BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİ VE AKILLI BİNALAR

Editör
HÜSEYİN BULGURCU



Hazırlayanlar
Hüseyin BULGURCU - İlhan TARIMER
Hüseyin GÜNERHAN - Necati KOÇYİĞİT
Engin AKYÜZ - Mustafa SEÇİLMİŞ
Ayhan ONAT - Volkan ŞAHİN
Burak BALKIN - Gül Nihal GÜĞÜL

Kasım 2020

BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİ VE AKILLI BİNALAR

Editör
Hüseyin BULGURCU

Kasım 2020
İstanbul
Teknik Sektör Yayıncılığı A.Ş.

BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİ VE AKILLI BİNALAR

Editör:
Hüseyin BULGURCU

Hazırlayanlar:
Hüseyin BULGURCU
İlhan TARIMER
Hüseyin GÜNERHAN
Necati KOÇYİĞİT
Engin AKYÜZ
Mustafa SEÇİLMİŞ
Ayhan ONAT
Volkan ŞAHİN
Burak BALKIN
Gül Nihal GÜĞÜL

© Her hakkı mahfuzdur. Yayımcının müsaadesi olmaksızın kısmen veya tamamen hiçbir şekilde ve teknikle çoğaltılamaz yayınlanamaz.

ISBN: 978-975-8476-04-6

Yayınlayan:

B2B medya

Teknik Sektör Yayıncılığı A.Ş.
Barbaros Mah. Uğur Sk. No: 2/2 34662 Üsküdar / İstanbul
Tel: 0216 651 7878 / Faks: 0216 651 7898
www.b2bmedya.com • info@b2bmedya.com

ÖNSÖZ

Bina otomasyon sistemi olarak da bilinen bina yönetim sistemi (BYS), binalara havalandırma, aydınlatma, güç sistemleri, yangın sistemleri ve güvenlik sistemleri gibi mekanik ve elektrik ekipmanlarını kontrol eden ve izleyen bilgisayar tabanlı bir kontrol sistemidir.

Bina otomasyon sistemlerindeki temel amaç tek bir kanaldan bütün sistemin izlenmesi ve kontrol edilebilmesidir. Günümüzde de hem orta hem de devasa büyüklükteki binalar için otomasyon 3 ayrı kısımda incelenmektedir. Bunlar ***mekanik sistem kontrolü, aydınlatma sistemi kontrolü*** *ve* ***elektriksel sistemin kontrolü****dür.*

Enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için bina otomasyonları olmazsa olmazlardandır. Sizlere hem aydınlatma hem de iklimlendirme çözümlerinde model olmaktadır. Bina güvenliğinin sağlanabilmesi için bina otomasyonunun önemi çok büyüktür. Yangın, doğalgaz kaçağı, sel ve buna benzer tehlikeli durumlarda bina otomasyon sistemlerimiz hem binanızı hem de bina içerisindeki insanları en hızlı ve güvenilir bir şekilde uyarmaktadır. Bu da bina sahiplerine zaman kazandırır.

Daha az çalışan ile bütün sistem kolayca kontrol edilebilmektedir. Bu da personel giderlerinizin azalmasına yardımcı olmaktadır. Son teknolojik bina otomasyon sistemleri ile verimlilik maksimum seviyeye çıkarılmaktadır. Akıllı bina konsepti 1980'li yılların başlarında ABD'de doğmuştur. Bu konsepte göre akıllı binalar; bina içinde ve dışındaki koşulların algılanması, tüketilen kaynak ve enerjinin en aza indirilerek en verimli, rahat ve güvenli bir ortamın oluşturulması ve binadaki nesnelerin insanlarla kullanımı kolay araçlarla etkileşiminin sağlanmasını sağlar.

Bina yönetim sistemleri ve akıllı binalar ülkemizde de 2000'li yıllardan bu yana uygulanmaktadır. Ancak bu konuda Türkçe bir eser olmayışı bu konudaki temel öğrenme ihtiyaçlarını arttırmıştır. Bu konuda ilk açılan ders MEB-YÖK projesi kapsamında Meslek Yüksekokullarının İklimlendirme Soğutma Programlarına seçmeli BYS dersi koymuştuk. Yine 2012-2016 yılları arasında Balıkesir Üniversitesinde lisansüstü dersi olarak Bina Yönetim Sistemleri dersini okuttum. Ancak konunun çoklu disiplinleri kapsayan bir ders olması dolayısıyla biz ancak mekanik tesisatla ilgili olan bölümleri üzerinde durabilmekte idik. Konunun daha kapsamlı hazırlanabilmesi için daha geniş bir kadro ile çalıştık ve bu derleme eser karşınıza çıktı.

Kitapta tüm özenimize rağmen çeviri ve yazım hataları, bazı tekrarlar olacaktır. Bu konuda affınıza sığınıyor, düzeltme önerilerinizi bekliyoruz.

Hüseyin BULGURCU
22.11.2020 Balıkesir

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM-1 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNE (BYS) GİRİŞ

1.1 GİRİŞ..... 1
1.2 AKILLI BİNA NEDİR?..... 2
1.3 ENTEGRE BİNA NEDİR?..... 2
1.4 ENTEGRASYON NASIL SAĞLANIR?..... 3
1.5 AÇIK PROTOKOL NEDİR?..... 4
1.6 BİNA YÖNETİM SİSTEMİNİN (BYS) YAPISI..... 5
1.7 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNİN FAYDALARI..... 6
1.8 BİNA YÖNETİM SİSTEMİ KAPSAM VE UYGULAMA ALANLARI..... 6
1.9 BİNA YÖNETİM PROJE TASARIM VE UYGULAMA SÜREÇLERİ..... 7
1.10 DOĞRU BİNA YÖNETİM SİSTEMİ (BYS) SEÇİM KRİTERLERİ..... 7
1.11 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNİN GELİŞİM SÜRECİ..... 8
1.12 KLASİK BİNA YÖNETİM SİSTEMİ MİMARİSİ VE YAPISI..... 8
1.13 TÜMLEŞİK BİNA YÖNETİM SİSTEMİ MİMARİSİ..... 9
1.14 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNDEKİ GELİŞMELER..... 11
1.15 PRATİK SORUNLAR..... 11
1. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 14

BÖLÜM-2 OTOMATİK KONTROLE GİRİŞ

2.1 KONTROL SİSTEMİNİN TEMELLERİ..... 15
2.1.1 Kontrol nedir?..... 15
2.2.2 Bir Kontrol Sisteminin Unsurları..... 15
2.2. TEMEL KONTROL KAVRAMLARI..... 16
2.3 KONTROL TEORİSİ..... 21
2.4 KULLANDIKLARI ENERJİYE GÖRE KONTROL SİSTEMİ TÜRLERİ..... 23
2.4.1 Doğrudan Etkili Sistemler (Kendine Yeterli Sistemler) 23
2.4.2 Elektrik / Elektronik Sistemler..... 23
2.4.3 Pnömatik Sistemler..... 25
2.4.4 Akışkansı (Fluidik) Sistemler..... 25
2.4.5 Mikroişlemci Sistemleri..... 26
2.4.6 Karışık Sistemler..... 26
2.5 OTOMATİK KONTROL TÜRLERİ (KONTROL CİHAZI YANITLARI) 26
2.5.1 İki Konumlu Kontrol..... 27
2.5.2 Yüzer Kontrol..... 31
2.5.3 Oransal Kontrol..... 33
2.5.4 İntegral Kontrol Etkisi..... 38
2.5.5 Oransal + İntegral (PI) Kontrol..... 38
2.5.6 Oransal +Türevsel Kontrol..... 40
2.5.7 Oransal + İntegral + Türev (PID) Kontrol..... 40
2.6 ORANSAL KONTROL CİHAZI ÇIKIŞLARI..... 43
2.6.1 Zaman Oransal Çıkışı..... 43
2.6.2 Akım Çıkışı..... 44
2.6.3 Gerilim Çıkışı..... 44
2.7 KONTROL CİHAZLARININ AYARLANMASI (AKORT)..... 44
2.7.1 Oransal ve İntegral (PI) Kontrollerin Ayarı..... 45
2.7.2 Sayısal Kontrollerin Ayarı..... 46
2.7.3 PID Parametrelerinin Ayarlanması..... 46
2.8 DDC KULLANMANIN AVANTAJLARI..... 49
2.9 SİSTEM KARARLILIĞI..... 50
2.9.1 Sistemi Ayarlama..... 50
2.9.2 Kendi Kendine Ayar ve Yapay Zekâ..... 51
2. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 52

BÖLÜM-3 DUYARGALAR VE DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

3.1 GİRİŞ…… 53
3.2 DUYARGALARIN ÖZELLİKLERİ…… 54
3.2.1 Statik Özellikleri…… 54
3.2.2 Dinamik Özellikleri…… 56
3.3 DUYARGALAR VE DUYARGA ÇEŞİTLERİ…… 57
3.3.1 Duyarga Nedir?…… 57
3.3.2 Duyarga Özellikleri …… 58
3.3.3 Sinyal Tipleri, Transdüzer ve Ölçme Yükselteçleri …… 58
3.3.4 Duyargaların Giriş Büyüklükleri…… 59
3.3.5 Besleme Gerilimine Göre Duyargalar…… 59
3.3.6 Ölçüm Sistemine Göre Duyargalar…… 62
3.4 SICAKLIK DUYARGALARI…… 65
3.4.1 Metal Çifti (Bimetal) Şerit…… 65
3.4.2 Rot ve Tüp Eleman…… 65
3.4.3 Sızdırmaz Körükler…… 66
3.4.4 Hazne ve İnce Borulu Duyargalar…… 66
3.4.5 Termistör Duyargalar…… 66
3.4.6 Diod Duyargalar…… 67
3.4.7 Isıl Çift (Termokupl) Duyargalar…… 67
3.4.8 Direnç Tipi Duyargalar…… 69
3.5 NEM DUYARGALARI…… 72
3.5.1 Ölçme Elemanı İnsan Saçı Olan Nem Duyargaları…… 72
3.5.2 Bağıl Nem Duyargaları…… 73
3.5.3 Direnç Bağıl Nem Duyargası…… 73
3.5.4 Kapasite Bağıl Nem Duyargası…… 73
3.5.5 Kuvars Kristalli Bağıl Nem Duyargası…… 74
3.5.6 Entalpi Duyargası…… 74
3.6 ÇİĞ NOKTASI ÖLÇÜMLERİ…… 75
3.6.1 Sıcaklık ve Bağıl Nemden Hesaplama…… 75
3.6.2 Soğutulmuş Ayna Higrometreleri…… 75
3.7 BASINÇ DUYARGALARI…… 75
3.7.1 Değişken Direnç…… 75
3.7.2 Kapasite Değişimi ile Basınç Ölçümü…… 76
3.8 AKIŞ DUYARGALARI…… 77
3.8.1 Delikli Levha (Orifis Pleyt)…… 77
3.8.2 Venturi tüpü…… 78
3.8.3 Akış Nozulları…… 78
3.8.4 Vorteks Yayılma Duyargaları…… 78
3.8.5 Pozitif Yer Değiştirmeli Akış Duyargaları…… 78
3.8.6 Türbin Bazlı Akış Duyargaları…… 79
3.8.7 Manyetik Akış Duyargaları…… 79
3.8.8 Ultrasonik Akış Duyargaları…… 80
3.8.9 Doppler Ultrasonik Tip Akış Duyargaları…… 81
3.8.10 Kütlesel Akış Duyargaları (Coriolis)…… 81
3.9 HAVA HIZI DUYARGALARI…… 82
3.9.1 Dinamik Basınç Okuyarak Yapılan Ölçüm…… 82
3.9.2 Sıcak Film Metodu…… 82
3.9.3 Sıcak Tel Anemometresi…… 82
3.9.4 Pitot – Statik Tüp…… 83
3.9.5 Pervaneli Anemometreler…… 84
3.10 SIVI SEVİYE ÖLÇÜMLERİ…… 84
3.10.1 Hidrostatik Seviye Ölçümü…… 84
3.10.2 Ultrasonik Seviye Kontrolü…… 85
3.10.3 Kapasite Seviye Kontrolü…… 85
3.11 HAVA KALİTE DUYARGALARI…… 85
3.12 HAREKET DUYARGALARI…… 86
3.12.1 Pasif Infrared Teknolojisi…… 86
3.12.2 Ultrasonik Teknoloji…… 88
3.12.3 İkili (Dual) Teknoloji…… 88
3.13 AYDINLATMA SEVİYE DUYARGALARI…… 89
3.14 ELEKTRİKSEL GÜÇ ANALİZÖRLERİ…… 89
3. BÖLÜM KAYNAKLARI…… 90

BÖLÜM-4 SÜRÜCÜLER (OPERATÖRLER)

4.1 GİRİŞ..... 91
4.2 ALTERNATİF AKIM (AC) MOTORLARI..... 91
4.2.1 Tarihçesi..... 91
4.2.2 AC (Alternatif Akım) Motorun Çalışması..... 91
4.2.3 AC Motorların Üstünlükleri..... 92
4.2.4 AC Motor Çeşitleri..... 92
4.2.5 Tek Fazlı Asenkron Motorlar..... 92
4.2.6 Yardımcı Sargılı Bir Fazlı Motorlar..... 92
4.2.7 AC Motorların Üstünlükleri..... 93
4.2.8 AC İndüksiyon Motorunun Çalışması..... 93
4.2.9 Yardımcı Sargılı Motor Çalışma Prensibi (Tek Faz Motorlar İçin)..... 93
4.2.10 Merkezkaç Anahtarı..... 93
4.2.11 Bir Fazlı Motorlarda Devir Ayarlamak ve Dönüş Yönü Değiştirmek..... 94
4.2.12 Kutup Sayısının Değiştirilmesi (Tek Faz Motorlar İçin)..... 94
4.2.13 Frekans Dönüştürücü (Hız Kontrol Cihazları) ile Bir Fazlı Motorun Devir Ayarı Yapılabilir mi?..... 94
4.3 ASENKRON MOTOR (İNDÜKSİYON MOTORU)..... 94
4.3.1 Tek Fazlı Motor..... 95
4.3.2 Üç Fazlı Motorlar ve Motor Kontrolü..... 95
4.3.3 Üç Fazlı Motor Nasıl Çalışır?..... 95
4.3.4 Bilezikli Motorlar (Rotoru Sargılı)..... 95
4.3.5 Etkili (İndüksiyon) Motorunun Çalışma Prensibi..... 96
4.3.6 Yıldız Bağlı Motorlar..... 96
4.3.7 Motorları Üçgen Bağlamak (Delta Tipi Bağlantı)..... 96
4.3.8 Asenkron Motorlarda (AC Motorlar) Hız Ayarı..... 96
4.3.9 AC Motorlarda Devir (Hız)..... 97
4.3.10 İki Devirli (Dahlender) Sargılı Motor Türleri..... 97
4.3.11 Çift Devirli Motorlar Nerelerde Kullanılır?..... 97
4.3.12 Tepkili (Repülsiyon) Motor..... 97
4.3.13 Dahlender Sargılı (İki Devirli) Motorlar..... 97
4.3.14 PAM Sargılı (İki Devirli) Motorlar..... 98
4.3.15 Çift Devirli Motorlar Nerelerde Kullanılır?..... 98
4.3.16 Rotoru Sargılı Olan Asenkron Motorlara Yol Vermek..... 98
4.4 DOĞRU AKIM MOTORLARI (MOMENT MOTORLARI)..... 99
4.4.1 DC Motor Çalışma Prensipleri..... 99
4.4.2 Doğru Akım Motorları (DC Motor Sistemleri)..... 100
4.4.3 DC Motorlar Nasıl Sürülür?..... 100
4.4.4 Fırçasız DC Motorların Avantajları..... 101
4.4.5 Fırçasız DC Motorların Dezavantajları..... 101
4.4.6 Fırçasız Doğru Akım Motorları..... 101
4.4.7 Paralel (Şönt) Motorları Nasıl Çalışır?..... 101
4.4.8 Seri Motorlar..... 102
4.5 SERVO MOTORLAR..... 103
4.5.1 Servo Motor Çeşitleri..... 103
4.6 STEP (ADIM) MOTORLAR..... 104
4.6.1 Step motor nedir?..... 104
4.6.2 Step Motorların Avantajları..... 105
4.6.3 Tipik Step Motorun Yapısı..... 105
4.6.4 Step Motorların Çalışma Prensibi..... 105
4.7 MOTOR SÜRÜCÜLERİ VE HIZ KONTROL CİHAZI YARDIMCI AKSESUARLARI..... 105
4.7.1 İnverter Kavramı..... 106
4.7.2 Eş Zamanlı Dönme Hızı..... 106
4.7.3 Kayma Faktörü Nedir?..... 106
4.7.4 İndüksiyon Motorlarının Temel Karakteristikleri..... 107
4.7.5 Motor Sürücü Kontrol Sistemleri..... 108
4.8 ELEKTRİKLİ SÜRÜCÜLER..... 108
4.9 PNÖMATİK SÜRÜCÜLER (OPERATÖRLER)..... 110
4.9.1 Pnömatik Sürücünün Yapısı..... 110
4.9.2 Pnömatik Sürücünün Çalışması..... 110
4.10 HİDROLİK SÜRÜCÜLER..... 110
4.11 DAMPER OPERATÖRLERİ..... 111
4.11.1 Dişli–Kuyruklu Operatörler..... 111

4.11.2 Direkt Bağlantılı Operatörler..... 112
4.12 VANALAR..... 113
4.12.1 Kontrol Vanaları..... 113
4.12.2 İki Yollu Vanalar..... 113
4.12.3 Üç Yollu Vanalar..... 114
4.12.4 Karıştırma Vanaları..... 116
4.12.5 Ayırma Vanaları..... 116
4.13 VANA KARAKTERİSTİKLERİ..... 117
4.14 AKIŞ KATSAYISI (KV)..... 119
4.14.1 Kontrol Edilebilirlik..... 120
4.15 KONTROL VANALARININ BOYUTLANDIRILMASI..... 121
4.16 DOĞAL AKIŞ ÖZELLİKLERİ..... 122
4.16.1 Sistem Tasarımı Esasları..... 122
4.16.2 Normalde Açık (NA)..... 124
4.16.3 Normalde Kapalı (NK)..... 124
4.17 DAMPERLER..... 124
4.17.1 Genel Damper Tipleri..... 125
4.17.2 Damper Özellikleri..... 125
4.17.3 Paralel ve Zıt Kanatçıklı Damperlerin Karşılaştırılması..... 126
4.17.4 Damper Boyutlandırma..... 127
4.17.5 Performans Verileri..... 128
4.18 DAMPER UYGULAMALARI..... 128
4.18.1 Değişken Oranlı Dış Hava Girişi..... 128
4.18.2 Değişken Hava Hacimli (VAV) Sistem..... 128
4.18.3 Yangın ve Duman Damperleri..... 128
4.18.4 Damper Montajı 129
4. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 130

BÖLÜM-5 KONTROL CİHAZLARI

5.1 GİRİŞ..... 131
5.2 KONTROL CİHAZLARININ KULLANIM YERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI..... 131
5.2.1 Sıcaklık Kontrol Cihazları..... 131
5.2.2 Bağıl Nem Kontrol Cihazları..... 135
5.2.3 Entalpi Kontrol Cihazları..... 135
5.2.4 Üniversal Kontrol Cihazları..... 136
5.3 KONTROL CİHAZLARININ SİSTEM MİMARİSİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI..... 137
5.3.1 PLC (Programlı Mantık Denetleyicileri) 137
5.3.2 DDC (Direkt Sayısal Denetim Cihazları) 139
5.3.3 Sayısal İşaret İşlemciler (DSP)..... 145
5.4 PARAMETRİK KONTROLLER..... 145
5.4.1 İklimlendirme Uygulamaları İçin Parametrik Kontroller..... 145
5.4.2 Soğutma Uygulamaları İçin Parametrik Kontroller..... 146
5.5 YARDIMCI KONTROL CİHAZLARI..... 148
5.6 BİNA YÖNETİM SİSTEMİ KONTROL VE BAĞLANTI CİHAZLARI..... 150
5. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 153

BÖLÜM-6 BİNA YÖNETİM SİSTEMİ YAZILIMLARI (AÇIK SİSTEMLER, PROTOKOLLER)

6.1 AÇIK SİSTEMLER VE PROTOKOLLER..... 154
6.2 AÇIK PROTOKOLLERLE İLGİLİ TANIMLAR..... 155
6.2.1 Protokol..... 155
6.2.2 Taşıma Ortamı..... 156
6.2.3 Standartlaşma..... 156
6.3 AÇIK SİSTEM VE PROTOKOLLERİN GETİRDİĞİ AVANTAJLAR..... 157
6.3.1 Firma Bağımsızlığı..... 157
6.3.2 Entegrasyon ve Daha Düşük İlk Yatırım..... 157
6.3.3 Daha Düşük Maliyet..... 157
6.3.4 Daha İşlevsel Senaryolar ve Daha Verimli Bir Çalışma Şekli..... 158
6.3.5 Standart Kullanım..... 158
6.3.6 Geniş Çaplı Bilgi Erişimi..... 158
6.3.7 İnternet Teknolojileri..... 159
6.4 AÇIK SİSTEMLERLE İLGİLİ MEVCUT DURUM..... 159
6.5 BACNET (BİNA OTOMASYONU VE DENETİM ŞEBEKESİ PROTOKOLÜ) 160

6.6 LONWORKS…… 161
6.7 MODBUS…… 162
6.7.1 MODBUS Protokolünün Anlaşılması…… 162
6.7.2 ASCII İletim Modu…… 165
6.7.3 RTU (Uzak Nokta Terminal Birimi) İletim Modu…… 165
6.7.4 Modbus Seri Uygulaması ile İlgili Ayrıntılar…… 165
6.8 EV VE BİNA ELEKTRONİĞİ İÇİN EIB SİSTEMİ …… 169
6.8.1 Ağ Topolojisi/Taşıt Temel Özellikleri…… 169
6.8.2 EIB Şebekesi Tarafından Birbirine Bağlanan Bina / Ev Cihazlarının Haritalanması …… 171
6.9 KNX PROTOKOLÜ…… 173
6.9.1 KNX Sistem Bileşenleri…… 174
6.9.2 Mantıksal Topoloji ve Bireysel Adres Uzayı …… 174
6.9.3 Telli iletim…… 174
6.9.4 Konfigürasyon Modları…… 175
6.9.5 KNX Ürünleri…… 175
6.9.6 KNX Açık Kaynak veya Özgür Yazılım Listesi …… 176
6.10 OPC PROTOKOLÜ…… 176
6.10.1 OPC Orijin ve Kullanımları…… 176
6.10.2 OPC Tasarımı…… 176
6.10.3 OPC'nin Geleceği…… 177
6.11 PROFIBUS…… 177
6.11.1 PROFIBUS PA (Süreç Otomasyonu) …… 178
6.12 TCP/IP PROTOKOLÜNE GİRİŞ…… 178
6.12.1 TCP/IP Şebeke Modeli…… 179
6.12.2 IP Ortamlarında Yönlendirme…… 182
6.13 X10 PROTOKOLÜ…… 182
6.13.1 X10 Esasları…… 183
6.BÖLÜM KAYNAKLARI…… 186

BÖLÜM-7 İKLİMLENDİRME KONTROLLERİ

7.1 İKLİMLENDİRME KONTROLLERİNİN TEMELLERİ…… 187
7.1.1 Neden Otomatik Kontrol?…… 187
7.1.2 İklimlendirme Sistemleri…… 187
7.1.3 Merkezi İklimlendirme Sistemi Nasıl Çalışır?…… 187
7.1.4 Hangi Parametreler Kontrol Edilir?…… 188
7.1.5 Kontrol Stratejileri…… 189
7.1.6 İklimlendirme Kontrolleri Nerede Gereklidir?…… 190
7.1.7 Bir Kontrol Sisteminin Faydaları…… 190
7.2 KONTROL SİSTEMİNİN TEMELLERİ…… 191
7.2.1 Ters veya Doğrudan Etkiyi Tanımlama…… 192
7.3 YENİDEN AYARLAMA (RESET)…… 193
7.3.1 Ters Yeniden ayarlama…… 193
7.3.2 Doğrudan Yeniden Ayarlama…… 193
7.3.3 Ters veya Doğrudan Yeniden Ayarlama Tanımı…… 193
7.4 SERPANTİN ÖZELLİKLERİ…… 195
7.4.1 Isıtma Serpantinleri…… 195
7.4.2 Soğutma Serpantinleri…… 195
7.5 SULU SİSTEMLERİN KONTROLÜ…… 195
7.5.1 Ortam Sıcaklığının Kontrolü…… 196
7.5.2 Mevsimlik Geçişler…… 196
7.5.3 Çok Borulu Sistemler…… 198
7.5.4 Basınç Düzenlenmesi…… 199
7.5.5 Donmaya Karşı Akış Anahtarlarıyla Koruma…… 200
7.5.6 Fanlı Serpantin (Fan-Coil) Üniteler…… 200
7.6 KLİMA SANTRALLERİNİN KONTROLÜ…… 203
7.6.1 Karışım Havalı Klima Santrali Otomasyonu Bilgi Noktaları…… 204
7.6.2 Kayış Durum Bilgisi…… 205
7.6.3 Soğutma Bataryası ve Vanası…… 205
7.6.4 Filtre Kirlilik Bilgisi…… 205
7.6.5 Isıtma Bataryası/Vanası ve Donma Koruması …… 206
7.6.6 Taze Hava, Tahliye Havası ve Karışım Havası Damperleri…… 206
7.6.7 Sıcaklık Değerini Ayarlama…… 207
7.6.8 Çalışma Örnekleri…… 207

7.6.9 Taze Hava Santrali..... 207
7.6.10 Taze Hava Santrali (Egzoz Havalı) 209
7.6.11 Karışım Havalı Klima Santrali..... 210
7.6.12 Karışım Havalı Klima Santrali (Entalpi Kontrolü) 212
7.6.13 Pozitif Basıncın Sağlanması..... 213
7.6.14 Çok Bölgeli (Zonlu) Kontrol..... 213
7.7 POMPALAR VE FAN KONTROLÜ..... 214
7.7.1 Santrifüj Pompaların ve Fanların Çalışma-Kontrol Prensibi..... 214
7.7.2 Değişken Hızlı Sürücülü (VSD) Kontrol Stratejisi..... 215
7.8 ENERJİ TASARRUFU ÖZELLİKLERİ..... 216
7.8.1 Zaman Kontrolü ve Enerji Tasarrufu Sağlayan Cihazlar..... 216
7.8.2 Optimum Başlatma /Durdurma Kontrolü..... 216
7.8.3 Görev Döngüsü..... 217
7.8.4 Elektrik Talebini Sınırlama..... 217
7.8.5 Entalpi Optimizasyonu..... 218
7.8.6 Gece Temizleme Çevrimi..... 218
7.8.7 Dış Hava Sıcaklık Dengelemesi..... 218
7.8.8 Gece-Gündüz Geçiş Programı..... 218
7.8.9 Geçiş Mevsimleri Programı..... 218
7.9 SOĞUTMA GRUBU KONTROLÜ..... 218
7.9.1 Soğutma Grubu..... 219
7.9.2 Kule Fanları..... 220
7.9.3 Kule Ring Pompaları..... 220
7.9.4 Soğutma Grubu Ring Pompaları..... 221
7.9.5 Soğutma Zon Pompaları..... 221
7.10 BİR İKLİMLENDİRME KONTROL SİSTEMİNİN GERÇEKLEŞME SÜRECİ..... 222
7.11 KONTROL AĞI..... 224
7.11.1 Kontrol Cihazı Sınıflandırması..... 224
7.11.2 LAN İletişim..... 225
7.11.3 Haberleşme Arayüzü..... 225
7.11.4 Operatör Arayüzleri..... 226
7.12 KLİMA SANTRALİ (AHU) OTOMASYONU UYGULAMALARI..... 226
7.12.1 Klima Santralinin Çalıştırılması..... 227
7.12.2 Donma Koruması..... 227
7.12.3 Optimum Start Parametreleri..... 228
7.12.4 Normal Çalışma..... 228
7.12.4.1 Minimum Taze Hava Damperi Pozisyonu..... 228
7.12.4.2 Entalpi, Damper ve Sıcaklık Kontrolü..... 229
7.12.4.3 Fan Kontrolü..... 231
7.12.4.4 Gece Havalandırması..... 231
7.12.4.5 Gece Çalışması..... 231
7.12.4.6 Bakım Modu..... 231
7.12.4.7 Yangın Modu..... 231
7.12.4.8 Isıtma / Soğutma İhtiyacı..... 231
7.12.4.9 Bina Otomasyon Ekranında Gösterilen Noktalar..... 232
7.BÖLÜM KAYNAKLARI..... 233

BÖLÜM-8 ISITMA SİSTEM KONTROLLERİ

8.1 GİRİŞ..... 234
8.2 BİREYSEL VE MERKEZİ SİSTEMLERİN TANITIMI..... 234
8.3 BİREYSEL SİSTEMLER..... 234
8.3.1 Kombiler..... 234
8.3.2 Kat Kaloriferleri..... 235
8.3.3 Sobalar..... 235
8.3.4 Şömineler..... 236
8.3.5 Şofbenler ve Termosifonlar..... 236
8.4 MERKEZİ SİSTEMLER..... 236
8.4.1 Üretildikleri Malzemeye Göre Merkezi Isıtma Cihazları..... 236
8.4.1.1 Çelik Kazanlar..... 236
8.4.1.2 Döküm Kazanlar..... 236
8.4.2 Brülörlerine Göre Merkezi Isıtma Cihazları..... 236
8.4.2.1 Üflemeli Brülörlü Kazanlar..... 236
8.4.2.2 Atmosferik Brülörlü Kazanlar..... 236

8.5 BİREYSEL VE MERKEZİ SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI..... 237
8.5.1 Bireysel Sistemlerin Avantajları..... 237
8.5.2 Merkezi Sistemlerin Avantajları..... 237
8.6 ISITMA KONTROLLARI..... 238
8.6.1 Bireysel Kontroller..... 239
8.6.2 Kontrol Fonksiyonları..... 241
8.6.3 Kontrollerin Seçimi..... 242
8.6.4 Sistemlerin Modernizasyonu..... 248
8.6.5 Kontrol Cihazlarının Kurulumu 249
8.6.6 Devreye Alma..... 250
8.6.7 Enerji Tasarrufu..... 250
8.7 ISITICI KONTROLÜ..... 251
8.7.1 Termostatik Radyatör Vanası..... 251
8.7.2 Üflemeli Konvektörlerin Sıcaklık Ayarı..... 255
8.8 TİCARİ BİNA ISITMA KONTROLLARI..... 255
8.8.1 Küçük Sistemler..... 255
8.8.2 Büyük Sistemler..... 257
8.9 TİCARİ BİNA ISITMA KONTROLLARININ AÇIKLAMASI..... 259
8.9.1 Kazan Sıralaması..... 259
8.9.2 Kontrol Vanaları..... 259
8.9.3 Zonlanma..... 260
8.9.4 Dengeleme ve Kontrol Optimizasyonu..... 260
8.10 ENDÜSTRİYEL ISITMA SİSTEMLERİ..... 262
8.10.1 Buhar Sistemleri..... 262
8.11 MERKEZİ ISITMA SİSTEMİ OTOMATİK KONTROL ÖRNEKLERİ..... 262
8.12 KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMLERİ..... 267
8.13 MOTORLU VANALARLA SİSTEM VEYA ZON KONTROLÜ 268
8.14 SICAK SU DENGELEME HATLARI..... 269
8.15 DÖŞEMEDEN ISITMA SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ..... 271
8.15.1 Emniyet Sınır Kontrolleri 272
8.15.2 Konfor Kontrolleri..... 272
8.15.3 Ekonomi ve Konfor Kontrolleri..... 272
8.15.4 Hava Dengeleyici (Kontrol Ayar Değiştirici) 273
8. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 278

BÖLÜM-9 YANGIN KORUMA SİSTEM KONTROLLERİ

9.1. YANGIN ALARM SİSTEMLERİN GÖREVİ..... 279
9.1.1 Giriş..... 279
9.1.2 Yangın Alarm Sistemlerin Görevi ve Çalışma Prensibi..... 283
9.2 BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI İLE İLGİLİ YÖNETMELİK VE ESASLAR..... 287
9.3 YANGIN ALARM SİSTEMLERİ VE BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ..... 293
9.3.1 Yangın Alarm Sistemlerinin Amacı ve Çeşitleri..... 293
9.3.1.1 Klasik (Konvansiyonel) Sistemler..... 295
9.3.1.2 Adreslenebilir Sistemler..... 297
9.3.2 Yangın Alarm Bölgelerinin Belirlenmesi..... 303
9.4 YANGIN ALARM SİSTEMİNİ OLUŞTURAN TEMEL SİSTEM DONANIMLARI..... 308
9.4.1 Yangın Alarm Sistemi Kontrol Paneli..... 309
9.4.2 Yangın Alarm Detektörleri..... 311
9.4.2.1 Duman Detektörleri..... 314
9.4.2.2 Sıcaklık Detektörleri..... 319
9.4.2.3 Alev Detektörleri..... 321
9.4.2.4 Gaz Algılayıcılar..... 323
9.4.2.5 Kablo Tipi Doğrusal Sıcaklık Detektörü..... 323
9.4.3 Sesli ve Işıklı Yangın Alarm Cihazları..... 326
9.4.3.1 Sesli Alarm Cihazları..... 326
9.4.3.2 Işıklı Alarm Cihazları..... 328
9.4.4 Yangın Alarm Butonları..... 329
9.BÖLÜM KAYNAKLARI..... 331

BÖLÜM-10 AYDINLATMA KONTROL SİSTEMLERİ

10.1 GİRİŞ..... 332
10.2 AYDINLATMA KONTROLÜ İHTİYAÇLARININ BELİRLENMESİ..... 333
10.2.1 Şartname Kitabı..... 333

10.3 UYGUN AYDINLATMA KONTROLÜ STRATEJİLERİ…… 335
10.3.1 Giriş ……. 335
10.3.2 Öngörülen Kullanım Kontrol Stratejisi…… 336
10.3.3 Gerçek Kullanım Süresi Kontrol Stratejisi (GKSKS) …… 338
10.3.4 Sabit Aydınlık Kontrol Stratejisi…… 338
10.3.5 Gün-Işığından Yararlanan Kontrol Stratejisi……. 339
10.3.6 Aydınlatma Yönetim Sistemi ve Bina Yönetim Sistemi…… 340
10.3.7 Aydınlatma Kontrolü Entegrasyon Seviyeleri…… 340
10.3.8 Aydınlatma Kontrol Stratejileri Analizi …… 344
10.4 AYDINLATMA KONTROL MİMARİSİ …… 345
10.4.1 Aydınlatma Kontrol Seviyeleri …… 345
10.4.2 Aydınlatma Kontrol Elemanları …… 348
10.4.3 Kişiye (Mülkiyete) Özel Sistemler ve Protokoller…… 354
10.4.4 Açık Sistemler ve Protokoller (Standart Sistem ve Fiilî Standart) …… 355
10.4.5 Aydınlatma sistemlerine ilişkin iletişim sistemleri ve protokolleri …… 357
10.4.6 İnternet Protokolleri (IP) …… 358
10.5 ÖNERİLER …… 359
10.5.1 Genel Öneriler …… 359
10.5.2 Mevcut Binalar İçin Özel Tavsiyeler …… 359
10.6 AÇIKLAYICI RESİMLER …… 361
10.6.1 Resim 1: Belçika – Sosyal Güvenlik Ulusal Bürosu (B-SGUB)…… 361
10.6.2 Resim 2: Berlaymont Binası – Dış Cepheden Görünüşü – Belçika …… 363
10.6.3 Çizim 3: Intecom Projesi: Fransa …… 367
10.6.4 Çizim 3: DAMEX projesi: Finlandiya …… 369
10.7 SONUÇLAR …… 370
10.BÖLÜM KAYNAKLARI…… 372

BÖLÜM-11 BİNA GÜVENLİK SİSTEM KONTROLLERİ

11.1 GİRİŞ…… 373
11.2 BİNALAR İÇİN GİRİŞ KONTROL KLAVUZU…… 373
11.3 KAPALI DEVRE TV SİSTEMLERİ…… 374
11.3.1 Kullanım Alanları…… 376
11.3.2 CCTV Sistemi…… 376
11.3.3 Kullanım Alanlarına Göre CCTV Kameralar…… 378
11.3.3.1 Renkli Kameralar…… 378
11.3.3.2 Siyah/Beyaz Kameralar…… 379
11.3.3.3 Gece/Gündüz Kameralar (Gece görüşlü kameralar) …… 379
11.3.3.4 Dome ve Kart Kameralar…… 379
11.3.3.5 Speed Dome Kameralar…… 380
11.3.4 Basit Bir CCTV Güvenlik Kamera Sistemi Kurulumu İçin Gerekli Parçalar…… 380
11.3.5 Kapalı Devre TV Sistemleri Güvenlik Yazılımları…… 381
11.3.6 Kapalı Devre TV Sistemleri (CCTV) ve Video Kontrol…… 382
11.4 ÇEVRE GÜVENLİK SİSTEMLERİ…… 383
11.4.1 Aktif Kızılötesi Işın (Infrared Beam) Bariyer Uygulaması…… 384
11.4.2 Duyarga Kablo Uygulaması…… 385
11.4.3 Akıllı Video Analizi…… 385
11.5 FİZİKSEL GÜVENLİK…… 388
11.6 KARTLI GEÇİŞ SİSTEMLERİ…… 391
11.7 BİYOMETRİK GEÇİŞ SİSTEMLERİ…… 393
11.7.1 Parmak İzi Tanıma Sistemleri…… 393
11.7.2 Yüz Tanıma…… 394
11.7.3 El-Avuç İçi Damar Tanıma…… 394
11.7.4 İris Tanıma Sistemleri…… 395
11.7.5 İris Tanıma Sistemi Nasıl Çalışır?…… 396
11.8 HIRSIZ ALARM SİSTEMLERİ…… 397
11.9 ÇEVRE GÜVENLİK SİSTEMLERİ…… 398
11.10 VİDEO İNTERKOM SİSTEMLERİ…… 399
11.11 OTOPARK & GÜVENLİK BARİYERLERİ, YOL KESİCİLER VE HIZLI KAPILAR…… 400
11.12 ARAÇ PLAKA TANIMA, RFID VE ARAÇ ALTI GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ…… 400
11.13 METAL KAPI VE EL DEDEKTÖRLERİ, X-IŞINLI KONTROL CİHAZLARI…… 401
11.13.1 Metal Kapı ve El Detektörleri…… 401
11.13.2 X-Işınlı Kontrol Cihazları…… 401
11.14 TURNİKE VE YÜKSEK GÜVENLİKLİ TAM BOY KABİNLER…… 403

11.14.1 Turnike Sistemi..... 403
11.14.2 Yüksek Güvenlikli Tam Boy Kabinler..... 403
11.15 ACİL ANONS VE SESLENDİRME SİSTEMLERİ..... 404
11.16 ELEKTRONİK ÜRÜN GÖZETLEME SİSTEMİ (EAS) 405
11.17 SANAT ÜRÜNLERİ KABLOSUZ GÜVENLİK SİSTEMİ..... 406
11.18 ERİŞİM KONTROL SİSTEMİNİN İŞLETİMİ..... 407
11.18.1 Kimlik Bilgileri..... 407
11.19 ERİŞİM KONTROL SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ..... 408
11.20 ERİŞİM KONTROLÜ TOPOLOJİSİ..... 409
11.21 OKUYUCU TİPLERİ..... 410
11.22 ERİŞİM KONTROL SİSTEMİ TOPOLOJİLERİ..... 410
11.23 GÜVENLİK RİSKLERİ..... 416
11.24 BİLİNMESİ GEREKEN İLKESİ..... 417
11.25 BİLGİSAYAR GÜVENLİĞİ..... 417
11.26 ERİŞİM KONTROLÜ..... 418
11.27 TELEKOMÜNİKASYON..... 419
11.28 KAMU POLİTİKASI..... 419
11.BÖLÜM KAYNAKLARI..... 420

BÖLÜM-12 ASANSÖR SİSTEM KONTROLLERİ

12.1 TAŞIMA SİSTEMLERİ..... 421
12.2 ASANSÖR TİPLERİ..... 421
12.3 HALATLI ASANSÖRLER..... 422
12.4 MAKİNA DAİRESİ..... 422
12.5 MAKİNA DAİRESİZ ASANSÖRLER..... 423
12.6 HİDROLİK ASANSÖRLER..... 424
12.7 ÇUKURSUZ HİDROLİK ASANSÖRLER..... 424
12.8 KLAVUZ KASNAK..... 425
12.9 ASANSÖR FRENLERİ..... 426
12.10 KAPI İŞLETİM SİSTEMİ..... 426
12.11 ASANSÖR KONTROL SİSTEMİ..... 427
12.11.1 Manuel Kontrollü Asansör..... 427
12.11.2 Sinyal İşletmeli Asansör..... 427
12.11.3 Otomatik Kontrollü Asansör..... 427
12.12 ASANSÖR KONTROL ÜNİTELERİ..... 430
12.13 ÇAĞRI SİSTEMLERİ..... 431
12.14 ASANSÖR GİRİŞ KONTROL SİSTEMLERİ..... 432
12.15 ASANSÖR YOLCU ULAŞIMI..... 433
12.16 ÇİFT FAZLI KONTAKLAR..... 433
12.17 ASANSÖR KONUM KONTROLÖRÜ..... 434
12.18 KOMUT BUTONLARI..... 434
12.19 ASANSÖR KABİN TELEFONLARI..... 435
12.20 ASANSÖR ACİL DURUM ÇAĞRILARI..... 435
12.21 OTOMATİK ASANSÖR ÇAĞRILARI..... 436
12.22 ASANSÖR GİRİŞ KONTROLLERİ..... 437
12.23 GİZLİ KATLARA GİRİŞ KONTROLÜ..... 437
12. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 438

BÖLÜM-13 ENERJİ İZLEME KONTROLLERİ

13.1 GİRİŞ..... 439
13.2 ENERJİ İZLEME VE ENERJİ VERİ YÖNETİM SİSTEMİ ÇÖZÜMLERİ..... 440
13.3 ENERJİ YÖNETİM KONTROL SİSTEMLERİNİN YETENEK VE GÖREVLERİ..... 441
13.4 MERKEZİ BİLGİ İŞLEME VE DENETİM İSTASYONLARI..... 442
13.4.1 Günlük Yönlendirmeler..... 442
13.5 TEMEL FONKSİYONLAR..... 444
13.5.1 Programlama Fonksiyonu..... 445
13.5.2 Soğutulmuş Su Sıcaklığını Yeniden Ayarlama..... 445
13.5.3 Isıtılmış Su Sıcaklığını Yeniden Ayarlama Fonksiyonu..... 446
13.5.4 Tedarik Edilen Hava Sıcaklığını Yeniden Ayarlama Fonksiyonu..... 446
13.5.5 Statik Basınç Yeniden Ayarlama Fonksiyonu 446
13.5.6 Termostat Kontrolü..... 446
13.5.7 Başlatma-Durma Optimizasyonu..... 447
13.5.8 Ekonomizer Kontrolleri..... 447

13.5.9 Alarm-Uyarı..... 448
13.5.10 Ekipman Performans Verilerine ve Duyargalara Erişim..... 448
13.5.11 Ara İşlemler..... 449
13.5.12 Gelişmiş Fonksiyonlar..... 452
13.5.13 Altyapı Sorunları 455
13.5.14 Örnek Tasarruf Hesaplama Metodu..... 456
13.5.15 EYDS'nin Devreye Alınması..... 457
13.5.16 Operatör Vasıfları ve Eğitim..... 457
13.5.17 Kontrol Sistem Bakımı..... 458
13. BÖLÜM KAYNAKLARI..... 459

BÖLÜM-14 AKILLI EVLER

14.1 GİRİŞ..... 460
14.2 AKILLI EV SİSTEMİ..... 460
14.3 AKILLI EV NEDİR?..... 460
14.3.1 Kontrol Edilebilir Evler..... 461
14.3.2 Programlanabilir Evler..... 461
14.3.3 Yapay Zekâya Sahip Evler..... 461
14.3.4 Engelli İnsanlar İçin Akıllı Evler..... 462
14.3.5 Vücut Hareketlerini Kullanarak Akıllı Ev Kontrolü..... 463
14.4 AKILLI EVLERİN KISA TARİHÇESİ..... 464
14.5 EV OTOMASYON SİSTEMİ..... 465
14.6 AKILLI EVLERİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI..... 466
14.7 AKILLI EVLERDEN BEKLENTİLER..... 466
14.8 AKILLI EVLERDE KULLANILAN MANTIK VE TEKNOLOJİLER..... 466
14.8.1 Bulanık Mantık (Fuzy Logic)..... 467
14.8.2 Telemetri..... 467
14.8.3 Telemetri ve GPRS..... 468
14.8.4 X10 Teknolojisi..... 468
14.8.5 Z-Wave Teknolojisi..... 469
14.8.6 ZigBee..... 470
14.8.7 Insteon..... 470
14.9 AKILLI EVİN KURULMASI..... 471
14.10 MİKROİŞLEMCİLER..... 471
14.11 PROGRAMLANABİLİR MANTIKSAL DENETLEYİCİLER (PLC)..... 473
14.11.1 PLC Özellikleri..... 473
14.11.2 Programlama Yazılımı..... *473*
14.12 KABLOSUZ İLETİŞİM (RF) TEKNOLOJİSİ..... 473
14.12.1 Tanım..... 473
14.12.2 RF Teorisi..... 474
14.12.3 Kablosuz İletişimin Avantajları..... 475
14.12.4 Kablosuz İletişimin (RF) Dezavantajları..... 476
14.12.5 Kablosuz İletişimin (RF) Genel Yapısı ve Birimleri..... 476
14.13 KNX (KONNEX) SİSTEMLER..... 478
14.13.1 Sistemin Temel Elemanları..... 479
14.13.2 KNX Adresleme ve Yazılım..... 481
14.13.3 KNX Avantajları..... 482
14.13.4 KNX Dezavantajları..... 482
14.14 ZİGBEE NEDİR?..... 482
14.14.1 ZigBee'nin Tanıtımı..... 482
14.14.2 Kullanım Alanları..... 483
14.15 SMARTBUS-RS 485 SİSTEMLER..... 484
14.15.1 Sistem Şematiği..... 485
14.15.2 Smart BUS Topolojisi..... 486
14.15.3 Smart BUS Kurulum..... 487
14.15.4 Smart BUS Kablo Yapımı..... 487
14.15.5 Smart BUS Sistem Sınırları..... 487
14.15.6 Sistemin Başlıca Özellikleri..... 488
14.15.7 Smart BUS-RS485 Sistemlerin Avantajları..... 489
14.15.8 Smart BUS-RS485 Sistemlerin Dezavantajları..... 489
14.16 AKILLI BİNA UYGULAMA ALANLARI..... 489
14.17 AKILLI EV İLE NELER YAPILABİLİR?..... 489

14.17.1 Güvenlik…… 489
14.17.2 Sesli-Görüntülü İletişim…… 490
14.17.3 Senaryolar…… 490
14.17.4 Mobil ve İnternet Kontrolü…… 490
14.17.5 Site Yönetimi…… 490
14.17.6 Aydınlatma – Işık Kontrolü…… 490
14.17.7 Elektrikli Cihazlar…… 491
14.BÖLÜM KAYNAKLARI…… 492

BÖLÜM-15 BYS UYGULAMA ÖRNEKLERİ

15.1 GİRİŞ…… 493
15.2 BİNA OTOMASYON SİSTEMİ PROGRAMI'NA GİRİŞ…… 494
15.3 KLİMA SANTRALİ KONTROLÜ…… 497
15.4 EGZOZ FANLARI KONTROLÜ…… 501
15.5 SOĞUTMA SİSTEMİ KONTROLÜ…… 502
15.6 ISITMA SİSTEMİ KONTROLÜ…… 503
15.7 YANGIN POMPALARI, HİDROFOR VE DEPO SU SEVİYE…… 504
15.8 FAN COIL SİSTEMİ…… 505
15.9 UYGULAMA ÖRNEĞİ-1…… 507
15.9.1 AHU-1/B3 Cardio Klima Santrali…… 508
15.9.2 AHU-2/B3 Spor Salonu Klima Santrali…… 511
15.9.3 AHU-1/B2 Soyunma Odaları Klima Santrali…… 515
15.9.4 AHU-1/B2 Soyunma Odaları Klima Santrali…… 518
15.9.5 Isıtma Sistemi…… 520
15.9.6 Eşanjörler…… 521
15.9.7 Boyler Devresi…… 522
15.9.8 Klima Santral Soğutma Sistemi (VRF-DX) …… 522
15.9.9 Sıcaklık Kontrolü…… 523
15.10 BİR FABRİKA BİNASINA AİT MEKANİK TESİSAT KONTROLÜ…… 524
15.10.1 Klima Santrali – 1…… 527
15.10.2 Klima Santrali – 2…… 528
15.10.3 Üretim Katı Alt Kat Fan-Coil Bilgileri…… 530
15.10.4 İdari Bina Üst Kat Fan-Coil Bilgileri…… 531
15.10.5 İdari Bina Alt Kat Fan-Coil Bilgileri…… 532
15.10.6 Kompresör ve Kurutucu Bilgileri…… 533
15.10.7 Jeneratör Durumları ve Mazot Tank Seviye Bilgileri…… 534
15.10.8 Trafo Kesicileri ve Trafo Odalarına Ait Bilgiler…… 535
15.10.9 Temiz Su Bilgileri…… 535
15.10.10 Pis Su Çukuru Bilgileri…… 537
15.10.11 Yangın Bilgileri…… 537
15.BÖLÜM KAYNAKLARI…… 539

BÖLÜM-1
BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNE (BYS) GİRİŞ

Hazırlayan
Hüseyin BULGURCU

1.1 GİRİŞ

Bina Yönetim sistemleri (BYS), akıllı binalarda bulunan teknik sistemlerin (ağırlıklı olarak HVAC + Aydınlatma) bilgisayar teknolojisi kullanılarak izleme-kumanda-kontrol yapılabilmesine imkân veren sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bina Yönetim Sistemi ile birlikte bir anlamda, insan-makine ilişkisine maksimum düzeyde imkân sağlanır ve işletmecinin çalışması kolaylaştırılır.

Günümüzde, "akıllı bina" terimi gün geç geçtikçe daha popüler hale gelmekte ve kapsamlı bir Bina Yönetim Sistemi (BYS) gerçekte her "akıllı bina"nın kalbini oluşturmaktadır. Bina Yönetim Sistemi (BYS), tüm bina sisteminin daha etkin ve verimli kontrolünün sağlanması için bina işletme personelinin elindeki bir araç olarak düşünülmektedir.

Bina Yönetim sistemleri, ilk olarak seksenli yılların başlarında kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'deki bina yönetimi konusunda bilinen ilk uygulama 1984'te Yeşilköy Havalimanı'ndaki yönetim sistemidir. Yeşilköy Havalimanındaki bu sistem yalnızca izlemeye yönelik bir sistem olup aktif kontrol fonksiyonları bulunmamaktadır.

1973'lerin petrol krizi nedeniyle mini bilgisayar veya merkezi işlem birimleri (Central Processing Unit: CPUs) ve programlanabilir lojik kontrollerinin (PLCs) Bina Yönetim sistemlerinde kullanımı önemli oranda artmıştır.

Enerji maliyetleri binalar için yüksek oranlara çıktığından, enerji yönetim sistemi (EMS) terimi ortaya çıkmış ve kontrol üniteleri üreticilerinin satış broşürlerinde standart olarak yer almıştır.

Doluluk boşluk oranı, talep gücü kontrolü, optimum çalışma/durdurma, optimum sıcaklık, gündüz/gece kontrolü gibi yeni uygulama yazılım paketleri ortaya çıkmıştır. Bunlara ilaveten yangın ve güvenlik sistemleri de Bina Yönetim Sistemlerine girmeye başlamıştır.

Bina sahibi, enerji kullanımı ve maliyeti izleyerek sistemle direkt temas halinde olabilmiştir. Bu yeni yöntem, bina yöneticilerine daha iyi önceden tahmin ve ürünlerin değişken maliyetlerinin karşılaştırılması konusunda yardımcı olmuştur.

1970'lerin ortalarında, donanım maliyetleri düşmeye başlamıştır. Sistemler kullanıcı dostu haline gelmiş ve aynı sistemde yeni veri tabanları yaratmak ve programlamak mümkün olmuştur.

1980'lerde, kişisel bilgisayarların ortaya çıkması, kontrol endüstrisinde devrim yaratmıştır. Düşük maliyetli bilgisayarlar Bina Yönetim ve enerji yönetiminde yeni teknoloji gelişmelerinin en önemli nedeni olmuştur.

Sonuç olarak, geçen 20-25 sene içinde BYS teknolojisi açısından büyük gelişmeler ortaya çıkmış, bina kullanıcıları ve yöneticileri açısından konfor, yönetim ve maliyet açısından daha etkin bir yapı oluşmuştur.

BYS'in tarihsel gelişimine baktığımızda ana yapısı bakımından özde fazla bir değişikliğe uğramadığını görmekteyiz.

Son yıllarda ise mikroişlemci tabanlı cihazların artması ve elektronikteki gelişmeler daha hızlı, daha yüksek kapasiteli kontrol cihazlarının kullanılmasına imkân vermektedir.

Ayrıca PC çağının başlaması ile maliyeti düşük merkezi bilgisayarlar ve Windows ile grafik ortamda işletim standart hale gelmektedir. Sistemlerin temel işlevleri ve genel anlamda mimari yapısına baktığımızda ilk Bina Yönetim sistemleri ile bugünküler arasında gerçek anlamda büyük farklar görmemekteyiz.

Ancak son birkaç yıldır Bina Yönetim Sistemi konusunda önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Farklı üreticilerin cihazlarının ve sistemlerinin tek bir çatı altında toplanabilmesi ve internet üzerinden erişim gibi konularda önemli gelişmeler yaşanmaktadır.

Böylece bina sahipleri ve yöneticileri hem kullanım hem de maliyet açısından daha etkin bir BYS' ne sahip olabilmektedirler [1].

1.2 AKILLI BİNA NEDİR?

Birçok akıllı bina tarifi bulunmaktadır. Washington ve Essex Akıllı Bina Enstitüleri ortak yaklaşımla akıllı binaları, pek çok sistemi entegre eden; kullanıcı performansını arttırmak, yatırım ve işletim maliyeti tasarrufları ve esneklik sağlamak amacıyla kaynakların koordineli bir şekilde yönetimini sağlayan, kullanıcı konforunu, enerji tüketimini, güvenlik ve iş verimliliğini optimize etmek amacıyla, bina ortamını özerk olarak yöneten ve bunun için bilgisayar teknolojisini kullanan binalar olarak tanımlamaktadır.

Avrupa Akıllı Binalar Topluluğu ise tanımlamayı ekonomik yönden yapar. Onlara göre akıllı binalar; bir yandan kaynakların en düşük maliyetlerle etkin yönetimini sağlarken, diğer yandan ticari hedeflerini elde etmek ve kullanıcı etkinliğini arttırmak amacıyla, düzenlemelere izin veren bir ortam yaratan binalardır.

Bu tanımlamalardan sonra akıllı böyle binaların günümüzdeki teknolojik gelişmelerle bir üst seviyeye taşındığı çok daha gelişmiş bir şekli olan entegre binayı tanımlayalım [2].

1.3 ENTEGRE BİNA NEDİR?

Entegrasyon yapmaya başladığımızda, entegrasyon, diğer bir cihazdan küçük miktarlarda veriler almayı ve standart olmayan bir formatta görüntülemeyi başarabilen bir bilgisayar ile sağlanırdı.

Bugün, entegre bina terimi, üçüncü taraf bir sisteme, tüm bina için standart obje formatı sağlayan ve alarmlar, olay girişleri ve kayıtlı izleme verileri için açık veri tabanlarına veri çekebilen hem okuma hem yazma işlemi yapabilen bir ara yüzü ifade edecek şekilde geniş olarak anlaşılmaktadır. Bu, tek noktadan, binanın bütünsel bir görüntüsünü sağlamaktadır.

Sistem kullanıcılarının üzerinde çalışacakları tek sistem olduğu için, eğitim daha az vakit almaktadır, kullanıcılar sistemi kullanmakta çok profesyonel olmaktadırlar ve dolayısıyla normal bina işletimi sırasında gerekli olan parametrelerin gerekli ayarlarını kolayca yapabilirler.

Kullanıcılar, daha ziyade, kullanılmadığını bildikleri tesisatı kapatmak gibi enerji tasarrufu sağlayacak değişiklikler yapacaklardır.

Bilgi değişimini serbestçe sağlayan sistemlerin birleştirilmesi, bina yönetiminde üstün özelliklerde raporlama ve takip imkânı sağlamaktadır.

Sizin de kabul edeceğiniz gibi, bu işlemin Bina Sahiplerine/Bina Sakinlerine sağladığı fayda, ilk olarak, binalarının verimli bir çalışma ortamı oluşturmak için gerekli konforun sağlanmasını garanti etmektir.

Bina sahiplerine/bina sakinlerine sağladığı değerin ikinci özelliği binanın çalışma şekline akıl ekleyerek sistemlerin birbiriyle oluşturduğu etkileşimdir.

Örneğin; aydınlatma kontrolleri, iklimlendirme sistemleri, kullanım sıcak su sistemleri, soğutulmuş su, sistemleri ve geçiş kontrol sistemi. Entegre edilmemiş bir sistemde, her biri bağımsız bir şekilde çalışır ve muhtemelen Bina Yönetim Sisteminden bazı ortak zaman kontrolleri içerecek şekilde faaliyet gösterirler. Sabah içeri giren ilk kişi (veya güvenlik görevlisi) ışıkları yakar. Genellikle akşam geç saatlerde temizlikçiler veya güvenlik görevlileri tarafından kapatılırlar.

Klima santrali (AHU) zaman kontrolü altında sabah ilk iş olarak çalışmaya başlar ve belli bir zamanda kapanır. Gün boyunca AHU sabit bir sıcaklık sağlar.

Soğutucu zaman kontrolü altında sabah ilk iş olarak çalışmaya başlar ve akşam belli bir saatte durur ve muhtemelen gün boyunca sabit 6 ^{o}C sıcaklığını üretir.

Geçiş Kontrol sistemleri, kullanıcıların bina bölgelerine ulaşımını güvenlik sınırlamalarına göre sağlar.

Bunun yerine, akıllı bir bina, binanın enerji tasarrufu modunda olmasını sağlar ve sadece gerekli senaryolar olduğunda belirlenen aktivitelerin yapılması sağlanır.

Böylece bir taraftan binanın gerekli konfor seviyesini sağladığı garanti edilirken diğer taraftan da enerji tasarrufu yapılır ve Sera Gazlarının küresel ısınmaya olan etkisi azaltılmış olur.

Diğer ek bir fayda da binanın enerji dağıtımındaki elektrik sayaçları gibi birkaç kaynaktan entegre edilen veya Bina Yönetim Sisteminden hesaplanan bilgiyi kullanan enerji raporlamasının görünür hale gelmesidir. Bu veri, Tepe-Pik yüklerin azaltılmasına ve elektrik, su ve gaz gibi kamu hizmetlerinin faturalarının tekrar değerlendirilmesine yönelik olarak kontrol stratejilerinin gözden geçirilmesi için kullanılabilir.

Çoğu rapor çeşidini oluşturabilme birkaç kaynaklı veriye bağlıdır. Örneğin; Ölçme, Klima Santralinin performansı gibi. Geçiş kontrol sistemleri, binanın işgal edilen her alanı için, doluluk seviyelerine karşı enerji tasarrufu senaryolarına dayanan detaylı analizlere imkân sağlayan eşsiz bir bilgi seviyesine erişim imkânı sağlamaktadır [2].

1.4 ENTEGREASYON NASIL SAĞLANIR?

Bu, farklı protokollerin kullanımına bağlıdır.

Bütün entegrasyon koşullarına çözüm getiren tek bir protokol yoktur. Çünkü farklı tedarikçilerin kullandığı birçok protokol vardır. Uygulanan protokol sayılarının azaldığını söylemek doğru olur. Entegrasyon tipine göre farklı protokoller kullanıldığı için sadece tek bir protokol seçmek bir binanın pek çok özelliğini entegre etme fırsatını engelleyebilir.

Büyük üreticiler, malzeme temin ediciler genellikle kendi sahip oldukları protokolleri desteklerler ve çok sayıdaki "açık" protokolleri kullanarak cihazları entegre etme imkanına sahiptirler.

Üreticiler kendilerine ait protokollerini, bir taraftan tepki hızını temin etmek diğer taraftan da büyük Bina Yönetim Sistemlerinde baskın olan yüksek hacimli trafiği idare etmede iletişim performansını optimize etmenin bir metodu olarak kullanırlar. Böyle yapmak masrafları azaltmak açısından da daha verimli olabilir [2].

1.5 AÇIK PROTOKOL NEDİR?

Mikroişlemci tabanlı doğrudan sayısal kontrollü (DDC Direct Digital Control) sistemlerin pazarda ilk belirmeye başladığı dönem 1980'lerin başlarına denk gelir. Bu teknolojinin bina endüstrisinde öncü ve başarılı olduğu uygulama alanlarının başında Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) sistemleri gelmiştir. Elektronik ve pnömatik kontrol sistemleriyle kıyaslandığında daha hassas kontrol ve uygulamada sağladığı geniş esneklik potansiyeliyle, bir yandan konfor seviyesini yükseltirken diğer yandan enerji maliyetlerini düşürmesi, DDC sistemlerin kabul görmesini ve yaygınlaşmasını kolaylaştırmış, kendi başına iş gören HVAC, aydınlatma, güvenlik, yangın algılama, söndürme ve asansör gibi sistemlerin birbirleriyle iletişim ve etkileşim içerisine girmesini sağlayan bu kontrol ağı, "akıllı bina" kavramını hayatımıza sokmuştur.

Özellikle son on beş yılda, bu teknolojinin sağladığı avantajlar ve maliyetlerindeki azalmalar daha belirgin ve etkili hale gelmiş, ancak buna rağmen "akıllı bina" kapsamının tam anlamıyla gerçekleşmesi daha çok niyet aşamasında kalmıştır. Bunda da en belirgin eksik parça, "iletişim protokolü standardı" olmuştur.

İlk kıpırdanmaların ardından, rekabet baskıları ve ihtiyacı giderecek standartların yokluğu, bina otomasyon sistem üreticilerini kendi özel iletişim protokollerini yaratmaya zorlamıştır. Ancak bu olumlu gelişmeler bir dezavantaj olarak bina sahipleri/işletmecileri için, binalarında tercih ettikleri konforu sağlayacak farklı firmaların ürünlerinin seçiminde kısıtlama ve zorlamaları da beraberinde getirmiştir.

Enerji yönetimi, aydınlatma kontrol sistemleri ve yangın algılama sistemleri binalarda yaygın ve alışıldık uygulamalar haline gelmiş olmasıyla birlikte bunların entegrasyonunun gerçekleştiği projeler bu tip sınırlamalar nedeniyle yeterli ivme kazanamamıştır.

İletişimdeki kısıtlamalar, bina otomasyonu kapsamında olan tek bir sistemin kendi iç fonksiyonunda dahi kendini göstermektedir. Kurulu bir sistemin genişlemesi veya yenilenmesinin gerektiği durumlarda, mal sahibinin, sistemi kuran firmaya/markaya bağımlı kalması veya ihtiyacını karşılamak için farklı marka seçmesi halinde, mevcut sistemin iletişim standardıyla uyumlu olamayacağından, ya kurulu sistemi, seçeceği markaya göre tamamen değiştirmesi ya da eklenen cihazların ayrı bir sistem olarak çalışması kaçınılmaz olmuştur. Hatta kimi zaman bir firmanın geliştirdiği yeni ürünlerinin eski ürünleriyle haberleşememesi de karşılaşılan bir durumdur.

Mikroişlemcilerin kapasitelerinin artması ve fiyatlarının düşmesiyle birlikte, kontrol zekâsının yakalayıp içine aldığı konular da çoğalmıştır. HVAC üreticileri, kendi cihazlarına özel geliştirdikleri kontrol panelini artık cihazlarıyla birlikte temin etmekte ve hatta kendi özel iletişim protokollerini yaratmaktadırlar. Bu gelişmeler, bu cihazların bina otomasyon sistemleri ile entegrasyonunu artık bir zorunluluk haline getirmiş, otomasyon firmalarını kendi iletişim dillerini en azından belli ölçekte paylaşmaya doğru itmiş ve aradaki iletişimi kurma görevini üstlenen farklı tiplerde sistem entegratörleri türemeye başlamıştır.

Ara birimler, entegrasyon problemine bir miktar nefes aldırdıysa da uzun vadeli ve tatmin edici bir çözüm olamamıştır. Dikkate değer tek uzun vadeli çözüm standart iletişim protokolleri olarak gözükmektedir.

Geniş çapta uyarlanmış serbest protokollerin Bina Yönetim Sistemleri Entegrasyonu ile ilişkilendirilmiş bazı örnekler MODBUS, ECHELON, BACnet, OPC, vb. protokolleridir [3]. Açık protokoller konusunda 6.Bölümde ayrıntılı bilgiler verilecektir.

1.6 BİNA YÖNETİM SİSTEMİNİN (BYS) YAPISI

Bina yönetim ve yönetim sistemleri, tesisin tipine bağlı olarak ısıtma, soğutma, havalandırma sistemleri, jeneratör, hidrofor, VRV-VRF sistemleri, fanlı serpantin üniteleri, VAV'ler, aydınlatma, otopark CO gaz izleme ve egzoz kontrol sistemleri gibi farklı elektromekanik sistemlerin tek bir merkezden kontrolü, izlenmesi ve raporlanmasını kapsar. Ayrıca CCTV (kapalı devre televizyon), kartlı geçiş, yangın algılama vb diğer güvenlik sistemleri ile de tümleşik edilerek tek merkezden tüm binanın minimum personel ve maksimum verimlilikle kontrolünü sağlar.

Neden bina yönetim sistemi kullanıyoruz?

- *Kontrol edilen alanlarda konfor şartlarının oluşturulması: mekân sıcaklığı, nemi, ışık şiddeti, hava kalitesi, kullanım su sıcaklığının ayarlanması*
- *Enerji Tasarrufu: Su-hava sıcaklığının, ışık şiddetinin, açma-kapama zamanlarının otomatik ayarlanması, gereksiz ısıtma-soğutma-aydınlatma yapılmaması, enerji sarfiyatı hesaplanması*
- *Rutin İşlem Kontrolleri: Günlük, haftalık, saatlik cihaz açma-kapama programlarının oluşturulması, cihazların sıralı çalıştırılmasıyla, eşit yıpranma sağlanması, arızada yedek cihaza geçme*
- *Koruyucu Bakım ve Sistem Sürekliliği: Elektromekanik sistemlerin sarf ve yedek parça ömürlerinin takibi, minimum yedek parça stoklarının tutulması, arıza durumunda iş emirlerinin yazılması, sık arızalanan sistemlerin tespiti*
- *İnsan kaynaklı hataların ortadan kaldırılması ve eleman maliyetinin azaltılması: Minimum insan müdahalesi ile hataların, gereksiz enerji sarfiyatının ve işgücünün azaltılması, kaynakların verimli kullanımı*

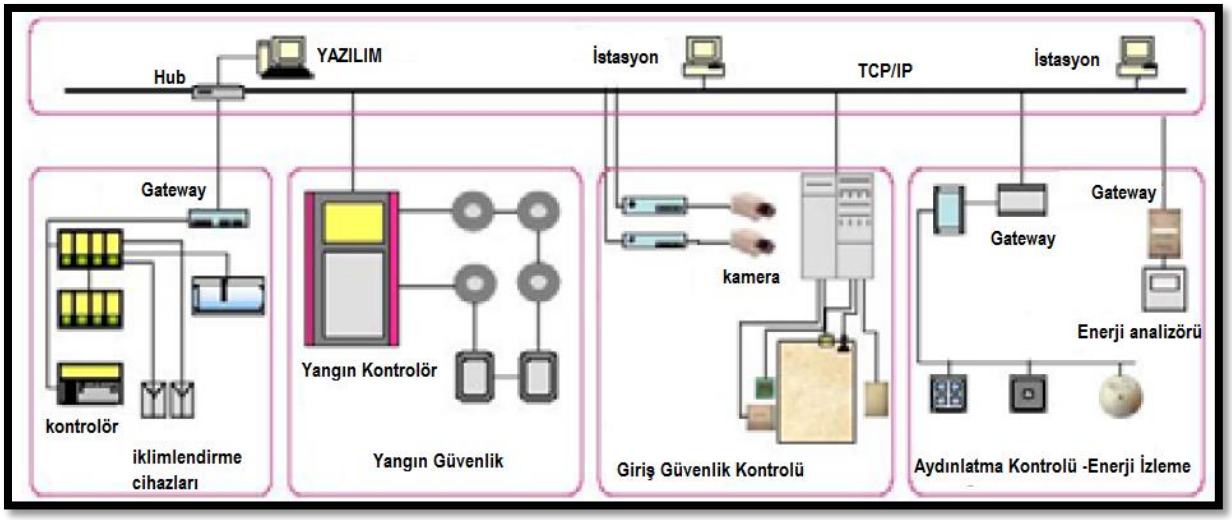
Hangi Sistemleri Kontrol Ediyoruz?

- *Klima Santralleri (AHU),*
- *Egzoz, besleme, basınçlandırma fanları,*
- *Pompalar*
- *Kazanlar ve ısıtma sistemleri,*
- *Soğutma grupları ve soğutma sistemleri,*
- *Isı Dönüştürücüler (Isıtma, kullanım sıcak suyu vb.)*
- *İç-dış aydınlatma*
- *Elektrik ve ısı enerjisi izleme (Enerji analizörleri, akım-gerilim-güç izleme, enerji anahtarlama)*
- *Oda mekanik ekipmanları (Fanlı serpantin, VRV, VAV, bireysel klima)*
- *Su depolama ve temin sistemleri, asansörler, jeneratör, kompresör, su arıtma, paket cihazlar*
- *İç ve dış aydınlatmalar*

Açık Platform Yazılım ve Donanım Kullanarak Ürün Bağımlılığı Kaldırılır

Sistemin olası genişleme ihtiyaçlarını, mevcut ya da daha sonra sisteme eklenebilecek farklı marka yönetim sistemlerinin, paket cihazların, kurulan bina yönetim sistemine tümleşik edilmesi ve aynı bedenin birer organı gibi uyumlu çalışmasını, her yönetim platformu sağlayamaz. Bacnet, Modbus, LON, M-bus gibi açık platform altyapıları destekleyen bir Bina Yönetim Sistemi kurulması, işletmelere kurulan yönetim sistemi üzerinde firma bağımlılığını en aza indirme imkânı sağlar.

- *Kurulan sistemin, firma ya da kişilere bağımlı olmadan hayatiyetinin sürdürülebilmesi, doğru ürün, belgelendirme-proje ve yedek parça temini, geriye doğru uyumluluk, global ürün ve teknik servis desteği kurulacak sistemde aranması gereken anahtar faktörlerdir.*
- *Dünyanın önde gelen üreticileriyle kurduğumuz çözüm ortaklıkları sayesinde, sistemlerinizi sizin için en uygun, güncel, genişletilebilir yazılım ve donanım kullanarak tasarlıyor, kuruyor ve kurduğumuz sistemlerin satış sonrası desteğini veriyoruz.*



Şekil-1.1 *Genel bina yönetim sistemi (BYS) yapısı [1]*

1.7 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNİN FAYDALARI

Bina yönetimi, tüm kontrol edilen sistemlere olan hâkimiyeti artırmaktadır. Arızalardan anında haberdar olunmasını ve raporlama özeliği ile geçmişe dönük olarak verilere ulaşılarak bina yönetimine yol göstermektedir. Sistemler, çalışma senaryoları ve zaman programlarına göre çalıştırılarak etkin bir işletim sistemi sağlanmaktadır.

Bina yönetim sistemlerinin faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- *Daha düşük işletim maliyeti,*
- *Bina performansının teknik ve işletim bakımından artması*
- *Bina içerisindeki değişimlere otomatik olarak cevap verebilme, alarm*
- *İzleme, yönetme ve kontrol bilgilerini depolama*
- *Bir işletmedeki verilerin paylaşımının sağlanması*
- *Çok daha hassas kontrol*
- *Kesin ve zamanlı ve daha detaylı bilgi*
- *Daha hızlı sorun çözme*
- *Sistem entegrasyonu*
- *Enerji tasarrufu*
- *Tesisin daha iyi kontrolü*
- *Daha hızlı karar verme*
- *Değişen koşullara daha kolay uyum*

1.8 BİNA YÖNETİM SİSTEMİ KAPSAM VE UYGULAMA ALANLARI

Binalarınızın elektro-mekanik altyapısı, kullanım amacı, teknik ve işletme personel sayısı, bilgi seviyesi, olası genişleme imkân ve hedefleri, tasarruf ve sistem yönetim ihtiyaçları Bina Yönetim Sistemi kurulumunda belirleyici etkendir. Endüstriyel tesisler, rezidans binaları, oteller, alışveriş merkezleri, iş merkezleri, hastaneler, eğitim kurumları kısmen ortak, kısmen de birbirlerinden farklı yönetim ve entegrasyon gereksinimlerine sahiptir.

1. *Oteller:*
   - *Ortak ısıtma-soğutma, havalandırma, su temin sistemlerinin kontrolü*
   - *Ortak iç-dış aydınlatmanın kontrolü*
   - *Alarm, çalışma süresi, kullanıcı müdahaleleri vb. raporlama*
   - *Oda dolu-boş ya da giriş durumuna göre oda ısıtma, aydınlatma ve enerji kontrolü.*

- *Havuz, uzak nokta aydınlatmaları, pompaları, soğutma grupları, su depoları soğuk odalar vb. ekipmanın merkezden kontrol*

2. *Alışveriş ya da İş Merkezleri:*
   - *Ortak ısıtma-soğutma, havalandırma, su temin sistemlerinin kontrolü*
   - *Ortak iç-dış aydınlatmanın kontrolü*
   - *Alarm, çalışma süresi, kullanıcı müdahaleleri vb. raporlama*
   - *Kiralık alanlarda ısı, elektrik, su, gaz tüketimi hesaplama, faturalama*
3. *Fabrikalar ve Endüstriyel Tesisler:*
   - *Ortak ısıtma-soğutma, havalandırma, su temin sistemlerinin kontrolü*
   - *Ortak iç-dış aydınlatmanın kontrolü*
   - *Alarm, çalışma süresi, kullanıcı müdahaleleri vb. raporlama*
   - *Üretimde kullanılan buhar, basınçlı hava, su, yakıt gibi girdilerin sıcaklık, basınç, akış, debi kontrolü, stok durumu, rezerv ve sipariş seviye takibi*
   - *Paket sistemlerin, bantların, arıtma sisteminin alarm ve çalışma süre takibi, izlenmesi*
4. *Üniversite Yerleşkeleri:*
   - *Ortak ısıtma-soğutma, havalandırma, su temin sistemlerinin kontrolü*
   - *Ortak iç-dış aydınlatmanın kontrolü*
   - *Alarm, çalışma süresi, kullanıcı müdahaleleri vb. raporlama*
   - *Uzak nokta çevre aydınlatma, pompa, soğutma grubu, su deposu, pissu çukuru vb. ekipmanın merkezden kontrolü, izlenmesi*
   - *Bahçe sulama kontrolü*
   - *Yurt odalarında su-elektrik-ısı sarfiyatının takibi ve faturalanması [3]*

1.9 BİNA YÖNETİM PROJE TASARIM VE UYGULAMA SÜREÇLERİ

Bina Yönetim Sistem kurulumu için firmaya başvurduğunuzda sizin için en uygun sistemi uygulayabilmek için aşağıdaki çalışmalar yapılır:

1. *Tesisinizdeki mevcut elektro-mekanik sistem incelenip, talepleriniz de dikkate alınarak, hangi sistemler için yönetim uygulanmasının gerekeceği belirlenir.*
2. *Bina Yönetim Sisteminin binanızdaki CCTV, yangın alarm, kartlı geçiş, asansör, endüstriyel yönetim vb. diğer sistemlerle entegrasyon gerekliliği ve bunun düzeyi belirlenir.*
3. *Yönetim senaryoları öncelikli olarak proje firmanızın tasarımları doğrultusunda tartışılarak oluşturulur.*
4. *Geleceğe dönük genişleme ihtiyaçları da değerlendirilerek, malzeme ve tesisat maliyetleri ile birlikte sistem seçenekleri sunulur.*
5. *Çözümde karar kılındığında, uygulama projeleri hazırlanır, mühendislik, programlama, grafik tasarım ve daha sonra sahada montaj ve programlama çalışmaları tamamlanarak işletme personeliniz eğitilir ve sistem teslim edilir.*
6. *Başlangıç aşamasında mühendislerimiz sistemin çalışmasını süpervize ederek, sistem operatörlerinin eğitim eksikleri varsa tamamlarlar ve gerek duyulduğu takdirde küçük programlama ayarlarını gerçekleştirirler.*
7. *Sistemleriniz işletmeye alındıktan sonra da bakım ve servis gereksinimleriniz için teknik servis ekiplerimiz emrinizdedir.*

1.10 DOĞRU BİNA YÖNETİM SİSTEMİ (BYS) SEÇİM KRİTERLERİ

BYS seçiminde göz önüne alınması gereken birçok parametre bulunmaktadır. Maliyet açısından yüksek ücretler ödenen bu sistemlerin seçiminde aşağıdaki kıstasların öncelikli olarak göz önüne alınması gerekmektedir.

Açık-sistem ve bağlantılı kavramı birincil önemde göz önüne alınmalıdır. Bu kavram, açık protokollerin yararı, haberleşme ağ seçenekleri, dış ilgi ve diğer BYS'lerle bağlantıları kapsamaktadır.

Yatırımın korunması da dikkate alınmalıdır. Yazılımları genişletildiğinde, arttırıldığında, donanım yetersiz kalmamalıdır. Doğru seçilmiş bir açık sistem, ilave yatırım gerektirmeden sürümünü güncelleyebilmektedir.

1.11 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNİN GELİŞİM SÜRECİ

Mikroişlemci tabanlı cihazların gelişimi ve müşterilerin kontrol sistemlerini daha etkili bir şekilde kullanmak istemelerinden dolayı, bina yönetim sistemlerinde son yıllarda büyük gelişmeler yaşanmaktadır.

Artık iklimlendirme, aydınlatma gibi farklı bina yönetim sistemleri tek bir yazılım ve kontrolör üzerinden kontrol edilebilmektedir. Ayrıca farklı üreticilerin cihaz veya sistemleri aynı sisteme tümleşik edilebilmektedir. İnternet üzerinden kontrol ve izleme yapılabilmekte ve farklı bölgelerdeki yönetim sistemleri tek bir çatı altına toplanabilmektedir.

Aşağıda sırasıyla klasik ve günümüzde açlık sistem ve protokollerle desteklenen tümleşik BYS'lerin ayrıntılı açıklamaları bulunmaktadır.

1.12 KLASİK BİNA YÖNETİM SİSTEMİ MİMARİSİ VE YAPISI

Klasik bina yönetim sistemi "yönetim", "yönetim" ve "saha" olarak üç kısımda incelenmektedir.

Yönetim kısmı, merkezi yönetim bilgisayarının bulunduğu yani programın koştuğu birimdir. Teknik olarak sahadan gelen veri kablosu bir çevirici (örneğin RS232/RS485 çevirici) vasıtası ile genelde RS232 haberleşme tipine dönüştürülmekte ve böylece gelen-gönderilen bilgiler bilgisayarın anlayacağı dile çevrilmiş olunmaktadır.

Saha kontrollerinin bulunduğu kısım ise yönetim kısmıdır. Kontrolörlerin her biri birer küçük işlemci olarak düşünebilmektedir. Sahadan gelen analog veya dijital bilgiler bu kontrolörlerde değerlendirilmekte ve en genel anlamda bu kontrolörler programlanarak yerinde kontrol yapılmaktadır.

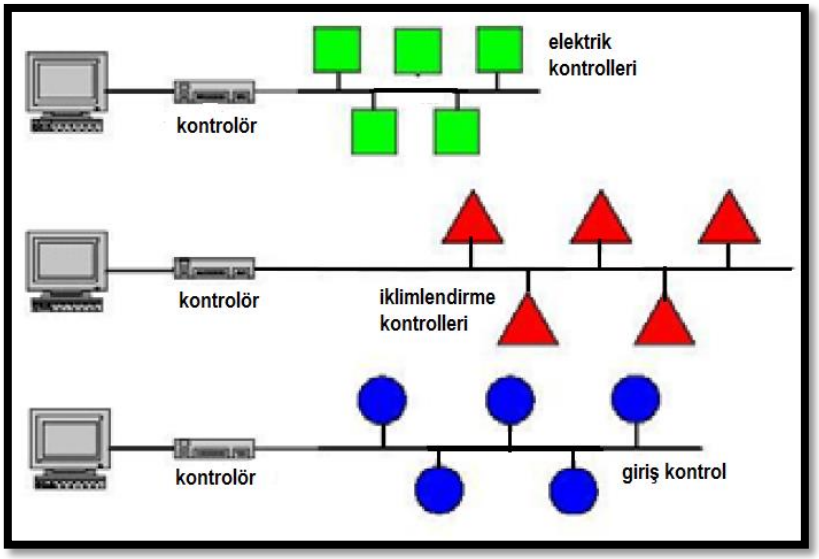
Yani bilgisayar ile bağlantı kesildiğinde bu kontrolörler kendi başlarına sistemin çalışmasını sağlamaktadırlar. Genelde kontrolörler, bir kontrol birimi ve ek bir giriş çıkış modülünden oluşmaktadır.

Saha kısmı ise, izlenecek veya kontrol edilecek noktalara ait cihazların bulunduğu kısımdır. Sıcaklık, elektrik tüketimi, hareket duyargası, damper motoru konumlandırma bilgisi saha kısmından alınan bilgilere örnek olarak verilebilir. Klasik sistemde, denetime alınacak olan sayısal giriş (DI), sayısal çıkış (DO), analog giriş (AI), analog çıkış (AO) bilgisine göre kablo çekilmesi gerekmektedir.

Klasik yapıda, tüm sistemleri birbirine tümleşik etmek çok zordur. Farklı üreticiler tarafından üretilen cihazları birbirleri ile haberleşmek çok zor ve kullanıcı açısından bu tümleşik edilmiş bilgilere ulaşmak imkânsız gibidir. Her bir sistem için Şekil-1.2'de görüldüğü gibi farklı bir bilgisayar, farklı bir haberleşme yapısı ve farklı bir program kullanılmaktadır.

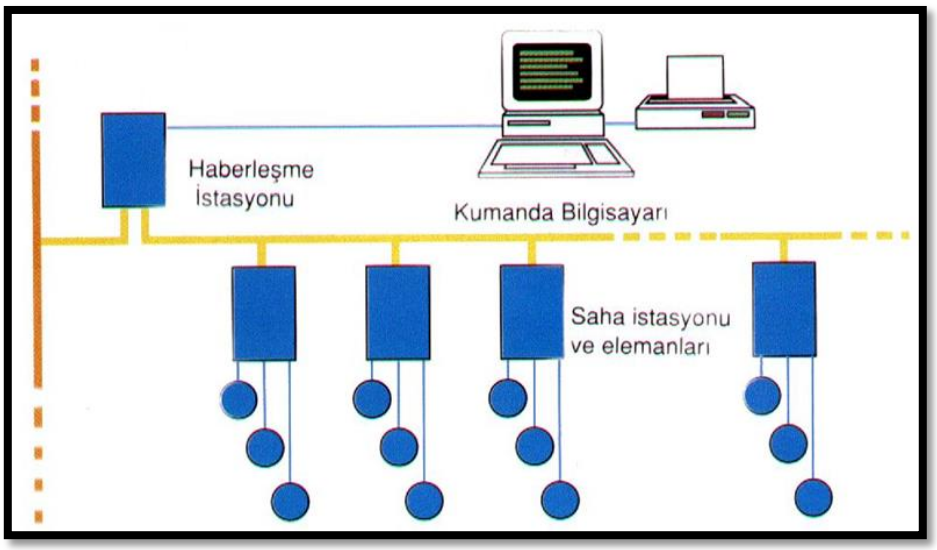
Günümüzdeki bina yönetim sistemindeki eğilim Şekil-1.2'deki örnekte görülen entegrasyon sorununun çözülmesidir. Bunun çözülmesi için aslında tek bir haberleşme protokolün kullanılması gerekmektedir. Böylece kullanıcılar istedikleri ürünü aynı bilgisayar sektöründe olduğu gibi maliyet ve kendi çözümlerine uygun biçimde seçebileceklerdir.

Klasik bina yönetim sistemlerini merkezi bir bilgisayar, saha kontrolörleri ve saha ekipmanlarının oluşturduğu farklı katmanlardan oluşan sistemler olarak düşünebiliriz.



Şekil-1.2 *Klasik bina yönetim sisteminin yapısı [1]*

Yönetime alınacak her nokta için modüllere bir kablo çekildiğinden dolayı, kablo kullanımı bakımından yoğun olan sistemlerdir. Tek veya sınırlı sayıda bilgisayardan ulaşım mümkündür. Her bir sistem (iklimlendirme, aydınlatma, enerji izleme, vb.) için ayrı bir bilgisayar kullanılmakta, yani farklı sistemlerin birbirleri ile iletişimi tam anlamıyla mümkün olmamaktadır. Nokta bazında bilgi alışverişi bulunmakta ve firmaya özel haberleşme protokolü kullanılmaktadır.



Şekil-1.3 *Klasik bina yönetim sistemi konfigürasyonu [3]*

1.13 TÜMLEŞİK (ENTEGRE) BİNA YÖNETİM SİSTEMİ MİMARİSİ

Son senelerde bina yönetim teknolojilerinde çok ciddi gelişmeler yaşanmaktadır. Burada ağırlıklı olarak iki ana gelişme üzerinde durulabilir:

Farklı markaların ve farklı bina disiplinlerinin aynı çatı altında uyumlu çalışmasına imkân sağlayan açık protokollerin gelişmesi ve yaygınlık kazanması bu gelişmelerden ilkidir.

İkinci gelişme ise internet teknolojileri ile bina teknolojilerinin bir araya gelmesinden kaynaklanan yeni imkânların kullanıcılara sunulmaya başlanmasıdır.

Günümüzde herhangi bir binada kullanılan ürün ve sistemlerin hemen hemen tamamı "akıllı" tanımına uyacak özelliklere sahiptir. Örneğin bir kazan ya da soğutma grubu kontrol panelinin üzerindeki işlemci gücü ve program özellikleri, bir zamanların gelişmiş bilgisayarlarının çok üzerinde bir yapıya sahip olabilmektedir.

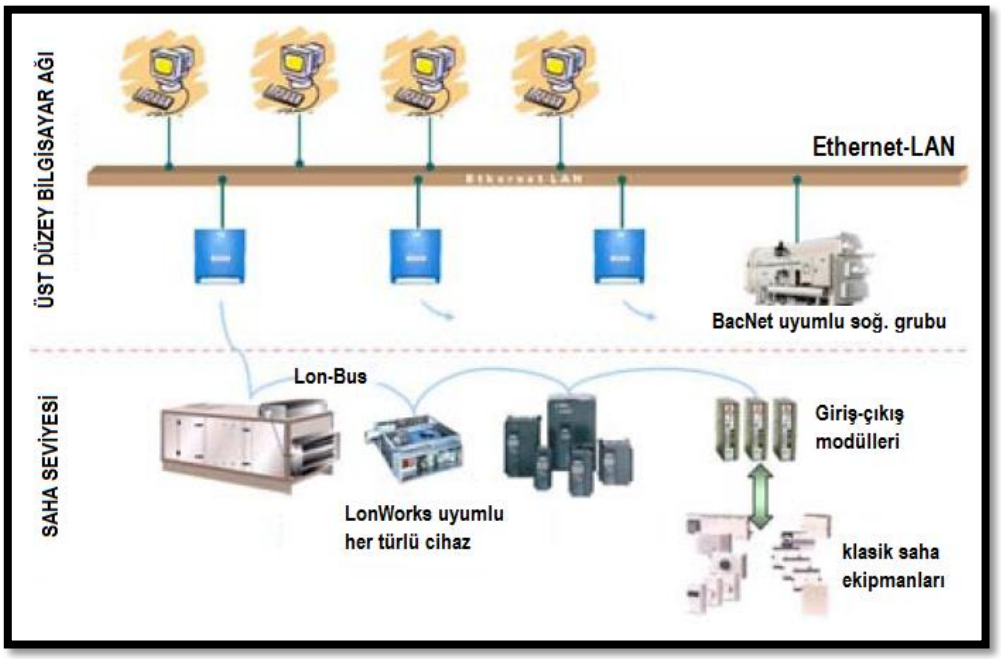
Bunların yanında asansörler, kesintisiz güç kaynakları, jeneratörler, devre kesiciler, yangın ihbar, güvenlik sistemleri, kartlı geçiş, enerji analizörleri gibi binadaki teknolojik sistemleri oluşturan elemanların hepsi kendi başlarına birer kontrolör özelliğindedir. Böylece bu cihazlarla donatılmış olan binalar, teknolojik açıdan akıllı bir yapıya sahip olmaktadır.

Kendi alanında her biri ileri teknolojiye sahip olan bu cihazların tam olarak etkili bir şekilde bina yönetim sistemine tümleşik edilmesi için, bu cihazlar arasındaki iletişimin de maksimum düzeyde olması gerekmektedir.

BYS'de kullanılan cihazların veya sistemlerin birbirleri ile tam olarak haberleşip bilgi alışverişinde bulunmaları gerekmektedir. Klasik sistemde yukarıda belirtilen bina sistem ve cihazları aralarında hiçbir iletişim olmaksızın birbirinden habersiz, kendi içine kapanık bağımsız adacıklar şeklinde çalışmaktadırlar.

Satın alınan bina yönetimi ve kontrol sistemleri birbirleri ile haberleşmediğinde, ya da karşılıklı çalışmadığında bina sahipleri ve işletmecileri açısından problem teşkil etmektedir. Ancak tümleşik bina yönetim sistemi ile birlikte mevcut olan sisteme ilerde eklenecek olan cihaz ve sistemler maliyet etkin bir şekilde eklenebilmektedir.

Şekil-1.4'te örnek bir tümleşik bina yönetim sistemi görülmektedir. Burada saha düzeyinde kullanılan akıllı cihazlar (soğutma grubu, frekans invertör, giriş-çıkış modülleri, vb.) tek bir veri kablosu ile kontrolöre bağlanmaktadır. Böylece bu cihazlardaki bilgiler paket şeklinde alınıp yönetim ekranında gösterilebilmektedir. Ayrıca şekilde görülen kazan grubu gibi bazı cihazlar kontrolöre gerek duymadan direkt olarak Ethernet haberleşme tipine sahip olmaktadır.



***Şekil-1.4** Tümleşik bina yönetim sistemi konfigürasyonu [3]*

1.14 BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİNDEKİ GELİŞMELER

Bilgi teknolojisinde dünyanın geldiği nokta, şüphesiz ki tüm teknoloji dallarının önünü açmış ve zamanı daha verimli kullanabilmemizi sağlamıştır. Küreselleşen dünya ekonomisi, birçok yabancı şirketin evliliğe gitmesine, başka ülkelere yatırımlar yapmasına ve şirketler almasına sebep oldu. Bu yolla da dünyada hızlı bir teknoloji transferi yaşandı. Son 10 yıllık dönemde yaşananlar, insanlar üzerinde büyük etkiler yarattı.

Son 10 yılda bina otomasyonu sektörü de her sektör gibi ciddi bir değişim gösterdi. 2000'li yıllara kadar bina otomasyonu konusunda sadece mekanik otomasyon yapan firmalar pazarda iken, o yıllardan itibaren EIB/KNX standart protokolünde çalışan firmalar, Türkiye pazarına girdi ve bugün itibarıyla çoğu firma pazarda yerini almış durumda. Özellikle tüm sistemlerin IP'ye çıkarak ortak sistemde buluşması, günümüzde çok daha kolay kullanım ve erişim sağlama imkânı sunmaktadır. Yazılım ve bilgi teknolojisindeki yükselişin, bina otomasyon sistemlerindeki büyümenin ve gelişmenin başlıca sebebi olduğu söylenebilir. 2000'li yıllara kadar sadece lüks ve ekstra bir sistem olarak görülen birçok projede uygulanılmasından kaçınılan bina otomasyon sistemleri, günümüzde artık projenin bir gereği halini almış ve çoğu projelerde uygulanılan bir sistem durumuna gelmiştir.

İnsanların en öncelikli ihtiyaçlarından birisi de can ve mal güvenliği. Elektronik güvenlik sektörü, tüm dünyada teknolojinin hızlı gelişmesine paralel olarak her gün gelişen ve büyüyen bir yapıdadır. Kesin istatistiksel veriler bulunmasa da yapılan araştırmalar, Türkiye'deki güvenlik sektörünün her yıl ortalama yüzde 10-15 mertebesinde büyüdüğünü gösteriyor. Sektördeki en önemli gelişme, IP tabanlı çözümler. IP sistemler, dünyada analog sisteme kıyasla daha yüksek görüntü kalitesi ve düşük kayıt maliyetleri ile tercih edilirken IP ağları, CCTV sistemlerinin genişletilmesi için yüksek esneklik sunuyor. Yani siyah beyaz kameralar ve anolog kasetlere kayıt yapan cihazların son dönemlerini yaşadığı bu süreçte, saatlerle sınırlı kayıt sürelerinden bahsederken, aylarca kayıt yapan bu kayıtlara hızlı erişebilen çok daha başarılı sistemlere sahip olduğumuz bir dönemdeyiz.

