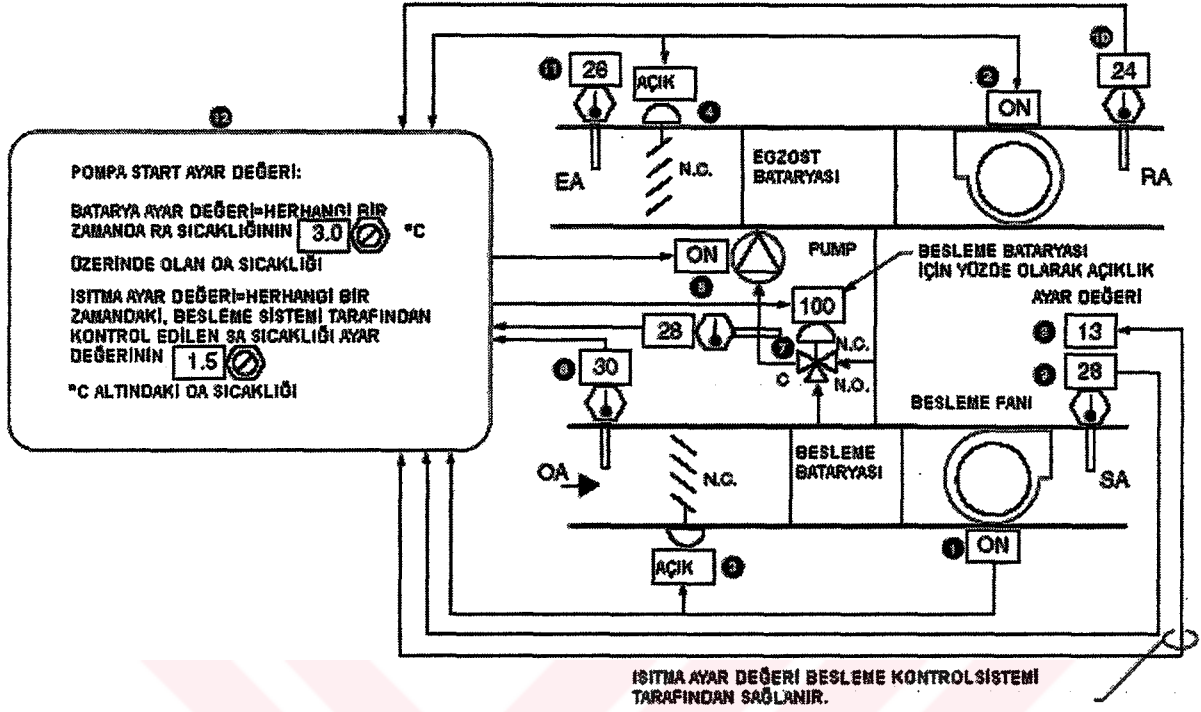
Şekil 5.25 Dış hava ve besleme havası ile çoklu batarya sistemi kontrolü psikometrik şema

1-1 Numaralı batarya giren havanın sıcaklığını $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ den $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye çıkarır.

2-Numaralı vana kapalı

3- Numaralı batarya besleme havasının sıcaklığının $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ kadar yükselmesini sağlar.

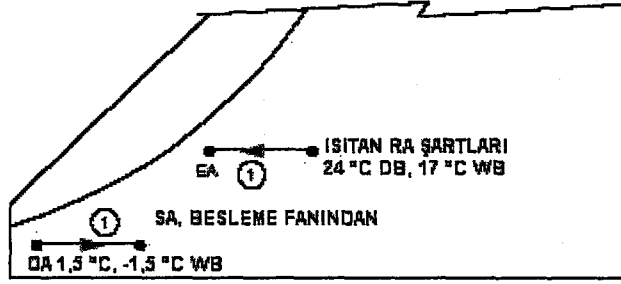
5.4.4 Ön Isıtılmalı Isı Geri Kazanımlı Yıllık Çevrim Sistemi Kontrolü



Şekil 5.26 Ön Isıtılmalı ısı geri kazanımlı yıllık çevrim sistemi şematik resmi

İşlevler:

- 1,2- Fan çalışmaya başladığında havalandırma için ISK istekleri doğrultusunda pompa kontrolünü aktif hale getirir.
- 3,4- Fan durdurulduğunda damperler kapanır.
- 5- Sıcaklık değerleri yaralanılabilecek durumda ise pompa çalışmaya başlar.
- 6-10- OA ve RA sıcaklık farkı pompanın işletilmesinin yararlı olup olmadığını belirler.
- 7- Karıştırma vanası, egzost bataryasında dolaşan suyu kontrol ederek RA sıcaklığını besleme bataryasından SA ya taşır. Aynı zamanda üç yollu vana ile karışımı kontrol ederek SA sıcaklığının sınır değerleri arasında kalmasını sağlar. Aynı zamanda sıcaklığın donma noktasının altında olduğu durumlarda SA bataryasının donmasını önler.
- 8,9- ISK sistemi SA sıcaklığı ayar değeri kış şartlarında ki damper pozisyonunu belirler.
- 10- Operatör bilgilendirme.
- 11, Dinamik grafik döngü program ayar değerlerinin operatör tarafından düzeltilmesi imkanı sağlar.

Psikometri:

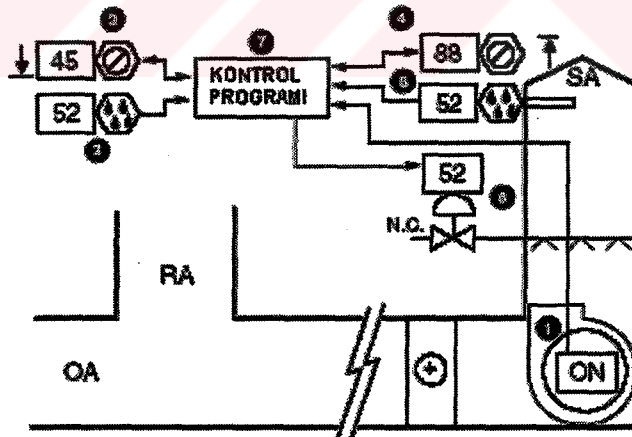
Şekil 5.27 Ön Isıtmalı ısı geri kazanımlı yıllık çevrim sistemi psikometrik şema

1-Üç yollu vana besleme bataryasındaki sıcaklık sınır değerlere ulaşıncaya kadar egzost havasındaki ısının transferi için tamamen açık pozisyonda kalır. Sıcaklık farkı, sistem dizaynı, akış oranları ve bileşenlerin verimlerine göre değişir.

5.5 Nem Kontrol Prosesleri

5.5.1 Nemlendiricinin Modüasyonlu Kontrolü

Havası şartlandırılan mahallin, seçilmiş nem şartlarında kalmasını sağlamak için havanın nemini azaltmak veya yükseltmek gerekebilir.



Şekil 5.28 Modüle edilebilen nemlendiricinin kontrolü şematik resmi

İşlevler:

1- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.

2,3- Mahal nemi PI kontrolü mahal bağlı nemi ayar değerini sağlamak için nemlendiriciyi modüle eder.

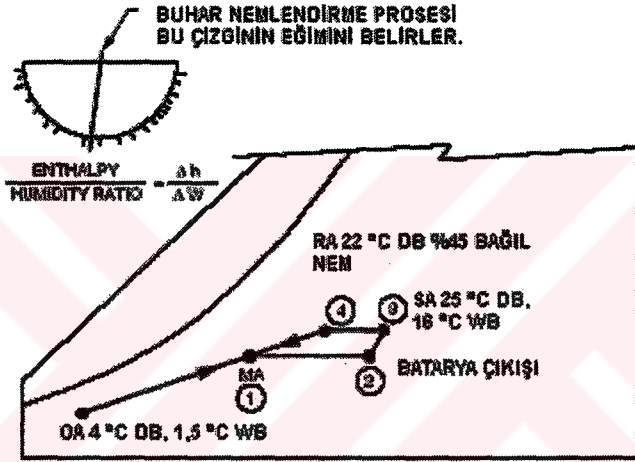
4,5- Nemlendiriciden ayrılan hava üst limite ise oransal kontrolle nemlendirici kapatılır. Eğer gerekli ise bağıl nem ayar değeri olan limit değerleri arasında tutulur.