Günümüzde BYS'lerde birçok farklı üreticinin geliştirdiği farklı "haberleşme protokolleri" bulunmaktadır. Bu yüzden birçok haberleşme standardı bulunmakta ve tek bir haberleşme yapısı kullanılamamaktadır. Her cihaz sahip olduğu haberleşme protokolüne göre haberleşmekte ve farklı protokole sahip cihazların bir arada haberleşmesi zorlaşmaktadır.

Bina yönetim sistemini tam olarak tümleşik biçime (açık hale) getirip tek bir haberleşme yapısı ve yazılım kullanmak için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir:

- *Bağımsız bir yazılım yapısı olması gerekmektedir. Böylece benzer veya farklı özellikteki sistemler aynı yazılım üzerinden kontrol edilip, yazılım kısmında da cihazların birbirleri ile uyumluluğu sağlanmalıdır.*
- *Bina yönetim sistemi, BACnet, LonWorks, ModBus, EIB gibi çoğu BYS cihaz üreticilerinin desteklediği haberleşme protokollerini desteklemelidir. Aynı zamanda klasik sistemlerin bu yapıya tümleşik edilmesine imkân sağlamalıdır.*
- *Internet standartlarını desteklemelidir.*

1.15 PRATİK SORUNLAR

"Yeni" olarak söz edilen bu teknolojiler her ne kadar çoktan olgunlaşıp yerine oturmuşlarsa da yaygınlık kazanmalarında bazı pratik zorluklar da bulunmaktadır.

Kullanıcıların Ürkekliği

Yeni teknolojilerin benimsenmesinde yatırımcıların biraz temkinli davranmasını yadırgamamak gerekiyor. Her yeni teknolojinin uygulanması, tüm taraflarca bir öğrenme sürecini gerektirir ve bazen yazılım/donanım hatalarının da katılmasıyla sancılı bir süreç olabilir.

Bu yalnızca Türkiye için geçerli değil, ABD gibi ülkelerde de bu yeniliklerin uygulandığı ilk projelerde çeşitli sorunlar yaşanmıştır. Bunlar ülkemizde de yaşandı ve bu alanda öncülük eden yatırımcılarla birlikte yönetim firmaları da ilk projelerde bazı sıkıntılar çektiler. Bu tür uygulamaların hala çok yaygınlık kazanmaması nedeniyle geçmişte birkaç projede yaşanan ilk sıkıntılara işaret edip karamsar olmak çok yanıltıcı bir yaklaşım olur.

Bugün Türkiye'de açık protokollerle entegrasyon sağlanmış farklı yönetim firmalarınca gerçekleştirilmiş bir dizi çok başarılı uygulama var. Geleceğin yönünü bunlar gösteriyor, emekleme aşamasında yaşanmış sıkıntılar değildir.

Kimi kullanıcılar yeni teknolojileri benimsemeye daha hazır ve isteklidir, kimileriyse daha temkinli ve ürkek. Bina yönetim firmalarında da benzer farklılıklar olması doğaldır. Projelerde yönetim firmalarına bu konudaki yaklaşımları, daha önce yaptıkları uygulamalar sorulmalıdır; mümkün olursa bir projeleri ziyaret edilmeli ya da işletmecisiyle konuşulmalıdır.

Sorumluluk Çizgilerinin Belirsizleşmesi
Farklı üreticilerin sistem ve cihazlarının birbirleriyle ya da üst bir bina yönetim sistemiyle haberleşecekleri bir sistemde temel kaygılardan biri sorumluluk çizgilerinin belirsizleşmesi olabilir. Örneğin bina yönetim sisteminin kazanlarla iletişimi kesildiğinde problem yönetim tarafında mı, kazan tarafında mı? Özellikle firmalar kendi konularına çok iyi hâkim olmadıkları durumda, sorunun tespiti biraz daha uzun zaman alabilir. Sorunun basitçe çözülemediği durumlarda iki firmanın teknik servisini aynı anda tesise getirmek bile bazen zor olabilir.

Bu problemin maalesef basit bir çözümü yok. En doğru yaklaşım, (i) işini bilen firmalarla çalışmak, (ii) periyodik bakım anlaşmaları ile sistemleri sürekli kontrol altında tutmak.

Üreticilerin İsteksizliği
Burada kastımız, bina yönetim sistemi üreticileri değil, entegrasyon sağlanmasının işletmeye avantaj sağlayacağı diğer sistem ve cihazların üreticileri. Kimi üretici cihazlarının bu tür sistemlerde etkileşimli olarak yer almalarından gurur duymakta ve çok istekli olmalarına karşın, tipik olarak bazı üreticilerde ise "benim sistemime kimse bulaşmasın, sistemim kendi işini en iyi şekliyle zaten yapar" gibi bir kapalılık psikolojisi mevcuttur.

Bu yaklaşım bazen ticari kaygılardan kaynaklanıyor; kendi merkezi bilgisayarı ve yazılımını satan her firma bundan ilave bir ciro sağlıyor. Kimi zamansa teknolojik ürkeklikten; firmalar kendi sistemlerini çok iyi tanısalar da yönetim için vermeleri gereken arabirimleri bilmiyorlar ve bu konuda başlarına dert almak istemiyorlar.

Yaygın inanış, kullanıcıların taleplerinin yarattığı baskı neticesinde tüm üreticilerin entegrasyona ve iş birliğine açık bir yaklaşımı benimsemek zorunda kalacakları ve kısa vadede bu yaklaşımı erken benimseyenlerin kesinlikle kazançlı çıkacaklarıdır.

Eşgüdüm
Üst düzeyde entegrasyon içeren bir projede malzeme ve sistem sağlayıcılarının çok daha üst düzey bir eşgüdüm içinde çalışmaları gerekliliği, kaçınılmaz. Bu açıdan gerek bina yönetim firmasına gerekse yatırımcıya düşen görevler var.

Günümüz binalarında herhangi bir cihaz ya da sistem alımında fiyat, kalite, teknoloji, firma tecrübesi gibi kriterlerin yanında yepyeni bir kriter daha gittikçe ön plana çıkıyor: iş birliğine açık olma. Güncel, kapsamlı ve tümleşik bir yönetim sistemi tesis edilecek bir projede bu kriter de firma seçiminde rol oynamalı diye düşünüyorum.

Internet teknolojileri
Açık sitemlerin avantajlarından söz ederken, tüm bilgilerin tek bir çatı altında toplanmasının işletmeciye binasını tek bir yazılımla idare etme avantajını sağladığından söz etmiştik. Bu avantajın en mükemmel şekilde uygulaması internet teknolojilerindeki gelişmelerle bina yönetim sistemlerinin birleşmesinde gerçekleşiyor.

Gittikçe daha çok sistem, standart veya seçimli olarak, "web sunucusu" özelliğine sahip olabiliyor. Bu şu anlama geliyor: binanızı idare etmek için Internet Explorer yazılımını kullanıyorsunuz. Standart internet erişim programlarının yönetim için kullanımına izin veren bu "web sunucu" özelliğinin getirdiği avantajlar çok sayıda.

- *Her bilgisayarda mevcut, yükleme problemi yok.*

- *Ücretsiz*
- *En alt düzeyden en üst düzeye herkes kullanmayı biliyor*
- *Çok sayıda bilgisayardan aynı anda sisteme erişilebilir*
- *Intranet ve internet üzerinden kullanım imkânı*
- *E-posta ve IP teknolojileri entegrasyonu imkânı*
- *Platform bağımsız (Linux, Macintosh gibi işletim sistemleri ile de kullanılabilir)*

1. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *http://www.otomatikkapidunyasi.com/fikirler-cozumler/akilli_bina/Sistemlerinin%20Gelisimi.pdf (20.06.2015 tarihinde erişildi)*
2. *http://www.emo.org.tr/ekler/3b6a723bcd5cddb_ek.pdf (7.12.2017 tarihinde erişildi)*
3. *Fundamentals of HVAC Controls, PDH Course M197, http://www.cs.berkeley.edu/~culler/cs294-f09/m197content.pdf*
4. *http://www.ontrol.com.tr/taxonomy/term/98 (15.09.2015 tarihinde erişildi)*

BÖLÜM-2
OTOMATİK KONTROLE GİRİŞ

Hazırlayan
Hüseyin BULGURCU

2.1 KONTROL SİSTEMİNİN TEMELLERİ

2.1.1 Kontrol nedir?

Kontrol (denetim) kelimesi genellikle ayarlamak, düzenlemek, yöneltmek veya kumanda etmek anlamına gelir. Tanım olarak; bir değişken niceliğin ya da değişken nicelikler kümesinin önceden belirlenmiş bir koşula uyumunu sağlamaya yönelik olarak gerçekleştirilen işlemler bütünüdür.

En basit olarak, kontrol ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sisteminin başlatılması, durdurulması veya ayarlanması olarak tanımlanır. Bir iklimlendirme sisteminin kontrolü üç farklı adımı içerir:

1. *Bir değişkenin ölçümü ve veri toplamak*
2. *Veriyi diğer bilgilerle birlikte işleme*
3. *Bir kontrol süreci başlatma*

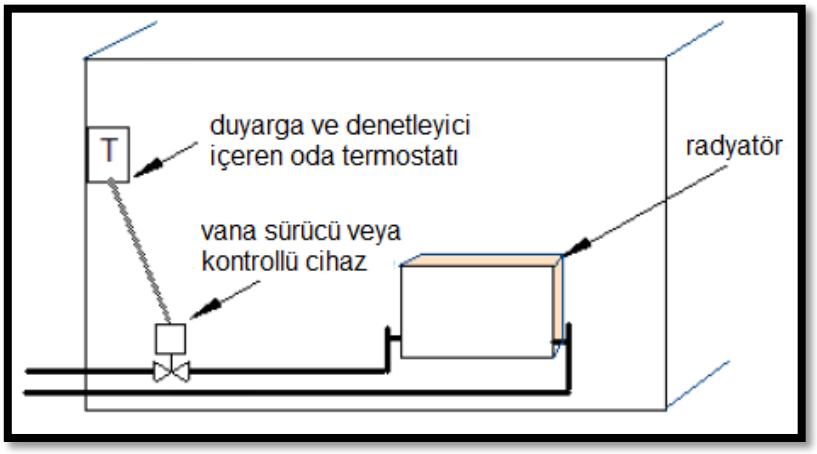
Yukarıdaki üç işlev, duyarga, kontrol cihazı ve kontrol edilen cihaz ile karşılanmaktadır.

2.2.2 Bir Kontrol Sisteminin Unsurları

En basit oda termostatından en karmaşık bilgisayarlı kontrole kadar tüm iklimlendirme kontrol sistemlerinin dört temel unsuru vardır: Duyarga, kontrol cihazı, kontrol edilen cihaz ve enerji kaynağı.

1. *Duyarga, sıcaklık, nem veya akış gibi kontrol edilen değişkenin gerçek değerini ölçer ve kontrol cihazına bilgi sağlar.*
2. *Kontrol cihazı duyargadan gelen girişi alır, girişi işler ve ardından kontrol edilen cihaz için akıllı çıkış sinyali üretir.*
3. *Kontrol edilen cihaz, kontrol cihazı tarafından yönetildiği gibi kontrol edilen değişkeni değiştirme görevini yapar.*
4. *Enerji kaynağı kontrol sistemine güç sağlamak için gereklidir. Kontrol sistemleri ya pnömatik veya elektrik güç kaynağı kullanır.*

Aşağıdaki Şekil-2.1, oda ısıtma için temel bir kontrol çevrimini göstermektedir. Bu örnekte termostat düzeneği hem duyargası hem de kontrol cihazını içerir. Bu kontrol çevriminin amacı, kontrol edilen değişkenini (oda hava sıcaklığı), bir ayar değeri olarak adlandırılan, istenilen değer için muhafaza etmektir. Isıtmayı gerçekleştirmek için gerekli ısı enerjisi bir radyatör tarafından sağlanır ve kontrol edilen cihaz, radyatöre sıcak su akışını kontrol eden 2-yollu motorlu veya solenoid vanadır.



Şekil-2.1 *Oda sıcaklık kontrolü [1]*

2.2 TEMEL KONTROL KAVRAMLARI

Otomatik Kontrol: *Bir sistemde denetim faaliyetlerinin insan girişimi olmaksızın önceden belirlenen bir amaca göre denetimi ve yönlendirilmesidir. Genel anlamda otomatik kontrol, doğrudan insan girişimi olmaksızın çalışan aygıtların, makinaların ve sistemlerin çalışması ve gelişmesi ile ilgilenen bir bilim dalıdır.*

Sistem: *Genel anlamda, bir bütün oluşturacak şekilde karşılıklı olarak birbirine bağlı elemanlar toplamıdır. Fiziksel anlamda; bir amacı gerçekleştirmek için düzenlenmiş ve bütün bir birim olarak hareket etmek üzere birleştirilen etkileşimli ya da ilişkili fiziksel elemanlar sistemidir.*

Kontrol (Denetim) Sistemi: *Kendisini veya diğer bir sistemi kumanda etmek, yönlendirmek veya ayarlamak üzere birleştirilen fiziksel organlar kümesidir.*

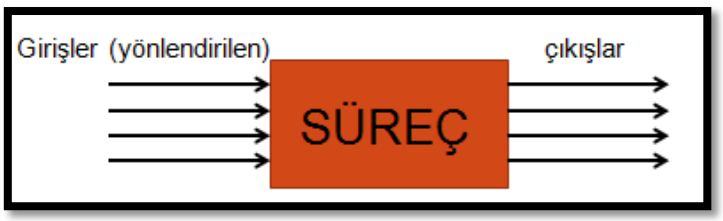
Kontrol sistemleri, denetlenen niceliklerin değerlerini sabit tutar ya da bu değerleri, öncen belirlenmiş biçimde değişmesini sağlar.

Giriş: *Kontrol sisteminden belli bir cevap almak üzere bir dış enerji kaynağından sisteme uygulanan uyarıdır.*

Çıkış: *Kontrol sisteminden sağlanan gerçek cevaptır. Çıkış, girişin öngördüğü cevaba eşit olur veya olmayabilir. Bir sistemin kontrol amacını giriş ve çıkış türü belirler. Örneğin bir seviye denetim sisteminde giriş hedeflenen seviye ise, çıkış ölçülen (gerçekleşen) seviyedir.*

Süreç (proses): *Kontrol edilmesi gereken bir bileşen veya bileşenlerdir.*

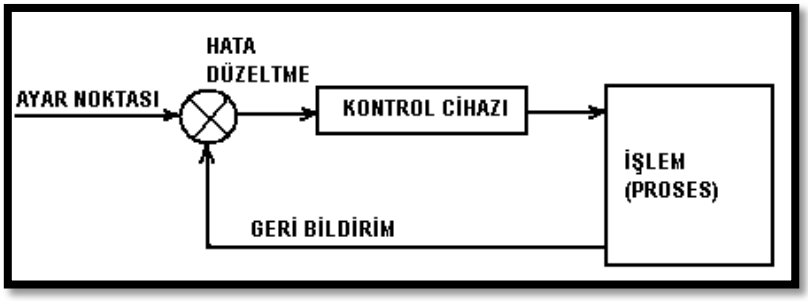
- *Süreç çıkışları kontrol edilmesi gereken değişkenlerdir.*
- *Süreç girişleri denetleyici tarafından yönlendirilmesi gereken değişkenlerdir.*



Şekil-2.2 *Çoklu giriş, çoklu çıkış süreçleri [4]*

Kontrol Döngüsü: *Otomatik kontrol sistemlerinde giriş, çıkış, sistem ve denetim organları arasındaki mantıksal ilişkiyi gösteren ve şematik bağlantılar ile ifade edilir.*

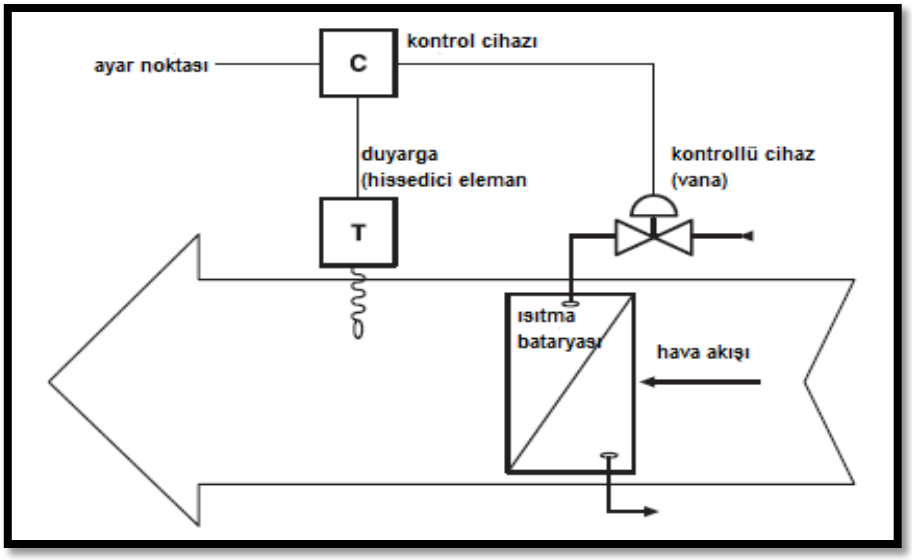
Bir kontrol döngüsü bir blok diyagramı ile temsil edilebilir. Kontrol döngüsünün her bir elemanı kendi bloğunda temsil edilir ve modellenir (Şekil-2.3). Bir elemandan diğerine akış bilgisi bloklar arasındaki çizgilerle gösterilir. Ayar noktasında görünen şekil kontrollü değişkenin karşılaştırılmasıdır. Bu fark veya sapma hatası, kontrol cihazını besler ki o da kontrollü cihaza bir kontrol sinyali olarak gönderilir. Bu durumda kontrollü cihaz bir vanadır. Vana Şekil-2.4'teki serpantinden geçen buhar miktarını değiştirir. Buhar akış miktarı işlem olarak temsil edilen bir sonraki bloğun girişidir. İşlem bloğundan alınan kontrollü değişken sıcaklıktır. Kontrollü değişken bir hissedici elaman tarafından hissedilir ve kontrol cihazına geri bildirim olarak aktarılır, döngü tamamlanmış olur.



Şekil-2.3 *Hava sıcaklık akış kontrolünün blok diyagramı [3]*

Şekil-2.3'teki her bir eleman, elemanlar arasındaki giriş ve çıkış ilişkilerini temsil eden bir matematiksel model olarak idealleştirmek üzere, bir transfer fonksiyonu olarak gösterilebilir. Transfer fonksiyonu cihazın statik ve dinamik özelliklerinin her ikisini de kapsayacak şekilde yeterli detaya sahip olmalıdır. Elemanın zamanlı dinamik özellikleri bir diferansiyel denklem tarafından temsil edilir. Çevresel kontrolde, birçok elemanın transfer fonksiyonu uygun dönüşümlerle tek bir diferansiyel denklem olarak tanımlanabilir, etkili olan dinamik davranış tek bir kapasite faktörüne indirgenir. Çözüm için diferansiyel eşitlikler Laplace veya z-dönüşümlerine döndürülür.

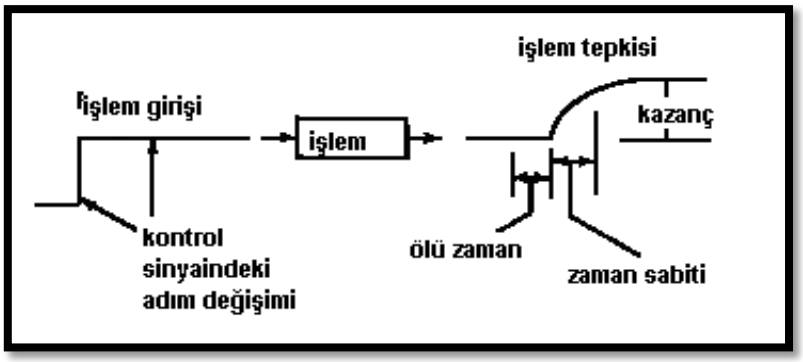
Zaman sabiti, girişi etkileyen bir adım değişmesi olduğunda onun çıkışının son değerinin %63,2'sine ulaşması için geçen süre olarak tanımlanır. Elemanın zaman sabiti küçük olduğunda girişteki değişmelere çabuk cevap verecektir; tersine elemanın zaman sabiti büyük olduğunda girişteki değişmelere ağır cevap verecektir.



Şekil-2.4 *Basit bir ısıtma kontrol sistemi [1]*

Ölü zaman bir faz değişimi olup problemlerin kontrolüne ve modellenmesine yarar. Ölü zaman, işlem girişindeki bir değişme ile işlem çıkışını etkileyen bir değişme arasındaki zamandır. Ölü zaman Şekil-2.4'teki kontrol döngüsünde serpantinden ortama geçiş zamanın ortaya çıkabilir. Serpantindeki sıcaklık değişimi dağıtım sistemindeki havaya gecikmeli olarak verilir ve sonunda ortamdaki duyarga etkilenir. Ortamdaki havanın kütlesi serpantin sıcaklık değişiminin oda duyargası tarafından tam etkili denetlenmesini daha fazla geciktirir. Ölü zaman ayrıca duyarganın yavaş hissetmesinden, kontrol cihazından gelen sinyal gecikmesinden de oluşabilir. Şayet ölü zaman küçükse kontrol modelinde ihmal edilebilir; büyükse dikkate alınmalıdır.

Transfer fonksiyonunun kazancı, sabit şartlarda verilen girişteki bir değişme için çıkış elemanındaki değişme miktarıdır. Şayet eleman doğrusal ise kazanç sabit kalır. Buna rağmen birçok kontrol elemanları doğrusal değildir ve çalışma şartlarına bağlı olarak kazanç değişmektedir. Şekil-2.5, bir giriş sinyalindeki bir adım değişmesine ilk tepki artı ölü zaman ilavesini göstermektedir. Ölü zaman esnasında işlemin tepki vermediğine, takip eden tepkinin ilk baştaki eklentiye benzediğine dikkat edin.



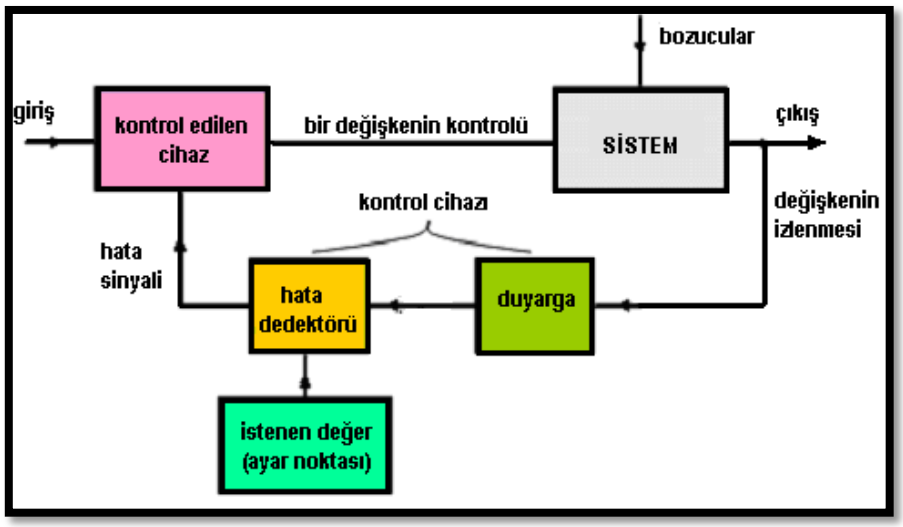
Şekil-2.5 *Bir giriş adımı için işlem bağlantıları [4]*

Bir kontrolün arkasındaki prensip duyarganın ölçülen değerdeki bir basınç, voltaj veya akımı bir sinyal (pnömatik, elektrik veya elektronik) olarak göndermesi, ölçülen değişkenin değerini oransal hale getirmesidir. Kontrol cihazı duyargadan alınan ile istenen değeri karşılaştırır ve bu karşılaştırmaya dayalı bir kontrol sinyali gönderir. Donanım kontrolleri, verileri sürekli alan ve işleyen bir analog cihazdır. Yazılım kontrolleri, bir sayısal cihaz olup örnek-oran temeline dayalı geçici veriler üzerinde bilgi alır ve işler.

Kapalı Çevrim (Geri Bildirimli)

Bir kapalı kontrol döngüsü veya geri bildirimli kontrol, kontrollü değişkendeki gerçek değişimleri ölçer ve bir değişim için kontrol cihazı harekete geçer. Düzeltici eylem, kontrol cihazının tasarım sınırlılıkları içinde değişken istenen değere ulaşıncaya kadar devam eder. Kontrollü değişkenin bir kontrol cihazı tarafından hissedilmesi için yapılan bu düzenleme geri bildirim olarak bilinir.

Duyarga, kontrollü değişkeni izler ve kontrol cihazı için sinyal dönüştürür. Kontrol cihazı kontrollü değişkenin değerini ayar noktası ile karşılaştırır ve kontrollü cihaza düzeltici eylem için sinyal üretir. Bir kontrol cihazı bir donanım veya yazılım olabilir. Termostatlar, higrostatlar ve basınç kontrolleri donanım kontrollerine örneklerdir. Sayısal algoritmalar, yazılım kontrollerine örneklerdir.



Şekil-2.6 *Kapalı döngülü kontrol [3]*

Duyarga, kontrollü değişkeni izler ve kontrol cihazı için sinyal dönüştürür. Kontrol cihazı kontrollü değişkenin değerini ayar noktası ile karşılaştırır ve kontrollü cihaza düzeltici eylem için sinyal üretir. Bir kontrol cihazı bir donanım veya yazılım olabilir. Termostatlar, higrostatlar ve basınç kontrolleri donanım kontrollerine örneklerdir. Sayısal algoritmalar yazılım kontrollerine örneklerdir.

Ayar noktası kontrollü değişkenin istenen değeridir. Kontrol cihazı bu ayar noktasını sağlamaya çalışır. Kontrollü cihaz, kontrol cihazından akış kontrol vasıtasının değişmesi alınan sinyale tepki verir. Kontrollü değişken bir vana, damper, ısıtma elemanı veya bir pompayı veya fanı tahrik eden bir motor olabilir.

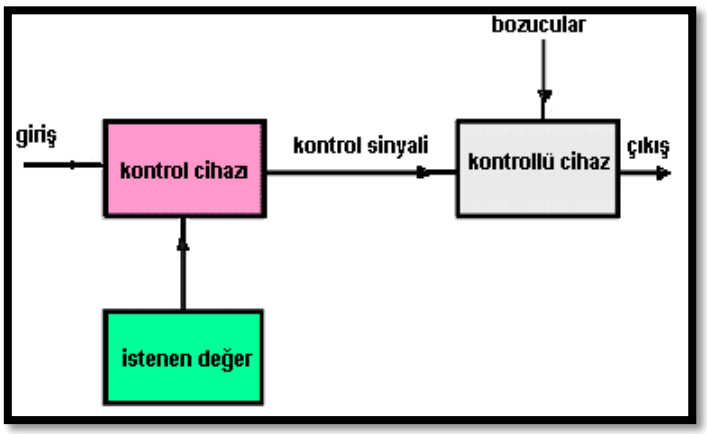
Kontrol vasıtası, kontrollü cihaz tarafından yönlendirilen ortamdır. O damperden akan; gaz, buhar veya bir vanadan geçen su veya bir elektrik akımı olabilir.

İşlem yeri, kontrol edilen bir iklimlendirme cihazıdır. Kontrol vasıtasının çıkışına tepki verir ve kontrollü değişkenin değişmesinden etkilenir. İşlem yeri bir serpantin, fan veya nemlendirici olabilir.

Kontrollü değişken kontrol edilmek istenen bir sıcaklık, nem veya basınç, vb. olabilir.

Açık Çevrim (Geri Bildirimsiz)

Bir açık döngülü kontrolde kontrollü değişken ve kontrol cihazı arasında doğrudan bir bağlantı yoktur. Bir açık döngülü kontrol bir dış değişkenin sistemi nasıl etkileyeceğini öngörür (tahmin eder) ve ayar noktasını aşırı sapmadan korumak için ayarlar. Bir örnek dış ortam termostatı olup binanın ısı yükünün dış hava sıcaklık değişmelerinden nasıl etkilendiğini öğrenmek için kullanılır. Esasında tasarımcı dış hava sıcaklığı ile binanın ısı ihtiyacı arasında sıkı bir ilişki olduğunu farz eder ve kontrol eylemini dış hava sıcaklığı üzerine temellendirir. Çünkü kontrollü değişkenden (ortam sıcaklığı) bir geri bildirim yoktur, bu durumda kontrol açık döngülüdür (Şekil-2.7).



Şekil-2.7 *Açık çevrim döngülü kontrol [3]*

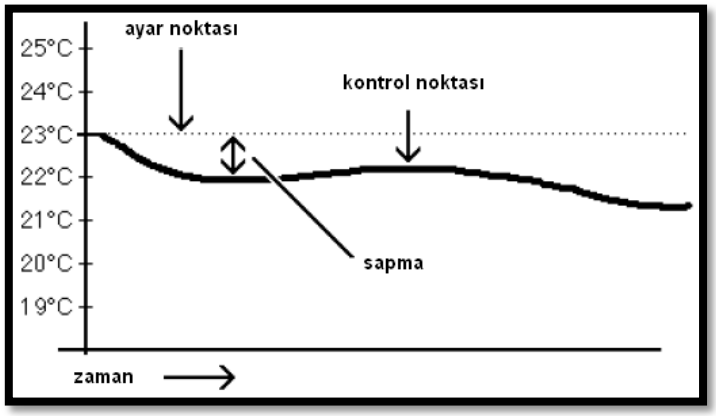
Kontrollü Değişken: *Ölçülen veya kontrol edilen değişkenin sayısı veya şartları*

Kontrol Noktası: *Herhangi verilen bir anda ölçülen değişkenin değeri kontrol noktası olarak adlandırılır. Kontrol noktası algılanan gerçek sıcaklıktır. Kontrol noktası (sıcaklık) ayar değerinde olmayabilir, ancak bunun yerine onun üstünde veya altında olabilir. Sistem, ayar değeri, diferansiyel (iki konumlu veya açık/kapalı kontrol) olarak adlandırılan artı veya eksi bazı kabul edilebilir sınırları veya kısma aralığını (oransal kontrol) korumak üzere çalıştırılır. Basitçe ifade edersek, ayar değeri sizin istediğiniz iken kontrol noktası elde ettiğinizdir.*

Ayar Noktası: *Kontrol sistemlerinde sabit bir kumanda değerinin ayarlandığı noktadır. Örneğin sıcaklık kontrol sistemlerinde arzu edilen sıcaklığın ayarlandığı nokta ayar noktasıdır.*

Ayar değeri: *Ayar değeri muhafaza edilecek bir değişkenin istenen durumudur, örneğin; sıcaklık. Ayar değeri kontrol çevrisine bir talimattır ve kontrol edilen cihazın belirli bir değerine karşılık gelir, genellikle yarım çevrim. Yukarıdaki (Şekil-2.8) örnekte ayar değeri 23 ℃'dir.*

Sapma: *Sapma, ayar değerinden uzaklaşma miktarıdır veya ayar değeri ve kontrol noktası arasındaki farktır.*



Şekil-2.8 *Otomatik kontrol kavramlarının açıklanması [3]*

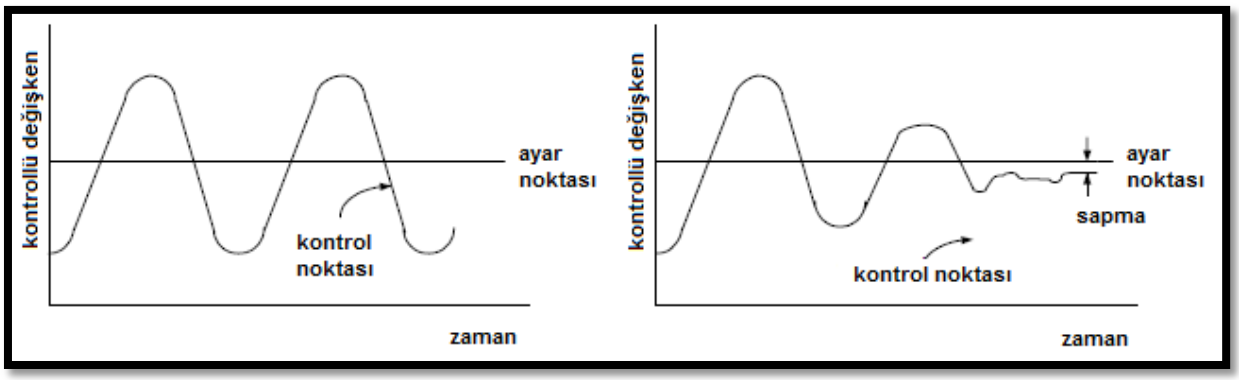
Duyarga: *Kapalı döngülü kontrol sistemlerinde kontrol değişkenini hisseden elemandır.*

Kontrollü Cihaz: *Kontrol cihazından aldığı komutları uygulayan cihazdır. Örnek olarak bir ısıtma sisteminde sıcak suyun vana ile kontrolü, bir klima santralinde damper ile hava debisi kontrolü.*

Kısma Aralığı (Fark, Diferansiyel): *Kısma aralığı (TR), kontrol edilen cihazın kendi strokunun bir ucundan diğerine hareket etmesine yol açan ölçülen değişkenin (yani sıcaklık) değişimidir. Kısma aralığı çok dar olursa, sürücünün salınıma girme (hunting) olarak adlandırılan bir moda geçmesine neden olur. Bu modda, sürücü sürekli olarak kontrol edilen uygun konum için tam açık, daha sonra tam kapalı; sonra tam açık, daha sonra tam kapalı, vb. arar (veya salınır).*

Salınan bir kontrol sistemi kontrol altında değildir. Kontrol cihazı daha az hassas olacak şekilde kısma aralığını arttırarak salınımı ortadan kaldırmak mümkün olabilir.

Kararlılık bir bozulum sonrası kararlı bir kontrol noktasını bulmak için bir sistemin eğilimidir. Kararsızlık büyüyen salınımlara eğilimlidir.



Şekil-2.9 *Oransal kontrolde kararsız sistem [4]*

Şekil-2.10 *Oransal kontrolde kararlı sistem [4]*

2.3 KONTROL TEORİSİ

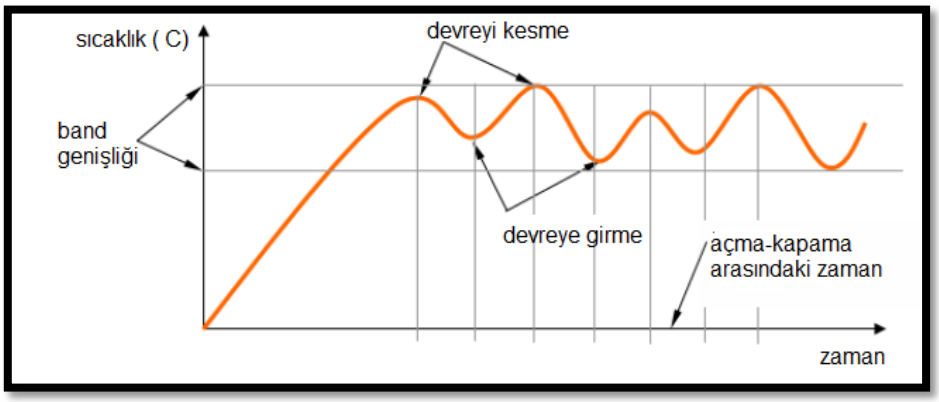
Temelde iki kontrol türü vardır, diğer bir deyişle, açık çevrimli kontrol ve kapalı çevrimli kontrol.

Açık Çevrimli Kontrol

Açık çevrimli kontrol hiçbir geri bildirimi olmayan bir sistemdir, yani kontrol sisteminin verimli çalışıp çalışmadığını izlemenin hiçbir yolu yoktur. Açık çevrimli kontrolü aynı zamanda ileri beslemeli kontrol olarak da adlandırılır.

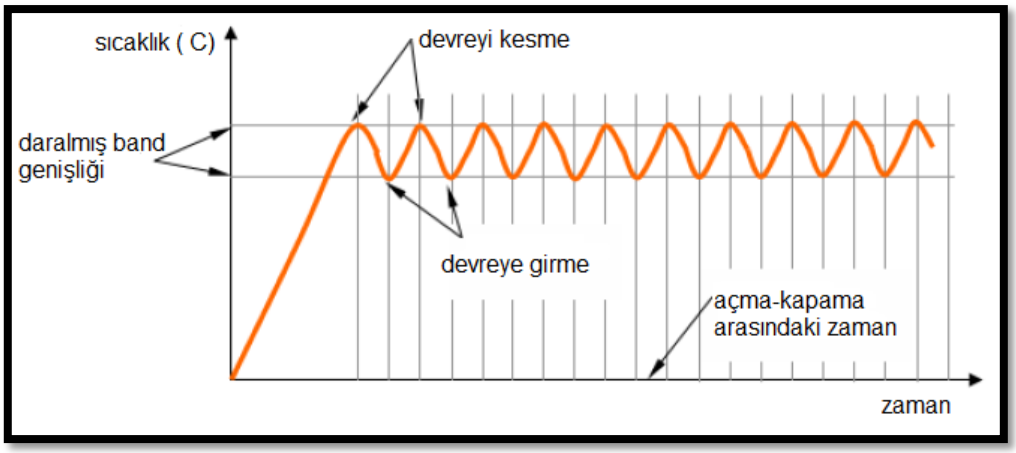
Açık çevrimli kontrolde, kontrol cihazı bir sürücü veya anahtarı çalıştırabilir ve genellikle bir zamanlayıcı tarafından yapılır ve aşağıdaki pişirme fırını örneği (Şekil-2.11) ile en iyi şekilde açıklanmıştır. Eğer fırın içindeki gerekli sıcaklık, bir ısıtma elemanının devreye alınması ve devreden çıkarılması yoluyla elde ediliyorsa, bu, sıralı veya açık çevrimli kontrol olarak bilinir. Elektrikli ısıtma elemanı için elektrik devresini çalıştıran bir zamanlayıcı operatör tarafından ayarlanır. Fırın istenilen sıcaklığa ulaşır ulaşmaz, fırının içindeki sıcaklık yaklaşık bir ayar set değerine ayarlanacak şekilde zamanlayıcı anahtarı "kapatacaktır".

Sabit bir sıcaklığı korumak üzere fırın için, bir kam tahrik cihaz tarafından anahtarı açıp kapatan ön ayarlı bir zamanlama cihazı ile eleman açıp kapatılır. Fırın içinde elde edilen sıcaklık aslında sabit değildir, ama kararlı durum şartlarına ulaşmadaki gecikme nedeniyle değişmektedir.



Şekil-2.11 *Açık çevrim kontrol edilen fırının sıcaklık/zaman grafiği [1]*

Daha doğru kontrol için, açma ve kapama sıcaklıkları arasındaki bant genişliğini uygulanabilir en dar aralıkta tutmak daha iyi olacaktır. Özellikle anahtar kontaklarında ark olması durumunda, çok fazla anahtarlama, anahtar kontaklarını aşındıracaktır. Anahtarlama süresi veya anahtarlama çevrim süresi ve fırın içindeki sıcaklığın hangi sıklıkla istenilen değerde olduğu arasında bir ilişki olduğu açıktır. Aşağıdaki diyagram aynı açık çevrimli kontrolü göstermektedir ancak anahtarlama süresi düşürülmüştür (Şekil-2.12). Fırın sıcaklığının ayar noktasında ya da yakınında olması daha olasıdır.



Şekil-2.12 *Açık çevrim ile kontrol edilen fırının sıcaklık-zaman grafiği [1]*

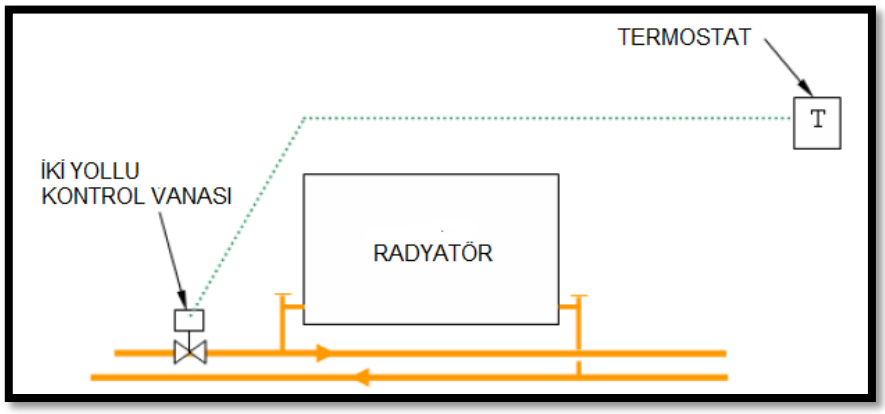
Bu tip kontroller iklimlendirme ve soğutma sistemi için uygun değildir, çünkü kontrol edilecek parametreleri karşılaştırmada kolaylık sağlamaz.

Kapalı Çevrimli Sistem

Örnekteki fırın bir sıcaklık ölçüm cihazına sahip olsaydı ve içindeki sıcaklık istenen sıcaklık ile sürekli karşılaştırılsaydı, o zaman bu bilgiler ısıtma elemanı için ısı girişi miktarını ayarlamak için kullanılabilirdi. Kapalı sistemde, kontrol cihazı kontrol edilen değişkendeki hataya yanıt verir. Algılanan parametrelerin bir karşılaştırması, ayarlanan parametreler ile ilgili olarak yapılır ve buna uygun olarak karşılık gelen sinyaller üretilecektir. Kapalı çevrimli kontrol aynı zamanda geri beslemeli kontrol olarak da adlandırılır.

Genel olarak bir soru sorunuz, duyarga kontrol edilen değişkeni ölçüyor mu? Cevap evet ise bu kontrol sistemi kapalı çevrimlidir, hayır ise sistem açık çevrimlidir.

İklimlendirme kontrol sistemleri genellikle kapalı çevrimlidir. Kapalı çevrim genel olarak iki kategoriye ayrılabilir, diğer bir deyişle iki konumlu kontroller ve sürekli kontroller. Aşağıdaki sıcaklık kontrol edilen alan ısıtması örneğini ele alalım. Diyagram (Şekil-2.13) bir sıcak su radyatörü tarafından ısıtılan bir odayı göstermektedir.

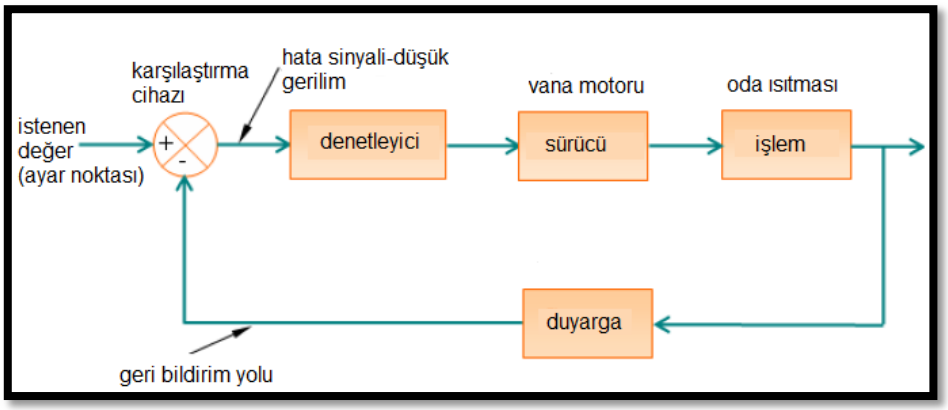


Şekil-2.13 *Sıcak su radyatörü tarafından ısıtılan bir oda [1]*

Kontrol elemanları şunlardır:

1. *Duyarga*
2. *Kontrol cihazı*
3. *Kontrol edilen cihaz: Vana sürücü ve vana*

Kontrol edilen değişkene dikkat ediniz; hava sıcaklığı kontrol edilmesi gerekli olandır. Vanadan geçen sıcak su miktarını değiştirerek, odaya dağıtılan ısı miktarı kontrol edilir. Bu kontrol sıralaması aşağıda gösterilen bir blok diyagramda gösterilmektedir (Şekil-2.14).



Şekil-2.14 *Isıtma sistemi kontrol döngüsü*

İstenen değer veya ayar değeri, termostat önündeki düğmeden ayarlanır. (Oda termostatının, yukarıdaki blok şemasında açıkça gösterilen duyarga, ayar değeri ayarı, karşılaştırma cihazı ve kontrol cihazını içerdiğine dikkat

ediniz). Sıcaklık duyargası gerçek değeri ölçer ve karşılaştırma cihazına geri besleme yolu boyunca bir sinyali geri gönderir. Karşılaştırma cihazı, duyarga üzerindeki sıcaklık değerini kontrol cihazı üzerindeki istenen değer veya ayar değeri ile karşılaştırır. İstenen değer ve ölçülen değer arasındaki fark, hata sinyali olarak bilinir. Hata sinyali, sürücü için düşük bir gerilim sinyali (örneğin 10 volt) olarak kontrol cihazına beslenir.

İki yollu vana üzerinde bir sürücü olan kontrol edilen cihaz, kontrol cihazından alınan darbeye tepki verir ve sıcak su akışını değiştirir. Bu, sırayla, alanın koşulunu değiştirir ya da istenilen değeri işleme koyar. Bu tip kontrole modülasyonlu kontrol denir, çünkü kontrol elemanları, iç ve dış koşullar değişebilir olsa bile odada yaklaşık sabit bir sıcaklığı korumak için karşılaştırma cihazından gelen sinyali sürekli olarak değiştirmektedir.

2.4 KULLANDIKLARI ENERJİYE GÖRE KONTROL SİSTEMİ TÜRLERİ

2.4.1 Doğrudan Etkili Sistemler (Kendine Yeterli Sistemler)

Kontrol cihazının en basit şekli, çok ince bir boru, körükler ve diyafram üzerinden bir vanaya güç ileten bir algılama elemanı içeren doğrudan etkili olandır. Ölçme sistemi, kullanımını basit ve kolay yapan herhangi bir yardımcı güç kaynağı ile yükseltme olmadan kontrol altındaki işlemden enerjisini sağlar. En yaygın örneği, sıvı genleşmesi veya buhar basıncı ile vanası ayarlayan termostatik radyatör vanasıdır (Şekil-2.15). Doğrudan etkili termostatların gücü azdır ve bazı dezavantajları vardır ama ana avantajı, bireysel ve ucuz kontroldür. Doğrudan etkili termostatik ekipmanlar kontrol cihazının kademeli hareketini verir ve modüle ettiği söylenebilir.

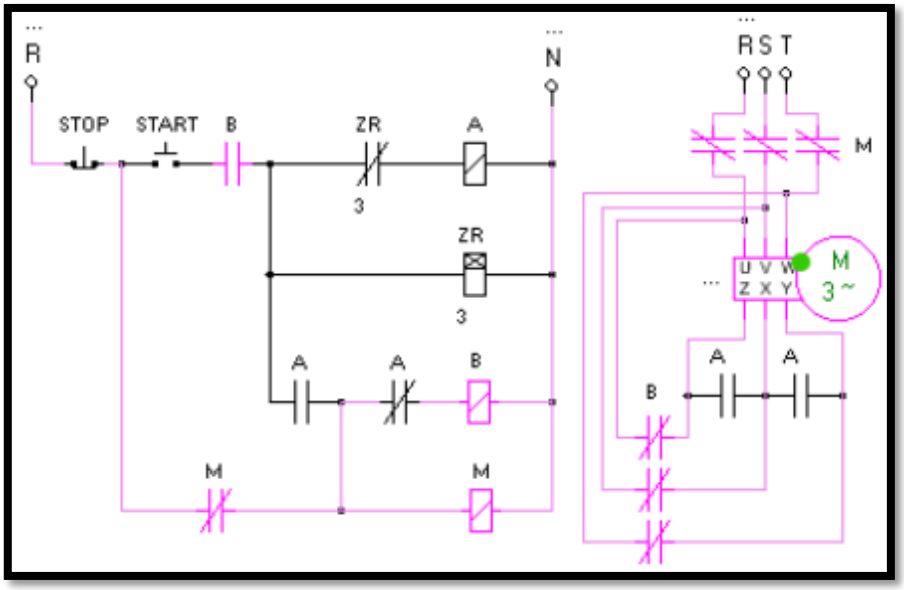


***Şekil-2.15** Termostatik radyatör vanası*

2.4.2 Elektrik / Elektronik Sistemler

Elektrik kontrol edilen cihazlar AÇ/KAPAT veya iki konumlu kontrol sağlar. Konut ve küçük ticari uygulamalarda, düşük gerilimli elektriksel kontroller en yaygın olanlarıdır. Bir trafo, 115 voltluk alternatif akımı (AC) bir nominal 24 volta düşürmek için kullanılır. Bu gerilim sinyali termostatlar ile kontrol edilir ve gaz solenoid vanalarını açar, DX soğutma üzerindeki yakıt brülörleri veya solenoid vanalara enerji verir, elektrik ısısını kontrol eder, iki konumlu vanaları ve damperi çalıştırır ve fanları ve pompaları açar/kapatır.

Bir röle veya kontaktör, alçak gerilim kontrol sinyali ile hat gerilimli ekipmanı anahtarlamak için kullanılır. Elektrik sistemin avantajı, hat gerilimi ile ilişkili personel güvenliği ve yangın riskini ortadan kaldırması ve bu kontrol tellerinin kablo kanalı ve diğer güvenlik önlemleri gerektirmeden elektrikçi olmayan biri tarafından monte edilmesini sağlamasıdır. Ancak, bu sistemler genellikle sadece açık/kapalı kontrol sağlama ile sınırlıdır: yarı kapasitede çalıştırılamaz.

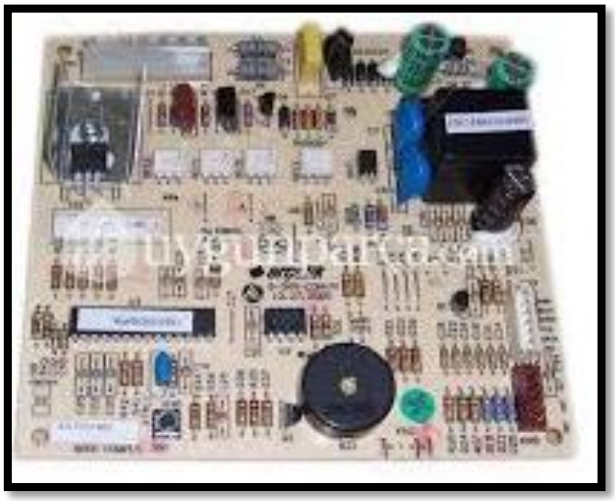


Şekil-2.16 *Elektrik kontrol sistemi örneği*

Elektronik kontrollü cihazlar ya modülasyonlu ya da iki konumlu (AÇIK /KAPALI) olabilir. Elektronik kontrol sistemleri genellikle, aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. *Kontrol cihazı: Alçak gerilim, katı hal*
2. *Girişler: 0 -1V DC, 0-10V DC, 4 - 20 mA, direnç elemanı, termistör ve ısıl çift (termokupl)*
3. *Çıkışlar: 0-10V DC veya 4- 20 mA*
4. *Kontrol Modu: İki-konumlu, yüzer, oransal veya oransal ve ayrıca integral (PI) Elektronik kontrol sistemlerinin diğer özellikleri şunlardır:*
    - *Kontrol cihazları duyargalar ve sürücülerden uzakta yerleştirilebilir.*
    - *Kontrol cihazları çeşitli girişler kabul edebilir.*
    - *Birden fazla kontrol için uzaktan ayarlar, duyargalar ve sürücüler olmasa bile, birlikte yerleştirilebilir.*
    - *Elektronik kontrol sistemleri, karmaşık kontrol ve kontrolü devralma düzenlerine yer sağlayabilir.*
    - *Evrensel tip çıkışlar birçok farklı sürücülere arayüz ile bağlanabilir.*
    - *Gösterge panelleri giriş veya çıkış değerlerini gösterebilir.*

Bir elektronik kontrol sistemi, sistem durumunu ve işletimini gösteren görsel görüntülemeler ile geliştirilebilir. Birçok elektronik kontrol cihazının, güç, giriş sinyali, sapma sinyali ve çıkış sinyali gösteren yerleşik göstergeleri bulunmaktadır. Bir gösterge ışığı, açık / kapalı durumunu gösterebilir veya yükün değişimini parlaklık seviyesini değiştirerek gösterebilir (Şekil-2.17).



Şekil-2.17 *Bir ev tipi soğutucuya ait elektronik kontrol kartı*

2.4.3 Pnömatik Sistemler

Büyük binalar için tarihsel açıdan en popüler kontrol sistemi, hem açık/kapalı hem de modülasyonlu kontrol sağlayan pnömatik sistemdir. Pnömatik sürücüler kendi yay aralığı açısından tanımlanır.

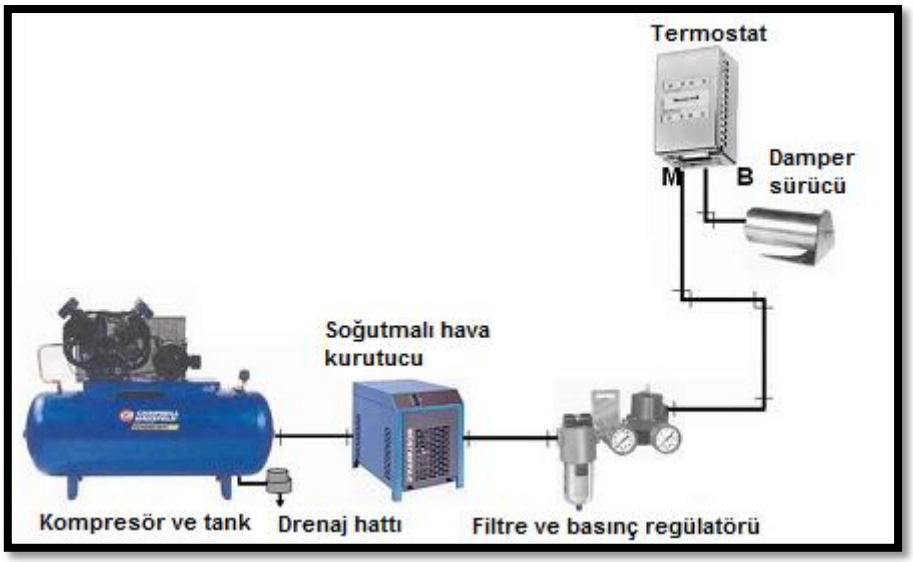
Genel yay aralıkları, 3-8 psig (21- 56 kPa), 5-10 psig (35- 70 kPa) ve 8-13 psig (56-91 kPa). Bir giriş basıncı ile basınçlı hava, termostatlar ve otomatik nem ayarlayıcı ile ayarlanabilir.

Bu cihazlardan tahliye hava basıncını değiştirerek, sinyal vanaları açmak, damperleri kapatmak ve diğer ekipmanlara enerji vermek için doğrudan kullanılabilir. Nispeten ucuz olan bakır veya plastik borular binanın etrafında kontrol sinyallerini taşır. Pnömatik sistem çok dayanıklıdır, elektrik kıvılcımlarının önlenmesi gereken tehlikeli alanlarda güvenlidir ve en önemlisi, kısmi yük koşulunda modülasyon veya çalışma yeteneğine sahiptir. 24 volt'luk elektrik kontrol sistemi sadece tam açık veya tam kapalı bir dampere enerji verebilirken, bir pnömatik kontrol sistemi o damper %25, %40 ya da %80 açık tutabilir. Bu, beslemenin yük ile daha doğru eşleşmesini sağlar.

Pnömatik kontroller hem kontrol sinyali ortamı olarak hem de diyaframların kullanımı ile vana kolunu tahrik etmek için, temiz, kuru ve yağsız basınçlı hava kullanmaktadır. Kir, nem ve yağın basınçlı hava kaynağında olmaması önemlidir.

Alet nitelikli basınçlı hava, endüstriyel nitelik yerine kontroller için daha uygundur ve uygulamayı karşılamak için yeterince düşük bir çiğ noktasına kurutma gerektirir.

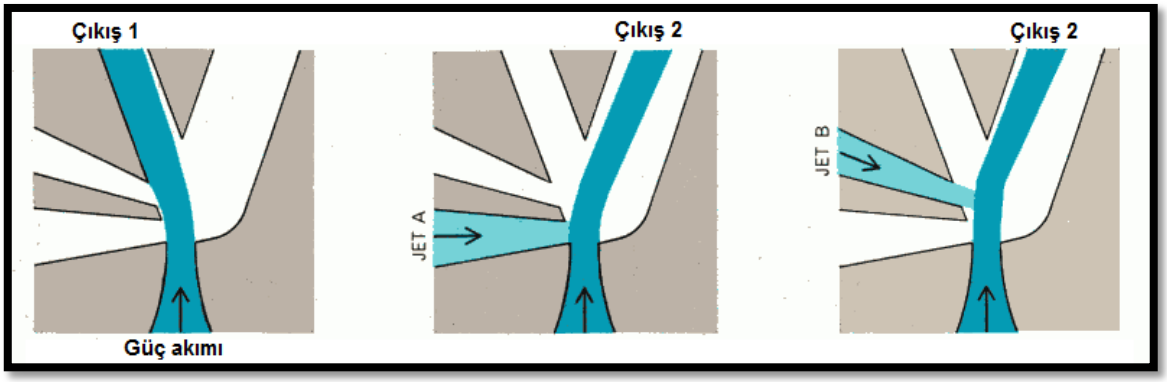
Ana dezavantajları şunlardır: elektronik sistemlere kıyasla daha az güvenilir ve daha fazla gürültülüdür.



Şekil-2.18 *Pnömatik kontrol devre elemanları*

2.4.4 Akışkansı (Fluidik) Sistemler

Akışkansı sistemler, kontrol mühendisliğinde yeni bir gelişmedir ve pnömatik sistemlere benzerler. Havanın statik basıncı yerine dinamik özelliklerini kullanırlar. Hava yerine herhangi bir gaz veya sıvı da kullanılabilir. Şekil-2.19'da basit bir akışkansı anahtarlama sistemi görülmektedir.



Şekil-2.19 *Akışkansı (fluidik) anahtarlama kontrolü*

2.4.5 Mikroişlemci Sistemleri

Doğrudan Sayısal Kontrol (DDC), günümüzde en yaygın kullanılan kontrol sistemidir. Elektronik kontrol sistemleri için kullanılan duyargalar ve çıkış cihazları (ör; sürücüler, röleler) genellikle mikroişlemci tabanlı sistemlerde kullanılanlarla aynıdır. Elektronik kontrol sistemleri ve mikroişlemciye dayalı sistemler arasındaki fark, giriş sinyallerinin işlenmesinde bulunmaktadır. Bir elektronik kontrol sisteminde, analog duyarga sinyali güçlendirilir ve daha sonra gerilim veya akım karşılaştırma ve kontrol devreleri aracılığıyla bir ayar değeri veya kontrolü devralma sinyali ile karşılaştırılır. Bir mikroişlemci tabanlı sistemde, duyarga girişi kesikli talimatların (algoritmalar) karşılaştırma ve kontrol işlemini gerçekleştirdiği sayısal bir forma dönüştürülür. Çoğu alt sistemlerin, VAV kutularından kazanlar ve soğutuculara kadar, o ünitenin performansını optimize etmek için yerleşik bir DDC sistemi bulunmaktadır. BACNet olarak bilinen bir iletişim protokolü, kontrol ünitelerinin farklı üreticilerden birbirlerine veri aktarmasına olanak sağlayan standart bir protokoldür.

2.4.6 Karışık Sistemler

Kontrol edilen cihazların kombinasyonları mümkündür. Örneğin, elektronik kontrol cihazları bir pnömatik sürücüyü ayarlayabilir. Aynı zamanda, orantılı elektronik sinyalleri, bu sinyalleri pnömatik sürücüler tarafından kullanılan oransal hava basıncı sinyallerine dönüştüren, transdüzer adı verilen bir cihaza gönderilebilir. Bunlar elektronik-pnömatik (E-P) transdüzerler olarak bilinir. Örneğin, elektronik-pnömatik (E/P) transdüzer, elektronik kontrol cihazından gelen bir modülasyon 2- 10V DC sinyali, pnömatik sürücü için bir 3-13 psi'lik pnömatik oransal modülasyon sinyaline dönüştürür. Bir duyarga-transdüzer düzeneğine bir transmitter denir.

Birçok elektronik kontrol cihazı için giriş devreleri, 0-10 VDC'lik bir gerilim aralığı veya 4-20 mA'lik bir akım aralığını kabul edebilir. Bu kontrol cihazlarına girişler evrensel girişler olarak sınıflandırılır, çünkü doğru çıkışa sahip herhangi bir duyargası kabul ederler. Bu duyargalar genellikle transmiterler olarak adlandırılır, çünkü onların çıkışları güçlendirilmiş ya da şartlandırılmış bir sinyaldir. Bu transmiterlerin birincil gereksinimi, istenen algılama aralığı boyunca bir kontrol cihazına bir giriş için gerekli gerilim veya akım seviyesini üretmeleridir. Transmiterler, sıcaklık, bağıl nem, hava akışı ve su akışı, güç tüketimi, hava hızı ve ışık yoğunluğu gibi değişken koşulları ölçmektedir. Transmitere bir örnek, bir klima santraline geri dönüş havasında karbondioksit (CO2) seviyesini ölçen bir duyarga olacaktır. Duyarga, kabul edilebilir hava kalitesi düzeylerini korumak için dış ortam/ dışa atım damperlerini daha sonra modüle eden bir kontrol cihazı girişine bir 4-20 mA'lik sinyal sağlar. Elektronik kontrol cihazları, gerilim, amper veya direnç girişlerini işleme yeteneğine sahip olduklarından dolayı, sıcaklık transmiterleri, yüksek maliyetleri ve ilave karmaşıklıkları nedeniyle iklimlendirme sistemleri arasında genellikle kontrol cihazı girişleri olarak kullanılır. Özet olarak;

- ***Transdüzer,*** *duyarga sinyalini bir elektrik sinyaline dönüştürür (ör; bir basıncı bir gerilime)*
- ***Transmitter****, bir kontrol cihazına gönderilmek üzere algılanan parametre ile orantılı uygun kuvvette bir gerilimi etkinleştiren elektronik devredir.*

2.5 OTOMATİK KONTROL TÜRLERİ (KONTROL CİHAZI YANITLARI)

Kontrol cihazının işlevi, ayar değeri, kısma aralığı ve etki gibi (duyargadan) kendi giriş talimatlarını karşılaştırmak ve daha sonra bir çıkış sinyali üretmektir. Kontrol edilen cihazın sinyale cevaben davranış biçimi, kontrol modu veya kontrol yanıtı olarak bilinir. Tek başına ya da bir arada bu kullanılan beş temel kontrol modu vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

Kontrol yanıtları şu şekilde tanımlanmaktadır:

1. *İki konumlu*
2. *Yüzer*
3. *Oransal*
4. *Oransal + İntegral (PI veya P + I)*
5. *Oransal + integral + Türev (PID veya P + I + D) Yukarıdaki kontrol modları, sürekli ya da kesintili olabilir.*

Sürekli Kontrol: *Her zaman duyargadan gelen bir sinyali alır ve kontrol cihazı her zaman alan gereksinimlerini karşılamaya çalışır. Bu bazen "modülasyon" kontrol olarak adlandırılır.*

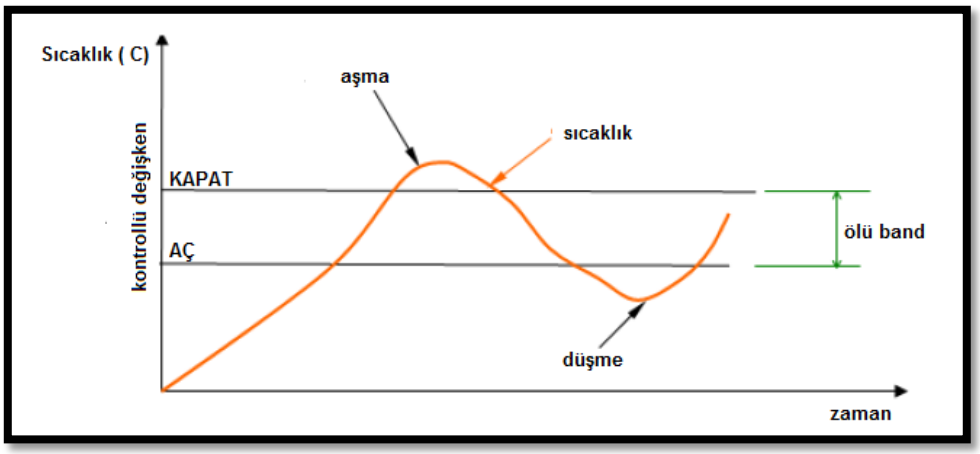
Kesintili Kontrol: *Kontrol edilen cihazı sadece, 'açma-kapama' kontrol modunda olduğu gibi belirli sınırlara ulaşıldığında çalıştırır. Yüzer etki, oransal etki, integral etki ve türevsel etki, sürekli ya da modülasyon kontrol etkisinin tüm örnekleridir.*

2.5.1 İki Konumlu Kontrol

İki konumlu kontrol cihazı set değeri üstünde veya altında ayar değişkenini açar veya kapar. Kontrol cihazının çıkışı iki konumludur ya tamamen açık ya da tamamen kapalıdır. Örneğin ayar değişkeni elektrik enerjisi olan bir sistemde kontrol cihazı, set değerinin altında elektrik enerjisini sisteme tamamen verir, set değerinin üstünde ise tamamen keser veya tam tersi düşünülebilir.

İki konumlu kontrolde kontrol altında tutulan değişken örneğin sıcaklık, sürekli salınım halindedir. Set değerinin etrafında salınır. Bu salınımda tepeden tepeye değişim ve salınım sıklığı süreç karakteristiklerine bağlıdır.

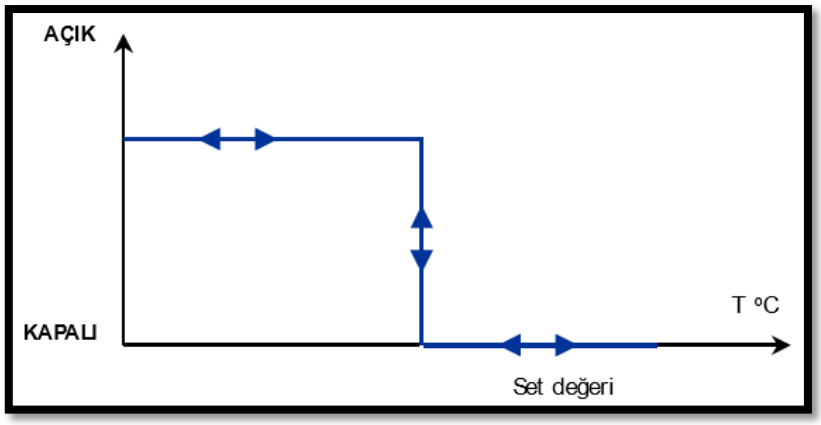
Örnek: *Buhar ısıtma serpantininde bir solenoid ile çalıştırılan buhar vanası iki konumlu bir kontroldür. Bir oda duyargası sıcaklığı izler ve kontrol cihazı, sıcaklık ayar değerine değiştiğinde bir röle çıkışını çalıştırmak için bu duyarga bilgisini kullanır. Sıcaklık ayar noktasının altında olduğunda solenoid vana 'AÇIK', sıcaklık ayar değerinin üzerinde olduğu zaman 'KAPALI' konumdadır. Cihazdan çıkışın ara bir durumu yoktur ya açık ya da kapalıdır. Solenoid vana kontrol edilen ortam olan buhar üzerinde son etkisini verir. Zaman ve sıcaklık ile ilgili olarak iki konumlu kontrolün bir diyagramı aşağıda gösterilmiştir.*



Şekil-2.20 *İki konumlu (AÇ-KAPAT) kontrol eylemi [4]*

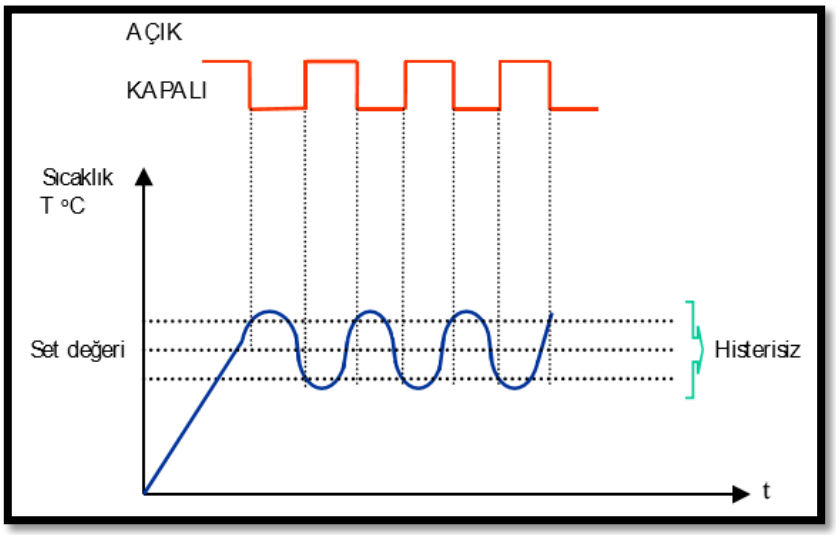
Yanıt eğrisi her zaman iki sınır "açık" ve 'kapalı' arasında çevrimsel işler ve ayar değerinden maksimum ve minimum sapma binaların ve tesisin termal ataleti nedeniyle uygulamada oluşur. Kontrol cihazının 'açtığı' veya 'kapattığı' sıcaklıklar arasındaki fark 'diferansiyel' veya 'ölü aralık' olarak adlandırılır. Eğer kullanılmayan bant büyükse bu durumda kontrol etkisiz hale gelir. Kontrol veya mekanik diferansiyel kontrol edilen değişkenin "açık" ve "kapalı" değerleri arasındaki farktır. İşletme ya da termal diferansiyel, yukarıdaki örnekte gerçek oda sıcaklığında salınım yapan kontrol edilen değişkenin aşırı değerleri (ayar değerinden maksimum ve minimum sapma) arasındaki farktır.

Bu tip bir kontrolün ideal transfer eğrisi ise Şekil-2.21' de görülmektedir.



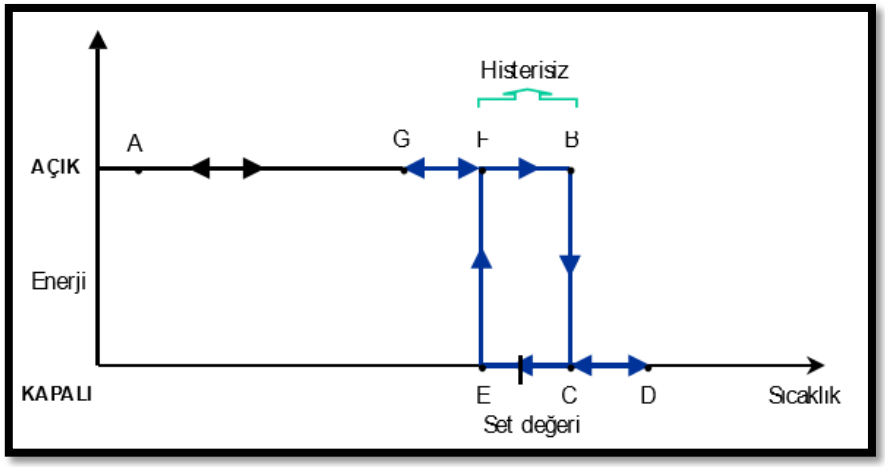
Şekil-2.21 *İdeal iki konumlu kontrol transfer eğrisi*

Ancak pratikte, endüstriyel sistemlerde bu tip ideal bir açık-kapalı kontrol sistemi kullanılmaz. Süreçteki bozucu faktörler ve elektriksel gürültü nedeniyle, set değeri geçişleri bu şekilde tek noktada olacak olursa sistem osilasyona geçer ve devamlı set değeri etrafında sık aralıklı açma, kapama yapar. Özellikle bu durum son kontrol elemanlarının çok kısa sürede tahrip olmasına sebep olur. Bu durumu önlemek için set değeri geçişlerinde "histeresiz" ya da "sabit aralık" oluşturulur. Şekil 3'te histeresizli ya da sabit aralıklı açık-kapalı kontrol eğrisi görülmektedir.



Şekil-2.22 *Histeresizli iki konumlu kontrol eğrisi [2]*

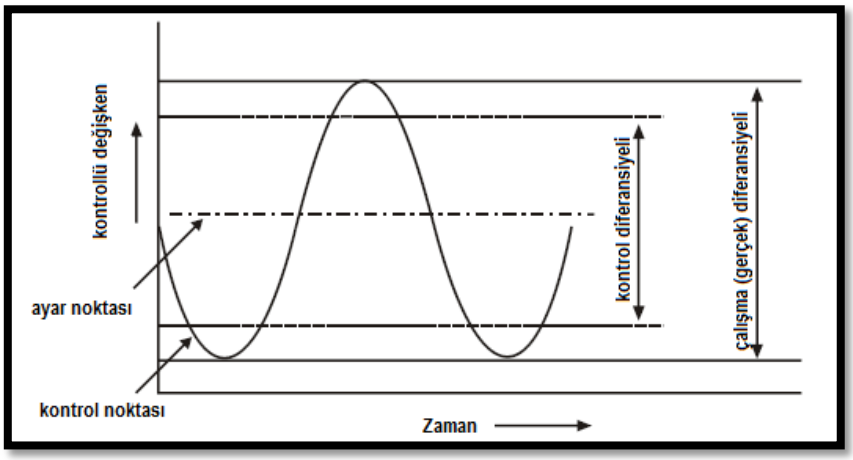
Bu eğriden de anlaşılacağı üzere sıcaklık yükselirken, set değerini geçtiği anda enerjisi kesilmez, belli bir değer kadar yükselir ve o sabit değerden sonra kapanır. Sıcaklık düşmeye başlar, set değerine geldiği anda enerji açılmaz, set değerin altına sabit bir değer kadar düştükten sonra açılır. Böylece set değerinin etrafında sabit bir sıcaklık aralığı vardır. Bu aralığın genişliği ya da darlığı tamamen sürecin gerektirdiği kadar olmalıdır. Şekil-2.23'eki histeresizli açık-kapalı kontrol formu transfer eğrisini göstermektedir.



Şekil-2.23 *Uygulamada histeresizli iki konumlu kontrol transfer eğrisi*

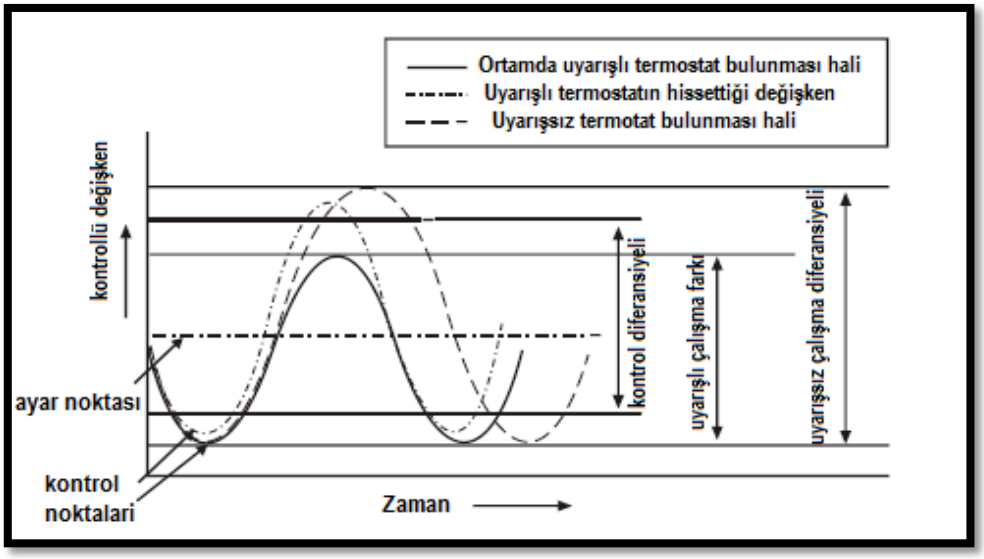
Isıtıcıya enerji verilmesine müteakip sıcaklık yükselmeye başlar. G, F ve set değerinde herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Sıcaklık B noktasına geldiğinde ısıtıcının enerjisi kesilecektir. C noktasından D noktasına kadar sıcaklık kendi kendine bir miktar yükselip, tekrar düşecek; C noktasında ve set değerinde ısıtıcı kapalı, ancak E noktasının altına düştüğü anda ısıtıcının enerjisi verilecektir. F noktasından G noktasına kadar sıcaklık, ısıtıcı açık olmasına rağmen kendi kendine düşüşe devam edip, G noktasından sonra tekrar bir öndeki şekilde kontrol fonksiyonuna devam edecektir. Burada sabit aralık F ve B veya E ve C arasındaki sıcaklık fark değeridir. Her ne kadar açık-kapalı kontrol formu sıcaklık değişkeni ile incelendiyse de sıcaklık değişkeni yerine basınç, seviye, debi gibi değişkenler de düşünebilir. Sistemlerde en yaygın olarak açık-kapalı kontrol kullanılmasına rağmen bu kontrol formunun yeterli olmadığı süreçlerde bir üst kontrol formu olan oransal kontrole geçilir.

İki konumlu kontrolde işletimsel diferansiyel, kontrol diferansiyelinden daha büyüktür (işletme diferansiyeli> Kontrol diferansiyeli), çünkü gerçek oda sıcaklığı her zaman ekipmanın 'açık' ya da 'kapalı' konumundan geri kalır.



Şekil-2.24 *İki konumlu kontrolde kontrol diferansiyeli ile çalışma diferansiyeli arasındaki fark [4]*

Uyarımlı (Antispatörlü) İki Konumlu Kontrol: *İki konumlu kontrolde aşma (overshoot) ve düşmeleri (undershoot) azaltmak, gerçek diferansiyel ile kontrol diferansiyeli arasındaki farkı azaltmak için uyarıcı etkiler kullanılabilir. Örnek olarak iki konumlu bir ısıtma termostatının gövdesine konulan bir karbon direnç gövdenin ılık kalmasını sağlayarak erken devreye girmesini sağlayabilir (Şekil-2.25).*



Şekil-2.25 *Uyarımlı iki konumlu kontrol [4]*

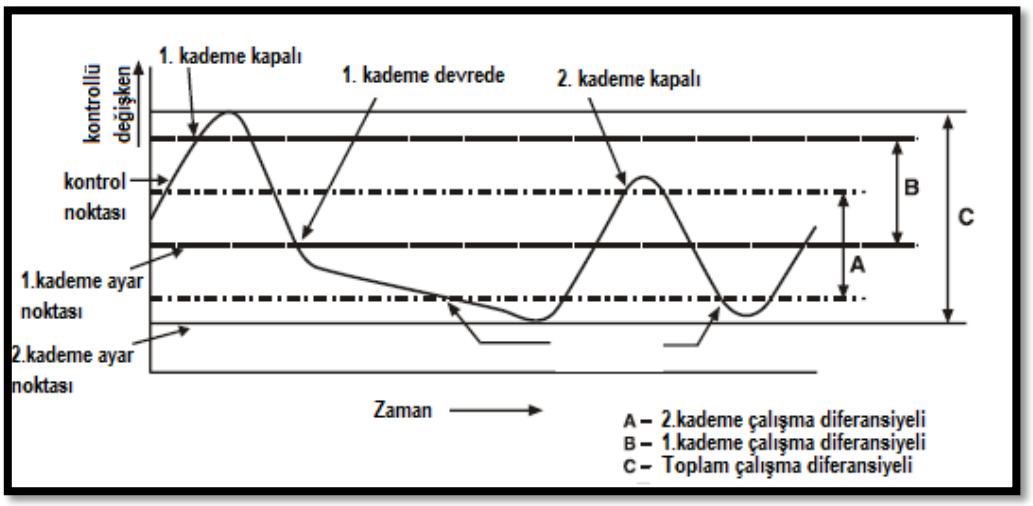
Avantajları

Bu en basit kontrol etkisi (ve kontrol cihazı) tipidir ve nispeten ucuz olarak, kontrol edilen değişkenin bir aralıkta korunmasının kabul edilebilir olduğu birçok uygulamada kullanılır. Talep tarafında yavaş tepki hızı ve yüksek kapasiteye sahip tesis için daha uygundur, örneğin; sıcak su kazanı boru tesisatı üzerindeki 2-bağlantı noktalı veya 3- bağlantı noktalı vanalar.

Dezavantajları

Bu tür kontrolün dezavantajı nispeten kesin ve doğru olmamasıdır. İki konumlu (açık- kapalı) kontrol genellikle, hassa bir kontrolün gerekli olmadığı yerlerde, enerjinin sık sık açılıp kapatılması ile işletilemeyen sistemlerde, sıcaklıkların son derece yavaş değiştiği sistem kütlesinin çok büyük olduğu yerlerde veya bir sıcaklık alarmı için kullanılır. İki konumlu kontrol sistem dinamiği ile uygun olarak eşleşmelidir.

Kademeli (Step) İki Konumlu Kontrol: *İki konumlu kontrolün bir özel uygulaması da kontrol cihazının birden fazla yükü sırasıyla kontrol etmesidir. Özellikle yükün mevsimsel olarak çok değiştiği ısıtma/soğutma uygulamalarında bu kontrol yöntemi, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla tercih edilir. Örnek olarak bina ısıtmasında kullanılan kaskat kazan sistemleri bu kontrol yöntemiyle yüke bağlı olarak kontrol edilir.*

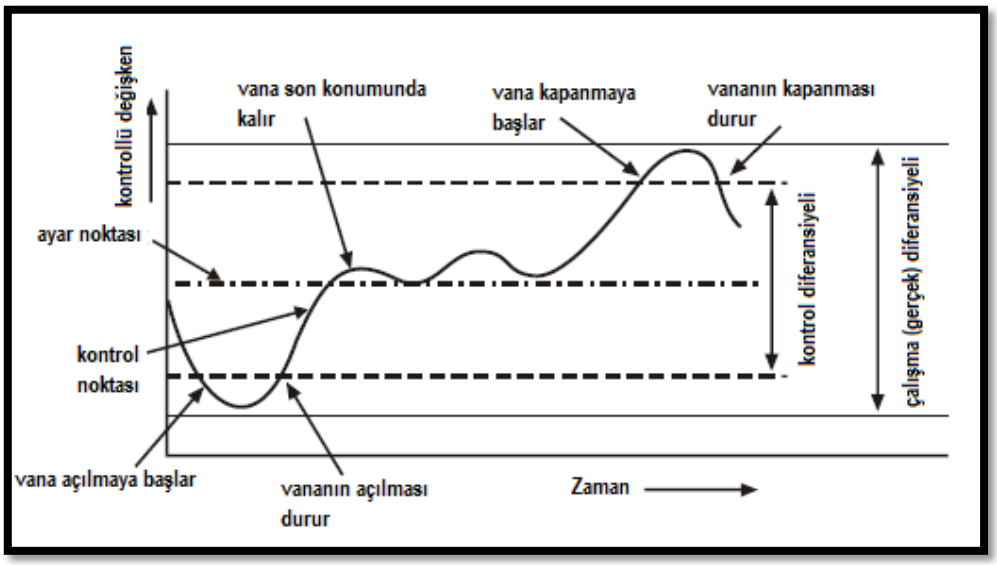


Şekil-2.26 *İki kademeli kontrol ile bir yükün kontrolü [4]*

2.5.2 Yüzer Kontrol

Yüzer Kontrol AÇIK / KAPALI kontrol çeşididir. Bir yüzer kontrol yanıtı, bir değişken girişindeki bir değişime dayalı iki olası sayısal çıkış üretir. Bir çıkış kontrol edilen cihaza sinyali arttırırken, diğer çıkış kontrol edilen cihaza giden sinyali azaltır.

Bu sınırları tanımlama için hiçbir standart yoktur, ancak "ayar değeri" ve "kullanılmayan bant" yaygındır. Ayar değeri bir ara değer belirler ve kullanılmayan bant üst ve alt sınırlar arasındaki farkı belirler (Şekil-2.27).

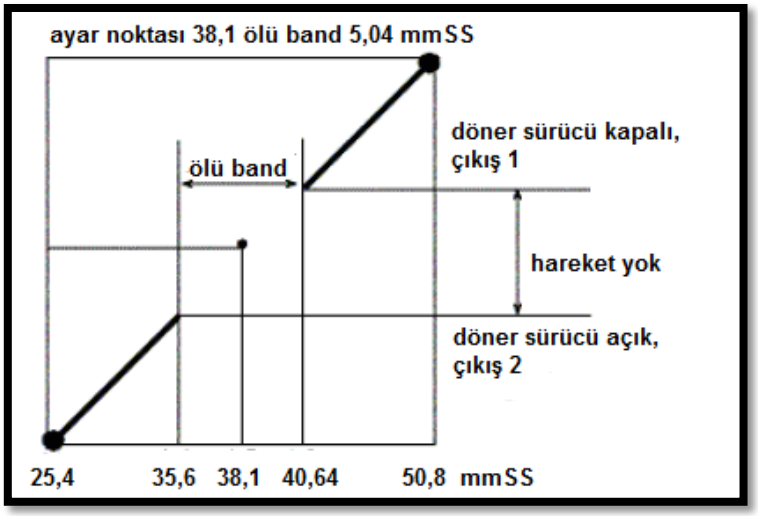


Şekil-2.27 *Yüzer kontrolün bir vana kontrolü için kullanımı [4]*

Yüzer kontrol olarak adlandırılmasının nedeni, kontrol edilen cihazın (vana veya damper) kontrol edilen değişken değerin seçilen iki sınır arasında kaldığı sürece sabit bir konumda kalmasıdır.

Kontrol cihazının hiçbir sinyal göndermediği ama sistemin yüzer durumda olmasının kontrolünü sağladığı bir kullanılmayan aralığa veya yüzer aralığa sahip olması gereklidir. Yüzer kontrolün bir örneği Şekil-2.28'de gösterilmiştir.

Basit yüzer kontrol cihazları, ısıtma sistemlerinde kontrol edilen termostatın oluşturulan düzeltici eylemin etkilerini hızlı bir şekilde algılaması koşuluyla oldukça tatmin edicidir. Düzeltici eylem (bir vana veya damper hareketi) her zaman, sapma veya hata sinyalinin büyük veya küçük olup olmadığına bakılmaksızın basit yüzer kontrolde aynı oranda gerçekleşir.

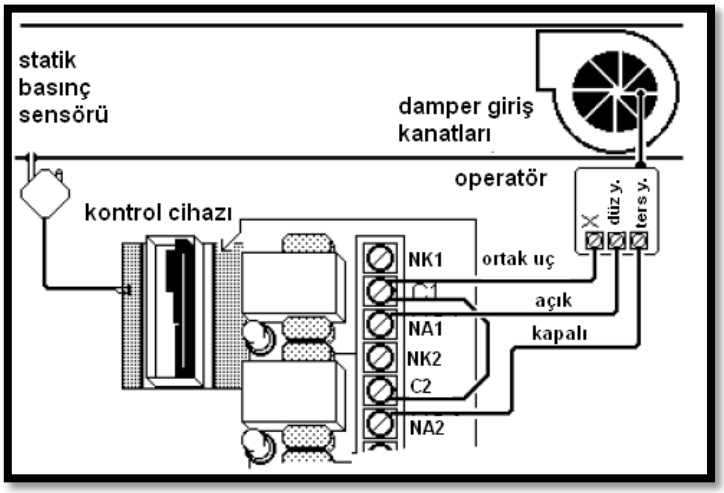


Şekil-2.28 *Yüzer kontrol cevabı [4]*

Kontrol edilen sıcaklığın istenen değere yakın veya uzak olup olmadığına bağlı olarak, iki veya daha fazla hızların birinde kontrol vanası veya damperinin hareket ettirildiği birden fazla hızlı yüzer kontrole sahip olması mümkündür. Yükün oldukça hızlı değiştiği koşullarda çok faydalıdır.

Örnek: *Yüzer kontrol için kontrol çıkışına bir örnek, bir hava kanalı sisteminde statik basınç istenen bir maksimuma ulaştığında motorlu damperlerin konumlandırılması ve statik basıncın önceden belirlenmiş bir minimuma düşmesi halinde damperinin tekrar konumlandırılmasıdır (Şekil-2.29). Diyafram basınç değişikliklerine tepki olarak hareket ettikçe, bu iki nokta arasında hiçbir geçiş etkisi olmaksızın iki ön ayar değerinde geçiş etkisine neden olmak için yüzer kontağı hareket ettirir. Yüksek kontak basınç önceden ayarlanmış "yüksek" seviyeye ulaştığında kapanırken, düşük kontak basınç önceden ayarlanmış "düşük" seviyeye ulaştığında kapanır. Basınç iki yüzer nokta (kullanılmayan bant) arasında dengede olursa hiçbir kontak yapılmaz.*

Kontrol çevriminde önemli termodinamik gecikme olan yerde yüzer kontrol iyi çalışmaz. Hızlı hava tarafı kontrol çevrimleri yüzer kontrole iyi yanıt verir.



Şekil-2.29 *Bir kanaldaki basıncın yüzer kontrolle ayarlanması [3]*

Darbe Genişlikli Modülasyon: *Yüzer kontrolün DDC kontrolle kullanılan bir varyasyonu darbe genişlikli (artışlı) modülasyon olarak adlandırılır. Bu tip kontrol saniyede belli sayıda açık ve kapalı konumlar arasında darbe yapar. Sonra bir değişkenin (sıcaklık gibi) cevabını bekler. Kontrollü değişken ayar noktasına yaklaştığında darbe sayıları kısalır. Bu eylem yüzer motor operatörlerinde hassas kontrole imkân verir.*

Bu tip düzenleme bazı sıcaklık kontrollerinde başarılı olmuştur. Günümüzde kullanılan elektronik genleşme valflerinin bir kısmı evaporatördeki kızgınlığı bu prensiple (darbe genişlikli) ayarlamaktadır (Şekil-2.30).



Şekil-2.30 *Darbe genişlikli termo-elektronik genleşme vanası [3]*

2.5.3 Oransal Kontrol

Bu kontrol biçimi ile vana veya damper, kontrol edilen durumdaki hafif değişiklikler için yanıta orantılı olarak ara konumlarda durabilir. Bu nedenle, kontrol edilen cihaz, iki konumlu kontrol durumunda olduğu gibi komple strokunu çalıştırmaz.

Ayrıca kontrol edilen cihaz, yüzer kontrolde olduğu gibi bir sınırı ulaşıncaya kadar hareket etmeye devam etmez. Bunun yerine, bu kontrol biçimi ile kontrol edilen cihaz derhal sistem gereksinimine orantılı bir konumu varsayar. Doğrusal bir ilişki, giriş ve çıkış arasında vardır. Bir ayar değeri, kısma aralığı ve etki normalde bu ilişkiyi tanımlar. Bu, iki konumlu sistemden daha hassas bir kontrol sistemidir ve açma-kapama kontrolü ile ilgili çevrimi ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır. Bu büyük iklimlendirme sistemlerinde yaygındır.

Bir oransal kontrol matematiksel olarak şu şekilde tanımlanabilir:

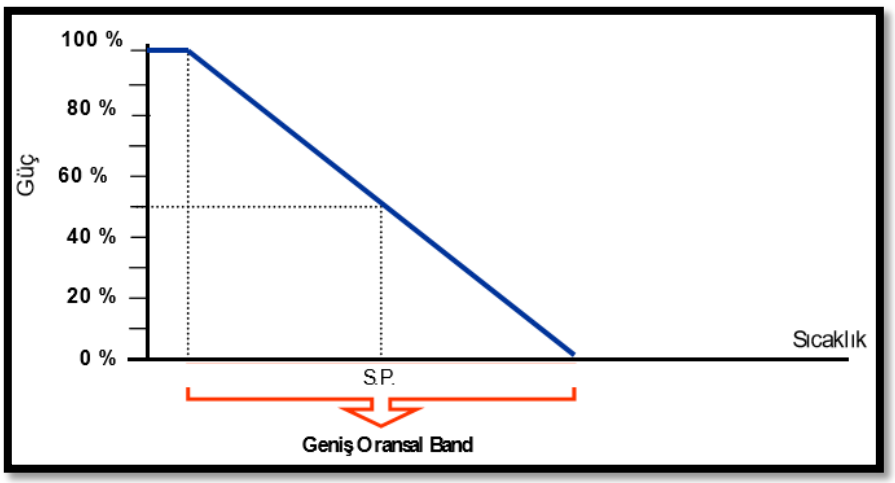
$$V_p = V_0 + K_p e \qquad (2.1)$$

V: Oransal kontrol çıkışı
K_p : Oransal kazanç (1/ kısma kademesi)
e: Hata sinyali veya sapma
V_0: Sapma ayar parametresi

Kazanç (K_p)

Oransal kontrol cihazı sürecin talep ettiği enerjiyi sürekli olarak ayar değişkenini ayarlayarak verir. Gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge vardır. Elektrik enerjisi kullanılarak ısıtma yapılan bir süreçte, oransal kontrol cihazı ısıtıcının elektrik enerjisini sürecin sıcaklığını set edilen değerde tutabilecek kadar, sürecin gereksinim duyduğu kadar verir. Enerjinin %0´dan %100´e kadar ayarlanabildiği, oransal kontrol yapılabilen sıcaklık aralığına oransal bant denir. Genel olarak oransal bant, cihazın tam skala (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri etrafında eşit olarak yayılır. Örneğin 80 °C´lik skalası olan bir cihazda %5´lik bir oransal bant demek 0,05 x 80 °C = 4 °C´lik bir sıcaklık aralığı demektir. Bu 4 °C´lik aralığın 2 °C´si set değerinin üzerinde 2 °C´si set değerinin altında yer alır ve kontrol cihazı 4 °C´lik aralıkta oransal kontrol yapar.

Değişik süreçlerde ve değişik şartlarda duruma en uygun oransal aralık seçilerek oransal kontrol yapılır. Aynı sistemde geniş ve dar, iki farklı oransal aralığa örnek alalım. Şekil-2.31'de geniş oransal aralık seçilmiştir.

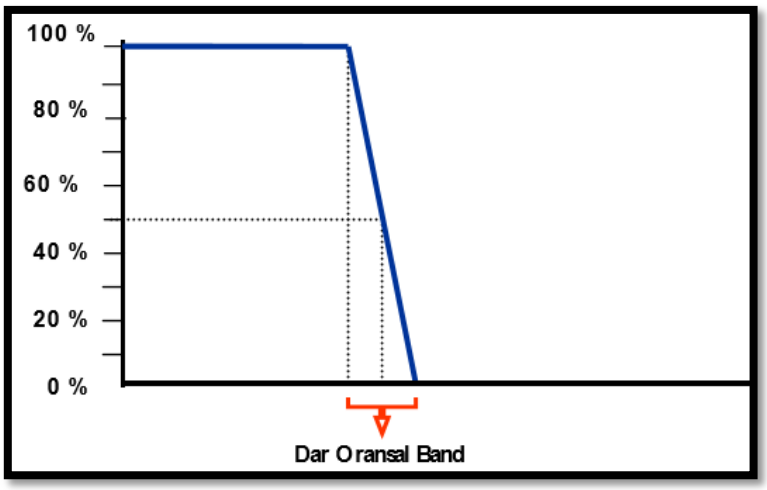


Şekil-2.31 *Geniş oransal aralık (band)*

Geniş seçilmiş aralıklarda, küçük oranda enerji artışı büyük sıcaklık artışına sebep olur veya küçük oranda enerji düşüşü büyük bir sıcaklık düşüşüne sebep olur. Şekil-2.32' de seçilen dar oransal aralıkta ise küçük bir sıcaklık artışı veya düşüşü sağlamak için, büyük oranda enerji artışı veya düşüşü yapmak gerekir. Bu aralığı giderek daraltıp sıfırlayacak olursak, bu takdirde oransal kontrol cihazı açık-kapalı kontrol cihazı gibi çalışacaktır. "Oransal aralık" birçok süreçte tam skala değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır. Yaygın olarak kullanılıyorsa da yine bazı süreçlerde "kazanç" tanımı kullanılmaktadır. Oransal aralık ve kontrol cihazı kazancı arasındaki bağıntı aşağıdaki gibidir.

$$\boldsymbol{Kazan}\text{ç} = \frac{\%\mathbf{100}}{\%\boldsymbol{Oransal\ Aralık}} \qquad (2.2)$$

Böylece, görüldüğü gibi oransal aralık daraldıkça kazanç artmaktadır.

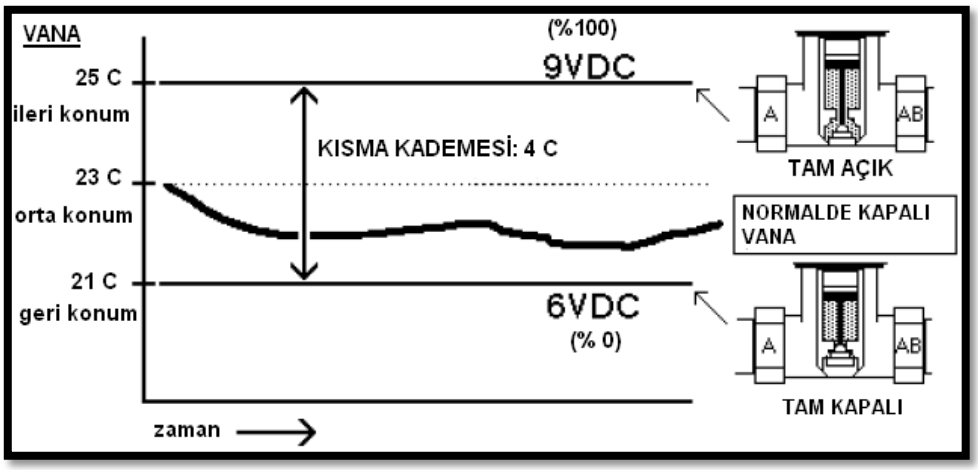


Şekil-2.32 *Dar oransal aralık (band)*

Kısma Kademesi

Sistem kısma kademesi (KK) ölçülen değişkende (örnek olarak sıcaklık) kontrollü cihazın bir konumdan (strok) diğerine gezinmesi sonucu oluşan değişmedir. Aşağıdaki örnekte kısma kademesi 4 ℃ olup operatör tam açık konumdan tam kapalı konuma gezinti yapmaktadır.

Kısma kademesi oransal kazancın tersiyle oransaldır.



Şekil-2.33 *Kısma kademesi [3]*

Kısma kademesi bazen "hassasiyet" olarak tanımlanır. Tipik kısma kademeleri hava karışım kontrolü ve sıcak su kontrolü gibi mekanik kontrollerde 4 ℃ -5 ℃'dir. Bu zıt olarak oda kontrolleri daha sıkı olmak zorundadır, kısma kademeleri 1 ° / 2 ℃'dir.

Kısma kademesi ile oransal aralık arasında aşağıdaki bağıntı vardır:

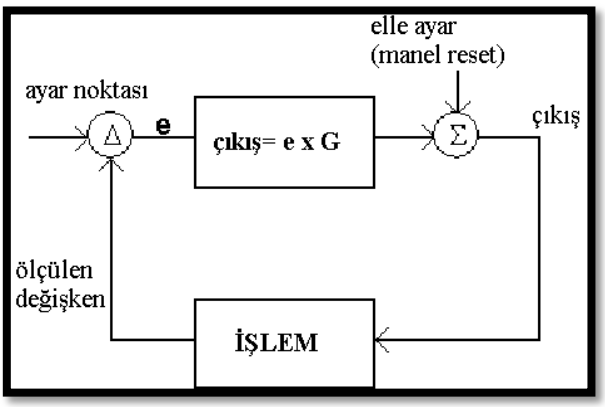
$$\boldsymbol{Oransal\ Aralık} = \frac{\boldsymbol{Kısma\ Kademesi}}{\boldsymbol{Sensör\ Kademesi}} \boldsymbol{x100} \qquad (2.3)$$

$$\boldsymbol{Kısma\ Kademesi} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{Oransal\ Aralık}} \qquad (2.4)$$

Şayet kısma kademesi çok dar olmaya başlarsa, operatörün "avlanma" adı verilen moda girmesine neden olur. Bu modda operatör sürekli konum arar: tam açık, sonra tam kapalı, sonra tam açık vb. bir kontrol sistemi avlanıyorsa kontrol dışıdır. Avlanma olayını elemek, kontrol cihazı daha hassas olsun diye kısma kademesini attırmakla mümkün olabilir.

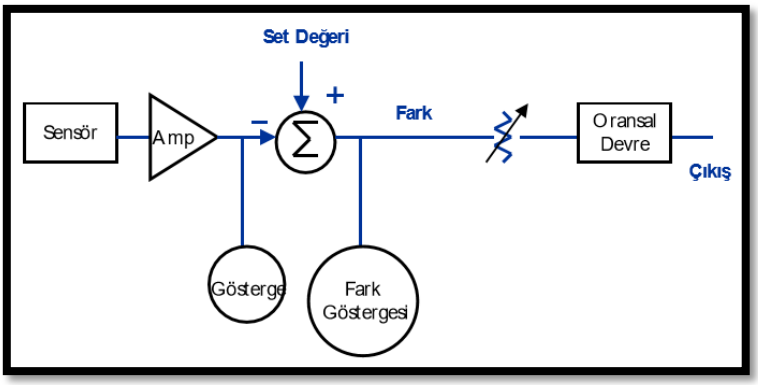
Yalnızca oransal kontrol ile bir işlemin ayar noktasına oturtulması mümkün değildir. Bundan dolayı elle ayarlamaya (manuel reset) veya otomatik ayarlamaya (integral kontrol) ihtiyaç vardır.

Pnömatik, elektronik analog kontroller ve elektronik sayısal kontroller gibi çok sayıda kontrol sistemleri yapı gereği oransaldır.



Şekil-2.34 *Elle ayarlamalı oransal kontrol döngüsü*

Oransal kontrolü blok şemalar ile açıklayacak olursak: Şekil 8'de de görüldüğü üzere, duyarga yardımıyla algılanan sıcaklık sinyali sıcaklık dengelemesi (kompanzasyon) yapıldıktan sonra yükseltici bir devreden geçerek set değeri ile karşılaştırılır. İkisi arasındaki fark alınarak hata değeri veya fark değeri bulunur. Eğer bu değer (+) ise süreç, set edilen değerin altındadır. (-) ise, süreç set edilen değerin üzerindedir. (0) ise süreç set değerindedir.

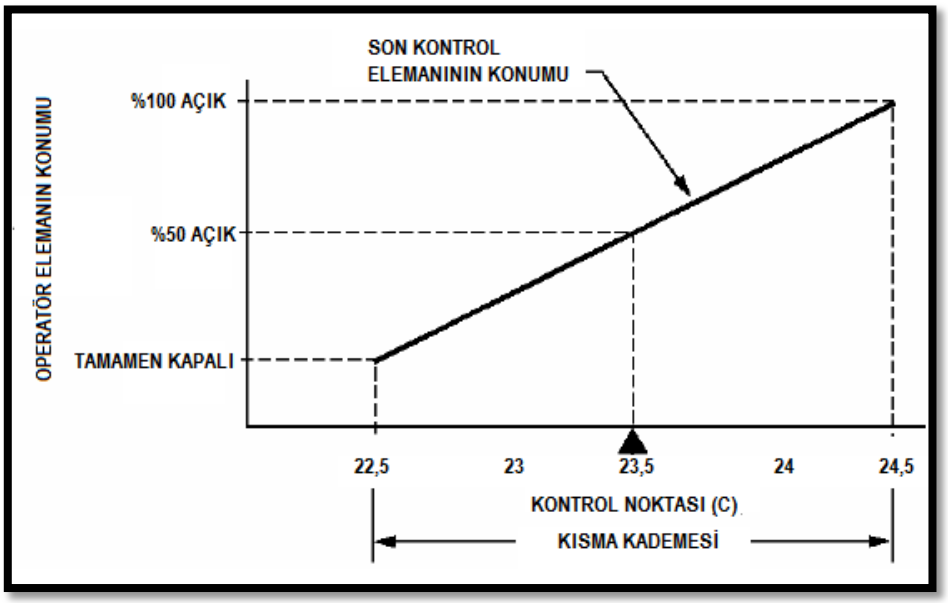


Şekil-2.35 *Oransal kontrol blok şeması*

Örnek: *Bir modülasyon vanası, soğuk besleme havası istenen bir ayar değerinde yükü karşılamak için tam yeterli olacak şekilde bir serpantine giren soğutulmuş su miktarını kontrol eder. Sıcaklık ayar değerinden daha fazla olursa, açma ve kapama süreleri sıcaklık farkı ile orantılı olarak değişir. Sıcaklığı ayar değerinin altında ise, çıkış "daha uzun süre açık" olacaktır; sıcaklık çok yüksek ise, çıkış "daha uzun süre kapalı" olacaktır.*

Oransal kontrol, ayarlanan sıcaklığın üstünde ve altındaki değişimler ile bir ayar değerini korur. Oda soğutma ile kullanılan oransal kontrolün bir grafiği aşağıda gösterilmiştir.

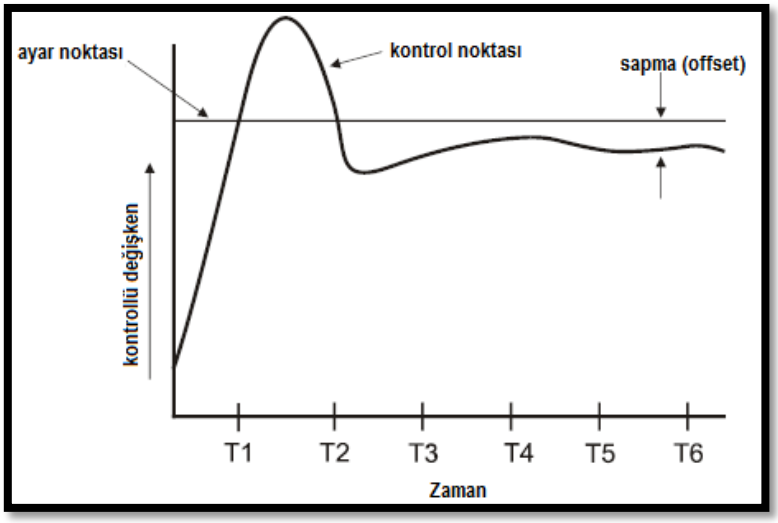
Şekil-2.36'da ayar değerinin 23,5 ℃ olmasına rağmen, sıcaklığın sabit kalmadığını görebiliriz. Enerjiyi ve mekanik soğutmayı boşa harcayarak ve konforlu olmayan sıcaklık salınımlarına yol açarak yükselip alçalmaktadır.



Şekil-2.36 *Oransal kontrol eylemi [3]*

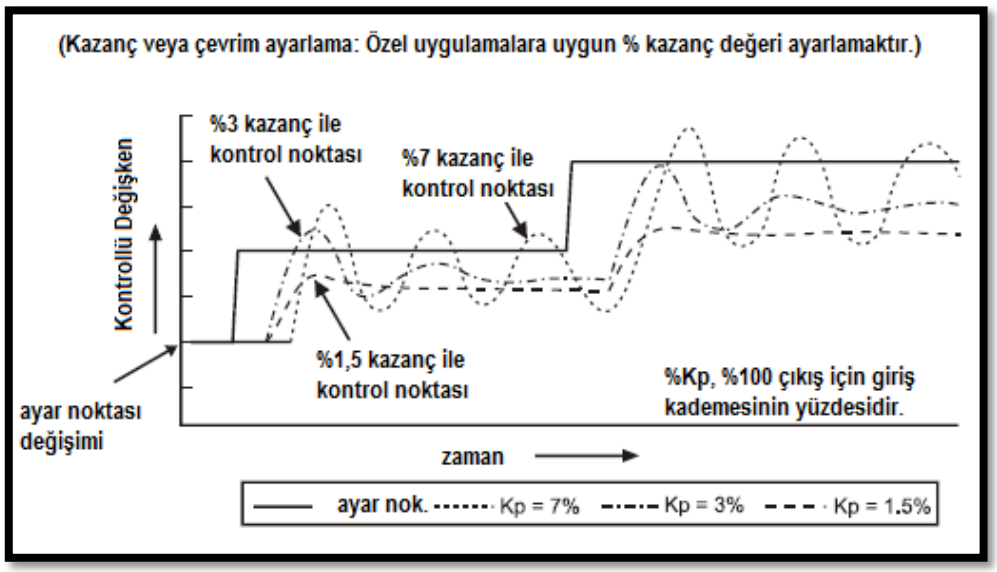
Oransal Kontrol Hakkında Bilgiler

1. *Oransal etki ayar değeri etrafında bir "oransal bant" içinde gerçekleşir. Bu aralığın dışında kontrol cihazı ya tamamen açık (aralığın altı) ya da tamamen kapalı (aralığın üstü) çıkış ile bir açma- kapama birimi olarak işler. Ayar noktasında (oransal aralığın orta noktası) çıkış "açık: kapalı" oranı 1: 1'dir; yani, 'açık zamanı' ve 'kapalı zamanı' eşittir.*
2. *Oransal kontrolde, ölçülen değişkenin tek bir değeri kontrol edilen cihazın tam hareketine karşılık gelir ve tek bir değer kontrol edilen cihazda sıfır harekete karşılık gelir. Kontrol edilen cihazın tam kapalıdan tam açığa hareket etmesine neden olan ölçülen değerdeki değişim kısma aralığı olarak adlandırılır.*
3. *Etkinin tipi kontrol yanıtının eğimini belirler. Doğrudan etkili oransal kontrol yanıtında, çıkış ölçülen değişkende bir artış ile artacaktır. Bir ters etkili yanıtta, çıkış ölçülen değişken arttıkça azalacaktır.*
4. *Özetle*
   - *Ayar değeri istenen değerdir*
   - *Kontrol noktası gerçek değerdir*
   - *Ayar değeri – Kontrol noktası = Hata veya sapma*



Şekil-2.37 *Sadece oransal kontrol reaksiyon (cevap) eğrisi [4]*

Oransal kontrolde kazanç (K_p) değerinin sistem hassasiyetinin ayarlanması için uygun değerlerde olması çok önemlidir. Şekil-2.38'de farklı oransal kazanç değerlerinin sistem reaksiyon eğrisine etkisi gösterilmiştir.

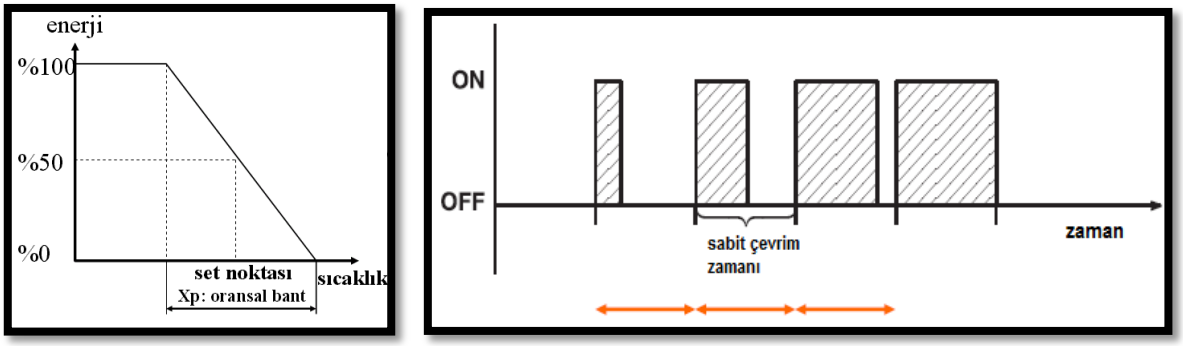


Şekil-2.38 *Farklı oransal kazanç değerlerinin oransal kontrol sistem cevabına etkisi [4]*

Zaman Oransal Kontrol

Zaman oransal kontrol formunda çalışan cihazlar röle çıkışına sahiptirler. Röle çıkışı sistem parametresine bağlı olarak tanımlanmış bir periyodun belli bir kısmında enerjilenir. Buna göre zaman oransal kontrolde Xp ile ifade edilen oransal bant ve ve Xt ile ifade edilen çalışma periyodu belirlenir. Aşağıdaki enerji-sıcaklık ve enerji-zaman diyagramlarında zaman oransal kontrol formu açıklanmıştır (Şekil-2.39).

Bu diyagramdan da izleneceği gibi sistem sıcaklığı set değerinde iken Xt periyodunun %50'sinde sisteme enerji verilir, %50'sinde ise kesilir. Eğer sıcaklık set değerinin altına düşerse darbe-periyot oranı otomatik olarak arttırılır. İstenilen hassasiyette kontrol yapılabilmesi için Xp ve Xt (sabit zaman) değerinin iyi seçilmesi gerekir.



Şekil-2.39 *Zamana bağlı oransal kontrol [3]*

2.5.4 İntegral Kontrol Etkisi

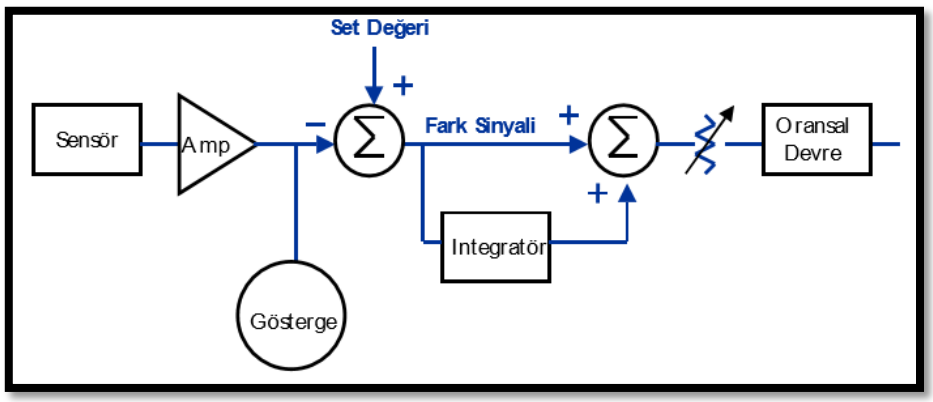
İntegral kontrol nadiren tek başına kullanılır; genellikle diğer kontrol biçimlerine, özellikle oransal moda, önemli bir ilavedir.

İntegral etki ile duyarga değer noktasının üzeri ve altından bir değer verdiği zaman, vana veya damperin sürekli bir hareketi vardır. Sapma mevcut ayar değerini oluştururken, kontrol cihazı sürücü ayar değerinden bir miktar sapmaya karşılık gelen bir hızda hareket ettirecektir. Başka bir deyişle, hareket hızı ayar değerinden bir miktar sapmanın bir fonksiyonudur.

2.5.5 Oransal + İntegral (PI) Kontrol

Oransal + integral (PI) kontrol bazen yeniden ayarlamalı oransal gibi anılır ve sapmayı ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır. Kontrol cihazı daima ayar değerine uymaya çalışır ve her yük değiştiğinde kontrol cihazı ayar değeri ve kontrol noktasını aynı hale getirmek için çalışır. PI kontrol zaman sürecinde sapma veya hatayı ölçer. Hata bütünleşiktir ve bu modelin oransal kısmından çıkış sinyaline son bir ayar yapılır. PI kontrol yanıtı kontrol çevrimini sapmayı sıfıra azaltmak için çalıştıracaktır.

Oransal resetleme için kontrol cihazı elektronik integratör devresi kullanılır. Ölçülen değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin zamana göre integrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal aralık kaydırılmış olur. Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve süreç sıcaklığı set değerine oturtulur İntegratör devresi, gerekli enerji değişikliğine, set değeri ile ölçülen değer arasında fark kalmayıncaya kadar devam eder. Fark sinyali 0 olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal sözkonusu değildir. Herhangi bir şekilde bazı değişiklikler olup, sıcaklık değeri set değerinden uzaklaşacak olursa tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi gerekli düzeltici etkiyi gösterir. Şekil-2.40 Oransal+Integral kontrol formunu blok şema halinde göstermektedir.



Şekil-2.40 *Oransal + integral kontrol blok şeması [2]*

İntegral kontrolde, kontrol etkisi sapma (e)'nin integrali ile orantılı alınır. Matematiksel olarak bu şu şekilde yazılabilir.

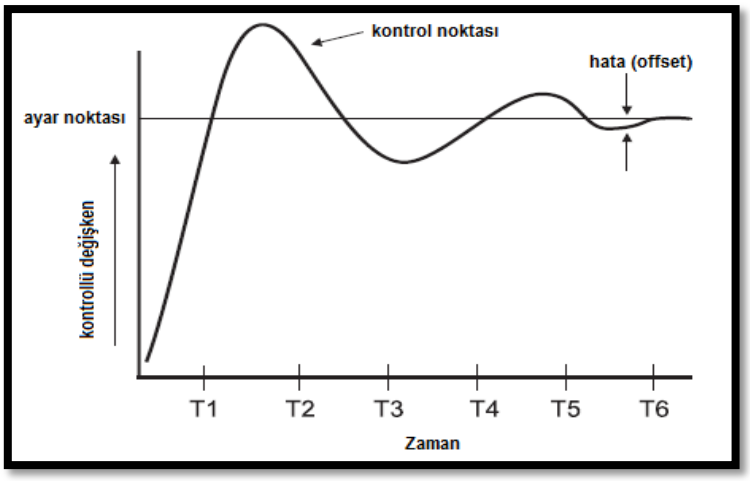
$$V_p = V_0 + K_p e + K_i \int e\,dt \qquad (2.5)$$

V_p: Kontrol çıkışı
K_i: İntegral kazanç
θ: zaman
e: hata
V_0: sapma ayar parametresi

Örnek: *Bu yaklaşım örneğin, yükün nispeten kısa zaman sürelerinde büyük ölçüde dalgalandığı koşullarda alan sıcaklık kontrolü için uygulanacaktır. Oransal bant çok geniş olması gerektiğinden bu tek başına oransal kontrol ile elde edilemez. Ayrıca PI kontrol yakın kontrol gerektiren uygulamalarda daha genel kullanılmaktadır.*

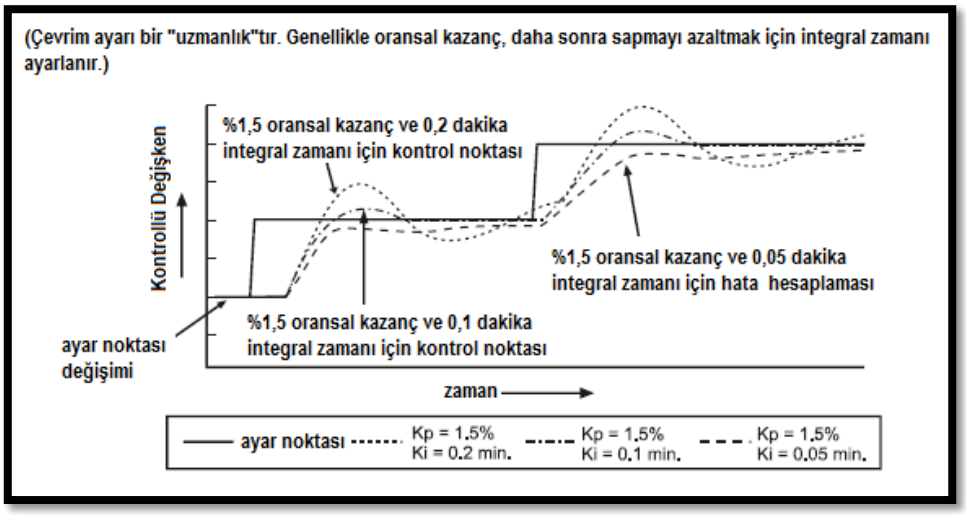
Binalarda diğer PI kontrol örnekleri, karışım hava kontrolü, kanal statik basınç kontrolü ve serpantin kontrollerini içerir. Kontrol edilen odanın normalden büyük ebatta bir vanası olduğunu varsayalım. Uygun büyüklükte bir vanasın yerini tutan hiçbir şey olmadığı durumda, integral kontrol bu durumu daha az uygunsuz yapabilir. Sürücü / vana düzeneğinin salınımını durdurmak için, geniş bir kısma aralığı 4,5 ℃ ayarlanabilir.

Ancak, 4,5 ℃'de salınan oda sıcaklığı genellikle kabul edilemez ve şikâyetler olağan hale gelebilir. Bu durumu düzeltmek için bir yol, oransal+ integral veya PI kontrol kullanmak olabilir.



Şekil-2.41 *Oransal + integral kontrol reaksiyon eğrisi [4]*

Oransal + integral kontrolde oransal sabit (K_p) değeri ile integral zamanı (K_I) değerlerinin uygun ayarlanması çok önemlidir. Şekil-2.42'deki PI kontrolde bu parametrelerin sistem cevabına etkisi gösterilmiştir.



Şekil-2.42 *PI kontrolde parametre değişimlerinin sistem cevabına etkisi [4]*

Avantajları ve Sınırlamalar
Bu tür kontrolün ana avantajı sapmanın azaltılabilmesidir.

İyi kurulmuş bir PI kontrol çevrimi ayar değerine yakın dar bir bantta ve tüm kısma aralığı boyunca olmamak üzere çalışacaktır.

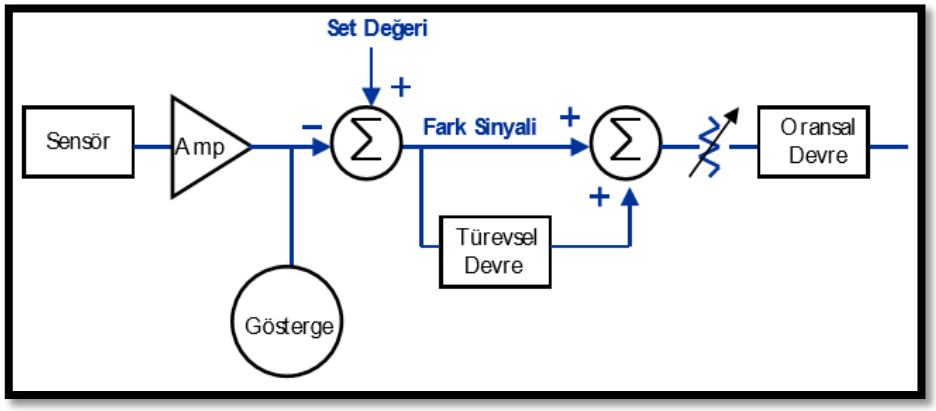
Ayar değerleri dinamik olduğunda, ani yük değişiklikleri meydana geldiğinde veya kısma aralığı küçük ise PI kontrol çevrimleri düzgün işlemez.

2.5.6 Oransal +Türevsel Kontrol

Türev kontrolü, kontrol cihazı çıkışı kontrol edilen değişkenin değişim oranının bir fonksiyonu olacak şekilde integral etkinin daha fazla bir gelişimini içerir. Bu kontrol biçimi, integral mod gibi, normalde tek başına fakat diğerleri ile kombinasyon halinde kullanılacaktır.

Oransal kontrolde oluşan ölü aralık (ofset), oransal + türevsel kontrol ile de kaldırılabilir. Sıcaklık değişimlerinin hızlı olduğu süreçlerde oransal aralığı aşağı veya yukarı kaydırmak için türevsel etkiden yararlanılabilir. Kaydırma hızı sıcaklığın değişim hızına oranlıdır. Oransal + Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyali elektronik türev devresine gider. Türevi alınan fark sinyali tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur.

Türevsel etki oransal aralık içine girmeden başladığı için düzeltici etkisi hemen başlar. Bu yüzden sistemde ilk başlatma aşamasında aşırı taşma (overshoot) olması önlenir. Diğer bir deyişle türevsel etki taşmaları azaltır.



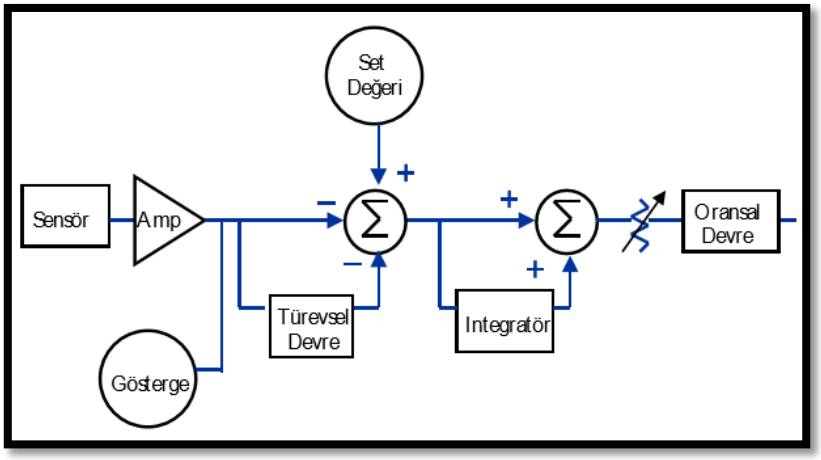
Şekil-2.43 *Oransal + türevsel kontrol blok şeması [2]*

2.5.7 Oransal + İntegral + Türev (PID) Kontrol

Oransal + integral + türev (PID) kontrol, bozulmadan dolayı sapmadaki ani değişiklikleri dikkate alan kontrol yanıtına öngörücü bir eleman ekler veya diğer bir deyişle (PID) kontrol PI kontrolün etkisini hızlandırır. Bu kontrol cihazı, sistemdeki değişiklikleri ünitenin otomatik olarak dengelemesine yardımcı olan iki ilave ayar ile oransal kontrolü birleştirir. PID hassas bir süreç kontrol uygulamasıdır ve yükün sık sık değiştiği ve kontrol cihazının ayar değeri, kullanılabilir enerji miktarı veya kontrol edilen kütledeki sık değişiklikleri otomatik olarak dengelemesi beklenen sistemlerde tavsiye edilir (Şekil-2.44).

Burada türevsel etki integratörden önce konulmuştur. Ölçülen sinyalin türevi alınır, kendisi ile toplanır, set değeri ile farkı alındıktan sonra da integratör devresinden geçirilir. Bu şekilde iki avantaj sağlanmış olur:

1. *Türevsel etki set değerinden önce olduğu için set değeri değişimlerinden sistem önemli oranda etkilenmez.*
2. *Ayarlamaları uygun yapılmış bir sistemde taşma (overshoot) olmaksızın tatlı bir eğimle sıcaklık set değerine oturur. Sebebi ise sıcaklık set değerine ulaşıncaya kadar integratör devresinde türevi alınmış sinyalle fark sinyalinin toplamı yeterli seviyede bir değer oluşturur.*



Şekil-2.44 *Oransal + İntegral + Türevsel kontrolü blok şeması [2]*

PID kontrol, iklimlendirme sistemi çalışma aralığını sadece birkaç onda bir derece daraltarak ve oransal kontrolde yaşanan büyük ölçüde değişen sıcaklık salınımlarını ortadan kaldırarak ve bölge sıcaklığını ayar değerinin onda bir derecesi dâhilinde muhafaza ederek, kontrol sistemini ayar değerine kilitler. Bunun bir sonucu olarak, sistem bölge sıcaklığını korumak için, minimum mekanik soğutma veya ısıtma miktarı kullanır.

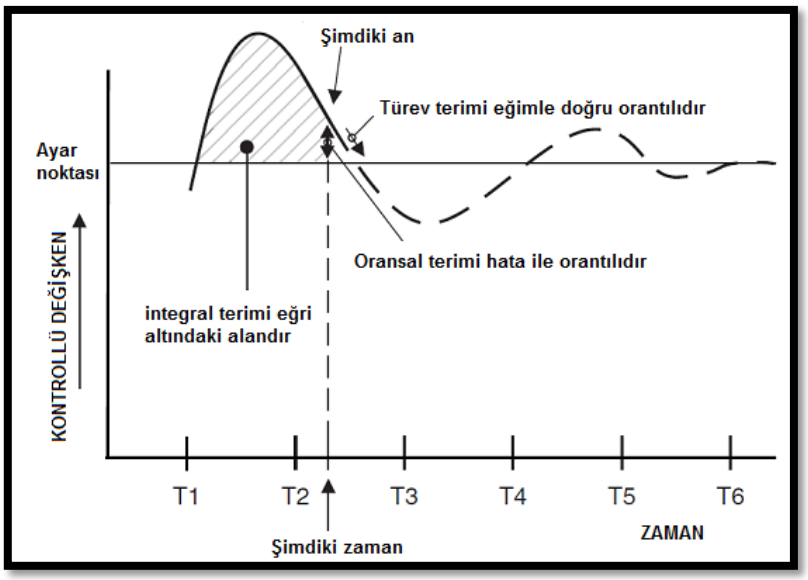
PID iklimlendirme uygulamaları için çok uygun değildir, birinci neden iklimlendirme süreçleri hızlı kontrol yanıtı gerektirmez ve ikincisi işlem çok enerji verimli değildir. Uygulama kuralları etkili PID işlemi için, tüm çalışma şartlarında onların genelinde önemli bir basınç düşüşü meydana gelecek şekilde vanalar ve damperlerin normalden daha küçük olması gerektiğini söyler. Soğutulmuş veya ısıtma suyu dağıtımı sistemlerine uygulandığında, bu tavsiye edilen vana basıncı düşmesi gerekli pompalama gücünün mümkün olduğunca iki katı kadar olması önerilir.

Bu kayıp büyür, çünkü PID kontrol değişken hızlı pompaları ve fanları onların "doğal eğrilerinden " (değişken hızlarda pompa ve fanın en yüksek verim eğrisi) uzağa taşır, böylece önemli ölçüde daha yüksek çalışma basıncı gereksinimleri eklerken çalışma verimini düşürür (Şekil-2.45).

PID kontrol eşitliği:

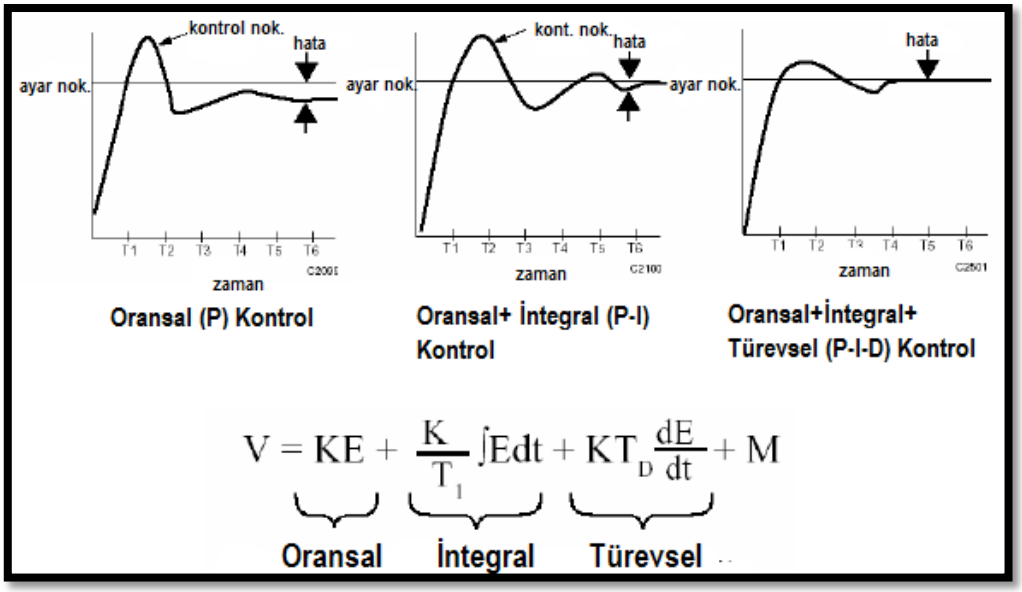
$$\boldsymbol{V_p = K_p e + K_i \int e dt + K_d \frac{de}{dt} + V_0} \qquad (2.6)$$

Burada K_d kontrolün türevsel kazancı, de/dt hatanın zamana bağlı türevidir.



Şekil-2.45 *Oransal + integral + türevsel kontrol [4]*

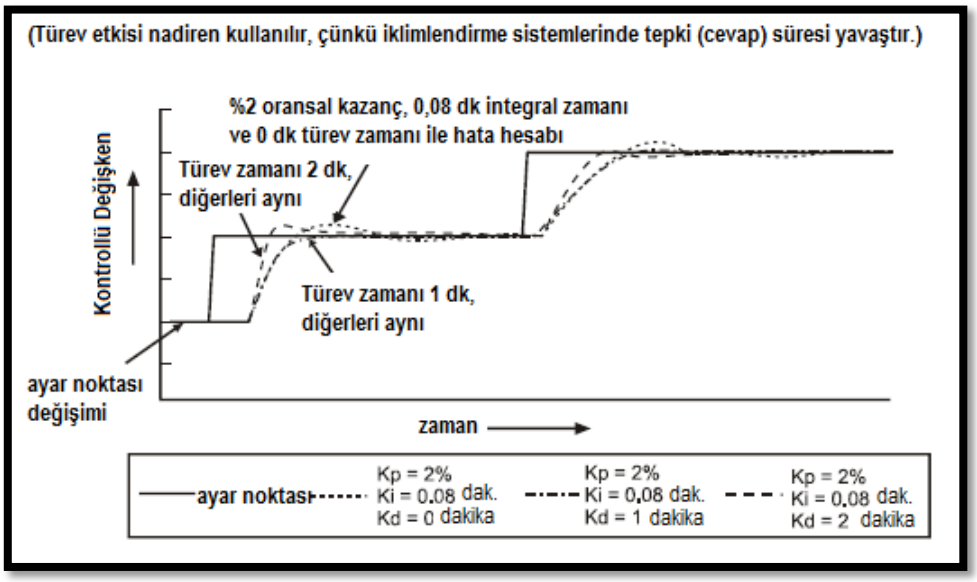
Türevsel teriminin eklenmesi kontrole bir miktar erken uyarım eylemi kazandırır, daha hızlı cevap oluşturur ve daha büyük kararlılık sağlar. Bununla birlikte türevsel terimi kontrolü gürültü sinyallerine karşı daha hassas hale getirir ve akort özelliği PI kontrolden daha zordur. Birçok iklimlendirme kontrol döngüleri yalnızca PI kontrolle yeterli olabilmektedir. Uyarlamalı kontrol veya kendi kendine akort özelliği, sayısal kontrolün bir biçimi olup burada kazanç faktörleri (K_p, K_i ve K_o) kontrol döngüsündeki sapmayı gidermek için sürekli veya periyodik olarak otomatik şekilde düzenlenir (Şekil-2.46).



Şekil-2.46 *P, PI, PID kontrol reaksiyon eğrilerinin karşılaştırılması [4]*

Bulanık mantık kontrol (fuzzy logic) değişkenlerin kavramsal etkilerinin bir süreçte nasıl işlev yaptığını tasarımcı tarafından tanımlanabilmesine imkân tanıyan teorik setin bir biçimidir. Kontrol, bir işlem sınıfındaki üyeleri hesaplar ve sonra tasarımcı tarafından belirlenen kontrol kuralları setine dayalı nasıl bir kontrol eylemi yapacağına karar verir.

PID kontrol sistemlerinde parametrelerin sistem hassasiyetine etkisi Şekil-2.47'de gösterilmiştir.



Şekil-2.47 *PID kontrolde parametre değişimlerinin sistem cevabına etkisi [4]*

PID Kontrolünün Dezavantajları

1. *PID kontrolünün en ciddi dezavantajı verimsiz çalışmadır. Bazı dağıtım sistemlerinde yıllık güç tüketiminin dörtte üçüne ulaşan bir miktar, sadece PID kontrol kayıplarına isnat edilebilir.*
2. *PID kontrolü yoğun emek gerektirir ve uygulanması ve destek verilmesi pahalıya mal olabilir.*
3. *PID çevrimleri birbirinden ayrık çalıştığından dolayı, tüm yüklerin herhangi verilen bir zamanda karşılanacağını garanti edemez.*
4. *PID kontrolü kullanan herhangi bir dağıtım sistemi için hedef, sistemdeki akış değiştikçe, besleme ve dönüş kolektörleri genelinde basınç farkını her bir yükte sabit yapmaktır. Bunu başarmak için, tasarımcı sıklıkla dağıtım şebekesini normalden büyük gerçekleştirir veya tersine dönüş boru yapılandırmaları kullanır. Bu basınç dengeleme teknikleri maliyetlere eklenir.*
5. *PID kontrol sık vana ve damper konumu tekrar ayarlama gerektirir (1 ila 5 saniye yeniden konumlama aralığı önerilir). Bu, neredeyse sürekli yeniden konumlandırma, sürücü ömrünü kısaltır, bakım maliyetlerine eklenir ve kontrol kararlılığını süregelen bir husus yapar.*

2.6 ORANSAL KONTROL CİHAZI ÇIKIŞLARI

Oransal kontrol cihazı çıkışları çeşitli formlarda olabilir. Bunlara örnek olarak;

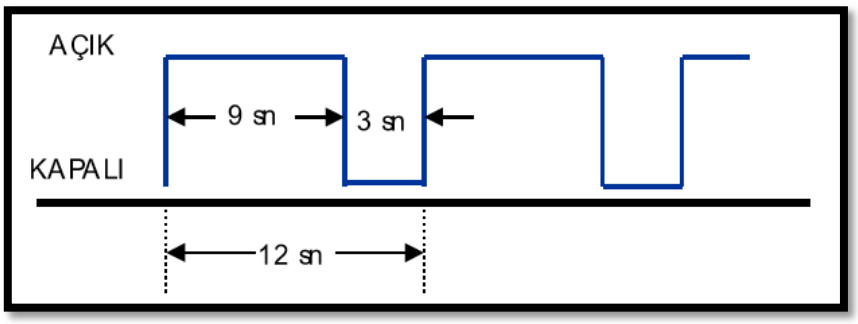
1. *Zaman oransal çıkışı*
2. *Akım çıkışı*
3. *Gerilim çıkışını sayabiliriz.*

Ancak bunlardan birinci ve ikinci sıradakiler en yaygın biçimde kullanılır.

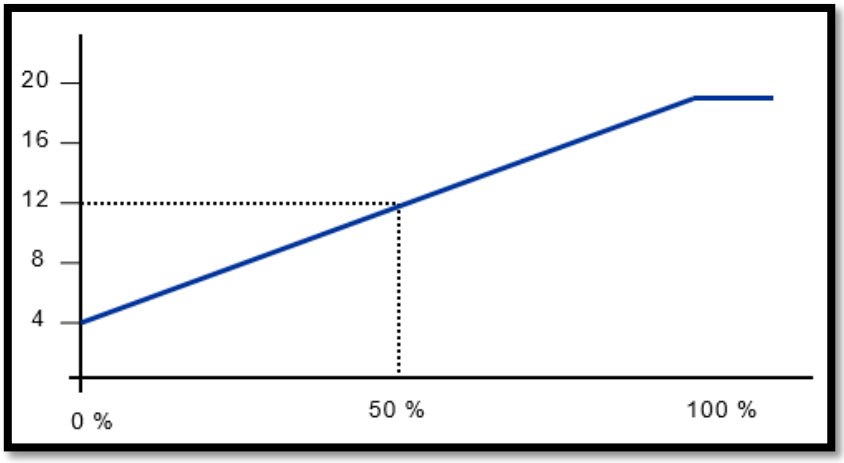
2.6.1 Zaman Oransal Çıkışı

Zaman oransal çıkışta enerji, yüke belli bir periyodun yüzdesi olarak verilir. Şekil-12.48'de görüldüğü gibi 12 saniyelik bir periyoda sisteme 9 saniye enerji veriliyor. 3 saniye kesiliyor. Bunun anlamı sisteme 12 saniyelik periyodun %75'inde enerji veriliyor, %25'inde kesiliyor demektir.

Bu tip çıkış en yaygın biçimde, son kontrol elemanı kontaktör veya triak, tristör olan süreçlerde görülür. Triak, tristör son kontrol elemanı olarak kullanıldığı zaman enerji kesip verme süreleri çok küçük aralıklara kadar indirilebilir. Bu süre 50 Hz'lik şehir gerilimi periyodu altına düşecek olursa rastgele bir ateşleme, güç problemleri doğuracaktır. Bu yüzden, ateşleme sıfır geçişlerinde yapılır. Şekil-2.49 "sıfır geçişi ateşleme" prensibine uyulmadan kesilen sinüzoidal dalgayı göstermektedir.



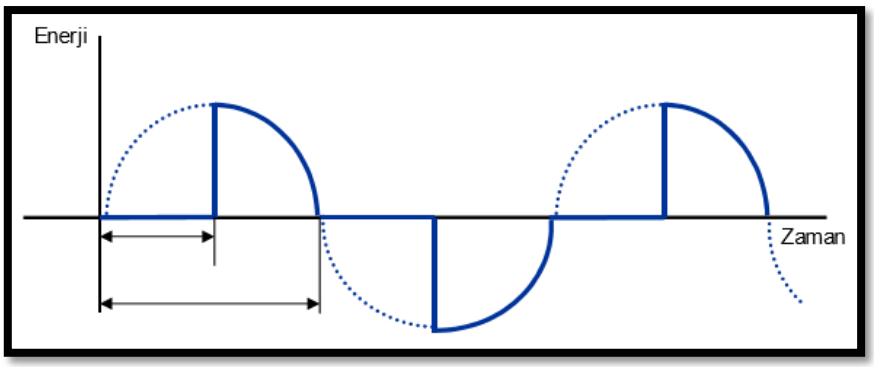
***Şekil-12.48** Zaman oransal kontrol çıkışı [2]*



Şekil-2.49 *Faz ateşlemeli zaman oransal çıkış [2]*

2.6.2 Akım Çıkışı

Akım çıkışı olarak en çok 4-20 mA çıkış sinyali görülür. Ancak 0-20 mA, 0-10 mA gibi değişik aralıklar da kullanılır. Şekil-2.50 akım çıkışa bir örnektir.



Şekil-2.50 *Akım çıkışı [2]*

2.6.3 Gerilim Çıkışı

Gerilim çıkışta 0-1 V, 0-5 V, 0-10 V gibi değerler en yaygın kullanılan değerlerdir. Burada da enerji sisteme düşük değerde %0, yüksek değerde %100 olarak verilir. Örneğin, "0" Voltluk bir kontrol çıkışında enerji %0 ve 1 Voltluk kontrol çıkışında da %100 olarak verilir.

Akım ve gerilim kontrol çıkışı daha çok, motorla sürülen vanalarda, motorla çalışan damperlerde, fueloil yakan bek ve brülörlerin sürülmesinde kullanılır.

2.7 KONTROL CİHAZLARININ AYARLANMASI (AKORT)

Kontrol cihazlarını sistemli olarak ayarlanması tüm kontrollerin verimini arttırır ve özellikle sayısal kontroller için önemlidir. İlk olarak kontrol edilen işlem çeşitli ayar değerleri arasında, şu sorulara cevap vermek amacıyla, elle kontrol edilmelidir:

- *İşlem gürültülü mü? (Kontrollü değişkende hızlı dalgalanmalar var mı?)*
- *Operatör kesintileri (geri ani hareket) uygun seviyede mi?*
- *Ayar noktasını sürdürmek ve değiştirmek kolay mı? (Veya zor mu?)*
- *İşlemin operasyon bölgesi çok hassas mı? (Yüksek kazanç faktörü)*

Şayet işlem elle kontrol edilemiyorsa kontrol cihazını ayarlamadan önce bu durum teşhis edilmeli ve düzeltilmelidir.

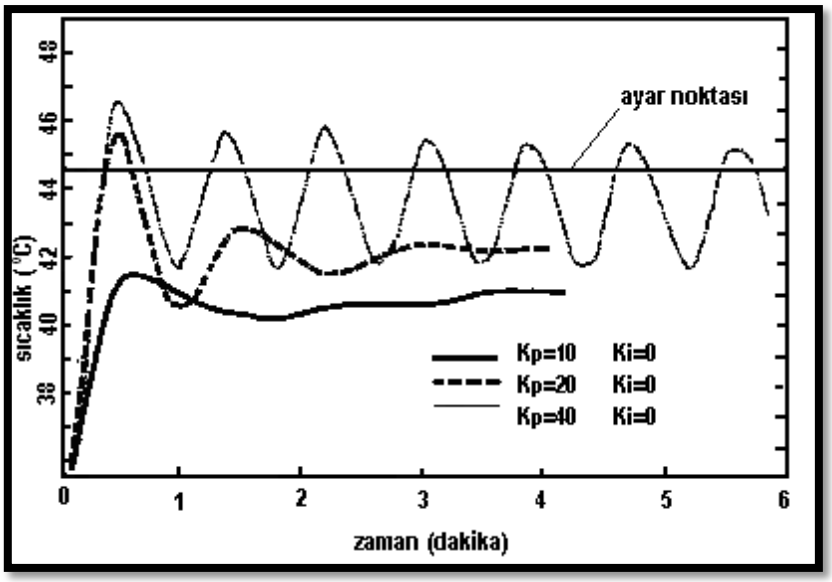
Ayar işlemi, kontrol sisteminin kararlı durum ve geçici karakteristiklerini belirlemek için, kontrol parametrelerini seçer. İklimlendirme işlemleri doğrusal değildir ve karakteristiklerinin değişimi mevsimlere bağlıdır. Kontroller, bir çalışma durumu kararsız durum değişimine başladığı şartlarda, ayarlanır. İyi ayarlanmış bir kontrol cihazı:

1. *Kararlı durumda ayar noktasından olan sapma (hata) en düşük seviyededir.*
2. *Karışıklık durumunda hızlıca tepki verir.*
3. *Tüm çalışma şartları altında kararlılığını sürdürür.*

Oransal kontrollerin ayarı, minimum kararlı durum hatası ile kararlı kademesinin sürdürülebilir olması arasında bir uzlaşmadır. Oransal ve integral (PI) kontrol bu uzlaşmayı en düşük seviyede tutar çünkü oransal terimi kontrolün karışıklığa olan tepkisini belirlerken, integral eylemi kararlı sabit hata seviyesini düşürür.

2.7.1 Oransal ve İntegral (PI) Kontrollerin Ayarı

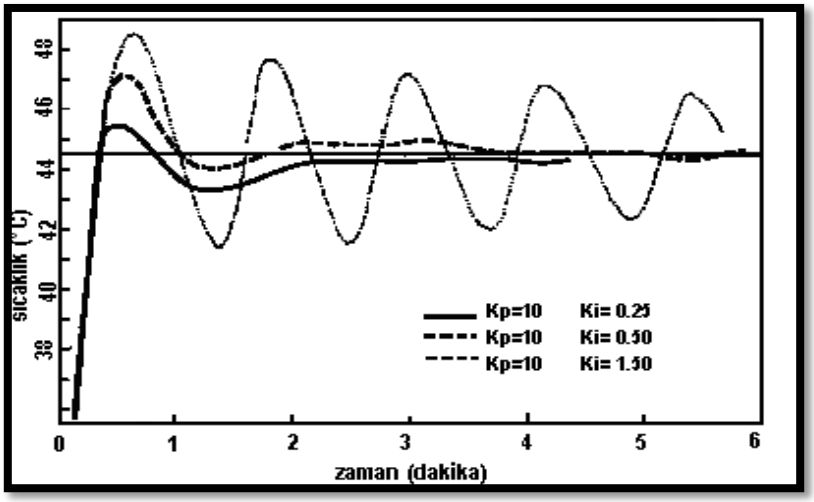
PI parametrelerinin ayarlanmasında en yaygın yöntem açık ve kapalı döngülü işlem teşhis yöntemleri ve deneme-yanılma yöntemidir. Kapalı döngü yönteminde kontrol cihazı sadece oransal konumda iken bir ayar değişiminden sonra cihaz sürekli çevrime başlayıncaya kadar kazanç faktörü arttırılır (Şekil-2.51'de K_p=40). Oransal ve integral terimleri daha sonra çevrim dalgalanma periyodundan ve oransal değerinin neden olduğu çevrimden hesaplanır.



Şekil-2.51 *İntegral eylemi olmadan çeşitli oransal kontrollerde ayar noktasındaki adım değişimine basma hava sıcaklık tepkisi [4]*

Açık çevrim yönteminde bir adım değişmesi girilerek kontrol döngüsü açılır. İşlem transfer fonksiyonu parametrelerini hesaplamak için bir grafik teknik kullanılır. Oransal ve integral terimleri, bir dizi denklemler kullanılarak bulunan işlem parametrelerinden yararlanılarak hesaplanır.

Deneme yanılma yöntemi, yalnızca oransal kontrol modunda iken gözlenen bir ayar noktasına olan istenen tepkiyi bulmak için kazanç faktörünün yeniden ayarlanmasını kapsar. Geleneksel ayarlama kurallarına göre başlangıçta ayar noktasını hafifçe geçmeli ve arkasından hızlıca kararlı durumlara düşme gerçekleşmelidir. Ayar noktası değişmeleri kontrol cihazının doygun olduğu durumlarda yapılmalı veya sınırları aşmaktan kaçınılmalıdır. Ardından, ayar noktası oransal kontrol ile benzer tepkileri verinceye kadar integral terimi arttırılır, fakat bu tepki ayar noktası etrafında oluşmalıdır (Şekil-2.52).



Şekil-2.52 *Sabit oransal kazançta değişik integral kazançları için ayar noktasındaki hava sıcaklığının adım değişimine tepkisi [4]*

2.7.2 Sayısal Kontrollerin Ayarı

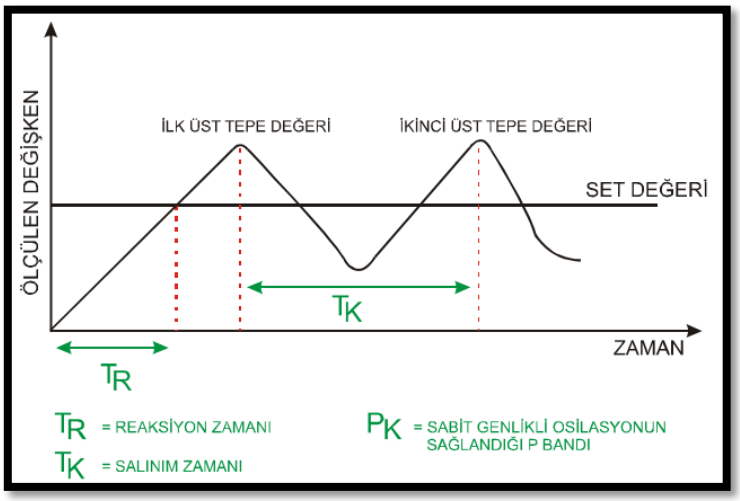
Sayısal kontrollerin ayarlamasında ilave bazı parametrelerin belirlenmesi gerekebilir. Sayısal kontrollerin örnekleme aralığı kritik bir seçimdir. Örnekleme seviyesi uygun seçilmezse harmonik sapma ortaya çıkar. Bu genelde fabrikada ayarlanır ve değiştirilemeyebilir. Bir kontrol örnekleme aralığı, kontrollü işlem genellikle uygun kontrol yaptığındaki zaman sabitinin yarısı kadardır.

Birçok sayısal kontrol algoritmaları işlem ayar noktası civarında iken bir hata ölü aralığını kaldırmak için kontrol eylemi gerektirmez. Sayısal kontroller ile kesinti (histeresiz) dengelemesi yapılabilir fakat çok dikkatli uygulanmalıdır çünkü aşırı dengeleme kontrol döngüsünde aşırı salınımlara neden olabilir.

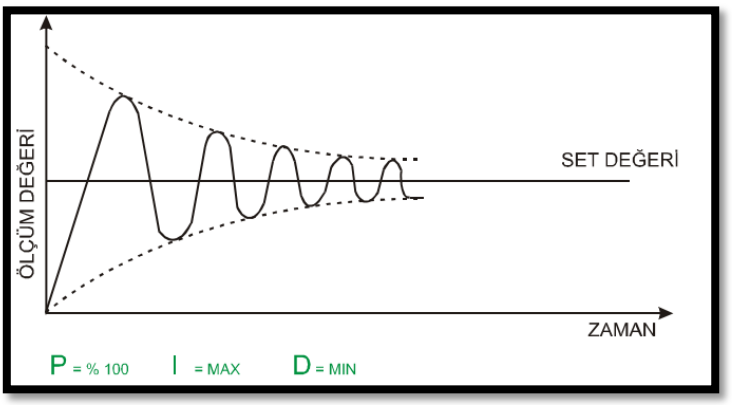
2.7.3 PID Parametrelerin Ayarlanması

Manuel İşlem

Ziegler – Nichols metoduna göre PID Parametreleri manuel olarak aşağıdaki şekilde ayarlanması mümkündür. P parametresi %100 pozisyona alınır I (İntegral) ve D (Türevsel) etkiler sıfırlanır. Sistem çalışmaya başladıktan sonra set noktası etrafında sabit genlikli salınım elde edilinceye kadar P oransal aralık değeri değiştirilir. Sabit genlikli salınımın elde edildiği P değeri ile iki tepe değeri arasındaki zaman kullanılarak P, I, D değerleri hesaplanır.



Şekil-2.53 *PID parametrelerinin belirlenmesi [2]*



Şekil-2.54 *PID parametrelerinin ayarlanması [2]*

Parametrelerin Sabitleştirilme Oranları

P

$P = 1.6\ P_K$ *PID ve PD kontrol için*

$P = 2.2\ P_K$ *PI kontroll için*

$P = 2\ P_K$ *P kontrol için*

I

$I = T_K / 2$ *PID kontrol için*

$I = T_K / 1.2$ *PI kontrol için*

D

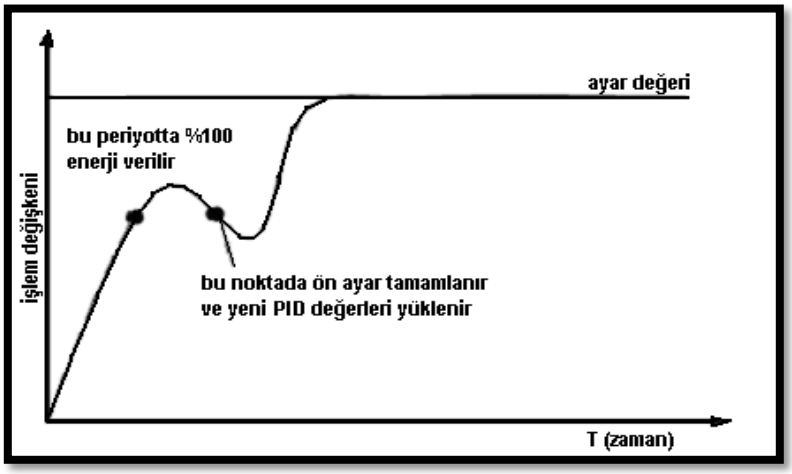
$D = T_K / 8$ *PID kontrol için*

$D = T_K / 12$ *PD kontrol için*

Kendi Kendine Akort (Auto-Tune) İşlemi

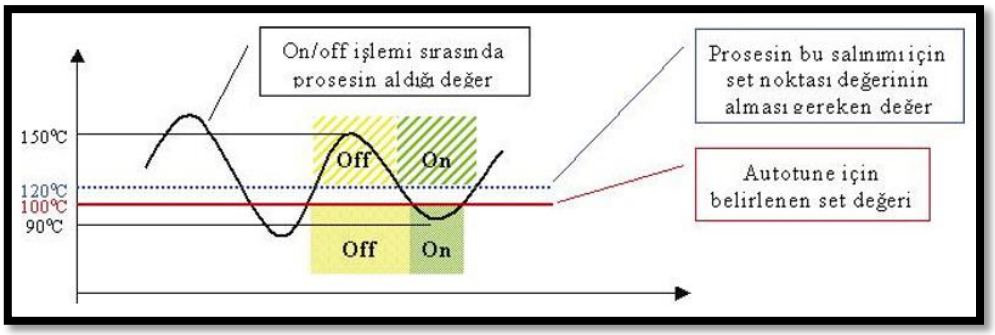
Kontrolün zor olduğu süreçlerde PID parametrelerini uygun bir şekilde ayarlamak, süreci tam istenilen set noktasına oturtmak uzmanlık ve zaman ister. Bu sakıncalar mikroişlemci donanımlı cihazların kendi kendine akort (self tuning) özelliği sayesinde giderilir. Bu özelliğe sahip bir PID kontrol cihazı bu kontrol formuna ait parametreleri sürecin cevap hızına göre kendisi ayarlar ve set noktasına oturtur.

PID kontrol formunda az da olsa başlangıçtaki salınımları önlemek ve daha hızlı bir şekilde süreci set noktasına oturtmak için kendi kendine ayar özelliği ile birlikte ön ayar özelliği de kullanılır (Şekil-2.55).



Şekil-2.55 *Kendi kendine akort (self-tuning) özelliği [3]*

Cihazlarındaki auto-tune işleminin ikinci kısmı yani parametrelerin bulunması kısmı limit döngü metodu ile yapılır. Öncelikle belli bir set değeri etrafındaki küçük salınımların elde edilmesi sağlanır. Auto tune işlemi başladığında sistem auto-tune işlemi için belirlenen set noktası (kırmızı sürekli çizgi) çevresinde aç /kapat (on/off) kontrol yapacak şekilde salınım yaptırmaktadır.



Şekil-2.56 *Parametrelerin bulunmasında kısmi limit döngü yöntemi [2]*

Bu işlem yapılırken süreç değeri sürekli kontrol edilerek bu salınımın aslında hangi set değeri için yapılması gerektiği (noktalı mavi çizgi) bulunmaktadır. Sistemin iki defa salınım yapması sağlanır. Bunun amacı ikinci salınımda daha kararlı bir salınımın elde edilecek olması (Autotune için verilen set noktası değeri 100 derece olsun (kırmızıçizgi). Salınımın maksimum ve minimum noktaları ise 90 ℃ ve 150 ℃ olsun. Autotune başladığında sistem 100 ℃ etrafında aç/kapat kontrol için salınım yaparken maksimum 150 ℃ ve minimum 90 ℃ değerler alabildiği tespit edilsin. Ayrıca aç ve kapat kalma süreleri de (sarı ve yeşille belirlenen süreler) belirlensin. Bu değerler için cihazın çıkış değeri bulunsun, örneğin %30 gibi. Bu değerler kullanılarak sistemin aslında 120 ℃ etrafında mavi kesikli çizgi ile belirlenen set noktası etrafında (sarı ve yeşil taramalı sürelerden bulunan) yeni çıkış değeri için yine aynı salınımı yapacağı bulunur. Geri kalan işlem, bilinen limit cycle metodu ve bu metottan elde edilen değerlerin Ziegler-Nichols teoremine uygulanması ve P, I, D parametrelerinin bulunmasından ibarettir.

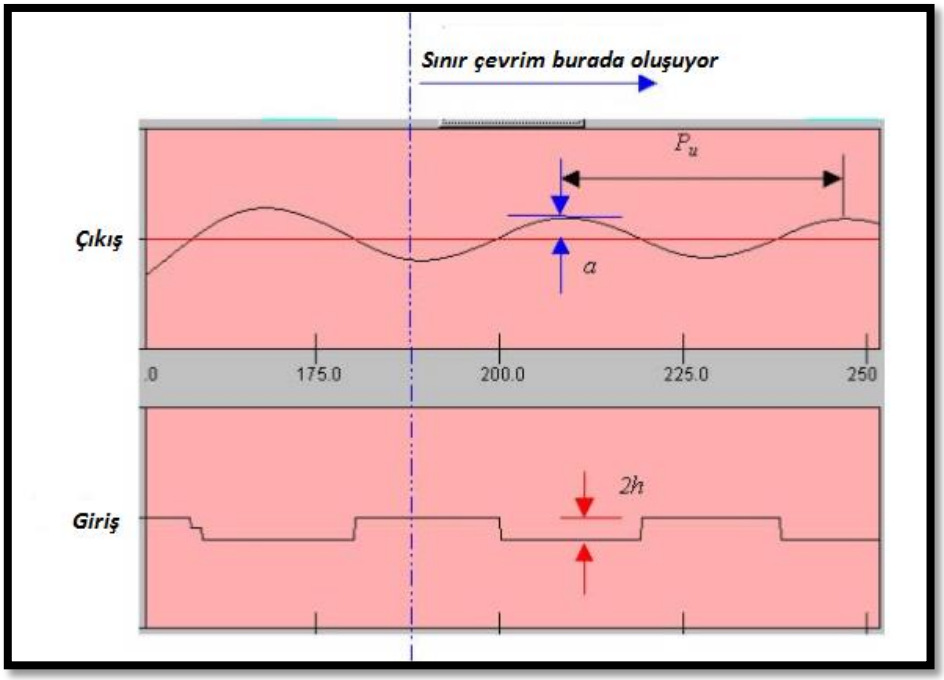
Cihazlarının autotune işleminin birinci kısmı bittiğinde set noktası değeri yeni bulunan (grafikteki kesikli mavi çizgi) değere ayarlanır. Buradan itibaren "limit döngü" metodu devreye girmektedir. Yeni hesaplanan çıkış değeri h kadar artırılıp, h kadar azaltılarak süreç değerinin belli bir sabit salınım yapması sağlanır. Yukarıdaki şekilde sistem üst kısımdaki kırmızı ile belirtilen set noktası etrafında "a" kadar yukarı ve aşağı salınırken, bu "a" ve yine şekildeki "Pu" 'nun ölçülmesi gerekiyor. (Örneğin sistem 120 ℃ set edilmiş ve süreç değeri 115 – 125 derece arasında gidip geliyor. Bu durumda a = 5 ℃ olmaktadır.)

Bulunan bu değerler aşağıdaki formülde yerine konuyor:

	K_c	t_I	t_D
	P	I	D
P control	$K_u/2$		
PI control	$K_u/2.2$	$P_u/1.2$	
PID control	$K_u/1.7$	$P_u/2$	$P_u/8$

Sistemin Avantajları

- *İşlem sırasında hiçbir el ile müdahale yok. Sadece bir tuş işlemi ile başlatılıyor.*
- *İşlem göreceli olarak çok kısa sürüyor.*



Şekil-2.57 *Ototune özelliğinin ayarı için Pu çevrim aralığının gösterimi*

2.8 DDC KULLANMANIN AVANTAJLARI

Eski kontrol teknolojilerine (pnömatik veya dağıtımlı elektronik) göre doğrudan sayısal kontrolün yararı, kontrol etkinliğini iyileştirmesi ve kontrol verimliliğini artırmasıdır. İklimlendirme için DDC sistemlerinin birçok avantajı vardır.

1. *Hız-Sinyaller anında gönderilebilir.*
2. *Karmaşık hesaplamalar- Bilgisayar, gerekli süre nedeniyle bir teknisyenin yapması mümkün olmadığı çok sayıda karmaşık hesaplamaları çözebilir.*
3. *Güvenilirlik: Bilgisayar bir sorunu hep aynı şekilde çalışır bu yüzden ona beslenen bilgi doğru olduğu sürece güvenilir ve doğrudur.*
4. *Merkezi izleme ve kontrol – Bütün bir sistemi tek bir yerden kontrol edilebilir. Bu binanın sistemi veya birçok sistem ile anlık operatör etkileşimini sağlar. Onlar bir bilgisayar ekranı aracılığıyla binada "Neler olduğunun" bir görüntüsünü elde edebilir. Onlar aynı zamanda, aynı merkezi bir konumdan sistem çalışmasını değiştirebilir. Birkaçını saymak gerekirse, bu, vanaları açma/kapama, fanları çalıştırma/durdurma ve ayar değerlerini değiştirmeyi içerebilir.*
5. *Karmaşık ayarlar: Bilgisayarlı bir kontrol sistemi, sistemdeki tüm duyargalardan gelen sinyalleri alır ve aynı zamanda tüm bilgileri işler. Tüm sistem için mümkün olan en iyi ayarları anında hesaplar ve sistemi kontrol etmek için birçok farklı sinyali sürekli oluşturur. Bilgisayarlı olmayan bir sistemde, her bir kontrolör tüm sistemin ihtiyaçları yerine sadece tek bir ya da iki koşula tepki verir.*
6. *Tahmin- Bir bilgisayarlı kontrol sistemi neyin gerekli olacağını tahmin eder. Örneğin, eğer dış hava sıcaklığı aşırı sıcak veya soğuk ise, sistem ayarları alanı istenilen ayar değerine getirmeyi sağlayacak ek süresini ayarlayacaktır. Dış hava sıcaklığı hızla değişiyor olduğunda, aynı zamanda ihtiyaçları da tahmin edecektir.*
7. *Basılı raporlar: bir bilgisayarlı sistem, sistemin eğilimlerini göstermek için her türlü rapor ve grafiği oluşturabilir. Bunlar isteğe göre basılabilir.*
8. *Gelişmiş doğruluk – Daha az insan hatası şansı vardır. Ekipman daha doğrudur, çünkü hareketli kontak noktaları veya bilgisayar otomatik alarmlarında cıva ampulü gibi hiçbir mekanik cihaz ve hiçbir kitle (ağırlık) bulunmamaktadır.*
9. *Daha hassas kontrol- Ayar değeri ve aktivasyon arasında daha az gecikme süresi vardır. DDC sistemleri elektroniktir ve izleme ve kontrol için elektronik devreler ve cihazlar kullanır. ± 1,1 ℃ doğruluğu olan pnömatik bir duyargaya kıyasla, bir DDC duyargası ± 0,17 °C'dır. Bunun bir sonucu olarak, geliştirilmiş konfor ve izleme koşulları ile iç hava kalitesi (IAQ) sabit bir seviyeye yakındır.*
10. *Enerji korunumu: Sistemin daha sıkı korunumu: Kullanma saatleri düzeltilebilir ve alandaki sıcaklık daha*

sabit bir seviyede kalır. Bazı hava kanalı sistemlerinde, bu birçok alternatif ısıtma ve soğutma çevrimlerinin ortadan kaldırıldığı anlamına gelir. Talep izleme ve sınırlama gibi stratejiler DDC sistemleriyle kolayca uygulanabilir. Bir tesis için genel talep, farklı talep düzeylerine göre çeşitli ayar değerleri sıfırlanarak izlenebilir ve kontrol edilebilir. Trendleri kaydederek, enerji tüketim alışkanlıkları izlenebilir.

11. *Sıralama- bir sistem kapandıktan veya güç arızasından sonra ekipmanın doğru sırada başlatılmasını sağlar.*
12. *Geri besleme: Sadece işletim sistemlerine kontrol sinyalleri göndermez ayrıca geri besleme yapar ve durum, çevre koşulları ve mekanik koşullara ilişkin verileri kaydeder. Bu veriler raporlar, tablolar ya da grafik olarak basılabilir.*
13. *Yenilik: Bilgisayarlı bir sistem ile gerçekleştirilebilen ek stratejileri operatörün keşfetmesini sağlar.*
14. *Esneklik: Bir kontrol çevriminin mantığı yazılımda olduğundan, bu mantık kolayca değiştirilebilir. Bu anlamda, DDC yeniden ayarlama programları, ayar değerleri ve genel kontrol mantığının değiştirilmesinde çok daha esnektir. Kullanıcılar, daha karmaşık stratejiler uygulama, enerji tasarrufu özelliklerini uygulama ve mantık münferit bileşenlere dağıtıldığı zaman olacak olandan daha az bu değişikliklerle ilişkili maliyet olduğundan dolayı kendi sistem performansını optimize etme eğilimindedir.*
15. *İşletilebilme, Bakım, Alarm yetenekleri güçlüdür ve belirli bir ağ üzerinde çeşitli yerlere çoğu sistem alarmları mevcuttur. Sistem sorunlarını gidermek ve sorunları kontrol etmek için kendini yenileme yetenekli teknisyen veya mühendis çeşitli biçimlerde görselleştirilmiştir. Bu veriler ayrıca saklanabilir ve zamanla ekipmanların performansı ölçülebilir. Bir ilerleme/gerileme konum değişikliği oluşursa veya rutin bir bakımı yürütme zamanı ise, çeşitli ekipman alarmları/mesajlarının çalışma süreleri oluşturulabilir.*

2.9 SİSTEM KARARLILIĞI

Bir kontrol sisteminin kararlılığı bir bozulmaya verdiği yanıtı ile ilgilidir. Sistem kararlı olarak dikkate alınan kararlı hale (steady state) geri dönmelidir. Bir 'Kararsız' sistem, salınan bir yanıt veya bazı doğal sınırlar elde edilinceye kadar giderek artan (ya da azalan) bir yanıt ile tanımlanır.

Kararsız bir sistem genellikle bir salınım (hunting) davranışı gösterecektir, kontrol vana sürekli değişir (Bir iklimlendirme sisteminde, kontrol edilen cihaz 10 dakikalık bir süre içinde %20'den fazla değişmemelidir). Bu, vanalar ve sürücülerde aşırı aşınma oluşturur, diğer ekipman, yapı ve bina içindekileri etkileyebilen termal çevrim üretir veya sistemin diğer bölgelerinde kararsızlık oluşturur.

Kararsız bir sisteme katkıda bulunan faktörler:

1. *Oransal bir sistem için çok fazla kazanç (çok dar bir kısma aralığı).*
2. *Kontrol edilen değişken makul şekilde kontrol edilmek üzere çok fazla kapasiteye sahiptir.*
3. *Kontrolü sağlamak için yeterli geribildirim eksikliği (açık çevrimli bir sistem).*
4. *Kontrol modu çok basittir (örneğin AÇIK / KAPALI).*
5. *Yanlış kurulum: Genellikle, geribildirim sağlayan duyarga uzak bir konumda bulunur. Birkaç, onlarca, yüzlerce bir Giriş/Çıkış paneline geri kablolanabilir ve birkaç duyarganın kablolanması unutulabilir.*
6. *Sistemin yanıtında çok fazla gecikme süresi (gecikme).*

2.9.1 Sistemi Ayarlama

İlk ayarlama yöntemi:

1. *Sistem bileşenlerinin manüel kontrolde düzgün çalıştığını doğrulayınız.*
   a) *Duyargalar ve ekipmanın kurulumunu doğrulayınız.*
   b) *Kablo akışının doğru olduğunu doğrulayınız.*
   c) *Güvenlik kontrollerinin yerinde olduğunu ve arızaya karşı emniyetin sağlandığını doğrulayınız.*
   d) *Öngörücü davranışı doğrulamak için manüel kontrol ile sistemi test ediniz.*
2. *Bir kontrol sisteminin ilk başlatma seçenekleri:*
   a) *Oransal Kontrol: Düşük kazançlı başlatma, yani çok büyük kısma aralığı.*
   b) *İntegral Kontrol: Çok uzun bir integralleyici süre ile başlatma.*
   c) *Türevsel Kontrol: Çok kısa bir türevsel etkili süre ile başlatma.*
3. *Sistem aşırı bir konumda çalışmak üzere kontrol edilen cihaz gerektirmemelidir, bu bir kayıp kontrol göstergesidir.*

4. *Bir seferde sadece tek bir sistemi ayarlayınız: ısıtma veya soğutma. Aynı zamanda her ikisini de ayarlamaya çalışmayınız.*

2.9.2 Kendi Kendine Ayar ve Yapay Zekâ

Ayar bir zaman alıcı ve zor bir süreçtir. Birçok yeni uygulamalar bu süreci geliştirmek için yardımcı olmuştur:

1. ***Otomatik-ayarlama:*** *Yeni Bina Yönetim Sistemleri (BYS) bu mevcut yazılım özelliğine sahiptir.*
2. ***Uyarlanabilir Teknikler:*** *A BYS değişen koşulları tanıyabilir ve algılanan duruma göre farklı kontrol ayarlarını seçebilir. Mevsimsel ve işletimsel değişiklikler için yararlı.*
3. ***Bulanık Mantık Kontrolü:*** *Sistem birçok girişi izler ve bu veriler üzerinde bir sözde mantık işlemi gerçekleştirir. Açık / kapalı, evet / hayır, doğru / yanlış koşullarına sahip olmak yerine; algılanan parametreler, açık, evet veya gerçek derecelerine sahip olabilir. Bu çeşitli durumların birleşimine dayalı olarak, sistem belirli bir cihaz üzerinde bir 'kontrol derecesi' atayabilir.*
4. ***Yapay Sinir Ağları:*** *Daha önce gördüğü bir dizi verilen koşulu 'tanımaya' çalışan bir kontrol sistemi. Bu nedenle, verilen senaryolara nasıl tepki vereceği sisteme 'öğretmek' gereklidir. Sistem, bir dizi koşullara göre büyük olasılıklı istenilen yanıtı seçmeye çalışır. Sistem çalıştıkça, sürekli karar kriterlerini ayarlar. Süreç insan beyni tarafından kullanılan süreci taklit eder.*

Özellikle düşük yüklerde, sistem ve kontrol cihazı yanıtları nedeniyle, kontrol edilen sıcaklığın diferansiyeli aşması ile sonuçlanan açık / kapalı kontrol, santrali tamamen açık ya da tamamen kapalı çalıştırır. Daha iyi bir kontrol şekli santral çıkışını değiştirmek veya ayarlamaktır, böylece sıcaklık gerekli değere yaklaştıkça çıkış herhangi bir aşmayı durdurmak için azaltılabilir. Bu sadece santral ayarlanabilirse yapılabilir, örneğin, bir modülasyon kontrol vanası kullanarak veya bir modülasyon brülörü olan bir kazan söz konusu olduğunda. Bunların tümü santralin giderlerine eklenir, ancak daha iyi kontrol üretir. Modülasyon veya değişen etki sağlayabilen kontrol sistemi, oransal + İntegral + diferansiyel (PID) kontroldür. PID kontrol için üç farklı kısım olduğu için, aynı zamanda, üç dönemli kontrol olarak da ifade edilir. Sadece oransal veya oransal + integral kontrolün kullanılması mümkündür ama Bina Yönetim Sistemleri (BMS) gibi bilgisayar kontrollü sistemler için, PID üç dönemli doğrudan sayısal kontrol kullanılır.

Pratik yöntem, eğer süreç hızlı bir şekilde (<1 saniye) değişme potansiyeline sahip ise, PID kullanır, yoksa PI kullanır. PI birçok uygulama çeşidi için yeterlidir. Bazılarında sadece P yeterlidir. Yerleşik PID kontrol cihazı satın almış olsanız bile, gerekirse her zaman 'I' ve 'D' 'i kapatabilirsiniz.

2.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Fundamentals of HVAC Controls, PDH Course M197, http://www.cs.berkeley.edu/~culler/cs294-f09/m197content.pdf*
2. *http://www.ontrol.com.tr/taxonomy/term/98 (15.09.2015 tarihinde erişildi)*
3. *Hüseyin BULGURCU, İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol, 308 sayfa, Doğa Teknik Yayın no:02 İstanbul 2005.*
4. *Sam C. M. HUI and William YICK, Fundamentals of HVAC Control Systems, ASHRAE Hong Kong Chapter Technical Workshop, 18, 19, 25, 26 April 2007.*
5. *http://www.emo.org.tr/ekler/aee5d5dfa97b251_ek.pdf (12.07.2016 tarihinde erişildi)*

BÖLÜM-3
DUYARGALAR VE DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Hazırlayan:
Hüseyin BULGURCU

3.1 GİRİŞ

Bu bölümde bina yönetim sistemlerinde kullanılmakta olan donanımlar; duyargalar, kontrol cihazları ve kontrollü cihazlar ayrıntılı olarak incelenecektir.

Bina Otomasyon Sistemleri yapısını dört basamaklı olarak düşünmek mümkündür:

1. Saha Seviyesi:

En alt basamakta, kumanda edilecek fiziksel ekipmanlar ile ilişikte bulunan "Saha Ekipmanları" olarak adlandırılan elektrikli kumanda ve ölçüm elemanları vardır. Kumanda elemanlarına örnek olarak "Vana Motoru", "Damper Motoru" gibi analog sinyaller ile kumanda edilen cihazlar örnek gösterilebilir. "Sıcaklık Duyargası", "Nem Duyargası", "Basınç Duyargası", "Aydınlık Seviye Duyargası" gibi saha ekipmanları da analog giriş sinyalleri olarak örnek gösterilebilir.

Sahadaki cihazlardan sıcaklık, nem, basınç gibi bilgileri algılayan duyargalar (analog girişler), basınç anahtarları (presostat), anahtarlar gibi kontak girişleri ve kontrol cihazından gelen bilgileri uygulayan kontrol vanaları, damper motorları gibi sürücüler (analog çıkışlar) saha seviyesindeki elemanlara örnektir.

2. Giriş-Çıkış Modülleri

İkinci basamakta saha ekipmanlarından alınan ve saha ekipmanlarına gönderilen bilgilerin elektriksel sinyallere çevrilmesine yardımcı olan "Giriş-Çıkış Modülleri" yer almaktadır. Kontrol cihazlarında yorumlanacak giriş-çıkış bilgileri "Analog" ve "Dijital" olmak üzere iki ana grupta yorumlanabilir. Dijital sinyaller 0 ve 1'ler ile ifade edilen kesin değerleri ifade etmek için kullanılabilir. Örneğin bir havalandırma kanalında hava akışı olup olmadığını ölçmek için kullanılan "Fark basınç anahtarı" ilgili kanalda hava akışı var ise 1, yok ise 0 bilgisi üretmektedir. Farklı olarak bir hava kanalında statik hava fark basıncını ölçmeye yarayan "Fark basınç duyargası" o anda hava kanalının ölçüm yapılan iki noktası arasındaki statik basınç farkını örneğin 50 Pa olarak ölçmektedir. Dolayısıyla Analog sinyaller bir aralıkta sürekli değerler vermektedir. "Giriş-çıkış modülleri" saha ekipmanları ile bilgi alışverişi yaparken "0-10 VDC", "2-10 VDC" veya "4-20 mA" gibi standartlaşmış farklı sinyal tiplerini kullanır. Saha ekipmanları ile bağlantıları her bir cihaz için ayrı ayrı fiziksel olara elektrik kabloları ile gerçekleştirilir. Her bir modül tek bir cihaz için kullanılabileceği gibi bir modüle birden fazla cihaz da bağlanabilen modelleri vardır.

3. Otomasyon (kontrol) Seviyesi:

Üçüncü basamakta kontrol cihazı yer almaktadır. Kontrolör, giriş çıkış modülleri ile tek bir haberleşme kablosu ve haberleşme protokolü kullanarak haberleşir ve kısa zaman çevrimlerinde aldığı bilgileri yorumlayıp, önceden programlandığı şekilde çıkışlar üretir.

Bu seviyeyi kontrolörler (DDC-PLC üniteler) oluşturmaktadır. Kontrolörler mikroişlemci tabanlı cihazlar olup, saha elemanlarından gelen verileri, yüklenmiş olan kontrol senaryosuna ve merkezden gelen komutlara göre yorumlayıp gerekli çıkışları sağlayan ve izlenen değerleri merkeze ileten cihazlardır.

4. Yönetim Seviyesi:

Bu seviyeyi, bina mekanik ve elektrik sistemlerinin bir bütün olarak izlendiği, kumanda edilebildiği ve raporlamaların yapıldığı ana kontrol bilgisayarları oluşturmaktadır.

HVAC otomasyon sistemleri dendiği zaman, akla ilk olarak klima santralleri, egzoz fanları, soğutma grupları, kazanlar, boylerler ve pompaların otomatik kontrolü ve birbiriyle ilişkilendirilmesi gelmektedir.

3.2 DUYARGALARIN ÖZELLİKLERİ

Duyargalar, otomatik kontrol sistemlerinin vazgeçilmez saha elemanlarındandır. Eğer bu tip cihazlar standart dışı üretim veya yanlış seçim ve kullanımlarından dolayı hatalı değerler okurlarsa, bağlı bulundukları kontrol sistemlerinde büyük yanılgılar olabileceği kaçınılmazdır.

İyi bir kontrol sağlamanın en önemli öğelerinden bir tanesi de kontrol edilecek sistem bünyesinde mükemmel çalışan duyargalar bulunmasıdır.

Duyargalar kontrol edilen ortamı ölçer ve doğru ve tekrarlanabilir bir şekilde değişen koşullara ilişkin bir kontrol cihazına bilgi sağlar. Genel iklimlendirme değişkenleri, sıcaklık, basınç, akış hızı ve bağıl nemdir.

Duyargaların yer seçimi iyi bir kontrol sağlamak için çok önemlidir. Algılama alanı koşullarında, algılama cihazı doğrudan güneş radyasyonu yönünde olmamalıdır ya da kötü yalıtılmış bir dış duvar gibi hatalı okuma verebilecek bir yüzey üzerine yerleştirilmemelidir. Boru ve kanal tesisatında, duyargalar, cihazın aktif kısmı tamamen akışkan içinde olacak şekilde ve konumu ortalama durumu algılayacak şekilde düzenlenmelidir. Bazen ortalama alan cihazlar, ölçülen değişkenin ortalama bir okumasını vermek için kullanılır, örneğin, çok sayıda duyarga bulunan geniş alanlarda, ortalama bir sinyal kontrol cihazı için önemlidir.

Duyarga çeşitlerini gözden geçirmeden önce duyarga karakteristiklerini belirleyen genel özelliklerden söz etmek yararlı olacaktır. Bu karakteristikler genellikle algılayıcıların dinamik ve statik özellikleri olarak ikiye ayrılmaktadır.

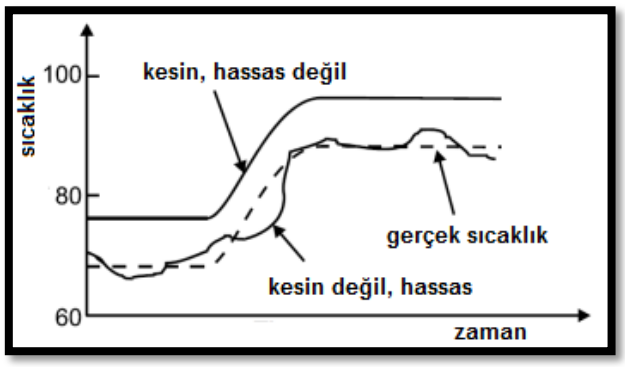
3.2.1 Statik Özellikleri

Aşağıda tanımlanan statik karakteristikler oldukça önemlidir.

Doğruluk: *Duyargaların doğruluk oranları, duyarganın maksimum ölçüm değerindeki hata payını belirlemektedir. Duyargaların hata payları genellikle ölçtüğü birim üzerinden veya ölçüm aralığının yüzdesi olarak belirlenmektedir.*

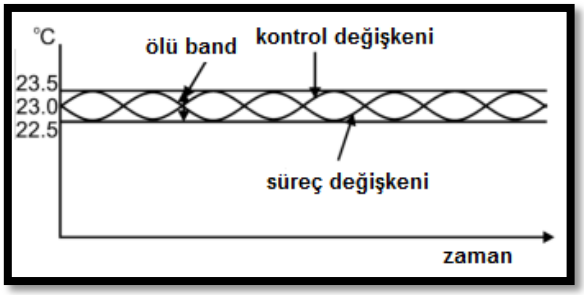
Örneğin bir duyargadaki doğruluk oranı +/- %0,1 ise ve bu duyarga 0-100 °C arasında ölçüm yapıyorsa, duyarganın maksimum ölçümdeki hata payı +/-0,001 x 100= +/- 0,1 °C olacaktır.

Kesinlik (precision)*: Sistemin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsüdür.*

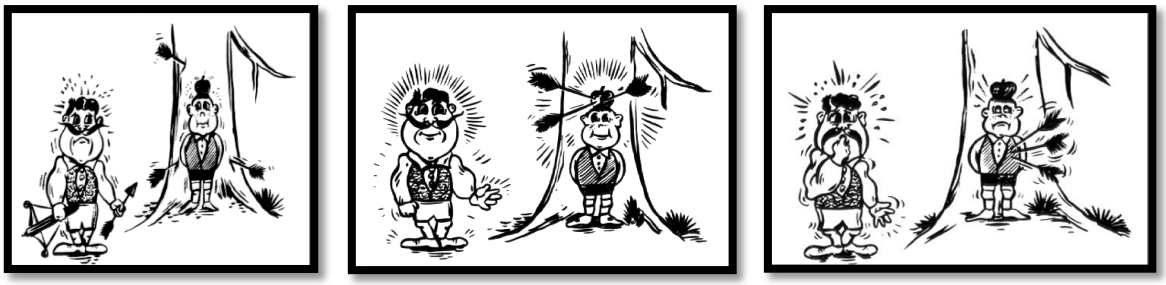


Şekil-3.1 *Kesinlik ile hassasiyet arasındaki ilişki [5]*

Tekrarlanabilirlik*: Aynı ölçüm koşulları altında (aynı ölçüm prosedürü, aynı gözlemci, aynı koşullar altında kullanılan aynı ölçme cihazı, aynı konum, aynı kullanım koşulları, kısa zaman aralığında tekrar) gerçekleştirilen, aynı ölçülen büyüklüğe ait birbirini izleyen ölçüm sonuçları arasındaki yakınlık derecesidir ve sonuçların dağılımı cinsinden nicel olarak ifade edilir. Kesinlik, tekrarlanabilirliğin nitel bir ifadesidir. Teknik olmayan yazı dilinde, iki ölçümün kıyaslanması veya ölçüm/cihaz hakkında bilgi verilmesi durumunda, karşılaştırma sıfatları ile daha yüksek kesinlik, düşük kesinlik gibi tamlamalar kullanılarak anlatıma imkân verir. Eğer bir sistemin tekrarlanabilirliği yüksekse, okuma değerlerinin yoğun bir şekilde gruplanmış olduğu ve sonuçların "düşük yayılıma" sahip olduğu söylenebilir. Düşük yayılım yüksek kesinliği gösterir.*



Şekil-3.2 *Tekrarlanabilirlik [5]*



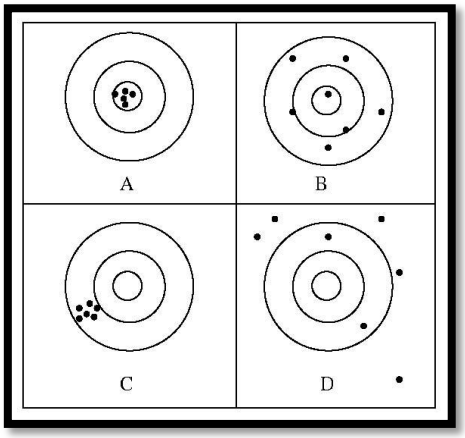
Zayıf tekrarlanabilirlik, zayıf hassasiyet anlamındadır

İyi hassasiyet, iyi tekrarlanabilirlik anlamındadır

İyi tekrarlanabilirlik ancak iyi hassasiyet anlamında değildir

Şekil-3.3 *Ölçüm hassasiyeti ve tekrarlanabilir arasındaki ilişkisi [5]*

Eşit beceriye sahip dört kişinin hedef tahtasına atış yaptığını, bu atıcılardan A ve B'nin namlularının hedefe doğru iyi ayarlandığını, C ve D'nin namlu ayarının ise o kadar iyi olmadığını ve neticede, aşağıdaki şekilde gösterilen sonuçların alındığını düşünelim.