6- Fan durduğunda nemlendirici kapatılır.

7- Kontrol programı dijital kontrol döngüsüne ve fan bağlantılarına kumanda eder.

Nem ekleme DB sıcaklığında çok küçük bir artışa sebep olur (buharla nemlendirme). Fan durduğunda nemlendirme kapatılarak kanalda nem birikmesinin önüne geçilir. Üst limitteki nem değeri kanal içerisinde yoğuşmalara sebep olabilir.

Psikometri:

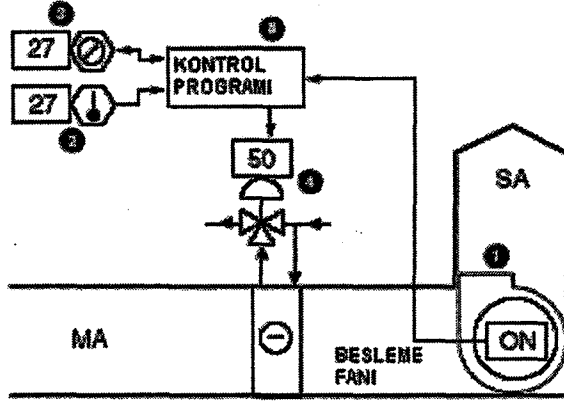


Şekil 5.29 Modüle edilebilen nemlendiricinin kontrolü psikometrik şema

- 1- RA ve OA karışarak ısıtma bataryasına girer.
- 2- Bataryadan ayrılan hava; hava duyulur ısıtılmıştır.
- 3- Nemlendiriciden ayrılan hava; hava bir miktar gizli ısı kazanmıştır.
- 4- RA; ısı kayıpları ve nem kaybı nedeniyle soğumuştur.

5.6 Soğutma Prosesleri

5.6.1 Soğuk Su Bataryasını Üç Yollu Vana İle Modülasyonlu Kontrolü



Şekil 5.30 Üç yollu vanalı soğuk su bataryasının modülasyonlu kontrol şematik resmi

İşlevler:

1-Kontrol sistemi fanın start almasıyla etkin hale gelir.

2,3- Mahal sıcaklığı PID kontrol döngüsü, üç yollu vanayı modüle ederek mahal sıcaklığı ayar değerini sağlar.

4- Gerekli miktarda soğutmayı sağlamak için soğuk su vana tarafından direkt olarak bataryaya gönderilir veya bataryaya girmeden geri döner.

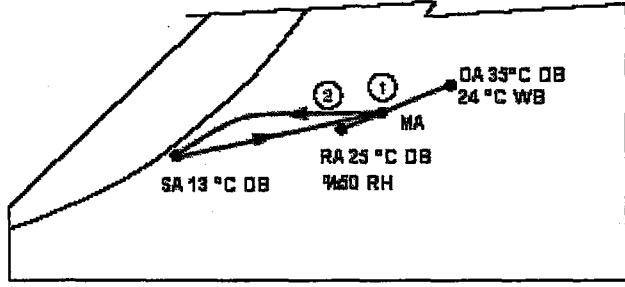
5- Kontrol programı sıcaklığı ve fan durumunu kontrol eder.

Soğuk su sabit sıcaklıkta ve değişik miktarlarda bataryaya gönderilir. Bütün boru sisteminde gerekli oranda su sürekli olarak dolaşır.

Psikometri:

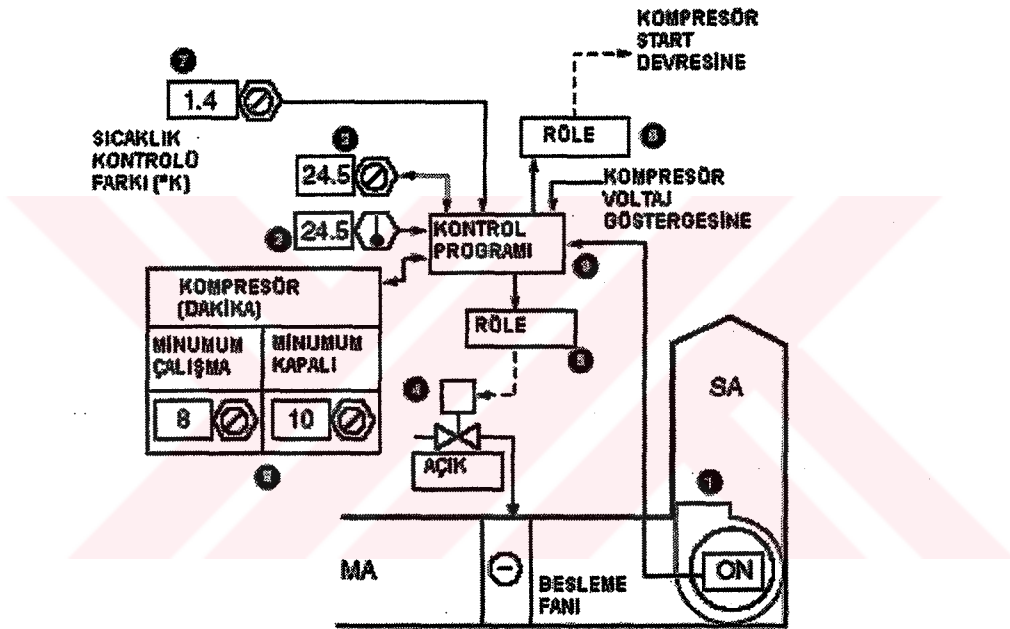
1- Soğutma şartlarına uygun karışım havası sıcaklığı.

2- Bataryaya giren hava yoğunlaşma başlayıncaya kadar sabit nemde soğutulmaya başlar. Yoğunlaşma noktasının yakınında nem yoğunlaşmaya başlar ve soğuma devam eder. Bu proses duyulur ve gizli ısıtma proseslerini kapsar.



Şekil 5.31 Üç yollu vanalı soğuk su bataryasının modülasyonlu kontrol psikometrik şeması

5.6.2 Direkt Genleşmeli Bataryanın İki Konumlu Kontrol Sistemi



Şekil 5.32 Direk genleşmeli bataryanın iki konumlu kontrolü şematik resmi

İşlevler:

- 1- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 2- Mahal sıcaklığı kontrol sistemine veri gönderir.
- 3- Ayar değeri soğutucu açık modun da belirlenir.
- 4- Soğutucu selenoid vanası vana kapalı iken kapalı durumdadır.
- 5- Oda termostatu soğutucu akışkanın genleşme vanasından bataryaya akmasını sağlayan selenoid vanayı kontrol eder.

6- Oda termostatu kompresör start kontrol sistemini etkinleştirir.

7- Sıcaklık farkı kompresör off modunu belirler.

8- Kompresör minimumu off ve minimum on modu kısa devreli durma kalkmaları önler.

9- Kontrol programı soğutmayı, güvenliği ve fan bağlantılarını kontrol eder.

Soğutma sistemi mahal sıcaklığı ayar değerini sağlamak için 1,4 °C sıcaklık farkı olduğu durumlarda harekete geçer. Kontrol sistemi harekete geçtiğinde en azından sistem en azından sekiz dakika kadar açık kalmalıdır. Sistem kontrol programı tarafından kapatıldığında ise on dakika kadar kapalı kalmalıdır.

Mahal sıcaklığındaki artışla birlikte sıvı akış yolu üzerindeki vana açılır ve termostat kompresörün çalışmasını sağlar.

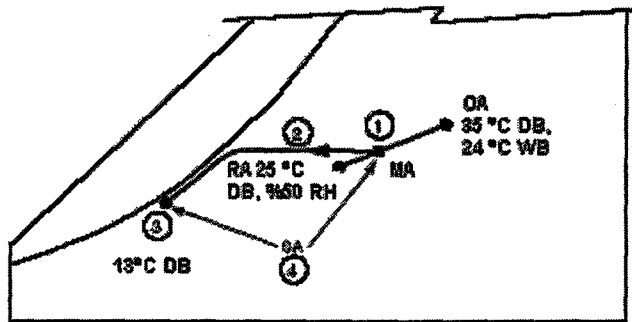
Psikometri:

1- Soğutma koşullarındaki karışım havası sıcaklığı

2- Bataryaya giren hava yoğuşma sıcaklığına yaklaşıncaya kadar düz bir çizgi boyunca sıcaklık kaybeder. Bu noktadan sonra yoğuşma ile birlikte hava gizli ve duyulur ısı kaybeder.

3- Mahal termostatu direk genişmeli sistemi harekete geçirenceye kadar bataryayı terk eden hava bu değerdedir.

4- 1 ve 3 noktaları mahal termostatu tarafından belirlenir.



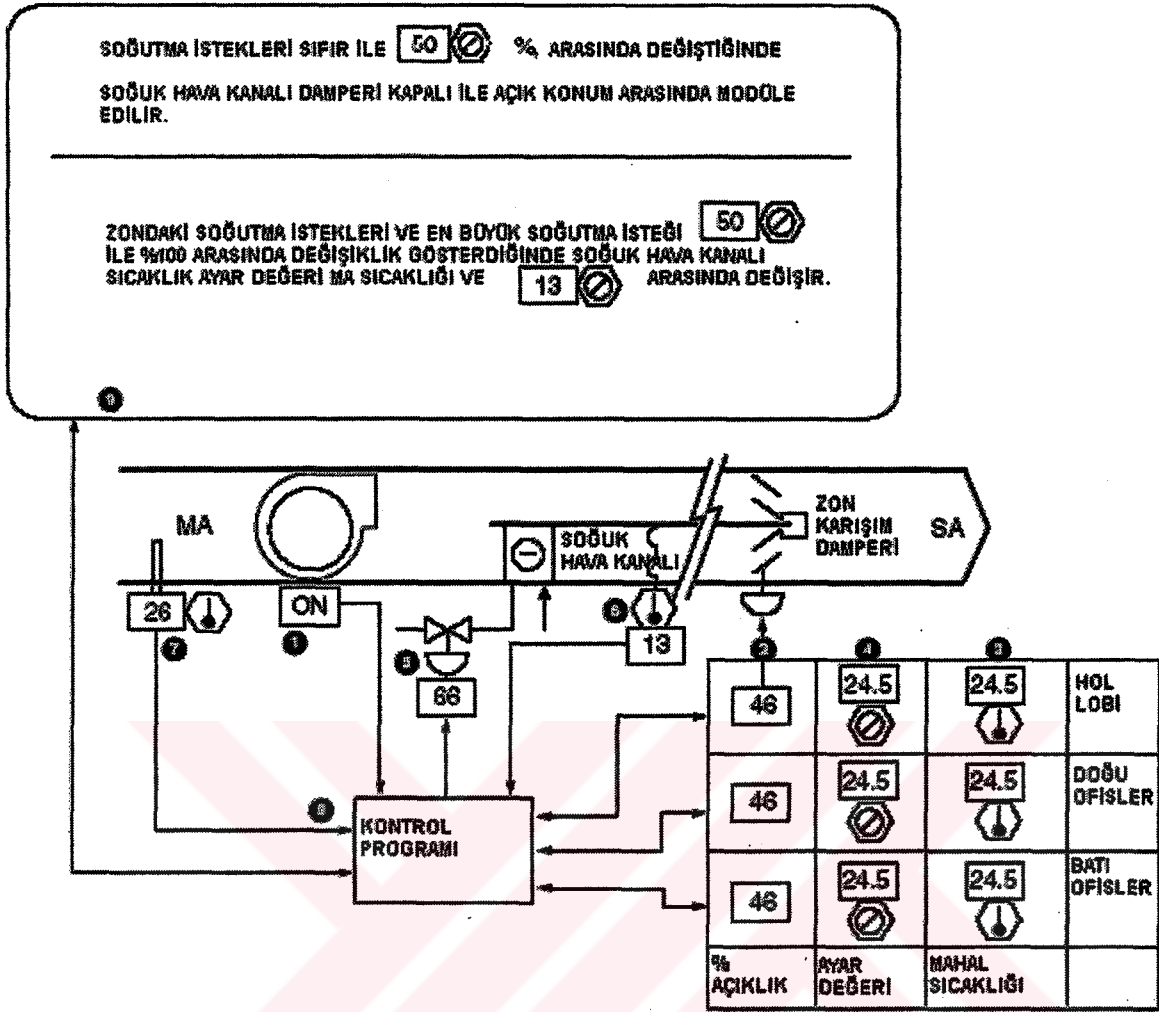
Şekil 5.33 Direk genişmeli bataryanın iki konumlu kontrolü şematik resmi

5.6.3 Soğuk Hava Kanalı Sisteminin Zon Damperli Kontrolü

İşlevler:

- 1- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 2,4- Zon karışım damperi mahal sıcaklığı ayar değerini sağlamak için modüle edilir..
- 5,6- Soğuk su vanası, soğuk hava kanalı sıcaklığını sağlamak için modüle edilir.
- 7- Karışım havası damperi sıfır soğutma yükü olduğu durumlarda, soğuk hava kanalı sıcaklığını belirler.
- 8- Kontrol programı zon isteklerini, sıcaklığı ve fan bağlantılarını kontrol eder.
- 9- Dinamik grafik çıktıları yetkili operatörlere düzeltilmiş ayar değerlerini izleme olanağı verir.
- 7- Sıcaklık farkı kompresör off modunu belirler.
- 8- Kompresör minimumu off ve minimum on modu kısa devreli durma kalkmaları önler.
- 9- Kontrol programı soğutmayı, güvenliği ve fan bağlantılarını kontrol eder.

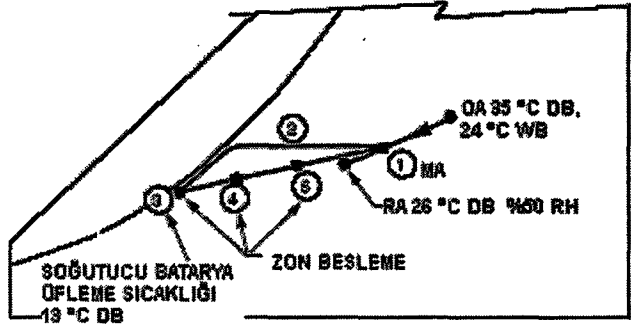
Bir adet karışım damperi ve sıcaklık algılayıcılar her bir zon için ayrı ayrı zon kontrolü sağlar. Tek bir sisteme yerleştirilmiş soğutma bataryası ve ya batarya grubu tüm sistem için soğutma sağlar. Sabit miktardaki hava zonlara gönderilir. Kanal içerisindeki hava en yüksek soğutma ihtiyacına cevap verebilecek sıcaklıkta olup, sistemde ısıtma bataryasının olduğu durumlarda verimli bir kontrol yapılması sağlanır.



Şekil 5.34 Soğuk hava kanalının zon damperli kontrolü şematik resmi

Psikometri:

- 1- Soğutma şartlarında karışım havası sıcaklığı
- 2- Bataryaya giren hava yoğunlaşma başlayıncaya kadar sabit nemde soğutulmaya başlar. Yoğunlaşma noktasının yakınlarında nem yoğunlaşmaya başlar ve soğuma devam eder. Bu proses duyulur ve gizli ısıtma proseslerini kapsar.
- 3- Bu şartlandırma zona verilmek üzere kanaldan ayrılan hava şartlarını gösterir.
- 4- Bu şartlardaki hava zona gönderilmek üzere kısmi olarak soğutulmuş by-pass besleme havasıdır.
- 5- Bu şartlardaki 4 numaralı şartlandırmada olduğundan daha az miktarda soğutulmuştur.