Şekil-3.4 *Ölçüm hataları [5]*

A'nın yaptığı tüm atışlar hedefi bulmuştur, dolayısıyla sistematik hata yoktur. Tüm noktalar yoğun bir şekilde bir araya toplanmıştır dolayısıyla kesinliğe sahiptir. B'nin atışları hedef etrafına yayılmış ve birçoğu hedefi bulamamıştır. Noktalar oldukça dağınıktır. Dolayısıyla, sistematik hata olduğu gibi kesinlik de yoktur. C'nin atışları en az A'nınkiler kadar kesinliğe sahip olmasına rağmen hedefin yakınlarında bir yerde gruplanmıştır ancak hedefi tutturamamıştır. D'nin atışlarını gösteren noktalar ise hem hedeften oldukça uzak hem de dağınık şekilde yerleşmiştir.

Atışlar sonunda elde edilen bu dört sonuç içinde sadece A'da hem doğruluk hem de tekrarlanabilirliğin varlığı söz konusudur. C'de tekrarlanabilirlik vardır, fakat doğruluk çok düşüktür. D'nin ise hem tekrarlanabilirliği hem de doğruluğu çok düşüktür.

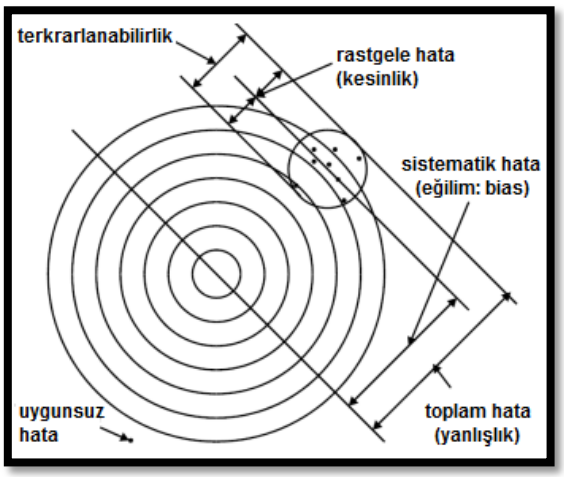
Bir ölçümün kesinliği, ekipman ve ölçüm tekniğinin fonksiyonudur. Bir ölçümde, sistematik hatanın giderilmesi

gözlemcinin müdahalesini gerektirir. Sistematik hatanın belirlenmesi ve düzeltilmesi ancak düşünme ve karar aşamalarından geçtikten sonra gerçekleştirilebilir; hiçbir ekipman bunu kendi başına gerçekleştirme yeteneğine sahip değildir. Dolayısıyla sistematik hata ancak ölçümü gerçekleştiren gözlemci tarafından giderilebilir.

Duyarlılık: *Ölçülen ortamda meydana gelen küçük değişimleri duyarganın algılama hızı, o duyarganın duyarlılığı olarak tanımlanır.*

Yineleme Kabiliyeti: *Yineleme kabiliyeti, duyarganın aynı şartlar altında hep aynı değeri okuyabilme özelliğidir. Örneğin bir sıcaklık duyargası ortam sıcaklığı 20 °C olan bir yerden, şartları aynı olan ikinci bir ortama taşındığında bu ortamda sıcaklığı 20 °C okuyabiliyorsa, o duyarganın yineleme kabiliyetinin yüksek olduğu anlaşılır. Yineleme kabiliyeti yüksek olan bir duyarga, doğruluğu da yüksek olan bir algılayıcı anlamına gelmektedir.*

Eğilim (bias) *ise, ölçme cihazı göstergesinin sistematik hatasıdır ve ulaşılmak istenen değerden veya hedeften sapmayı gösterir. Sistemin ofsetidir.*



Şekil-3.5 *Doğruluk kavramları [5]*

3.2.2 Dinamik Özellikleri

Dinamik karakteristik ölçülen değerdeki değişikliklere duyarganın hangi çabuklukta cevap verebileceğini belirler.

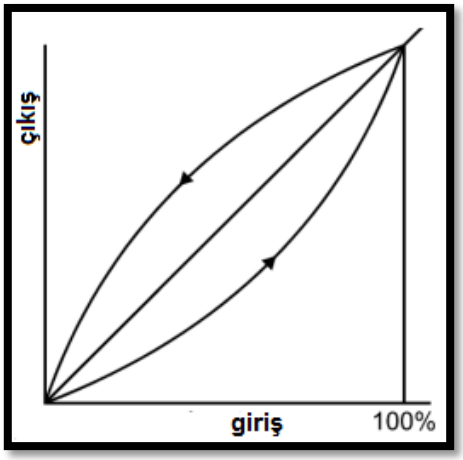
Ölü Zaman: *Ölü zaman duyarganın ölçüm yaptığı ortamda meydana gelen değişikliğe bağlı olarak çıkış sinyalinin değişmesi arasında geçen süredir.*

Örneğin bir sıcaklık duyargası ortam sıcaklığını 20 °C olarak ölçüyor ve buna karşılık belli bir gerilim üretiyorsa ortam sıcaklığındaki değişme ile çıkış gerilimindeki değişim arasında geçen süreye o duyarganın ölü zamanı denir.

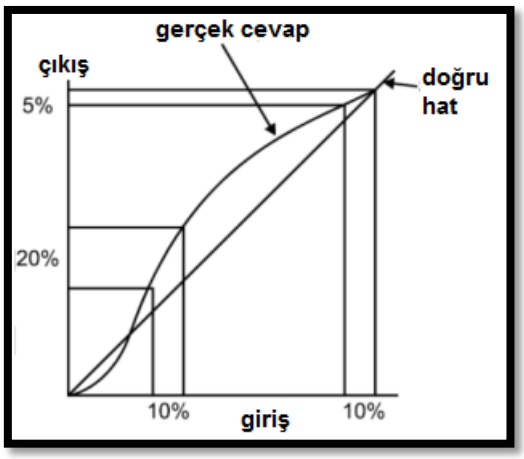
Zaman Sabiti: *Zaman sabiti duyargasın okuduğu yeni değerde, çıkışının hangi çabuklukta kararlı hale geldiğini ifade etmekte olup duyargasın yeni okuduğu değer için çıkışının ulaşacağı değerin %63 üne kadar geçen süre olarak tanımlanır.*

Histeresiz: *İngilizcesi "hysteresis" olan histerezisin kelime anlamı gecikmedir. Fiziksel ve kimyasal olaylarda histerezise sadece "gecikme" demek yetersiz olabilir. Tam anlamını ifade etmek gerekirse histerezis, sistemin bir önceki ile bir sonraki girişine verilen tepkinin, sistemin yakın geçmişteki durumuna duyarlı olmasından dolayı gecikmesidir. Böyle sistemlerde, bir sonraki girdiye tepkisini tahmin etmek için, sistemin şu anki durumunun ve geçmişteki durumunun bilinmesi gerekir (Şekil-3.6).*

Doğrusallık (Linearity): *İkinci değerdeki bir değişikliğin ilk değerdeki değişiklik ile doğru orantılı olması halinde bu iki değer arasındaki ilişki (Şekil-3.7).*

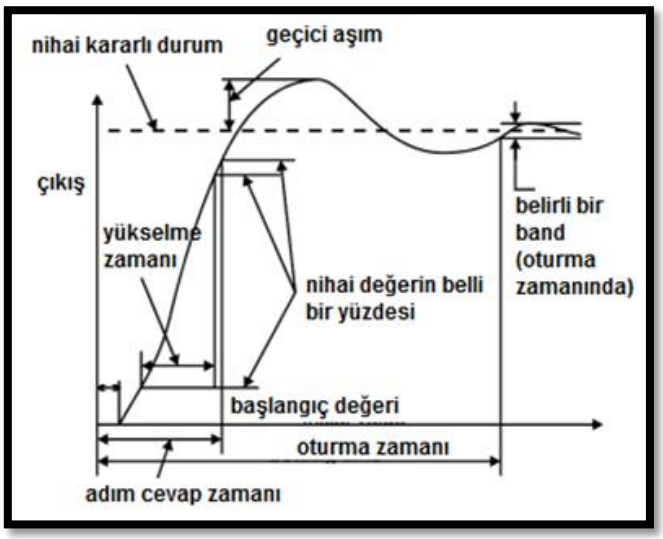


Şekil-3.6 *Histeresiz [5]*



Şekil-3.7 *Doğrusallık [5]*

Cevap Zamanı (Response Time): *Bir sisteme belli bir zaman diliminde bir giriş uygulandığında bu sistemin verdiği tepki değişimidir.*



Şekil-3.8 *Bir basamak girişi olan bir sistem için tipik zaman yanıtı [5]*

3.3 DUYARGALAR VE DUYARGA ÇEŞİTLERİ

3.3.1 Duyarga Nedir?

Elektronik uygulamalarda algılama işlemini yapan sistem ya da elemanlara duyarga denir. Ayrıca algılayıcı ya da duyarga olarak da bilinmektedir.

Duyargalar, fiziksel ortam ile elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görürler. Sistemdeki duyarga veya duyarga grupları yapısı hangi değişkene duyarlı ise sistem dışındaki değişkeni algılar ve elde ettiği değerleri sistemin karar verme birimine yollar.

Elde edilen bu verilerin insanoğlu tarafından anlaşılması gerekir. Bundan dolayı duyargaların yapısı çeşitli değişkenlere göre çalışır ve kullanacağımız alana en uygun duyarga veya duyarga guruplarını seçmek zorundayız. Değişkenler çeşitli birimlerle ifade edilir ve bu birimler aslında duyarganın ne amaçla kullanılacağını gösterir. Bu değişkenler duyargaların giriş büyüklükleri başlığı altında sıralanmıştır.

Tablo-3.1, bazı önemli ölçütlerin bir sınıflandırmasına genel bir bakış sunmaktadır. Kabataslak bir sınıflandırma yapılabilir: Mekanik büyüklükler, ısıl/kalori miktarı, elektrik miktarı ve kimyasal ve fiziksel büyüklükler.

Tablo-3.1 *Önemli ölçüm büyüklüklerinin sınıflandırmasının genel bir listesi [4]*

Tür		***Ölçme Miktarı***
Mekanik nicelikler	*Geometrik nicelikler* *Kinematik nicelikler* *Gerilme nicelikleri* *Malzeme özellikleri* *Akustik nicelikler*	*Yer değiştirme, açı, seviye, eğitim* *Hız, ivme, salınım, akış* *Kuvvet, basınç, tork* *Kütle, yoğunluk, viskozite* *Ses hızı, ses basıncı, ses frekansı*
Termal nicelikler	*Sıcaklık*	*Temas sıcaklığı, radyasyon sıcaklığı*
Elektriksel nicelikler	*Elektriksel durum değişkeni* *Elektriksel parametre* *Alan değişikliği*	*Gerilim, akım, elektriksel güç* *Direnç, empedans, kapasite, indüktans* *Manyetik alan, elektriksel alan*
Kimyasal ve fiziksel nicelikler	*Konsantrasyon (derişiklik)* *Partikül büyüklüğü* *Molekül tipi* *Optik nicelikler*	*PH değeri, nem, ısı iletimi* *Asılı madde miktarı, toz miktarı* *Gaz, sıvı ve katı madde molekülleri* *Şiddet, dalga boyu, renk*

3.3.2 Duyarga Özellikleri

Elektriksel olmayan niceliklerin elektriksel olanlara dönüşümü, başlıca ve yan etkilere ayrılabilen fiziksel ya da kimyasal etkilere bağlıdır. Başlıca etki, bir piezo-elektrik basınç duyargasının elektrik gerilimi gibi istenen ölçme sinyalini oluşturmakla sorumludur. Ancak, sıcaklık değişikliklerinin etkisi gibi bozucu yan etkiler sık sık üst üste getirilir. Duyargaların tasarım süreci bu yan etkileri (bazen "Çapraz Duyarlılık" denilen) göz önüne almayı gerektirir. Onların tesiri sadece küçük bir etkiye sahip olmalı ya da uygun ölçümlerle telafi edilmelidir.

Duyargaları değerlendirmek için en önemli ölçüt, statik davranış, dinamik davranış, kalite sınıfı ve ölçme aralığı, aşırı yük kapasitesi, çevresel etkiler ve güvenilirlik ile ilgili bileşenlerle uyumluluktur.

Bir duyarganın statik davranışı, duyarga özelliklerine göre tarif edilir. Bu, elektriksel çıkış sinyalinin değişiminin, ölçülen değişkenin değişimine oranı gibi bir duyarganın duyarlılığını tanımlar. Bir duyarganın diğer önemli özellikleri; doğrusallık, histeresiz ve tekrarlanabilirliktir.

Dinamik davranışı bir duyarga frekans tepkisi veya kesme frekansları veya zaman sabitleri gibi basit karakteristik değerler tarafından tanımlanmıştır. Duyarga dinamiği, sürece ve ölçüm görevine ayarlanmalıdır.

Kalite sınıfı bir duyarganın doğruluğu hakkında temel bir ölçü verir. Bu, tam ölçeğe göre en büyük ölçüm hatasının yüzdesidir. Tüketim malları için uygulamalar, yüksek doğruluk (%2-%5 yeterli) gerektirmez. Öte yandan, endüstriyel uygulamalar, çok daha yüksek hassasiyet (%0,05-%1) gerektirirler. Kalibrasyon ve test ekipmanı gibi yüksek hassasiyetli ölçümler için ekipmanlar, çok ciddi gereklilikleri karşılamalıdır. Ölçüm aralığı, duyarganın teknik özelliklerinin karşılandığı yerdeki aralığını açıklar.

Aşırı yük kapasitesi, bir duyarganın, duyarga özelliklerindeki ya da kendini hasara uğratmadaki değişiklikler olmadan işletilebildiği yerdeki aralığını belirtir. Tipik aşırı yük kapasiteleri, %200 ve %500 arasındadır.

Bir duyarganın uygunluğu çıkış sinyali türüne bağlıdır (bir sonraki bölüme bakılabilir). Sıcaklık, ivme, korozyon, kirlenme/aşınma ve yıpranma gibi çevresel etkiler özellikle önemlidir.

Bir duyarganın güvenilirliği, ortalama hata oluşma zamanı (h'de MTTF) ya da evrik değeri, ortalama bozulma hızı ([h-1]'de) gibi karakteristik parametreler tarafından tanımlanır.

3.3.3 Sinyal Tipleri, Transdüzer ve Ölçme Yükselteçleri

Duyarga tarafından sağlanan sinyal tipi hem ölçüm prensibine hem de ilgili sinyal iletimine ve sinyal işleme cihazlarına bağlıdır. Sinyal tipleri aşağıdaki kategorilere bölünebilir: genlik modülasyonlu sinyaller, frekans modülasyonlu sinyaller, dijital sinyaller (Tablo-3.2).

***Tablo-3.2** Ölçme sinyalleri için sinyal tiplerinin bazı özellikleri [4]*

Özellikler	Sinyal tipi		
	Genlik modülasyonu	**Frekans modülasyonu**	**Sayısal (dijital)**
Statik doğruluk	Büyük	Büyük	Kelime uzunluğu ile sınırlı
Dinamik davranış	Çok hızlı	Transdüzer vasıtası ile sınırlı	Örnekleme vasıtası ile sınırlı
Gürültü hassasiyeti	Orta/büyük	Küçük	Küçük
Galvanik ayırma	Pahalı	Basit (transdüzer)	Basit (optik bağlantılı)
Dijital bir bilgisayar arayüzü	Analog-sayısal çeviriciler	Basit (frekans sayıcı)	Basit
Sayısal işlem	Çok sınırlı	Sınırlı	Eğer mikro işlemci ise basit

Genlik modülasyonlu sinyaller sinyal genliği ve ölçülen miktar arasında oransal bir ilişki ile karakterize edilir. Eğer sinyal frekansı ölçülen miktarı ile oransal ise sinyale frekans modülasyonlu sinyal denilir. Dijital sinyaller, seri ya da paralel ikili sinyalleri kullanarak ölçülen bir miktarı gösterirler. Tablo 2, bu sinyal türleri bazı özelliklerini açıklar.

3.3.4 Duyargaların Giriş Büyüklükleri

***Mekanik Duyargalar:** Uzunluk, alan, miktar, kütlesel akış, kuvvet, tork (moment), Basınç, Hız, İvme, Pozisyon, Ses dalga boyu ve yoğunluğu gibi mekaniksel değişken değerlerini ölçülebilir.*

***Termal Duyargalar:** Sıcaklık, ısı akısı gibi değişkenler ölçülebilir.*

***Elektriksel Duyargalar:** Voltaj, akım, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon, elektrik alanı ve frekans gibi elektriksel değerler ölçülebilir.*

***Manyetik Duyargalar**: Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik gibi manyetik alana bağlı değişkenlerin değerleri ölçülebilir.*

***Işıma Duyargaları**: Yoğunluk, dalga boyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme gibi ışık etkili duyarga çeşitlerindendir.*

***Kimyasal Duyargalar**: Yoğunlaşma, içerik, oksitleme/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı gibi kimyasal değerlerin ölçüldüğü duyarga türleridir.*

3.3.5 Besleme Gerilimine Göre Duyargalar

Kullanıcılar yani bizler değişik alanlardaki farklı değerleri kontrol etmek isteriz. Bundan dolayı pek çok duyarga çeşitleri vardır. Ayrıca duyarga çeşitlerini etkileyen faktörlerden biri besleme gerilimidir. Besleme gerilimine göre duyargalar iki farklı yapıda incelenirler. Bunlar, pasif duyargalar ve aktif duyargalardır.

Pasif Algılayıcılar

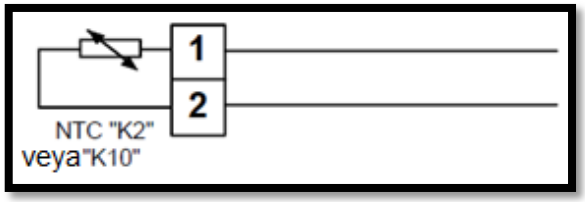
Sinyal üretebilmek için dışarıdan harici hiçbir güç kaynağına ihtiyaç duymayan fiziksel ya da kimyasal değerleri istenilen çıkış değişkenine dönüştürebilen duyargalardır. Bu pasif duyarga çeşitlerine en basit örnek ise buton ve anahtardır. Bunlardan farklı olarak potansiyometre, limit anahtarları, ısı duyargaları (PTC ve NTC), basınç duyargaları, LDR, foto transistörler, foto diyotlar ve mikrofonlar örnek olarak söylenebilir. Bu duyargaların çalışması için harici hiçbir enerjiye ihtiyaç yoktur. Bu duyargalar sadece giriş değişkenlerini ölçerek tepki verirler.

Aktif Algılayıcılar

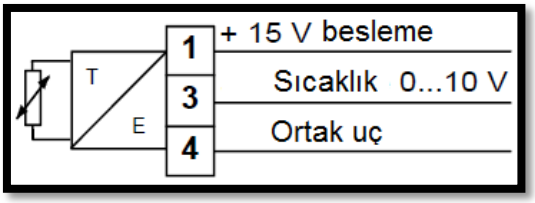
Sinyal üretebilmesi için dışarıdan harici bir güç kaynağına ihtiyaç duyan duyargalara aktif duyarga denilir. Bu duyargaların en önemli özelliklerinden biri düşük sinyalli ölçmelerde kullanılmasıdır. Bundan dolayı oldukça hassas ölçüm yapabilirler.

Aktif duyargalar, ürettiği sinyal türüne göre; analog veya dijital sinyal çıkışı vermektedirler. Dijital olarak 0 ya da 1 çıkışını vermektedirler.

Çıkış sinyali analog olan duyargalar ise gerilimsel ya da akımsal çıkış verebilirler. Gerilim sinyali olarak genellikle 0-5 V arasında bir gerilim vermektedirler. Akım sinyali olarak ise genellikle 4-20 mA arası bir çıkış vermektedirler.



Şekil-3.9 *Pasif duyarga [4]*



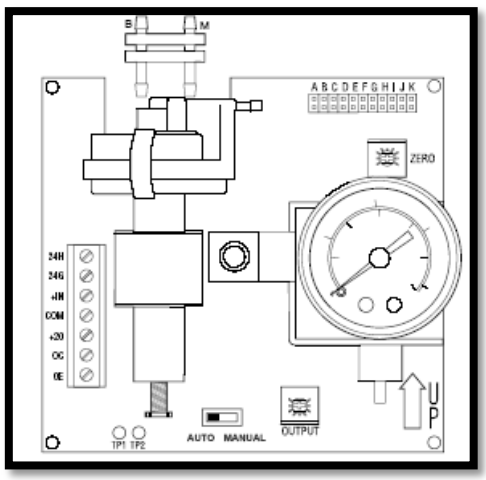
Şekil-3.10 *Aktif duyarga [4]*

Tablo-3.3 *Duyarga okunmalarının aktarımında standart sinyal tipleri*

Sinyal	***Uygulama***
0-10 VDC	*İklimlendirme uygulamaları için standart*
4-20 mA	*Süreç kontrolde daha yaygın kullanılır*
Gerilimsiz kontak	*Konum göstergesi için kullanılır*
Darbe (pulse)	*Enerji ve akış ölçümünde kullanılır*

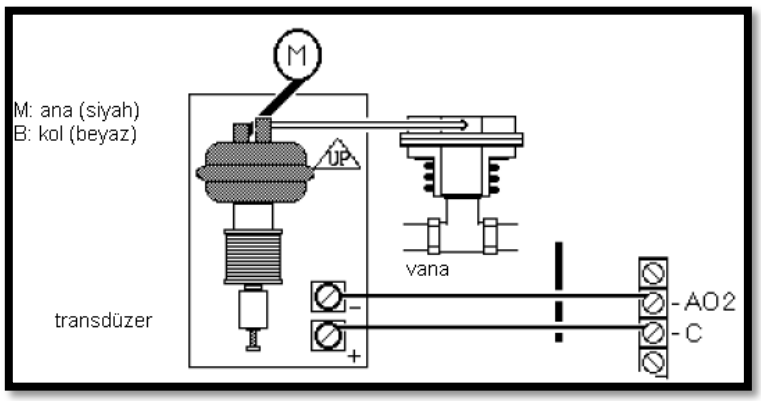
Transdüzer: *Duyarga sinyalini bir elektrik sinyaline dönüştürür (örnek; bir basıncı bir gerilime). Uygun başka elektrik sinyalini genlik modülasyonlu sinyale dönüştürür. Yükselteç olmadan transdüzer devrelerin örnekleri, hassas dirençli gerilim akım transdüzeri, gerilim bölücü ve akım bölücü, direnç-akım transdüzeri ve gerilim, akım veya direnç (direnç köprüsü) ölçümü için kompanzasyon şebekesidir.*

Transdüzerler elektronik kontrollerin pnömatik operatörleri kullanmasına imkân verir. Bir elektronik pnömatik (E-P) transdüzer voltaj veya akım girişini bir basınç sinyaline dönüştürür.



Şekil-3.11 *E/P Transdüzer [3]*

Bir voltaj transdüzeri 0-5 VDC, 0-10 VDC veya 1-11 VDC sinyali 3-15 psig pnömatik sinyale dönüştürür. Voltaj sinyalini istenen pnömatik çıkış sinyaline uydurmak için ayar yapmak gerekir.



Şekil-3.12 *Bir transdüzerin voltajı basınç sinyaline dönüştürmesi [3]*

Bir diğer E-P transdüzer 2-20 mA akımı 3-15 psig pnömatik sinyaline dönüştürür. Akım sinyalini istenen pnömatik çıkış sinyaline dönüştürmede yine ayar yapmak gereklidir.

***Transmitter:** Bir kontrol cihazına gönderilmek üzere algılanan parametre ile orantılı uygun kuvvette bir gerilimi etkinleştiren elektronik devredir. Herhangi bir süreçteki değişimleri algılamak, o sürece yön verebilmek için ilk adımdır. Bu değişimleri elektronik bir ortamda kullanmak istiyor isek belirli bir hale sokmak gerekir. İşte tam bu noktada transmitter devreye girer. Transmitter kelime anlamıyla da dönüştürücü demektir. Isı, sıcaklık ve basınç gibi değerleri voltaj (0-10 V) veya mili amper (0-20 mA) seviyesine dönüştürürler. Hangi seviyeye dönüşüm yapılacağı ise kullanıcıya aittir.*

***Örnek:** 0 -100 °C arasında değişen bir sıcaklığımız olsun, bu değişimi algılayan bir duyargamız (PT 100, ısıl çift: termo-kupl vs.) var. Sıcaklık değiştikçe duyargadan gelen veri de (direnç) değişecektir, transmitterin görevi ise bu değişimi belirli standartlara çevirmektir. 0-100 °C arası değişen sıcaklığa göre ayarlanmış transmitteri endüstriyel standartlardan biri olan 4-20 mA çıktısına göre hesaplarsak; 50 °C için akım:*

20 mA – 4 mA = 16 mA

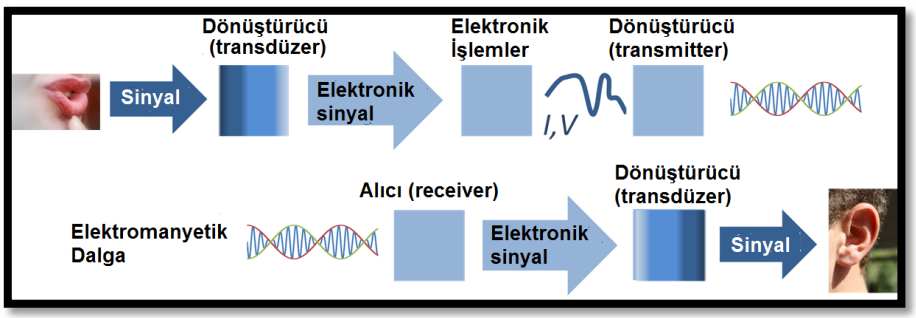
*16 mA * [50 °C * (1/(100 °C-0 °C))] = 8 mA*

Fakat burada işimiz bitmez, 4-20 mA tabanı 4 mA olduğu için;

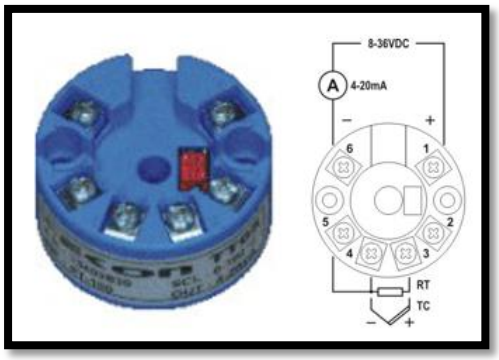
4 mA + 8 mA =12 mA olarak lineer bir sinyal karşılığı alırız.

Bu örneğimizi başka bir endüstriyel standart olan 0-10V' a göre hesaplasaydık, sonuç olarak 50 °C' ye denk gelen sinyalin 5V olacağını görecektik.

Transmitter seçimi hassasiyet, doğruluk payı, ölçüm göstergesi, duyarga, sinyal çıkışı ve dış ortam gibi birçok duruma göre değişiklik gösterir. Yine örnek vermek gerekirsek basınç ölçümü yapılan bir doğalgaz boru hattında basınç transmitterinin her şeyden önce patlamaya neden olmayacak bir yapı (exproof) beklenir.



***Şekil-3.13** Bir haberleşme sisteminde ses sinyalinin elektronik olarak iletim aşamaları [4]*

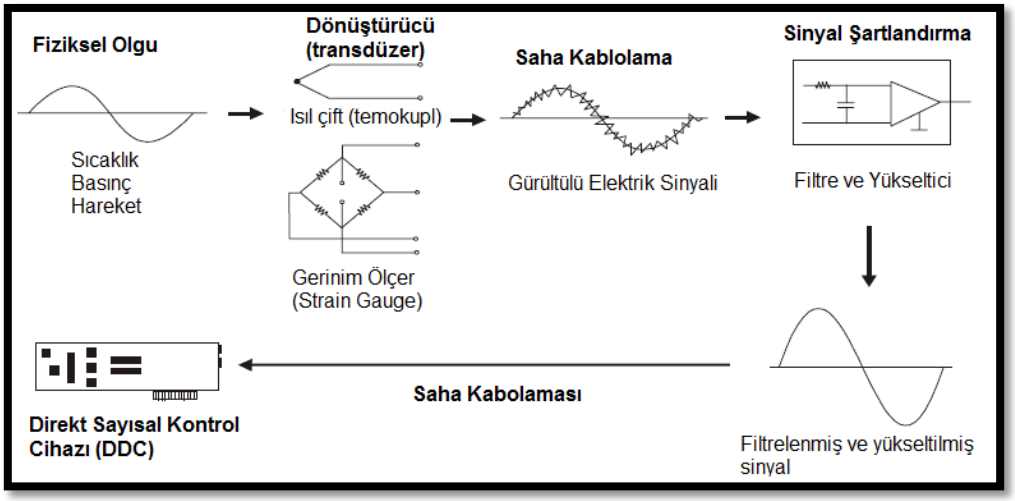


***Şekil-3.14** Telli programlanabilir sıcaklık transmitteri*



***Şekil-3.15** Programlanabilir üniversal sinyal transmitteri*

Herhangi bir fiziksel olayın (olgu) ölçümlenmesinde aktif veya pasif duyargalar kullanılır. Ancak bu duyargalardan alınan ham bilgi her zaman DDC kontrol cihazının kullanabileceği özelliklerde olmayabilir. Bu ham sinyal çoğu kez bir dönüştürücü (transdüzer), saha kablolaması ve sinyal şartlandırması gibi işlemlerden geçirilerek DDC'ye aktarılır (Şekil-3.16).



Şekil-3.16 *Duyargaların anatomisi [4]*

Tablo-3.4 *Raporlarda kabul edilebilir ölçüm hassasiyetleri [4]*

Ölçülen Değişken	***Rapor hassasiyeti***
Ortam sıcaklığı	*±0,5 ℃*
Kanal hava sıcaklığı	*±1,0 ℃*
Dış hava sıcaklığı	*±1,0 ℃*
Su sıcaklığı	*±0,5 ℃*
Bağıl nem	*±%2*
Su debisi	*±tam kademenin %5'i*
Hava debisi (terminal)	*±okunan değerin %10'u*
Hava debisi (ölçüm istasyonu)	*±okunan değerin %5'i*
Hava basıncı (kanal)	*±25 Pa*
Hava basıncı (ortam)	*±3 Pa*
Su basıncı	*±tam ölçüm kademesinin %2'si*
Elektriksel güç	*Okunan değerin %5'i*

3.3.6 Ölçüm Sistemine Göre Duyargalar

Sıcaklık Duyargaları

Ortamdaki sıcaklık değişimini algılamamıza yarayan duyarga çeşididir. Bu duyargalar sıcaklık ile direnci değişen maddelerden (nikel, bakır veya kobaltın karışımı) imal edilmektedir. Bu maddelere ise termistör denmektedir.

Termistörler ikiye ayrılmaktadır. Sıcaklıkla direnci artan termistörlere PTC, sıcaklıkla direnci azalan elemana ise NTC denmektedir. Isı duyargaları, sıcaklık duyargası olarak da adlandırılmaktadır. Termistörlerin yanı sıra sıcaklık duyargası olarak termostat ve termokupl da kullanılmaktadır. Bu sıcaklık duyargalarının aralarında çeşitli farklar vardır. Bu farklardan dolayı seçeceğimiz ısı duyargasını ne amaçla kullanacağımızı iyi bilmemiz gerekir.

Potansiyometrik Duyargalar

Pek çok uygulamada pozisyon ve seviye belirleme işlemleri oldukça önemlidir. Bu işlem referans olarak seçilen bir cismin koordinatlarının doğrusal ya da açısal olarak takip edilmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Bir cismin pozisyonu ya da seviyesi birkaç yöntem ile takip edilebilir. Bu yöntemlerden en sık kullanılan yöntem potansiyometrik duyarga uygulamalardır. Potansiyometrenin direnç değerini takip ederek mesafe ölçümü yapılır. Örnek olarak gösterilebilecek en iyi sistem hobi amaçlı olan DC servo motorlardır. Bu motorların içyapısında açısal olarak mesafe ölçümü yapan bir potansiyometre mevcuttur.

Manyetik Duyargalar

Bobin yardımıyla elde edilen manyetik alan etkisinden faydalanılarak elde edilen duyarga çeşididir. Manyetik alan etkisinden faydalanılarak yapılan pek çok duyarga vardır. Günlük hayatımızda pek çok alanda

kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak hazine arama detektörü, X-Ray cihazları, tıp elektroniğinde sıkça kullanılmaktadır. Ayrıca endüstride metal algılama amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil-3.17 *Güvenlik amaçlı metal detektörleri [1]*

Basınç Duyargaları

Her türlü fiziki basınç ve kuvvet değişimini algılayan ve bu değişikliği elektriksel sinyallere dönüştüren elemanlara basınç duyargaları denilmektedir.

Basınç duyargaları çalışma prensibine göre dört grupta incelenmektedir.



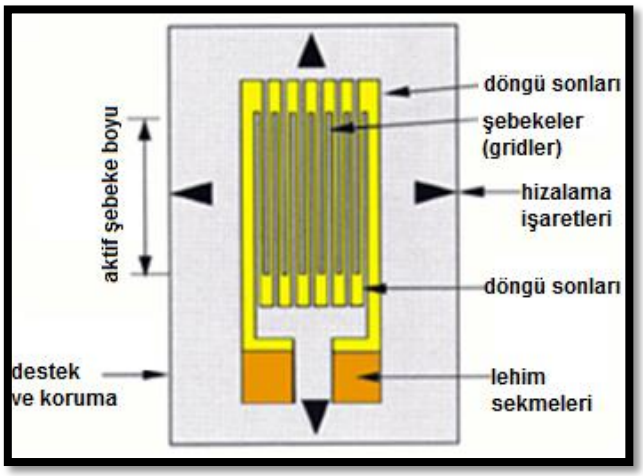
Şekil-3.18 *Basınç duyargaları [3]*

Kapasitif Basınç Ölçme Duyargaları

Adından da anlaşılacağı üzere kondansatör yapıdaki basınç duyargalarıdır. Kondansatör plakalarının hareketine göre basınç değerini hesaplarlar.

Şekil Değişikliği (Strain Gauge) Duyargaları

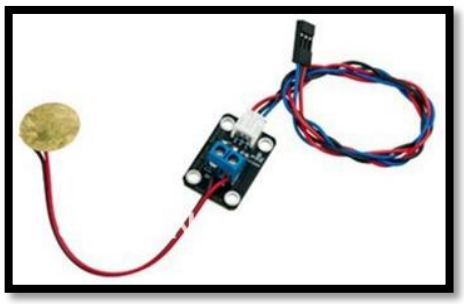
Direnç değişimini algılayarak basınç değerini hesaplayarak elektriksel sinyal üreten duyarga çeşididir.



Şekil-3.19 *Şekil değişikliği (strain gauge) duyargaları [1]*

Yük Hücresi (Load Cell) Basınç Duyargaları
Çalışma prensipleri strain gauge ile aynıdır. Algılama işlemini dört ayrı noktaya yerleştirilmiş yük hücreleri yapmaktadır. Piyasada Elektronik terazilerde kullanılmaktadır.

Piezoelektrik Basınç Ölçme Duyargaları
Piezoelektrik özellikli algılayıcılarda kuartz (quartz), roşel (rochelle) tuzu, baryum, turmalin gibi kristal yapılı maddeler kullanılır. Bu elemanlar üzerlerine gelen basınca göre küçük değerli bir elektrik gerilimi ve akımı üretir. Bu elektrik akımının değeri basıncın değeri ile doru orantılıdır. Piezoelektrik özellikli elemanlar hızlı tepki verdiklerinden ani basınç değişikliklerini ölçmede yaygın olarak kullanılır.



Şekil-3.20 *Piezoelektrik duyarga [1]*



Şekil-3.21 *Optik duyargalar [1]*

Optik Duyarga
Fotosel olarak da bilinmektedir. Işık şiddetine prensibine göre çalışan duyargalara optik duyarga denir. Bunlara örnek olarak ise; LDR (foto direnç), foto diyot, foto transistör ve opto kuplörleri (opto izalatör) örnek olarak gösterebiliriz. Bu duyargalar ışık şiddetlerine göre dirençlerini artması veya azalması prensibine göre çalışmaktadır.

Ses Duyargaları
Havadaki basınç değişikliğini algılayarak sesi elektrik sinyaline dönüştüren duyargalara mikrofon (ses duyargaları) denilmektedir. Mikrofonlar yapısına göre beşe ayrılmaktadır.

Dinamik mikrofonlar
Dinamik mikrofonlar en çok kullanılan mikrofon türüdür. Dinamik mikrofonlar ses dalgaları ile hareket eden diyaframa bağlı bobinin sabit bir mıknatıs içinde hareket etmesinden dolayı bobin uçlarında oluşan gerilim değişimine bağlı olarak çalışır.

Kapasitif mikrofonlar
Kapasitif mikrofonlar şarjlı bir kondansatörün yükü değiştirildiğinde elektrik akımının elde edilmesi esasına dayalı olarak çalışır.

Şeritli (bantlı) mikrofonlar
Çalışmaları dinamik mikrofonlar gibi manyetik alan esasına dayalı mikrofonlardır.



Şekil-3.22 *Kapasitif mikrofon [1]*



Şekil-3.23 *Şeritli (bantlı) mikrofon [1]*

Kristal mikrofonlar

Kuartz (quartz), roşel (rochelle) tuzu, baryum, turmalin gibi kristal yapılı maddelerin basınç etkisinden yaralanılarak ses titreşimlerini elektriksel sinyallere dönüştürmektedir.

Karbon tozlu mikrofonlar

Karbon tozlu mikrofonlar bir hazne içinde doldurulan karbon tozu zerrecikleri ve esnek diyafram sistemleri ile çalışmaktadır. Fakat karbon tozlarının zamanla bitmesi ile ses kalitesi bozulduğundan günümüzde pek kullanılmamaktadır.

3.4 SICAKLIK DUYARGALARI

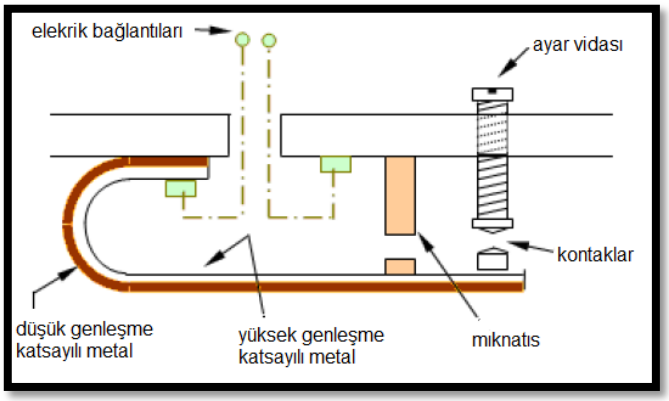
İklimlendirme kontrolünde ölçülen en yaygın özelliklerinden biri sıcaklıktır. Ölçüm ilkesi, metal ya da gazın termal genleşmesi ve elektriksel özelliklerde kalibre edilmiş bir değişikliği içerir. Sıcaklık duyargaları bulundukları ortamdaki sıcaklığı ölçerek bu ölçümü elektriksel bir büyüklüğe dönüştürürler. Örneğin elektronik tip sıcaklık duyargalarında ortam sıcaklığı, değişen sıcaklıkla birlikte değişen bir gerilim veya akım büyüklüğüne dönüşür. Fiziksel açıdan sıcaklık ortamdaki molekül hareketi sonucu oluşur. Bu yüzden belirli bir sıcaklık, belirli bir molekül hareketi karşılığı ortaya çıkan iç enerji olarak da tanımlanır. Bu iç enerji ortamdan ısı alınma veya ortama ısı verilme koşullarına göre değişmektedir.

Bugün için Celcius (°C) ve Kelvin (K) çok kullanılan sıcaklık birimleridir. Bazı yayınlarda Fahrenheit (F) ve Rankine (R) sıcaklık birimlerine de rastlanmaktadır. Kelvin ve Rankine ölçekleri mutlak sıcaklık değerlerine tekabül eder. Örneğin bu birimlerin başlangıç sıcaklığı olan -273,16°C moleküllerin hareketsiz hale geldiği deneysel noktalardır.

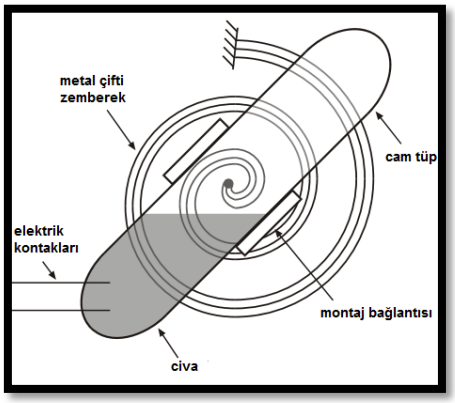
Değişik tip sıcaklık duyargaları bulunmaktadır. Aşağıda en çok kullanılan sıcaklık duyargaları ele alınmıştır.

3.4.1 Metal Çifti (Bimetal) Şerit

Farklı genleşme katsayılarına sahip iki metalin ince şerit levhalar halinde yapıştırılmasından oluşurlar. Sıcaklık değiştikçe eleman eğilir ve konumunda bir değişme meydana gelir. Kaba sıcaklık ölçümleri için uygundur. Ölçüm aralığı -20/260 °C'dir ve gecikmeli çalıştıklarından uzaktan kullanıma uygun değildir. Şekil-3.24'te kapalı noktasal kontaklı basit bir metal çiftli termostatı göstermektedir.



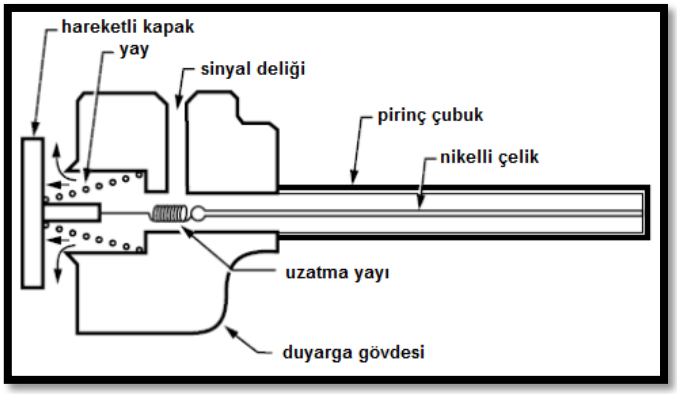
Şekil-3.24 *Metal çiftli termostat [3]*



Şekil-3.25 *Zemberek tip metal çifti [4]*

3.4.2 Rot ve Tüp Eleman

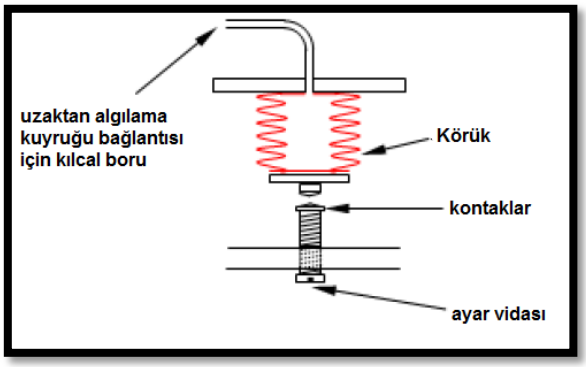
İçerisinde, bir ucu tüpün altına takılı düşük genleşmeli rot bulunan yüksek genleşmeli metal tüpten oluşur. Tüp, sıcaklıktaki değişimle rotun serbest ucunun hareket etmesine sebebiyet vererek uzunluğu değişir (Şekil-3.26).



Şekil-3.26 *Rot ve tüp eleman [3]*

3.4.3 Sızdırmaz Körükler

Sızdırmaz körük tipi, genişleme veya büzülmeye neden olan hacim ve basınç değişimi ile sıcaklığı değiştirmek için yanıt veren bir gaz, buhar ya da sıvı ile doldurulur.

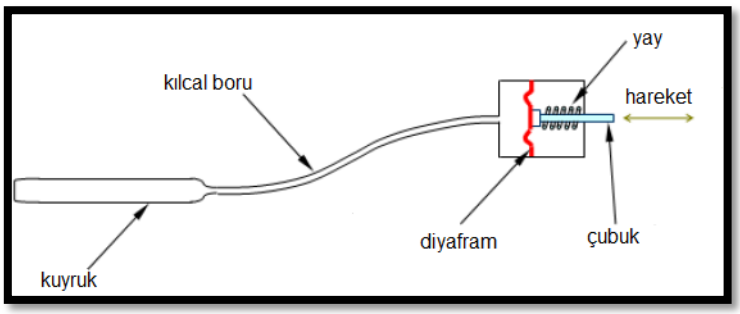


Şekil-3.27 *Sızdırmaz körüklü sıcaklık duyargası [4]*

3.4.4 Hazne ve İnce Borulu Duyargalar

Hazne ve ince boru elemanları, sıcaklığın kanallar, borular, tanklar veya kontrol cihazından uzak benzer yerlerde ölçüleceği yerde kullanılmaktadır.

Hazne, gerekli olan sıcaklık aralığına bağlı olarak sıvı, gaz ya da soğutucu ile doldurulur. Isıtılmış haznedeki sıvının genleşmesi, ince boru ile diyaframa iletilen ve orada harekete çevrilen bir basınç uygulamaktadır.



Şekil-3.28 *Hazne ve ince borulu duyarga [4]*

3.4.5 Termistör Duyargalar

Termistör eleman, elektriksel direnci sıcaklıkla değişen yarı iletkendir. Bu değişim artan sıcaklık değerine paralel olarak artar veya azalır. Artan sıcaklıkta termistör direnci azalıyor ise bu tip duyargalar NTC (Negative Temperature Coefficient: Negatif Sıcaklık Katsayılı) duyarga olarak adlandırılır. Yükselen sıcaklık ile birlikte termistör direnç değeri de artıyorsa bu tip duyargalara PTC (Positive Temperature Coefficent: Pozitif Sıcaklık Katsayılı) denilmektedir.

Bu tip duyargaların en önemli avantajı, küçük sıcaklık değişimlerine karşılık büyük direnç değişimleri olup, bu özelliği sayesinde oldukça küçük boyutlu ve düşük zaman sabitelerine sahiptirler. Termistör duyargalar bu özellikleri ile küçük sıcaklık değişimlerinin olduğu uygulamalarda tercih edilmektedir. Termistör tip algılayıcılar çoğunlukla 150 °C'ye kadar kullanılmaktadır.

RTD'lerin aksine, bir termistörün sıcaklık-direnç özelliği doğrusal değildir ve tek bir katsayı ile karakterize edilemez. Üreticiler genellikle direnç-sıcaklık verilerini eğriler, tablolar veya polinom ifadeler olarak sağlar. Direnç sıcaklık korelâsyonunun doğrusallaştırılması, analog devre ile veya sayısal hesaplama kullanan matematik uygulanmasıyla gerçekleştirilir.

***Avantajları:** Sıcaklık ile geniş direnç değişimi, hızlı tepki süresi, iyi kararlılık, yüksek direnç iletken direncinden kaynaklanan zorluklar ortadan kaldırır, düşük maliyet ve değiştirilebilir olması.*

***Dezavantajları:** Doğrusal olmayan, sınırlı çalışma sıcaklığı aralığı, aşırı ısınma nedeniyle yanlışlığa tabi olabilir, akım kaynağı gereklidir.*

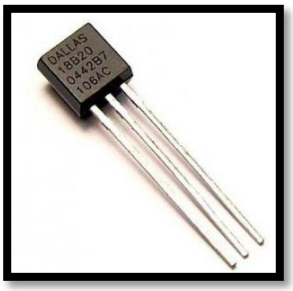
3.4.6 Diod Duyargalar

Herhangi bir silikon diod üzerinden bir elektrik akımı geçtiği zaman gerilim düşümü 0,6 Volt mertebesindedir. Bu değer sabit olmayıp diğer faktörler kadar sıcaklığa bağlı olarak da değişmektedir. Sıcaklık arttığı anlarda diod üzerindeki gerilim düşümü azalmaktadır. Diodun bu özelliğinden yaralanılarak yapılan duyargalar diod tip algılayıcı olarak adlandırılmaktadır.

Termistör algılayıcı gibi, diod algılayıcılar da değişik uygulamalarda kullanılmaktadır. Diod algılayıcılar iyi bir doğruluk sağlaması amacı ile ölçüm sahası aralığında en az 2 noktada kalibre edilmektedir. Bu algılayıcılar iyi bir kalibrasyon sonucu 150 °C'ye kadar +/- 0,2 doğrulukla çalışmaktadır.



***Şekil-3.29** Termistör (NTC) tipi duyargalar [3]*



***Şekil-3.30** Diyot tipi duyarga [3]*

3.4.7 Isıl Çift (Termokupl) Duyargalar

HVAC uygulamalarında çok fazla kullanılmayan bu tip duyargalar, farklı iki metalin birer uçlarının birleştirilerek, boşta kalan uçlarda sıcaklık değişimi ile orantılı olarak milivolt seviyesinde gerilim elde etme prensibine göre çalışır. Bu tip duyargalar 1600 °C'a kadar kullanılabilmesi bir avantaj teşkil ediyorsa da çıkış sinyalinin zayıf olması nedeni ile yükselticilere ihtiyaç duyulması dezavantaj olarak kabul edilmektedir.

Termokupllar bir uçta birleşen iki farklı metal tele sahiptir. Birleşme yerlerinde sıcaklık farklılıkları, bir elektronik kontrol cihazının giriş devreleri tarafından ölçülebilen mili volt aralığında bir gerilime neden olur. Çıkış, birleşme yerleri ve serbest uçlar arasındaki sıcaklık farkı ile orantılı bir gerilimdir. Tek bir birleşme yerini bilinen bir sıcaklıkta tutarak (referans birleşme yeri) ve gerilimi ölçerek, algılanan birleşme yerindeki sıcaklık ortaya çıkarılabilir. Üretilen gerilim sıcaklık farkı ile doğru orantılıdır.

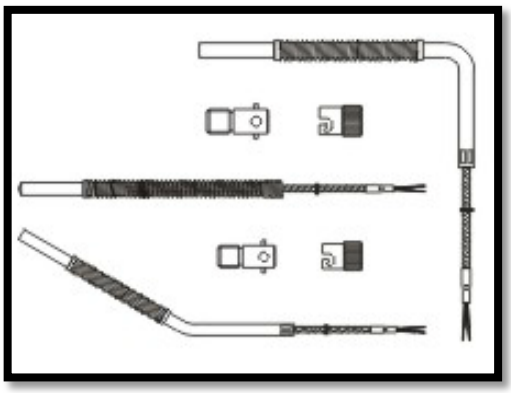
Yaygın iklimlendirme uygulamaları için oda sıcaklıklarında, bu gerilim seviyeleri genellikle kullanılmak için çok küçüktür, ancak 93 ila 871 °C arası yüksek sıcaklıklarda daha kullanılabilirdir. Dolayısıyla, ısıl çiftler yüksek sıcaklıklı süreç uygulamalarında en yaygındır.

***Avantajları:** En geniş çalışma aralığı, basit, düşük maliyet ve hiçbir harici güç kaynağı gerektirmez.*

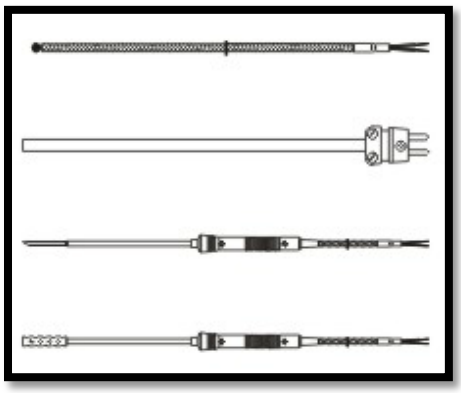
***Dezavantajları:** Doğrusal olmayan, diğer türlere nispeten düşük kararlılık, referans birleşme yeri sıcaklık dengeleme gereklidir.*

Bayonet Isıl Çiftler:

Bayonet ısıl çiftler genelde basit süreçlerde tercih edilir. Sabit kablolu olarak üretilmektedir ve sürece yay sıkıştırmalı olarak monte edilir. Duyarga kablosu prob görevi yapan metal borunun ağzında sıkıştırıldığından sızdırmazlık özelliği yoktur. Genelde metal bloklara açılan deliğe daldırılarak veya metal yüzeyine temas ettirilerek kullanılır (Şekil-3.31).



Şekil-3.31 *Bayonet ısıl çift (termokupl) [1]*



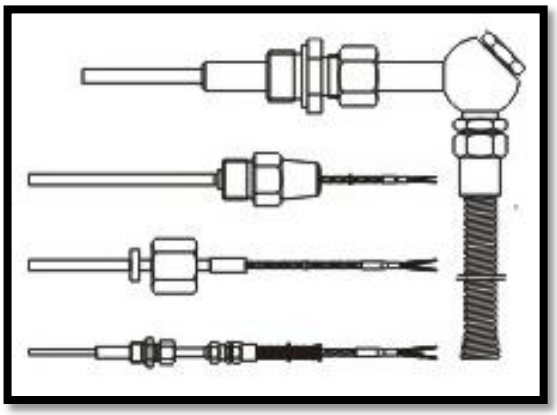
Şekil-3.32 *Portatif ısıl çift (termokupl) [1]*

Portatif Isıl Çiftler:

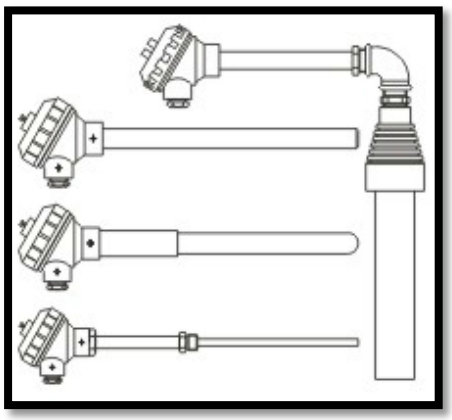
Portatif ısıl çiftler gerek yüzey gerekse ortam sıcaklıklarının ölçümünde çok çeşitli süreçlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Portatif ısıl çiftler genelde sabit kablolu olarak üretilir. Siparişte kablo boyu mutlaka belirtilmelidir (Şekil-3.32).

Rakorlu ve Diğer Isıl Çiftler:

Rakorlu ısıl çiftler çok küçük boyutlarda yapılabilir olmasından dolayı birçok süreçte gerek yüzey gerekse ortam sıcaklıklarının ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Rakorlu ısıl çiftler genelde sabit kablolu olarak üretilir.



Şekil-3.33 *Rakorlu ısıl çiftler (termokupl) [1]*



Şekil-3.34 *Kafalı ısıl çiftler (termokupl) [1]*

Kafalı Isıl Çiftler:

Kafalı ısıl çiftler -200 °C'den 2320 °C'ye kadar değişik süreçlerde yaygın olarak kullanılır. Uzun ömürlü bir ısıl çift seçimi yapabilmek için süreç şartları çok iyi belirlenmelidir ve bu şartlara en uygun eleman, izolatör, dış koruyucu ve gerekiyorsa iç koruyucu doğru seçilmelidir (Şekil-3.35).



Şekil-3.35 *Bağıl nem ve sıcaklık transmitter çeşitleri [1]*

Tablo-3.5 *Farklı tip sıcaklık duyargalarının kullanım aralıkları [1]*

Girişler	Tip	Min	Max	Min Aralık
Cu-Const	Tip-U*	-200¡C	600¡C	50¡C
Cu-Const	Tip-T	-200¡C	400¡C	50¡C
Fe-Const	Tip-L*	-200¡C	850¡C	50¡C
Fe-Const	Tip-J	-200¡C	1100¡C	50¡C
Cr-Al	Tip-K	-200¡C	1300¡C	50¡C
NiCr-Ni	Tip-K	-200¡C	1300¡C	50¡C
Cr-Const	Tip-E	-200¡C	1000¡C	50¡C
Nikrosil-Nisil	Tip-N	-200¡C	1200¡C	50¡C
Pt%10Rh-Pt	Tip-S	0¡C	1760¡C	50¡C
Pt%13Rh-Pt	Tip-R	0¡C	1760¡C	50¡C
Pt%18Rh-Pt	Tip-B	60¡C	1800¡C	50¡C
Pt-100	∝=0.385	-200¡C	840¡C	50¡C
mV	0-1000mv	-1999 Birim	9999 Birim	100 Birim
mA	0-20mA	-1999 Birim	9999 Birim	100 Birim

3.4.8 Direnç Tipi Duyargalar

Tüm metal ve yarı iletkenlerin değişen sıcaklıkla birlikte dirençleri değişmektedir. Bu değişim termistör tip algılayıcıların aksine direnç tipi algılayıcılarda lineerdir. Belli bir sıcaklıktaki direnç değeri aşağıdaki formül ile belirlenir.

$$R=R_0\,(1+at) \qquad (3.1)$$

R_0=İletkenin 0 °C deki ohm cinsinden değeri
t= °C olarak sıcaklık değeri
a= sıcaklık katsayısı

Direnç Sıcaklık Detektörleri (RTD), bir metalin elektrik direncinin, sıcaklık değişimleri ile tahmin edilebilir ve esas olarak doğrusal ve tekrarlanabilir bir şekilde değişmesi prensibine göre çalışır. RTD pozitif bir sıcaklık katsayısına sahiptir (direnç sıcaklık ile artar). Bir taban sıcaklığında elemanın direnci, elemanın uzunluğu ile doğru ve kesit alanı ile ters orantılıdır.

Çok kullanılan metaller Platin (Pt) ve Nikel (Ni) olup 100 Ohm ve 1000 ohm en sık rastlanılan çeşitlerdir. Bu tip algılayıcılar metal cinsleri ve direnç değerleri ile birlikte anılırlar. Örneğin Pt 1000 gibi. Direnç tipi duyargaların direnç değerleri kablo direnci ile değişeceğinden, uzun mesafelerde 3 veya 4 tel bağlantısı ile kompanze edilmelidir. Direnç tipi algılayıcılar geniş aralıklı ölçümlerde başarı ile kullanılmaktadır. Örneğin PT tipi duyargalar –250 °C ile + 900 °C arasında kullanılabilir.



***Şekil-3.36** Metal direnç duyargalar (PT-100 ve PT-1000) [1]*

BALCO - Bir BALCO teli kullanılarak yapılan bir duyarga, nominal bir %70 nikel ve %30 demir bileşimi ile bir tavlı direnç alaşımıdır. Bir BALCO 500 ohm direnç elemanı, -40 ila 121°C arasında nispeten doğrusal bir direnç değişimi sağlar. Duyarga düşük-ağırlıklı bir cihazdır ve sıcaklık değişimlerine çabuk yanıt verir. BALCO elemanı boyunca 1000 Ohm ölçüldüğünde, sıcaklık yaklaşık olarak 21 °C'dir. Sıcaklık arttıkça, direnç 1 °C başına 1,22 Ohm değişir. Bu direnç eğrisi bir sıcaklık katsayısı (TCR Eğrisi) olarak adlandırılır. Bir BALCO'da, direncin sıcaklık ile doğrudan ilişkisi olduğundan, yani sıcaklık arttıkça, direnç orantılı olarak artar. Balco ile normal sıcaklık ölçüm aralığı -40 ila 116 °C'dir.

Platin-Platinli malzeme kullanan RTD duyargaları, zamanla doğrusal tepki ve kararlılık gösterir. Bazı uygulamalarda, kısa bir tel uzunluğu nominal 100 ohm'luk bir direnç sağlamak için kullanılır. Ancak, düşük bir direnç değeri ile kendi kendini ısıtan eleman ve duyarga iletken tel direnci, sıcaklık göstergesini etkileyebilir. Eleman direncinin az miktarda değişimi ile ilave yükseltme sinyal seviyesini arttırmak için kullanılmalıdır. Bir yalıtım tabanı üzerinde platin film duyargası, 23 °C'de 1000 ohm'a ayarlamak için yüksek direnç sağlar. Bu yüksek direnç ile duyarga kendi kendini ısıtmaya karşı nispeten dirençlidir ve sıcaklıktaki değişikliklere hızlı bir şekilde yanıt verir. Bu tip RTD elemanları yaygındır.

***Avantajları:** Sıcaklık ile doğrusal direnç, iyi kararlılık, geniş bir çalışma sıcaklığı aralığı, geniş bir sıcaklık aralığında değiştirilebilir.*

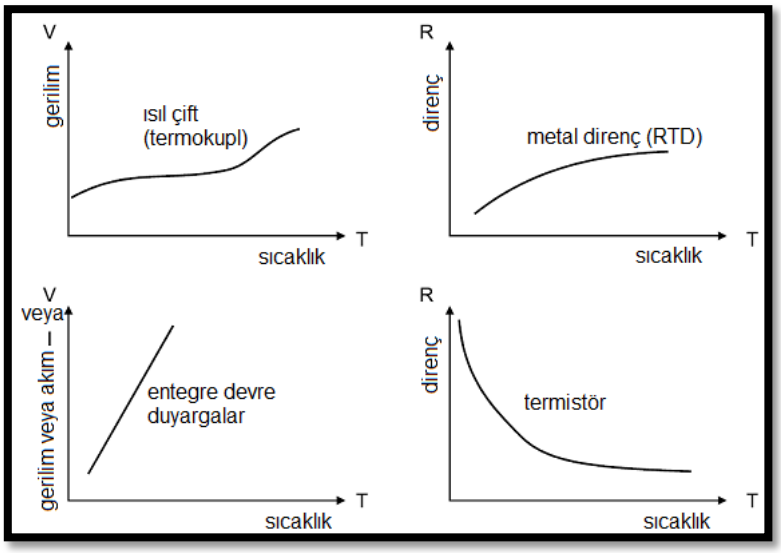
***Dezavantajları:** Sıcaklık ile az direnç değişimi, cevaplar daha yavaş olabilir, kendi kendini ısıtmaya maruz, iletken direnci dengelemesi için gerekli transmitter veya 3-4 telli iletken, dış devre gücü gereklidir.*

Diğer Özellikleri:
RTD'ler, boru ve kanallarda hava ve sıvı sıcaklıklarını algılamada ve oda sıcaklık duyargaları olarak yaygın kullanılır. RTD elemanlarının direnci sıcaklığın bir fonksiyonu olarak değişir. Bazı elemanlar, büyük direnç değişiklikleri, doğrusal değişiklikler, ya da geniş sıcaklık aralıkları boyunca her ikisini gösterir.

Duyarga elemanı genelinde gerilim değişimi, duyarganın direncini belirler. Bu amaç için sağlanan güç, elemanın hafifçe ısınmasına neden olabilir ve sıcaklık ölçümünde bir yanlışlık oluşturabilir. Besleme akımını düşürme ya da daha yüksek nominal dirençli elemanları kullanma, kendi kendine ısıtmanın etkisini en aza indirebilir.

Bazı RTD elemanı dirençleri 100 ohm'a kadar düşüktür. Bu gibi durumlarda, RTD'i kontrol cihazına bağlayan iletken tellerin direnci, bağlı RTD'nin toplam direncini önemli ölçüde artırabilir ve sıcaklık ölçümünde bir hata oluşturabilir. Örneğin, kontrol cihazından 7,6 m uzağa yerleştirilen bir duyarga, 7,62 x 2= 15,24 m'lik bir bakır

kontrol teline sahiptir. Eğer bir kontrol 20,96 ohm/m'lik bir DC direncine sahip ise, 15,2 m'lik tel 0,319 ohm'luk toplam bir DC direncine sahip olacaktır. Duyarga 1 °C başına 0,38 ohm'luk bir sıcaklık katsayısı ile 100 ohm'luk platin bir duyarga ise, 15,24 m'lik tel 0,25 °C'lik bir hata getirecektir. Duyarga 1 °C başına 8,64 ohm'luk bir sıcaklık katsayısı ile 3000 ohm'luk bir platin duyarga ise, 15,24 m'lik tel 0,1188 °C derece'lik bir hata getirecektir.



Şekil-3.37 *Farklı sıcaklık duyargaların karakteristik özellikleri [1]*

Tablo-3.6 *Sıcaklık duyargalarının karşılaştırılması [1]*

Tip	***Birincil kullanım***	***Avantajları***	***Dezavantajları***	***Cevap Zamanı***
Isıl çift (termokupl)	*Taşınabilir cihazlar ve 2760 °C'ye kadar yüksek sıcaklıklar için*	*Ucuz Ortalama hassasiyet için enerjisi kendinden*	*Oldukça düşük voltaj çıkışı*	*Göstergeye bağlı olarak yavaştan hızlıya değişebilir*
Termistör	*Yüksek hassasiyet Genel kullanımı 150 °C'nin altında*	*Büyük direnç değişimi*	*Doğrusal değil Kırılabilir Kendi kendine ısınabilir*	*Hızlı*
Metal direnç (RTD)	*Genel amaçlı 760 °C'nin altında*	*Oldukça hassas Kolay değiştirilebilir Kararlı*	*Bağıl olarak ucuz*	*Orta bobin için uzun / kısa bobin ve ince film için hızlı*
Tümleşik devreli	*Genel kullanım 205 °C'nin altında*	*Doğrusal çıkış Bağıl olarak ucuz*	*Sağlam değil Sınırlı seçim*	*Orta / Hızlı*

Bu nedenle duyarga elemanının direnci ne kadar azsa, hata olasılığı daha yüksek olacaktır. Önemli hatalar, kontrol cihazı üzerinde bir kalibrasyon ayarı ile giderilebilir ya da dengeleyici onun için tasarlanırsa, üçüncü bir tel bir duyarga için yeterli olabilir ve ölçüm üzerindeki tel uzunluğunun etkisini ortadan kaldırmak için tasarlanmış özel bir dengeleme devresine bağlanabilir.

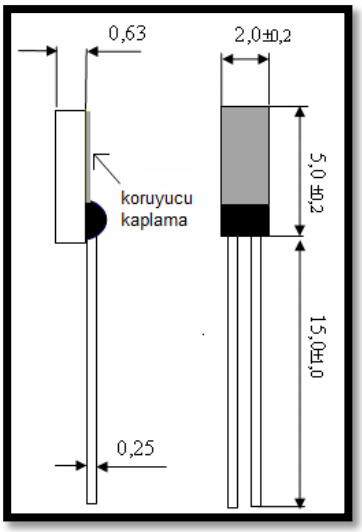
Nikel İnce Film Direnç (RTD) Elemanları

Nikel ince film direnç elemanları sıcaklık değişiminde büyük direnç değişimi gösterirler ve standart sıcaklık katsayılarında çeşitli endüstri standartlarında temin edilebilir. Farklı direnç değerlerinde (Ni100, Ni120, Ni500, Ni1000) ve farklı sıcaklık katsayılarında (TC6180, TC 6720, TC 6370) farklı nikel direnç duyargaları bulunmaktadır.

İnce film sıcaklık kademesi -60 ila 250 °C arasındadır.

***Tablo-3.7** İnce film direnç elemanları [1]*

Ürün Tipi	Ohm Direnci	Sıcaklık katsayısı (ppm)	Boyut (mm)			Sıcaklık kademesi (°C)
			Uzunluk	Genişlik	Yükseklik	
Ni100	100	6180	3.0	2.2	1.4	-60 ila 200
Ni120	120	6720	5.0	2.0	1.4	-60 ila 250
Ni500	500	6180	5.0	2.0	1.4	-60 ila 250
Ni1000	1000	6180	5.0	2.0	1.4	-60 ila 250
Ni1000	1000 @ 70 °F	6370	5.0	2.0	1.4	-60 ila 250



***Şekil-3.38** Ni120 duyargasının boyutları [1]*



***Şekil-3.39** İnce Nikel film direnç duyargası [1]*

3.5 NEM DUYARGALARI

Havanın nemi genel olarak ölçülen bağıl nem oranı ile belirlenir. Havanın nemini okuyup ileten duyargalara nem duyargaları denilmekte olup, çoklukla kullanılan 3 değişik tipi mevcuttur.

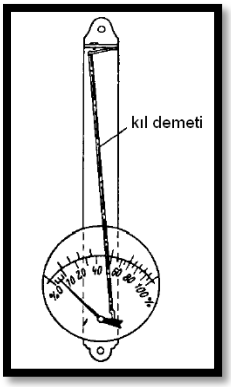
3.5.1 Ölçme Elemanı İnsan Saçı Olan Nem Duyargaları

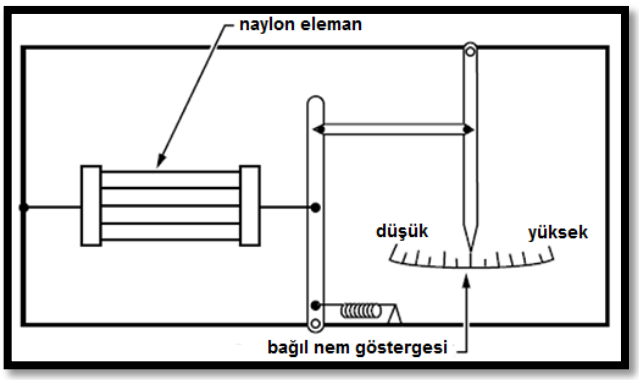
İnsan saçının uzunluğu havadaki nem oranı ile orantılı olarak değişmektedir. Saç teli çapları çok küçük olup, bu özelliği sayesinde ortam nemini emebilmekte veya üzerindeki nemi ortama verebilmekte buna bağlı olarak da uzunluğu değişmektedir.

Uzunluktaki bu değişim ile saç teli bir mikro anahtarın kontaklarına konum değiştirir ise bu tip nem duyargaları higrostat olarak adlandırılır.

Bazı uygulamalarda sac telinin bağlı olduğu potansiyometrenin orta ucu sac telinin hareketine bağlı olarak hareket etmekte ve direnç değerini değiştirerek oransal çıkış vermektedir. Bu tip nem duyargaları ise oransal nem duyargası olarak anılırlar. Örneğin 1000 ohm nem duyargası gibi.

Günümüzde insan saçı yerine, naylon şerit gibi sentetik malzemeler de nem duyargası elemanı olarak kullanılmaktadır.

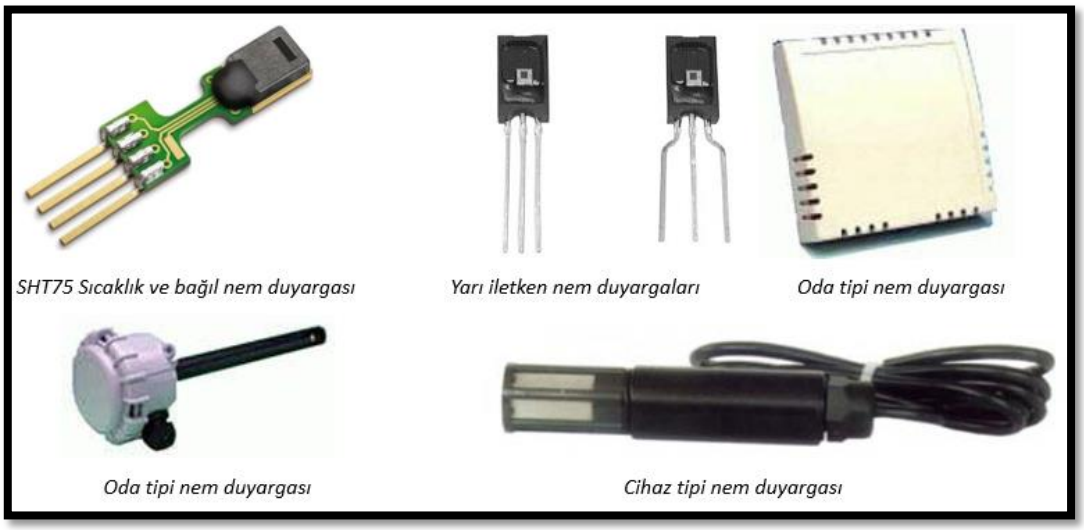




Şekil-3.40 *İnsan saçı ile yapılmış bir higrostat [3]* ***Şekil-3.41*** *Tipik naylon nem duyarga elemanı [3]*

3.5.2 Bağıl Nem Duyargaları

Çeşitli algılama yöntemleri, direnç, kapasitans, empedans ve frekans değişikliklerinin ölçümü de dâhil, bağıl nem yüzdesini belirlemek için kullanılır. Tüy, naylon veya ahşap gibi nem değişimi ile boyut değiştiren kumaşlar ölçüm elemanı olarak hala kullanımdadır, ancak güvenilir değildir – higroskopik plastik bant artık daha yaygındır. Bu ortamlar kontakları açmak veya kapatmak veya bir potansiyometreyi çalıştırmak için kullanılır. Elektronik uygulamalar için, emilen nem miktarına bağlı olarak dirençte bir değişim sağlayacak olan, örneğin lityum klorür gibi bir higroskopik tuz ile kullanılır. Katı hal duyargaları, direnç veya kapasitans cinsinden varyasyonlar üretmek için polimer film elemanlarını kullanır.



Şekil-3.42 *Nem duyargaları [3]*

3.5.3 Direnç Bağıl Nem Duyargası

Bağıl nemi belirlemek için dirençteki değişimi kullanan bir yöntem, iki elektrot arasında biriken lityum klorür gibi bir higroskopik tuz tabakasının üzerinde çalışır. Her iki malzeme, duyarga direncinde bir değişime yol açan, bağıl nemin bir fonksiyonu olarak nemi emer ve serbest bırakır. Bu duyargaya bağlı bir elektronik kontrol cihazı, bağıl nem kontrolünü sağlamak için kullanabilen dirençteki değişiklikleri algılar.

3.5.4 Kapasite Bağıl Nem Duyargası

Bağıl nemi belirlemek için kapasitans değişikliklerini kullanan bir yöntem, polimer plastik gibi neme duyarlı bir malzeme tarafından ayrılan iki iletken levha arasındaki kapasitansı ölçer.

Malzeme suyu emdikçe, levhalar arasındaki kapasitans azalır ve değişim bir elektronik devre tarafından tespit edilebilir. Nemi emmek ve serbest bırakmak için malzemenin özelliğinin herhangi bir engellemesinin üstesinden gelmek için, iki levha ve onların elektrik iletken telleri polimer plastiğin tek bir tarafında olabilir ve polimer plastiğin diğer tarafında son derece ince üçüncü bir iletken malzeme tabakası kapasitörü biçimlendirir. İletken tellerin bağlantısı için çok ince olan bu üçüncü levha, nemin nüfuz etmesini ve polimer tarafından emilimini

sağlar, böylece duyarlılık ve yanıtı arttırır. Ölçümün doğası nedeniyle, kapasitans nem duyargaları, daha yüksek gerilim veya akım sinyali üretmek için bir transmiter ile kombine edilir. Transmiter duyarga kombinasyonlarının seçiminde ana hususlar, aralık, sıcaklık sınırları, uçtan uca doğruluk, çözünürlük, uzun vadeli kararlılık ve değiştirilebilirliği içerir.

Kapasitans tip bağıl nem duyargası / transmitterler, -40 ila 93 °C'lik uygulama sıcaklıkları ile %0-100 arasında bağıl nem ölçüm yeteneğine sahiptir. Bu sistemler, en yaygın %±1, % ±2 ve %±3'lük doğruluğu olan çeşitli toleranslar için imal edilmektedir. Kapasitans duyargaları, sıcaklık kalibrasyon sıcaklığından saptıkça doğruluğun azalacağı şekilde sıcaklıktan etkilenir. Duyargalar, kalibrasyon olmadan artı veya eksi %3 dahilinde değiştirilebilir olmak üzere mevcuttur. Yılda <±%1'lik uzun vadeli kararlılık ile duyargalar de mevcuttur.

Sıcaklık Yoğuşması: *Hem sıcaklık hem de yüzde bağıl nem, tüm emme bazlı nem duyargalarının çıkışını etkiler.*

Yüksek doğruluk veya geniş sıcaklık çalışma aralığı isteyen uygulamalar, sıcaklık dengelemesi gerektirir. Sıcaklık, bağıl nem duyargaları aktif alanına mümkün olduğunca yakın yapılmalıdır. Çiğ noktasını ölçmek için RH ve sıcaklık kullanırken bu özellikle doğrudur.

Yoğuşma ve Nemlendirme: *Duyargaların yüzey sıcaklığı çevre havasının çiğ noktasının altına her düştüğünde, Sadece anlık bile olsa, yoğunlaşma meydana gelir. %95 bağıl nem ve üzeri seviyelerde çalışırken, küçük sıcaklık değişimleri yoğuşmaya neden olabilir.*

Ortam sıcaklığı ve çiğ noktasının çok yakın olduğu bu şartlar altında, yoğuşma hızla oluşur, ancak nemin buharlaşması uzun zaman alır. Nem gidinceye kadar, duyarga bir %100 bağıl nem sinyali verir.

3.5.5 Kuvars Kristalli Bağıl Nem Duyargası

Bağıl nemi ölçmek için frekans değişikliklerini kullanan duyargalar, polimer plastik gibi higroskopik bir malzeme kaplı bir kuvars kristalini kullanabilir. Bir titreşim devresi kuvars kristaline enerji verdiğinde, sabit bir frekans üretir. Polimer malzeme nemi emdikçe ve kuvars kristalinin kütlesini değiştirdikçe, titreşim frekansı değişir ve bir elektronik devre tarafından ölçülebilir.

Çoğu bağıl nem duyargası, zayıf sinyali değiştirmek ve yükseltmek için duyargada elektronik devreler gerektirir ve transmitterler olarak adlandırılır. Elektronik devre sıcaklığın etkilerini dengeler ve ayrıca ölçülen bağıl nem seviyesini yükseltir ve doğrusallaştırır. Transmitter genel olarak, elektronik kontrol cihazına bir giriş olarak kullanılabilen bir gerilim veya akım çıkışı sağlar.

Yüksek bağıl nem (%90 ve üzeri) ile çalışırken, bu stratejileri göz önünde bulundurunuz:

- *Yerel sıcaklık dalgalanmalarını en aza indirmek için iyi bir hava karışımını koruyunuz.*
- *Duyargası su sıçramasına karşı korumak için sinterlenmiş bir paslanmaz çelik filtre kullanınız. Bir hidrofobik kaplama, hızlı doyan/doymayan veya su sıçramasına karşı korumalı ortamlarda yoğunlaşma ve nemlenmeyi de önler.*
- *Bağıl nem duyargasını ortam çiğ noktası sıcaklığının üzerine ısıtınız.*

NOT: *Duyargası ısıtma kalibrasyonunu değiştirir ve onu hava akımı gibi termal denge değişikliklere duyarlı hale getirir.*

3.5.6 Entalpi Duyargası

Bilindiği gibi herhangi bir sıcaklıkta nemli havanın sahip olduğu toplam ısı miktarı o havanın entalpisini belirler. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere entalpi hesaplayabilmek için hem nem hem de sıcaklık (kuru termometre sıcaklığı) ölçümü yapmak gerekmektedir.

Entalpi ölçen duyargaların içinde sıcaklık ve nem duyargaları ile hesaplama yapabilen bir işlemci bulunur. İşlemci bu iki duyargadan gelen değere göre entalpi hesabı yapar. Günümüzde birçok DDC'nin (Direct Digital Controller) entalpi hesaplama fonksiyonu vardır. Bu cihazlara bağlanan sıcaklık ve nem duyargaları ile DDC sıcaklık nem kontrol yaparken entalpi de hesaplayabilir.

3.6 ÇİĞ NOKTASI ÖLÇÜMLERİ

Çiğ noktası, yoğuşmanın oluşmasını sağlamak için sabit basınç altında havanın soğutulması gereken sıcaklıktır. Olası yoğuşmanın istenmediği ve bu nedenle ölçülmesi ve kontrol edilmesi gereken bazı iklimlendirme uygulamalarında dikkate alınması gereken önemli bir parametre olabilir. İklimlendirme kontrol sistemlerinde kullanım için çiğ noktası ölçümleri, genellikle, iki yöntemden biri ile yapılır.

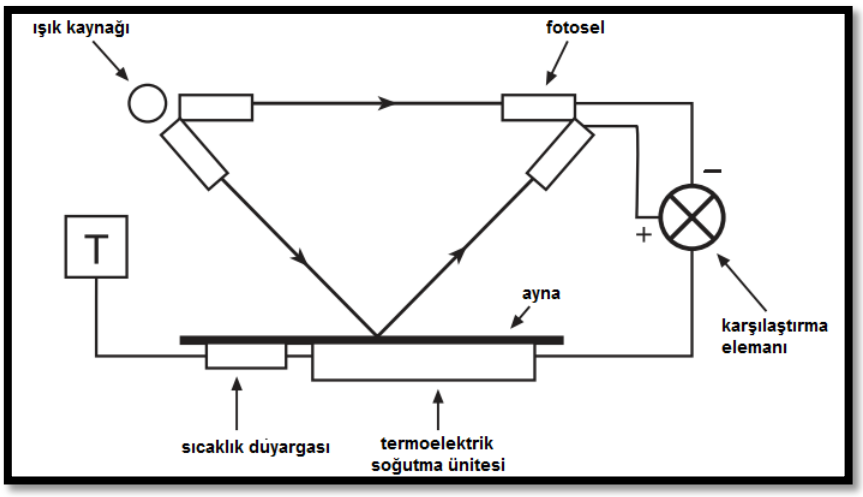
Yöntemlerden biri, sıcaklık ve bağıl nemin doğru olarak ölçülmesi ve çiğ noktasının deneye dayalı matematiksel formüller kullanarak hesaplanması yoluyladır. İkincisi bir soğutulmuş ayna tipi duyarga kullanarak doğrudan ölçüm yoluyladır.

3.6.1 Sıcaklık ve Bağıl Nemden Hesaplama

Nem duyargası olarak aynı cihazın içine bir sıcaklık duyargası ve transmitteri birleştirmek için bağıl nemin ölçülmesi durumunda yaygın bir uygulamadır. Bir mikroişlemci kullanarak, çiğ noktasını hesaplamak ve iletmek mümkündür. Doğruluk, duyargaların ve elektronik devrelerin kombine doğruluğu ile sınırlıdır. Standart doğruluk ±3,24 °C'dir. Standart tekrarlanabilirlik ±1,26 °C'dır. Genellikle, bu cihazlar hesaplanmış nem oranı, yaş termometre sıcaklığı ve mutlak nemin yanı sıra çiğ noktasını sağlamak üzere yapılandırılabilir.

3.6.2 Soğutulmuş Ayna Higrometreleri

Modern soğutulmuş ayna higrometreleri, bir aynadan ısıyı uzaklaştırmak için bir termoelektrik ısı pompası (aynı zamanda bir Peltier cihazı olarak da adlandırılır) kullanır. Bir LED'den gelen bir ışık demeti, bir aynaya yönlendirilir ve ardından bir fotosele geri döner. Yoğuşma (0 °C'nin üzerinde) veya don (0 °C'nin altında) aynanın yüzeyinde oluştuğu zaman, aynaya ulaşan ışık dağılır ve fotosel tarafından algılanan yoğunluk azalır. Termoelektrik ısı pompasının çıkışını kontrol ederek, ayna çiğ noktası sıcaklığında muhafaza edilir. Yüksek doğruluklu, platin dirençli termometre (RTD) ayna yüzeyinin sıcaklığını algılar ve bu sayede çiğ noktası sıcaklığını bildirir. Soğutulmuş ayna higrometreler, örneği duyargadan çekmek için bir vakum pompası ve kirli ortamlarda ilave filtreleme elemanları gerektirir. Soğutulmuş ayna higrometreleri -73 ila 85 °C arası çiğ/don noktası sıcaklıklarını algılama için kullanılabilir. ± 0,3 °C'dan daha iyi doğruluk mevcuttur.



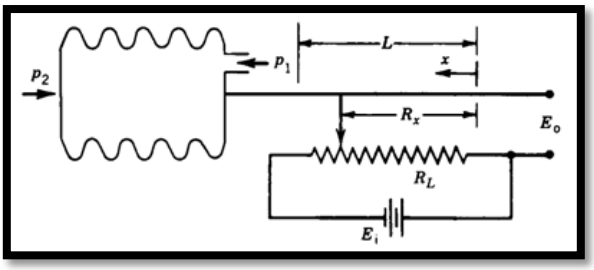
Şekil-3.43 *Soğutulmuş aynalı çiğ noktası ölçer [2]*

3.7 BASINÇ DUYARGALARI

Çeşitli elektrik ilkeleri basınç ölçümüne uygulanır. Yaygın olarak kullanılanlar, kapasitans ve değişken direnci (piezoelektrik ve gerinim ölçer) içermektedir.

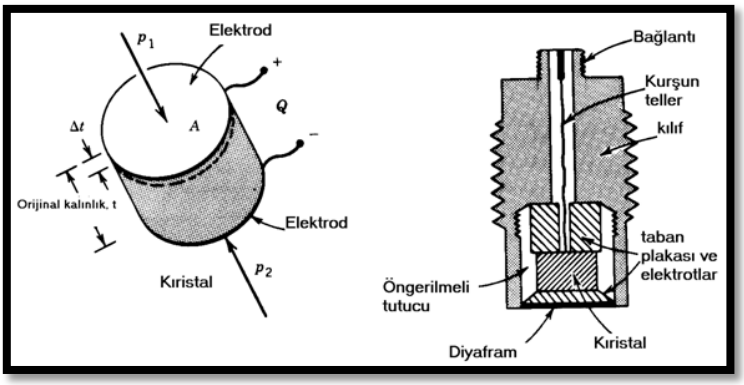
3.7.1 Değişken Direnç

Modern fabrikalarda tüm basınç değerleri gözle ölçülmez. Otomasyon uygulamalarının artması, basınç değerlerinin bilgisayarlara direk olarak okunmasını zorunlu kılmaktadır. Basınç transdüzerlerinde basınç değeri elektrik gerilimi veya akımına dönüştürülerek iletilir. Bu tür aygıtların en basiti Şekil-3.44'te görülen potansiyometreli transdüzer sistemidir. Burada ince bir cidarı olan esnek gövdeli kabın bir ucundan basınç uygulanır. Basınç altında kabın boyu uzar ve potansiyometre çubuğunu hareket ettirir ve direnci değiştirir. Devrenin voltaj değeri dış okuyucuya gönderilir.



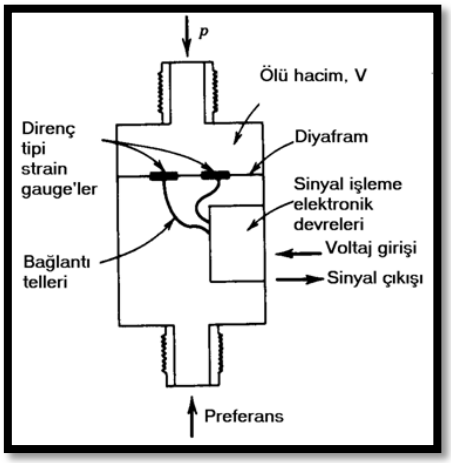
Şekil-3.44 *Potansiyometreli basınç transdüzeri [5]*

Piezoelektrik kristaller bilhassa dinamik basınçların ölçülmesinde oldukça başarılı sistemlerdir. Bir piezo-elektrik kristaline uygulanan basınç değiştiğinde bu değişimle orantılı bir elektrik gerilimi oluşur. Şekil-3.45'te bir piezoelektrik basınç transdüzeri görülmektedir.



Şekil-3.45 *Piezo-elektrik basınç transdüzeri [5]*

Diğer bir transdüzer Şekil-3.46'da görülen gerilim ölçerli (strain gauge) transdüzerlerdir. Bu transdüzerde içerde bulunan bir diyaframın üzerine gerinim ölçerler yerleştirilmiştir. Diyafram basınç değişimi nedeniyle gerildiğinde gerinim ölçerler belli bir elektrik akımı oluşturur. Bu akımın voltaj değeri basınçla orantılıdır.



Şekil-3.46 *Gerinim ölçerli (strain gauge) basınç transdüzeri [5]*

3.7.2 Kapasite Değişimi ile Basınç Ölçümü

Diğer bir basınç algılama yöntemi kapasite değişiminin ölçülmesidir. Sabit bir plaka kapasitör düzeneğinin bir parçasını oluşturur ve esnek bir plaka kapasitör düzeneğinin diğer parçasıdır. Diyafram basınç değişiklikleri ile esnerken, kapasitör düzeneğinin esnek plakası sabit plakanın yakınına ilerler ve kapasitesi değiştirir. Basınç duyargası çeşitlerinden biri, çift basınç haznesi kullanarak basınç farkını ölçmektir. Her hazne kuvveti gerinim ölçere göre zıt yönde etki eder. Bu tip duyarga, yüksek statik basınçta bile, küçük basınç farkı değişimlerini

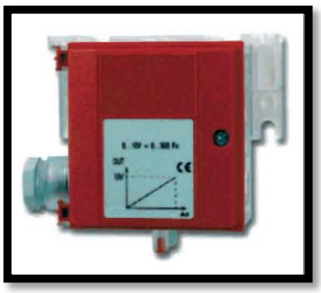
ölçebilir.



Şekil-3.47 *Basınç duyargaları*



Şekil-3.48 *Sıvılar için fark basınç duyargası [1]*



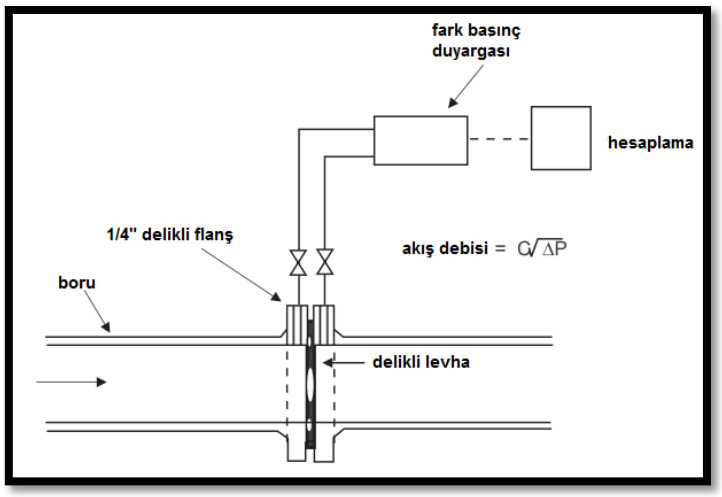
Şekil-3.49 *Hava için fark basınç duyargası [1]*

3.8 AKIŞ DUYARGALARI

Sıvı akış hızı, bir kanal veya boru içinde bir sıvının hızı ölçülerek ve bu kanal ya da borunun (ölçüm noktasında) bilinen kesit alanı ile çarpılmasıyla elde edilebilir. Sıvı akışını ölçmek için kullanılan genel yöntemler, bir akış kısıtlaması boyunca diferansiyel basınç ölçüm farkı (orifis plakası, akış nozulu, girişim), vorteks yayılma duyargaları, pozitif yer değiştirmeli akış duyargaları, türbin bazlı akış duyargaları, manyetik akış duyargaları, ultrasonik akış duyargaları ve 'hedef' akış duyargalarını içerir.

3.8.1 Delikli Levha (Orifis Pleyt)

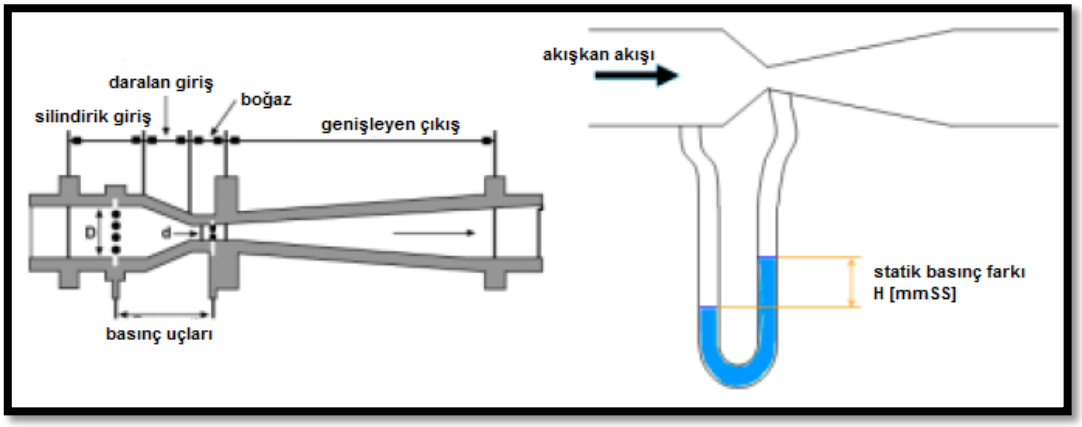
Bir eş merkezli ölçüm deliği plakası, plaka boyunca diferansiyel bir basınç oluşturmak için akışkanın akışını kısan en basit diferansiyel basınç tipi ölçerdir. Sonuç, akış hızının karesi ile doğru orantılı olan bir yüksek basınçlı sistem girişi ve bir düşük basınçlı sistem çıkışıdır. Genellikle bir delik plakası, diğer akış elemanlarından toplamda daha büyük bir basınç kaybı oluşturur. Bu cihazın bir avantajı, maliyetinin boru boyutu ile önemli ölçüde artmamasıdır.