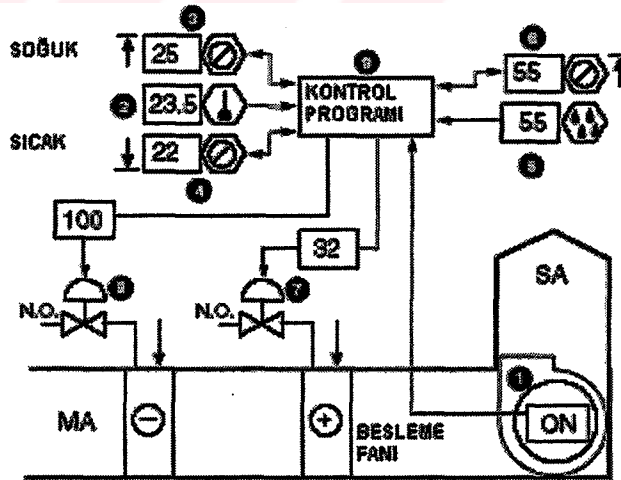


Şekil 5.35 Soğuk hava kanalının zon damperli kontrolü psikometrik şeması

5.7 Nem Alma Kontrol Prosesleri

Düşük sıcaklıktaki soğutma serpantinleri nemi düşük değerler düşürmek içinde kullanılabilirler. Serpantinin yüzey sıcaklığı buz oluşumundan dolayı donma sıcaklığının altında olacağından, geniş yüzgeç aralıklı özel DX serpantinlerinin kullanılması gerekir ve sıcak gaz, elektrik ısısı ve sıcak hava vasıtası ile buzları çözmek için hazırlık yapılmalıdır. Bu yaklaşım çok düşük sıcaklıklarda yetersiz kalmaya yönelir ve buzların çözülmesi için aralıklı kapanmaya veya birisi buzları çözerken diğerinin çalıştığı paralel serpantinlere gereksinim duyar.

5.7.1 Direk Genleşmeli Veya Su Soğutmalı Batarya Sistemi Kontrolü



Şekil 5.36 Direkt genleşmeli veya su soğutmalı batarya sistemi kontrolü şematik resmi

İşlevler:

1- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.

2,4- Mahal sıcaklığı PI kontrol döngüsü ölü bandlı ısıtma ve soğutma ayar değerine batarya ayar değerine sahiptir.

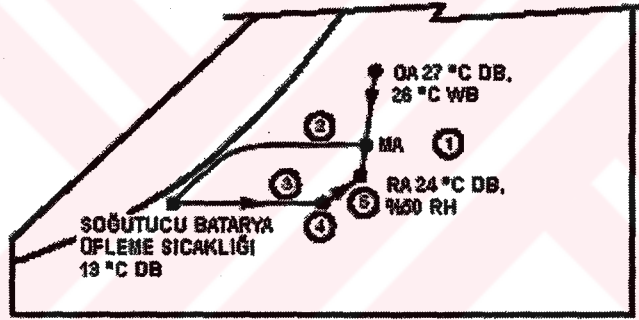
5,6- Mahal nem algılayıcı ve atar değeri nem alma işlemini etkinleştirir.

7,8- Isıtma ve soğutma için Isıtma ve soğutma vanaları pozisyonları. Fan durduğunda vanalar kapanır.

9- Kontrol programı, soğutmayı, ısıtmayı, nem almayı ve fan ve sıcak su bağlantılarını kontrol eder.

Fanın çalıştığı durumlarda kontrol programı her zaman için etkin haldedir. Bazı durumlarda bağlı nem ayar değerinin üzerine çıkabilir. Bu durumda soğutucu batarya vanası tamamen açılarak maksimum nem alma işleminin gerçekleşmesini sağlar.

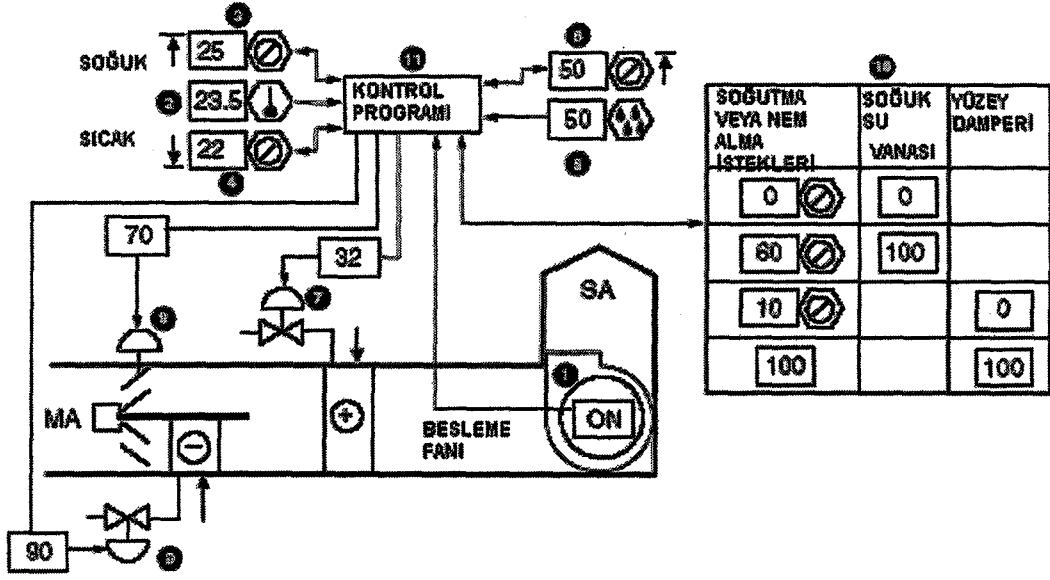
Psikometri:



Şekil 5.37 Direkt genişmeli veya su soğutmalı batarya sistemi kontrolü psikometrik resmi

- 1- Soğutma şartlarındaki karışım havası sıcaklığı.
- 2- Bataryaya giren hava yoğuşma sıcaklığına yaklaşıncaya kadar düz bir çizgi boyunca sıcaklık kaybeder. Bu noktadan sonra yoğuşma ile birlikte hava gizli ve duyulur ısı kaybeder.
- 3- Bataryadan ayrılan hava mahal şartlarına gelebilmesi için uzun düz bir çizgi boyunca ısıtılır.
- 4- Isıtıcı batarya çıkış sıcaklığı
- 5- Bu şartlandırma, havanın mahalde duyulur ve gizli ısı kazancını temsil ediyor.

5.7.2 Su Soğutmalı Batarya Yüzey Ve By-Pass Damperli Sistem Kontrolü.

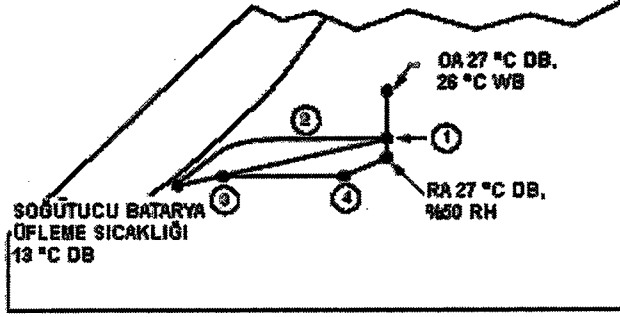


Şekil 5.38 Su soğutmalı batarya yüzey ve by-pass damperli sistem kontrolü şematik resmi

İşlevler:

- 1- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 2,4- Mahal sıcaklığı PI kontrol döngüsü ölü bandlı ısıtma ve soğutma ayar değerine batarya ayar değerine sahiptir.
- 5,6- Mahal nem algılayıcı ve atar değeri nem alma işlemini etkinleştirir.
- 7,9- Isıtma ve soğutma için ısıtma ve soğutma vanası, yüzey ve by-pass damperli pozisyonları.
- 10- Soğutma suyu, yüzey ve by-pass damperli yükleri basamakları.
- 11- Kontrol programı, soğutmayı, ısıtmayı, nem almayı ve fan ve sıcak su bağlantılarını kontrol eder.

Besleme fanının çalıştığı durumlarda kontrol programı her zaman devrededir. Sıcak su vanası mahal sıcaklığı ayar değerinin sağlanması için modüle edilebilir. bazı durumlarda soğutma vanası tamamen açılarak istenilen mahal nemini sağlamaya çalışır. Bu durumlarda mahal sıcaklığı ayar değeri ısıtma ve soğutma ayar değerlerinin ortasında olabilir.

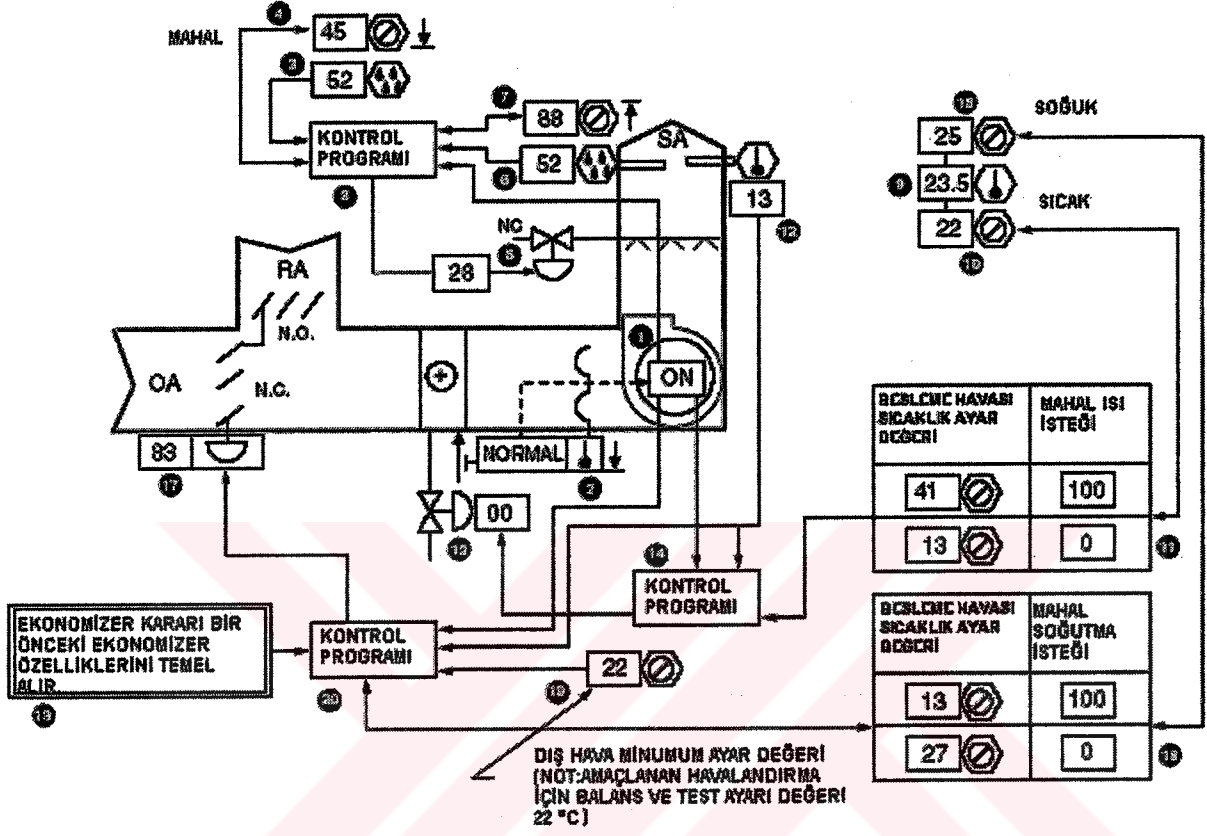
Psikometri:

Şekil 5.39 Su soğutmalı batarya yüzey ve by-pass damperli sistem kontrolü psikometrik şeması

- 1- 1, Soğutma şartlarında karışım havası sıcaklığı
- 2- Bataryaya giren hava yoğunlaşma başlayıncaya kadar sabit nemde soğutulmaya başlar. Yoğunlaşma noktasının yakınlarında nem yoğunlaşmaya başlar ve soğuma devam eder. Bu proses duyulur ve gizli ısıtma proseslerini kapsar.
- 3- Isıtma bataryasına giren hava. Bu hava soğutma bataryasından çıkan hava ile karışım havasının karışımından oluşmuştur. Eğer soğutma ve nem alma yükleri düşerse bu şartlardaki hava karışım havası şartlarına yaklaşık şartlardadır. Eğer bu yükler fazla ise havanın şartları soğutucu bataryayı terk eden havanın şartlarına yaklaşıktır.
- 4- Soğutma yükünün düşmesiyle birlikte ısıtma vanası tamamen açacak ve 3 şartları düz bir çizgi şeklinde 4 noktasına taşınacaktır.

5.8 Isıtma Sistemi Kontrol Prosesleri

5.8.1 Mahallin Isıtma, Ekonomizer (Serbest Soğutmada) Ve Nem Kontrolü



Şekil 5.40 Mahallin ısı, ekonomizer ve nemlendirme kontrolü şematik resmi

İşlevler:

- 1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 3,5- Mahal sıcaklığı PI kontrol döngüsü mahal nemi ayar değerinin altına düştüğünde nem vanasını kontrol eder.
- 6,7- SA nem PI nem kontrol döngüsü, kanal içerisindeki nem oranı ayar değerinin üzerine çıktığı zaman nem vanasını kısar.
- 8- Kontrol programı, mahalli, havanın kontrolünü ve fan bağlantılarını kontrol eder.
- 9,11- Mahal ısıtma sıcaklığı PI döngüsü, SA ısıtma sıcaklık ayar değeri programı için veri sağlar.
- 12- Mahal ısıtması PI kontrol döngüsü, ısıtma ve karışım havası kontrol programı için veri sağlar.

- 13- Sıcak su vanası SA sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.
- 14- Kontrol programı, mahalli, SA ısıtma kontrolünü ve fan bağlantılarını koordine eder.
- 15,16- Mahal soğutma PI kontrol döngüsü, SA soğutma sıcaklığı kontrol programı için veri sağlar.
- 17- Karışım damperi, SA sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.
- 18- Ekonomizer kontrol programı OA nın soğutma için uygunluğuna karar verir.
- 19- Karışım damperi minimum havalandırma değeri.
- 20- Kontrol programı, Mahalli, besleme havası soğutma kontrolü, ve fan bağlantılarını koordine eder.

Fanın çalıştığı zamanlarda kontrol programı her zaman etkindir. Mahal nemi limit ayar değerinin altına düştüğünde nemlendirme vanası PI kontrolü ile modüle edilerek, besleme havası nemi ayar değeri üst limitinin %88'ine kadar getirilir.

Mahal ısı yükü %0 ile %100 arasında değişirken, besleme havası ayar değeri PID kontrol döngüsü ile 13 °C ile 41 °C arasında ayarlanır. Sıcak su vanası mahal sıcaklığı ayar değerini sağlamak için gerekli oranda modüle edilir.

Fanın çalıştığı durumlarda karışım damperi minimum havalandırmayı sağlayacak pozisyonadadır.

Mahal soğutma yükü %0 ile %100 arasında değişirken, besleme havası ayar değeri PID kontrol döngüsü ile 27 °C ile 13 °C arasında ayarlanır. Dış hava ve geri dönüş havası damperleri mahal sıcaklığı ayar değerini sağlamak için modüle edilir.

Soğutma damperi, ekonomizer modunda olunmadığı zamanlarda minimum pozisyona geri dönecek şekilde kontrol edilir.

Isıtma ve soğutma için ayar değerleri ayrı ayrı ayar sağlanır.

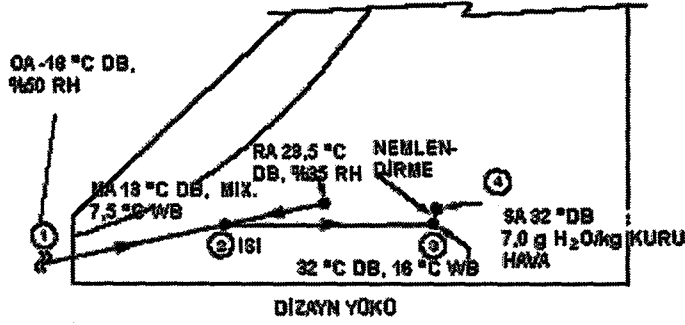
Psikometri:

1-18 °C ve %50 bağıl neminde dış hava

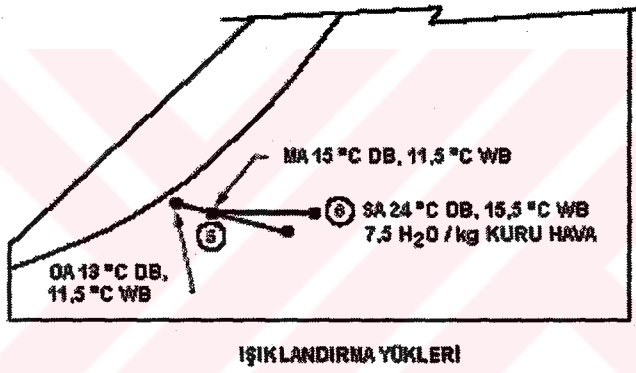
2-Karışım havası 12,5 °C DB ve 7,5 °C WB