Şekil-3.50 *Delikli levha (orifis pleyt) [2]*

3.8.2 Venturi tüpü

Venturi tüpü ölçer, akış hızını arttıran ve dolayısıyla basıncını düşüren, hızla birbirine yaklaşan bir bölümden oluşmaktadır. Daha sonra, yavaşça birbirinden uzaklaşan "difüzör" bölümü ile tüpün orijinal boyutlarına geri döner. Basınç farklılıkları ölçülerek, tahliye hesaplanabilir. Bu özellikle doğru bir akış ölçüm yöntemidir ve enerji kayıpları çok küçüktür.



***Şekil-3.51** Ventüri tüpü ölçümü [2]*

Ventüri tüpleri diğer diferansiyel basınçölçerler ile karşılaştırıldığında çok düşük bir basınç kaybı gösterir, ancak ayrıca en büyük ve en pahalı olandır. Ventüri tüpü uygulamaları genellikle düşük basınç düşmesi ve yüksek doğruluklu okuma gerektirenler için sınırlıdır. Geniş çaplı borularda yaygın kullanılır.

3.8.3 Akış Nozulları

Akış nozulları Venturi tüpü üzerinde bir çeşit olarak düşünülebilir. Nozul açıklığı akışta eliptik bir kısıtlamadır ancak basınç geri kazanımı için hiçbir çıkış alanı bulunmamaktadır.

Basınç bağlantı uçları, yaklaşık ½" boru çapının aşağısı ve 1 boru çapının yukarısına yerleştirilmiştir. Akış nozulu, yüksek sıcaklıklarda buhar akışı gibi türbülansın yüksek (50000 üzerinde Reynolds sayıları) olduğu yerde kullanılan bir yüksek hız debimetresidir. Bir akış nozulunun basınç düşüşü, Venturi tüpü ve ölçüm deliği plakası (%30 ila 95) arasında kalır.

Diferansiyel basınç cihazlarının ölçüm aralık yeteneği (aletin tam aralığının minimum ölçülebilir akışa oranı) genellikle 4:1 ile sınırlıdır. Yüksek aralıklı bir transmitter veya yüksek ölçüm aralığı yetenekli bir transmitere ek olarak düşük aralıklı bir transmitter ve uygun sinyal işleme ile bu bazen 16:1 kadar büyük veya daha fazlasına genişletilebilir. Kalıcı basınç kaybı ve buna bağlı enerji maliyeti çoğu zaman ölçüm delikleri, akış nozulları ve venturilerin seçiminde önemli bir husustur. Genelde, verilen bir tesisat için, kalıcı basınç kaybı bir ölçüm deliği tipi cihaz ile en yüksek ve bir Venturi ile en düşük olacaktır. Diferansiyel basınçlı aletlerin faydaları, nispeten düşük maliyetleri, sadelik ve kanıtlanmış performanslarıdır.

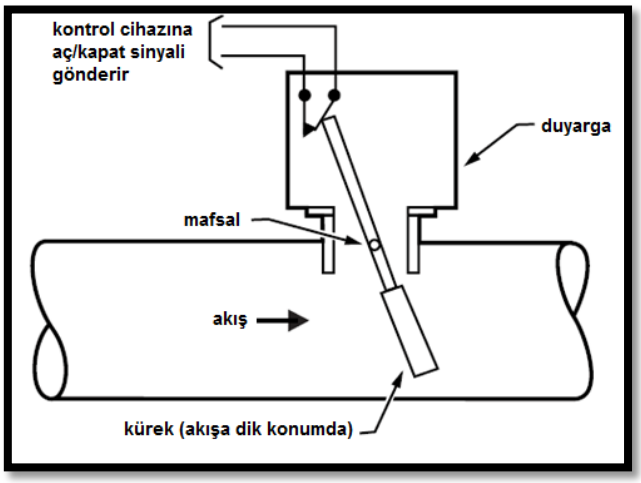
3.8.4 Vorteks Yayılma Duyargaları

Vorteks yayılma akış metresi, (Von Karman) prensibine dayalı çalışır, şöyle ki bir akışkan bir akışta bir engelin etrafında akarken, yinelenen ve sürekli bir tarzda, vorteksler engelin değişen taraflarından saçılır. Saçılmanın değiştiği frekans, akan akışkanın hızı ile orantılıdır. Tek duyargalar küçük kanallara uygulanır ve vorteks yayılma duyarga dizileri diğer akış hızı ölçme aletlerine benzer olarak daha büyük kanallara uygulanır. Vorteks yayılma hava akışı duyargaları yaygın olarak dakikada 107 ila 1829 m aralığında hava hızlarına uygulanır.

3.8.5 Pozitif Yer Değiştirmeli Akış Duyargaları

Pozitif yer değiştirmeli ölçerler, yüksek ölçüm aralığı yeteneğinde yüksek doğruluğun gerekli ve yüksek kalıcı basınç kaybının aşırı enerji tüketimine neden olmamak üzere makul olduğu yerlerde kullanılır. Uygulamalar, içme suyu hizmeti, soğutma kulesi ve kazan yapımı ve hidrolik sistem yapımı için gibi su ölçümünü içerir. Pozitif yer değiştirmeli ölçerler hem sıvı hem de gaz yakıtlarda yakıt ölçümü için de kullanılır. Pozitif yer değiştirmeli akış ölçerlerin yaygın türleri, yuvarlak uçlu ve dişli tip ölçerler, eğimli disk ölçerler ve titreşimli piston tipi ölçerleri içerir. Bu ölçerler genel olarak, pirinç, bronz, döküm ve sfero gibi metallerden yapılmıştır ancak göreve bağlı

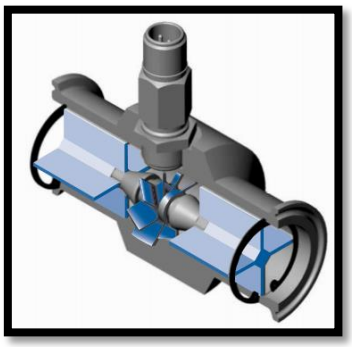
olarak tasarlanmış plastiklerden yapılabilir.



Şekil-3.52 *Kürek tipi akış duyargası (akış anahtarı) [2]*

3.8.6 Türbin Bazlı Akış Duyargaları

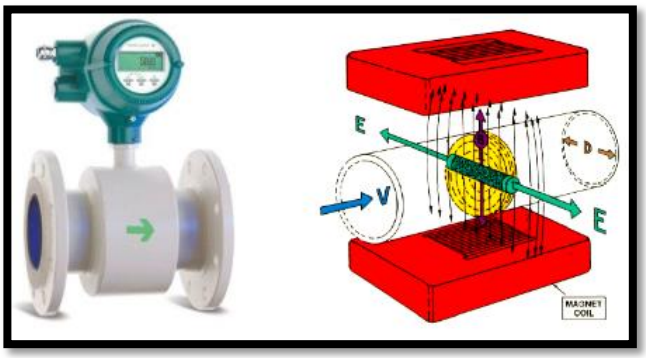
Türbin ve pervane tipi ölçerler, türbin veya pervane içinden akan sıvının akışkan hızına ilişkili olabilen bir dönme hızına neden olması ilkesine dayalı çalışmaktadır. Türbin ve pervane tipi debimetrelerin, tam geçişli, hat monteli çeşitleri ve sadece ölçülen akışın bir kısmının döner eleman üzerinden geçtiği eklemeli türleri mevcuttur. Tam geçişli türbin ve pervane ölçerler genellikle, makul kalıcı basınç kaybında orta-yüksek doğruluk ve ölçüm aralığı yeteneği sunmaktadır. Türbin akış ölçerler, enerji hesaplamalarının kritik akış kontrol veya ölçümü için iyi bir doğruluğunun gerekli olduğu yerde yaygın olarak kullanılır. Eklemeli türler daha az kritik uygulamalar için kullanılır. Eklemeli türler bakım ve kontrol için genelde daha kolaydır çünkü kontrol için sökülebilir ve ana borulara zarar vermeden tamir edilebilir.



Şekil-3.53 *Türbin tipi akış ölçer [1]*

3.8.7 Manyetik Akış Duyargaları

Manyetik akış ölçerler, bir manyetik alan boyunca hareket eden bir iletkende bir gerilimin indükleneceğini belirten Faraday'ın elektromanyetik indüksiyon kanununa dayalı olarak çalışır.



Şekil-3.54 *Manyetik akış ölçer çalışma prensibi [1]*

Faraday Kanunu: E = kBDV *(3.2)*

İndüklenen gerilimin büyüklüğü E, iletkenin hızı V, iletken genişliği D ve manyetik alan gücü ile doğru orantılıdır. Çıkış gerilimi E, bir manyetik akış ölçerin doğrusal çıkışına neden olan sıvı hızı ile doğrudan orantılıdır. Manyetik akış ölçerler, yüksek kaliteli düşük bakımlı ölçüm sisteminin arzu edildiği yerde iletken sıvıların (su dâhil) akış hızını ölçmek için kullanılır. Manyetik akış ölçerlerin maliyeti, diğer birçok cihaz türlerine nispeten yüksektir.

***Tablo-3.8** Manyetik akış duyargalarının avantaj ve dezavantajları*

Avantajları	***Olumsuz Yönleri***
Aşınmaya neden olacak hareketli parçası yoktur	*Sıvı iletken olmalıdır*
Oldukça geniş bir ölçümleme kademesine sahiptir	*Fiziksel olarak basınç ve sıcaklık sınırları mevcuttur*
Çamurlu sular için idealdir	
Akışı kısıtlamaz	
Basınç kaybı ve farkı oluşturmaz	
Katı maddelerin çökelmesi önemli değildir	
Akışı engelleyecek hiçbir basınç ölçüm noktası yoktur	
Sıcaklıktan bağımsız ölçüm yapılabilir	
Her iki yöndeki akışları da ölçebilir	

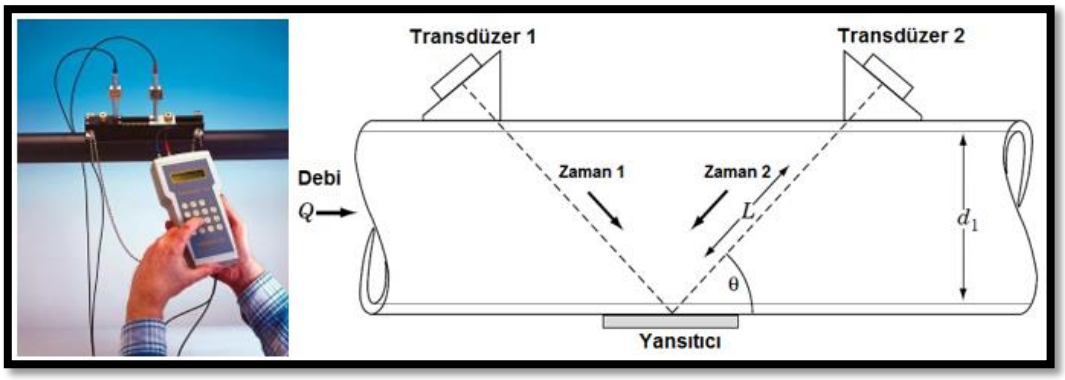
Manyetik Akış Ölçerlerin Diğer Teknolojilere Göre Avantajları

- *Hareketli parçası yok*
- *Basınç kaybı oluşturmaz*
- *Akış debisi viskozite, sıcaklık ve yoğunluktan bağımsızdır*
- *Borudaki en düşük akış ölçüm için yeterlidir*
- *Boyut değiştirilmeksizin elektronik eleman değiştirilebilir*
- *Katı maddeli kirli sıvıları ölçebilir*
- *Yüksek derecede korozif sıvıları ölçebilir*
- *Doğrusal bir çıkış verir*

3.8.8 Ultrasonik Akış Duyargaları

Ultrasonik akış duyargaları, boru uzunluğu üzerindeki noktalar arasında bir akışkan boyunca yayılan ses dalgalarının hızını ölçer. Ses dalgası hızı, bir noktadan diğerine yukarı yönde hareket eden bir ses dalgası hareketsiz akışkandaki aynı dalganın hızından daha yavaş olacak şekilde akışkanın hızına bağlıdır. Noktalar arasında ses dalgasının aşağı hızı, hareketsiz bir akışkandaki aynı dalganınkinden daha büyüktür. Bu Doppler Etkisinden kaynaklanmaktadır. Akışkanın akışı, yukarı dalga ve aşağı dalga arasındaki zamana bağlı hareketindeki farkın bir işlevi olarak ölçülebilir.

Ultrasonik akış duyargaları kullanışlı ve ölçülü bir maliyetle mevcuttur. Birçok model mevcut boru üzerine kelepçelenmek üzere tasarlanmış. Ultrasonik Doppler akış ölçer, akış oranı için %1-5'lik doğruluğa sahiptir.



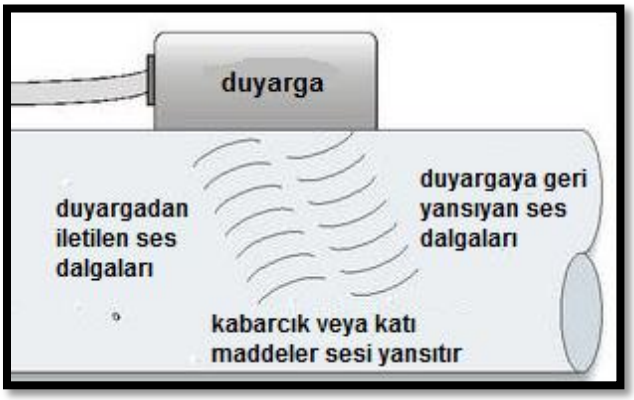
***Şekil-3.55** Ultrasonik akış duyargası [2]*

3.8.9 Doppler Ultrasonik Tip Akış Duyargaları

Ultrasonik ses insan işitme seviyesinin üzerinde 20 kHz değeri civarında bir frekansla sağlanır Her bir ultrasonik transdüzerin kalbi piezo-elektrik kristaldir. Bu kristaller bozuk para büyüklüğünde cam disklerdir. Bu kristaller polarize olur ve genişler veya yüzeydeki elektrotlarına bir dakika kadar enerji uygulayarak titreşim oluşturur. Bu dönüştürücü etkili bir şekilde boru duvarına geçmesi için tasarlanmış bir açıda yaklaşık 5° 'lik geniş bir ultrasonik ışın darbeleri yayar. Dönen frekans etkileri, ikinci pasif kristalde elektrik enerjisi yaratır. Bu Doppler dönüştürücüden alınan sinyaldir.

Doppler tipi akış duyargaları özelikle kirli, korozif, aşındırıcı, çamurlu, kimyasal suların debilerinin ölçümünde yaygın olarak kullanılır.

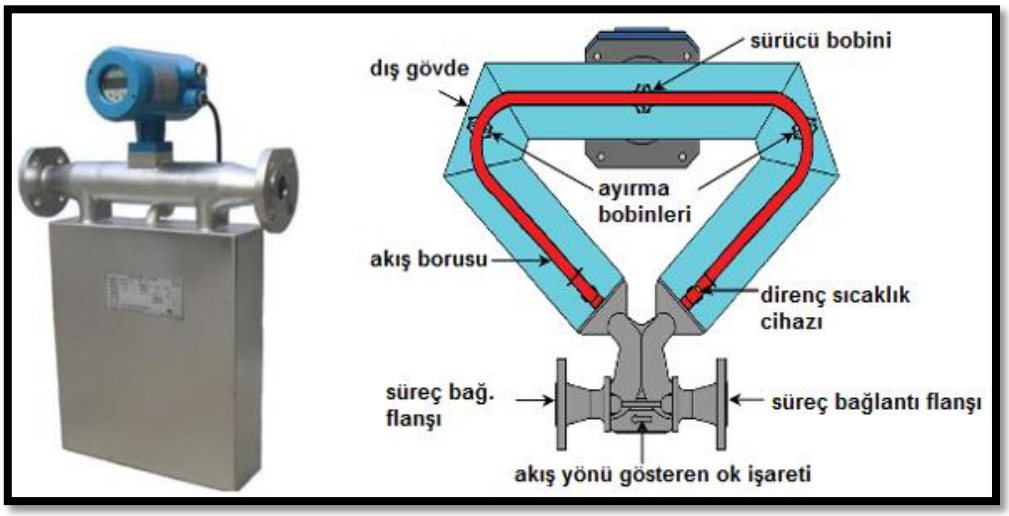




Şekil-3.56 *Doppler ultrasonik tip akış duyargası [1]* ***Şekil-3.57*** *Doppler akış duyargasının ölçüm yöntemi [1]*

3.8.10 Kütlesel Akış Duyargaları (Coriolis)

Coriolis Kütle Debimetrelerin yapısı eğimli (bükülmüş) akış tüpü çiftinden oluşmaktadır. Çalışma prensibi sıvının iç kütle akışı tarafından akış tüplerine uygulanan Coriolis kuvvetini tespit etmektir.



Şekil-3.58 *Coriolis kütle akış ölçer [1]*

Coriolis kuvveti ancak iki koşul altında oluşabilir:

1. *Eğimli akış tüpleri üzerinde oluşan normal frekanslı titreşim,*
2. *Boru içerisinde akan sıvılar.*

Bu kuvvet; titreşim kuvveti ve tüplerde akan sıvının uyguladığı kuvvetin sentezi üzerine üretilmektedir. Akış tüpleri uygulanan kuvvet sayesinde simetrik merkez hattında titreşime uğrayacaktır. Tüplerin iki yanında yer alan deplasman duyargaları uygulanan kuvveti algılar ve elektrik sinyali üretecektir. Bu sinyaller regüle edilir ve kütle akış doğrudan tespit edilmiş olur.

Coriolis Kütle debimetreler DN3 - DN100 boru çaplarında aralığında kullanılabilir. Coriolis Kütle debimetrelerin avantajları:

- *Kütlesel akış, yoğunluk, sıcaklık ve viskozitenin aynı anda ve doğrudan ölçümü yapılır.*
- *Akışkanın fiziksel özelliklerinden bağımsız ölçüm prensibine sahiptir.*
- *Çok yüksek ölçüm hassasiyetine sahiptir.*
- *Akış profilinden etkilenmez.*
- *Giriş/ çıkış düz boru mesafeleri gerekmez.*

Bu ölçüm yöntemi ilaç, kimya/petrokimya, akaryakıt ve gaz, gıda ve genel alım satım uygulamalarında özellikle yüksek ölçüm hassasiyeti ihtiyacı bulunan süreçlerde kullanılmaktadır.

3.9 HAVA HIZI DUYARGALARI

Birkaç değişik metot ile hava hızı ölçümü yapılmaktadır.

3.9.1 Dinamik Basınç Okuyarak Yapılan Ölçüm

Temel prensibi hız ölçümü yapılacak yerdeki dinamik basıncı okuyarak aşağıdaki formüle göre, bir hesaplayıcıya hava hızını hesaplatmaktır. Dinamik basınç okumada temel prensip pitot tüpü yöntemi veya hava hız çubukları (prop) ile direkt fark basınç okumaktır.

$$Hız = \sqrt{(2\ x\ dinamik\ basınç)/_{1,2}} \qquad (3.3)$$

Bu metot geniş hava kanallarında yapılacak uygulamalarda tercih edilmektedir. Piyasada 3 metreye kadar hava hız çubukları bulmak mümkün olduğu için, geniş kanallarda iyi sonuç vermektedir.

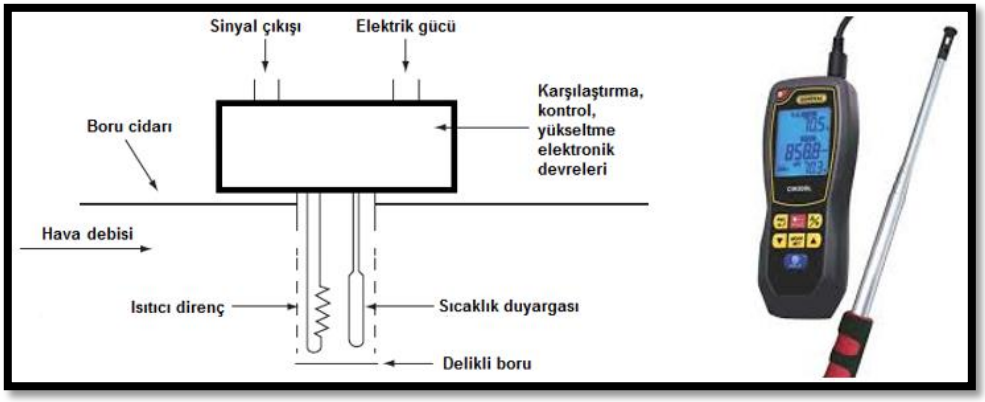
3.9.2 Sıcak Film Metodu

Bu metotla yapılan ölçümlerde, ölçüm elemanı olarak çok ince film elemanlar kullanılır ve bu elemanlar elektrik akımı ile ısıtılır. Ölçüm yapılan yerdeki havanın rüzgâr etkisi ısıtılan bu elemanı soğutur ki ısınma ve soğumaya bağlı olarak üretilen sinyal, duyargasın hesaplayıcı biriminde hava hızı olarak hesaplanır. Diğer ikinci film eleman ise birinci elamanın ortam ısısından dolayı yaptığı hatayı dengelemek amacı ile kullanılır. Bu tip duyargalar seçilirken sıcak film elemanların bulunduğu yerin kanalın orta noktasına denk gelmesine dikkat edilmelidir. Bu elemanlar genellikle duyarga probunun ucundadır. Örneğin 400 mm genişliğinde bir kanalda prob uzunluğu 200 mm olan duyarga kullanılmalıdır.

Hava akışını ölçmek için yaygın yöntemler, sıcak tel anemometreleri, diferansiyel basınç ölçüm sistemleri ve vorteks yayılımı duyargalarını içerir.

3.9.3 Sıcak Tel Anemometresi

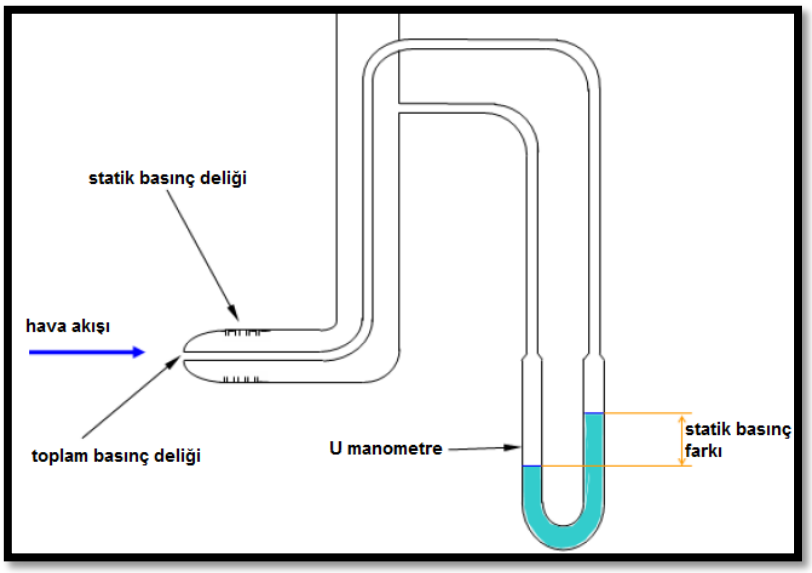
Anemometreler, bir akan akışkan ile ısıtılmış bir sıcaklık duyargasından çıkarılan ısı miktarının bu akışkanın hızı ile ilişkili olabilme ilkesine dayalı çalışır. Bu tür duyargaların çoğu, hava sıcaklığı değişimleri için aleti dengelemek üzere ikinci bir ısıtılmamış sıcaklık duyargası ile yapılır. Sıcak tel tipi duyargalar, daha düşük hava akımı ölçümlerinde, diferansiyel basınç türlerinden daha iyidir ve yaygın olarak 0,25 ila 60 m/s'lik hava hızlarına uygulanır.



Şekil-3.59 *Sıcak tel anemometre [2]*

3.9.4 Pitot – Statik Tüp

Pitot – statik tüp, kanal tesisatı boyunca toplam basıncı ve statik basıncı ölçmek için kullanılabilir. Aşağıdaki diyagram, standart bir Pitot-statik tüpünü göstermektedir (Şekil-3.60). Hava akımını karşılayan tüpe karşılama tüpü denir ve toplam yüksekliği ölçer. Statik basınç yüksekliği dairesel halka içine küçük şeritlerden elde edilir. Manometrede ölçülen yükseklik farkı dolayısıyla hız yüksekliğidir.



Şekil-3.60 *Pitot Statik tüp [2]*

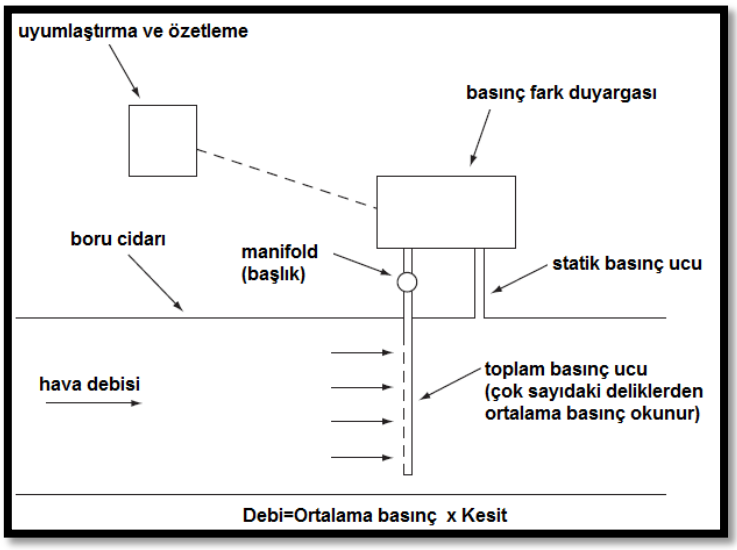
Hız aşağıdaki formülden bulunabilir:

Toplam basınç = Statik basınç + Dinamik basınç Dinamik basınç (VP) =Toplam basınç – Statik basınç

$$u = Cu\sqrt{2gh_p} \qquad (3.4)$$

u = Hız (m/s)
h_p = dinamik basınç (mSS)
g = Yerçekimi sabiti (9,81 m/s^2)
C_u = Hız katsayısı

Pratikte C_u aksi geçerli olmadıkça 1'e eşit alınır. Fark basınç yüksekliğinin h_p metre biriminde olması gerekir. Özellikle daha hassas ölçümler için toplam basıncın çok noktadan ölçüldüğü hava hızı ölçüm istasyonları kullanılmaktadır (Şekil-3.61)



Şekil-3.61 *Hava ölçüm istasyonu [2]*

Büyük kanallarda, bir algılama cihazları dizisi ortalama bir hava hızını elde etmek için gereklidir.

3.9.5 Pervaneli Anemometreler

Anemometreler kullanım durumuna göre ısı teli anemometreler, pervane anemometreler veya taşınabilir, su geçirmez cep formatında anemometreler olmakla beraber bu anemometreler rüzgâr gücü ve hacim ölçümlerinde kullanılır. Tüm anemometreler rüzgâr gücü ve hava akımı hızı ölçümlerini sağlamaktadır. Modele bağlı olarak sonuçlar belleğe aktarılabilir.



Şekil-3.62 *Pervaneli anemometre [3]*

Tablo-3.9 *Akış duyargalarının karşılaştırılması*

Duyarga tipi	***Birincil kullanım***	***Hassasiyet-Maksimum kademe***	***Avantajları***	***Olumsuz Yönleri***
Delikli levha	*Su*	*±%1-5; 5:1*	*Ucuz, geniş seçim*	*Keskin kenarlar aşındığında hassasiyet azalır*
Ventürimetre	*Su, yüksek hızlı hava*		*Düşük yük kaybı*	*Pahalı, büyük*
Türbinmetre	*Su*	*±%0,15-0,5; 50:1'in üzerinde*		*Hasara duyarlı kanatlar*
Ultrasonik	*Su*	*±%0,25-2; 100:1*		
Vorteks	*Su*	*±%0,5-1,5; 25:1*		
Pitot tüpü	*Hava debisi*	*Minimum hız 2 m/s*	*Ucuz*	*Kirden tıkanabilir, düşük hız sınırlaması mevcut*
Termal anemometre	*Hava debisi*	*0,5 m/s'de ±0,1 m/s*	*Düşük hızlarda iyi, küçük duyarga kanal içine kolayca yerleştirilebilir*	*Kir hassasiyetini azaltabilir*
Döner kanatlı	*Elde taşınabilen, Hava debisi*		*Ucuz*	*Sağlam değil, büyük*

3.10 SIVI SEVİYE ÖLÇÜMLERİ

Sıvı seviye ölçümleri genellikle, termal depolama tankları, soğutma kulesi hazneleri, su sistemi tankları, basınçlı tanklar v.b 'deki seviyeleri izlemek ve kontrol etmek için kullanılır.

Yaygın olarak uygulanabilen teknolojiler, hidrostatik basınç, ultrasonik, kapasitans ve manyetostriktif tabanlı ölçüm sistemlerine dayalıdır.

3.10.1 Hidrostatik Seviye Ölçümü

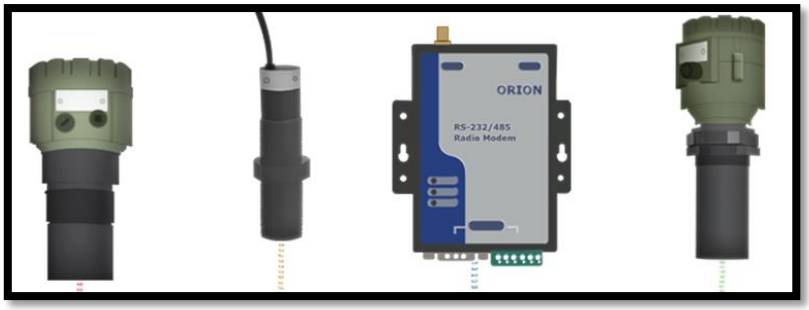
Hidrostatik basınç ile seviye ölçümü, sıvı sütununun üst ve altı arasında hidrostatik basınç farkının sıvı yoğunluğu ve sütun yüksekliği ile ilişkili olması ilkesine dayalıdır. Açık tanklar ve hazneler için, sadece gösterge basıncını izlenen en düşük seviyede ölçmek için gereklidir. Basınçlı tanklar için, referans basıncı izlenen en yüksek sıvı seviyesinin üzerinde almak gereklidir. Seviye izleme uygulamaları için yapılandırılmış basınç transmitterleri mevcuttur. Basınç cihazları uzaktan da yerleştirilebilir, ancak bu, duyarga ve ölçülen seviye arasında yükseklik farkını dengelemek için transmitterin sahada kalibre edilmesini gerektirir.

Bubbler tipi hidrostatik seviye aletleri, atmosferik basınçlı yeraltı tankları, kanalizasyon hazneleri ve tankları ve algılanan seviyenin altına monteli bir transmittere sahip olamayan veya tıkanma yatkın olan diğer uygulamalar ile kullanım için geliştirildi. Bubbler sistemleri, izlenen en düşük sıvı seviyesinde veya altındaki bir çıkış ile sıvı

içine daldırılmış olan bir boru aracılığıyla az bir miktar basınçlı havayı (veya diğer gazı) boşaltır. Boru içinde hava basıncı kaybı önemsiz olacak şekilde ve boru içinde herhangi bir noktada elde edilen basınç yaklaşık olarak tank içinde hidrostatik sıvı yüksekliğine eşit olacak şekilde hava akış hızı ayarlanır. Hidrostatik seviye aletlerinin doğruluğu kullanılan basınç duyargasının doğruluğuna bağlıdır.

3.10.2 Ultrasonik Seviye Kontrolü

Ultrasonik seviye duyargaları ses dalgaları yayar ve sıvı yüzeyler ses dalgalarını kaynağa geri yansıtması ve geçiş süresinin sıvı yüzeyi ve transmitter arasındaki mesafe ile orantılı olması ilkesine dayalı çalışır. Ultrasonik teknolojinin bir avantajı, temassız olması ve algılanan sıvı içine herhangi bir elemanın daldırılması gerektirmemesidir. En fazla 61 m'ye kadar uzakta seviyeleri algılayabilen duyargalar mevcuttur. %1 ila %0,25'lik mesafe doğruluğu ve 1/8" 'lik çözünürlük yaygın olarak kullanılabilir.



Şekil-3.63 *Ultrasonik seviye transmitteri [1]*

3.10.3 Kapasite Seviye Kontrolü

Kapasite seviye transmitterleri, bir kapasitif devrenin bir prob ve bir tank duvarı arasında oluşturulabilmesi ilkesine dayalı çalışır. Devrenin kapasitansı sıvı seviyesindeki bir değişiklik ile değişecektir, çünkü tüm yaygın sıvılar havanınkinden daha yüksek dielektrik sabitine sahiptir. Bu değişim daha sonra bir analog sinyal ile orantılı olarak ilişkilendirilir.



Şekil-3.64 *Kapasite seviye transmitterleri [1]*

3.11 HAVA KALİTE DUYARGALARI

Hava kirliliğinin birinci nedeninin insan nefesi olmadığı yerlerde kullanılan duyargalar genellikle hava kalite duyargalarıdır. Sinema, tiyatro, konferans salonu vb. insan nefesi ile kirlenen hacimlerde hava kalite duyargası yerine karbondioksit duyargası kullanılmalıdır.

Hava kalite duyargası olarak genellikle kalay dioksit film kullanılır. Bu malzeme 2 adet elektrotun ucuna yerleştirilmiş vaziyettedir. Elektrotlardan biri ısıtıcı olarak diğeri ise direnç ölçümünde kullanılır.

Duyarga sıcaklığı CO, Metan gibi indirgenmiş gazların oksidasyon sıcaklığına kadar ısıtılır. Bu olay sonrası ortaya çıkan serbest elektronlar, kalay dioksit kristalleri içine sızar ve oksidasyona neden olurlar ki buna bağlı olarak elektron hareketi zorlaşır ve elektriksel direnç değerinde artış olur. Temiz ortamlarda ise ortamda bulunan oksijen serbest hale geçen elektronları yakalar ve kalay film tabakasının kristalleri içine sızmasını engeller ki bu

durumda da kolay hareket eden elektronlar nedeni ile elektrik direnci düşer. Değişen bu direnç değeri duyargadan hava kalitesi bilgisi olarak alınır.

CO2 Duyargaları
Karbondioksit ölçümü tekniği, kızılötesi ışınlar ile yapılmaktadır.

Duyargada, içinden CO_2 geçebilen membrana haiz bir optik ölçüm odacığı bulunmaktadır. Bu odacık bir kızıl ötesi ışın kaynağı ve kızıl ötesi ışın alıcısı ile teçhiz edilmiş vaziyettedir. Işın kaynağından dalga boyu 4,265 mikrometre olan kızıl ötesi bir ışın yayılır. Bu dalga boyunda sadece karbondioksit molekülleri ışın demetinden enerji absorbe etmektedir. Hassas bir mikroişlemci kaynaktan yayılan ve alıcıya ulaşan ışın demetlerindeki enerji miktarlarını hesaplar. Yayılan ve alınan enerji miktarları arasındaki fark CO_2 molekülleri tarafından absorbe edilmiştir ki absorbe edilen bu miktar ortamdaki CO_2 oranını belirler. CO_2 duyargalarının her üç yılda bir kalibre edilmesi gerekmektedir.



***Şekil-3.65** Oda tipi CO_2 duyargası [3]*

3.12 HAREKET DUYARGALARI
Hareket algılama duyargaları ile en iyi enerji tasarrufu yapılabilen mahaller,
- *Uzun sure boyunca hareket olmayan*
- *Hareket olmadığı zaman ışıkların acık kaldığı*
- *İş saatlerinden sonra ışıkların acık kaldığı*
- *Düzensiz kullanıma sahip olan mahallerdir.*

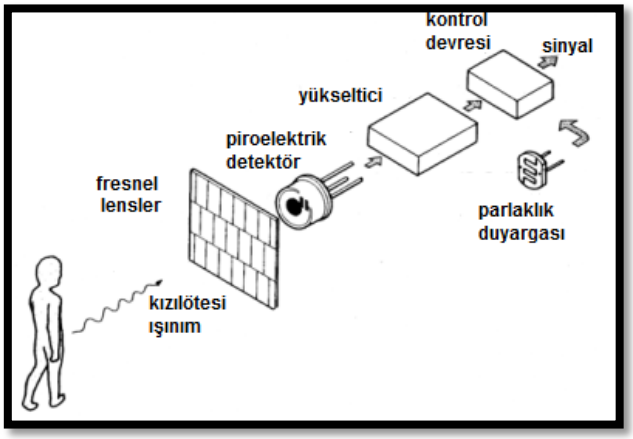
Hareket duyargaları ile aydınlatma, havalandırma sistemleri, ofis ekipmanları kontrol edilebilir.
Geniş ürün seçenekleri ile her turlu uygulama alanı için değişik tip duyargalar.

Kullanılacak yere ve uygulamaya göre teknoloji, ürün seçimi
Gerekli adımlar:
1. *Teknoloji*
2. *Ürün*
3. *Yer*
4. *Kurulum*
5. *Ayarlar*

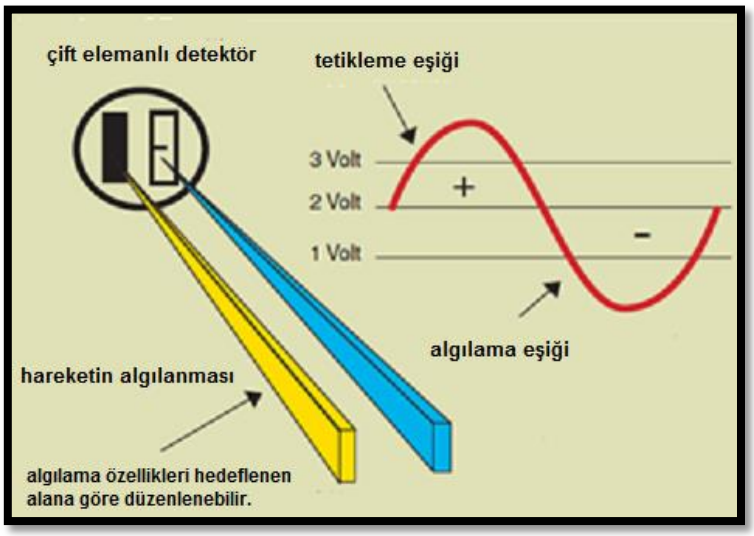
Hareketin Algılanmasında Kullanılan Teknolojiler
- *PIR (Pasif İnfrared)*
- *Ultrasonik*
- *İkili (PIR+Ultrasonik)*

3.12.1 Pasif Infrared Teknolojisi
- *İnsan vücudu ile çevresi arasındaki kalorifik enerjiyi algılar ("pasif" = sadece alıcı)*
- *Patentli Fresnel lensler (veya benzer teknolojide lensler) toplam algılama alanını küçük bölgelere böler.*
- *Bu bölgelerden birinde infrared enerjide değişme olursa, duyarga hareketi algılar.*

- *Hareketin algılanması duyarganın içindeki bir piro-elektrik eleman ile mümkün olmaktadır.*
- *İki bölge arasından gecen insandan kaynaklanan ısı enerjisi kaynağı piro-elektrik elemanda pozitif ve negatif darbeler oluşturur.*
- *"ACIK" konum = "HAREKET"*



Şekil-3.66 *Pasif infrared teknolojisi (PIR) [1]*



Şekil-3.67 *Pasif infrared (PIR) teknolojisi ile hareket algılama [1]*

Hareket detektörlerinin iç ve dış alanlarda kullanım için tasarlanmış modelleri bulunmaktadır. Hareket duyargası aydınlatma devresinin bir parçası olarak monte edilir ve kontrol ettiği alanda ısı yayan bir canlının hareketini algıladığında aydınlatma sistemini AÇIK konuma getirir. Kontrol ettiği alandaki hareket durduktan sonra, kullanıcı tarafından belirlenen süre geçtiğinde de aynı aydınlatma sistemini KAPALI konuma geçirir.



Şekil-3.68 *PIR hareket duyargaları [1]*

Çalışma Prensibi

Hareket duyargası, aydınlatmayı otomatik olarak açan elektronik bir AÇMA/KAPATMA anahtarıdır. Duyarga iki PIR alanı arasında bir ısı kaynağının hareketini algıladığında (örneğin insan, hayvan), aydınlatmayı otomatik

olarak açar. Hareket durduğu anda ise sayacı başlatır ve önceden ayarlanmış "sürenin" sonunda aydınlatmayı kapatır. PIR görüş alanında hareket olduğu sürece aydınlatma AÇIK kalacaktır. Isı kaynağının herhangi bir hareketi duyarganın aydınlatmayı açmasına sebep olabilir (sıcak hava hareketleri dâhil), örneğin pencere ve kapılardan gelen esintiler kapalı havalandırmalar, caddedeki arabalar veya komsu mülkteki hareketler. Bu duyarganın açısına ve hareketin duyargaya olan mesafesine bağlıdır.

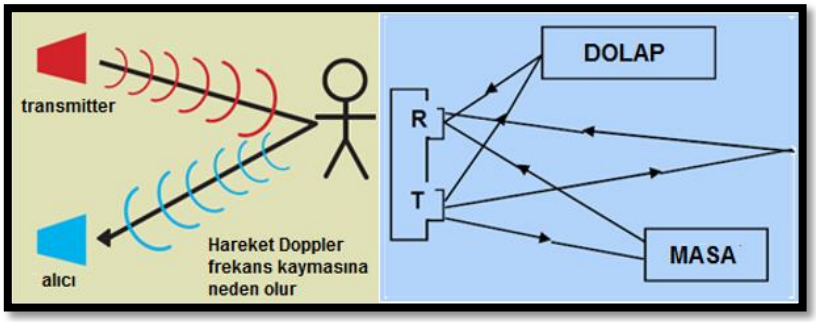
3.12.2 Ultrasonik Teknoloji

Bu hareket duyarga çeşidi, hareketi algılamak için Doppler sinyalizasyonlarını kullanır. Duyargalar, alanda bulunan nesnelerden yansıyacak ultrasonik ses dalgaları gönderir ve sonra ses dalgalarının geri dönme süresini hesaplar. Alanda bir hareket olduğunda, bu ses dalgaları duyarga alıcısına farklı frekanslarda dönecektir, bu da duyarganın hareketi algılamasını sağlar. Bu teknoloji, duyarganın direkt görüş alanında olmadığı ya da aktivite seviyesinin düşük olduğu zamanlarda kullanım için idealdir. Algılama mesafesi PIR detektörlere göre daha geniştir.

Kapsama alanı içinde hareket eden bir cisim (veya insan) ultrasonik dalgaların daha yüksek veya düşük frekanslarda duyargaya dönmesine neden olur. Bu Doppler frekansındaki değişme duyarga tarafından "hareket" olarak algılanır.

Duyargalar bir verici ve bir veya birden çok alıcı kullanırlar.

Ultrasonik dalgalar bir Quartz osilatöründen yayılırlar, insanlar tarafından duyulamazlar ve herhangi bir zararları yoktur



***Şekil-3.69** Ultrasonik hareket duyargasının çalışma prensibi [1]*

3.12.3 İkili (Dual) Teknoloji

Birden çok algılama teknolojisi kullanan hareket duyargaları genellikle İkili Teknoloji ya da Hibrid Aygıtlar olarak adlandırılır. Bu duyargalarda genellikle PIR ve Ultrasonik teknolojiler bir arada kullanılır. Işıklar, iki duyarganın da hareket algılamasıyla açılır ve en az bir duyarga hareket algılamaya devam ettiği sürece de açık kalır.

- *Wattstopper tarafından gerçekleştirilen patentli teknolojidir.*
- *Tüm dünyadaki en üstün hareket algılama teknolojisidir.*
- *PIR ve Ultrasonik teknolojilerinin beraber kullanımı ile iki teknolojinin üstünlüklerinden faydalanılır, zayıflıklar yok edilir.*
- *Tek bir teknoloji ile çözümü zor olan uygulama alanlarında ikili teknoloji ile daha kolay çözümler.*
- *Işıkların açılması için hareketin tüm teknolojiler tarafından algılanması gerekir; ışıkların kapatılması için biri yeterli olmaktadır (değişik ayar olanakları mevcuttur).*
- *Sistemdeki yanlış tetiklemeler yok edilmiştir.*

İkili Duyargaların Yerleştirilmesi

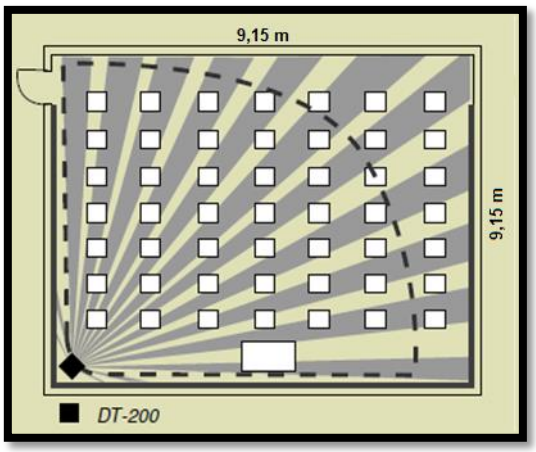
İkili duyargalar doğal yapıları olan ultrasonik yetenekleri sayesinde algılama alanı içindeki cisimlere rağmen hareketi algılayabilirler.

Eğer hareket ilk olarak PIR ve Ultrasonik teknolojiler tarafından aynı anda algılanacak ise, duyarga PIR teknolojisinin insanı algılayabileceği (görebileceği) şekilde yerleştirilmelidir

İkili Teknoloji Duyarga Uygulamaları

- *Sınıflar*

- *Konferans salonları*
- *Acık ofisler*
- *Balo & Toplantı salonları*
- *Malzeme depoları & Ambarlar*



Şekil-3.70 *Bir sınıfta PIR duyargalarının kurulumu [1]*

3.13 AYDINLATMA SEVİYE DUYARGALARI

Analog aydınlatma seviye transmiterleri, bina otomasyon stratejileri ve enerji tasarrufu uygulamalarında kullanılacak ortam aydınlatma seviyelerini kontrolüne izin verecek çeşitli konfigürasyonlarda ambalajlanmıştır. Bazı örnekleri, tavana monte edilmiş iç mekân lamba duyargaları olup odadaki aydınlatma seviyesini ölçer ve iç mekân camlı tavan duyargaları, camlı tavanlardaki ve diğer aydınlatma açıklıklarında aydınlatma seviyelerini izleme ve kontrol etmede kullanılır.



Şekil-3.71 *Işık şiddeti duyargaları*



Şekil-3.72 *Lüksmetre*

3.14 ELEKTRİKSEL GÜÇ ANALİZÖRLERİ

Pasif elektronik cihazlar, güç ileten kablolar etrafındaki manyetik alanı hissederek güç devrelerinde ucuz kontrol çözümü oluştururlar. Bir kablo, güç için endüktif bağlantılı bir duyarga yapısında olup akımı izlemek için analog sinyal çıkışı verir veya kullanıcı ayar seviyesinde alarmı açmak için bir anahtarı çalıştırır.



Şekil-3.73 *Pano tipi şebeke güç analizörü*



Şekil-3.74 *Ölçüm cihazı şeklinde şebeke güç analizörü*

3. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Halil KARACA, Otomatik Kontrol ve Otomasyon Sistemlerinin Vazgeçilmez Elemanları: Duyargalar, TTMD Dergisi Sayı 33, Eylül-Ekim 2004.*
2. *[Fundamentals of HVAC Controls, PDH Course M197, http://www.cs.berkeley.edu/~culler/cs294-f09/m197content.pdf*
3. *BULGURCU, H., İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol, 308 sayfa, Doğa Teknik Yayın no:02 İstanbul 2005.*
4. *http://www.teknokoliker.com/2012/06/sensorler-ve-cesitleri.html*
5. *ISERMANN, Rolf. 2006. Section 2.2 Sensors, pp. 32-52, of Chapter 2 Hardware, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers, Çevirmenler: Pınar DEMİRCİOĞLU ve İsmail BÖĞREKCİ*

BÖLÜM-4
SÜRÜCÜLER (OPERATÖRLER)

Hazırlayan
Hüseyin BULGURCU

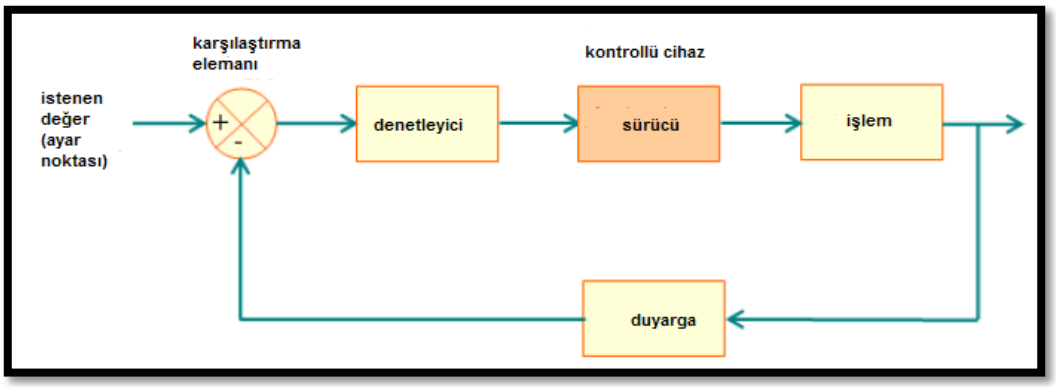
4.1 GİRİŞ

Sürücüler, vanalar ve damperleri açık ve kapalı konumlara ilerletirler. Kontrol cihazından gelen bir sinyale yanıt verirler. Bina yönetim sisteminde kontrolünde yaygın kullanılan dört ana tipi vardır:

- *Elektrik motorları*
- *Elektrikli sürücüler*
- *Pnömatik sürücüler*
- *Elektronik sürücüler*

Sürücü tipi seçimi bu özellikleri ve kontrol sisteminin seçimine bağlıdır.

Önemli sürücü özellikleri, moment (kontrol edilen cihazın hareketini sağlama kabiliyeti) ve strok süresidir. Strok süresi, sınırlayıcı konumlar (kapalı, açık ve tam tersi) arasında hareketin süresidir. Sürücü, aynı zamanda gerçek vana veya damper içeren kontrol edilen cihazın bir parçasıdır.



Şekil-4.1 *Kontrol döngüsü diyagramı [1]*

4.2 ALTERNATİF AKIM (AC) MOTORLARI

4.2.1 Tarihçesi

- *Elektrik motoru, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren bir makinedir.*
- *Elektrik motoruyla ilgili ilk çalışmalar, Danimarkalı bilim adamı Hans Christian Orsted tarafından yapılmıştır.*
- *Orsted, 1820 yılında bir iletkenden geçen akımın bir manyetik alan oluşturduğunu buldu. Bu durumun tersinin de geçerli olduğunu kanıtlamaya çalışan Michael Faraday, 1821 yılında elektrik akımını dönme hareketine dönüştüren bir aygıt yaptı.*
- *Böylece elektrik motorunun ilk basit örneği gerçekleştirilmiş oldu.*
- *1888 yılında Sırp asıllı ABD'li elektrik mühendisi Nicola Tesla, alternatif akım motorları için temel bir çalışma ilkesi olan döner manyetik alanı bularak ilk asenkron motoru gerçekleştirdi.*

4.2.2 AC (Alternatif Akım) Motorun Çalışması

- *AC elektrik motorları rotor ve stator olmak üzere iki ana bölümden oluşur.*
- *Stator, motorun hareket etmeyen bölümüdür. Gövdesindeki oyuklar içerisine yerleştirilmiş iletkenlerden akım geçirildiğinde bir manyetik alan oluşturur.*
- *Rotorda iletkenlerden geçen akımın oluşturduğu manyetik alanla stator manyetik alanı etkileşime geçer ve bunun sonunda da rotor, dönme hareketi yapar.*



Şekil-4.2 *AC Motorları*

4.2.3 AC Motorların Üstünlükleri

- *Basit yapıdadırlar,*
- *Sürekli bakım istemezler,*
- *Devir sayıları hemen hemen sabittir, yükle çok değişmez,*
- *Devir sayıları, frekans konverterleri yardımı ile geniş aralıkta kolayca ayarlanabilir,*
- *Fiyatı diğer motor türlerine oranla ucuzdur,*
- *Doğru akım motorlarında görülen ark (kıvılcım) bu motorların çalışmasında oluşmaz.*

4.2.4 AC Motor Çeşitleri

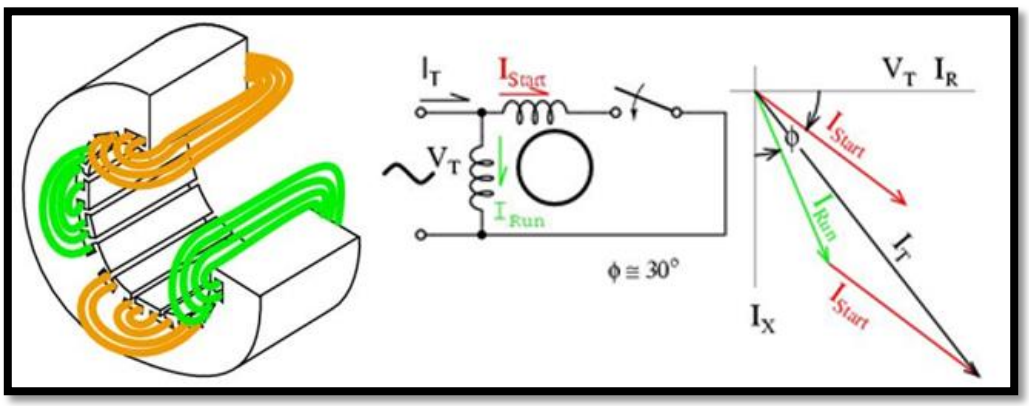
1. *Üniversal motor (fırça ve komitatörlü)*
2. *Ayrık (split) fazlı (RSIR)*
3. *Gölge kutuplu*
4. *Kapasitör kalkışlı, indüksiyon çalıştırmalı (C.S.I.R.)*
5. *Kapasitör kalkışlı, kapasitör çalıştırmalı (C.S.R.)*
6. *Daimî ayrık kapasitörlü (P.S.C.)*
7. *Repülsiyon-indüksiyon (tepkili-etkili)*
8. *Step (adım) Motor*

4.2.5 Tek Fazlı Asenkron Motorlar

Bir fazlı asenkron motorlar, üç fazlı asenkron motorlar gibi stator ve rotor olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Bir fazlı asenkron motorlar kendi aralarında yardımcı sargılı ve gölge kutuplu motorlar olmak üzere iki gruba ayrılır.

4.2.6 Yardımcı Sargılı Bir Fazlı Motorlar

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda, stator sargıları bir ana sargı (çalışma sargısı) ile yardımcı (yol verme) sargıdan oluşur.



Şekil-4.3 *Yardımcı sargılı motorlarda yardımcı sargının ilk hareket esnasında oluşturduğu faz farkı [3]*

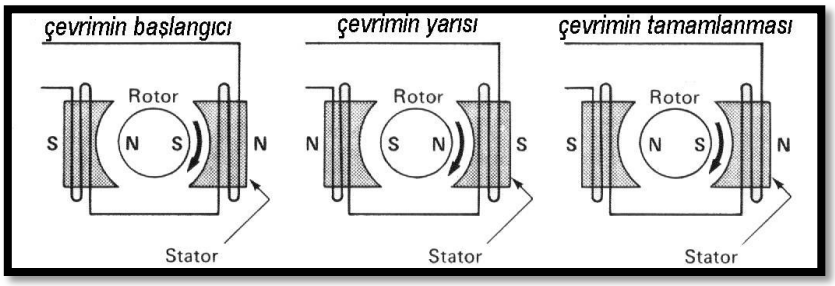
- ***Gövde:*** *Soğutmanın iyi olabilmesi için asenkron (AC) motorların gövdesi çıkıntılı olarak üretilir. Gücü küçük olan motorların yüzeyi düzdür. Orta güçlükteki motorların ise havayı aktarabilmesi için yüzeyleri çıkıntılı yapılır.*
- ***Rulmanlar ve Yataklar:*** *Asenkron motorlarda rotorun rahat dönebilmesi için kapaklar üzerine yerleştirilen rulmanlar ya da metal yataklar bulunur. Motor verimini bozulan rulmanlar düşürür.*
- ***Kapaklar:*** *Asenkron motorun statoru, iki kapak yardımıyla dış ortamdan ayrılır. Rotoru tutan kapakların üzerinde rulmanlar yataklara yerleştirilmiştir.*
- ***Soğutucu Pervane:*** *Asenkron motorlarda sargılar çalışmadan dolayı ısınır. Bunu önlemek için rotor mili üzerine yerleştirilen alüminyum veya plastik soğutucu pervane kullanılır. Diğer adı 'fan'dır.*

4.2.7 AC Motorların Üstünlükleri

- *Basit yapıdadırlar,*
- *Sürekli bakım istemezler,*
- *Devir sayıları hemen hemen sabittir, yükle çok değişmez,*
- *Devir sayıları, frekans konverterleri yardımı ile geniş aralıkta kolayca ayarlanabilir,*
- *Fiyatı diğer motor türlerine oranla ucuzdur,*
- *Doğru akım motorlarında görülen ark (kıvılcım) bu motorların çalışmasında oluşmaz.*

4.2.8 AC İndüksiyon Motorunun Çalışması

- *Stator sargılarına uygulanan üç fazlı alternatif akım bu sargılarda döner bir manyetik alan meydana getirir. Bu döner alan rotorda endüksiyon akımları meydana getirir. Rotorda oluşan endüksiyon akımları rotorda N-S kutuplarını oluşturur. Rotorun kutupları döner alan kutuplarından etkilenerek dönmeye başlar. Statorda oluşan döner alan rotor sargılarını keserek bu sargılarda bir EMK indükler.*
- *AC motorlar kullanım isteğine göre şebekeye değişik bağlanabilir. Değişik kalkınma akımı ve çalışma gücü için motorlar yıldız veya üçgen çalıştırılır.*
- *Ana sargı; omik direncinin küçük olması için kalın kesitli iletkenlerden yapılır.*
- *Ayrıca reaktansının büyük değerde olması için de hem alt kata yerleştirilir hem de sarım sayısı yardımcı sargıdan daha fazladır.*
- *Yardımcı sargının ise; kesiti, ince olup omik direnci ana sargıya göre daha fazladır. Yardımcı sargı, üst kata yerleştirilir.*



Şekil-4.4 *AC indüksiyon motorun çalışması [8]*

4.2.9 Yardımcı Sargılı Motor Çalışma Prensibi (Tek Faz Motorlar İçin)

- *Ana ve yardımcı sargı, stator oluklarına 90'ar derece faz farklı olarak yerleştirilmiştir.*
- *Stator sargılarına uygulanan gerilim bu iki sargının birincisinden normal geçerken ikinci sargıdan 90° faz farklı geçer. Oluşan bu faz farkından dolayı iki fazlı bir döner alan meydana gelir. Döner alan içerisindeki sincap kafesli rotor çubuklarında EMK meydana gelir.*

4.2.10 Merkezkaç Anahtarı

- *Ana sargı ve yardımcı sargı ile kalkınan motor normal devrine ulaştığı zaman yardımcı sargının devreden çıkarılması gerekir.*
- *Merkezkaç anahtarının görevi, yardımcı sargıyı devreden çıkarmaktır.*
- *Motor miline yerleştirilmiş olan yardımcı sargıyı devrede tutan merkezkaç anahtarı motor belli bir devire ulaştığı zaman, merkez kaç kuvvetinin etkisiyle açılarak yardımcı sargıyı devreden çıkarır.*

4.2.11 Bir Fazlı Motorlarda Devir Ayarlamak ve Dönüş Yönü Değiştirmek

- *Üç fazlı asenkron motorlarda olduğu gibi yardımcı sargılı motorların devir sayıları, kutup sayılarına ve şebeke frekansına bağlıdır.*
- *Ayrıca gerilimi değiştirerek devir ayarı yapılabilir. Ancak $M_d = K.U^2$ formülünden de görüleceği gibi motorun momenti gerilimin karesi ile doğru orantılıdır. Gerilim azaltılırsa moment de azalır. Momentin düşmesinde sakınca olmayan uygulamalarda bu yöntem kullanılabilir.*
- *Yardımcı sargılı motorların boştaki devir sayıları ile tam yük altındaki devir sayıları %2,5 ile %5 arasında değişir.*
- *Bunun için üç fazlı asenkron motorlarda olduğu gibi, bu motorların da devirleri sabittir.*

4.2.12 Kutup Sayısının Değiştirilmesi (Tek Faz Motorlar İçin)

İki devirli yardımcı sargılı motor elde edebilmek için iki ayrı ana sargıya ve iki ayrı yardımcı sargıya ihtiyaç vardır. Örneğin, statora 4 kutuplu ana ve yardımcı sargılar yerleştirildikten sonra, 2 kutuplu ana ve yardımcı sargılar yerleştirilir. Böylece iki değişik devir elde edilir.

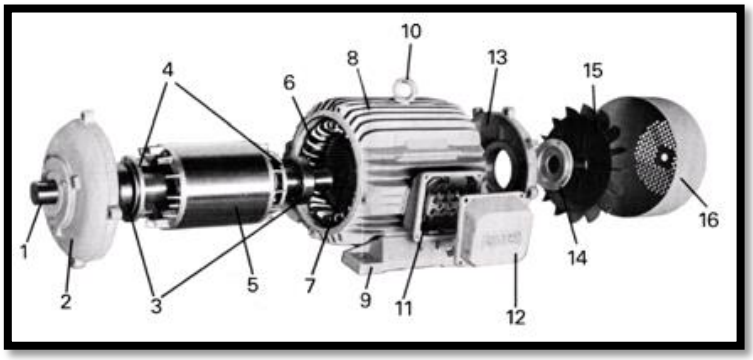
4.2.13 Frekans Dönüştürücüsü (Hız Kontrol Cihazları) ile Bir Fazlı Motorun Devir Ayarı Yapılabilir mi?

Bir fazlı motorlar 0 ile 650 Hz arasındaki frekanslarda çalıştırılarak geniş aralıklı bir devir ayarı imkânı vardır. Bir fazlı motorlar, küçük güçlü olarak yapıldıklarından devir ayarı problemi üç fazlı olan motorlara göre daha az ve frekans değiştirici ile bir fazlı motor devir ayarı masraflıdır. Bu nedenle bir fazlı motorlarda frekans değiştirici ile devir ayarı kullanılmamaktadır. Bunun yerine gerilimi hassas olarak değiştirebilen dimmer kartları bulunabilmektedir.

4.3 ASENKRON MOTOR (İNDÜKSİYON MOTORU)

İndüksiyon terimi indüklemeden gelir. Yani bir enerji tipinin manyetik olarak bir başka yerde kuvvet halini almasıdır. Motor ya da asenkron motor olarak anılan sistemler bu şekilde bir mantıkla çalışır ve rotor için gerekli gücü aktarıcı ya da kömür yataklarından ziyade elektromanyetik indüksiyon yoluyla aktaran asenkron motor tipidir. Asenkron motorlar kısaca; stator, rotor, rotor yatakları, pervane ve yan kapaklardan meydana gelir. Bir motorlara, stator sargılarında oluşan manyetik alanın dönme hızı ile rotor dönme hızı aynı olmadığından uyumlu olmayan motor anlamına gelen Asenkron Motor adı verilmiştir.

Asenkron motorlar indükleme prensibine göre çalıştıklarından indüksiyon motor olarak da bilinirler. Asenkron makineler endüstride genellikle motor olarak çalıştırılırlar, fakat belirli koşulların sağlanması durumunda jeneratör olarak (rüzgâr türbinleri) da çalıştırılabilirler.



***Şekil-4.5** Sincap kafesli asenkron motor yapısı [3] (1:Mil, 2:Motor kapağı, 3:Rulmanlar, 4:İç kapak yatağı, 5:Rotor, 6:Stator sargıları, 7:Gövde, 8:Stator, 9:Montaj ayağı, 10:Taşıma halkası, 11: Klemens kutusu ve bağlantı yeri, 12:Klemens kapağı, 13:Motor kapağı yatak burcu, 14:Dış yatak kapağı)*

4.3.1 Tek Fazlı Motor

Tek fazlı motorlarda iki çeşit sargı bulunmasına karşın sargılar aynı gerilimle beslenir. Sargılar faz farkı oluşturacak şekilde farklı özelliktedir. Bir fazlı asenkron motorların kullanım alanları oldukça fazladır. Bunun nedeni bakımının ve maliyetinin düşük olmasıdır.

Evlerde kullanılan birçok makinalarda tek fazlı bu tür motorlar tercih edilir.

4.3.2 Üç Fazlı Motorlar ve Motor Kontrolü

Üç fazlı motorlar, basit tasarıma, yapısı gereği yüksek ilk hareket momentine ve verimliliğe sahip olduğu için endüstride en çok tercih edilen motorlardır. Kullanım alanları arasında endüstriyel fanlar, havalandırma sistemleri, kompresörler ve konveyör sistemleri sayılabilir.

Üç fazlı motorlar yapısal olarak bir fazlı motorlarla benzer. Manyetik alanın oluşturulduğu bir stator ve mekanik enerjinin alındığı rotora sahiptir. Üç fazlı motorlarda üç adet stator sargısı vardır ve bu sargılar aralarında 120 ° farkla konumlandırılır.

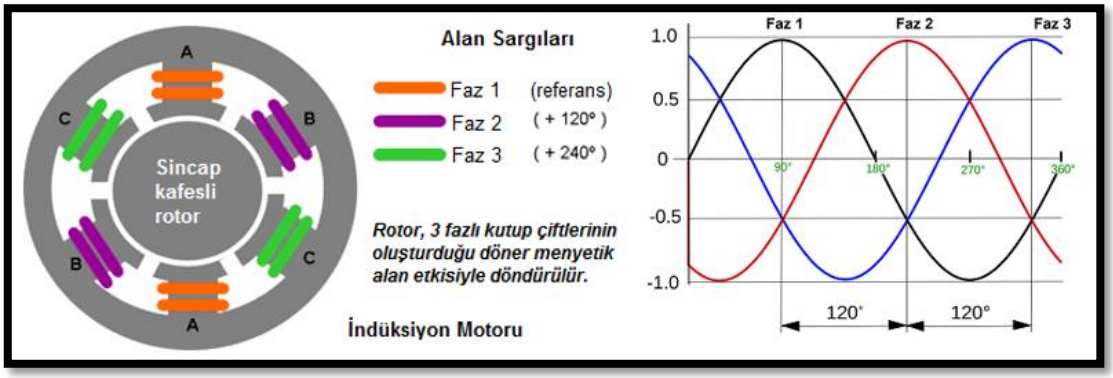
Stator ve rotor arasında elektriksel bir bağlantı yoktur ve bu motor elemanları yüksek mıknatıslanma özelliğine sahip plakalardan üretilir. Statorda indüklenen manyetik akı rotora havadan iletilir. Rotorda indüklenen manyetik alan ile stator manyetik alanı arasındaki hareketin oluşmasını sağlar. Dönme hareketi, rotor manyetik alanının stator döner manyetik alanının peşinden sürüklenmesi ile gerçekleşir.

4.3.3 Üç Fazlı Motor Nasıl Çalışır?

Üç fazlı AC motorları çalıştırmanın (yol vermenin) en kolay şekli doğrudan yol vermedir. Motorun sargı uçları birer kontaktör üzerinden direkt olarak şebekeye bağlayabilirsiniz.

Dikkat; AC (Asenkron motorlar) ilk çalışma anında normal akımlarının yaklaşık üç kat fazlasını çekmeye çalışırlar. Sıfır hızdan maksimum hıza anında çıkmak istediklerinden bu pik akımı olması doğaldır. Kontaktör ya da şalter ile çalıştırma yönteminde motor ilk yol verme zamanında mümkünse boşta çalıştırılmalıdır. Direkt yol verme, yüksek güçlü motorlarda (5 kW'ın üstünde) aşırı ısınma nedeniyle sargıların zarar görmesine neden olabilir. Bu nedenle yüksek güçlü motorlara düşük gerilimle yol verilir. Bu konunun halli için AC sürücü ya da yumuşak yol vericilerden faydalanabilirsiniz.

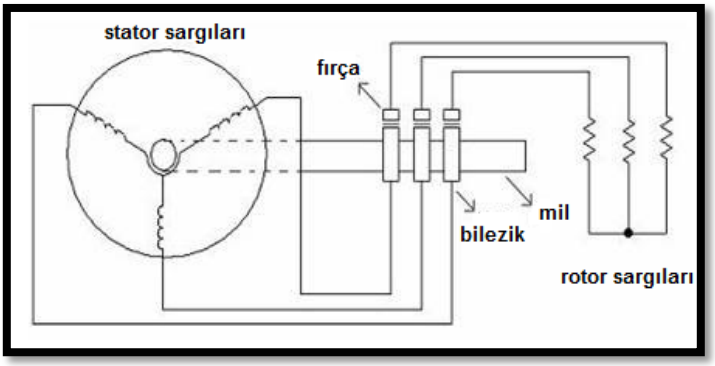
Üç fazlı asenkron motorlarda dönüş yönü değiştirilmek isterseniz verdiğiniz iki fazın bağlantı yerleri değiştirilip diğer tek fazın sabit tutulması yeterlidir. Ayrıca üç fazlı motorlarda dönüş yönünün değiştirilmesi için motor klemens tablosu bağlantısı şekil Dönüş yönü değiştirme işlemi genellikle kontaktörler ile yapılır. Dönüş yönünü değiştirmek için bazı durumlarda özel paket şalterler de kullanılmaktadır.



Şekil-4.6 *Üç fazlı motorlarda kutuplarda faz değişimi [3]*

4.3.4 Bilezikli Motorlar (Rotoru Sargılı)

Motorun rotorunda bulunan saç levhalar aynı endüvileri gibi kanallı olarak preslenir. Kanallara 120 ° faz farklı üç fazlı alternatif akım bobinleri yerleştirilir. Sargılar durumuna göre yıldız veya üçgen bağlandıktan sonra ortaya çıkan uçlar daha önceden rotor miline sabitlenmiş olan bileziklere tutturulur. Her bilezik, milden ve diğer bileziklerden yalıtılmış olmalıdır. Bu bilezikler, rotor sargılarına üç faz enerji taşıyan fırçalar baskı uygulayarak enerjiyi taşır.



Şekil-4.7 *Bilezikli üç fazlı motor [3]*

4.3.5 Etkili (İndüksiyon) Motorunun Çalışma Prensibi

Etkili motorunun stator sargılarına uygulanan üç fazlı alternatif akım bu sargılarda döner bir manyetik alan meydana getirir. Bu döner alan rotorda indüksiyon akımları meydana getirir. Rotorda oluşan indüksiyon akımları da rotorda N-S kutuplarını oluşturur. Sonuçta rotorun kutupları döner alan kutuplarından etkilenerek (itme-çekme şeklinde) dönmeye başlar.

Rotorda indüklenen Akım Statorda oluşan döner alan rotor sargılarını keserek bu sargılarda bir EMK indükler. Motor Bağlantıları AC motorlar kullanım isteğine göre şebekeye değişik şekillerde bağlanabilir. Moment Hızı ve Beygir (HP) Gücü için değişik kalkınma akımı ve çalışma gücü için motorlar yıldız veya üçgen çalıştırılır.

4.3.6 Yıldız Bağlı Motorlar

Yıldız bağlı olarak çalıştırılan motorlar kalkınma anında şebekeden daha düşük akım çeker. Devir sayısı aynı olmasına rağmen çalışma gücü üçgen bağlı motora göre zayıftır. AC üç fazlı motorlar doğrudan yıldız çalıştırılabilir. Resimde üç faz bobinleri ve yıldız bağlı bobinler görülmektedir.

4.3.7 Motorları Üçgen Bağlamak (Delta Tipi Bağlantı)

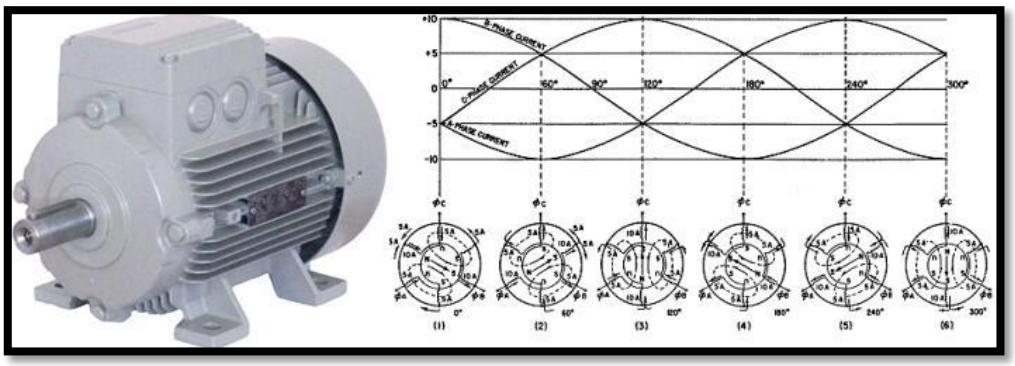
AC motorlar ilk kalkınma akımından mustariptir. Üçgen bağlantılı motorlar kalkınma anında şebekeden yüksek akım çeker. Üçgen bağlı motorların çalışma güçleri yıldız bağlantıya göre daha yüksektir. 3-4 kW'tan büyük güçlü motorların doğrudan üçgen çalıştırılmaları sakıncalıdır.

Büyük güçlü motorlar yıldız olarak kalkındırılıp ardından üçgene geçirilir. Bu konu ile ilgili buradan daha fazla bilgi edinebilirsiniz.

4.3.8 Asenkron Motorlarda (AC Motorlar) Hız Ayarı

Üç fazlı (bir fazlı motorlar için sürücü yoktur) AC motorların devir veya hızını ayarlamanın elektronik olarak üç yolu var.

1. *Frekansını değiştirerek*
2. *Voltajını değiştirerek*
3. *Her ikisini birden değiştirerek (V/F kontrol)*



Şekil-4.8 *Üç fazlı motor [3]*

4.3.9 AC Motorlarda Devir (Hız)

Senkron devir, 3 faz alternatif manyetik döner alanın devir sayısıdır. Asenkron motorlarda rotor, döner alan devrinden bir miktar (kayma oranı kadar) yavaş döner. Örneğin senkron devri 3000 d/d olan bir asenkron motor %5 kayma ile dönerse rotor devri 2850 d/d olur. Senkron motorlar da ise rotor devir sayısı döner manyetik alan devir sayısına eşittir. Örneğin senkron devri 3000 d/d olan bir senkron motorun rotor devri de 3000 d/d olur.

4.3.10 İki Devirli (Dahlender) Sargılı Motor Türleri

Çift devirli asenkron motorlar, yapı ve çalışma özelliği bakımından tek devirli asenkron motorlarla aynıdır. Sadece tek devirli asenkron motorların statorunda tek kutup sayılı bir sargı varken çift devirli asenkron motorların statorunda ise farklı kutup sayılı iki veya tek sargı bulunur.

Sonuç itibarı ile her iki motorun statorunda üç faz sargısı bulunur ve aralarında 120'şer derecelik açı olan döner alan oluşturur. Bu döner alanların etkisi ile rotor dönmesini sürdürür. Düşük devirde çalışırken büyük kutup sayılı sargının oluşturduğu manyetik alan rotoru yavaş döndürür. Yüksek devirde çalışırken de küçük kutup sayılı sargının manyetik alanıyla rotor hızlı döndürür.

4.3.11 Çift Devirli Motorlar Nerelerde Kullanılır?

Asenkron motorun statoruna iki veya tek sargı sarılarak rotorundan 2 veya 3-4 değişik devir elde edilebilen motorlara denir. 2 değişik devir için motor klemensine altı uç çıkarılır. Teorik olarak üç değişik devir için motorun statoruna farklı kutup sayılı iki ayrı sargı sarılır. Sargılardan biri Dahlender bağlantılı yapılır. Klemens kutusuna ise dokuz uç çıkarılır. Dört değişik devir için yine statora farklı kutup sayılı, Dahlender bağlantılı iki sargı sarılır. Klemens kutusuna on iki uç çıkarılır. Bu tip sarımlarda, klemens kutusunda fazla uç olması, karışıklığa ve kumanda etme güçlüğüne neden olduğundan kullanılmaz.

Çift devirli asenkron motorların endüstride pek çok kullanım alanı mevcuttur. Genel olarak tek devirli asenkron motorun kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Özellikle farklı birkaç devir gerekli olan yerler için kullanılır.

Sanayinin her kolunda yerini almıştır. Pistonlu pompalarda, kompresörlerde, bant konveyörlerinde, vantilatörlerde, körüklerde, santrifüj pompalarında, torna, freze, matkap tezgâhlarında, aspiratörlerde, ağaç işleri makinelerinde, tekstil endüstrisinde, matbaa makinelerinde çok devirli asenkron motorlar için geniş bir uygulama sahası vardır.

4.3.12 Tepkili (Repülsiyon) Motor

Tepkili motorların statorları üç fazlı motorların statoruna benzer. Yalnız ana sargısı bulunan yardımcı sargılı motorun statoru ile de aynıdır. Tepkili motorun rotoru DC dinamonun endüvisi ile aynıdır. Yalnız tepkili motorda fırçalar kısa devre edilmiştir.

Tepkili motorda fırçalar kutup ekseninde olduğunda motorda dönme olmaz. Fırçalar kutup ekseninden kaydırılınca dönme gerçekleşir. Motor fırçaların döndürüldüğü yöne doğru dönme yapar. Tepkili motorların rotor sargılarının altına sincap kafes yerleştirilmiştir. Motor, devrine ulaşınca, fırçalar merkezkaç anahtarına benzer bir düzenekle rotordan ayrılır ve motor sincap kafes ile çalışmasını sürdürür.

4.3.13 Dahlender Sargılı (İki Devirli) Motorlar

Çift devirli asenkron motorlar, yapı ve çalışma özelliği bakımından tek devirli asenkron motorlarla aynıdır. Sadece tek devirli asenkron motorların statorunda tek kutup sayılı bir sargı varken çift devirli asenkron motorların statorunda ise farklı kutup sayılı iki veya tek sargı bulunur.

Sonuç itibarı ile her iki motorun statorunda 3 faz sargısı bulunur ve aralarında 120'şer derecelik açı olan döner alan oluşturur. Bu döner alanların etkisi ile rotor dönmesini sürdürür. Düşük devirde çalışırken büyük kutup sayılı

sargının oluşturduğu manyetik alan rotoru yavaş döndürür. Yüksek devirde çalışırken de küçük kutup sayılı sargının manyetik alanıyla rotor hızlı döndürür.

Tasarımı ve bağlantıları kolaydır. Ancak bu bağlantı türünde kutup sayıları oranı ½'dir. Yani 4/2 kutuplu veya 8/4 kutuplu gibi. Eğer bir sargıdan birbirinin katı iki değişik kutup sayısı elde edilecek bir bağlantı yapılmışsa bu bağlantıya "Dahlender bağlantı" ve bu tip motorlara da "Dahlender motorlar" denir. Dahlender bağlantıda sargı, küçük devir sayısı için yani büyük kutup sayısına göre tasarlanır. Her faz sargısının orta uçları bulunur. Faz sargıları giriş uçları 1U-1V-1W, orta uçlar 2U-2V-2W ile işaretlenir. Klemens tablosuna bu 6 uç çıkarılır. Dahlender sargılı motorlar, tam kalıp sargılıdır. Yarım kalıp sargılı uygulamada, küçük kutup sayılı (yüksek hızlı) çalışmada, kuvvetli harmonikler meydana gelmekte ve bu kuvvetli harmonikler, motorun yol almasına kötü etki yapmaktadır. Onun için yarım kalıp sargı uygulaması kullanılmamaktadır.

Volt elektrik dahlender sargılı motorlar, tam kalıp sargılıdır. Motorlar 4/2 veya 8/4 kutupludur. Faz sargıları stator içinde üçgen bağlıdır. Dahlender sargılı motorlar güç ve momente göre değişik şekillerde yapılır. Bu motorların stator sargı (çıkış) uçları, motor içinde üçgen veya yıldız bağlanır. Klemens tablosuna giriş (düşük hız 2p=4) ve orta (yüksek hız 2p=2) uçları çıkarılır. Motorun sabit güçlü mü? Sabit momentli mi veya değişik güç, değişik momentli mi? Bunun tespiti için klemens tablosuna bakılır.

4.3.14 PAM Sargılı (İki Devirli) Motorlar

Dahlander sargının özel bir tipidir. Tasarımı sargının sarılması daha zordur. Dahlander sargıda hız oranı 1 /2 iken, PAM sargıda birbirinin katı olmayan ve ardışık hızlı 2 hatta 3 hızlı olabilir. Örneğin 6/4, 8/6, 10/8 kutuplu gibi… PAM sargılı motorlarda kafes rotorlar kullanılır. PAM sargıda, stator faz sargılarının bir yarısında akım yönleri değiştirilerek kutup sayısı değiştirilir. PAM sözcüğü, pole-amlitude-modulation (kutup genliği modülasyonu) sözcüklerinin ilk harflerinden gelmektedir. Pam sargıda, sargının tasarımı büyük kutup sayısına göre yapılır. Ancak sargının bağlantısı değiştirilerek istenen küçük kutup sayısı da elde edilir. Tasarımı zor olmasına karşın ayrı sarılı çok devirli motorlara göre bir sargıdan daha büyük güç elde edilebildiğinden tercih edilmesi gereken sargı örneğidir.

4.3.15 Çift Devirli Motorlar Nerelerde Kullanılır?

Asenkron motorun statoruna iki veya tek sargı sarılarak rotorundan 2 veya 3-4 değişik devir elde edilebilen motorlara denir. 2 değişik devir için motor klemensine altı uç çıkarılır. Teorik olarak üç değişik devir için motorun statoruna farklı kutup sayılı iki ayrı sargı sarılır. Sargılardan biri Dahlender bağlantılı yapılır. Klemens kutusuna ise dokuz uç çıkarılır. Dört değişik devir için yine statora farklı kutup sayılı, Dahlender bağlantılı iki sargı sarılır. Klemens kutusuna on iki uç çıkarılır. Bu tip sarımlarda, klemens kutusunda fazla uç olması, karışıklığa ve kumanda etme güçlüğüne neden olduğundan kullanılmaz.

Çift devirli asenkron motorların endüstride pek çok kullanım alanı mevcuttur. Genel olarak tek devirli asenkron motorun kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Özellikle farklı birkaç devir gerekli olan yerler için kullanılır.

Sanayinin her kolunda yerini almıştır. Pistonlu pompalarda, kompresörlerde, bant konveyörlerinde, vantilatörlerde, körüklerde, santrifüj pompalarında, torna, freze, matkap tezgâhlarında, aspiratörlerde, ağaç işleri makinelerinde, tekstil endüstrisinde, matbaa makinelerinde çok devirli asenkron motorlar için geniş bir uygulama sahası vardır.

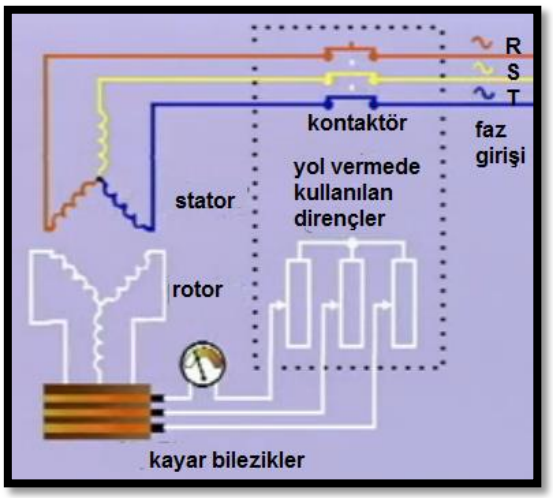
4.3.16 Rotoru Sargılı Olan Asenkron Motorlara Yol Vermek

Bilezikli asenkron motor da denen rotoru sargılı asenkron motorlar da sincap kafesli asenkron motorlarda olduğu gibi kalkınma anında aşırı akım çeker. Ancak rotoru sargılı asenkron motorlarda rotor sargı direnci, yol verme anında devresine direnç eklenerek artırılırsa kalkınma anında motordan maksimum döndürme momenti elde edilir.

Bu nedenle rotoru sarılı asenkron motorların yol alma karakteristikleri, sincap kafesli asenkron motorlara göre daha iyidir.

Yol verme anında rotor sargılarına direnç eklendiğinde motor, maksimum moment ve normal kalkınma akımı ile yol alır. Rotor devresine direnç eklenmemiş bir asenkron motor maksimum döndürme momentine senkron devrin %80'inde ulaşır. Eğer rotor sargı direnci %20 artırılırsa motorun ilk hareketinde maksimum döndürme momenti elde edilir.

Bu nedenle rotor devresine yol verme sırasında bir veya birkaç kademe direnç eklenerek hem yol alma akımı azaltılmış olur hem de maksimum kalkınma momenti elde edilir. İlk anda rotor devresine, motorun gücüne uygun dirençler bağlanır. Motor yol aldıkça dirençler kademeli şekilde devreden çıkartılır ve sonunda rotor sargı uçları yüksüz hale gelir.



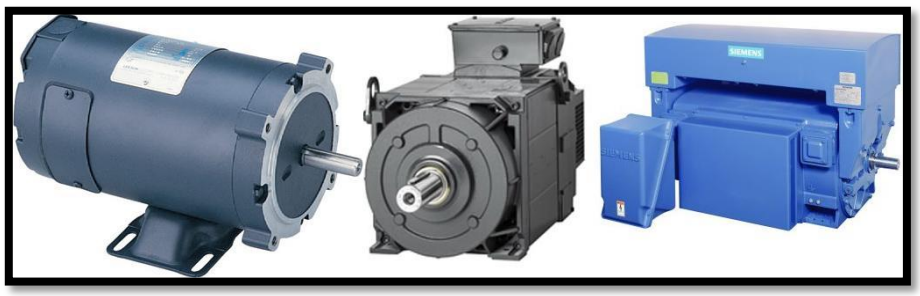
Şekil-4.9 *Rotoru sargılı asenkron motor bağlantı şeması [3]*

4.4 DOĞRU AKIM MOTORLARI (MOMENT MOTORLARI)

4.4.1 DC Motor Çalışma Prensipleri

Doğru akım yönü ve büyüklüğü sabit olan akımdır. Pil, akü gibi kaynaklardan elde edildiği gibi alternatif akımın doğrultulması ile de elde edilebilir. Herhangi bir iletkene doğru akım tatbik edildiğinde; iletken, sabit bir manyetik alan oluşturur. N ve S kutuplarından oluşan bu sabit manyetik alan, etki alanının içerisindeki iletken cisimlere veya farklı manyetik alanlara sabit mıknatısın gösterdiği etkiyi gösterir. Yani iletken cisimleri kendisine çeker, aynı kutuplu manyetik alanları iter; farklı kutuplu manyetik alanları çeker. N kutbundan S kutbuna doğru oluşan bu kuvveti, manyetik akı olarak adlandırıyoruz. DC motorlar, statorda oluşturulan sabit manyetik alanın rotorda oluşturulan sabit manyetik alanı itmesi ve çekmesi prensibine göre çalışır.

Günümüzde elektrik-elektronikteki ilerlemelere paralel olarak bu motorların kullanım alanı oldukça artmıştır. Büro aletleri, fotokopi makineleri, fan ve üfleyiciler, su-hava kimyasal pompalar, tarayıcılar, elektrikli ev aletleri, yazıcılar ve teyp sürücüleri gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ayrıca iş makinelerinde, büyük havalandırma sistemlerinde, optik tarayıcılarda ve tıp aletlerinde de kullanılır.



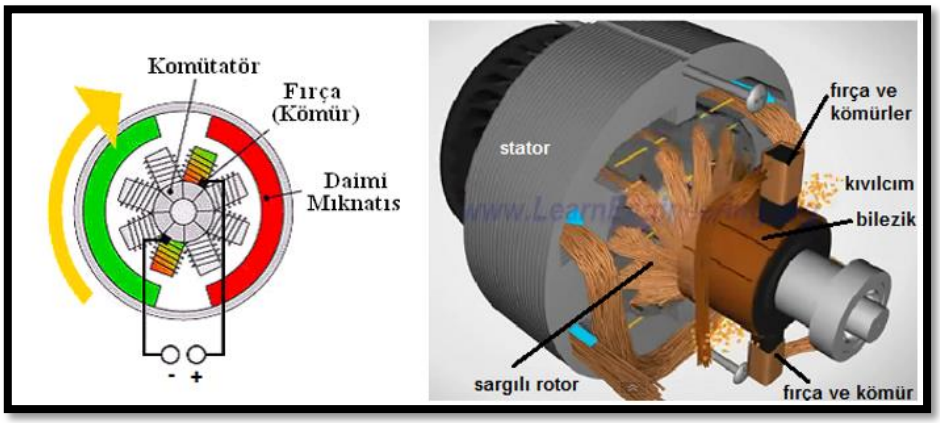
Şekil-4.10 *DC Motorlar*

4.4.2 Doğru Akım Motorları (DC Motor Sistemleri)

Doğru akım motoru, doğru akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren elektrik makinesidir. Doğru akım motorlarına DA motor veya DC motor da denilmektedir. Herhangi bir iletkene doğru akım tatbik edildiğinde iletken, sabit bir manyetik alan oluşturur. N ve S kutuplarından oluşan bu sabit manyetik alan etki alanının içerisindeki iletken cisimlere veya farklı manyetik alanlara sabit mıknatısın gösterdiği etkiyi gösterir. Yani iletken cisimleri kendisine çeker, aynı kutuplu manyetik alanları iter; farklı kutuplu manyetik alanları çeker. N kutbundan S kutbuna doğru oluşan bu kuvveti manyetik akı olarak adlandırıyoruz. DC motorlar, statorda oluşturulan sabit manyetik alanın rotorda oluşturulan sabit manyetik alanı itmesi ve çekmesi prensibine göre çalışır. Statorda kuzey-güney ekseninde oluşan sabit manyetik alana karşı, rotorda bu eksenden belli bir açıda kayık olarak yerleştirilen sargıda ikinci bir sabit manyetik alan oluşturulur. Rotorun hareketi ile rotor sargısının stator sargısıyla aynı eksene gelmesi ve hareketin sona ermesini engellemek için rotor üzerinde birden fazla sargı oluşturulmuştur. Bu sargılar yine rotorun üzerindeki bir kolektörde toplanır. Kolektöre uygulanan gerilim, kömür fırçalar marifeti ile aktarılır. Kömür fırçalar, sabit eksende olduğu için rotor döndükçe gerilim uygulanan sargılar da değişecektir. Her defasında stator eksenine belli açıda manyetik alan oluşturan sargıya gerilim tatbik edildiğinden dönme sürekli devam eder.

DC motorların yol alma momentleri yüksektir ve devir sayıları geniş bir saha boyunca ayarlanabilir. Dönüş yönü değiştirilmek istendiğinde rotora uygulanan gerilimin polaritesi değiştirilir. Yani + ve – uçları ters bağlanır. Rotor (endüvi) akımı azaltılıp çoğaltıldığında motorun devri de değişecektir. Bu tip motorların klima sistemlerinde kullanılamamasının en büyük nedeni, hermetik yapı içerisindeki kompresörlerin yağ ve soğutucu akışkanın kömürlere yapacağı negatif etki ve aşındığında kömürlere ulaşılamamasıdır.

Rotordaki sargılar birbirleriyle ilişkilendirildikten sonra kare dalgalar hâlinde akım tatbik edilmektedir. Tatbik edilen akım, doğru akım olup tatbik edilme sıklığı devir sayısını belirler. Yapı bileşenleri basit ve maliyeti düşük bir tetikleme (komütasyon) modülü ile bu işlem gerçekleştirildiğinden motorun imalat maliyeti de düşüktür.



Şekil-4.11 *Doğru akım (DC) motoru [8]*

4.4.3 DC Motorlar Nasıl Sürülür?

Bu tip motorlarda tetikleme hızını ayarlamak için rotorun konumunun bilinmesi gerekir. Bu nedenle motor, rotorun konumunu sürekli olarak algılayan ve bildiren bir rotor konum duyargası ile donatılmıştır. Tetikleme modülündeki yarı iletken invertörün ve rotor konum duyargasının kombinasyonu sonucunda klasik DC makinelerindeki gibi doğrusal hız-moment karakteristiğine sahip bir sürücü sistemi meydana getirilir. Otomatik senkron çalışma, tetikleme sinyallerine göre çıkış üreten yarı iletken invertör ile sıralı olarak sargılara akım yönlendirilerek sağlanır. Doğru akım motorlarında endüvinin dönmesiyle beraber endüvideki sargıların kutup sargılarının yarattığı sabit manyetik alanı kesmesi sonucunda üzerinde bir indükleme gerilimi oluşur. Motorun çektiği akımın düşmesine neden olan bu gerilime zıt elektromotor kuvveti denir.

Zıt emk dalga şekli yamuk (trapeziodal) olan otomatik-senkron motorlar için "fırçasız DA motoru (FSDAM)" terimi; zıt EMK dalga sekli sinüsoidal olan otomatik-senkron motorlar için "kalıcı mıknatıslı senkron motor (KMSM)" terimi kullanılması genel kabul görmüştür.

Yamuk zıt EMK'li makine için rotor konum duyargası olarak basit konum detektörleri kullanılır. Örneğin hall-etkili duyargalar, rotor manyetik alanını algılar ve böylece faz anahtarlama noktalarını tespit edebilir. Sinüsoidal zıt EMK'li makine ise daha hassas konum bilgisi gerektirir. Çünkü sargılara uygulanan akımın dalga şeklinin hassas olarak izlenmesi gerekir. FSDA motorda moment fonksiyonu yamukken, KMS motorda moment fonksiyonu sinüzoidaldir.

4.4.4 Fırçasız DC Motorların Avantajları

- *Yüksek verim*
- *Doğrusal moment-hız ilişkisi*
- *Yüksek moment-hacim oranı (Az bakır gerektirir.)*
- *Fırçaların ve kolektörün olmayışı (daha az bakım, tehlikeli ortamlarda kullanılabilme)*

4.4.5 Fırçasız DC Motorların Dezavantajları

- *Harici güç elektroniği gerektirir.*
- *Uygun çalışma için rotor konum bilgisi gerektirir.*
- *Hall-etkili duyargalara gerek vardır.*
- *Duyargasız yöntemlerin kullanımı ilave algoritmalar gerektirir.*

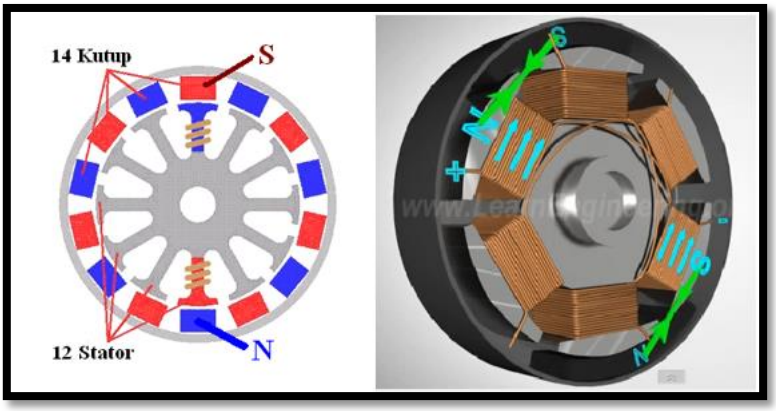
DC motorlar bakım gerektirdiğinden son dönem yerini AC sistemlere terk etmiştir. DC motorlar özellikle moment kontrol konusunda oldukça başarılı sistemlerdir.

4.4.6 Fırçasız Doğru Akım Motorları

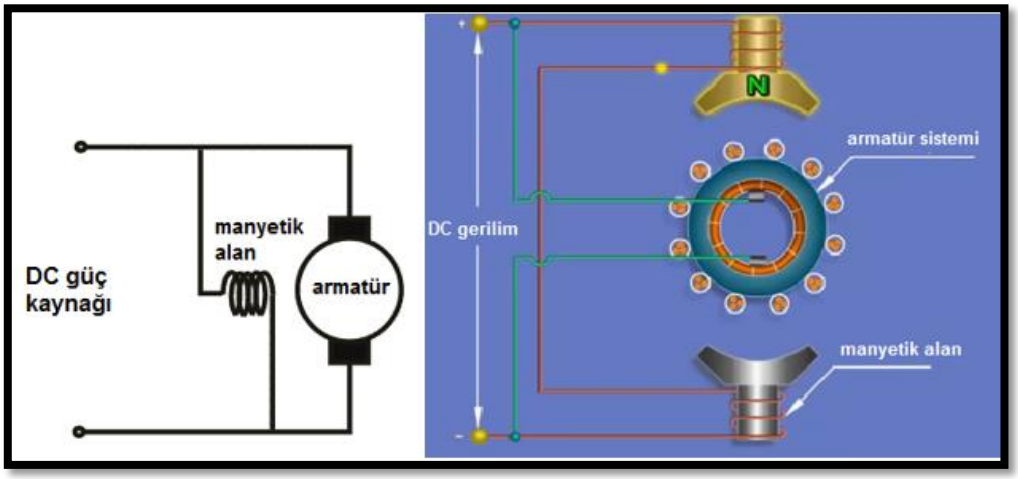
Bu motorlarda elektrik gücü iletimi, fırça ve kolektör yerine elektronik anahtarlar ile sağlanır. Böylece ark olayı önlenmiş olur. Motor, yüksek hızlara ulaşabilir. Kaynak gerilimleri düşüktür. Yaygın olarak kullanılan kaynak gerilimi 24 volttur. Hassas hız kontrolü, yüksek verim ve uzun ömürlü olması bu motoru yaygın olarak kullanılır hâle getirmektedir. Uygun sürücüler yardımıyla hız, moment ve devir yönü kontrol edilebilir. Küçük boyutlarda üretilebilir. Verim, hız ve moment gibi faktörler dikkate alındığında alternatif akım motorlarına göre üstünlükler gösterir. En önemli dezavantajı, ekstradan yarı iletken malzeme ve duyargalar gerektirmesidir. Böylece motorun maliyeti artmaktadır.

4.4.7 Paralel (Şönt) Motorları Nasıl Çalışır?

Uyartım sargısının endüvi sargısına paralel olarak bağlandığı doğru akım motorlarıdır. Şönt motorun devir sayısı, yük ile çok fazla değişmez. Motorun devir sayısı, kaynak gerilimi veya endüvi akımı ile kontrol edilebilir. Yol alma anındaki momentleri düşüktür. Motor boşta çalışırken de devir sayısı normal değerdedir. Motorun maksimum verimde çalışması için motorun sabit kayıplarının endüvi kayıplarına eşit olması gerekir. Motorun üreteceği moment, endüvi akımıyla doğru orantılı olarak artar. Yüksek kalkınma momenti ve sabit devir sayısı istenen uygulamalarda kullanılır. Vantilatör, aspiratör ve tulumbalar, kâğıt fabrikaları, dokuma tezgâhları, gemi pervaneleri, matbaa makineleri ve asansörler bu motorun kullanım alanlarındandır.



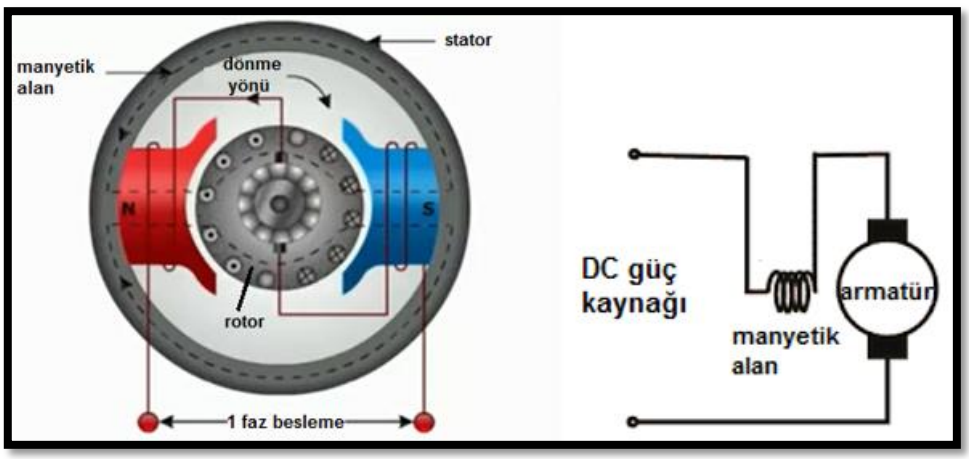
Şekil-4.12 *Fırçasız DC motorda kutup ve statorlar [8]*



Şekil-4.13 *Paralel (şönt) motor*

4.4.8 Seri Motorlar

Uyartım sargısı endüvi sargısının birbirine seri olarak bağlandığı doğru akım motoru çeşididir. Motor, yüklendikçe devir sayısı hızla düşer. Bunun nedeni, yük akımının aynı zamanda uyartım akımı olmasıdır. Akım arttığında manyetik akı f' de artacaktır ve E=K.f.n formülüne göre manyetik akı arttığında devir sayısı da düşecektir. Seri motorun yol alma momenti oldukça yüksektir. Motor boşta çalıştığında f değeri oldukça küçük bir değer alır. Dolayısıyla devir sayısı, tehlikeli bir şekilde yükselebilir. Bu yüzden seri motor boşta çalıştırılmamalıdır.



Şekil-4.14 *Seri motor [8]*

4.5 SERVO MOTORLAR

Endüstriyel kontrol alanındaki teknolojik gelişmeler birçok özel motorun ortadan kalkmasına uygulamaların çoğunun nispeten az sayıda motor tipiyle gerçekleşmesini dikkatin motordan, kaynak ve kontrol düzenlemelerine kaymasına neden olmuştur. Böylece üstün bir performans ve esneklik sağlanmıştır.

Ancak sabit hızlı bir motordan daha fazlası gerekli ise örneğin, pozisyonlama, yüksek kararlılık, periyodik çalışma, dinamik yük ve hız değişikliği isteniyorsa kullanıcının bir motor ve sürücü devresini satın alması gerekir. Burada servo motor ve sürücüleri hakkında bilgi sahibi olmanızı ve bir sistem için en iyi servo motor ve sürücüsünü seçmenize, sistemin gerektirdiği parametre değişikliğini yapmanıza, kontrol programlama yazılımını hatasız olarak yapmanıza yardımcıdır.

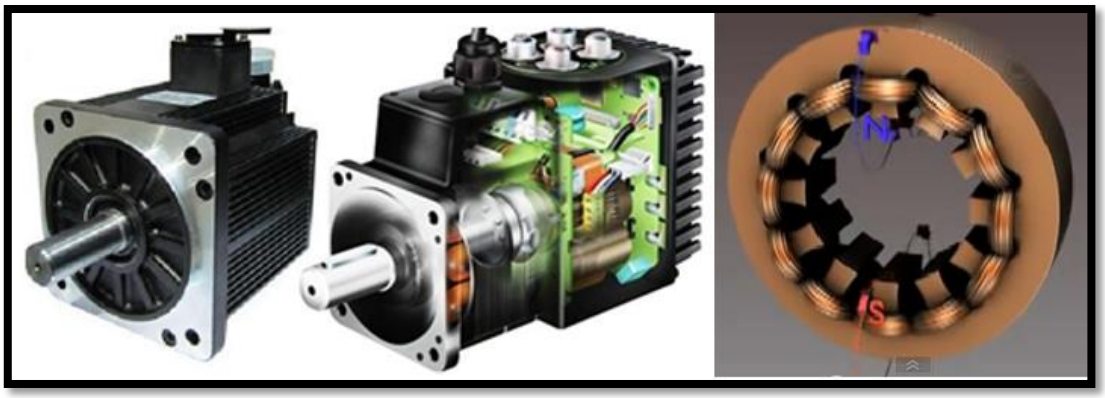
Servo motorlarda kendi aralarında; düşük atalet, orta atalet ve yüksek performans olarak sınıflara ayrılırlar.

4.5.1 Servo Motor Çeşitleri

- *DA (doğru akım) servo motor*
- *AA (alternatif akım) servo motor*

Servo motor AA ya da DA olarak bulunur. İlk zamanlarda servo motor genelde DA motorlardır. Çünkü uzun yıllar yüksek akımlar için tek kontrol yöntemi tristör kullanılmaktaydı. Transistörler yüksek akımları kontrol etme yeteneği kazandıkça ve yüksek akımları yüksek frekanslarda anahtarlandıkça servo motorlar daha sık kullanılmaya başlandı. İlk servo motor özellikle güçlendiriciler için tasarlanmıştı. Step motor kullanılmayan kapalı devre (çıkışın kontrol edildiği) sistemlere servo sistem diye adlandırılmaktadır. Bu yüzden hız kontrolcüye bağlanmış basit bir AA endüksiyon motorunun da servo motor olarak adlandırmak mümkündür.

Servo motor olarak tasarlanmış bir motorda yapılması gereken değişiklikler, ısıtma yapmadan bir hız aralığında çalışma kabiliyeti, rölantide çalışırken yükü belirli bir pozisyonda tutmaya yeterli momenti sağlama yeteneği ve uzun süreler için aşırı ısınmadan çok düşük hızlarda çalışma kabiliyetidir. Eski tip motorlarda doğrudan motor şaftına bağlanmış bir motor fanı bulunur.



***Şekil-4.15** Servo motorlar [8]*

Motor düşük hızda çalışırken fan, motoru soğutmak için yeterli havayı hareket ettiremez. Daha yeni motorlarda ayrı bir fan monte edilmiştir. Bu fan, ideal soğutucu havayı sağlar. Bu fan sabit bir gerilim kaynağıyla güçlendirilmiştir. Böylelikle servo motorun hızından bağımsız olarak her zaman maksimum devirde döner.

Servo motor, bir mekanizmada son kontrol elemanı olarak görev yapan motordur. Genellikle güç sağlayan motorlar belirli bir hızda dönmeye göre tasarlanırken servo motorlar çok geniş bir hız komutunu yerine getirecek şekilde tasarlanır. Servo motorlar kullanıcının komutlarını yerine getiren motorlardır. Komutlar, pozisyon ve hız komutları veya hız ve pozisyonun birleşimi olabilir. Bir servo motor şu karakteristiklere sahip olmalıdır:

- *Geniş bir hız sınırı içinde kararlı olarak çalışabilmelidir.*
- *Devir sayısı, hızlı ve düzgün şekilde değiştirilebilmelidir. Yani küçük boyuttan büyük moment elde edilebilmelidir.*

4.6 STEP (ADIM) MOTORLAR

Açısal konumu adımlar hâlinde değiştiren, çok hassas sinyallerle sürülen motorlara adım motorları denir. Adından da anlaşılacağı gibi adım motorları, belirli adımlarla hareket eder. Bu adımlar, motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir. Herhangi bir uyartımda motorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı motorun adım açısına bağlıdır. Adım açısı, motorun yapısına bağlı olarak 90°, 45°, 18°, 7.5°, 1.8° veya daha değişik açılarda olabilir. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı kontrol edilebilir. Adım motorlarının dönüş yönü, uygulanan sinyallerin sırası değiştirilerek saat ibresi yönü (CW) veya saat ibresinin tersi yönünde (CCW) olabilir.

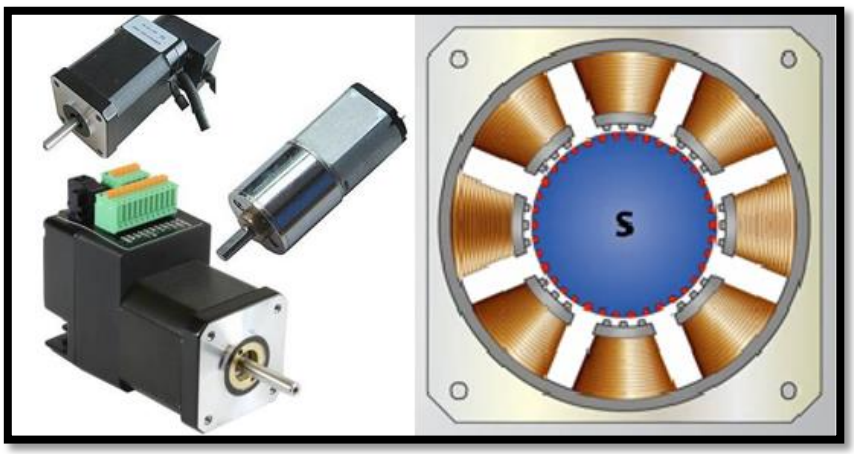
Adım motorlarının hangi yöne doğru döneceği, devir sayısı, devir sayısı gibi değerler mikroişlemci veya bilgisayar yardımı ile kontrol edilebilir. Sonuç olarak adım motorlarının hızı, dönüş yönü ve konumu her zaman bilinmektedir. Bu özelliklerinden dolayı adım motorları çok hassas konum kontrolü istenen yerlerde çok kullanılır.

Adım (step) motorlarının kullanıldıkları yerlere örnek olarak endüstriyel kontrol teknolojisi içerisinde bulunan bazı sistemler, robot sistemleri, takım tezgâhlarının ayarlama ve ölçmeleri verilebilir. Ayrıca adım motorları konumlandırma sistemlerinde, büro makineleri, klimalar ve teknolojisi alanında da kullanma alanı bulmaktadır.

4.6.1 Step motor nedir?

Step motor; elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektromekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi alındığında rotor ve buna bağlı şaft, sabit açısal birimlerde (step-adım) dönmeye başlar. Step motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdırlar (step motor sürücüsü).

Bu sürücü, bir kodlayıcı veya PLC'den giriş palsları alır. Alınan her giriş palsında, motor bir adım ilerler. Step motorları, bir motor turundaki adım sayısı ile anılır. Örnek olarak 400 adımlık bir step motor, bir tam dönüşünde (tur) 400 adım yapar. Bu durumda bir adımın açısı 360/400 = 0,9 derecedir. Bu değer, step motorun hassasiyetinin bir göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe step motor hassasiyeti ve dolayısı ile maliyeti artar.



***Şekil-4.16** Step motorlar [6]*

Step motorlar, yarım adım modunda çalıştıklarında hassasiyetleri daha da artar. Örnek olarak 400 adım/tur değerindeki bir step motor, yarım adım modunda tur başına 800 adım yapar. Bu da 0.9 dereceye oranla daha hassas olan 0.045 derecelik bir adım açısı anlamına gelir. Bazı step motorlarda mikro step tekniği ile adım açılarının daha da azaltılması söz konusudur. Ancak moment kayıpları nedeni ile bu kullanım şekli etiketleme makineleri için pek uygun değildir. Step motorun adım açısı ile birlikte step motordan tahrik alan çekme silindirinin çapı, etiketleme hassasiyetini belirler. Yüksek hızlarda hassas bir etiketleme yapabilmek için bu değerlerinden uygun kombinasyonu gerekmektedir.

Adım motorlarının bu kadar çok kullanılma alanı bulmasının nedeni, bu motorların bazı avantajlara sahip olmasıdır.

4.6.2 Step Motorların Avantajları

- *Geri beslemeye ihtiyaç göstermezler. Açık döngülü olarak kontrol edilebilirler.*
- *Motorun hareketlerinde konum hatası yoktur.*
- *Sayısal olarak kontrol edilebildiklerinden bilgisayar veya mikroişlemci gibi elemanlarla kontrol edilebilirler.*
- *Mekanik yapısı basit olduğundan bakım gerektirmezler.*
- *Herhangi bir hasara yol açmadan defalarca çalıştırılabilirler.*
- *Adım motorlarının bu avantajları yanında bazı dezavantajları da aşağıdaki şekilde sıralanabilir:*
- *Adım açıları sabit olduğundan hareketleri sürekli değil darbelidir.*
- *Sürtünme kaynaklı yükler, açık döngülü kontrolde konum hatası meydana getirirler.*
- *Elde edilebilecek güç ve moment sınırlıdır.*

4.6.3 Tipik Step Motorun Yapısı

Step motor statorunun birçok kutbu (genellikle sekiz) vardır. Bunların polaritesi elektronik anahtarlar yardımıyla değiştirilir. Anahtarlama sonucunda statorun ortalama güney ve kuzey kutupları döndürülmektedir. Rotorun güney kutbu, statorun kuzey kutbu sıralıdır.

Rotorun mıknatıslığı, bir sürekli mıknatıs veya dış uyarım metotlarıyla oluşturulabilir. Bu arada sürekli mıknatıs oluşacaktır. Adımları (stepler) vasıtasıyla ortalama stator alanı döner ve rotor da bunu benzer (adımlar) stepler arasında takip eder. Daha iyi bir seçicilik elde etmek için rotor ve stator üzerine küçük dişler yapılmaktadır. Bu dişler birbirleriyle temas etmemelidir.

4.6.4 Step Motorların Çalışma Prensibi

Step motora giriş darbesi (pulse) uygulandığı zaman, belli bir miktar döner ve durur. Bu dönme miktarı, motorun yapısına göre belli bir açı ile sınırlandırılmıştır. Step motorda rotorun dönmesi, girişe uygulanan darbe (pulse) adedine bağlı olarak değişir. Girişe tek bir darbe verildiğinde rotor, tek bir adım hareket eder ve durur. Daha fazla darbe uygulanınca darbe adedi kadar adım hareket eder.

Bütün step motorlarının çalışma prensibi bu şekildedir.

4.7 MOTOR SÜRÜCÜLERİ VE HIZ KONTROL CİHAZI YARDIMCI AKSESUARLARI

Motor sürücülerinin çıkış gerilimi güç kaynağının çıkış gerilimini aşamaz. Bundan dolayı 50Hz ve 60Hz frekans aralığında, sabit çıkış voltajı elde edilir. Bir motor sürücüsünün giriş beslemesine ise çıkışından da maksimum aynı voltajı alırsınız. 220 volt 1 faz girişli hız kontrol cihazlarının çıkışı da 3 faz 220 Volt dur.

Sürücü denilen cihaz sıkça kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise motorun hızını istenilen değerde ayarlayabiliyor olmasıdır. Örneğin çoğu makinada inverter mevcuttur. Klimalarda güç elemanı olarak motor kullanılır. Klimanın çalışma sıcaklığı istenilen sıcaklık değerine ayarlandığında ortam sıcaklığı bu değerde sabit tutulmalıdır. Eğer klima sisteminin çalışması Açma – Kapama esasına göre çalışacaksa (Bunun anlamı, klima tam güçte çalışacak ya da hiç çalışmayacaktır.) aşağıdaki problem ortaya çıkacaktır. Eğer klima motorunun hızı ortam sıcaklığı ile orantılı olarak değiştirilecek olursa ayarlanan sıcaklık değeri her zaman sabit kalacaktır.

Çoğu yarı iletken güç aygıtları inverterler ile kullanılırlar. Bu tür aygıtların farklı fonksiyonlara sahip olması, özelliklerinin değişik olması ve kullanma metotlarının kendi özelliklerine göre olmasından dolayı tasarım

metotları ve inverter yapıları farklıdır. Genellikle yarıiletken aygıtlar uzun ömürlü olurlar. Ancak aşırı akım ve gerilim değerlerine karşı dayanacakları kapasiteleri küçüktür. Dolayısıyla, motorları güvenli şekilde kullanmak için dikkat edilmesi gereken nokta akım koruma devreleri ile sürücü devreleridir. Bunlar kullanılmadığı takdirde çalışmada hata ya da sistemde kırılma oluşur.

Gelişmiş cihazlar hızlı çalışma şartlarında çalıştırılabilirler. Yüksek gerilimlere dayanıklı, yüksek akımda ve hızda çalışabilen cihazlar geliştirilmektedir. Ayrıca sistemin güvenliği için koruma devreleri de ilave edilmiştir. Sistemin birleştirilip basit bir yapıya sokulması işlemleri yavaş yavaş geliştirilmektedir. Bunun ötesinde, gücü sürme koruma teknikleri ile izolasyon teknikleri de inverter sisteme ilave olarak eklenmiştir.

4.7.1 İnverter Kavramı

Bir motorun devir sayısı, bu motoru besleyen güç kaynağının frekansı ve bu motordaki kutup sayısına bağlıdır. Motordaki kutup sayısı donanımla ilişkili olduğundan dolayı değiştirilmesi, sökülüp çıkartılması oldukça zordur. Öte yandan eğer şebekeden gelen elektriğin frekansı değiştirilirse motorun devir sayısı da istenilen oranda ayarlanmış olacaktır.

Güç üreten santrallerdeki elektriğin frekansı 50Hz'dir.

İnverter, istenilen frekansı elde etmek için kullanılan bir aygıttır. Aşağıdaki hesaplamaya dikkatle bakmak gerekir.

4.7.2 Eş Zamanlı Dönme Hızı: (n_s)

$$\boldsymbol{n_s = \frac{120\,f}{P}} \qquad (4.1)$$

Kutup Sayısı: (P) Motorlar genellikle 2, 4 veya 6 kutuplu olabilir.
Frekans (f): Motora uygulanan frekans (Hz)

4.7.3 Kayma Faktörü Nedir?

Asenkron motor, döner manyetik alanın oluşturduğu senkron hızda hiçbir zaman dönemez. Zaten dönse rotor dönmez ki bu imkânsızdır. Yani bu demektir ki rotorun döndüğü hız ile senkron hız farklıdır. Aralarında bir fark mevcuttur. İşte bu farkı kayma olarak belirtiyoruz.

Kayma "s" ile gösterilir ve formülü şu şekildedir:

$$\boldsymbol{S = \frac{n_s - n_r}{n_s}} \qquad [d/d] \qquad (4.2)$$

S=1: Kayma faktöründe rotor hızı (n_r) eğer sıfır olursa kayma 1'e eşit olur. Bu şu demektir; rotor henüz dönmeden önce statora bir gerilim uyguluyorsunuz, o gerilimin oluşturduğu manyetik alan sayesinde rotorda bir gerilim indükleniyor birazdan rotor dönecek. Bu çalışma mantığı transformatör çalışmadır. Yani asenkron motorun statoruna gerilim uygulandığında rotor henüz dönmeden önce makine, uçları kısa devre edilmiş bir transformatör gibi çalışır.

S<0: Eğer kayma sıfırdan küçük olursa n_r rotor hızı n_s senkron hızdan büyük anlamına gelir. Makine kendiliğinden senkron hızı geçemeyeceğinden dolayı demek ki motor dışarıdan tahrik makinesi ile döndürülüyordur. Yani jeneratör modunda çalışıyordur.

S=0: Kaymanın sıfıra eşit olması demek formülden de anlaşılacağı üzere n_r rotor hızının n_s senkron hıza eşit olması demektir. Rotorun senkron hıza eşit olacağını gösterir ancak bu durumun gerçekte mümkün olmayacağını önceden belirtmiştik. Teoride bu durum geçerli olsa da makine bu durumda statora gerilim uygulanıyor ancak rotordan akım geçmiyor yani rotor uçlarını açık devre gibi düşünürsek bu durum makinenin boşta çalışmasını temsil etmektedir.

S>1: Kayma 1'den büyük ise senkron hız ters yönde dönüyordur yani rotoru yönüyle aynı yönde. Bu durumda makine fren çalışma modunda çalışır. Asenkron motoru frenlemek için çeşitli yöntemler vardır. R,S,T fazlarının

ikisinin yeri değiştirilerek döner alanın yönü değiştirilebildiği gibi, stator sargılarına DC gerilim uygulayarak, stator faz sargılarını asimetrik bağlayarak gibi birçok frenleme yöntemi vardır.

Asenkron makinenin motor olarak çalışabilmesi için s kayma faktörünün 0 ile 1 arasında olması gerekir. Yani n_r rotor hızı senkron hızdan küçük olmalı.

Normalde kayma (S) seçilen devir sayısına göre 0.003 ile 0.005 arasındadır.

4.7.4 İndüksiyon Motorlarının Temel Karakteristikleri

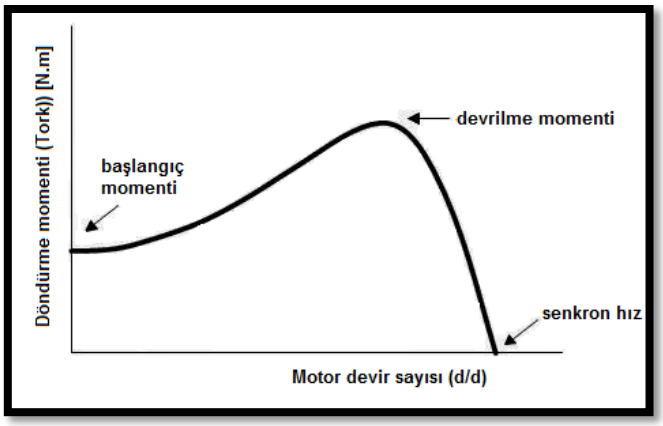
"Dönme Hızı" – "Moment" – "Akım" Karakteristiği

Asenkron motorun L tipi eşdeğer devreye göre moment formülü aşağıdaki gibidir:

$$\boldsymbol{M} = \frac{m.p}{4\pi f}\,\frac{r_2'}{S}\,\frac{V_1^2}{Z^2}\ [Nm] \qquad (4.3)$$

Buradaki Z ile gösterilen eşdeğer devrenin L tipindeki empendasını ifade ederken, m faz sayısını, p kutup sayısını, V_1 ve f statora uygulanan gerilim ve frekansını göstermektedir.

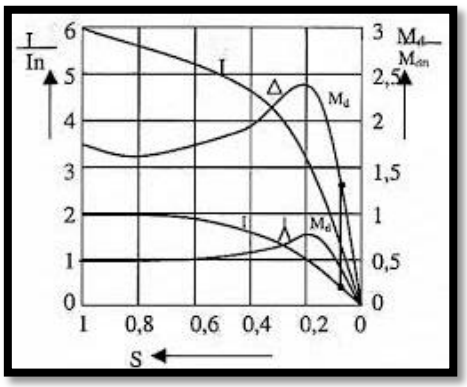
Moment formülüne ve makinenin hızına göre asenkron motorun devir sayısı-moment grafiği aşağıdaki şekilde olur:



Şekil-4.17 *Asenkron motor moment-devir sayısı karakteristiği*

Makine senkron hızdayken (gerçekte mümkün olmadığını söylediğimiz) rotorun hızı sıfır olduğu grafikte de açıkça görülüyor. Makinenin kalkınması için belli bir kalkış momenti vardır. Bu durumda rotor hızı sıfırdır bunu makinenin yenmesi gerekir ki makine kalkınsın ve harekete başlasın. Makine kalktıktan sonra belli bir hız değerinden sonra veriminin düştüğü görülmektedir. Yani devrilme momentini aşmıştır. Makinenin devrilme momentini aşmaması gerekir. Bu durumdaki hızına "devrilme hızı", kaymasına ise "devrilme kayması" denir. Bu parametrelere göre moment formülünden "devrilme momenti" hesaplanır.

Asenkron motorlar kullanılırken, hız ayarı yapılırken, yol verilirken hep bu durumlar göz önüne alınır. Yani kalkış momentini yenmesi ve devrilme momentini aşmaması gerekmektedir.



Şekil-4.18 *Üç fazlı Asenkron motorda akım-kayma-moment grafiği*

4.7.5 Motor Sürücü Kontrol Sistemleri

Değiştirilebilir hız kontrolü yapan inverter ile indüksiyon motorunun karakteristiğine göre çıkış gerilimi ve frekansı kontrol edilir. Yükün karakteristiği ve çalışma hızı, kontrolü etkileyen parametrelerdir. Inverter kontrol sistemindeki en önemli nokta, voltajın ve frekansın motorun çalışma karakteristiğine uygun olarak ayarlanmasıdır.

İnverter kontrol sistemi kısaca aşağıdaki şekilde sınıflanır.

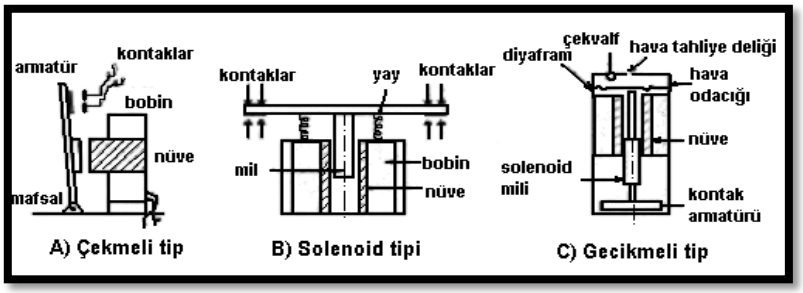
- *V/f (Voltaj/frekans) kontrol*
- *Moment frekansı*
- *Vektör kontrol*

Yukarıdaki özelliklerin dışında performansı etkileyen faktörler ürünün fiyatı, ayarlanabilme özelliğinin kolay yapılabiliyor olmasıdır. Bunun dışında farklı özellikleri de vardır. Temel inverter kontrollü indüksiyon motor uygulamalarının çoğunda V/f kontrol sistemi kullanılır. Bunun temel amacı daha fazla enerji tasarrufu sağlamak ve bakımın sürdürülebilir olmasını sağlamaktır. Mikroişlemci ve dijital kontrolün geliştirilmesi ile vektör kontrol teorisinin ilerlemesi sonucunda son yıllarda DA motor uygulamaları gibi yüksek düzeyli uygulamalarda vektör kontrolü de benimsenmiştir.

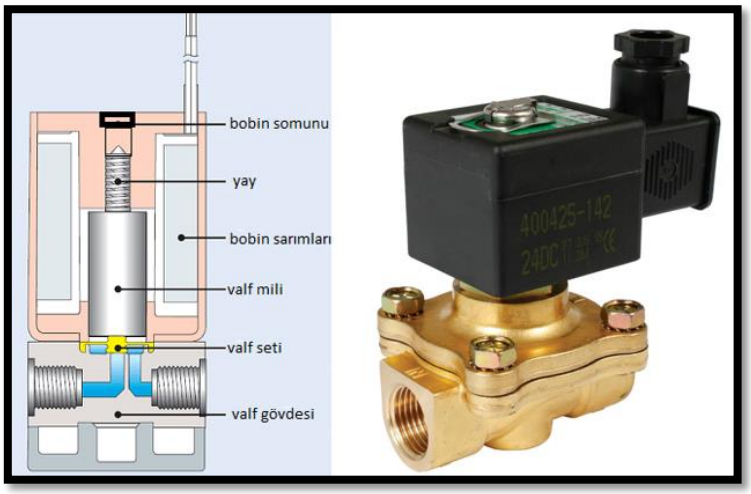
4.8 ELEKTRİKLİ SÜRÜCÜLER

- *Elektromanyetik bobinler (solenoidler, anahtarlama röleleri, kontaktörler ve motor kalkış cihazları)*
- *İki pozisyonlu (konumlu) motorlar*
- *Modülasyon motorları*

Elektromanyetik röleler manyetik alan prensibine göre çalışırlar; çekmeli, solenoid ve gecikmeli-pistonlu tipleri mevcuttur. Kontakları normalde açık (manyetik alan oluştuğunda kapanan), veya normalde kapalı (manyetik alan oluştuğunda açılan) tipte olabilir (Şekil-4.19 ve Şekil-4.20).



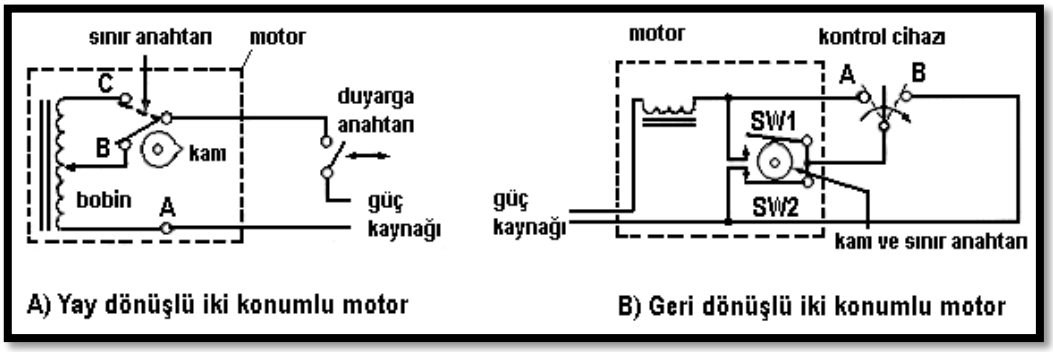
Şekil-4.19 *Elektrikli röleler [2]*



Şekil-4.20 *Solenoid vanalar*

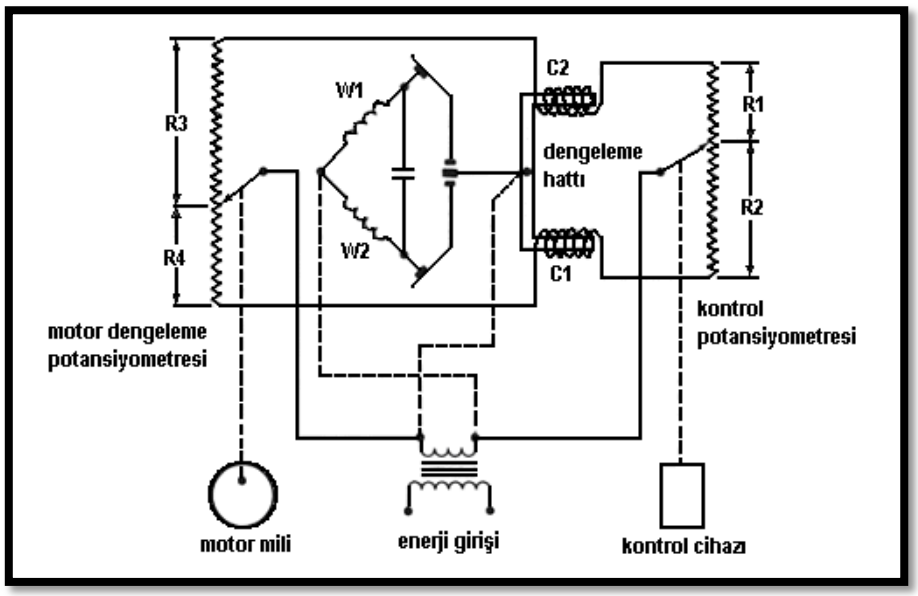
İki konumlu motorlar kendi içlerinde ikiye ayrılır: Yay dönüşlü ve geri dönüşlü. Yay ger dönüşlü modelde duyarga anahtarı kapandığında manyetik alan kam milini döndürmeye başlar. Kam mili iki konumlu anahtarı B'den C'ye geçirince bobin AB yerine AC bölgesinden enerjilenir, manyetik alan etkisi azalır. Kam mili daha fazla hareket edemez, askıda kalır. Duyarga anahtarı açık konuma geldiğinde bobin enerjisi kesilir. Kam mili yay etkisiyle Şekil-4.21A'da görünen konumuna geri döner.

Geri dönüşlü iki konumlu motor ise üç konumlu anahtar ile sürülür (Şekil-4.21B). Anahtar A konumunda iken kam mili kapalı konumdaki SW2 sınır anahtarı üzerinden devreyi tamamlar. Kam mili sola dönmeye başlar. Ancak kam mekanizması SW2 sınır anahtarını açık konuma getirdiğinde hareket durur. Ters yöne hareket ettirebilmek için kontrol cihaz anahtarını B konumuna getirmek gerekir. Motora herhangi bir hareket yaptırmak istemiyorsak orta (nötr) konumda bırakmamız gerekir.



***Şekil-4.21** İki Konumlu motorlar [2]*

Modülasyonlu motorlarda açık, kapalı konumların dışında ara konumları da elde etmek mümkündür. Kontrol cihazı bir potansiyometre yardımıyla C1 ve C2 bobinlerini devreye sokar (Şekil-4.22). R1 direnci R2'den daha küçük olduğunda C2 bobinin üzerinden daha fazla akım geçeceği için C2 enerjilenir. Dengeleme hattındaki üç konumlu anahtar yukarı doğru çekilerek motorun W1 sargısını devreye sokar ve motor sol tarafa dönmeye başlar. Kam mili sola dönmeye başladığında R4 direnci azalır, bu defa R4 direnci R1 direncine eşit olduğunda C1 bobini ile C2 bobininden geçen akım dengelenir. Anahtar orta (nötr) konuma gelir ve kam mili hareketsiz kalır. Dolayısıyla kontrol potansiyometresindeki bir hareket, motor dengeleme potansiyometresi tarafından ters yönde aynen uygulanmış olur. Bu motor oransal kontrol uygulamaları için uygun bir çözüm oluşturmuştur. Ancak günümüzde bu cihazlar yerine elektronik servo motorlar kullanılmaktadır.



***Şekil-4.22** Modülasyonlu motor [2]*

4.9 PNÖMATİK SÜRÜCÜLER (OPERATÖRLER)

Pnömatik sürücü, enerjiyi (çoğunlukla basınçlı havayı) mekanik harekete dönüştürür. Sürücünün türüne bağlı olarak hareket döner veya doğrusal olabilir. Glob valf, kelebek valf, yön kontrol valfi, vb. gibi kontrol valflerinin açılması veya kapanmasında kullanılırlar. Bazı türleri şunlardır:

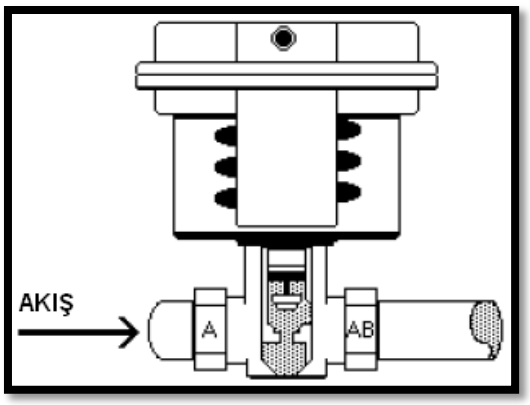
- *T kollu silindirler*
- *Döner sürücüler*
- *Manyetik bağlantılı veya döner silindirli kolsuz sürücüler*
- *Mekanik bağlantılı kolsuz sürücüler*
- *Vakum üreteçler*
- *Çift etkili veya tek etkili (yay dönüşlü)*

4.9.1 Pnömatik Sürücünün Yapısı

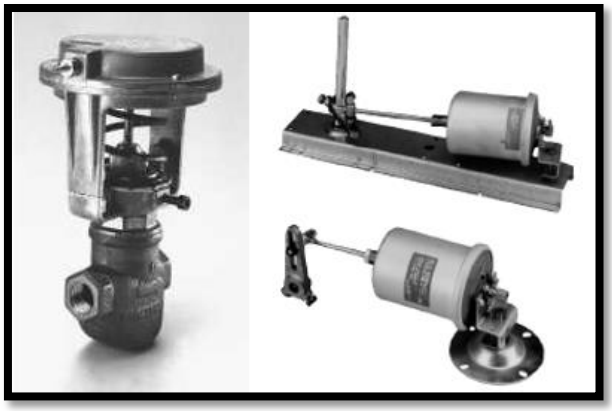
Bir pnömatik sürücü temel olarak bir piston, bir silindir ve valften oluşur. Piston, bir diyafram veya silindirin üst kısmındaki havayı tutan ve basınçlı havayı aşağıya doğru diyaframa ileten ve sürücüye bağlanan valf gövdesini hareket ettiren salmastra ile kaplanır. Pnömatik sürücülerde gerekli harekete göre üst veya altta giriş sinyali için bir bağlantı ucu vardır. Valfin çalışması için alçak basınç ve genellikle ikili veya üçlü giriş kuvveti gerekir. Büyük boyutlu pistonlarda çıkış basıncı büyük olabilir. Hava basıncının az olduğu ortamlarda büyük piston kullanmak daha iyidir. 100 kPa'lık bir basınç ile küçük bir otomobil kaldırılabilir. Bunu yapmak için de küçük bir valf yeterlidir.

4.9.2 Pnömatik Sürücünün Çalışması

Valf giriş basıncına "kontrol sinyali" denir. Bu sinyal, basınç duyargası gibi ölçüm cihazlarından gelir. Her bir valfin ayar noktası (referans değeri) farklıdır. Normal standart bir sinyal 20-100 kPa'dır. Örneğin, basınçlı kazandaki basınç değerini sabit tutmak için bir valf kullanılabilir. Basınç transmitteri kazandaki basınç değerini alır ve onu 20-100 kPa ile bir sinyal olarak iletir. 20kPa basınç olmadığı, 100kPa ise kazanın basıncının üst ayar noktasına ulaştığı anlamına gelir. Bu değerler tranmitterin ölçümleme ayarları ile değiştirilebilir. Kazandaki basıncın yükselmesinde transmitterin çıkışı arttırır. Basınçtaki bu artış valfe gönderilir ve valf kapanır. Buna doğrudan etkili süreç denir.



Şekil-4.23 *Pnömatik operatör [2]*



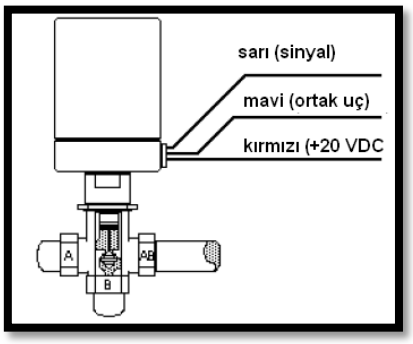
Şekil-4.24 *Pnömatik operatörler (vana ve damper sürücüleri) [2]*

Pnömatik operatörler Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın kontrollü cihazlardır. Bu operatörler sıkıştırılmış havayı kullanan valf ve damperlerdir. Pnömatik operatörler kolayca tamir edilir ve oldukça ucuzdurlar. Özel yay kademeleriyle farklı uygulamalar için kullanılabilirler. Yay kademeleri kapama için gerekli gücü sağlamak veya özel çalışma zamanlarını sağlamak üzere seçilir. Normalde açık valf üzerinde yay kademesi yaygın olarak 3-8 psig (21-56 kPa) olabilir. Normalde kapalı valfte yay kademesi tipik olarak 8-13 psig (56-91 kPa) dır. İlave bir cihaz pozitif konumlandırıcı olup bazı operatörlerde onları çalışma kademesini değiştirmek veya daha hassas konum kontrolü sağlamak üzere kullanılır. Ayrıca operatörün başlangıç noktasını ayarlar ve valf veya damperin kapanması için ilave bir kuvvet sağlayabilir.

4.10 HİDROLİK SÜRÜCÜLER

Hidrolik operatörler ve valf montajları bir diğer kontrollü cihaz tipidir. Yukarıdaki diyagramdaki operatör 6-9 VDC ile çalışır. Sarı kolda bir kontrol tarafından sinyal sağlar mavi kablo ortak uçtur veya 0 VDC dir. Kırmızı kablo

+20 VDC kaynağı olup bazı kontrollerde kullanılır fakat tipik olarak DDC kontrol sistemlerinde bu güç beslemesi yoktur. Hidrolik operatörlerde, operatör mili boyunca hidrolik akışkan kullanılır. Operatörü geri konuma getirmek için bir iç yay kullanılır.



Şekil-4.25 *Hidrolik operatör [2]*

4.11 DAMPER OPERATÖRLERİ

Damperleri çalıştırmak için sıkıştırılmış hava veya elektrik kullanırlar. Pnömatik damper operatörleri, daha uzun strokları ve stroku büyülten mafsal mekanizmaları dışında, pnömatik vana operatörlerine benzerler. Hava basıncının artması, mil, mafsal bağlantısı ve krank kolu boyunca damperi açmak veya kapatmak için doğrusal hareket oluşturur.

Elektrikli damper operatörleri, tek yönlü, yay dönüşlü veya çift yönlü olabilirler. Çift yönlü bir operatörde iki motor sargı seti mevcuttur, sıklıkla modülasyonlu damper uygulamalarında hassas kontrol için kullanılır. Sargıların bir kısmı enerjilendiğinde operatör saat ibresi yönünde dönerse, diğer sargı enerjilendiğinde saat ibresinin tersi yönünde döner.

Sargıların her ikisinde enerji olmadığında mil son konumda kalır. Bu operatör için en basit kontrol biçimi yüzer kontrol olup bir kontak teması motoru saat ibresi veya tersi yönünde hareket ettirir. Bu tip operatör milin dönmesi (dönme derece olarak açıklanır) ve zamanlama (dönme kademesi raydan/saniye olarak) durumuna göre geniş kademede temin edilebilir. Sonuç olarak elektronik kontrollerden alınan standart sinyal çeşidine bağlı olarak, (4-20 mA, 0-10 VDC gibi) bu tip modülasyonlu operatör kontrol cihazı ile kullanılabilir.

İki konumlu yay dönüşlü operatör iç sargılarına göre tek yönde enerjilenir, güç kaldırıldığında operatör yay etkisiyle normal konumuna döner. Operatörün dampere bağlantısına göre bu işlem damperi açar veya kapatır.

Modülasyonlu bir operatör de yay dönüşlü olabilir.

4.11.1 Dişli–Kuyruklu Operatörler

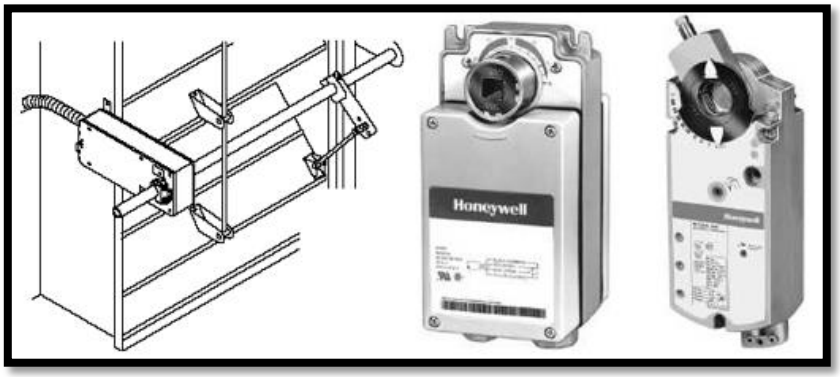
Dişli-kuyruklu operatörler elektrik kontrollü cihazlardır. Yukarıdaki şekilde operatörün yan tarafında kutu biçimindeki katı halli (elektronik) sürücü sinyali dönüştürür (Örnek olarak 0-10 VDC veya 2-20 mA). Son kablo ise dişli-kuyruklu operatörü çalıştırır. Mavi kablo ortak uçtur ve kırmızı kablo + 20 VDC kaynağıdır. Dişli-kuyruklu operatör saat ibresi yönünde veya zıt yönde çalışabilir. Bir valf veya damperi çalıştırmak için operatör üzerine bir dış mafsal yerleştirilmelidir. Bu operatörler büyük miktarda moment üretebilir fakat yay dönüşlü uygulamalarda buna dikkat edilmelidir, yayın operatörü güvenli konuma geri döndürmesi için gerekli güce sahip olması gerekir.



Şekil-4.26 *Dişli kuyruklu operatörler [2]*

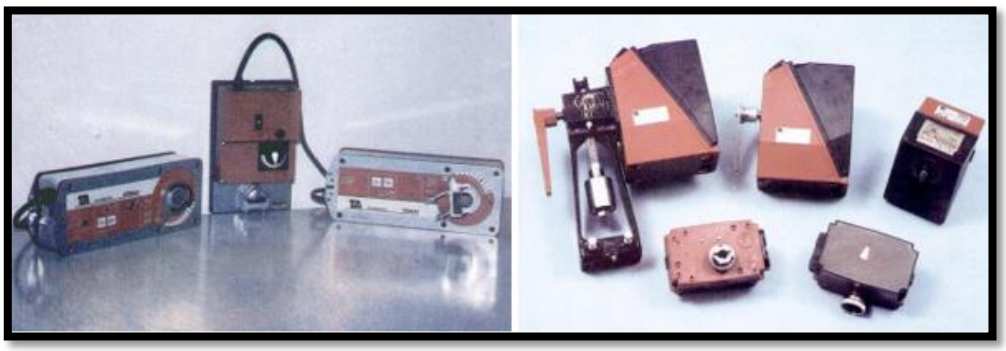
4.11.2 Direkt Bağlantılı Operatörler

Damperler üzerinde kullanıldığında direkt bağlantılı operatörler hiç dış mafsal bağlantısı gerektirmez veya en az bağlantı gerektirir, tesisat işlemi kolayca yapılır. Bu operatörler damper mili üzerine doğrudan bağlanarak, kendi gövdeleri kanal veya klima santrali gövdesi üzerine sabitlenirler. Oransal, yüzer veya iki konumlu kontrollü olanları mevcuttur. Damper sürücü seçilirken döndürme momentinin damperin boyutuna uygun seçilmesi gerekir. Kontrol sinyali girişleri 0-10 VDC gerilim veya 4-20 mA akım sinyali olabilir. Servomotor için besleme 15-30 VAC olabilir.



Şekil-4.27 *Direkt bağlantılı damper operatörleri [2]*

Bu operatörler küresel ve bilyeli vanalarla da kullanılabilir ve ayrıca komple operatör valf montajlı olarak alınabilir. Çeşitli modellerde üretilmekte olup; yay dönüşlü olmayan, iki konumlu, oransal ve yüzer kontrollü tipleri mevcuttur.

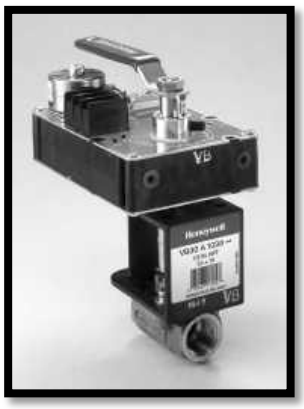


Şekil-4.28 *Damper operatörleri (servomotor) [2]*

Şekil-4.29 *Vana operatörleri [2]*



Şekil-4.30 *Zon vana operatörleri [2]*



Şekil-4.31 *Küresel vana operatörü [2]*

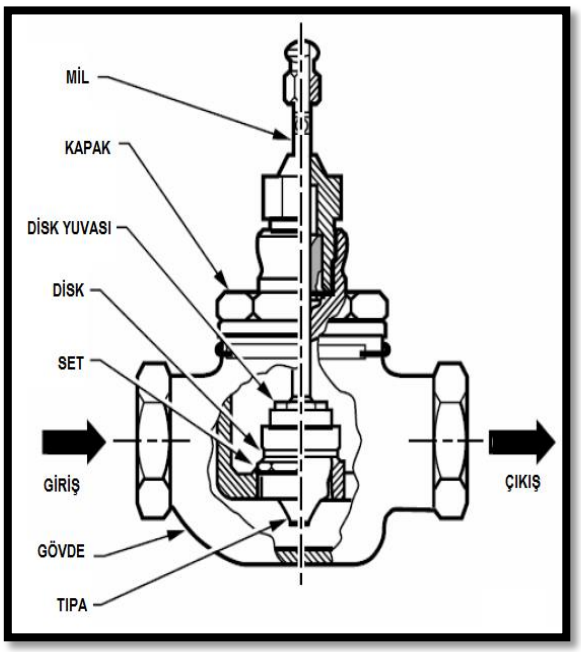
4.12 VANALAR

4.12.1 Kontrol Vanaları

Kontrol vanaları, soğutulmuş/sıcak su akışı ile alan sıcaklık koşullarını sağlamak için kullanılır. Vanalar iki konumlu veya modülasyonlu 3-bağlantı noktalı konfigürasyon olabilir. İki yollu vanalar akışı kısarken üç yollu akışı yönlendirir. İki yollu vanaların iki bağlantı noktası vardır ve değişken akış sistemleri içinde akışı kontrol etmek için kullanılır. Üç yollu vanaların üç bağlantı noktası vardır ve karıştırma ya da yönlendirme görevinde bay-pas uygulaması için boru ile taşınabilir. Baypas (yönlendirme) uygulamaları, kısmi yük sistem şartları nedeniyle serpantin genelinde tam akışın gerekli olmadığı sabit akış sistemlerinde yaygın olarak kullanılır. Terminal ünitesi içinde akışın kontrolü genel olarak bir üç- yollu vana kullanılarak gerçekleştirilir. Üç yollu vanalar için iki temel düzenleme vardır: karışım vanaları (iki giriş, bir çıkış) ve yönlendirme vanaları (bir giriş, iki çıkış). Seçilen üç yollu vana türü sistemde yerini belirleyecektir. Farklı fiziksel türde birkaç vana vardır. Küresel vanalar, bilyeli vanalar ve kelebek vanaların tümü iklimlendirme sanayinde yaygın olarak kullanılır.

Bir otomatik vana buhar, su, gaz veya diğer akışkanların akışını kontrol etmek için tasarlanır. Bu cihazların akış kesitleri, kontrol cihazından gelen sinyallere veya akıma göre konumlandırılır. Vanalar istenen akış karakteristiğini sağlamak için ayrıca kısma tapası veya özel tasarlanmış V tipi delikle teçhiz edilebilirler.

Değiştirilebilen disk tertipleri yaygındır. Onların imal edildikleri malzemenin taşınan akışkana, basınca ve sıcaklığa uygun olması gerekir. Yüksek basınç veya kızgın buhar için metal diskler yaygın olarak kullanılır. Vanaların iç parçaları; halka seti, kısma tapası veya V tipi delik kenarı, disk yuvası ve milden oluşur. Bazen zorlu şartlar altında vana malzemeleri korozyona dirençli bronz, dökme demir, çelik veya paslanmaz çelik malzemelerden yapılır.



Şekil-4.32 *Kontrol vanası elemanları [1]*

4.12.2 İki Yollu Vanalar

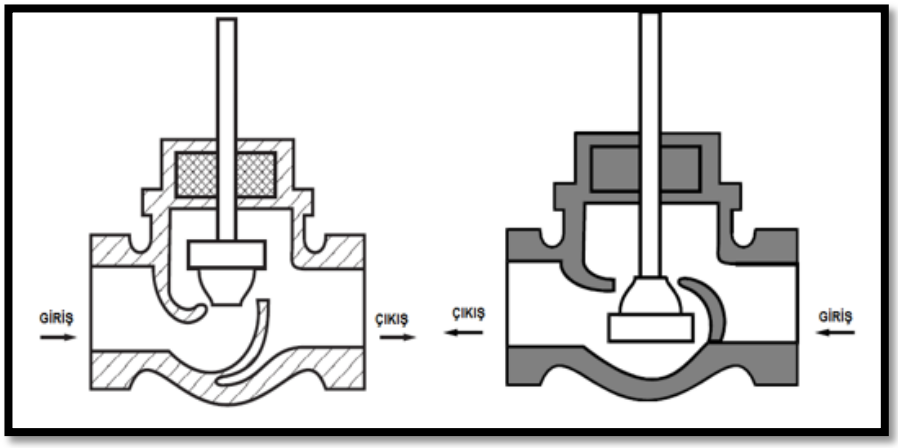
- *Değişken akış için*
- *Yüksek basınç farkına daha duyarlı*
- *Zorlu hat basıncına karşı kapatmak için daha güçlü*

Avantajları

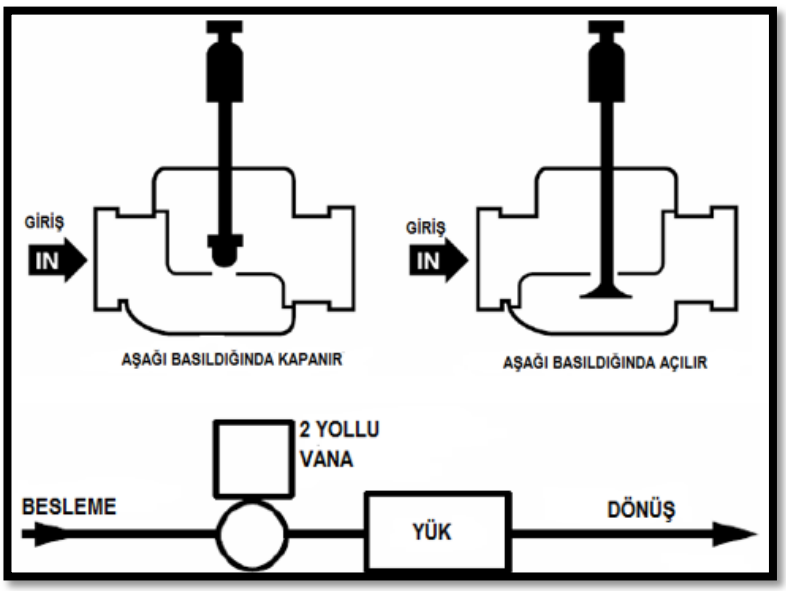
- *Satın almak ve kurmak için daha ucuz*
- *Değişken akış debisi pompa enerjisini azaltır*
- *Boru çapının küçülmesi ısı kayıpları ve pompa enerjisini azaltır.*
- *Pompalama ve dağıtım sistemleri için maliyetler düşüktür*
- *Sistem dengeleme talebi azaltılmıştır veya kaldırılmıştır.*

Dezavantajları

- *Çoğu soğutma grupları ve bazı kazanlarda değişken akış kontrolü yapılamaz.*
- *Kontrol vanalarında basınç farkları arttığında sistemin kontrolü zorlaşır.*



Şekil-4.33 *Normalde açık (NA) ve normalde kapalı (NK) iki yollu vana [3]*



Şekil-4.34 *İki yollu vana uygulamaları [1]*

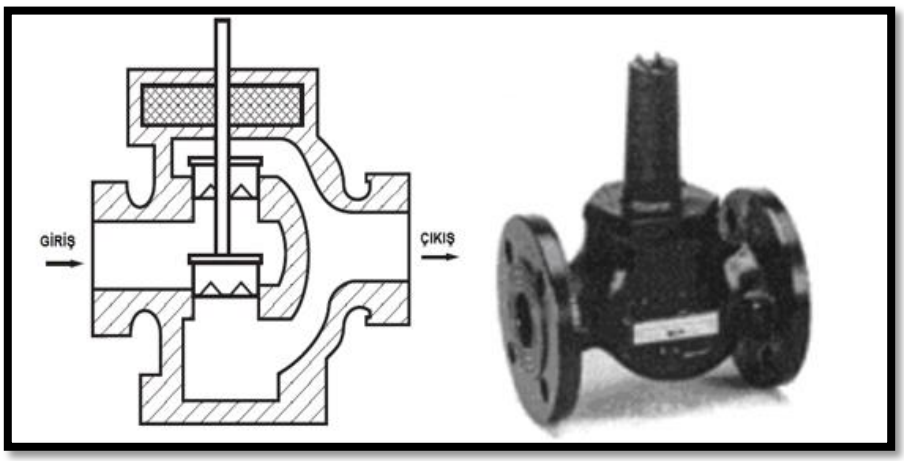
4.12.3 Üç Yollu Vanalar

- *Sabit akış için*
- *Sürücünün çok güçlü olması beklenmez.*

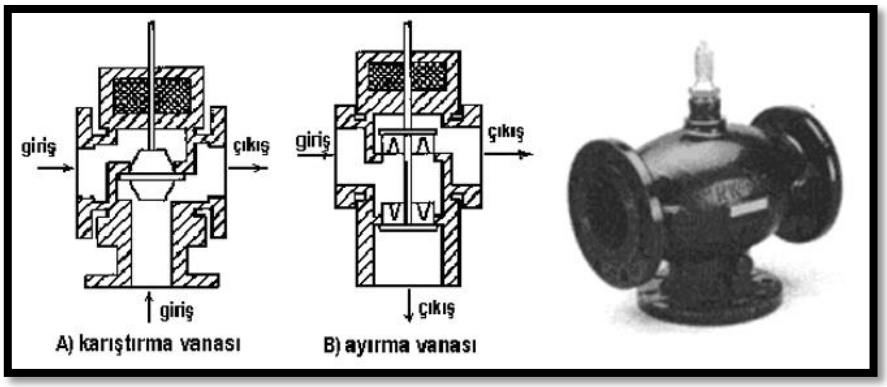
Otomatik vanaların çeşitli tipleri aşağıda listelenmiştir:

- *Tek setli vana (Şekil-4.33) sıkı şekilde kapamak için tasarlanmıştır. Disk malzemeleri, çeşitli basınç ve ortamlar için uygundur.*
- *Çift sızdırmazlık contalı veya dengelemeli vana (Şekil-4.35) ortam basıncının vana diskine karşı kuvvet uygulamaması ve gerekli operatör kuvvetini azaltmak için tasarlanmıştır. Tek setli vananın kapamada zorlandığı yüksek basınçlı yerlerde tek setli vananın kapamasına yardımcı olmak üzere kullanılır.*
- *Üç yollu karıştırma vanası (Şekil-4.36A) iki girişe tek çıkışa sahiptir ve iki yönlü disk iki set arasında çalışır. Vana seti ve mil konumuna uygun olarak giriş bağlantılarından iki akışkanı karıştırmak ve tek çıkışta birleştirmek için kullanılır.*
- *Üç yollu ayırma vanası (Şekil-4.36B) tek giriş ve iki çıkış bağlantısına ve iki ayrı disk ve sete sahiptir.*
- *Akışı her iki çıkışa yönlendirmek veya oranlamak için kullanılır.*

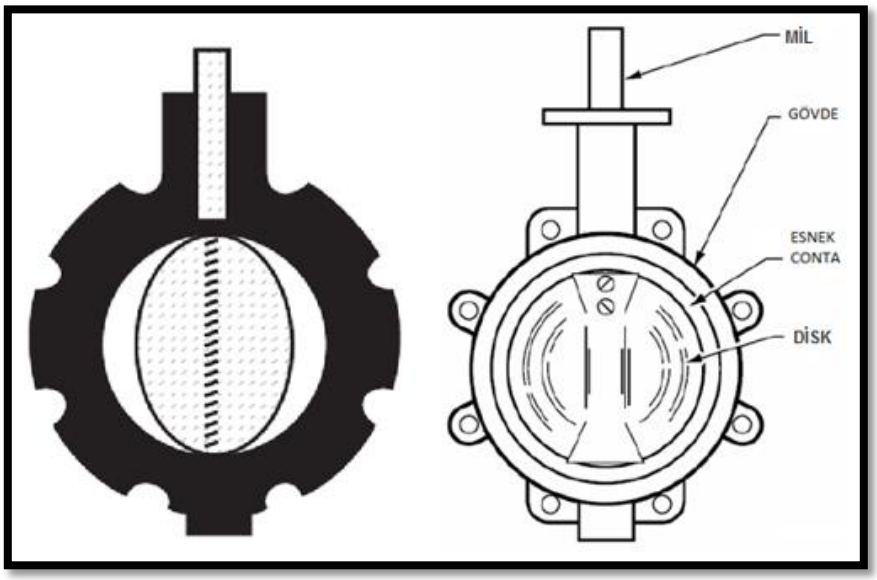
- *Kelebek tipi bir vana merkeze yakın bir mil üzerinde dönebilen büyük bir diskten oluşur ve yuvarlak kanatlı bir dampere benzer (Şekil-4.37). Prensip olarak disk seti gövde içindeki yuvasına makine yardımıyla veya esnek kaplama ile yerleştirilir. İki kelebek vana ters çalışarak üç yollu ayırma veya karıştırma vanası gibi kullanılabilir.*



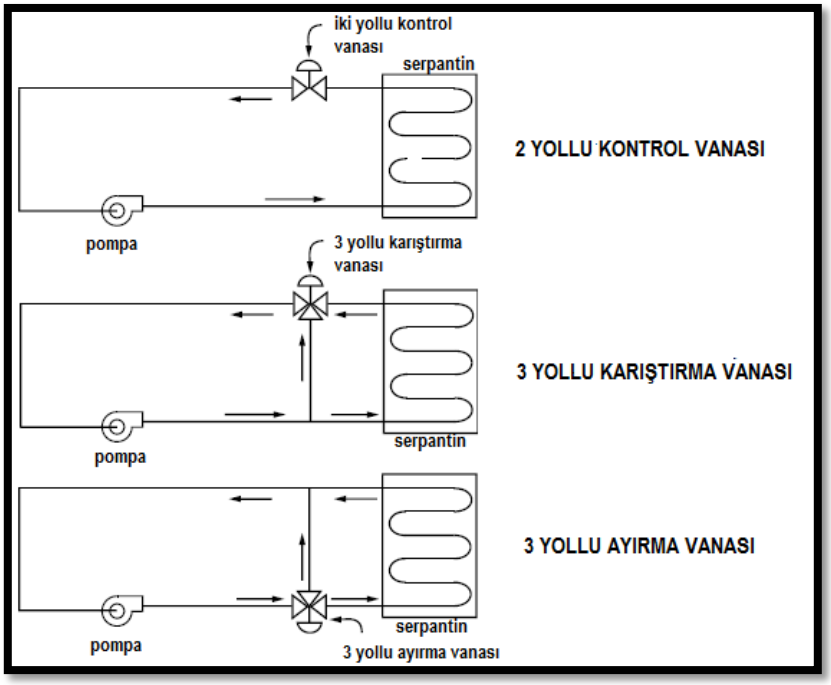
Şekil-4.35 *Çift setli iki yollu vana [2]*



Şekil-4.36 *Tipik üç yollu karıştırma ve ayırma vanası [2]*



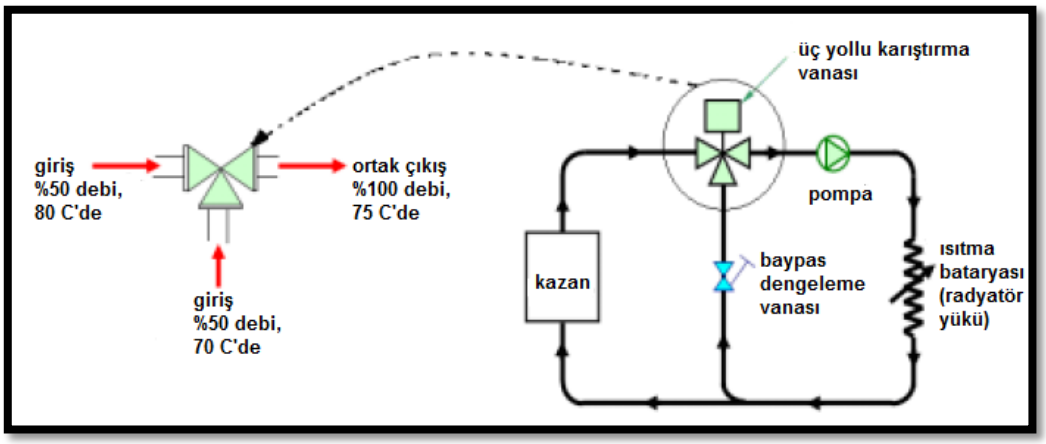
Şekil-4.37 *Kelebek vana [1]*



Şekil-4.38 *İki ve üç yollu vana devreleri [1]*

4.12.4 Karıştırma Vanaları

İki giriş akışlı ve bir ortak çıkış akışı olan bir üç yollu vana bir karıştırma vanası olarak tanımlanır ve böylece sabit bir akış hızında değişken bir sıcaklık çıkışı sağlar. Bir üç-bağlantı noktalı motorlu vana, ortak çıkış bağlantı noktasında sabit bir akış hızını muhafaza ederken, farklı sıcaklıklarda iki akışı değişik oranlarda karıştırmak için kullanılabilir. Bir karıştırma vanası normalde radyatör devreleri için kullanılır.



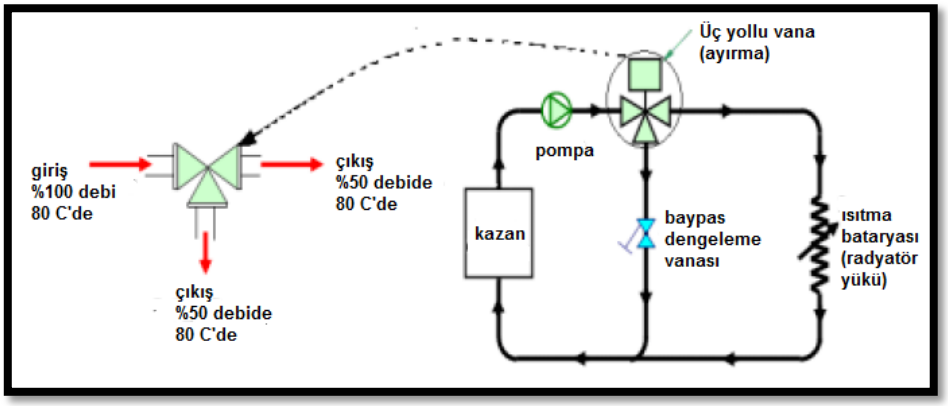
Şekil-4.39 *Üç yollu karıştırma vanasının ısıtma için kullanımı [1]*

4.12.5 Ayırma Vanaları

İki yollu vana, aynı zamanda, değişen oranlarda ortak bir akışı yönlendirmek için kullanılabilmektedir. Vana, bir giriş ve iki çıkışa sahiptir ve sabit bir sıcaklık ve değişken akış hızı sağlar. Aşağıdaki diyagram, bazı yaygın su akış oranları ve sıcaklıkları ile bir yönlendirme vanasını göstermektedir. Bir yönlendirme vanası normalde, ısı değiştiriciler, dolaylı silindirde /kazanda birincil serpantin, ısıtıcı batarya, soğutma serpantini gibi taşınımlı ısı transferi ile devreler için kullanılır.

Baypas uygulamalarında yönlendirme vanaları serpantinin girişine yerleştirilir. Besleme suyu giriş bağlantı noktasına girer ve kontrol cihazından vana sürücüsüne gelen sinyale göre serpantin bölümüne veya baypas bölümüne yönlendirilir.

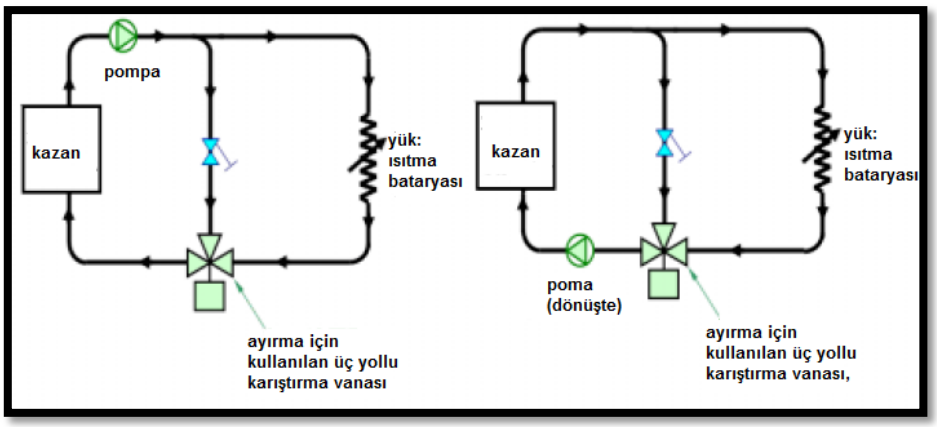
Aşağıdaki örnekte, vana hata konumunda olduğunda, besleme suyu serpantinin etrafından baypas yapar. Kol konumu %0-100 arası değişirken, baypasta akış azalır ve serpantine tam akış %100 'lük bir kol konumu elde edinceye kadar serpantinde artar. Bir karıştırma vanası, aynı zamanda, vanası serpantinin çıkışına yerleştirerek serpantin boyunca akışı kontrol etmek için bir baypas uygulamasında da kullanılabilir. Serpantin üzerinden akış hala karıştırma vanasının kol konumu ile kontrol edilir. Üç yollu vanasın konumu sisteminin çalışmasını etkilemez. Karıştırma vanaları, aşağıda gösterildiği gibi, yönlendirme çalışma modu olarak kullanılabilir.



Şekil-4.40 *Isıtma uygulamalarında ayırma vanasının kullanımı [1]*

Yukarıdaki diyagramda, eğer pompa devrenin doğru kısmında olmazsa, sistem düzgün çalışmayacağından dolayı pompa konumu önemlidir. Pompayı dönüş borularında yerleştirmek mümkündür ve bazı tedarikçiler, 3-bağlantı noktalı vanaların yapım şekli nedeniyle bunu tavsiye etmektedir.

Özet olarak, bir 3- bağlantı noktalı vanası karıştırıcı veya yönlendirici olup olmadığını belirleyen sistemde değil, vanasın içinde akış modudur. Her iki senaryoda, vanalar serpantine giden akış miktarını kontrol ediyor. Vana otoritesi, vana akış özellikleri ve teorik ölçüm aralığı yeteneği gibi diğer vana özellikleri sistem performansı üzerinde bir destekten daha fazlası olacaktır.

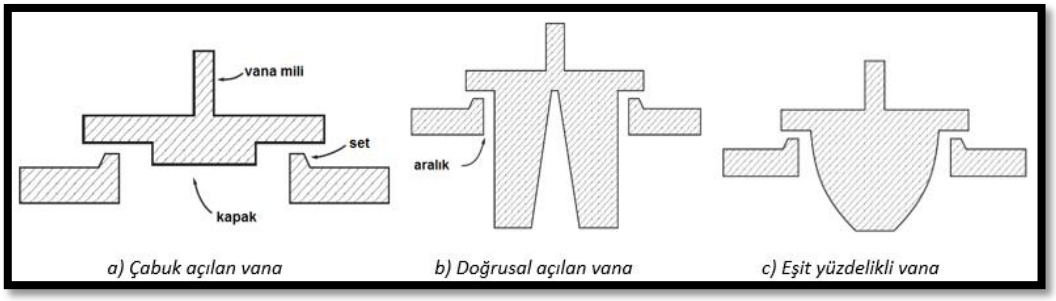


Şekil-4.41 *Üç yollu karıştırma vanasının ayırıcı olarak kullanılması [1]*

4.13 VANA KARAKTERİSTİKLERİ

Bir vananın performansı, onun çalıştığı stroktaki akış karakteristiklerinin terimi olarak sabit basınç düşümü üzerine temellenmiştir. Aşağıda tanımlanan yaygın üç karakteristik Şekil-4.42'de gösterilmiştir:

1. *Çabuk açılma: Maksimum akış, cihazın açılmaya başlaması için hızlı bir yaklaşımdır.*
2. *Doğrusal: Açılma ve akış doğrudan orantılıdır.*
3. *Eşit yüzdelik: Açılma artışı ile akış artışı eşit yüzdeliktedir.*



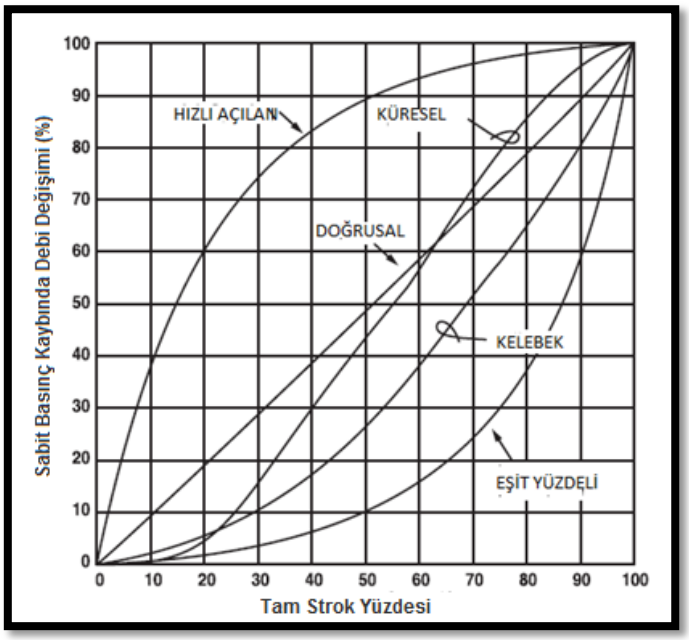
Şekil-4.42 *Kontrol vanası karakteristikleri [1]*

Vana karakteristikleri laboratuvar koşullarında belirlenir. Vana boyunca basınç düşüşü 1 psi (6,89 kPa) düzeyinde sabit tutulur ve akış miktarı ölçülür. (Bu su, hava ya da başka bir akışkan olabilir).

Vana 10° adımlarla açılır ve bir eğrisel değişim gösterir. ISA (Amerika Aletler Derneği), üç farklı basıncın kullanılmasını ve ortalama değerlerin sonuç olarak yayınlamasını istemektedir. Böylece bir vananın Cv'si, gerçi kapalı olsa da bir yaklaşımdır. Özellik, bağlantı noktalarının şekli, bilye, kelebek diski ya da vana tapaları ile belirlenir.

Hızlı Açılma: *Hızlı açılan küresel vanaların, yuvaya karşı çalışan sadece düz bir disk olan bir "tapa" bulunmaktadır. Disk yuvadan kalkar kalkmaz akış çok hızlı akış artar. Bu tip özellikler açık/kapalı kontrol için uygundur. Vana boyutuna kıyasla daha büyük bir akış kapasitesi (Kv-değer) verir.*

Doğrusal: *Akış vana kolu konumuna orantılıdır. Ayrıca, bazı 3-yollu vanalar ile kullanılır. Doğrusal özellikler, basınç veya buhar kontrolü için bazı iki yollu vanalarda kullanılır. İki-yollu küresel vanalar doğrusal bir özelliğe sahip olabilir ama bunların kullanımları sınırlıdır. Üç yollu karıştırma ve yönlendirme vanaları, doğrusal veya eşit yüzdesi olarak mevcuttur.*



Şekil-4.43 *Çeşitli vanaların karakteristik cevap eğrileri [1]*

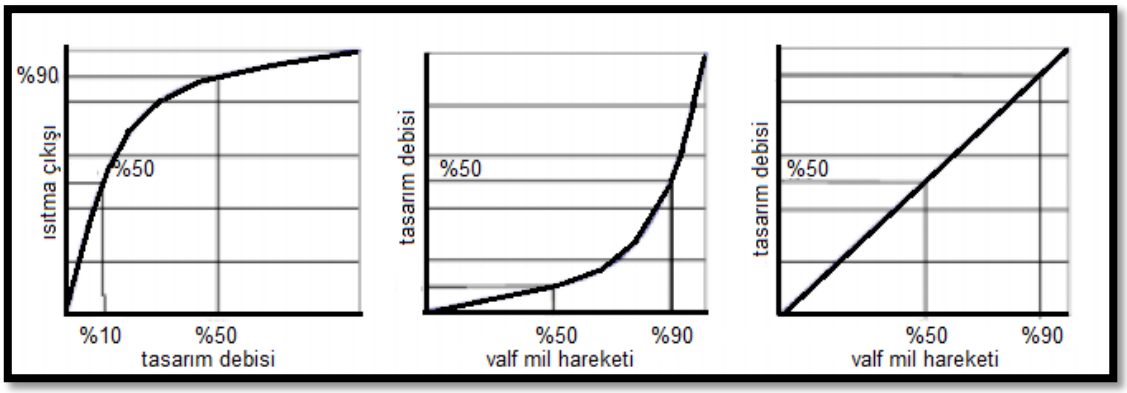
Değiştirilmiş Parabolik: *Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, bu eğri doğrusal ve geleneksel eşit yüzdesi özelliği arasında kalır. Onlar kapalı konumun yakınında iyi modülasyon özelliklerine sahiptir, ancak tam açık yakınında daha fazla açılmaya duyarsızdır. Onlar uygun olarak sığ eşit yüzdesi olarak da tarif edilmektedir. Kelebek vanalar ve standart ve tam bağlantı noktalı bilyeli vanalar değiştirilmiş parabolik eğriye yakın özelliklere sahiptir.*

Eşit Yüzdelik: Eşit yüzdesi özellikleri, akış ve kol konumu arasında doğrusal olmayan bir ilişki verir. Önce, vana açmaya başladığında, akış küçük bir oranda artar, ancak vana daha fazla açıldıkça bu oran giderek artar. Bu

özelliğe "eşit yüzdesi " denmesinin nedeni, vana eşit yüzdeli artışlarla açıldığında, akış bir önceki değer üzerinden bir eşit yüzde sayısı ile artar. Tersine, vana eşit yüzdeli artışlarla kapandığında akış eşit yüzdeli bir sayı ile azalır. Doğal eşit yüzdesi akışı özelliği aşağıdaki denklem ile tanımlanabilir:

$$Q = Q_{max}\, R\left[\frac{X}{T} - 1\right] \qquad (4.4)$$

Q = Debi
X = Vana konumu
T = Maksimum vana hareketi
Q_{max} = Maksimum debi
R, = Vana teorik ölçüm aralığı yeteneği



***Şekil-4.44** Vana karakteristiği [3]*

Soğutma serpantinleri ile kullanılan kontrol vanaları, serpantine "zıt" olan bir performans özelliğine sahip olması gereklidir. Eşit yüzdesi kontrol vanaları genellikle iki yollu uygulamalar için kullanılır. Üç yollu uygulamalar için, eşit yüzdesi terminal bağlantı noktasında kullanılır ve doğrusal baypas bağlantı noktasında kullanılır. Yukarıda (Şekil-4.44), bir soğutma serpantinine uygun olarak eşleşen bir eşit yüzdesi kontrol vanası göstermektedir. Sonuç olarak, vana kolu hareketi soğutma serpantini kapasitesi ile doğrusaldır. Diğer bir deyişle, %50 stroklu bir vana %50 soğutma sağlayacaktır.

***Tablo-4.1** Kontrol vanalarının uygulama alanları*

VANA TİPLERİ	AKIŞÖZELLİKLERİ	UYGULAMALAR
KÜRESEL VANA	DOĞRUSAL EŞİT YÜZDELİ HIZLI AÇILAN	BUHAR SOĞUTUCU SU SICAK SU KAZANI AÇMA-KAPAMA
KELEBEK	HIZLI AÇMA	SOĞUTUCULAR SOĞUTMA KULESİ
KÜRESEL VANA	ÇEŞİTLİ	GENELLİKLE SOĞUTMA SUYU VE SICAK SU KAZANLARINDA

4.14 AKIŞ KATSAYISI (KV)

Tedarikçilerin çoğu Kv akış katsayısına dayalı vana kapasite tabloları yayınlamaktadır. Kv değeri, 20 °C'de düzenlenen vanadaki akış miktarının verilen vana pozisyonunda 1 barlık basınç kaybı olarak ifade edilir. Özel durumlarda komple acık vana Kvs değeri ifade eder.

Daha az basınç kaybında oluşan akış miktarı aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanır.

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \qquad (4.5)$$

Kv: Akış katsayısı [m^3/h]

Q: akış [m³/h]
ΔP: Vanadaki basınç kaybı [bar]

Akış katsayısı veya basınç kaybı katsayısı, verilen bir vana açıklığında vana basınç kaybını vana tahliyesine ilişkilendirmek için kullanılır. Vana kapasite tabloları genellikle Kv 'yi ve daha sonra çeşitli basınç düşüşlerinde akış oranını gösterir. Nominal Kvs, vana tamamen açık durumdayken belirlenir. Vana bazı ara konumda kısmi olarak kapanırken Kv azalır. Azaldığı oran, vana boyunca akış oranı eğrisinin şeklini ve % olarak vana kol hareketini belirler.

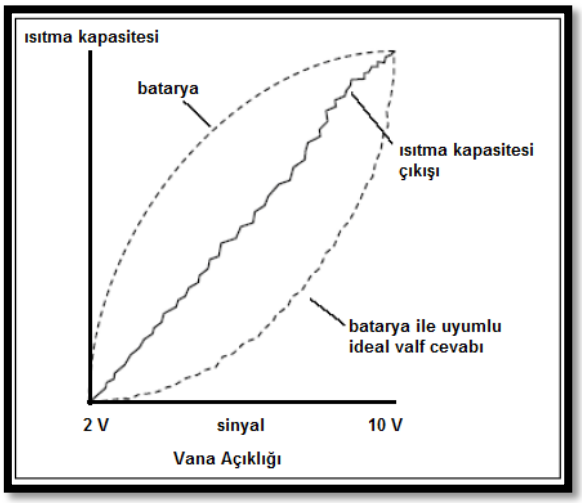
***TABLO-4.2** Farklı tip vanalarda debi faktörü (Kv) [1]*

DEBİ FAKTÖRÜ, K_V (m^3 / saat)								
ANMA ÖLÇÜSÜ	GLOB VANA	SÜRGÜLÜ VANA	KELEBEK VANA	KÜRESEL VANA		KONİK VANA	DİYAFRAM VANA	PİSTONLU VANA
				TAM GEÇ.	DAR GEÇ.			
DN15	4-7,5	8-12		10-14		9-12	1,5-2	3,5-5
DN20	7-11,5	10-16		21-25	9-14	15-20	3-3,5	6-8,5
DN25	12-16	17-25		35-45	15-22	20-30	5-8	10,5-14
DN32	19-22	30-50		60-75	25-40	35-50	7,5-12,5	15,5-20,5
DN40	30-35	55-95		95-120	43-80	75-100	12-20	24-32
DN50	40-55	100-180	85-150	155-200	70-110	100-160	21-34	38-50
DN65	75-82	150-250	195-250	430-620	125-180	200-300	30-68	53-70
DN80	120-135	400-600	300-420	980-1100	350-400	500-800	44-90	80-105
DN100	175-190	600-1100	500-800	1600-2000	550-670	700-1200	77-150	120-165
DN125	275-300	1000-1500	800-1150	2700-3300	940-1100		108-235	190-255
DN150	385-430	1500-2200	1250-2100	4100-4600	1350-1550		145-385	260-360
DN200	720-750	2500-4000	2450-4000	8000-8600	2150-2500		305-790	440-590

4.14.1 Kontrol Edilebilirlik

Kontrol edilebilirlik serpantini vana özelliklerine eşleştirmede önemli bir parametredir. En iyi kontrol kararlılığı, vana kolunun konumu ve serpantin sıcaklık çıkışı arasında doğrusal bir ilişki olduğu zaman elde edilir. Neredeyse bütün kontrol sistemleri, doğrusal bir sinyal, sürücü ve çevrim ayar senaryosu ile önceden tanımlanmıştır. Bu, 1 V'luk sinyal artışının sinyal aralığındaki konumuna bakmaksızın bir vananın aynı dönme veya kaldırma ile sonuçlanması demektir. İklimlendirmede normalde bir 2 ila 10 V arası sinyal kullanılır. 2 ila 3V arası değişimler, 8 ila 9 V arası değişimler gibi, aynı kaldırma veya dönme ile sonuçlanır. Çevrim ayar sabitlerine ek olarak, ister PI (D) isterse bulanık mantık oluşturulmuş olsun, mekanik bir doğrusal süreç varsayılır.

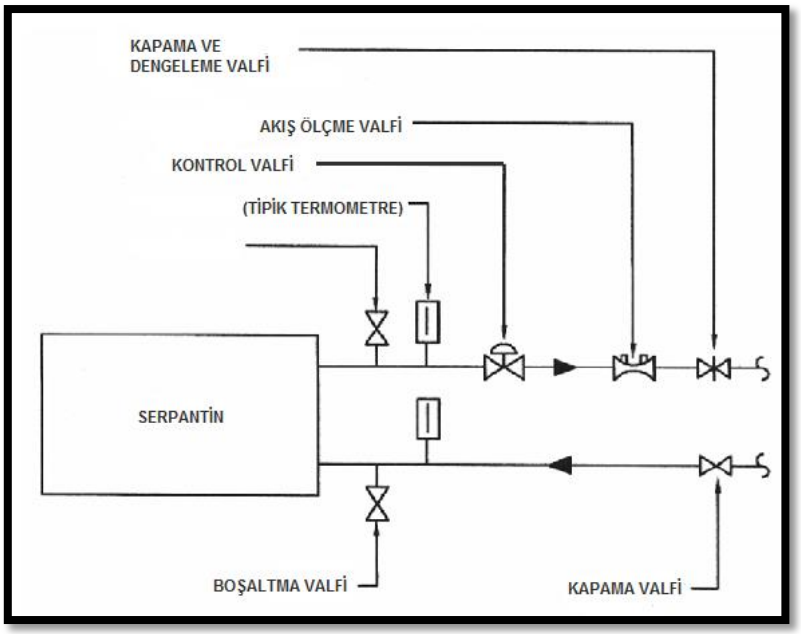
Aşağıda gösterildiği gibi, ısı transferi yasaları bir sistemde su akışı ve ısı çıkışı arasında ve aynı zamanda vana konumu ve su akışı arasında bir ilişki verir.



***Şekil-4.45** Isıtma bataryasının davranışı [1]*

Serpantin özelliği "dış bükeydir" ve bir eşit yüzde vana özelliği "iç bükeydir". Kontrol sinyali ve ısı çıkışı arasındaki ilişki esas olarak doğru olacak şekilde, ikisi birbirini tamamlar ve birbirinin etkisini yok eder.

Bu sadece vana özelliğinin zayıf bir vana otoritesi ile bozulmadığı sürece doğrudur. Bu, çok zayıf bir otorite tarafından bozulmaz. Kararlı bir kontrol elde etmek için yüksek bir vana otoritenin (A) istendiği bellidir.



Şekil-4.46 *Bir serpantinin tesisat bağlantı şeması [1]*

4.15 KONTROL VANALARININ BOYUTLANDIRILMASI

Kontrol vanalarının doğru boyutlandırılması, bir iklimlendirme sistemi için en büyük öneme sahiptir. Doğal olarak, vana tamamen açık iken maksimum gerekli akışı sağlamak için vanasın yeterli büyüklükte olması gereklidir. Ancak, modülasyon kontrolü kullanıldığında, vanasın normalden büyük olmaması önemlidir. Vana çok büyük olması durumunda, vana kısmen açık olduğunda maksimum gerekli akış hâlihazırda sağlanır. Bu, sadece mevcut kol hareketinin bir kısmının kullanıldığı anlamına gelir. Kolun küçük bir değişimi, özellikle vana açılmaya başladığında, ısı çıkışında orantısız büyük bir değişime yol açar. Sistem bu nedenle düşük ve ortalama yüklerde son derece hassastır, bu yüzden kararlı kontrolü başarmak zordur.

Kontrol vanaları yaygın olarak gerekli Kv'e göre boyutlandırılır. İyi bir kontrol elde etmek için, vana boyutunun, onun otoritesi asla 0,5'ten daha az olmamak üzere seçilmesi önerilir.

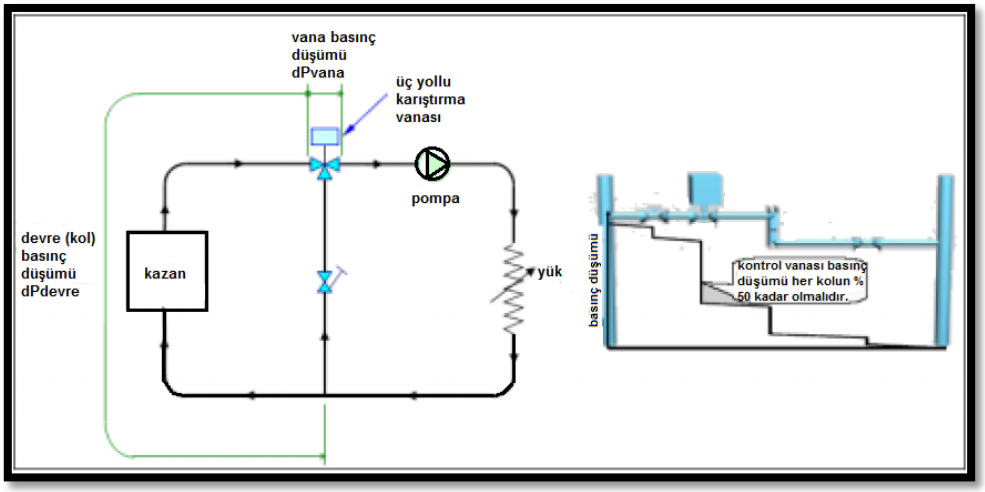
Vana boyunca basınç düşmesi bu yüzden, akışın değişiyor olduğu sistemin bu kısmı boyunca basınç düşüşüne en azından eşit olmalıdır.