3-Isıtılmış hava

4-Besleme havası şartları



Şekil 5.41 Mahallin ısı, ekonomizer ve nemlendirme kontrolü dizayn yükü psikometrik şeması



Şekil 5.42 Mahallin ısı, ekonomizer ve nemlendirme kontrolü dizayn yükü psikometrik şeması

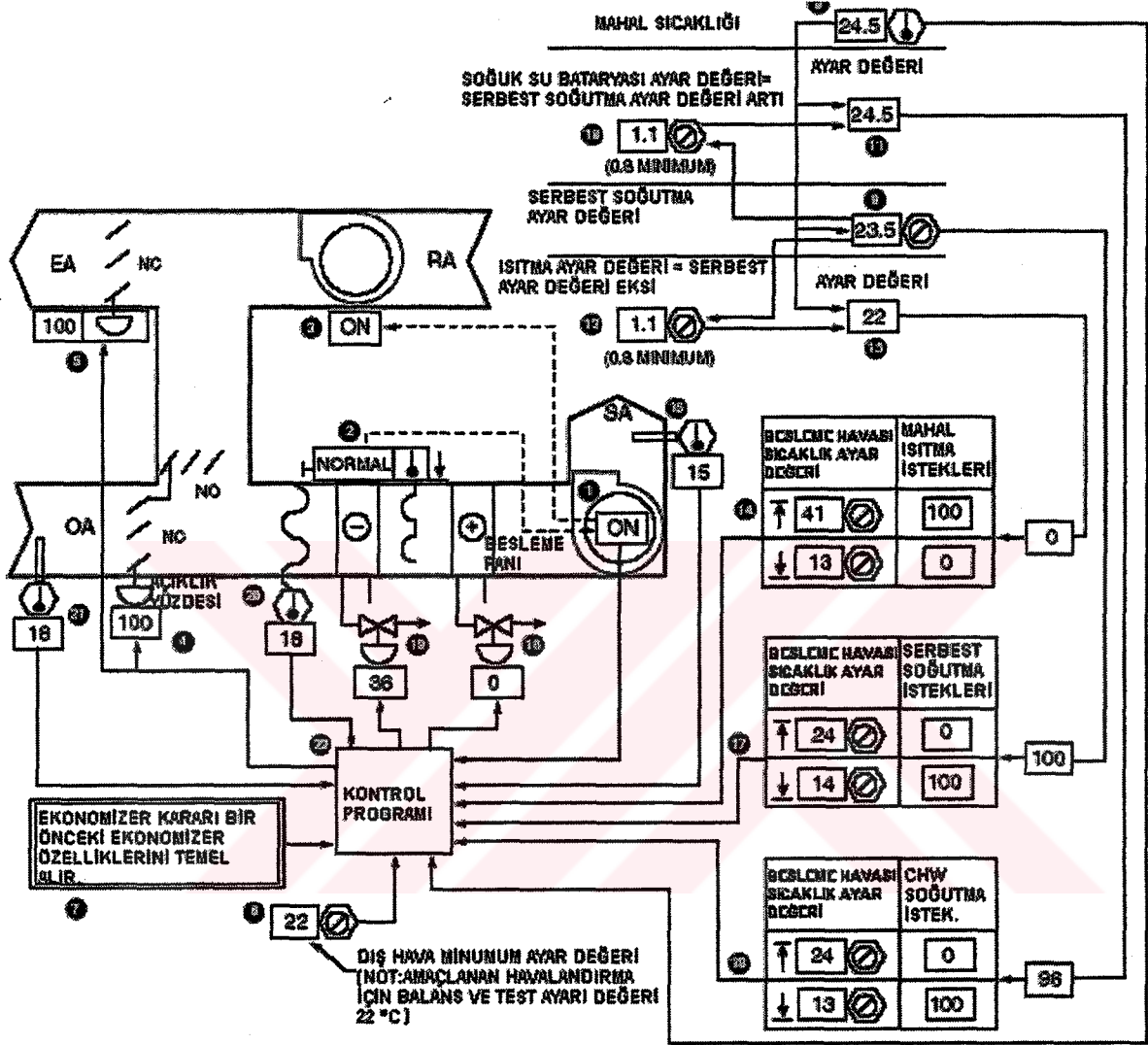
Işıklandırma duyulur ısı yükleri

5-Karışım havası yükleri

6-Besleme havası şartları

5.9 Yıllık Çevrim Sistemi Kontrol Prosesleri

5.9.1 Isıtma, Soğutma Ve Ekonomizer



Şekil 5.43 Yıllık çevrim, ısıtma, soğutma ve ekonomizer kontrolü psikometrik şeması

İşlevler:

- 1,3- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 4,6- karışım damperi serbest havalandırma modunda minimum havalandırma ayar değerini sağlamak için modüle edilir.
- 7- Dış hava sıcaklığı uygun olduğu durumlarda ekonomizer serbest soğutma için etkin hale getirilir.

8- Isıtma ve soğutma istekleri için mahal sıcaklığı,

9,13- Serbest soğutma ve ısıtma-soğutma ölü bölgeleri değerleri, sıcak su ve soğuk sulu ısıtma için SA ayar değerlerini belirler. Software 0,8 °C ölü bölge ayar değerine sahiptir.

14- Isıtma isteklerine göre SA sıcaklık ayar değeri değişir.

15,16- Sıcak su vanası SA sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.

17- Serbest soğutma tercihleri SA sıcaklık ayar değeri değişir.

18- Sulu soğutmada soğutma tercihleri SA sıcaklık ayar değeri değişir.

19- Soğuk su vanası SA sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.

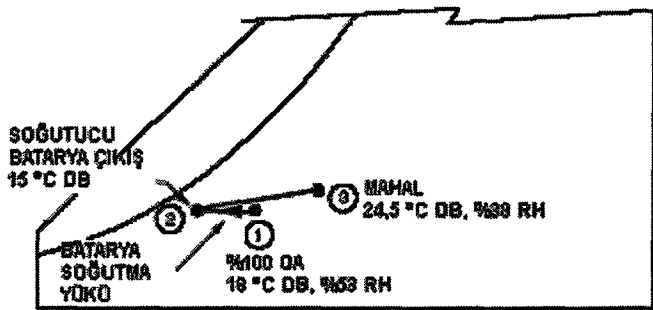
20- MA sıcaklık algılayıcı (operatör bilgilendirme için)

21- OA sıcaklık algılayıcı (operatör bilgilendirme için)

22- Kontrol programı, Mahalli, besleme havası soğutma, ısıtma kontrolü, ve fan bağlantılarını koordine eder.

Karışım damperi mesai zamanlamasına göre minimum pozisyonunu korur. Dış hava sıcaklığı uygun olduğu durumlarda ekonomizer programı etkin hale gelir. Serbest soğutma PI kontrol döngüsü tarafından mahalde yaşayanların konfor şartlarına cevap verebilmek için mahal sıcaklık ayar değeri kontrol edilir.

Psikometri:



Şekil 5.44 Yıllık çevrim, ısıtma, soğutma ve ekonomizer kontrolü psikometrik şeması

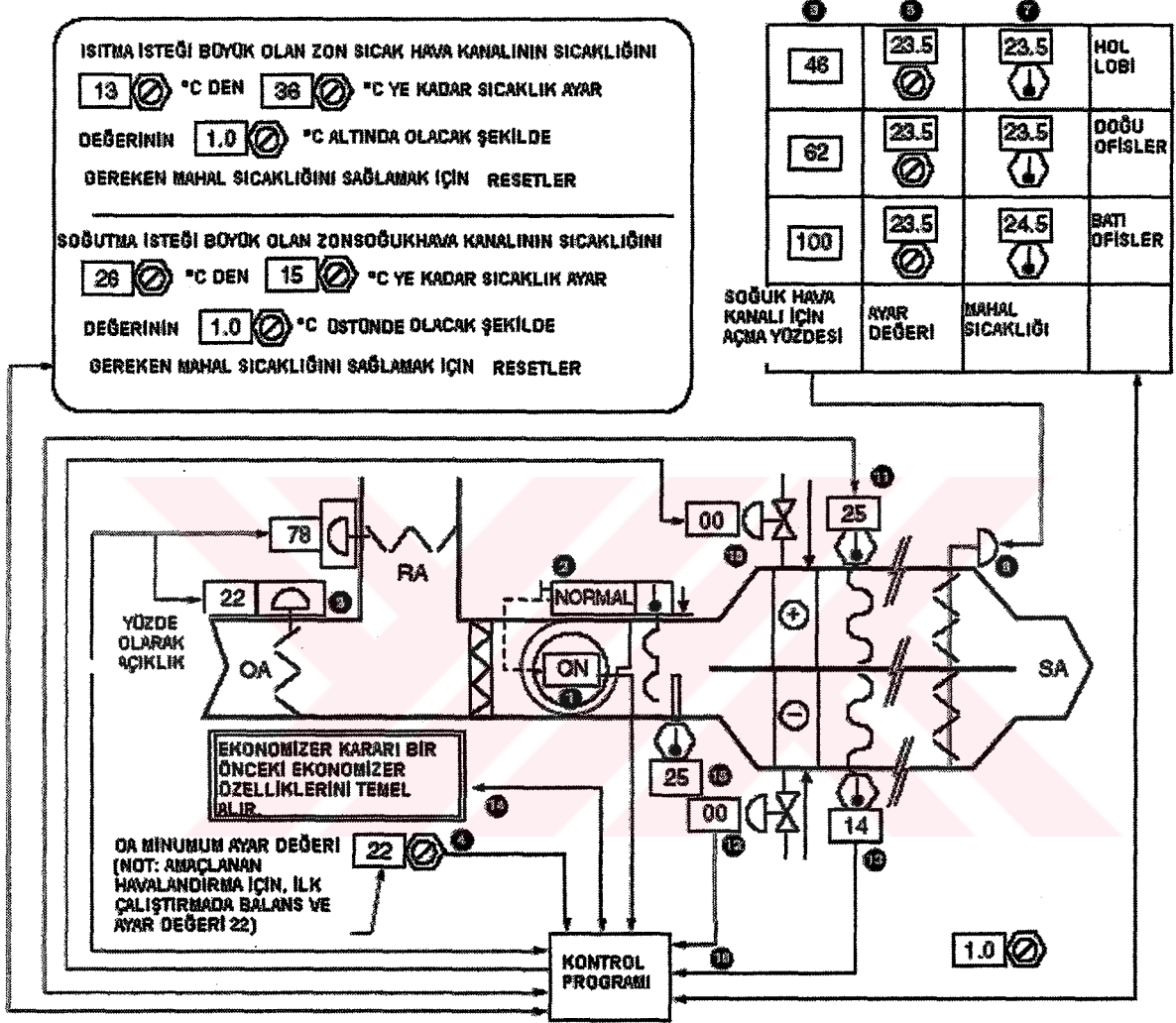
1-%100 ekonomizer havası soğutucu bataryaya giriyor.

2-Bataryaya giren hava ayar değeri olan 15 °C ye kadar soğutuluyor. (Çok az miktarda

yoğuşma meydana gelir.)

3-Mahal şartları

5.9.2 Çok Zonlu Üniteler



Şekil 5.45 Çok zonlu üniteler için şematik resim

İşlevler:

- 1,2- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.
- 3,4- Karışım damperi soğutma için modüle edilir veya fan işlemleri boyunca minimum pozisyonda kalır.
- 5-8- Zon karışım damperi mahal sıcaklık ayar değerini sağlamak için modüle edilir.
- 9- Zondaki, en yüksek soğutma ihtiyacına cevap verilebilecek şekilde soğuk hava kanalı ayar

değeri, en yüksek ısıtma ihtiyacına cevap verebilecek şekilde sıcak hava kanalı ayar değeri belirlenir.

10,11- Sıcak su vanası sıcak hava kanalı sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.

12,13- Soğuk su vanası soğuk hava sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.

14- Dış hava sıcaklığının uygun olması durumunda ekonomizer etkin hale getirilir.

15- Fandan ayrılan havanın sıcaklığı (Operatör bilgilendirme için)

16- Kontrol programı soğutmayı, ısıtmayı, havalandırmayı, ve fan bağlantılarını koordine eder

Psikometri:

1-Örnek zamandaki dış hava sıcaklığı

2-MA %25 OA, %75 RA. Bu aynı zamanda sıcak hava kanalı havasıdır. Zonda sıcaklık düşüşü meydana gelmediği varsayılıyor.

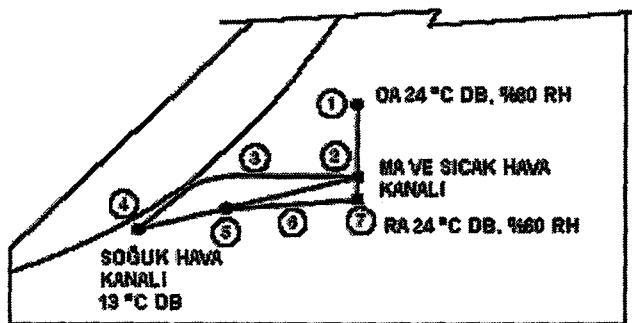
3-Bu çizgi soğuk hava kanalının soğutma prosesini temsil ediyor.

4-Soğuk hava kanalı sıcaklığının Program tarafından belirlenen ayar değeri.

5-Zon ihtiyacına göre zona üflenen hava (yarısı soğuk hava kanalından, yarısı karışım havası)

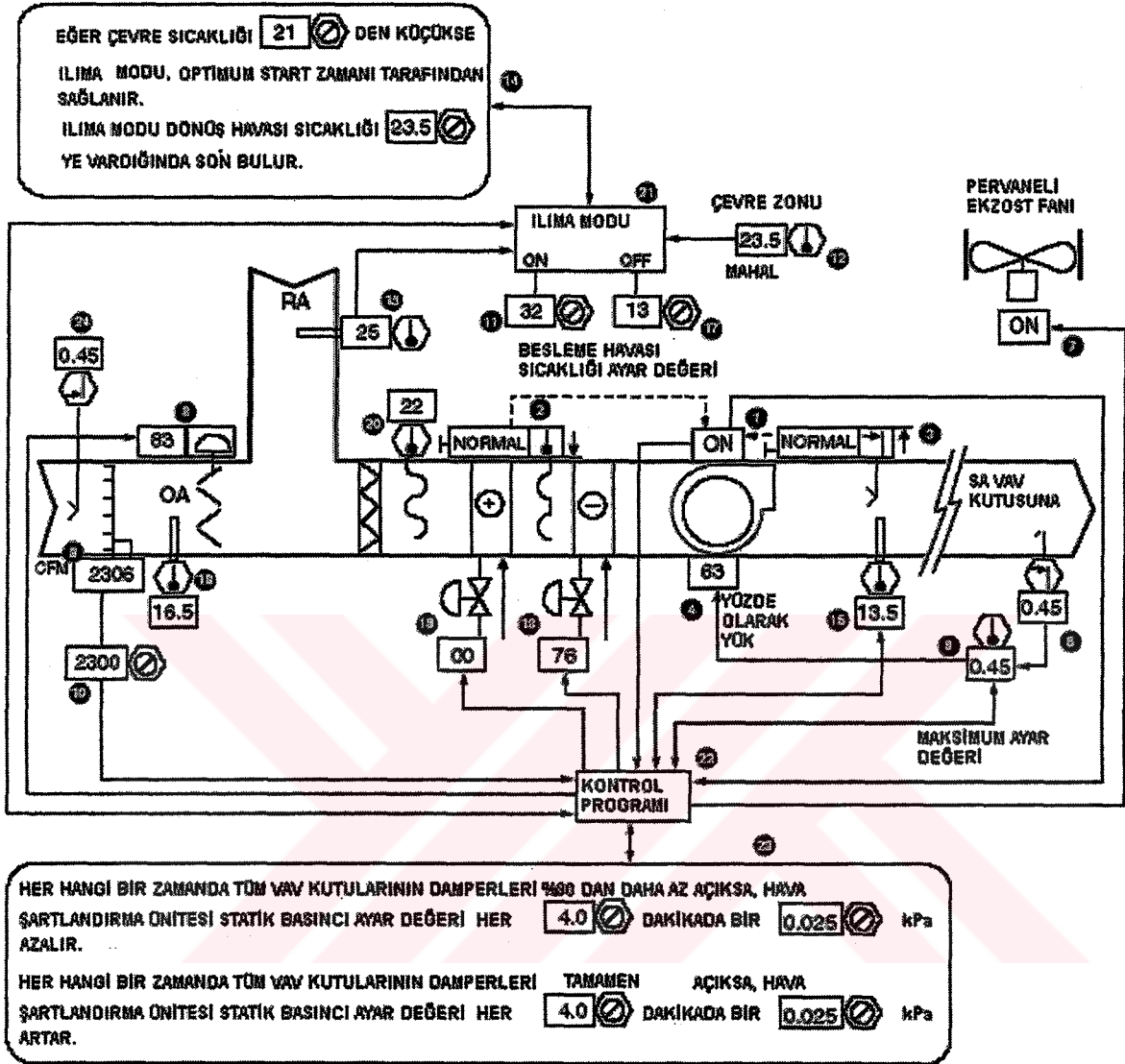
6-Mahal soğutması proses çizgisi.