Aşağıdaki şekil, bir soğutma serpantini için, beslemeden geri dönüş hattına normal bir basınç düşüşünü gösterir. Bir modülasyon vanası için, vana basınç düşüşü, sistem basınç düşüşü ile kıyaslandığında, tercihen %50 üzeri, mümkün olduğunca büyük bir yüzdesi olmalıdır.

Bunun nedeni vana otoritesini korumaktır. Açık/kapalı kontrol için, mevcut basınç farkı ile gerekli akış oranını geçtiği sürece herhangi bir vana kullanılabilir.

Prosedür

Aşağıdaki prosedür uygulanmalıdır:
Vana boyunca su akış oranını m^3/h cinsinden hesaplayınız $Q = m\ Cp\ x\ \Delta T$
Q =Sistemde ısı yükü (kW)
M = Suyun akış hızı
Cp = Suyun özgül ısısı (4,187 kJ/kgK)
ΔT =Gidiş ve dönüş arasında su sıcaklık farkı [K]
Aşağıdaki formülü kullanarak, 0,5'lik bir vana otoritesi için kPa cinsinden vana boyunca basınç düşüşünü bulunuz:



Şekil-4.47 *Isıtma sisteminde basınç dağılımı [1]*

Vana otoritesi (0,5) = Δp vana / (Δp vana + Δp devre) vana otoritesi 0,5 ise Δp vana = Δ p devre.
Not: bir devre etrafında basınç düşüşü, su akışının değiştiği devre kısmını gösterir.
Eşitliği kullanarak akış özelliği Kv'i bulunuz:

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}}$$

Bu Kv değerine sahip vanası bir katalogdan seçiniz.

4.16 DOĞAL AKIŞ ÖZELLİKLERİ

Bir vana genelinde basınç, vana boyunca akış oranına bakılmaksızın sabit tutulursa, vana stroku ve akış arasındaki ortaya çıkan ilişki, doğal akış özelliği olarak adlandırılır. Gerçek bir sistemde, sistem akış oranı azaldıkça, vana genelinde basınç düşümü artacaktır. Bu oluşur çünkü borular, serpantinler, dengeleme vanaları, vb. için basınç kayıpları, akış oranı ile katlanarak azalacaktır. Buna karşılık, kontrol vanası, borular, serpantinler, vb. içinde basınç düşümünde azalmaya eşit olan basınç farkında bir artış görecektir. Bu basınç kaymasının, gerçekte kurulu vana akış özelliğine önemli bir etkisi vardır. Doğal akış özelliğinden sapma vana otoritesi (N) olarak adlandırılan bir özelliğin bir fonksiyonudur. Tam akış vana basınç düşümünün sistem basınç düşümüne (vana dahil) oranı olarak tanımlanır.

$$N = \frac{\Delta P_{vana}}{\Delta P_{sistem}} \qquad (4.6)$$

N = Vana otoritesi [%]

Kurulumu yapılan akış özelliği, vana otoritesi ve doğal vana akış özelliğinin bir fonksiyonu olan aşağıdaki denklem ile tanımlanabilir.

$$Q_{kur} = \left[\frac{\frac{1}{N}}{\frac{1}{N}-1+\frac{1}{k^2}}\right]^{0,5} \qquad (4.7)$$

Q_{kur} = Gerçek kurulumu yapılmış akış oranı
N = Vana Otoritesi [%]
k = Doğal akış oranı [%]

4.16.1 Sistem Tasarımı Esasları

Üç yollu yol vanasını uygularken dikkat edilmesi gereken iki öğe vardır:

1. *Kendi kurulum özelliği, serpantin performans özelliği ile birleştiğinde, kapasite ilişkisine karşı doğrusal kombine kaldırma sağlayacak şekilde vana seçilmelidir.*
2. *Vananın kol konumuna bakmaksızın, vana nispeten sabit bir sistem akış oranı sağlamalıdır.*

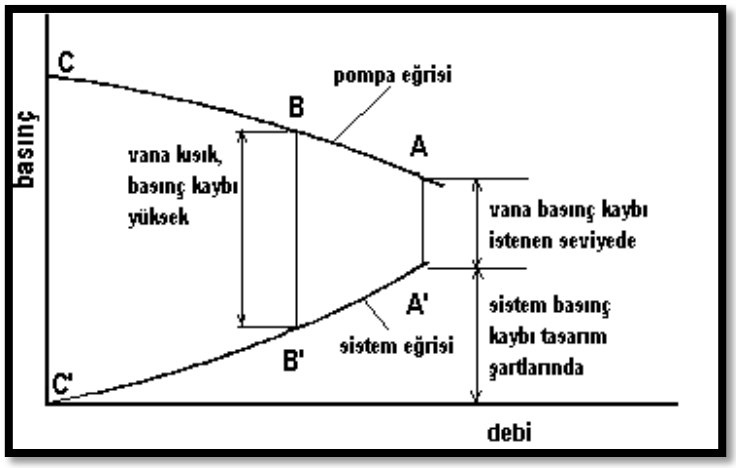
Seçim ve boyutlandırma

Yüksek basınç düşümü, sistemdeki diğer ekipmanların boyutlarını olabildiğince büyük, kontrollü cihazların boyutunu küçük seçmek durumunda oluşur. Buhar, su ve hava için boyutlandırma yöntemleri farklı olduğundan

ayrı ayrı incelenecektir.

Buhar Vanaları
Buhardan suya veya buhardan havaya ısı değiştiricileri, tipik olarak iki yollu kısma vanası kullanılarak buhar ayarlaması ile kontrol edilir. Tek borulu buhar sistemleri yoğuşum drenajına ve buhar akışına uygun olarak tek hatlı iki konumlu vana gerektirirken, iki borulu buhar sistemleri iki konumlu veya modülasyonlu vanalar ile kontrol edilir.

Su Vanaları
Su servis vanaları iki veya üç yollu, iki konumlu veya oransal olabilir. Oransal vanalar çok sıkça kullanılırken iki konumlu vanalar pek sık kullanılmaz ve bazen gerekli olabilir (örnek olarak buharlı ön ısıtma serpantinlerinde). Sulu sistemlerde besleme ve dönüş basınç düşümü sabit kalacak şekilde tasarım yapmak mümkün iken bu nadiren yapılır. Vana tam açık konumdan tam kapalı konuma kapanırken vanadaki basınç düşümünün arttığını kabul etmek daha emniyetlidir. Şekil-4.48 tek pompalı, iki yollu vanalı ve ısı değiştiricili basit bir sistemdeki etkisini göstermektedir. Sistem eğrisi çeşitli akış debileri için boru ve ısı değiştiricideki basınç kayıplarını temsil etmektedir. Pompa eğrisi bir santrifüj pompa için tipik eğridir. Akış tasarım şartlarında vana A-A' basınç düşümüne göre seçilir. Kısmi yüklerde vana kısmen kapalı olduğundan daha fazla basınç düşmesi B-B' oluşturur. Tasarım şartlarındaki A-A' ve sıfır akış basıncındaki C-C' basınç oranları vananın kontrol kapasitesini etkiler.



Şekil-4.48 *Kontrol vanasıyla pompa ve sistem eğrisi [2]*

Eşit yüzdelikli vana kullanılarak kısmi yüklerde daha iyi kontrol sağlanabilir, özellikle sıcak su serpantinlerinde serpantin ısı çıkışı akışla doğrusal ilişkili değildir. Akış azaldığında akış kısıtlamasına ters olarak her birim su kolonundan daha fazla ısı geçişi olur. Eşit yüzdelikli vanaların kullanımı serpantinden oluşan ısı geçişini, kontrol sinyaline göre doğrusal hale getirir.

İki yollu kontrol vanaları, toplam sistem basınç kaybının %20'si ila %60'ını sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Vana operatörleri, tam pompa basıncı karşısında tamamen akışı kapatabilecek şekilde boyutlandırılmalıdır.

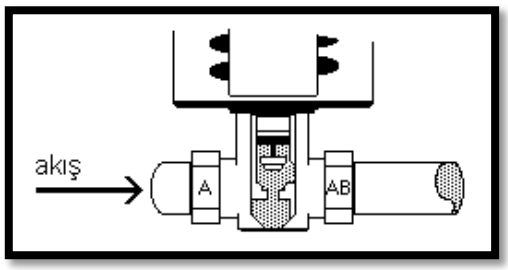
Vana operatörleri aşağıdaki genel tipleri kapsar:
Bir pnömatik operatör, karşı etkili yay ve esnek diyaframdan veya vana miline bağlanmış körükten oluşur. Minimum yay kademesi üzerinde hava basıncındaki bir artış yayı sıkıştırır ve aynı anda vana mili hareket eder. Çeşitli kademelerdeki yaylar, uygun seçilmiş veya ayarlanmışsa çalışmayı iki veya daha fazla cihaz için sıralama yapabilir. Örnek olarak bir soğuk su vana operatörü vanayı, tam kapalı konumdan tam açık konuma kadar 3 psi'den 8 psi'ye kadar modüle ederken, vana 8 ila 13 psi arasında bir güç sıralaması yapar.

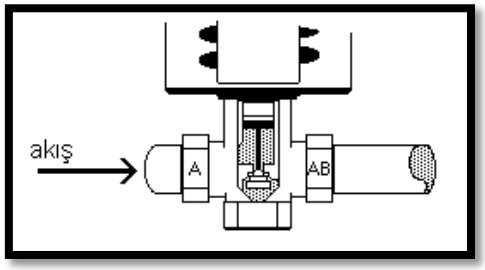
İki konumlu pnömatik kontrol, iki konumlu pnömatik röle kullanılarak her iki taraftan tam hava basıncı veya vana operatörüne basınç uygulamaksızın başarılır. Pnömatik vanalar ve yay dönüşlü elektrik operatörlü vanalar, normalde açık (NA) veya normalde kapalı (NK) olarak sınıflandırılır.

4.16.2 Normalde Açık (NA)

"Normalde" tanımı vanaya herhangi bir enerji veya sinyal verilmediği haldeki konumunu işaret eder. Normalde açık vanalar tipik olarak klima santrallerindeki sıcak su serpantinlerinde kullanılır. Kontrol sinyali verildiğinde valf güvenli konuma gelir, tamamen açılır, sıcak suyun serpantinden tamamen geçmesine izin verir.

***Not:** Bazı ısıtma uygulamaları için kontrol sisteminin normalde kapalı vanaları kullanması gerekebilir.*





***Şekil-4.49** Normalde açık vana (NA) [2]* ***Şekil-4.50** Normalde kapalı vana (NK) [2]*

4.16.3 Normalde Kapalı (NK)

Normalde kapalı vanalar tipik olarak soğutulmuş su sistemlerinde kullanılır. Kontrol cihazı sinyali kestiğinde valf güvenli konuma gelir, tamamen kapanır, serpantine su akışı tamamen kesilir. Çok yumuşak iklimlerde donma önemli bir problem değildir, normalde kapalı vanalar hem ısıtma hem soğutma da kullanılabilir.

Yaysız pnömatik operatörler, karşılıklı iki diyafram veya iki taraflı tek diyafram kullanır, genellikle yüksek akış debileri veya büyük vana kullanımı gibi durumlarda sınırlı olarak kullanılır.

Bir elektrik-hidrolik operatör, basınçlı hava kullanımı dışında pnömatik olana benzer.

Bir solenoid manyetik bobinin çalıştırdığı hareketli milden oluşur. Birçoğu iki konumlu çalışma içindir, fakat basınç dengeleme körükleri veya modülasyon pistonları bulunan modülasyonlu solenoid vanalar da mevcuttur. Solenoid vanalar genelde küçük ölçülerle sınırlıdır (100 mm çapa kadar).

Bir elektrik motoru motor milini dişli bağlantı ile hareket ettirir. Elektrik motor operatörleri aşağıdaki üç tipte sınıflandırılır:

***Tek yönlü- iki konumlu çalışma:** Vana yarım tur dönüşle açılır ve ters yönde yarım tur dönüşle kapanır. Hareket başladığında, kontrol tarafından aksi bir eylem yapılmadığı sürece, dönüş tamamlanıncaya dek devam eder. Her bir strok sonunda sınır anahtarları motoru durdurur. Şayet kontrol cihazı bu aralığı yeterli görürse operatör diğer konuma geçer.*

***Yay dönüşlü-iki konumlu çalışma:** Elektrik enerjisi vanayı tam açık konuma getirir ve vana normal konuma yay etkisiyle geri döner.*

***Tersinir- yüzer ve oransal kontrol:** Motor her iki yönde dönebilir ve herhangi bir konumda durabilir. Tersinir motorlar bazen dönüş yayı ile teçhiz edilebilirler. Oransal kontrol uygulamalarında, geri bildirim için yine motor tarafından tahrik edilen bir dengeleme potansiyometresi kullanılır.*

4.17 DAMPERLER

İklimlendirme ve havalandırma uygulamalarında, damperler çoğunluğu dikdörtgen hava yarıklı tiptir. Bunlar, bir dış çerçevede yataklarda desteklenen miller üzerine monte edilmiş bir dizi dikdörtgen kanatçıktan oluşur.

İki ana tip, kanatçıkların tek bir yönde döndüğü veya zıt kanatçıklar kanatçıkların, adından da anlaşılacağı gibi, bitişik kanatçıkların zıt yönlerde döndüğü paralel kanatçıklar olarak kullanımdadır. Kanatçıklar yeterli sertliği sağlamak için uygun şekilde biçimlendirilmiş tek bir metal sacından veya metal tek yaprak yapılmış veya çift cidarlı aerodinamik tipten yapılmış olabilir.

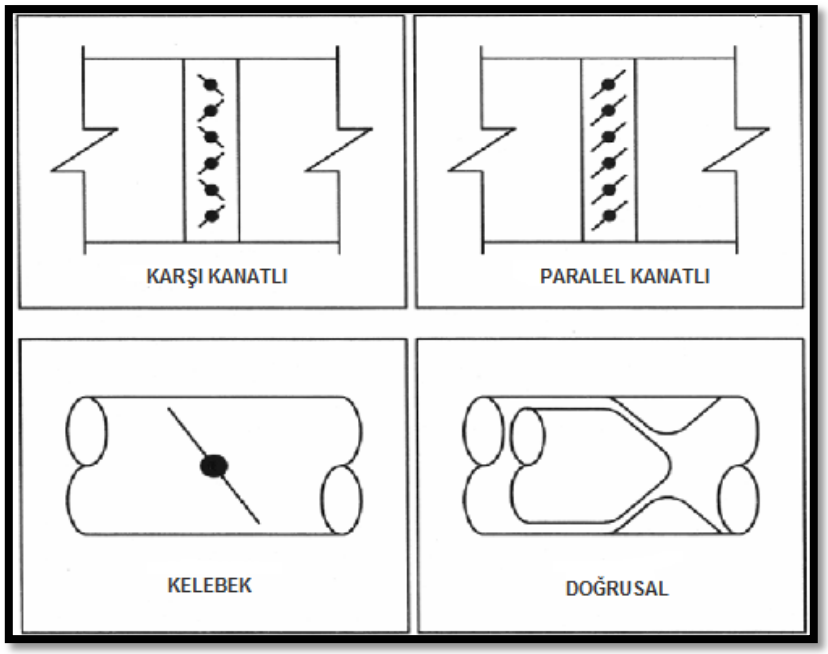
Belirli uygulamalar için gerekli yüzey ve baypas damperleri genellikle zıt kanatçık tiptedir.

Hava kontrolü damperleri;

- *Yangın damperi: Termal olarak harekete geçirilen damper yangın ve ısı geçişini sınırlandırmak için bir açıklığa sahiptir. Bu sayede bölümünde veya katta yangının bütünlüğünü algılayabilir ve kapaklarını açar.*
- *Duman damperi: Dumanı algılamak için damperin kanalları içinde bir açıklık bulunur.*
- *Hacim kontrol Damperi (VCD): İklimlendirme sistemlerinde hava akışını kontrol etmek için bir cihaz bulunur.*

4.17.1 Genel Damper Tipleri

- *Karşılıklı kanatlı damperler (örnek; Klima Santrali)*
- *Paralel kanatlı damperler*
- *Kelebek damperler (örnek; VAV kutusu)*
- *Doğrusal hava akımlı valfler (örnek; Davlumbaz)*
- *Özel damperler*



***Şekil-4.51** Damper tipleri [1]*

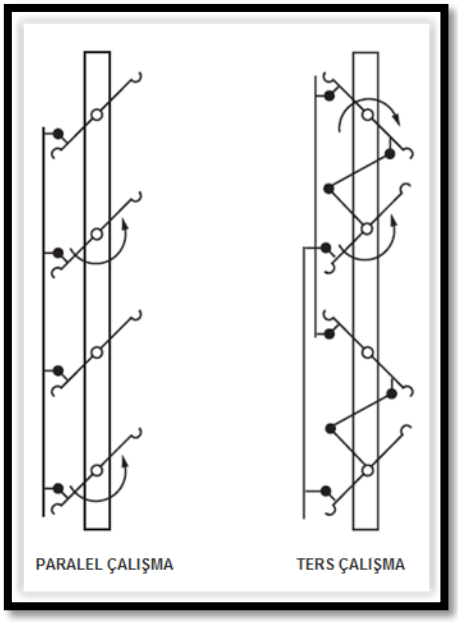
4.17.2 Damper Özellikleri

Otomatik kontrol damperleri, otomatik kontrol vanalarına işlev olarak benzerdir. Damper boyunca hava akışı ve sabit bir basınç düşümlü kanatçıklarının açısal açıklığı arasındaki ilişki doğal özelliği olarak bilinir. Bu doğal özellik, kanatçık konumu ile hava akımını ilişkilendirir.

Bir paralel kanatçıklı damper, verilen herhangi bir açıklık için bir zıt kanatçıklı damperden daha fazla havanın geçmesini sağladığı görülebilir. Bir damperin kanatçıkları kapandığında, damper genelinde basınç düşmesi artar. Kurulu özellik, damperleri gerçek kanal tesisatı sistemlerinde incelerken yararlıdır.

Tamamen açık bir damper genelinde basınç düşüşü aşağıdakilere bağlıdır:

- *Damper yapısı*
- *Kanatçık şekli*
- *Damper boyutları*
- *Hava akımı içine çerçeve girintisi*
- *Tamamen açık damperin hava kanalına oranı*



Şekil-4.52 *Tipik çok kanatlı damperler [1]*

Tamamen açık damperler için normal basınç düşümleri, bir karıştırma uygulamasında kullanılan paralel kanatçıklı damperler için 10 ila 15Pa'dır.

Kontrol edilen hava, 1275 Pa altındaki basınçlarda bir sıkıştırılamaz akışkan olarak kabul edilebilir. Bunun üzerinde, sıkıştırılabilirlik düşünülmelidir. Gazlar (hava) hacmin etkilenmeyeceği şekilde bükülebilir ve hiç kontrol edilemez. Hava kolaylıkla hava kanalında katmanlaşabilir. Bu nedenle, bir damper olsa olsa zayıf bir kontrol cihazı olarak kabul edilebilir. Aynı zamanda, damperler, uygun büyüklükte olması kaydıyla, kontrolde vanalar kadar iyi olabilir.

4.17.3 Paralel ve Zıt Kanatçıklı Damperlerin Karşılaştırılması

İklimlendirme tesisatlarında, iki farklı damper tipi hava akışını ayarlamak için kullanılır. Bunlar paralel ve zıt kanatçıklı damperlerdir. Her tür, fan performansı kontrolü ve hava hızı profilindeki değişime bakmaksızın ayırt edici özelliklere sahiptir.

Paralel kanatçıklı damperleri, tüm kanatçıklar aynı yönde ve paralel olarak hareket edecek şekilde yapılır. Paralel kanatçıklı damperler, tam açık konumdan kapalıya geçtikleri ve böylece hareketin ilk % 20-30'unda az kontrol ettikleri için, ilk birkaç derecelik dönme sırasında havayı bükme eğilimleri vardır. Onlar akımı ayarlamak yerine bükerler. Paralel kanatçıklı damperlerinin bildirildiği gibi olmayan bir doğal eğrisi vardır, böylece damper açılmaya başladığı zaman akış daha hızlı artar.

Paralel kanatçıklı damperler normalde açma-kapama görevi veya sabit akış kontrolü için kullanılmaktadır.

Paralel kanatçıklı çalışma aşağıdaki durumlar için tercih edilir:

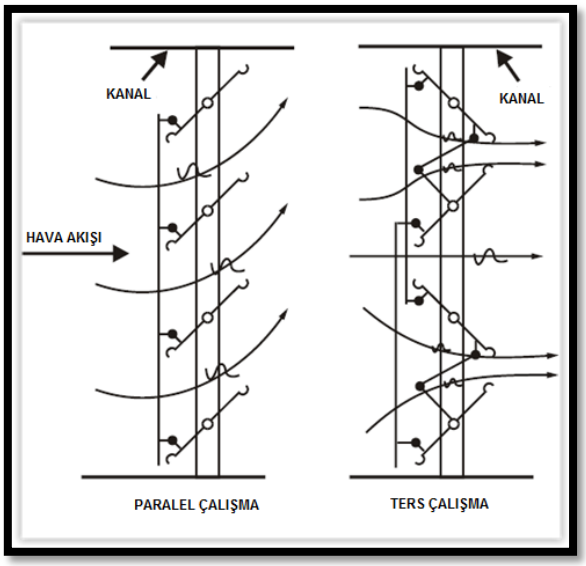
- *Damper toplam sistem basınç kaybının önemli bir bölümünü oluşturduğu zaman*
- *Daha fazla kontrol, hacimsel çalışma aralığının en üst ucu yakınında gerekli olduğu zaman veya iki konumlu (tam açık ya da tam kapalı) çalışma gerektiren sistemler için.*

Paralel kanatçıklar, düzensiz hava akımı nedeniyle kritik bileşenlerin girişinde kullanılmamalıdır. Zıt kanatçıklı damperler, birbirinin yanındaki kanatçıklar zıt yönlerde hareket edecek şekilde yapılır. Zıt kanatçıklı damperler normalde, sistem hava akımı kontrolü gerektirdiğinde ve hava kanalı sisteminde büyük miktarda katmanlaşmayı önlemek istediğimizde kullanılır. Zıt kanatçıklı damperler aynı zamanda açma-kapama görevinde de kullanılabilir. Zıt kanatçıklı damperler, damper açılmaya başladığı zaman çok yavaş bir artış verebilir.

Zıt kanatçıklı çalışma aşağıdaki durumlarda tercih edilir:

- *Damper toplam sistem basıncı kaybının önemli bir bölümünü oluşturmadığı zaman*

- *Damperden hava çıkışının eşit dağılımını sağlamanın gerekli olduğu uygulamalar için*
- *Kanallı çıkışlar için*

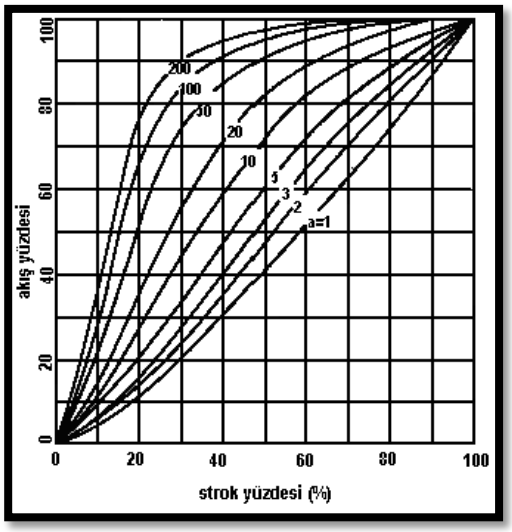


Şekil-4.53 *Paralel ve ters çalışan damperlerde hava akışı [1]*

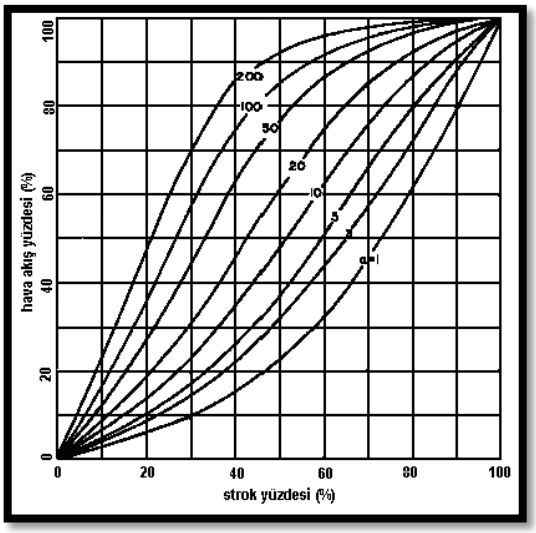
Zıt kanatçıklı damperler, paralel kanatçıklı damperler gibi aynı hava akımı direncini elde etmek için daha fazla açılmalıdır.

Damper kaçakları özellikle enerji sarfiyatının hava sızdırmazlığı ile azaltılması gereken yerlerde önemlidir. Ayrıca, soğuk iklimlerde boru ve serpantinlerin donmasını önlemek için dış hava damperi sıkı şekilde kapalı olmalıdır. Düşük kaçaklı damperler, kapalı konumda sızdırmazlık sağlaması için daha pahalı olup daha büyük operatör gerektirir; böylelikle sadece gerekli olduğunda kullanılmalıdır.

Bazı damperler konforu kontrol veya korumak için kullanılmaz, güvenlik için kullanılır. Yangın ve duman damperleri vardır.



Şekil-4.54 *Paralel kanatlı damperlerin karakteristik eğrileri*



Şekil-4.55 *Karşı akışlı damper karakteristik eğrileri*

4.17.4 Damper Boyutlandırma

Tipik kanal boyutuna göre değerlendirilecek ve konumu kolaylık
Uygun seçim ve boyutlandırmanın faydaları şunlardır:

- *Düşük kurulum maliyeti (Boyutları küçük olduğundan)*
- *Küçük çalıştırıcılar gereklidir*

- *Enerji maliyetleri düşüktür*
- *Geliştirilmiş kontrol karakteristiği düşük akışta kontrol edilebilirliği artırır.*
- *Geliştirilmiş çalışma karakteristiği*

4.17.5 Performans Verileri

- *Kaçak derecelendirme*
- *Moment gereksinimleri*
  -Kapatma momenti
  -Dinamik moment
- *Hız oranı*
- *Sıcaklık oranı*
- *Basınç oranı*
- *UL sınıflandırma (yangın /duman)*

Tablo-4.3 *Damperler ve basınç kaybı değişimleri*

MAKSİMUM STATİK BASINÇ FARKI	
DAMPER TİPLERİ	**BASINÇ DEĞİŞİMİ (kPa)**
Standart damper	0,75
Standart ,yüksek sıcaklık ve düşük kayıp damperi	1,5
Düşük statik ve düşük kayıp damperi	0,5

MAKSİMUM STATİK BASINÇ FARKI KAPASİTELERİ	
DAMPER UZUNLUĞU	**AÇMA KAPAMA BASINCI(kPa)**
305	2
610	2
915	1,5
1220	1

4.18 DAMPER UYGULAMALARI

Sistem dengelemesi için hacim kontrolü uygulaması dışında, damperler aşağıdakiler için kullanılır.

4.18.1 Değişken Oranlı Dış Hava Girişi

Dış hava, kombine motorlu dış hava/dönüş havası karıştırma damperleri ya da her bir ana dönüş havası kanalında bulunan CO_2 duyargaları tarafından kontrol edilen bir değişken oranlı dış hava fanı ile içeri sokulacaktır. İçeriye alınan dış hava, ana besleme havası fanının çalışma yaklaşımından tamamen bağımsız olacaktır. Klima santrali çevrime başladığı zaman ve sabah soğuma veya ısınma süreleri sırasında, taze hava hacmi sıfır olacaktır. Bu süreden sonra, ya dış hava/dönüş karıştırma damperlerinin kombinasyonu ya da dış hava fanı en yüksek konsantrasyonlu değere sahip CO_2 duyargası tarafından kontrol edilecektir. Besleme havası fanları bir hava kanalı statik basınç duyargası (duyargaları) tarafından kontrol edilen kendi hava debilerine sahip olacaktır. Fanın minimum akış oranları, besleme hava kanallarında hava akış ölçüm istasyonlarından gelen bir sinyal ile kontrol edilecektir.

4.18.2 Değişken Hava Hacimli (VAV) Sistem

VAV kutusu, alana temin edilen hava hacmini arttırarak veya azaltarak alan ısısını korumak için ayarlayan bir dampere sahiptir. Hava akımı, saniye başına litre (L/s) cinsinden ölçülür. Eğer alan çok sıcak olursa, damper alana daha fazla 13 °C'lik hava sağlamaya ayarlanır. Eğer alan çok serin olursa, alana daha az hava temin edilir.

4.18.3 Yangın ve Duman Damperleri

Yangın damperleri, yangınların yayılmasını durdurmak ve herhangi bir yangını bir sistemin tek bir alanına sınırlandırmak için hava kanalı sistemine veya bölümlere koyulur. Bu nedenle, ısıya dayanabilen kuvvetli bir malzemeden yapılmış olmaları gerekir. Onlar benzer olabilmelerine rağmen, nadiren bir otomatik damper gibi ortada bağlı olabilir. Onlar birleştirilebilen ve sıcaklık yaklaşık 74 °C'ye ulaştığında erimek ve kapamak üzere tasarlanmış bir bağlantı sistemi tarafından neredeyse her zaman açık konumda tutulur. Kapatma yaylar veya ağırlıklar tarafından gerçekleştirilir. Her durumda, damperler Ulusal Yangın Koruma Derneği (NFPA) ve Sigorta Laboratuvarları (UL) gibi kuruluşların gereksinimlerini karşılamalıdır. Damperlerin konumları, belirli bir sistem türüne uygulanan çoğu yönetmeliklerde açıkça açıklanmıştır. Duman damperleri, yangın damperleri gibi, uygulanan yönetmelikler vardır, ancak bunlar genellikle yangın damperleri için olanlar gibi sıkı değildir. Duman

damperleri, dumanın yayılmasını ve bir yangın durumunda ortaya çıkan paniği durdurmak içindir.

4.18.4 Damper Montajı

Damper operatörleri, damper boyutlarına, ulaşılabilir olmasına ve damperi hareketlendirmek için güç ihtiyacına göre, çeşitli yollarla bağlanabilir. Operatörler hava akımı üzerindeki damper iskeleti üzerine monte edilebilir ve damper kanatlarına doğrudan bağlanabilir veya hava kanalı dışına monte edilerek krank kolu üzerinden damper kanatlarından birine uzanan mile bağlanabilirler. Büyük damperler üzerinde iki veya daha fazla operatör gerekli olabilir. Bu durumda onlar ayrı noktalardan damper üzerine bağlanırlar. Alternatif bir damper tesisatı iki veya daha fazla bölümlü olabilir ki bu durumda her bir operatör yalnızca bir damperi kontrol eder. Bununla birlikte tek modülasyonlu damperle uygun hava akışı daha kolay sağlanır. Uygun kademelendirme için pozitif konumlandırıcılar gerekli olabilir. İki konumlu küçük bir damperde, minimum dış hava için yay dönüşlü operatör kullanılabilirken büyük damperler, soğutma çevriminde ekonomi sağlamak için bağımsız olarak kontrol edilmelidir.

Tablo-4.4 *Damper uygulama alanları*

Kontrol Uygulamaları	*Damper Tipi*
Dönüş havası	*Paralel*
Dış Hava veya Egzoz Havası *(Hava Panjuru veya Kuş Muhafazası ile)* *(Hava Panjuru veya Kuş Muhafazası olmaksızın)*	 *Ters Yapraklı* *Paralel*
Serpantin Yüzeyi	*Ters Yapraklı*
Baypas *(Delikli bölme ile)* *(Delikli bölmesiz)*	 *Ters Yapraklı* *Paralel*
İki Konumlu (tüm uygulamalar)	*Paralel*

4. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Fundamentals of HVAC Controls, PDH Course M197, http://www.cs.berkeley.edu/~culler/cs294-f09/m197content.pdf*
2. *BULGURCU, H., İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol, 308 sayfa, Doğa Teknik Yayın no:02 İstanbul 2005.*
3. *http://www.inverter-plc.net/motor/asenkron_motorlar.html (18.03.2016 tarihinde erişildi)*
4. *http://www.inverter-plc.net/motor/dc_motorlar.html (18.03.2016 tarihinde erişildi)*
5. *http://www.inverter-plc.net/servo_sistem/servo_motor.html (18.03.2016 tarihinde erişildi)*
6. *http://www.inverter-plc.net/servo_sistem/step_motorlar.html (18.03.2016 tarihinde erişildi)*
7. *https://tr.wikipedia.org/wiki/Pn%C3%B6matik_akt%C3%BCat%C3%B6r (18.03.2016 tarihinde erişildi)*
8. *H. Bulgurcu, E. Şimşek, A. Basalak, İklimlendirme Soğutma Elektriği ve Kumanda Devreleri, 349 sayfa, ISKAV Teknik Kitaplar Dizisi No:07 ISBN:975-11-2142-6 İstanbul 2012.*

BÖLÜM-5
KONTROL CİHAZLARI

Hazırlayan:
Hüseyin BULGURCU

5.1 GİRİŞ

İstenen kontrol değerini yakalamak için duyargalardan gelen bilgiyi alıp yorumlayan, sürücülere komut yollayan, zaman programları çalıştıran ve gerektiğinde merkezi kontrolöre bilgi aktaran akıllı, tamamen programlanabilir birimlerdir.

Kontrol cihazlarını kullanım yerine ve sistem mimarisine göre sınıflandırmak mümkündür:

5.2 KONTROL CİHAZLARININ KULLANIM YERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

5.2.1 Sıcaklık Kontrol Cihazları ve Termostatlar

Sıcaklık Kontrol cihazı, adından da anlaşılacağı gibi sıcaklığı kontrol etmek için kullanılan bir alettir. Sıcaklık kontrol cihazı bir sıcaklık duyargasından bir giriş alır ve bir ısıtıcı veya fan gibi bir kontrol elemanına bağlı bir çıkışa sahiptir.

Sıcaklık kontrol cihazları normalde belirli bir tip ya da kategoride giriş duyargaları gerektirir. Bazıları BALCO veya platin elemanları gibi RTD duyargalarını kabul etmek için giriş devrelerine sahipken diğerleri termistör duyargaları için giriş devreleri içerir. Bu kontrol cihazları, ℉ veya ℃ dereceleri cinsinden işaretli ayar değeri ve kısma aralığı ölçeklerine sahiptir.

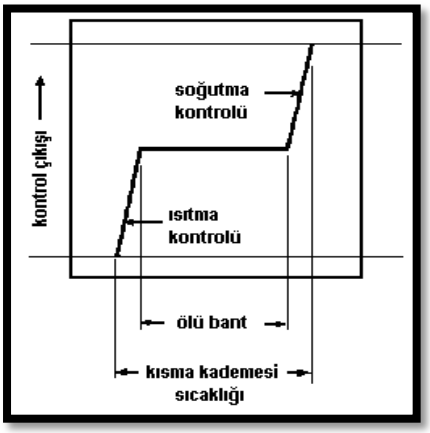
Termostatlar kontrol ve hissetme işlevini tek cihazda birleştirirler. Termostatlar kullanım yerine göre çok farklı isimler alabilirler. Örnek olarak ev tipi soğutucu termostatı, oda termostatı, havuz tipi, vb. Ancak yapım özellikleri olarak elektro-mekanik ve elektronik termostatlar olarak sınıflandırılabilir.

Termostatlara çok çeşitli özellikler eklenmiştir. Örnek olarak termostatlara zamanlama özelliği eklenerek programlı termostatlar yapılmıştır (Şekil-5.1). Mikroişlemci temelli termostatlar aşağıda açıklanan birçok özelliklere sahiptir:

- *Kullanımda ve kullanım dışı veya iki sıcaklıklı oda termostatları gece sıcaklığı düşürmek suretiyle kontrol yaparlar. Onlar, bireysel veya grup halinde, manuel bir anahtar veya uzak bir noktadaki zaman anahtarı ile konum değiştirebilir. Bazı elektrikli cihazlar termostat üzerine takılan bir konum değiştirme anahtarına sahiptir.*
- *Pnömatik gece-gündüz termostatı iki farklı basınçlı hava besleme sistemi kullanır. Bu basınçlar sıklıkla 13 ve 17 psig, veya 15 ve 20 psig olabilir. Basınçlar merkezi bir noktadan değiştirilerek kullanımdan veya kullanım dışı çalışma modlarına veya tersine dönüştürülür.*
- *Isıtma-soğutma veya yaz-kış termostatları da eylemi ve ayar noktasını tersine çeviren anahtarlamaya sahiptir. Damperler ve vanalar gibi kontrollü cihazları çalıştırmak için kullanılır, bir süre ısıtma kaynağını düzenlerken bir başka zaman soğutma kaynağını düzenler.*
- *Çok kademeli termostatlar iki veya daha fazla kademeleri sıralamada kullanılır. Örnek olarak bir soğutma sisteminde ilk kademe ayar sıcaklığının 1℃ üzerinde kapanır. Şayet sıcaklık artmaya devam ederse ayar sıcaklığının 2℃ üzerinde ikinci kademe de devreye girer. Her iki kademe de ayar sıcaklığında devreyi açar. Paralel kompresörlü bir soğutma sistemi bu yöntemle yüke bağlı olarak çalıştırılabilir.*
- *Bir alt kontrol (submaster) termostatı, onun ayar noktasını belli bir kademede bir ana kontrolün çıkışlarına uygun olarak yükselten veya düşüren bir özelliğe sahiptir. Ana kontrol bir termostat, manuel bir anahtar, basınç kontrolü veya benzer bir cihaz olabilir.*
- *Bir ölü bantlı termostat, ısıtma veya soğutma gerektirmeyen sıcaklık aralığında geniş bir aralıkta (diferansiyel) tarafsız (nötr) konumda kalır. Bu fark 6℃ civarına ayarlanabilir. Termostat her ölü aralığın sonunda, küçük bir diferansiyel üzerinde, minimum veya maksimum çıkış sağlayacak şekilde kontrol yapar (Şekil-5.2).*



Şekil-5.1 *Programlanabilir sayısal termostat [2]*



Şekil-5.2 *Ölü bantlı termostat [2]*



Şekil-5.3 *Zamanlamalı sıcaklık kontrol cihazı*



Şekil-5.4 *Tek setli iki konumlu sıcaklık kontrolü*



Şekil-5.5 *Çift setli iki konumlu sıcaklık kontrolü*



Şekil-5.6 *PID sıcaklık kontrol cihazı, üniversal girişli*

Fanlı Serpantin Oda Sıcaklık Kontrolleri

Fanlı serpantin kontrol cihazları, bu cihazların talebe bağlı olarak kullanılmasını ve cihazların optimum enerji kullanımını sağlarlar. Bu kontrollerin üç kademe hızlı fanları ve elektronik kontrollü (EC) fanları sürekli kontrol eden tipleri mevcuttur. Kontroller iki ve dört yollu fanlı serpantin tesisatına ve ayrıca elektrikli son ısıtmaya uygundur.

Aşağıdaki şekillerde farklı tip fanlı serpantin oda sıcaklık kontrolleri gösterilmiştir.



Şekil-5.7 *Oda termostatı*



Şekil-5.8 *Elektromekanik fanlı serpantin sıcaklık kontrolü*



Şekil-5.9 *Fanlı serpantin oda sıcaklık kontrolü, ısıtma soğutma kademeli*



Şekil-5.10 *Fanlı serpantin oda sıcaklık kontrolü, sayısal göstergeli*

Üniversal Termostatlar

Üniversal termostatlar üç farklı uygulama alanında kullanılır. Onlar talebe göre, dış enerji gerektirmeyen kontrol, izleme ve sınırlama işlemleri yapabilir. Bu cihazlar sıvı banyoları, tanklar, boru ve kanal sıcaklıklarını izler ve düzenler (Şekil-5.11).



Şekil-5.11 *Üniversal termostat*



Şekil-5.12 *Oda duyargalı endüstriyel amaçlı termostat*





Şekil-5.13 *Kılcal kuyruklu donma termostatı* ***Şekil-5.14*** *Kılcal kuyruklu donma izleme/sınırlama termostatı*

Basınç Kontrol Cihazları

Basınç anahtarları sıvı, gaz veya buhar basıncı kontrol etmek ve izlemek için herhangi bir uygulamada kullanılabilir. Bunlar gaz ve / veya sıvı ortam basınç değişiklikleri algılamak ve pompalar, vanalar ve kompresörleri anahtarlamak için kullanılır.







Şekil-5.15 *Basınç anahtarı* ***Şekil-5.16*** *Basınç izleme ve anahtarı* ***Şekil-5.17*** *Basınç sınırlayıcı*





Şekil-5.18 *Ağır hizmet basınç anahtarı* ***Şekil-5.19*** *Fark basınç anahtarı*

5.2.2 Bağıl Nem Kontrol Cihazları

Bağıl nem (RH) mutlak nem (asıl var olan) ile doyma koşullarındaki nem miktarı arasındaki ilişkiyi gösterir. Havanın bağıl nemi, cihazlarla ölçülerek ekranda %0 (mutlak kuru hava) ile %100 (sis, bulut veya su buharı banyosu gibi havanın tamamen doygun olduğu durumlar) arasında gösterilir. Bazı nem ölçüm cihazı modelleri limitli bir ölçüm aralığına sahiptir. Fiziksel uygun ortamlarda bağıl nem oranı %40 ile %65 arasındadır. Sıcak hava, soğuk havaya göre daha fazla su buharı toplar; kışın havanın aşırı kuru olduğunu hissedenler yazın aşırı nem hissederler. Hava ısıtılırsa buhar miktarı artarak doyum durumuna ulaşılır. Sonuç olarak, RH değeri %'si, gerçek su miktarı aynı kalsa bile azalabilir. Hava soğutulduğunda da su buharı miktarının azalmasıyla benzer bir durum yaşanır. Bu durum RH değerinin yüzdesini arttırır. Buğulaşma, doygun bir atmosferde fazla su varsa gerçekleşir. Nem ölçüm cihazlarımızın bazıları, bağıl nem ve sıcaklık ölçümüne ek olarak, çiğ noktası ve çiğ noktası sıcaklığı hesaplaması da yapabilir. Çiğ noktası sıcaklığı, havada var olan su buharının maksimum (%100 bağıl nem) olduğu sıcaklıktır. Çiğ noktası derecesi, var olan sıcaklıktan bağımsız bir değerdir. Çiğ noktası derecesinin ölçümünde kullanılan bir yöntem bir metalin, yüzeyinde su yoğuşmasına kadar soğutulmasıdır. Metalin sıcaklığı, çiğ sıcaklığı olarak tespit edilir.

Oda, pano ve kanala monte edilebilen nem kontrol cihazları, fanlar, kurutucular ve nem gidericiler için izleme ve nem düzenlemesi için kullanılmaktadır.

Bağıl nem kontrol cihazları için giriş devreleri genellikle zaten 0- 10 VDC gerilim ya da 4-20 mA akım sinyallerine dönüştürülmüş algılanan bağıl nem sinyalini alır. Bu kontrol cihazları için ayar değeri ve ölçekler bağıl nem yüzdesi cinsindendir.



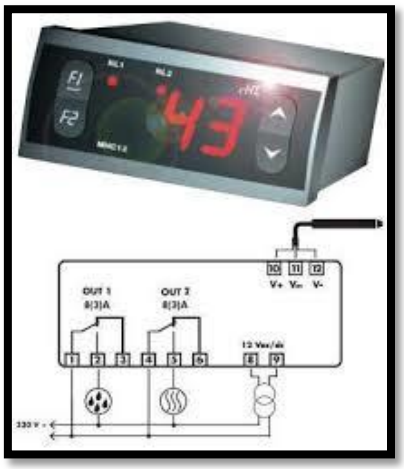
Şekil-5.20 *Bağıl nem ve sıcaklık kontrol cihazı*



Şekil-5.21 *Oda tipi higrostat*



Şekil-5.22 *Kanal tipi higrostat*



Şekil-5.23 *Pano tipi higrostat*

5.2.3 Entalpi Kontrol Cihazları

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. Örneğin yaklaşık 21°C kuru termometre

sıcaklığındaki ve hemen hemen doyma noktasına yakın bölgedeki dış havanın entalpisinin, 27 ℃ sıcaklığındaki ve daha kuru dönüş havası entalpisinden daha büyüktür. Genelde soğutucu serpantin istenen şartları sağlamak için toplam ısı yükünü havadan almak zorunda olduğundan, bu durumda dış havayı minimum seviyede tutmak daha ekonomiktir. Entalpiyi ölçmek için kuru termometre sıcaklığı ile birlikte yaş termometre sıcaklığını veya bağıl nemi veya çiğ nokta sıcaklığını ölçmek gerekir. Birçok firma artık aynı anda kuru termometre sıcaklığını ve çiğ nokta sıcaklığını hisseden, dış ve dönüş havasından entalpiyi çözen ve damperleri kontrol etmek için çıktı gönderen aletler üretmektedir. Entalpi kontrolünün bir takım potansiyel faydaları olsa bile, sıcaklığa dayalı ekonomi çevrimiyle karşılaştırıldığında enerji tasarrufu küçüktür.

Entalpi kontrol cihazları, girişler için özel duyargalar kullanan özel cihazlardır. Bazı durumlarda, duyarga sıcaklık ve nem ölçümleri ile birleştirilebilir ve algılanan havanın entalpisini göstermek için onları tek bir gerilime dönüştürebilir. Diğer durumlarda, münferit kuru termometre sıcaklık duyargaları ve ayrı ıslak termometre veya bağıl nem duyargaları girişler sağlar ve kontrol cihazı entalpiyi hesaplar. Yaygın uygulamalarda, entalpi kontrol cihazı, gerçek entalpi değerinden ziyade, iç ve dış olarak iki entalpi ölçümünün bir karşılaştırmasına dayalı bir çıkış sinyali sağlar.

Diğer durumlarda, geri dönüş havasının entalpisi, sadece dış hava entalpisi ölçülecek şekilde sabit varsayılır. Varsayılan nominal geri dönüş havası değeri ile karşılaştırılır.



***Şekil-5.24** Entalpi kontrol cihazı*

5.2.4 Üniversal Kontrol Cihazları

Üniversal Kontrol cihazların giriş devreleri, bir veya daha fazla standart transmiter / transdüzer sinyallerini kabul edebilir. En yaygın giriş aralıkları 0-10 VDC ve 4- 20 mA'dir. Bu kategorideki diğer giriş türleri bir 2- 10 VDC ve 0-20 mA sinyalini içerir. Bu girişler, 0-15 amper'lik bir akım veya 0-20684 kPa'lık bir basınç gibi algılanan değişken çeşitliliğini gösterebildikleri için, ayarlar ve ölçekler genellikle sadece tam ölçekli yüzde olarak ifade edilir.

Son yıllarda gelişen mikroişlemciler sayesinde kontrol cihazlarında da büyük ilerlemeler görülmektedir. Üniversal kontrol cihazlarını, süreçte her türlü işlevi görmeye hazır, işletmede operatör tarafından sürece göre konfigürasyonu yapılabilen bir kontrol cihazı olarak tanımlayabiliriz. Süreç girişleri bu tip düzenleme imkânı ile her tip sıcaklık sensörü (TC ve Pt100'ler) ve mV, mA sinyalleri için programlanabilir.

Çıkış için işletmede kullanılan son kontrol elemanına bağlı bir çıkış alternatifi seçilebilir. ONOFF ve PID kontrol formlarına uygun çalışabilecek röle, SSR, analog 4-20 mA, sayısal çıkışlar programlanabilir. Tüm bu özelliklere ilave olarak RS 485 özelliği tüm süreç bilgilerinin aynı zamanda bilgisayar ekranından da izleme ve kontrol edilme imkânını sunmaktadır.



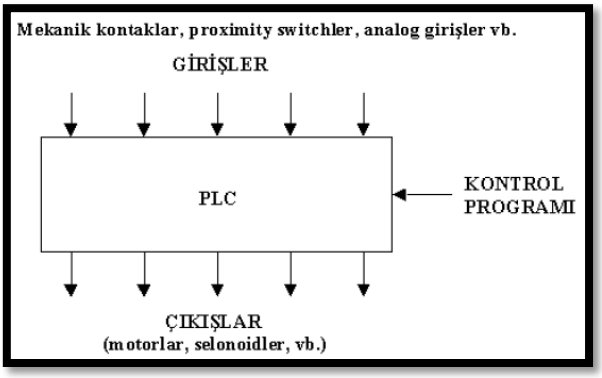
Şekil-5.25 *Farklı firmalara ait üniversal kontrol cihazları*

5.3 KONTROL CİHAZLARININ SİSTEM MİMARİSİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

5.3.1 PLC (Programlı Mantık Denetleyicileri)

PLC'ler; makineleri ve süreçleri kontrol etmek amacıyla lojik, zamanlama, sayma ve aritmetik işlemleri gibi özel fonksiyonları yürütebilen ve emirleri saklamak için programlanabilir hafıza kullanan sayısal bilgisayar kontrollü elektronik cihazlarıdır.

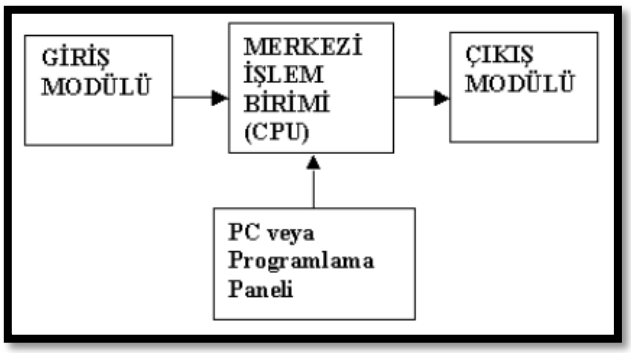
Aşağıdaki şekilde kontrol işleminin nasıl icra edildiği genel olarak verilmiştir.



Şekil-5.26 *PLC Kontrol işleminin genel gösterimi [2]*

PLC kullanıcı programına uygun olarak sürekli olarak girişleri okur, kullanıcı programını icra eder ve çıkışlara gerekli değişiklikleri yükler. Kullanıcı programında gerekli değişiklikler yapılarak donanımı değiştirmeden algoritma değiştirilmiş olur.

Tipik bir PLC genel olarak aşağıdaki şekilde verilen bölümlerden oluşur.

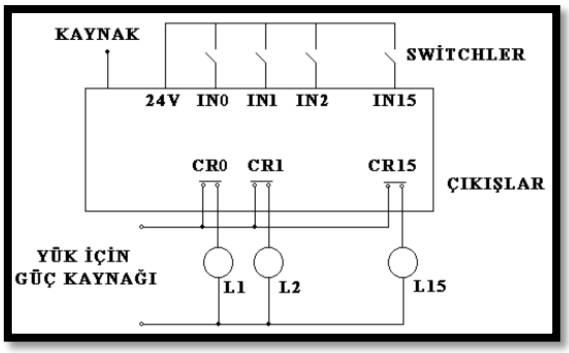


Şekil-5.27 *PLC'nin Bölümleri [2]*

PLC'lerin beslemesi için 24V veya 220 V'luk kaynak kullanılır. Girişler için ise mekanik veya yaklaşım anahtarları (proximity switch: endüktif, kapasitif veya optik) kullanılır. Ayrıca girişlerde analog giriş modülleri ve mil kodlayıcıları (encoder) kullanılır. PLC çıkışlarında ise yükleri sürmek için role, transistor veya tiryak çıkışlı modüller kullanılır. Yine çıkışta D/A dönüştürücü modülleri mevcuttur.

PLC'lerde kullanılan programlama mantığı kendine özgüdür ve ladder (merdiven lojik) olarak isimlendirilir.

PLC'nin Bağlantı Düzeni



Şekil-5.28 *PLC'lerin giriş çıkış bağlantı düzeni*

PLC'lerin beslemesi için 24V veya 220V'luk kaynak kullanılır. Girişler için ise mekanik veya yaklaşım anahtarları (proximity switch) (enduktif, kapasitif veya optik) kullanılır. Ayrıca girişlerde analog giriş modülleri ve mil kodlayıcıları (encoder) kullanılır. PLC çıkışlarında ise yükleri sürmek için role, transistor veya triyak çıkışlı modüller kullanılır. Yine çıkışta D/A dönüştürücü modülleri mevcuttur.

PLC'lerde kullanılan programlama mantığı kendine özgüdür ve merdiven diyagramı (ladder) olarak isimlendirilir.

PLC'nin Çalışma Prensibi

Bütün PLC işletim sistemleri görüntü belleğine kaydedilmiş giriş ve çıkışların lojik değerlerini tarayarak merdiven programını icra ederler. Öncelikle işletim sistemi tüm girişleri tarar. Daha sonra kullanıcının yazmış olduğu program icra edilir. Son olarak çıkışlar taranarak icra edilen program sonuçları ve girişlerin durumuna göre anahtarlanır. Program AND, OR, NOT vb fonksiyonları içerebilir veya sayma, zamanlama, matematiksel fonksiyonlar ve değişik fonksiyonları içerebilir.



Şekil-5.29 *PLC programının icra edilmesi*



Şekil 5.30 *PLC ve ek modülleri*

Özel PLC Örnekleri

İklimlendirme soğutma sistemlerinin uygulamalarının yönetimi için geliştirilen özel PLC'ler mevcuttur. Bunlar programlanabilir kontroller, kullanıcı arayüzleri, haberleşme arayüzleri, uzaktan yönetim sistemlerinden oluşur ve iklimlendirme-soğutma kontrol firmalarına OEM olarak bulut bilişim hizmetleri sunar. Kolaylıkla daha yaygın kullanılan Bina Yönetim Sistemleri arabirim olabilir, güçlü ama esnek ve aynı zamanda tescilli denetim sistemlerine uyumlaştırılabilir.

Bu cihazların programlanabilirlik uygulamaları soğutucular, klimalar, barınaklar, çatı üst üniteleri, ısı pompaları, kompresör grupları, klima santralleri ve diğerleri için uygundur.

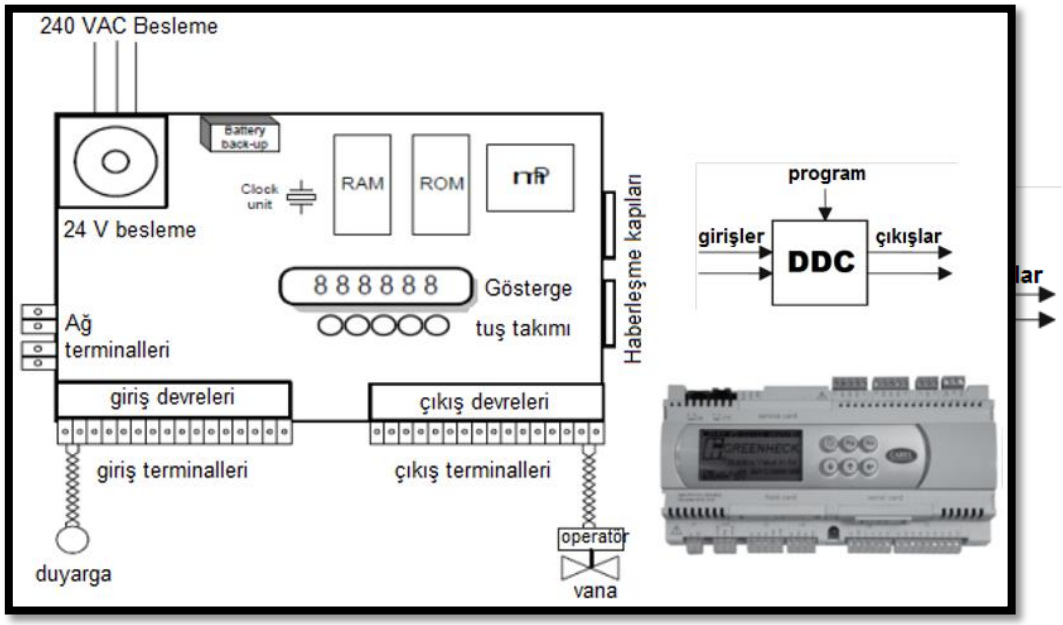


Şekil-5.31 *Özel iklimlendirme uygulamalarına yönelik geliştirilmiş programlanabilir kontrol cihazları*

5.3.2 DDC (Direkt Sayısal Denetim Cihazları)

DDC, veri girişi ve genellikle oransal, integral ve türevsel ileri düzey bir kontrol algoritmasına dayalı bir çıkış cihazının açık veya kapalı çevrim kontrolü tabanlı mikroişlemci veya bilgisayardır. DDC, optimum kontrol ve verimlilik için etkili, sofistike stratejiler sunar.

En basit anlamda, bir binanın altyapısını kontrol eden bir ağ üzerinden bir bilgisayar veya birbiri ile bağlantılı çok sayıda bilgisayar kullanan bir kontrol sistemidir. DDC kontrol, yazılım tarafından gerçekleştirilen kontrol mantığı ile mikroişlemci tabanlı kontrol cihazları içerir. Sistemlerin çoğu, sürekli iletişim yeteneği gereksinimini ortadan kaldırmak için yazılımı uzaktan kontrol cihazlarına dağıtır.



Şekil-5.32 *Direkt sayısal denetim cihazı (DDC) haberleşme arabirimi*

Bilgisayar, esasen, sistemin durumunu izlemek, programların kopyalarını kaydetmek ve alarm ve eğilim fonksiyonlarını kaydetmek için kullanılır. Karmaşık stratejiler ve enerji yönetim işlevleri, sistem mimarisinde en düşük seviyede kolayca kullanılabilir. Merkezi tanı yetenekleri de önemli bir niteliktir.

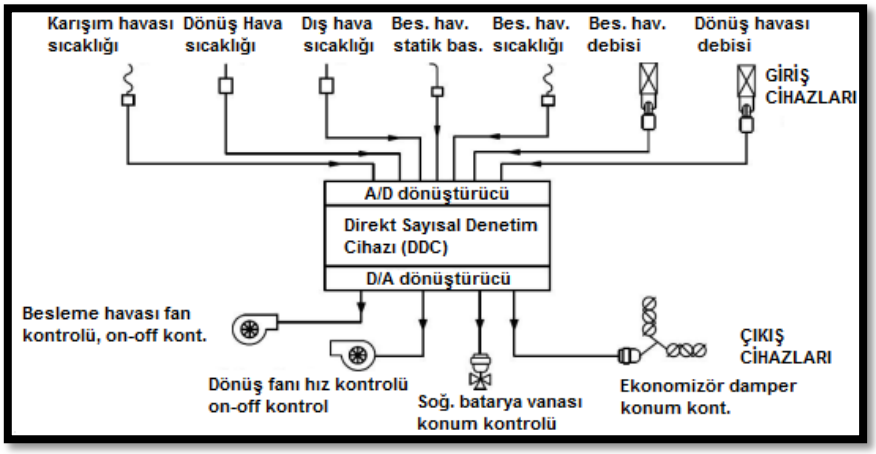
Haberleşme olanakları:

- *Bir modem (modem kapısı)*
- *Yerel ağ alanı (LAN) terminalleri*
- *Diğer operatör arayüz aygıtları, örneğin, yerel programlama ve yeniden yapılandırma için taşınabilir bir PC'ye bağlamak için seri iletişim kapısı (portu)*

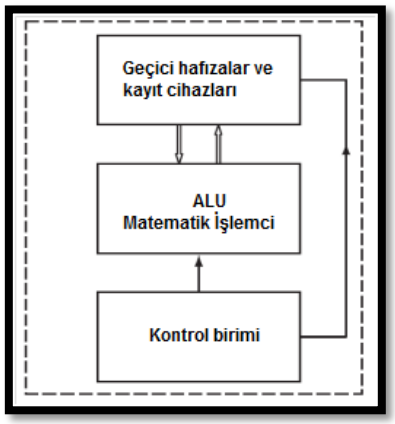
DDC Terminoloji ve Çalışma Teorisi

Kontrol cihazı cihaz ile ilgili giriş terminallerine bağlı giriş cihazlarından gelen sinyaller biçimindeki veriler, giriş çoklayıcı tarafından şartlandırılır ve ardından DDC mikro işlemci girmeden önce analog-sayısal çevirici ile sayısal değerlere dönüştürülür. Sayısal hesaplamalar, DDC kontrol cihazında kurulu talimatlar (program) dizisine dayalı bu veriler üzerinde gerçekleştirilir. Bu sayısal işlemin bir sonucu olarak çıktılar, analog dönüştürücü tarafından analoga dönüştürülür. Bu bölümde bilgi verilen DDC için önemli terminoloji şunlardır:

1) *Noktalar*
   - *Sayısal Giriş (DI)*
   - *Sayısal Çıkış (DO)*
   - *Analog Giriş (AI)*
   - *Analog Çıkış (AO)*
2) *Üniversal Noktalar*
3) *Darbe Girişi*



Şekil-5.33 *Mikro denetleyici temelli Direkt Sayısal Denetimli Kontrol (DDC)*



Şekil-5.34 *Mikroişlemci*

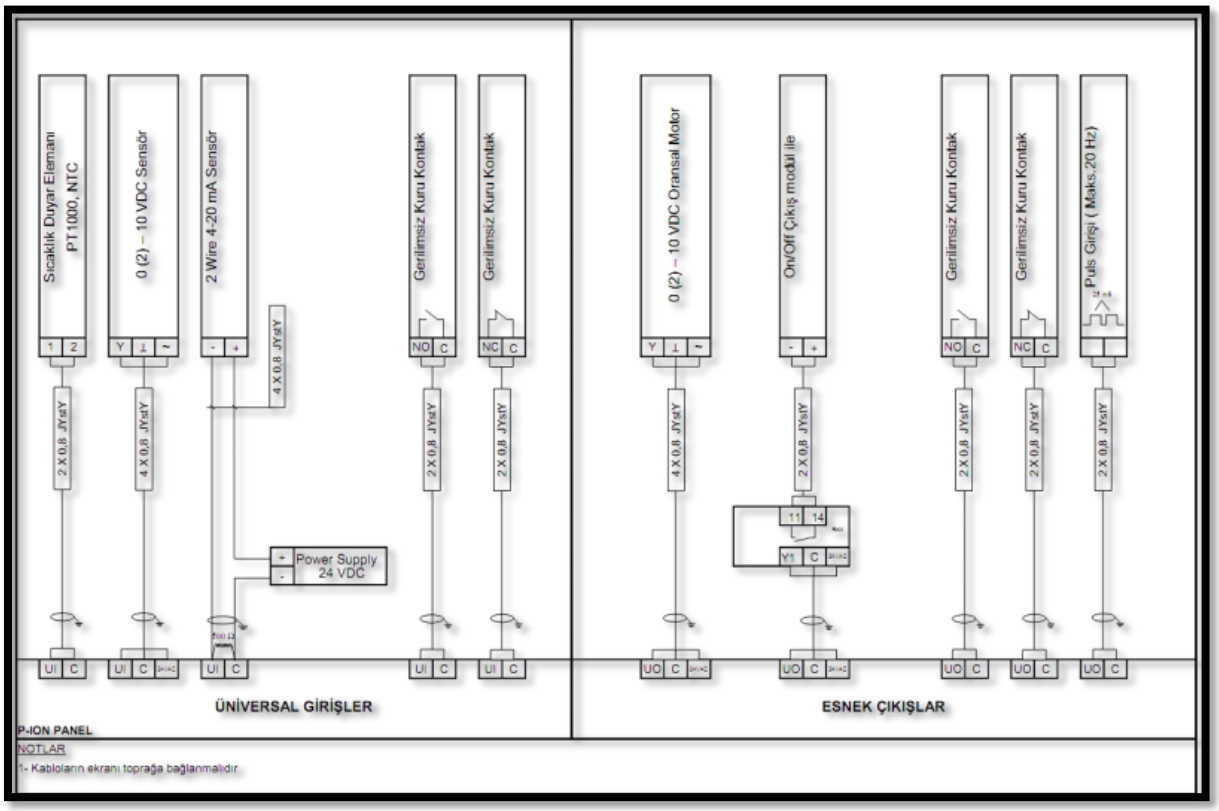
Noktalar

Bir iklimlendirme sistemini belirtirken, sıklıkla "nokta" terimini duyarız. Bir nokta, bir DDC Kontrol cihazı, duyargalar ve kontrol edilen cihazlar arasındaki iletişim bağlantılarıdır ve DDC sistemi içinde veri depolama yerleri tanımlamak için kullanılan yaygın bir terimdir. Veri duyargalardan veya yazılım hesaplamaları ve mantıktan gelebilir. Veriler ayrıca kontrol edilen cihazlara veya yazılım hesaplamalarına ve mantığa gönderilebilir. Her bir veri depolama konumu, tek bir tanımlama ve adresleme yöntemine sahiptir.

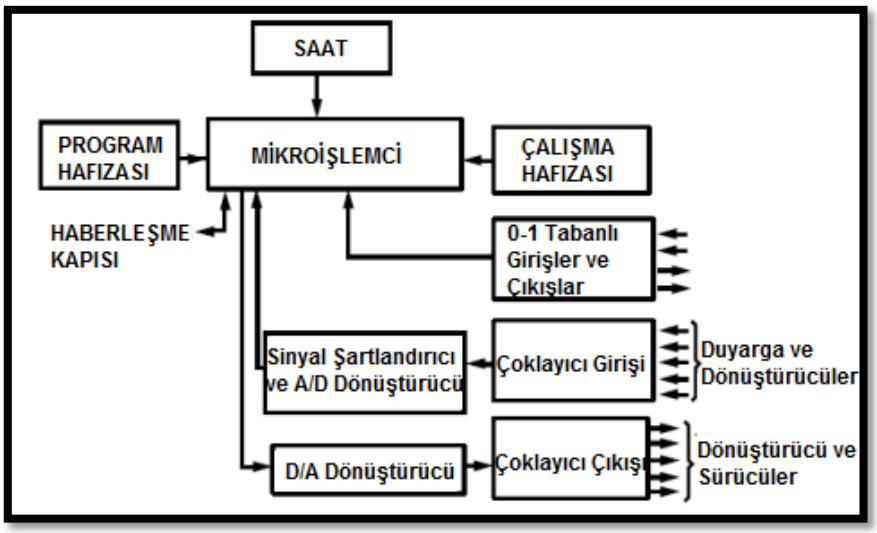
Eğer bir enerji yönetim kılavuzunu kontrol edersek, bir nokta "ekipmanın veya ekipman ile ilgili çıkış cihazlarının genel veya özel performansını kontrol etmek için kullanılan herhangi bir giriş veya çıkış cihazı" olarak tanımlanır. DDC esasen iki tür noktadan oluşur: Girişler (ya da duyargalar) ve çıkışlar (veya etkiler). Giriş DDC Kontrol cihazına gönderilen bilgi anlamına gelir ve çıkış kontrol cihazından dışarı gönderilen sinyal anlamına gelir.

Girişler ve çıkışlar ayrıca analog veya sayısal olarak sınıflandırılır.

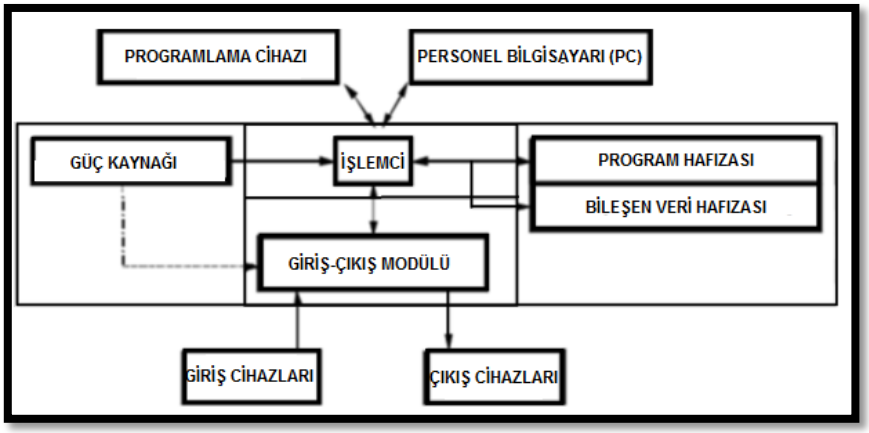
Gerçekte, dört farklı nokta vardır: 1) Analog giriş, 2) Sayısal giriş, 3) Analog çıkış ve 4) Sayısal çıkış.



Şekil-5.35 *Üniversal girişler ve esnek çıkışlar*



Şekil-5.36 *Otomatik kontrol uygulamaları için mikroişlemci denetleyicisi yapılandırması*



Şekil-5.37 *Kontrol cihazı (Denetleyici)*

Veri Tipleri

1. *Bir sayısal giriş (DI), AÇIK ya da KAPALI olabilen "durumu" izler. Hava tutucusu durumunda, bir hava akışı anahtarı açık veya kapalı durumu sağlayabilir. Sayısal girişler için diğer isimler, iki-konum, ikili, ayrık veya mantıksaldır. Sayısal girişlere örnekler, kullanılan/kullanılmayan anahtarlar, akış anahtarları ve statik basınç anahtarlarıdır.*
2. *Bir sayısal çıkış (DO), bir cihazı bir durumdan diğerine geçirir, ya da bir durumu korur. Eğer kontrol sistemi, hava tutucuyu sabah 8'de açmak ve akşam 5'te kapatmak için programlanırsa, sayısal çıkış anahtarın açık konuma getirilmesi ve durma zamanına kadar onun açık tutulması eylemidir. Sayısal çıkışlara örnekler, elektrikli ısıtıcılar, fanlar, pompalar, iki konumlu vanalar, aydınlatma yüklenicileri, DX soğutma, tedarik fanları, devredeki kazan ve devredeki soğutucudur.*
3. *AÇIK ya da KAPALI olan sayısal sinyallerin aksine, analog sinyaller ekipmanı bir dizi konuma yerleştirebilir. Bu nedenle, bir analog giriş (AI) kontrol cihazına gönderilen bir değişen veya modülasyon sinyalidir. Analoğun diğer isimleri, oransal, sayısal veya modülasyondur. Bir analog giriş, sıcaklık, basınç, karbondioksit veya akış hızı ölçümleri gibi "fiziksel verileri" izleyen bir duyargadır. Bir örnek, bir sıcaklık duyargasıdır. Bu bir analogdur çünkü oransal bir sinyaldir – uç aralıklar dâhilinde değişir. Analog girişlerinin diğer örnekleri, sıcak su sıcaklığı, oda sıcaklığı, dış hava sıcaklığı, bölgesel nem ve bina statik basıncıdır.*
4. *Bir analog çıkışı (AO) kontrol cihazından gönderilen bir değişen veya modülasyon sinyalidir. Bir analog çıkış, işlemci tarafından oluşturulan bir komut ve kontrol edilen ekipman arasındaki ara yüzdür. Diğer bir deyişle, bir sürücünün bir hava damperini %20 ila %50 arasında açması gibi oransal bir cihazın fiziksel etkisidir. Diğer yaygın analog çıkışları, modülasyon vana konumları ve değişken frekanslı sürücüyü içerir. Analog çıkışa örnekler, sıcak su vanaları, dış hava damperleri ve değişken frekanslı sürücülerdir.*

Veri Akışı

Veri akışı, verilerin DDC bileşen / mantığının içine ya da dışına gidiyor olmasını ifade eder. Giriş noktaları giriş bilgileri olarak kullanılan verileri tanımlar ve çıkış noktası çıkış bilgi için olan verileri tanımlar.

Veri Kaynağı

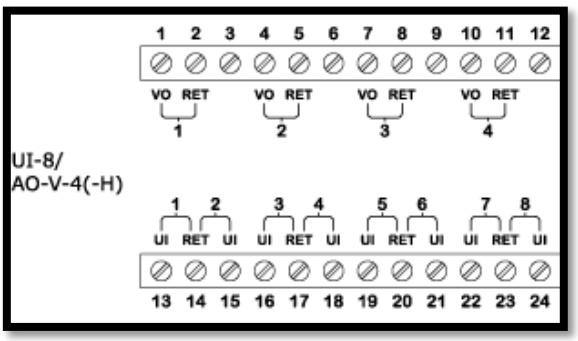
Veriler harici bir cihazdan alınıp harici bir cihaza gönderildiği zaman, noktalar harici olarak da sınıflandırılabilir. Harici noktalar bazen donanım noktaları olarak adlandırılır. İç noktalar kontrol yazılımının mantığıyla oluşturulan verileri temsil etmektedir. Bu noktaları tanımlamak için kullanılan diğer terimler, sanal noktalar, sayısal noktalar, veri noktaları ve yazılım noktalarıdır.

Kontak türleri

Bir kontrol cihazı kuru kontaklara sahip ise, röleyi çalıştırmak için güç eklenmelidir. Bir kontrol cihazı elektrikli kontaklara sahip ise, o zaman kontaklarda hâlihazırda güç vardır ve harici güç bu terminallere kablolanmış değildir. Triaklar elektrikli kontağın çok yaygın bir türüdür.

Üniversal Noktalar

Lokal kontrol ünitesini incelerken, bu hava tutucusunun 10 noktası var ya da şu kontrol cihazının 64 noktası var diye duyarız. Bu, duyargalar ve kontrol edilen cihazlara kaç bağlantının (noktalar) yapılabildiğini gösterir. Her kontrol cihazı her nokta türünden maksimum sayıda bulundurur. Bazı noktaların sabit bir yapısı varken, diğer noktalar, üniversal ya da uyarlanabilir düzenlemelere sahiptir.



Şekil-5.38 *Bir cihazın üniversal girişleri*

Sabit Noktalı Yapılandırma

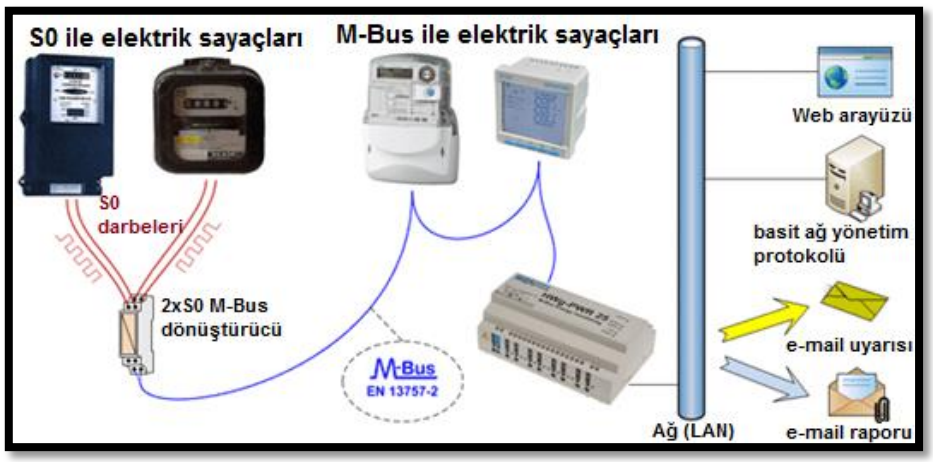
Sabit noktalar, belirli bir tip adanmış ve değiştirilemez olanlardır. Örneğin, bir kontrol cihazı dört AI'ya sahip olabilir. Bu AI'lar kullanılmak zorunda olmayabilir ama sadece AI'dir ve başka bir nokta tipine değiştirilemez.

Üniversal Noktalı Düzenleme

Kullanılmayan sabit noktalara sahip sorunu çözmek için, bazı noktalar, AI, AO, DI veya DO olan dört farklı türün herhangi biri olarak programlanabilir. Bunlar üniversal noktalar olarak anılacaktır. Örneğin, ek bir sıcaklık duyargası (bir AI) istenirse ve sabit yapılandırmalı bir kontrol cihazında mevcut olan hepsi bir sayısal giriş ise, duyargası bulundurmak için başka bir kontrol cihazı gerekli olacaktır. Üniversal noktalı bir yapılandırmayı kullanarak, kontrol cihazı üzerindeki herhangi bir nokta, kablo tesisatı yapıldıktan sonra bir AI olarak programlanabilir. Bu esneklik sabit noktalı bir yapılandırma üzerinde bir avantaj olabilir.

Darbe (Pulse) Girişleri

Bir Darbe Giriş noktası türü, bir kontrol cihazının bir soğutucu, fan veya bir hava tutucu gibi bir cihazın güç tüketimini izlemesini sağlar. Darbe girişleri tüm binanın güç tüketimini izlemek için kullanılır. Akım trafoları ve transdüzerleri de kilovat kullanımını izleyebilir, ama onlar 4 ila 20 mA arası sinyal kullanır, yani bir AI noktası gerekli olacaktır (Şekil-5.39).



Şekil-5.39 *Darbe (pulse) girişleri*

Örnekler:

Yukarıdaki kavramları uygulayan iki örneği inceleyelim:

1. *Bir işlemcinin (kontrol cihazı), dış bağıl nem ile karşılaştırıldığında bölgede nispi nem seviyesine göre bir*

hava tutucu karışım havası damperini ayarlamak için programlandığını düşünelim. Her nem duyargası, bağıl nem yüzdesini ölçen ve bu bilgiyi işlemciye ileten ayrı bir analog girişi olarak etki eder. Sıcak, nemli bir gün olduğunu ve dış hava bağıl nem duyargası işlemciye dış hava bağıl nem seviyesinin çok yüksek olduğunu bildirdiğini düşününüz. İşlemci daha sonra hava tutucunun karışım havası damperlerine daha düşük bir dış yüzdesini ayarlamak için talimat verir. Bu işlem, bir analog çıkış tarafından gerçekleştirilir.

2. *İşlemcinin (kontrol cihazı) alan hava sıcaklığı 23,88 °C'ye ulaştığında hava tutucu fanını devreye almak için programlandığını düşününüz. Sıcaklık okuması hala bir analog giriş olacaktır ama fanın "açık" konuma getirilme eylemi ayrık bir çıkıştır. Hava tutucusundaki bir hava akımı duyargası fanın gerçekten açık olduğunu doğrularsa, bu ayrık bir giriştir. Giriş-çıkış-giriş çevrimi tamamlandıktan hemen sonra tekrar başlar. Sıcaklık duyargası, hava sıcaklığını ölçer ve işlemciye veri gönderir. İşlemci hala 23,88 ℃ olduğunu görür ve fana açık kalması için talimat verir.*

Fan anahtarı fanın hala çalışıyor olduğunu işlemciye geri bildirir. Alanı istenen sıcaklıkta tutmak için sürekli tekrarlayan çevrim, kapalı çevrimli kontrol olarak adlandırılır.

DDC Donanım

Doğrudan sayısal kontrol çevrimi üç ana bileşenden oluşur: bir duyarga, bir kontrol cihazı ve bir kontrol edilen cihaz. Duyarga verileri ölçer, kontrol cihazı (işlemci) verileri işler ve kontrol edilen cihaz bir etkiye neden olur. Duyargalar ve kontrol edilen cihazlar doğrudan işlemciye (bilgisayar) bağlıdır.

Kontrol cihazının işlevi, ayar değeri, kısma aralığı ve etki gibi giriş (duyargadan) talimatlarını karşılaştırmak ve ardından bir çıkış sinyali üretmektir. Kontrol mantığı, genellikle, belirli bir kontrol uygulamasına özgü olan diğer mantıksal kararlar ile birlikte bir kontrol yanıtı oluşur.

İşletimsel Kavram

DDC için birincil unsur kontrol cihazındaki sayısal hesaplama birimi (MPU veya CPU)'dir. Temel bileşenleri şunlardır:

1. *Mikroişlemci*
2. *Bellek*
3. *Giriş / Çıkış Çoklayıcılar*
4. *Analog-Sayısal (AID) ve Sayısal-Analog (D/A) Dönüştürücüler*
5. *İletişim Bağlantı Noktası*

Kapalı Çevrimli Kontrol

Bu giriş / çıkış kontrolü, kapalı çevrimli süreçtir. Kapalı çevrimli kontrolde, kontrol edilen cihaz işlemciye sabit bir geri besleme (giriş) gönderdiğinde, kontrol sinyali işlemciden kontrol edilen cihaza (çıkış) gönderilir. İşlemci dâhilinde, kapalı çevrimli kontrol sinyalleri, kontrol algoritmaları, yapılandırma değerleri, zaman programı verisi ve ayar değeri programı verileri tarafından belirlenir.

Kontrol algoritmaları, DDC işlemci tarafından gerçekleştirilmek üzere gerekli matematiksel hesaplamalardır. Bunlar aslında kontrol sinyallerini hesaplayan ve kapalı çevrimli kontrolü koruyan formüllerden oluşur. Tek bir kontrol ünitesi çoklu giriş ve çıkışları işlediği için, algoritmalar bir iklimlendirme sistemi bulunan çeşitli noktaları temsil eden sayılar olan yapılandırma değerlerini gerektirir.

Algoritmalar, ayrıca, belirli bir ekipmanın açılıp kapanacağı zamanlar, vanalar ve damperlerin sıfırlanması gereken sıcaklıklar ve bunun gibi zaman programı ve ayar değeri verilerini de gerektirir. Bu verileri kullanarak, bir işlemci geniş bir kontrol algoritması gerçekleştirmek için programlanabilir.

En yaygın olanların bazıları şunlardır:

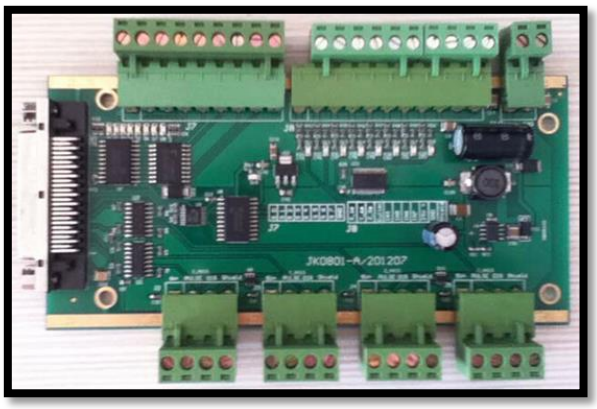
- *Isıtma / soğutma serpantini kontrolü*
- *Nemlendirme / nem alma*
- *Karışım havası damper optimizasyonu*
- *VAV fan kontrolü*
- *VAV besleme ve geri dönüş fanını izleme*
- *İç hava kalitesi*
- *Kontrol noktası yeniden ayarlama*

- *Gün saatini planlama*
- *Ayrık kilitleme*
- *Ayrık kademeleme*
- *Birincil / ikincil pompa kontrolü*
- *Geceden bağımsız soğutma*
- *İsteğe bağlı kilitleme*

Örnek:
Bir tesis, ofis bloğundaki bütün ışıkların sabah saat 08'de yanmasını istiyor. Bu talimat yürütülmesi için kontrol sisteminde programlanacaktır. Ertesi sabah saat 08'de kontrol sistemi işlemcisi devre paneline ışıkları açmasını söyleyen bir sinyal gönderir ve devre panelinde bir duyarga işlemciye bu eylemi onaylayan bir mesaj gönderir.

5.3.3 Sayısal İşaret İşlemciler (DSP)

Sayısal işaret işlemciler (DSP), mühendislik tasarım ve analiz çalışmalarında, otomotiv sanayinde, sayısal haberleşme, görüntü işleme ve güç sistem uygulamalarında, deneysel çalışmalarda, laboratuvar prototip geliştirme çalışmalarında ve endüstriyel tasarımlarda çok sık kullanılmaktadır. Tasarım esnasında bu denetleyicinin iyi seçilmesi, uygulamaların verimli olması açısından önemlidir. Çünkü merkezi denetim, karar verme ünitesi ve denetim algoritmalarının yürütüldüğü birimdir. Bu nedenle kullanılacak DSP'nin çevresel (peripheral) aygıtlarının, belleğinin (RAM) ve çalışma hızının yeterli olması gerekmektedir.



Şekil-5.40 *CNC Router için hazırlanmış DSP denetleyici kartı*

Yarı iletken teknolojide hızlı gelişmelere paralel olarak mikro işlemci (CPU) ve sayısal işaret işlemcilerde (DSP) büyük ilerlemeler kaydedilmektedir. DSP'lerin CPU'lara göre en önemli üstünlükleri ADC, PWM, SPI, FLASH, SCI vs. gibi farklı çevresel birimleri içermesidir. Ayrıca DSP'ler paralel işlem yapabilme ve güçlü matematiksel işlem birimlerine sahiptirler.

5.4 PARAMETRİK KONTROLLER

İklimlendirme soğutma uygulamalarına yönelik olarak tasarlanmış elektronik kart tabanlı, basit göstergeli cihazlardır.

5.4.1 İklimlendirme Uygulamaları İçin Parametrik Kontroller

Aşağıdaki iklimlendirme üniteleri için üretilmiş parametrik kontrolörler görülmektedir. Panoya veya ray sistemine monte edilebilen parametrik denetleyiciler; yerel ve uzak kullanıcı arayüzleri, iletişim arayüzleri, giriş/çıkış eklentileri ve elektronik genleşme vanası sürücülerinden oluşur. Geniş bir yelpazedeki uygulamalar parametreleri ayarlayarak soğutma grupları (havadan suya, havadan havaya), havadan havaya çatı tipi klimalar, maksimum iki devre ve en fazla iki kompresör kontrolü için özelleştirilebilir.



Şekil-5.41 *İklimlendirme uygulamaları için geliştirilmiş parametrik kontroller*

5.4.2 Soğutma Uygulamaları İçin Parametrik Kontroller

Soğuk Oda Kontrol Cihazları

Aşağıda gösterilen soğuk oda platformu tüm soğuk odalarda ihtiyaçlarına uyacak şekilde tasarlanmıştır. Bu, son teknolojilere dayalı kontrollerin yeni nesil ürünlerinde diğer standart çözümlere göre daha fazla duyarga ve yük bağlanabilen, soğuk oda toplam kontrolü için optimize edilmiş ve gelişmiş algoritma düzenlemeleri içeren güçlü bir platformdur. Özellikle cihaz kullanıcıları için tüm çalışma aşamalarında kullanışlılık sağlanmıştır. Farklı beceri ve ihtiyaçları olan kullanıcılara ve müşterilere görevli üç farklı aşama tasarlanmıştır: Montaj, işletmeye alma ve günlük kullanım. Bu tür cihazlar ile soğuk odaların genel kontrolü benzersiz özellikleri sayesinde daha verimli olacaktır. Bu cihaz sonradan yeni özellikler eklenebilmesi için hazır bir "açık" platformudur. Cihaz depolanmış gıda kalitesini sağlamak için soğutma ekipmanları için uluslararası HACCP standartlarına uyumludur.

HACCP, gıda işletmelerinde, sağlıklı gıda üretimi için gerekli olan hijyen şartlarının (personel hijyeni, ekipman hijyeni, hammadde hijyeni, ortam hijyeni, vb.) belirlenerek bu şartların sağlanması, üretim ve servis aşamasında tüketici açısından sağlık riski oluşturabilecek nedenlerin belirlenmesi ve bu nedenlerin ortadan kaldırılması temeline dayanan bir ürün güvenilirliği sistemidir. HACCP, İngilizce Hazard Analysis and Critical Control Point - Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları ifadesinin kısaltmasıdır. Sistem, ürün güvenliğini etkileyen tehlikelerin önceden belirlenmesi ve kontrol altına alınmasını sağlayan sistematik bir yaklaşımdır.



Şekil-5.20 *Soğuk Odalar için geliştirilmiş parametrik kontroller*

Ticari Soğutma Uygulamaları

Aşağıda ticari soğutma uygulamaları için tasarlanan parametrik kontrol cihazları görülmektedir. Bu cihazlar bar, ticari soğutma kabinleri ve teşhir kabinleri için sahadan elde edilen tecrübelere göre zarif ve modern olarak tasarlanmıştır. Cihazlar, hayati öneme sahip elemanlar barındıran en küçük depolar için kompakt sürümlerden en büyük ticari sistemlere kadar geniş bir model kademesine sahiptir. Cihazlar karmaşık soğutma kontrol dünyasının verimli ve basit bir şekilde yönetimi için iyi bir seçim oluşturmaktadır.



Şekil-5.41 *Dondurulmuş kabinler ve teşhir dolapları için parametrik kontroller*

Şok Dondurucu ve Soğutma Grubu Çözümleri

Aşağıdaki cihazlar şok dondurucu ve soğutma grupları için üretilmiş parametrik kontrollerdir.

Şok dondurucu ve soğutucular için yenilikçi ve enerji tasarruflu çözümler arayan en istekli kullanıcıların ihtiyaçlarını geniş karşılamak için kontrolörleri ve kullanıcı terminallerinin içeren büyük bir grafik ekran ile donatılmıştır.

Talimatlar ve ipuçları ile kullanıcıyı yönlendiren kullanıcı dostu simgeleri ile sezgisel grafik ekran bulunmaktadır.



Şekil-5.42 *Su soğutma grupları ve hızlı dondurucular için parametrik kontroller*

Çoklu Kabin Parametrik Kontrolleri

Aşağıda gösterilen parametrik cihazlar gruplanmış kompresörler ile donatılmış çoklu dolaplar için bir ürün serisidir. Bunlar 4 veya 6 röle çıkışı ile sürücüleri kontrol etmek için bir ana kartı içermektedir ve bir kullanıcı terminali LED ekrandan oluşmaktadır. Cihazlar kablolama ve ilgili güç bileşenlerini azaltmak için güç panosu kablolama terminal bloğunu ortadan kaldıracak şekilde tasarlanmıştır.

Ana özellikleri şunlardır: optik ışık duyargası, güç rölesi ve isteğe bağlı saat kartı sayesinde HACCP izlemesi yapılabilmektedir. Bu cihaz güç panolarına seri hat üzerinden bağlanan bir ağ üzerinden (6 adede kadar) katmanlı defrostu yönetebilir. Defrostun yanı sıra yerel ağ da mümkün olan merkezi kontrolleri ve alarmları yapar.



Şekil-5.43 *Çok katmanlı soğutma kabinleri için parametrik kontroller*

5.5 YARDIMCI KONTROL CİHAZLARI

Elektrik kontrol cihazları için yardımcı kontrol cihazları şunları kapsar:

- *Gerekli akım ve voltajı sağlayan trafolar.*
- *Aydınlatma, havalandırma seviyesi ve sıcaklık gibi kullanılan mekânlara dayalı kontrollü değişkenleri otomatik ayarlayan duyargalar.*
- *Sinyal transdüzerleri bir standart sinyali diğerine dönüştürür. Sayısal kontrollerin ve diğer elektrik tabanlı kontrol sistemlerinin sevilmesinin nedeni çeşitli transdüzerlere sahip olmasıdır.*
- *Elektrik yükü, kontrol cihazı tarafından doğrudan çalıştırılamayan büyük olan elektrik ısıtıcıları, brülörleri, fanları, kompresörleri, pompaları ve diğer aparatları iki konumlu çalıştırmak üzere kontrol eden elektrik röleleri,*
- *Elektronik kontrollerin uzaktan ayarı ve geri bildirimi için oransal kontrol cihazlarını elle konumlandıran potansiyometreler.*
- *Çeşitli operasyonlar için elle çalışan anahtarlar. Bunlar iki konumlu veya çok konumlu ile tek veya çok kutuplu olabilir. Diğerleri zaman gecikmeli ve devre kitleme güvenlik uygulama rölelerini kapsar.*
- *Damper ve vana operatörleri üzerinde çalışma sıralama seçimi için yardımcı anahtarlar.*

Pnömatik sistemlerde kullanılan yardımcı kontrol cihazları:

- *Hava kompresörleri ve filtreleri, kurutucuları ve regülâtörleri kapsayan aksesuarlar,*
- *Elektro-pnömatik röleler.*

Pnömatik-elektrik anahtarlar. İkiye ayrılırlar:

- *İki konumlu röleler*
- *Oransal röleler*

Pozitif konumlandırma röleleri bir vana veya damper operatörünün, kontrol cihazından gelen basınç değişimlerine karşılık, hassas şekilde konum değiştirmesini sağlar.

Anahtarlama röleleri pnömatik havayı devrelerde anahtarlama yapmak üzere yönlendirirler.

Pnömatik anahtarlar elle çalışan cihazlar olup havayı yönlendirmek veya devreleri açmak kapatmak için kullanılır. İki konumlu veya çok konumlu olabilir.

Kademeli anahtarlar oransal cihazlar olup devredeki hava basıncını elle değiştirmek için kullanılır.