7-Geri dönüş havası.



Şekil 5.46 Çok zonlu üniteler için psikometrik şeması

5.9.3 VAV Hava Şartlandırma Ünitesi, Su Tarafı Ekonomizerli, Dış Hava Akış Kontrolü



Şekil 5.47 VAV hava şartlandırma ünitesi, su tarafı ekonomizerli, dış hava akış kontrolü şematik resmi

İşlevler:

1,3- Kontrol sistemi fanın start almasıyla birlikte etkin hale gelir.

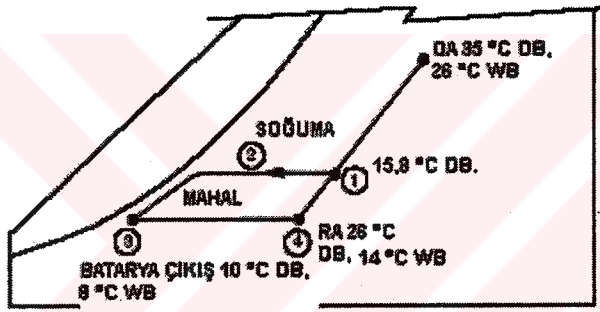
4,6- Kanal statik basıncını sağlamak için besleme fanı yükü

7-10- Mesai zamanı boyunca egzost dönüş fanı çalışır ve OA kontrol edilir.

11,14- Başlangıçta çevre sıcaklığı düşük olduğunda SA sıcaklığı ayar değeri RA sıcaklığı yükselineye kadar ılıktır.

- 15,16- Sıcak su vanası SA sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.
- 17,18- Soğuk su vanası SA sıcaklık ayar değerinin sağlanması için modüle edilir.
- 19,20- Operatör bilgilendirme için OA ve MA sıcaklık bilgisi.
- 21- Ilıtma modu boyunca SA sıcaklık ayar değeri soğuktan-sıcağa döner.
- 22- Kontrol programı sıcaklık kontrolünü, havalandırmayı, ve fan bağlantılarını koordine eder.

Psikometri:



Şekil 5.48 VAV hava şartlandırma ünitesi, su tarafı ekonomizerli, dış hava akış kontrolü psikometrik şema

- 1-RA %20 dış hava ile karıştır. (minimum pozisyonda)
- 2-Bataryaya giren hava düz bir çizgi boyunca soğur, daha sonra duyulur ısı ve gizli ısı kaybederek soğumaya devam eder.
- 3-Karışım havası bataryadan ayrılmadaki koşullara getirilmesi için soğutma bataryasında soğutulur ve nemi alınır.
- 4-Tekrar ısıtma bataryası ve ya mahalde ısı kazancı.

SONUÇLAR

ISK sistemlerinde Enerji sarfiyatı çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörleri bina konstrüksiyonu, kullanım, bina içerisindeki faaliyetler, coğrafi yerleşim, tabiat, ISK ekipmanlarının özellikleri ve kontrol sistemi olarak sayabiliriz. ISK sistemi için bir kontrol stratejisi seçilirken tüm bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapılan çeşitli araştırmalarda göstermiştir ki en basit kontrol şekli olan minimum dış hava miktarı tüm binalar için en düşük miktarda enerji tasarrufunun sağlandığı kontrol stratejisidir.

Tüm uygulamalarda ekonomizerler enerji maliyetlerinin düşmesine yardımcı olabilirler. Bununla birlikte çok kurak iklimli bölgelerde dış hava kuru termometre sıcaklığına bağlı olarak kontrol stratejisi seçmek enerji tasarrufu açısından daha yararlı olacaktır.

Dış hava ve geri dönüş havasının özellikleri karşılaştırılarak ekonomizer kullanımına karar verilmesi ve iç hava kalitesine göre yapılan (CO₂ sensörü kullanılarak) havalandırma tüm coğrafi bölgeler için en fazla enerji tasarrufunun yapıldığı kontrol stratejisidir. CO₂ sensörü kullanılmadan kişi sayısına göre dış hava miktarının ayarlanması ile yapılan havalandırma gereksiz yere enerji maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır.

KAYNAKLAR

Honeywell Inc., (1997), "Engineering Manuel of Automatic Control for Commercial Buildings SI Edition".

tmnob mmo, (2003), "Otomatik Kontrol Tesisatı".

HEADQUARTERS, DEPARTMENT OF THE ARMY, (1991), "Heating, Ventilating And Air Conditioning (HVAC) Control System".

Özgür, D. (1923), "Sıcaklık Ölçülmesi, Otomatik Kontrolü, Otomatik Kontrolde Değeri ve Etkisi", İ.D.M.M Doçentlik Çalışması.

SAUTER, (2003), "Product Data Sheets 2003"

Tezcan L. ve Ulusoy H. (1998), "Akıllı Bina Sistemlerinin Projelendirilmesi ve Koordinasyonu", BMS Dergisi, Ocak 1998, Sayı 1

Mete, A., (2000), "Bina Otomasyon Sistemlerinde Entegrasyon ve BACnet", TTMD Dergisi, Mart-Nisan 2000, Sayı 6.

Çakmanus, İ., (2001), "Klima Sistemlerinde Enerji Tasarrufu İçin Bazı Otomasyon Senaryoları", TTMD Dergisi, Mart-Nisan 2001, Sayı 12.




























Brown, A., (1997), "A Computer Study of The Energy Savings From Using Various Economizer Changeover Strategies in a Retail Store", <http://hbctechlit.honeywell.com/>

EKLER

Ek 1 Hava Şartlandırma Sistemleri Şemalarında Kullanılan Semboller



Ek 1 Hava Şartlandırma Sistemleri Şemalarında Kullanılan Semboller

	SICAKLIK KONTROL ELAMANI		FAN
	SICAKLIK ALGILAYICI		BASINÇ KONTROL ELAMANI
	ALT LİMİT		BASINÇ KONTROL ELAMANI YÜKSEK LİMİT, KESME, MANUEL RESET
	ÜST LİMİT		BASINÇ ALGILAYICI
	MANUEL RESET NOTASYONU		0.45
	EKLEME SICAKLIK SENSÖRÜ		SOĞUTUCU BATARYA
	ORTALAMA SICAKLIK ALGILAYICI		ISITICI BATARYA
	SICAKLIK KONTROL ELAMANI (ALT LİMİT EMNİYET)		FİLTRE
	MANUEL ÇOKLU DURUM KONTROLÜ (ON-OFF-OTO)		POMPA
	DURUM NOKTASI		SELENOİD VANA
	DEĞER NOKTASI		DUMAN DEDEKTÖRÜ
	AYARLANABİLİR DEĞER		PERVANELİ ENSOZ FANI
	ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA		
	İKİ YOLLU MOTORLU VANA		
	MOTORLU DAMPER		

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	20.08.1971	
Doğum yeri	Sivas	
Lise	1984-1987	Şişli Endüstri Meslek Lisesi
Lisans	1989-1994	Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Lisans	1994-1997	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1989-1991	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurumlar

1997-1999	BEDSAMAK Mak. Tic. Ltd. Şti.
1999- 2001	TMMOB MMO İstanbul Şube
2001-2004	ISISO Mühendislik Ltd. Şti.
2004-	DENGE ISITMA SOĞUTMA Ltd. Şti. (Devam Ediyor)