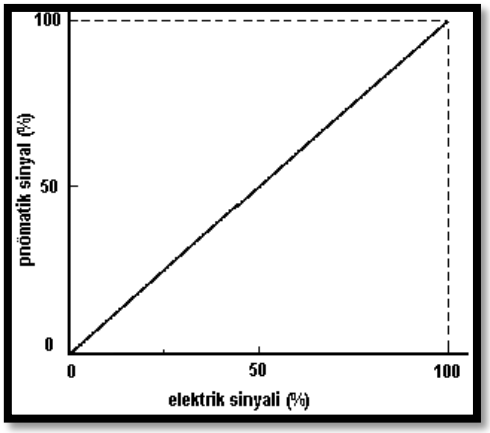
Elektrik ve pnömatik sistemlerin her ikisinde de kullanılan yardımcı kontrol cihazları şunlardır:

- *Adım kontrolleri, bir oransal veya pnömatik operatör vasıtasıyla belirlenen şekilde, çeşitli anahtarları sıralı olarak çalıştırırlar. Bu cihazlar daha çok soğutma kapasitesinin çeşitli adımlarla kontrolünde kullanılırlar. Eşit yıpranma için nöbetleşe çalıştırma yaparak aynı kompresörlerin sürekli çalışarak yıpranmasını önlerler. Bu cihazlar ayrıca elektrik ısıtma ekipmanlarının sıralı çalışmasında da kullanılabilir.*
- *Güç kontrolleri, dirençli elektrik ısıtıcılarına giren elektrik akımını kontrol ederler. Son kontrol edilen*

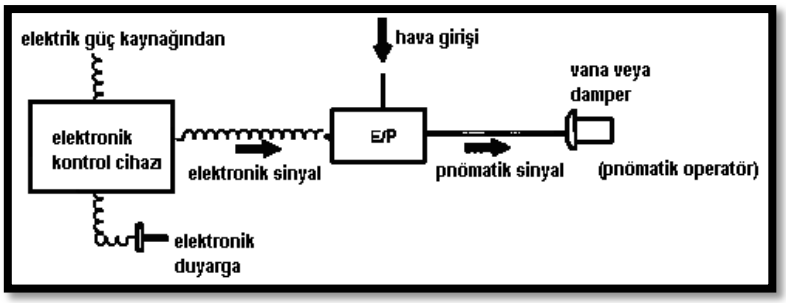
cihaz bir oto-transformatör, bir doyumlu reaktör veya katı konumlu güç kontrolü olabilir.

- *Saat ve zamanlayıcılar, kontrol sistemlerinin gece ve gündüz çalışması ve diğer zamanlama işlevleri için cihazları önceden belirlenen zamanlarda açıp kapatırlar.*

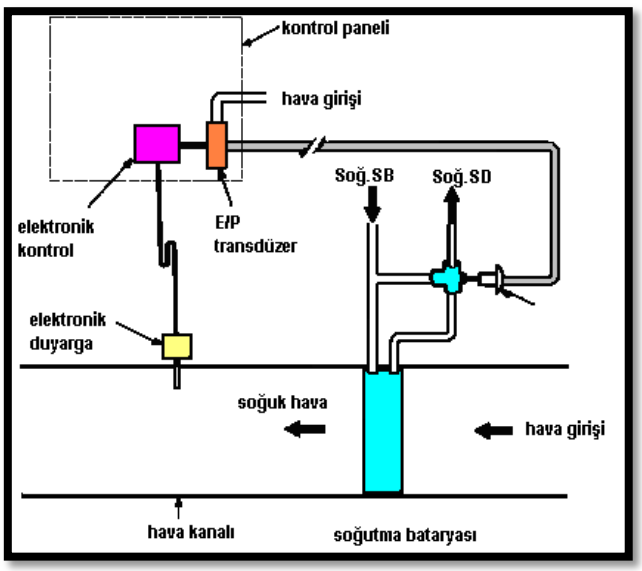
Transdüzerler elektrik veya pnömatik kontrol cihazlarının birlikte kullanılması halinde gereklidirler. Bu cihazlar elektrik sinyalini pnömatiğe veya pnömatik sinyali elektriğe çevirirler. Oransal giriş, oransal veya iki konumlu çıkışa dönüştürülebilir. Elektroniği pnömatiğe (E/P) dönüştüren transdüzer çok çeşitli uygulamalarda kullanılır. Bir oransal elektronik çıkış sinyalini pnömatiğe dönüştürürler (Şekil-5.24 ve 5.25) ve elektronik ve pnömatik elemanların bir kontrol döngüsünde birleştirirler. Pnömatik sistemler hareketlendirme için kullanılırken elektronik kontroller algılama ve sinyal şartlandırma için kullanılır.



Şekil-5.44 *Elektronik-pnömatik (E/P) transdüzerin tepkisi*



Şekil-5.45 *Elektronik ve pnömatik kontrol elemanlarının (E/P) transdüzer ile birleştirilmesi*



Şekil-5.46 *Pnömatik ve elektronik duyarga ve kontrollerin birleşimi*

5.6 BİNA YÖNETİM SİSTEMİ KONTROL VE BAĞLANTI CİHAZLARI

Denetim otoriteleri (Supervisors)

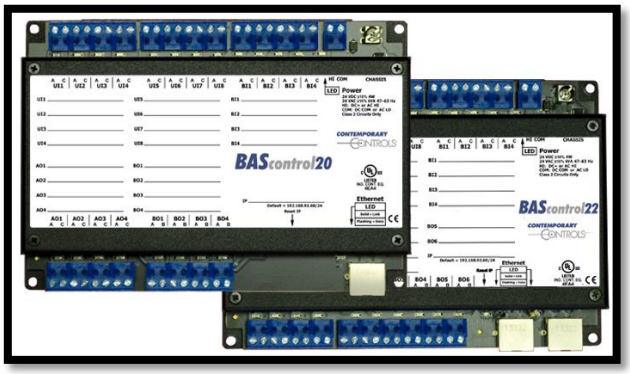
BASview otomasyon ve proses otomasyonu sistemlerini oluşturmak için bir bağımsız, gömülü, veb tabanlı grafik arayüz. Herhangi bir BACnet / IP veya Modbus TCP sistemine istemci işlevselliği sağlar. Herhangi bir web tarayıcısından ulaşılabilir.



Şekil-5.27 *Denetim otoriteleri (supervisors)*

Kontrol Cihazları

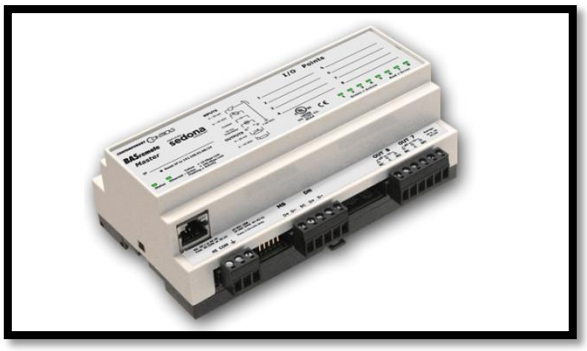
BYS kontrol cihazları ile veya fiziksel giriş/çıkış noktaları olmadan kullanılabilir. Böyle BASremote ve BAScontrol Serisi gibi saha kontrolörleri B-ASC cihaz profili ile BACNET uyumludur. Her ikisi de Sedona Çerçeve kontrol motoru tarafından desteklenmiştir. Basit bir web tabanlı grafik arayüz sunarken BASview BACnet ile uyumludur.



Şekil-5.28 *BYS kontrol cihazları*

BAS Uzaktan Kontrol Cihazı

BAS uzaktan kontrol cihazı hem bir kontrol cihazı ve hem de ağ geçidi olmasıyla çift yönlüdür. 63'ün üzerinde yarım yüklü Modbus seri cihazları BAS uzaktan kontrol cihazına bağlanabilir. Yaygın Modbus cihazlar için Modbus cihaz profilleri geçici kontrollerden edinilebilir.



Şekil-5.29 *BAS uzaktan kontrol cihazı*

Yönlendiriciler

BYS Yönlendiriciler BACnet / IP, BACnet Ethernet ve BACnet MS / TP ağlar arasında iletileri yönlendirmek için kullanılan çok ağ yönlendiricilerdir. Üç sürümü mevcuttur: İki DIN- sabit raya takılan monte üniteler ve devreye alma ve sorun giderme için taşınabilir birimler.



Şekil-5.30 *BYS Yönlendiriciler*

Ağ Geçitleri

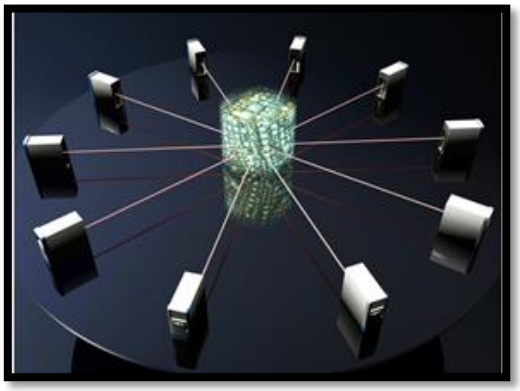
Ağ geçitleri BACnet nesneleri içine bireysel Modbus kayıtları konumlandırır. BYS uzaktan kontrol ile bağlı tüm Modbus cihazları çeşitli Modbus kayıtlarını temsil eden nesne noktalarının bir koleksiyonu ile bir BACnet aygıt nesnesi olarak görünür. Sanal yönlendirme kavramı kullanılarak, BASgatewayLX cihazına bağlı her Modbus cihazı sadece bu kayıtları temsil eden nesne noktaları ile ayrı BACnet cihazı olarak davranır.



Şekil-5.31 *BYS ağ geçit cihazları*

Cloud (bulut) VPN

BAScloudVPN sistem uyumlaştırıcıları sistem uyumlaştırıcı ev ya da ofis rahatlığı sistemlerine uzaktan erişim sağlar, bir kontrol firması tarafından sunulan bir hizmettir. Sistem uyumlaştırıcı PC yüklü olandan ve kalıcı uzak bir konumda bulunan bir bulut tabanlı VPN sunucusu, güncel denetimleri VPN yönlendirici yüklü olan diğer iki VPN istemcileri arasındaki kritik bağlantı sağlar.



Şekil-5.32 *Cloud (bulut) VPN bağlantıları*

Giriş/Çıkış Modülleri

Böyle Modbus RTU veya BACnet MS / TP olarak alan ağı çözümü destekleyen bu kurulumlar için, kontrol firması giriş/çıkış sayısını genişletmek için çözümler sunmaktadır. Bu kompakt maliyetli modüller de farklı kombinasyonlarda analog ve dijital giriş ve çıkışlar mevcuttur.



Şekil-5.33 *Giriş/çıkış modülleri*

5. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Fundamentals of HVAC Controls, PDH Course M197, http://www.cs.berkeley.edu/~culler/cs294-f09/m197content.pdf*
2. *BULGURCU, H., İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol, 308 sayfa, Doğa Teknik Yayın no:02 İstanbul 2005.*
3. *ISERMANN, Rolf. 2006. Section 2.2 Sensors, pp. 32-52, of Chapter 2 Hardware, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers, Çevirmenler: Pınar DEMİRCİOĞLU ve İsmail BÖĞREKCİ*
4. *http://www.automatedbuildings.com/frame_products.htm (17.07.2016 tarihinde erişildi).*

BÖLÜM-6
BİNA YÖNETİM SİSTEMİ YAZILIMLARI (AÇIK SİSTEMLER, PROTOKOLLER)

Hazırlayan
İlhan TARIMER

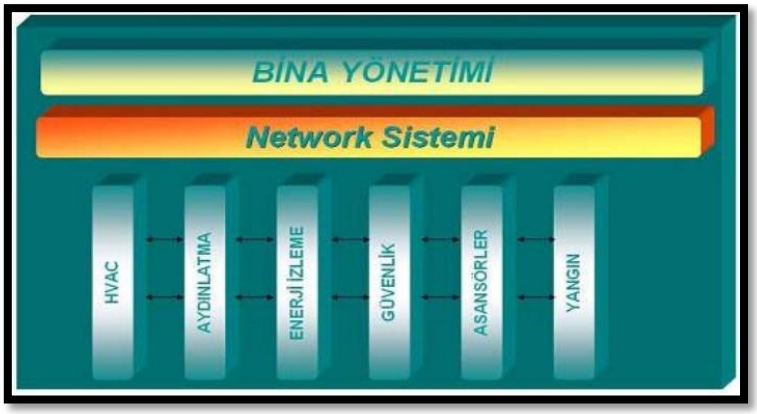
6.1 AÇIK SİSTEMLER VE PROTOKOLLER

Açık sistemler BYS'deki tüm cihazların veya sistemlerin akıllı olduğu ve birbirleri ile gerektiğinde haberleşebildikleri bir çevre olarak tanımlanabilmektedir.

Açık protokoller ise otomasyon sistemlerindeki cihazların haberleşebilmeleri için kullandıkları haberleşme standartlarıdır.

90'lı yıllarda ise, müşteriler farklı üreticilerin cihazlarının beraber çalışmasını talep eder duruma geldiler. Bunun sonucu olarak da açık protokoller yavaş yavaş kullanılmaya başlandı. Günümüzde ise uygulamada birçok haberleşme protokolü kullanılmaktadır.

Şekil-6.1'de örnek bir açık sistem mimarisi görülmektedir. İklimlendirme, aydınlatma, enerji izleme, güvenlik, asansör ve yangın otomasyonu BYS'nin kalbini oluşturmaktadır. Açık sistemler ile tüm bu sistemlerin birbirlerine tümleşik bir biçimde haberleşebildikleri bir yapı kurulmaktadır.



***Şekil-6.1** Açık sistem mimarisi [1]*

Açık sistemler, tüm cihazların akıllı olduğu bir dünya olarak tanımlanabilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, duyarga, güvenlik kamerası, elektronik balast, İklimlendirme vanaları, enerji analizörü gibi farklı tipteki ve farklı üreticilerin cihazları açık haberleşme protokolleri ile aynı kanal üzerinden haberleşme imkânı bulabilmektedirler. Aynı zamanda uzaktaki bir bilgisayar ile bu sistemi izleyip ve kontrol etme imkânı bulunmaktadır.

Bina sistemleri arasında açık bir iletişim, her seviyede üçüncü-taraf sistemlerin basit ve güvenli entegrasyonunu kolaylaştırır. Standartlaşmış, özgür iletişim protokolleri, cihazlar ve sistemler arasındaki bilgi değişiminin tutarlı alışverişini -en az mühendislik çabası, basit bir düz çalışma ve münferit müşteri ihtiyaçlarını tam karşılama kabiliyeti ile birlikte- sağlar.



Şekil-6.2 *Açık sistemler ile ilgili bir düzenleme [1]*

İngiltere HVAC (ısıtma, soğutma ve iklimlendirme) pazarında kabul gören ve yaygın olarak kullanılan iletişim protokolleri BACnet, LONworks, Konnex (KNX) ve Modbus olmakla birlikte; diğer başka iletişim standartları da göze çarpmaktadır. Her standardın farklı bir iletişim gerekliliği vardır. Söz konusu iletişim talebi, genellikle üç seviyeye bölünen bina yönetim hiyerarşisinin farklı bir düzeyinde sıklıkla kullanılır.

1) *Saha düzeyi – algılayıcıları ve operatörleri (aktüatörleri) kapsamaktadır,*
2) *Otomasyon düzeyi – oda denetimi ile birincil denetim için kullanılır,*
3) *Yönetim düzeyi – genel işlem, gözetim ve değerlendirme için kullanılır.*

Aşağıda verilen şekil, yukarıda verilen bu hususlara ait bir örnektir.

6.2 AÇIK PROTOKOLLERLE İLGİLİ TANIMLAR

Açık protokollerin ve sistemlerin daha iyi anlaşılabilmesi için bazı teknik kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bu terimlerle ilgili tanımlamalar aşağıda açıklanmıştır.

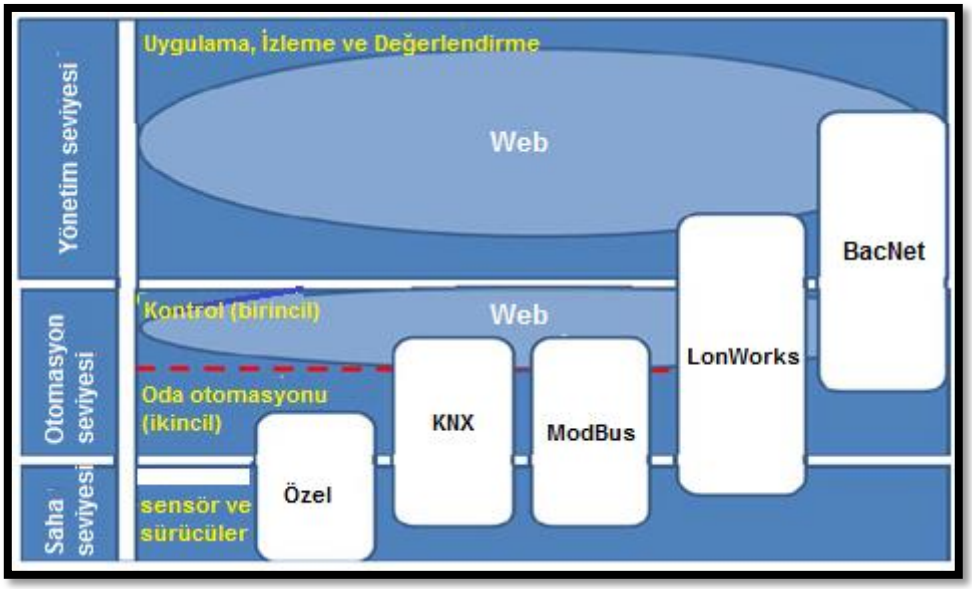
6.2.1 Protokol

İki cihazın birbirlerine bilgi aktarmakta kullandıkları lisana "protokol" ismi verilmektedir. Lisan benzetmesi oldukça yerinde bir benzetmedir. Örneğin; iki insanın anlaşabilmek için aynı lisanı konuşmaları gerekiyorsa, cihaz ve sistemlerin de birbirleriyle anlaşmaları gerektiğinde ortak bir lisanı konuşmaları yani ortak bir iletişim protokolünü kullanmaları gerekmektedir.

Protokoller anlaşmazlıkları az, uyumluluğun yüksek olduğu bir alan bilgisayar ağlarıdır. Bilgisayar, yazıcı, tarayıcı vs. gibi cihazlar birbirlerine direkt olarak bağlanıp kullanılabilmektedir. Bunun nedeni, bilgisayarların birbirleriyle haberleşmesinde kullanılan protokol, yani lisanların standardize edilmiş olması ve tüm üreticilerin bu standartlara uygun üretim yapıyor olmalarıdır. Aynı şekilde BYS'lerinde de kullanılan cihazların ve sistemlerin bu şekilde birbirine bağlanıp haberleşmeleri istenmektedir.

Yukarıdaki bilgisayar örneğinde olduğu gibi bir yapının oluşturulması için tek bir standart haberleşme protokolünün kullanılması gerekmektedir.

Ancak günümüzde, BYS'inde birçok farklı haberleşme protokolleri kullanılmaktadır. LON, BacNet, Modbus, EIB (Avrupa Tesisat Taşıtı) en yaygın olarak kullanılan haberleşme protokollerdir.



Şekil-6.3 *Açık protokollerin gelişimi [1]*

6.2.2 Taşıma Ortamı

Ortak bir haberleşme protokolünün yani lisanın kullanılması, iki farklı cihazın haberleşmesi için gerekli ama yeterli olmamaktadır. Diğer önemli bir konu da bu lisanın cihazdan cihaza taşınacağı ortamın aynı olmasıdır. "Taşıma Ortamı" kavramını da lisan benzetmesi örneğini devam ettirerek açıklayabiliriz. İki insanın anlaşabilmesi için aynı lisanı kullanmaları gereklidir. Ama bir de konuşmanın kişiden kişiye iletileceği ortam söz konusu olmaktadır. Sadece yüz yüze konuşan iki insanı düşünmeyip, örneğin iki kişi telefon hatları üzerinden görüşüyor ya da mektuplaşıyor da olabilmektedir. Bu durumlarda kullanılan lisan aynı, ama mesajların taşınma ortamı farklı olmaktadır. İletişimin gerçekleşebilmesi için iki insanın hem lisan hem de bu lisanın taşınacağı ortam konusunda anlaşmış olmaları gereklidir.

Bina teknolojilerinde geçmişte en yaygın kullanılan taşıma ortamı RS485 kısaltmasıyla bilinen ve iki damarlı kablo üzerinden bir dizi cihazın çift-yönlü haberleşmesini sağlayan standart idi. Ancak RS485 bir iletişim protokolü değil, yalnızca bir taşıma ortamıdır. Yani A ve B üreticilerinin cihazlarında RS485 çıkışlar olması, bu iki cihazın haberleşebileceği anlamına gelmemektedir. Yani iki cihazın da aynı taşıma ortamına (örneğin RS485, RS422, …) sahip olmasının yanında, aynı haberleşme protokolünü de kullanıyor olmaları gerekmektedir.

6.2.3 Standartlaşma

Protokol ve taşıma ortamı uyumu, BYS'nde haberleşmenin sağlanabilmesi için gerekli olan en önemli iki unsurdur. Tüm üreticiler tek bir standart protokol ile bu protokolün taşınacağı ortak bir ortam üzerinde anlaşmış olsa haberleşme konusunda hemen hemen hiçbir sorun yaşanmayacaktır. Böylece kurulu olan bina otomasyon sistemine, farklı üreticilerin cihazları veya sistemleri kolaylıkla tümleşik edilebilecektir.

Bilgisayar ağlarına baktığımızda, burada tam bir firma/marka bağımsızlığı söz konusudur. Örneğin, bilgisayar ağınızdaki mevcut ürünler ne marka olursa olsun yeni bir bilgisayar, yazıcı, klavye, fare, vs. alacağınız zaman uyumluluk gibi bir kaygı bulunmamaktadır. Tüm marka ürünleri bu sisteme entegre edip etkili bir biçimde haberleştirebilmekteyiz.

Bina otomasyon sistemlerinde de bilgisayar ağlarına benzer bir standartlaşma yolunda çok ciddi ve kapsamlı adımlar atılmaktadır. Bu amaçla farklı üreticilerin cihazları aynı haberleşme protokolünü

kullanabilmekte veya farklı haberleşme protokollerini destekleyen kontrol cihazlarının kullanılması ile BYS'nde kısmen de olsa standartlaşmaya gidilmeye başlanmaktadır.

Açık sistemlerin kullanılmaya başlanması bina sahipleri, yöneticileri, sistem entegratörleri bakımından birçok avantajı da beraberinde getirmiştir.

6.3 AÇIK SİSTEM VE PROTOKOLLERİN GETİRDİĞİ AVANTAJLAR

6.3.1 Firma Bağımsızlığı

BYS'lerinde cihazlar veya sistemler için tek bir markanın veya üreticinin mahkûmiyeti altına girmek istememektedir. Yakın zamana kadar A firmasının kurduğu bir bina otomasyon sistemine daha sonra ilave, revizyon, yenileme yapmak gerektiğinde diğer bir firmanın ürünlerini kullanmak ya da diğer bir firmadan hizmet almak mümkün olmamaktaydı. Günümüzde dahi birçok bina otomasyon üreticisinin sistemleri bu şekildedir.

Açık Sistemlerin ana fikirlerinden biri firma ve ürün bağımlılığını ortadan kaldırmak, sistemleri tam anlamıyla haberleşme açısından, açık hale getirmektir. Sistem açık yapıda olduğundan dolayı haberleşme protokolüne uyumlu herhangi bir üreticiden kontrol ve izlenmek istenen cihaz satın alınabilmektedir. Böylece rekabetçi bir Pazar oluşmakta ve bu da son kullanıcıya olumlu bir şekilde yansımaktadır.

6.3.2 Entegrasyon ve Daha Düşük İlk Yatırım

BYS'lerinin ilk kurulum maliyetleri, kontrol edilmek istenen nokta sayısına ve kontrol şekline bağlı olarak ciddi ücretler teşkil etmektedir. Günümüzde açık sistemlerle ilgili tanıtım ya da dokümanlarda en çok firma bağımsızlığı tanımı üzerinde durulmaktadır. Bunun yanında ilk yatırım maliyetinin de ciddi bir şekilde göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Farklı sistemlerin ve cihazların birbirleri ile haberleşebilmeleri ve entegrasyonu yatırım maliyeti açısından çok büyük bir avantaj teşkil etmektedir. Özellikle mekanik tesisattaki kazan, soğutma grubu, paket tip klima, VAV kutusu, buharlı nemlendirici, frekans invertörlü pompa gibi birçok cihaz, üzerlerinde son derece gelişmiş ve kabiliyetli "akıllı" kontrol cihazları ile birlikte üretilmektedirler. Bu cihazları üreticileri, kullanıcıların da baskısı ile istisnasız olarak harici cihazlarla iletişim için bir iletişim imkânı sağlamaktadırlar. Böylece bir iki damarlı kablo bağlantısı ile her cihazdan onlarca bilgiyi otomasyon sistemine taşımak mümkün olmaktadır.

Açık sistemlerle birlikte otomasyon sistemine alınan bilgi miktarı çok daha fazla olmaktadır. Bir örnek vermek gerekirse klasik sistemlerde bir soğutma grubundan otomasyon sistemine alınacak toplam bilgi 4-5 nokta ile sınırlı idi (durum, arıza, giriş-çıkış sıcaklıkları).

Oysa açık bir protokol üzerinden dijital iletişim imkânı kullanıldığında her bir soğutma grubundan onlarca bilgi temin edebilmektedir. Bunların arasında hangi kompresörün kaçıncı kademede ne kadar çalıştığı, gaz basınçları, çekilen akım gibi bilgiler de bulunmaktadır. Bu ekstra alınan bilgiler işletmeye, verim değerlendirmesi, optimizasyon, önleyici bakım gibi konularda büyük yarar sağlamaktadır.

6.3.3 Daha Düşük Maliyet

Açık sistemlerle birlikte alınan bilgi miktarının büyük oranda artmasına karşın, çoğu durumda net sistem maliyeti daha düşük olmaktadır. Çoğu üründe haberleşme çıkışları standart ya da çok makul maliyetli opsiyonlar şeklinde bulunmaktadır. Buna karşın klasik stil projelendirilmiş bina otomasyon sistemine oranla, malzeme ve dolayısıyla maliyet düşüşüne yol açmaktadır.

Çünkü eskiden ayrı ayrı analog/dijital girişler üzerinden sisteme taşınan bilgiler artık bu iletişim protokolleri üzerinden alınabilmektedir. Bu sayede otomasyon tarafında modül sayıları azalmaktadır.

Bununla birlikte, çok önemlisi, kablo miktarı ciddi şekilde azalmaktadır. Çünkü eskiden her bir nokta için ayrı ayrı kablo çekilirken, artık tek bir kablo üzerinden çok daha fazla bilgi taşınabilmektedir.

6.3.4 Daha İşlevsel Senaryolar ve Daha Verimli Bir Çalışma Şekli

Açık sistemlerle birlikte, sistemin çalışması ve bakımı için gerekli olan insan gücünden tasarruf edilmektedir. Kontrol stratejilerinin koordinasyonundan ötürü, enerji tüketimi de azalmaktadır. Yani tüm sistemler (HVAC, Enerji, Aydınlatma, vb.) birbirine uyumlu olduğundan dolayı enerji ve yönetim bakımından daha etkin bir kontrol yapılabilmektedir.

Ana sistem bünyesine daha fazla bilgi alınabilmesi sayesinde daha işlevsel, istenirse daha karışık senaryoları sisteme programlamak mümkün olmaktadır.

6.3.5 Standart Kullanım

Bina Otomasyon Sistemi, HVAC, Aydınlatma, Enerji İzleme ve Faturalama, Yangın gibi birçok farklı sistemi içermektedir. Binalarda genelde tüm bu sistemler için farklı yazılımlar kullanılmakta ve bu yazılımlar farklı bilgisayarlarda çalışmaktadır. Böylece herhangi bir binanın otomasyon bölümüne (odasına) girildiğinde tüm bu sistemlerin ayrı bilgisayarlarda çalıştığını görmekteyiz.

Tüm bu farklı sistemleri binalarda çalışan teknik müdür, teknisyenler ve diğer yetkili kişilerin teker teker öğrenmeleri gerekmektedir. Herhangi bir görev değişimi veya işten ayrılma durumu olduğunda yerine yeni gelen çalışanların da tüm bu sistemleri öğrenmeleri gerekmektedir. Yani çağdaş bir binanın teknik işletmesinin üzerinde ciddi bir yük teşkil etmektedir.

Açık sistemler ile birlikte tüm bu sistemler tek bir yazlım ile kontrol edilebilmektedir. Normalde bu sistemlerin her biri için farklı bir yazlım, PC kullanılması gerekirken, artık hepsi tek bir çatı altında toplanabilmektedir (Şekil-6.x). Aynı zamanda bina içerisindeki tüm networkten otomasyon sistemine ulaşılmaktadır. Yani tek bir yazılım ile tüm binadaki, şifre yetkisi olan kişiler sisteme ulaşabilmektedir.

Böylece ortak iletişim protokolleri sayesinde tüm bilgiler tek bir çatıda toplanabildiğinden kullanım da son derece rahatlamış olmaktadır. Tek bilgisayar, tek yazılım, tek kullanım şekli oluşmuş olmaktadır.



***Şekil-6.4** Standart kullanımı gösteren bir düzenleme [2]*

6.3.6 Geniş Çaplı Bilgi Erişimi

Birbirine benzer olmayan sistemler açık sistemler ile birlikte tek bir çatıda toplanmış gibi düşünülebilmektedir. Böylece daha geniş çapta bilgiye ulaşılabilmektedir. Örneğin giriş-çıkış otomasyonu ile enerji otomasyonu tek bir yapıda toplanmaktadır. Böylece doluluk oranına göre enerji tüketimindeki değişim detaylı bir şekilde incelenebilmektedir.

Açık protokolle iletişime sahip kontrolörler veya sahada kullanılan cihazlar üzerindeki mikroişlemci tabanlı işlemciler geçmişteki birçok bilgisayardan daha üstün özelliklere sahiptirler. Bu kontrolörler direk olarak geçmişe dönük dataları üzerlerinde tutmakta ve bilgisayar ile bağlantıda bir sorun oluştuğu takdirde, kontrol cihazı üzerinden bilgilere ulaşılabilmektedir. Saha da kullanılan cihazlar da mesela en son enerji analizörlerinin üzerinde dâhili bellekleri bulunmaktadır. Böylece bu cihazlar üzerinden direkt olarak önceden belli zaman aralıkları için konfigüre edilmiş olan bilgilere ulaşılabilir. Böylece geçmişe dönük dataların kaybolması şeklinde bir sorun yaşanmamaktadır.

6.3.7 İnternet Teknolojileri

Açık sistemler ile birlikte, tüm bilgilerin tek bir çatı altında toplanmasının işletmeciye binasını tek bir yazılımla idare etme avantajını sağlamaktadır. Bu avantajın en verimli şekilde uygulanması için, internet teknolojilerindeki gelişmelerle, bina otomasyon sistemlerinin birleşmesi gerekmektedir. Bu teknoloji ile birlikte kullanıcılar sistemlerini internet üzerinden izleme ve kontrol etme imkânı bulabilmektedirler.

Gittikçe daha çok sistem, standart veya opsiyonel olarak, "web sunucusu" özelliğine sahip olabilmektedir. Yeni gelişen teknolojiler ile birlikte PC'lerde standart olarak bulunan İnternet Explorer sayfası üzerinden direkt olarak istediğiniz yerden BYS'ne ulaşmak mümkün olmaktadır. İnternet erişim programlarının otomasyon için kullanımına izin veren bu "web sunucu" özelliğinin getirdiği avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- *Her bilgisayarda mevcut (İnternet Explorer) ve yükleme problemi olmaması*
- *En alt düzeyden en üst düzeye bilgisayar bilgisine sahip herkesin kullanmayı bilmesi*
- *Çok sayıda bilgisayardan aynı anda sisteme erişilebilmesi*
- *İntranet ve internet üzerinden kullanım imkânı*
- *E-posta ve IP teknolojileri entegrasyonu imkânı*
- *Platform bağımsız (Linux, Macintosh gibi işletim sistemleri ile de kullanılabilir) olması*

6.4 AÇIK SİSTEMLERLE İLGİLİ MEVCUT DURUM

Yukarıda bahsedilen avantajları bugünün binalarında kullanıma hazır hale getiren gelişmeler, birden çok grubun seneler önce başlattıkları ve artık olgunlaşma aşamasına gelen çalışmalardır. Günümüzde BYS sektöründe kullanılan birçok haberleşme protokolü (Bacnet, Lon, Modbus,…) bulunmaktadır. Birden fazla protokolün kullanılması entegrasyon açısından zorluklar teşkil etmektedir. Çünkü açık sistemin tam anlamıyla geçerli olabilmesi için standartlaşma ve tek bir haberleşme protokolünün kullanılması gerekmektedir.

Buna karşın, bina otomasyon sistemleri de bu ortamda gelişti ve bugün aynı anda birden çok protokolü destekleyen ve bu anlamda en üst düzeyde entegrasyonu sağlayabilen sistemler mevcuttur. Bu aşamada bina teknolojilerinde ön safhalara çıkmış ve görülebilir gelecekte mutlaka kullanımda olacak belli başlı protokol ve standartlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

A) Bacnet
B) Lonworks
C) Modbus
D) EIB-Instabus-Konnex
E) OPC
F) Diğerleri

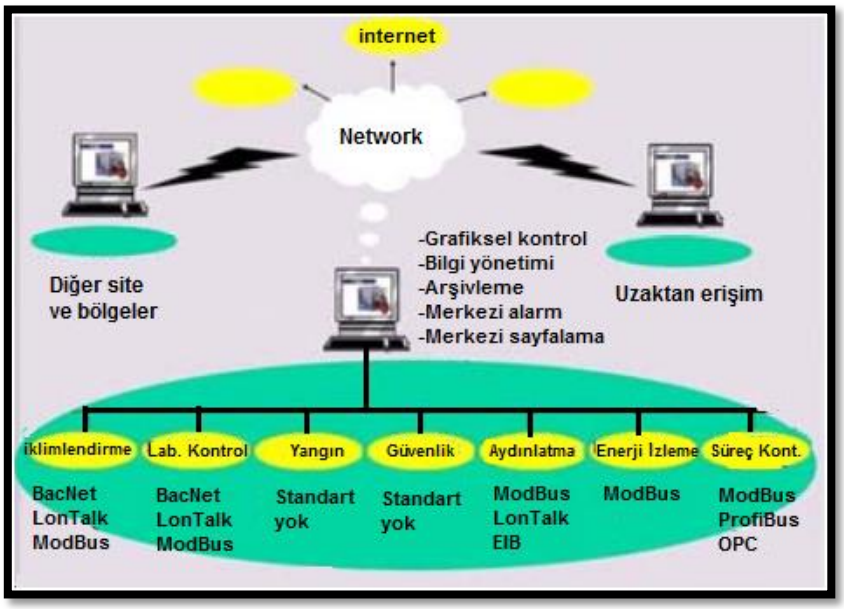
Açık sistemlerle ilgili protokoller en genel anlamda kullanılan sisteme (İklimlendirme, Aydınlatma, …) ve üretici firmalara göre değişim göstermektedir (Şekil-6.5). Açık sistemlerde kullanılan protokoller teknik özellikleri açısından birbirleri ile farklı özelliklere sahip olmaktadırlar. Bu özelliklerden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

- *Hız*
- *Erişim Metodu (token passing, master/slave/çoklu erişim)*
- *Adresleme*
- *Mesaj Seçenekleri*
- *Güvenlik*
- *Yönlendirme (Routing)*
- *Medya*

Yukarıda belirtilen protokollerden Bacnet ve Lon protokolleri direkt olarak BYS'lerine özgü olarak geliştirilmiş standartlardır. Modbus, OPC, EIB, Profis gibi diğer haberleşme protokolleri binaların yanında, endüstride de kullanılmaktadırlar.

Haberleşme protokolleri Amerikan kökenli ve Avrupa kökenli protokoller olarak sınıflandırılabilmektedir:

- *Amerikan Protokolleri: Bacnet, LON*
- *Avrupa Protokolleri: Profibus, Modbus, EIB, OPC…*



***Şekil-6.5** Farklı otomasyon sistemlerinde kullanılan haberleşme protokolleri [1]*

6.5 BACNET (BİNA OTOMASYONU VE DENETİM ŞEBEKESİ PROTOKOLÜ)

Amerikan Isıtma-Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği (ASHRAE) tarafından geliştirilen bir standarttır. İlk olarak 1987 yılında bina otomasyonu ve kontrol sistemlerinde kullanılmak üzere bu protokolle ilgili çalışmalara başlanmıştır. Bu amaçla kurulan Standart Oluşturma Komitesi (Standart Project Committee-SPC 135P), ilk olarak 1991 yılında BACnet standardı ile ilgili çalışmasını taslak olarak yayınlamıştır.

İlk taslak çalışmaya, altı farklı ülkeden 507 ayrı yorum gelmesi, bu tip bir standardın geliştirilmesi konusunda bina endüstrisinin ne kadar yoğun ilgisi olduğunun bir yansıması olarak kabul edilmiştir. Artan ilgi ve görüşler de değerlendirilerek ilk çalışmanın revize edilmiş hali 1994'te yayınlanmıştır.

1995'te ise Bacnet standardının üçüncü ve son revizyonu oluşturulmuştur. Standart bu haliyle ilk çalışmalarına başlandığı tarihten sekiz buçuk yıl sonra onaylanmış ve bir ASHRAE standardı olarak kabul edilmiştir. Aynı yıl BACnet standardı Amerikan Ulusal Standartları Enstitüsü (ANSI) tarafından ulusal bir standart olarak kabul edilmiştir.

Bacnet daha çok iklimlendirme sistemlerinde kullanılmakta ve Avrupa'da EN ön-standardı statüsünde bulunmaktadır. Kasım 2000 itibarıyla en azından 82 ülkede BacNet sistemleri kurulmuş ve çalışır durumdadır.

Bacnet birçok farklı tipteki iletişim alanında çalışabilmektedir. Bu taşıma ortamları aşağıdaki gibidir: RS485 (at up to 1 MBits/s), RS232, ARCNET (at 2,5 MBits/s), Ethernet (at 10 MBits/s) ve LonTalk. Yakın zamanda internet protokolü olan TCP/IP üzerinden de iletişime geçmiştir.

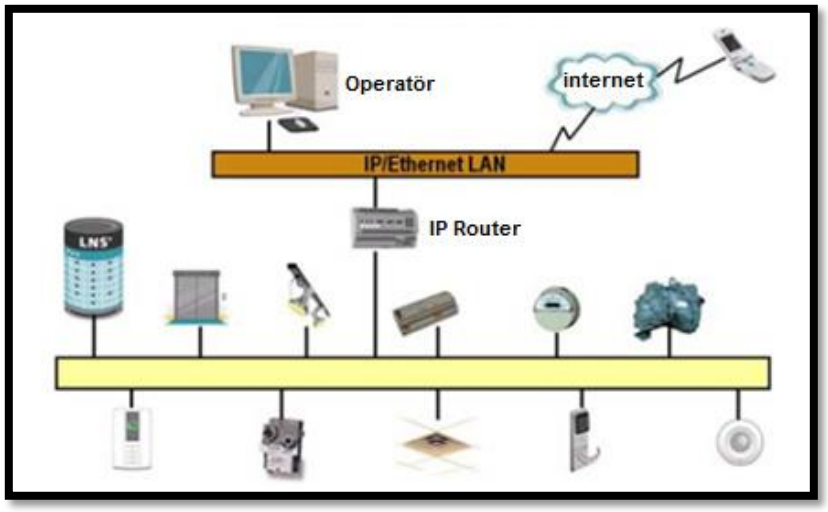
Genel olarak Bacnet protokolü, otomasyon sisteminde yönetim kısmında, tüm alt sistemlerde, genel amaçlı kontrollerde, akıllı duyargalarda kullanılmaktadır. İklimlendirme sistemlerinin kontrolünde ve görüntülenmesinde, soğutmada ve diğer bina sistemlerinde kullanılmaktadır. Güvenlik ve alarm sistemlerinin entegrasyonunu ise direkt olarak desteklenmektedir.

6.6 LONWORKS

Echelon firması tarafından geliştirilen bir protokoldür. Echelon firması 1988 yılında kurulmuştur. Echelon bugün, günlük kullanımdaki elektronik cihazların birbirleriyle iletişimini sağlayan teknolojiler üreten bir firmadır.

Lonworks haberleşme protokolü bna otomasyon sektöründe bugün en yaygın kullanılan iletişim standardıdır. Bina otomasyon sistemlerinin (iklimlendirme, giriş-çıkış kontrol, aydınlatma, hareket duyargaleri, …vb.) yanı sıra Lonworks, taşımacılık, tıbbi cihazlar, sanayi otomasyonu, ev otomasyonu ve kamu hizmetleri alanlarında da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

LON protokolü ile ilgili birkaç tane standartlaşmış kavram bulunmaktadır. Bu kavramlar aşağıda özet şekilde açıklanmaktadır.



Şekil-6.6 *LonWorks mimarisi [1]*

LonTalk

LonWorks cihazlarının aralarında haberleşme için kullandıkları standart protokole verilen isimdir.

LonMark

Bir LonWorks cihazının testlerden geçip uyumluluğunun tescil edildiğini gösteren damgadır.

NeuronChip

Echelon firmasının geliştirdiği ve LonWorks uyumlu cihazlarla iletişim görevini üstlenen devredir. Marka bağımsız olmakla birlikte, LonWorks cihazında kullanılan Neuron Cip'leri Toshiba ve Cypress üretmektedir. Bu sayede farklı marka cihazlar arası iletişimin uyumluluğu garanti altına alınmaktadır.

6.7 MODBUS

Modicon firması tarafından 1978 yılında geliştirildi. Genellikle iklimlendirme modüllerini bina yönetim sistemine entegre etmede kullanılıyor. Master/Slave esaslı bir standarttır.

Modbus haberleşme protokü, Bacnet ve Lonworks protokollerine göre daha eski bir protokoldür. Sektörel olarak kıyaslandığında ise endüstriyel alandaki iletişim ihtiyacını karşılayan en eski seri iletişim protokollerinden biridir.

PLC (Programmable Logic Controller) sektörünün ilk ve en güçlü imalatçılarından olan Modicon firması tarafından kendi ürünleri arasındaki iletişimi sağlamak üzere 1978 yılında geliştirilmiştir. Zamanla PLC sistemler arasında veri transferi ve bilgi alışverişini sağlayan standart bir iletişim protokolü olarak kullanılmıştır.

Modbus, Lonworks ve Bacnet gibi yeni protokollere göre daha basit bir yapıya sahip olmasına rağmen alt yapısı oldukça güçlü bir protokoldür. Geniş kapsamlı bir imalatçı firma tarafından desteklenmektedir. Modbus bina otomasyon sistemi yanında, endüstride de geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

6.7.1 MODBUS Protokolünün Anlaşılması

MODBUS, farklı tiplerdeki taşıtlar ve şebekelere bağlantılı cihazlar arasındaki istemci/sunucu iletişimini sağlayan bir uygulama katmanı protokol mesajlaşmasıdır.

MODBUS, fonksiyon kodları tarafından belirlenen istek – cevap protokolünü sunma servisleridir. RS232, RS485 veya Ethernet gibi farklı fiziksel destekler ve şebekelerde uygulanabilir.

Protokolün ne olduğunu belirleyen taban dokümanı: MODBUS Protokol Başvuru Rehberi Gözden Geçirilmiş Sayısı, J, MODICON, Haziran 1996, doc # PI_MBUS_300 Schneider Electric Şirketi'dir. Bu döküman, MODBUS mesajlaşma yapısını yürütmek için TCP/IP ve Ethernet'i kullanan daha hızlı bir arayüz destek bir yapısına sahiptir.

MODBUS/TCP, bir iletişim protokolü olup programlanabilir mantık denetleyicileri (PLC), bilgisayarlar, operatör panelleri, motorlar, duyargaler ve diğer çeşit fiziksel girdi/çıktı cihazlarını bir ağ üzerinde haberleştirmek üzere tasarlanmıştır.

Sistemin yöneticisi (master), belirgin bir uydu birimine (slave) veya sistemde yer alan tüm birimlere ağ içinde birbirine bağlı uzak nokta emirlerini gönderir [tek noktaya giden iş emirleri) veya (tüm birimlere giden yaygın iş emirleri) ve ardından birim yahut birilerden gelecek tepki cevabını bekler. Bu tepkiye bağlı olarak yeni bir hareket şekli üretir.

Aşağıdaki tablo ve şekilde, OSI katmanlarıyla uyumlu olan protokol seviyeleri gösterilmektedir.

Tablo-6.1 *MODBUS protokol katmanları (EPA mimarisi)*

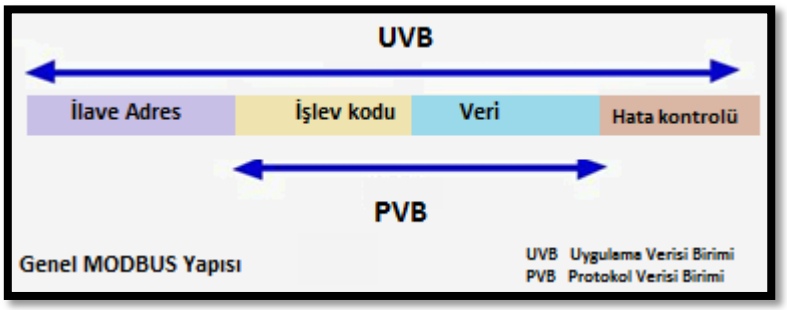
Katman	*OSI Modeli*	
7	*Uygulama*	*MODBUS Uygulama Protokolü*
6	*Sunum*	-
5	*Oturum*	-
4	*İletim*	-
3	*Ağ*	-
2	*Link*	*MODBUS Seri Protokolü*
1	*Fiziki yapı*	*EIA/TIA-232 veya EIA/TIA-485*

Standart protokol bazı kısaltmaları tanımlamaktadır:

ADU Uygulama Verisi Birimi
HDLC Yüksek Seviyeli Veri Linki Denetimi
MAC Orta Erişim Kontrolü
PDU Protokol Veri Birimi

MODBUS protokolünün uygulanması halinde, uygulama verisi birimi, sunucuya bir aktarım olayını başlatan kullanıcı tarafından meydana getirilir. Sunucu, gelen isteği işler ve kullanıcıdan yeni bir iş emrinin gelmesini sağlar.

ADU'nun yapısı, Şekil-6.7'de gösterilmiştir.



Şekil-6.7 *Protokol Veri Birimini içeren MODBUS çerçeve Uygulama Verisi Birimi [2]*

İletim modu, ağ üzerindeki mesaj byte'larının bit içerikleri tarif eder ve mesaj bilgisinin, mesaj akışı içinde nasıl paketleneceğini ve kodunun ne şekilde çözüleceğini belirler. MODBUS seri iletişimi ve MODBUS TCP/IP, OSI modelinin 7 katmanıyla kıyaslanır (Şekil-6.8).

MODBUS tarafından kabul edilen kod fonksiyonları, 1 ila 255 (128 ile 255 arasındaki kodlar, istisna için rezerve edilir) değerlerinden birini kabul eden bir byte ile gösterilir. Bu kodun fonksiyonları, sunucunun, gerçekleştireceği hareketi belirler.

Alt fonksiyon kodları, çeşitli hareketleri tanımlamak üzere bazı fonksiyonlara ilave edilirler. Bir kullanıcıdan sunucuya gönderilen mesajlar veri alanı, sunucunun fonksiyon koduyla ilişkili hareketi yerine getirmek için kullandığı ilave bilgiyi içerir.

Bu ise nesneleri ayrık ve kayıt adresleri, nesnelerin miktarının ele alınması, alandaki gerçek veri sayısı baytlarının miktarı ve bunun gibi durumları gibi kapsamaktadır. Bazı fonksiyonlar, operandlar olmaksızın da iletilebilir.

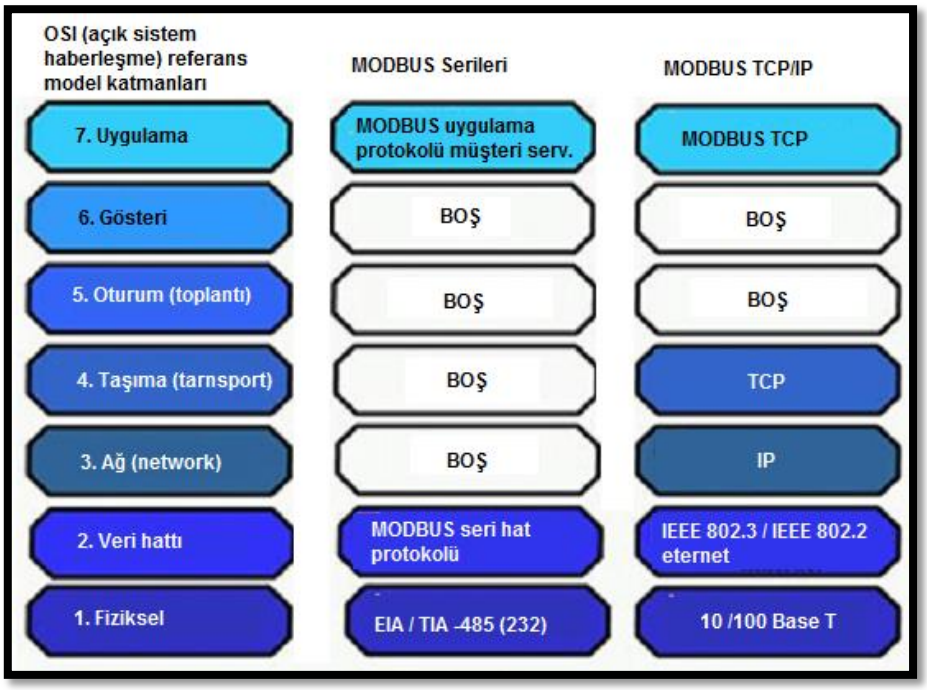
Sunucu, normal bir tepkide, basitçe, orijinal fonksiyon kodunu yankılar. Eğer yazılı emir, düzgün bir şekilde alınırsa, sunucu gereken veriyle kullanıcıya yanıt verecektir. Eğer yazılı emir hata ile alınırsa, sunucu, başlangıçtaki yazılı emri yeniden göndermeyi gerektirecek bir hata mesajı üretecektir (bunu, istisnai bir kod olarak adlandırıyoruz). Eğer bu hata sürecek olursa, hattın bu durumunu göstermek üzere, karşılıksız bir hata daha üretilecektir.

- *İsteği iletmenin anlamı, fonksiyon kodunu ve onunla ilişkili veriyi iletmektir.*
- *Tepki cevabı, fonksiyon kodunu ve gereken veriyi kapsayacaktır.*

MODBUS fonksiyon kodları, üç sınıfa ayrılırlar:

- *Genel fonksiyon kodları*
- *Kullanıcının tanımladığı fonksiyon kodları,*
- *Saklı tutulan fonksiyon kodları*

İlk gruptakiler, iyi tanımlanmış olup tüm protokol kullanıcıları için özgün ve genel fonksiyon kodlarını kapsar. Bu fonksiyonlar, MODBUS organizasyonu tarafından MODBUS IETF RFC içinde doküman olarak saklanırlar.



Şekil-6.8 *MODBUS OSI modeli [2]*

Kullanıcı	***Sunucu***
Send Request *İstek*	
	İstenen hareketi gerçekleştir
Response	
Tepki cevabını al	

Şekil-6.9 *MODBUS protokolü için kullanıcı ve sunucu arasındaki tipik diyalog*

Kullanıcı-tanımlı kodlar, www.modbus.org 'un onayı olmaksızın üreticinin yeni kodlar ekleyebileceğini kabul eden protokole esneklik sağlamaktadırlar. Bu kodlar, onların özgün olduğu garantisini vermez. Bu bağlamda, üreticilerin yeni bir RFC yi onların özelliklerini basmak için başlatması gerekmektedir.

Saklı fonksiyonlar ile ilgili olarak, bunlar şirketlerin eski ürünleri için kullanılan fonksiyonlardır ve genel fonksiyonlarla olan ilgisini göstermez.

Standart MODBUS ağları, yukarıda sıralanan iletim modlarından bir veya ikisini kullanır:

- *ASCII Modu*
- *RTU Modu.*

İletim modu, genellikle diğer seri port iletişim parametreleri (baud hızı, parite, vb.) ile birlikte cihaz konfigürasyonunun parçası olarak seçilir.

Tablo-6.2 *Fonksiyonların adresleri*

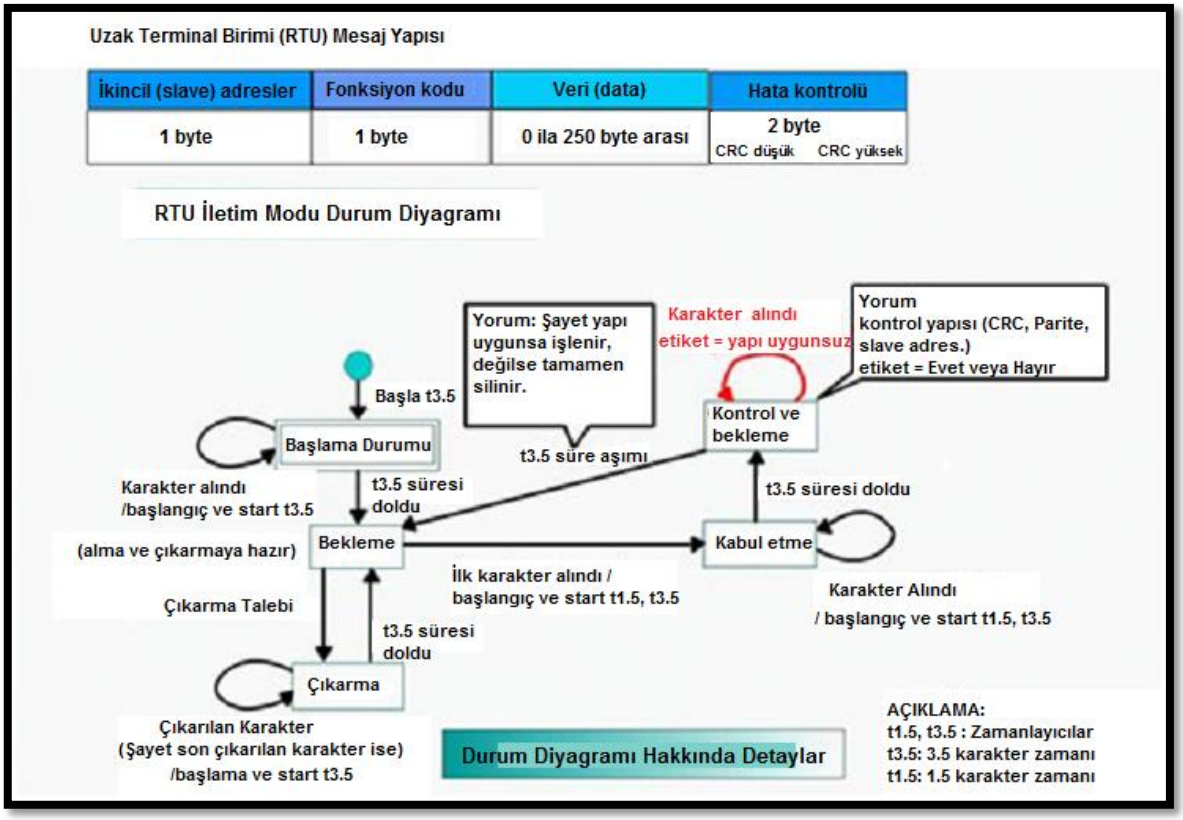
Adresler	*Temsil ettikleri Domen adresleri*
111 ile 127	*Genel Fonksiyon Kodları*
100 ile 110	*Kullanıcı-tanımlı Fonksiyon Kodları*
73 ile 99	*Genel Fonksiyon Kodları*
66 ile 72	*Kullanıcı-tanımlı Fonksiyon Kodları*
1 ile 65	*Genel Fonksiyon Kodları*

6.7.2 ASCII İletim Modu

ASCII (Bilgi değiştirme için Amerikan Standart Kodu) İletim Modu'nda, bir mesajdaki her karakter byte'ı, 2 ASCII karakteri olarak gönderilir. Bu mod, karakteler arasında, iletim esnasında herhangi bir hata üretmeksizin bir ikinciye kadar zaman aralıkları olmasına izin verir.

6.7.3 RTU (Uzak Nokta Terminal Birimi) İletim Modu

*RTU (Uzak Nokta Terminal Birimi) İletim Modu'nda, her 8-bit'lik mesaj byte'ı, 2*4-bitlik heksadesimal karakteri ihtiva eder ve ilgili mesaj, sürekli bir akış halinde iletilmeye devam eder. Daha büyük efektif karakter yoğunluğu, aynı baud hızındaki ASCII modu üzerinde bulunan çıktı miktarını arttırır.*



Şekil-6.10 *RTU iletim modu [2]*

6.7.4 Modbus Seri Uygulaması ile İlgili Ayrıntılar

Seri uygulamada, PDU ile ASDU, RS232 seri iletim hattı sayesinde iletilmektedir (kısa mesafe). Eğer hat uzun mesafe ise ve iki eleman, birbirine bir taşıt üzerinden bağlanıyorsa, bu durumda RS485 kullanılır.

RTU modunda kelime büyüklüğü 8 bit iken, ASCII modunda kelime büyüklüğü 7 bit'tir. Böylece, her 8 bit'lik bir RTU mesajı, veri yapısının başlat, durdur ve parite bit'lerini hesapladığında etkin şekilde 11 bit'e çıkar. Veri çerçeve yapısı, iletim moduna (ASCII veyar RTU) bağlıdır.

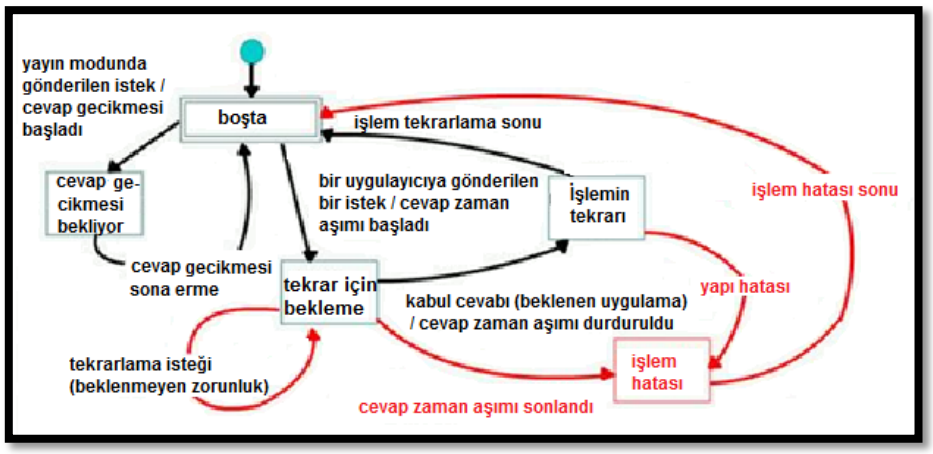
Bir MODBUS veri hattı katmanı, iki ayrı alt katmandan oluşur:

1. *Ana / uydu protokolü*
2. *İletim modu (RTU'ya karşı ASCII modları)*

Kullanılan iletim modlarından bağımsız olarak alış ve gönderiş çatısını tanımlayan bir ana ve bir uydunun durum diyagramları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Ana MODBUS durumunda, sistemin kararlılığı boştaki durumdur. Bu durumda, hiçbir bekleme isteği aktif değildir. Bir istek sadece "boşta" durumunda gönderilebilir. Bir istek gönderdikten sonra, ana protokolü "boşta" durumuna bırakır ve aynı zamanda, ikinci bir isteği gönderemez.

Bir tek nokta isteği bir uyduya gönderildiğinde, ana (protokolü), "cevap bekliyorum" durumuna geçer ve bir "Tepki Zaman Aşımı" başlatılır (Tepki zaman aşımı değeri uygulama bağımlıdır). Bu, ana (protokolü)nü, "cevap bekliyorum" durumunda süresiz olarak kalmaktan alıkoyar.



***Şekil-6.11** Ana MODBUS için durum diyagramları [2]*

Bir tepki cevabı alındığında, ana (protokol), veri işlemeyi başlatmadan önce tepki cevabının mevcudiyetini kontrol eder.

Bu kontrol, mesela beklenmeyen bir uydudan bir tepki veya temel yapıda alınan bir hatayı netice verebilir. Beklenmeyen bir uydudan bir tepki alınması halinde, tepki zaman aşımı çalışma halinde tutulur. Temel yapıda bir hata sezilmesi halinde, bir deneme gerçekleştirilebilir (bu çeşit hata "giderilmiş hata" olarak adlandırılır).

Eğer hiçbir tepki cevabı alınmazsa, tepki zaman – aşımı süresi dolar ve bir hata üretilir. Ardından ana (protokol), yeni bir tepki isteğini etkinleştirerek "boşta" durumuna geçer. Denemelerin en büyüğü, ana set-up'a bağlıdır (bu çeşit hatalar "giderilmeyen hatalar" olarak adlandırılır).

Bir "yayın isteği" seri veri taşıtı üzerinden gönderildiğinde, uydulardan herhangi bir tepki dönüşü olmaz.

Yine de ana (protokol), herhangi bir uydunun yeni bir tane göndermeden önce şimdiki isteğini işlemesine izin verecek şekilde bir gecikmeyi saygı ile karşılar. Bu gecikme "geri dönüş veya gerçekleştirme gecikmesi" olarak bilinir. Bu nedenle ana (protokol), "boşta" durumuna geçmeden önce ve bir başka isteği gönderebilmeden önce, "Bekleme gerçekleştirme gecikmesi" durumuna geçer.

"Tek-noktadan istekler"de cevap zaman-aşımı, herhangi bir uydunun isteği işlemesi ve tepkiye geri dönmesi için yeteri kadar uzun tutulmalıdır; yayında ise, Gerçekleştirme gecikmesi herhangi bir uydunun sadece isteği işlemesi ve yeni bir tanesini alabilmesi için yeteri kadar uzun tutulmalıdır. Bu nedenle Gerçekleştirme gecikmesinin Tepki zaman-aşımından daha kısa tutulması uygun olacaktır. Tipik olarak Tepki-zaman aşımı, 9600 bps'de, 1 saniyeden birkaç saniyeye kadardır ve Gerçekleştirme gecikmesi ise 100 ms'den 200 ms'ye kadar bir sürede değişir.

Ana yapı (çerçeve) hataları aşağıda belirtilenleri kapsamaktadır:

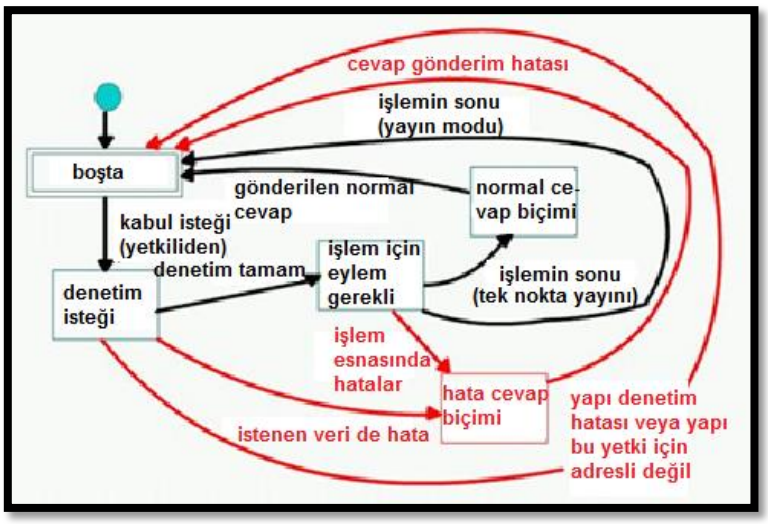
1. *Her karaktere uygulanan parite (eşlik) kontrolü,*

2. *Tüm yapıya uygulanan yedekleme kontrolü.*

Durum diyagramı kasten çok basittir; öyle ki hatta mesaj yapısına veya bir sonraki iletim hatasını yeniden denemeye, vb. erişimi dahi dikkate almaz!

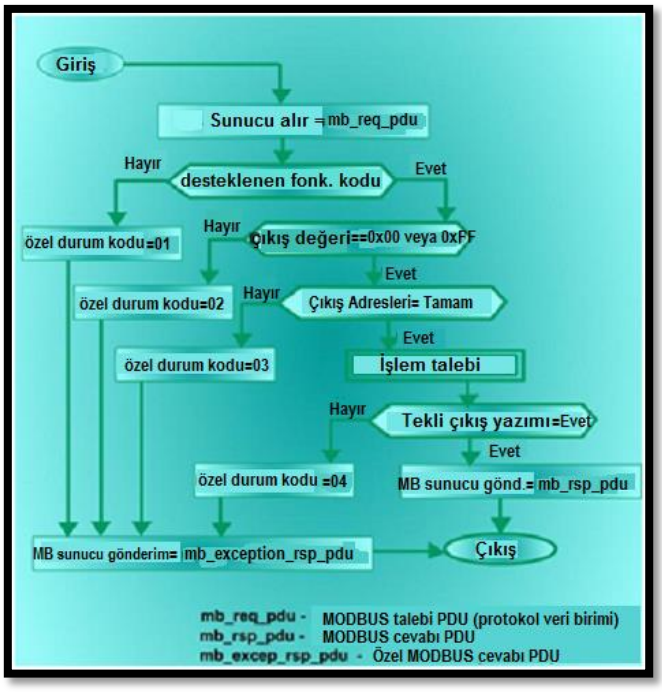
Uydu elemanı hiçbir istek almayana kadar "boş" durumdadır. Bu, gücün verilmesinden sonraki ilk durumdur. Bir istek alındığında uydu, paketteki gerek duyulan hareketi gerçekleştirmeden önce, paketi kontrol eder.

Farklı hatalar ortaya çıkabilir: istekte bulunan format hatası, geçersiz hareket. Hata durumunda, ana'ya (protokolüne) bir tepki cevabı gönderilmelidir. Gerekli olan hareket bir kez tekrarlandığında, tek nokta yönelimli bir mesaj, bir tepki cevabının formatlanması ve ana'ya (protokolüne) gönderilmesini gerektirir. Eğer uydu, alınan yapıda bir hata sezerse, ana'ya herhangi bir tepki dönüşü olmaz. MODBUS teşhis sayıcıları, teşhis bilgilerini sağlamak üzere herhangi bir uydu tarafından tanımlanır ve yönetilebilir.



Şekil-6.12 *Uydu MODBUS için Durum Diyagramı [2]*

Şekil-6.13'te, ağ içinde yer alan bir bobin elemanını kontrol için bir örnek verilmiştir:



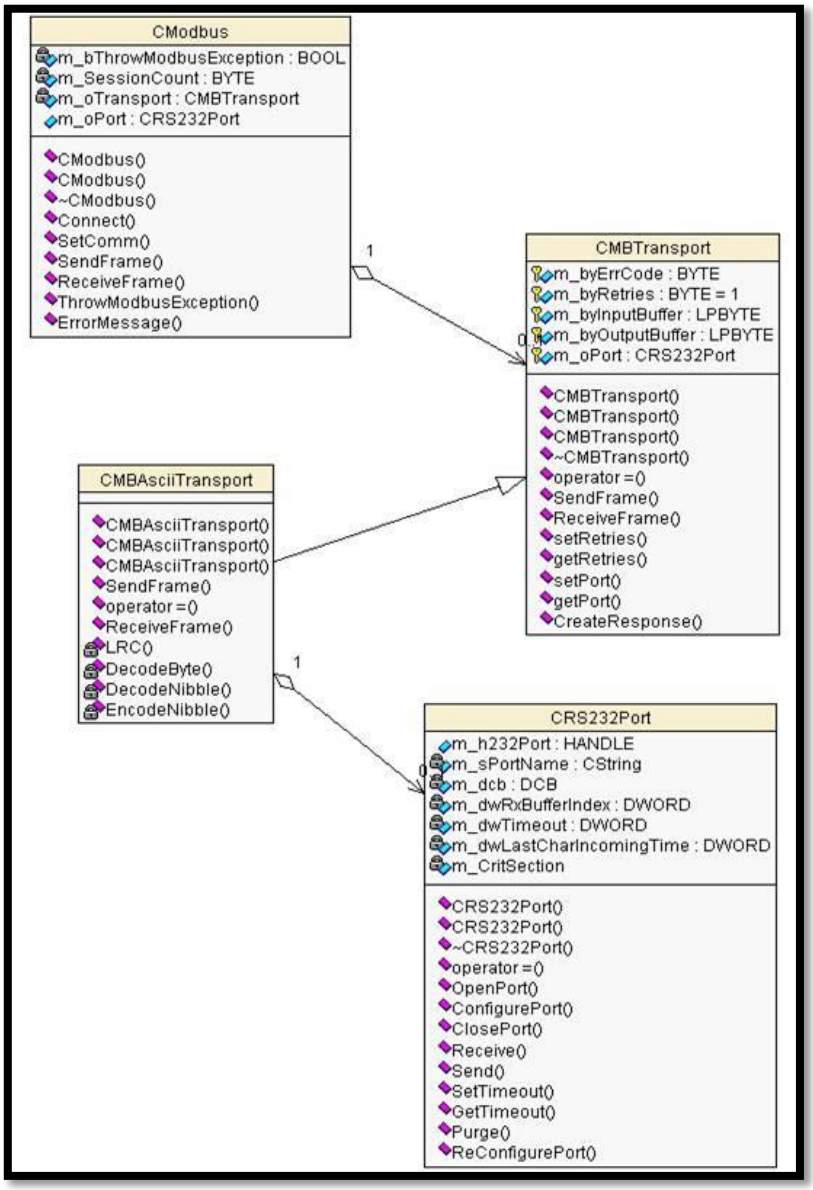
Şekil-6.13 *MODBUS Yaz Tekil Bobini [2]*

MODBUS, cihazları programlamak ve gözlemlemek; akıllı cihazları duyargalar ve enstrümanlarla haberleştirmek ve sahadaki cihazları PC'ler ve HMI'ler ile gözlemlemek için kullanılır. MODBUS aynı zamanda kablosuz iletişimin gerektiği yerdeki RTU uygulamaları için ideal bir protokoldür.

Son olarak Şekil-6.14'te MODBUS protokolünün, alıcı tarafındaki ana fonksiyonlarını yürüten PC'de yazılan bir programın yapısı verilmektedir.

Her bir istek için etkin bir kod uygulanmasını sağlamak amacıyla bir sınıf tahsis edilir, MODBUS protokolü MODBUS protokolü üzerinden aktarılan tüm bilgileri yöneten temel CModebus sınıfı tabanından türetilir. Bu sınıf, MODBUS uygulama katmanını yürütür.

CMBTransport ve CMBAsciiTransport, link katman olarak davranan sınıflardır; bu ikisi (RTU veya ASCII), iletim modunun yürütülmesini temin eder. CRS232Port sınıfı ise PC'den seri port düzeyinde iletişimin uygulanması için kullanılır. Şekil-6.14'te MODBUS protokolünü uygulayanların türevi ve sınıf yapıları gösterilmiştir.



***Şekil-6.14** PC'de yürütülen, MODBUS protokolünü uygulayanların türevi ve sınıfların yapısı [2]*

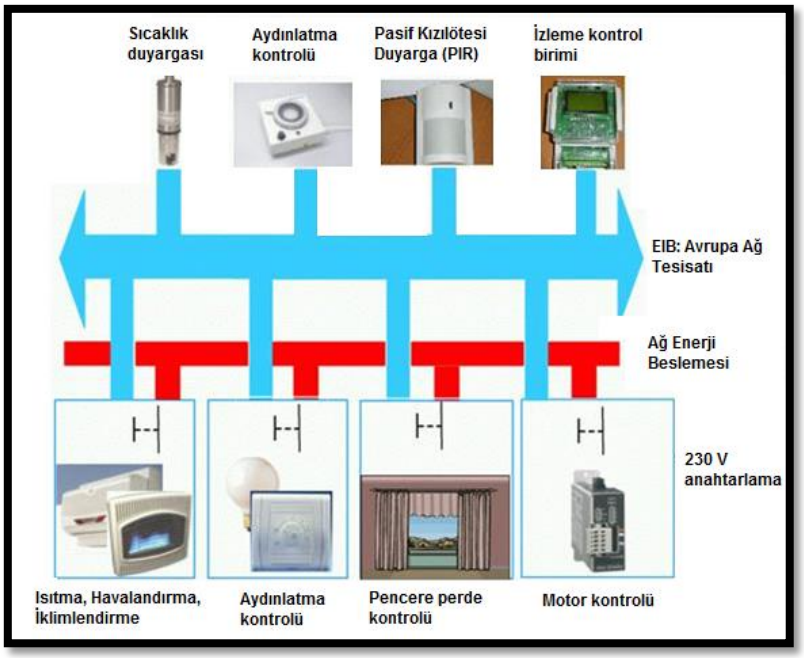
6.8 EV VE BİNA ELEKTRONİĞİ İÇİN EIB SİSTEMİ

Avrupa Tesisat Taşıtı Protokolü (The European Installation Bus: EIB) "Bina Otomasyonu"nun tüm yönlerini kapsayan, açık ve kapsamlı bir sistemdir. Bu protokol, BACnet protokolü ile benzer olup EIB Derneği tarafından yönetilir.

Avrupa Tesisat Taşıtı Protokolü (EIB) elektrik iç tesisatı alanında yük anahtarlaması, çevresel kontrol ve güvenlik için bir yönetim sistemi olarak tasarlanmıştır.

Bu protokolün amacı gözlemleme ve fonksiyonların kontrolü ile aydınlatma, pencere açıp/kapatması, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme, yük-yönetimi, sinyalizasyon, gözlem ve alarm gibi süreçlerdir.

EIB sistemi iç tesisat iletkenlerine, büklümlendirilmiş şekilde olup özellikle telefon veya bilgisayar iletişiminde kullanılan iletken çifti veya bina elektrik şebekesinden (230 V'luk prizler) gibi haberleşme ortamından elektrik güç beslemesi yapmaya izin verir. Diğer cihazlar ise ilave olarak, ana –elektrik- dağıtım tablosundan veya diğer elektrik besleme kaynaklarından, Radyo Frekansı ve kızılötesi ortamındaki gibi güç beslemesi yapılmasını gerektirirler. Şekil-6.15'te bina içi elemanlarla birlikte EIB ağ protokol linki gösterilmiştir.



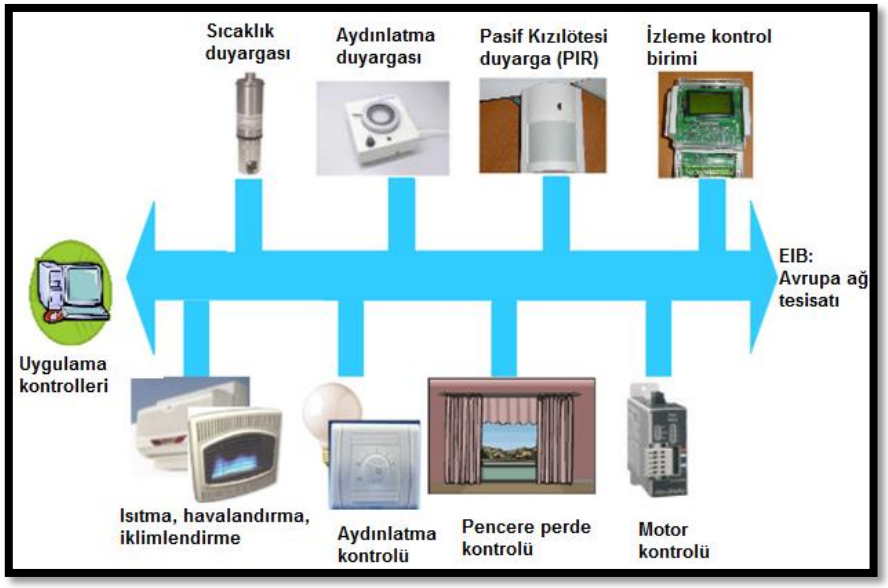
Şekil-6.15 *Bina içi elemanlarla birlikte EIB ağ protokol linki [2]*

6.8.1 Ağ Topolojisi. Taşıt Temel Özellikleri

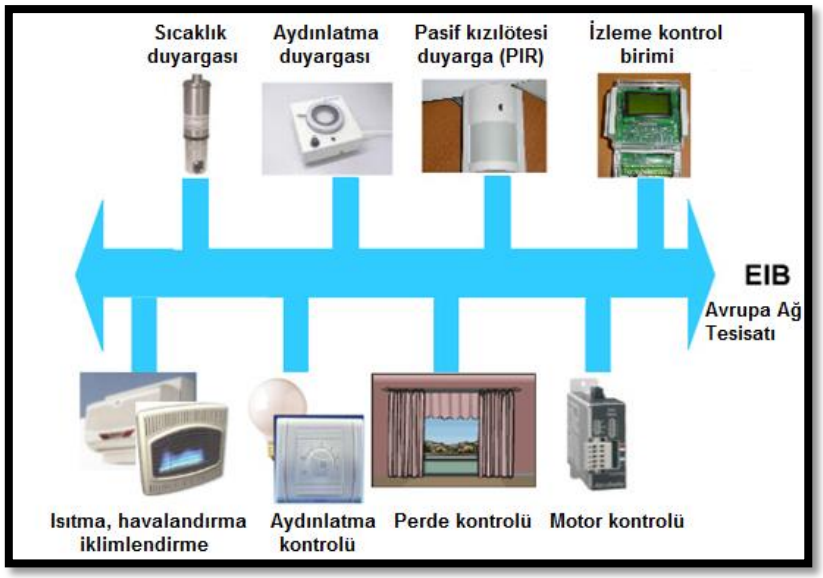
Tesisat Taşıtı, binaların yönetim ve gözetimi için dağıtılmış teknik kontrol sağlamak üzere tasarlanır. Bu nedenle, taşıta (iletişim yoluna) bağlı cihazlar arasında seri veri aktarımını sağlar. Ayrıca yukarıda belirtilen uygulamaları destekleyen bir uyumlu, esnek, düşük maliyetli bir sistem olarak çalışır.

EIB, karmaşık bir taşıta yerleşik cihazları yöneten bir protokoldür. Bu taşıt, binaların ve konutların yapısına uyan farklı ağaçlara bölünebilir. Buna bağlanabilecek cihaz sayısı en çok 65536'dır.

Bu "taşıt" sistemi genellikle bir merkezden bağımsız işleyen bir sistem olarak çalıştırılır, fakat yine de merkezden uygulamaları yönetmek gerektiğinde, bunun yapılmasına hala, izin vermektedir. Cihazlar ister verici isterse alıcı olsunlar, merkezi olmayan yönetim, bu cihazlar içinde yürütülür, onlar hiyerarşiye başvurmadan veya ağ yönlendirme cihazı olmaksızın birbirleriyle doğrudan iletişim kurabilirler. Bu tip bir yönetim, sistemi oldukça esnek yapacaktır. Şekil-6.16'da merkezden yönetilen bir sistem, Şekil-6.17'de ise merkezden bağımsız işleyen bir sistem şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil-6.16 *Merkezden yönetilen sistem [2]*



Şekil-6.17 *Merkezden bağımsız işleyen sistem [2]*

Bu uygulama yine de merkezden bir yönetim moduna izin verir. Bir uygulama denetleyicisi (ApC), tesisat taşıtının herhangi bir yerinde konumlandırılabilir.

EIB Ortam Erişim Denetimi (Medium Access Control: *MAC), her bir ortam için ayrı ayrı olacak şekilde optimize edilir. Daha fazla optimize alıcı-verici performans ve bir maliyet kombinasyonu için uygulamalar mevcuttur. EIB.IR (İnfraruj), EIB.MMS (Multi Medya Servisi), EIB.TP (Bükülmüş Kablo Çifti), EIB.PL (Güç hattı), EIB.RF (Radyo Frekansı), EIB.net (Otomasyon Şebekesi)*

EIB –tesisat- Taşıt cihazları genellikle iki parçadan yapılırlar: *Taşıt Eşleştirme Birimi ve bina otomasyonundaki süreçleri yöneten Uygulama Modülü. Taşıt Eşleştirme Birimi, her cihazda merkezden bağımsız işleyen bir taşıt yöneticisidir ve taşıt için veri eşleştirmesi yaptığı kadar, taşıt iletişim sisteminden donanım ve yazılım uygulamalarını ayıracak bir elektriksel bir karakter de sağlar. Bu uygulama modülü bina veya konut içindeki süreci yönetir.*

Ağ geçidi bir veya daha fazla şebekenin farklı kısımları arasındaki köprüleri temsil etmektedir. Bu ağ geçitleri, iki görevi yerine getirir. İlki şebekelerin iki kısımlarının bağlantısında bazen telegeramları yönlendirmeyi ihtiva ederken ikincisi ise tüm sistemdeki veri aktarımını yöneten protokollerin uyarlamasını ihtiva eder.

Bir İç Tesisat Taşıt Sistemi, dış şebekelere ağ geçitleri vasıtası ile birbirine bağlı olabilir. Bu bağlantı omurga üzerinde yapılabildiği gibi, ana hat kendisine veya herhangi bir diğer hatta da bağlanabilir. Bu tür ağ geçitleri için örnekler:

1. *Ses üzerindeki veri*
2. *Analog telefon bağlantısı*
3. *ISDN bağlantısı*
4. *Alan taşıtı bağlantısı*
5. *Ana bilgisayara olan bağlantı*

İki cihaz arasındaki bilgi takası veri paketlerinin iletimi tarafından gerçekleştirilir. Ham veri paketinin alındığı onaylanmalıdır. Her ortam için mesajın yapısı, aşağıdaki şekilde görülene benzer (Şekil-6.18).



***Şekil-6.18** EIB Mesaj yapısı [2]*

Bazı ortamlar, bazı ortamların belirgin kısımları, o ortamın erişim kontrolü karakteristiği veya hata düzeltme mekanizmaları tarafından izlenecek veya önünde olacaktır (Şekil-6.19).



***Şekil-6.19** Bir EIB uyumlu telgrafının yapısı [2]*

Aşağıda şekli verilen veri paketi, aşağıdaki alanları içermektedir:

- *Kontrol alanı*
- *Kaynak adresi alanı*
- *Hedef adresi alanı*
- *Uzunluk*
- *Bilgi aktarılacak olan LSDU (Link Servis Verisi Birimi)*
- *Kontrol baytı*

Bu halde, mesela, arıza algılama mesajı veya başka acil bir mesaj alınması halinde, EIB sistemi veri paketlerinin iletimini yapacak bir iletim önceliğine izin verir.

Alarm mesajları normal işletim modunda gönderilen diğer tüm mesajlar üzerinde bir önceliğe sahiptir. Yeniden iletilen veri paketleri de normal paketlerden daha yüksek önceliğe sahiptir.

Standart EIB'deki önemli bir rol şebeke boyunca haritalama cihazları tarafından yürütülen bir oyun olduğudur ki bu konu, gelecek paragrafta detaylandırılacaktır.

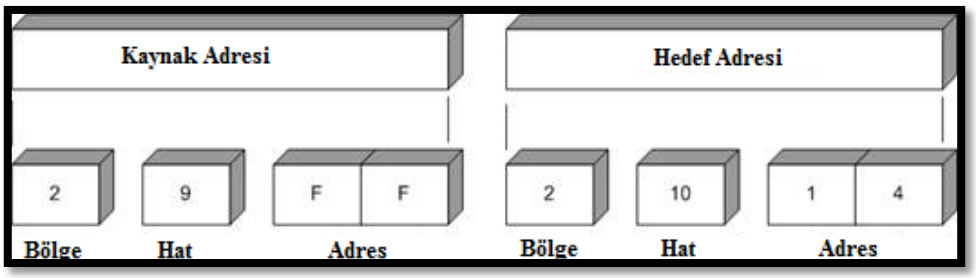
6.8.2 EIB Şebekesi Tarafından Birbirine Bağlanan Bina / Ev Cihazlarının Haritalanması

EIB Taşıtı cihazları Tesisat İletken Yoluna iki modu kullanarak bağlanırlar:

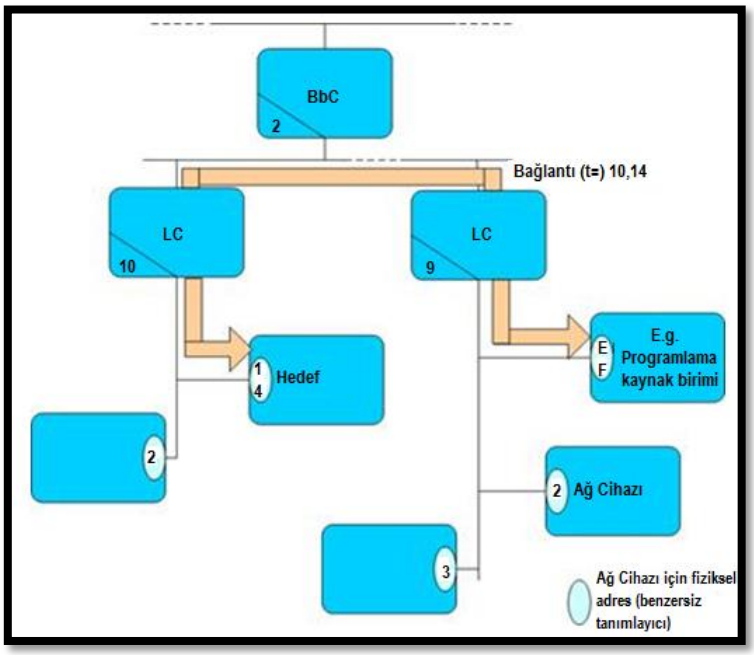
1. *Fiziki adresleme*
2. *Grup adresleme*

Cihazların haritalaması şebekedeki cihazların uygulamasını doğal sayıların bir parçası şeklinde gösterir. Her taşıt cihazı bir tekil fiziki adres tarafından tanımlanmaktadır. İki EIB Taşıt cihazı birden aynı fiziki adrese sahip olamaz.

Fiziki adresler (Şekil-6.20'ye bakınız) bir bölge, bir hat ve bir EIB Taşıt cihaz numarasını ihtiva eder; bu, cihazla bir bütün olarak irtibat kurar. Kaynak adres alanı daima fiziki adresi ihtiva eder. Fiziki adres sadece başlangıç, programlama ve diyagnostik işlemleri için (bağlantı yönlendirmeli iletim) hedef adres olarak kullanılır. Bu bir sistem erişim modu ile haberleşir (Şekil-6.20).

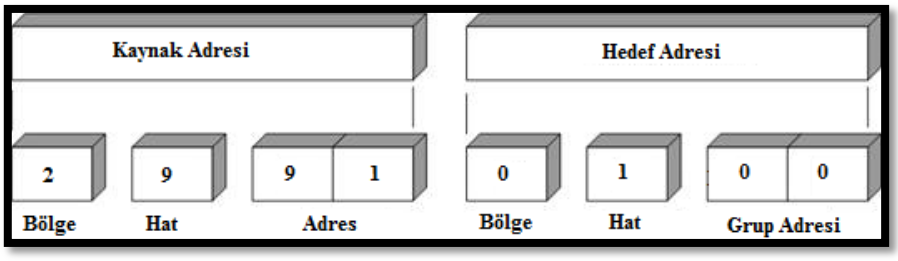


Şekil-6.20 *Bir telgrafın kaynak ve hedefi için adres yapısı (sistem erişim modu) [2]*



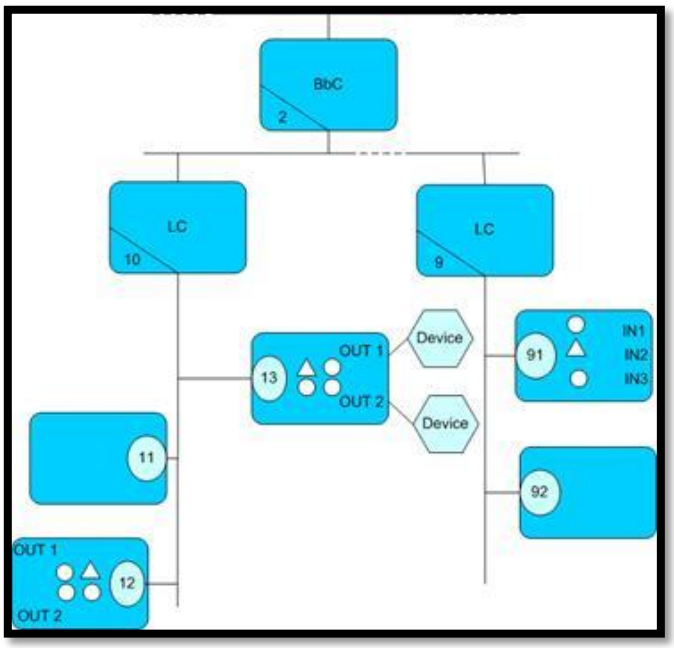
Şekil-6.21 *EIB yoluyla sistem-erişim modunu kullanan farklı elemanlar arasındaki bağlantılar [2]*

Grup adreslemesi normal işletim modu ile irtibat kurar. Aynı gruba ait EIB Taşıt cihazlarının fonksiyonları bir "kaynak" EIB Taşıt cihazı tarafından gönderilen tek bir mesajla kontrol edilebilir. Fonksiyonlar bununla birlikte, çeşitli gruplara ait olabilir ve her grubun EIB Taşıt cihazı tarafından bağımsız bir şekilde etkinleştirilebilir (Şekil-6.22).



Şekil-6.22 *Veri-paketi kaynak ve hedef adreslerinin yapısı (grup erişim modu) [2]*

Grup adreslemesi taşıt cihazları arasındaki mantıksal bir linktir. Bir duyarga sadece bir grup adresi üzerinden iletebilir ve bir aktüatör çeşitli adresleri alabilir. Grup adreslemesi çok basit bir yolda bir taşıt cihazını eklemeye izin vermek suretiyle (onu doğru grup adresine hemen bağlayarak) esneklik verir. Şekil-6.23'te EIB yoluyla grup-erişim modunu kullanan farklı elemanlar arasındaki bağlantı durumu gösterilmiştir.



***Şekil-6.23** EIB yoluyla grup-erişim modunu kullanan farklı elemanlar arasındaki bağlantılar [2]*

6.9 KNX PROTOKOLÜ

KNX (EN 50090, ISO/IEC 14543) ile standardize edilmiş, akıllı binalar için OSI-tabanlı bir ağ iletişim protokolüdür. KNX önceki 3 standardın bir halefi ve onlara bir yakınsamadır: Avrupa Ev Sistemleri Protokolü (AES), BatiBUS, ve Avrupa Tesisat Taşıtı (EIB veya Instabus). KNX standardı KNX Derneği tarafından yönetilmektedir.

KNX protokol standardı EIB'nin iletişim yığınına bağlıdır. Fakat fiziksel katmanlar, konfigürasyon modları ile BatiBUS ve AES'nin uygulama deneyimi ile genişlemektedir.

KNX çeşitli fiziksel iletişim ortamlarını tanımlamaktadır:

- *Büklümlü kablo çifti (BatiBUS ve EIB Instabus standardlarından imiras alınan)*
- *Elektrik tesisat şebekesi (EIB ve AES'den miras - X10 tarafından kullanılanana benzer)*
- *Radyo (KNX-RF)*
- *Kızıl-ötesi*
- *Ethernet (EIBnet/IP veya KNXnet/IP olarak da bilinir)*

KNX herhangi bir özel donanım platformundan bağımsız olacak şekilde tasarlanır. Bir KNX Cihaz Şebekesi özel uygulamaların gerektirdiği durumlara göre, herhangi bir 8-bit'lik mikro denetleyici veya kişisel bilgisayar ile kontrol edilebilir. En çok görülen tesisat şekli, büklümlü kablo çifti üzerine olanıdır.

KNX aşağıda verilen standartlar tarafından bir açık standart olarak onaylanmıştır:

- *Uluslararası standart (ISO/IEC 14543-3)*
- *Kanada standardı (CSA-ISO/IEC 14543-3)*
- *Avrupa standardı (CENELEC EN 50090 and CEN EN 13321-1)*
- *Çin Guo Biao (GB/T 20965)[1]*

KNX Derneği'nin, 1 Mart 2014 tarihi itibariyle, 37 ülkeden kayıtlı 339 üretici üyesi olmuştur. Japonya'dan Fujitsu General bu derneğin 300 numaralı üyesi olarak listeye girmiştir. Tam liste knx.org sitesinden görülebilir.

KNX Derneği 100 ülkeden 30,000'den fazla sayıda tesisatçı şirketle, 60'tan fazla teknik üniversiteyle ve 150'nin üzerinde mesleki eğitim merkeziyle ortaklık anlaşmalarına sahiptir.

6.9.1 KNX Sistem Bileşenleri

Bir KNX tesisatındaki tüm cihazlar, kendilerine veriyi karşılıklı değiştirme müsaadesi vermek suretiyle iki iletkenden oluşan bir tesisata birlikte bağlanırlar (en çok bilinen tesisat şekli). Bireysel tesisat cihazlarının fonksiyonu, herhangi bir zamanda değişebilen ve adapte olabilen kendi proje planlamasıyla tanımlanır.

- *Duyargalar (örnek basmalı butonlar, rüzgâr-, sıcaklık-, hareket-duyargaları)*
- *Aktivatörler (azaltıcı birimler, elektrikli ısıtma valfleri, displayler)*
- *Sistem cihazları ve bileşenleri (örnek Hat-Bağlayıcıları, Omurga-Bağlayıcıları)*

Duyargalar her hareket için başlatma noktasıdır, çünkü onlar bilgiyi algılarlar ve onu tesisat iletkenleri üzerinde bir veri telgrafı olarak gönderirler. Bu oda sıcaklık bilgileri, hareket bilgileri, rüzgâr hızı ölçüm bilgileri veya basmalı butonlardan alınan (elle oluşturulmuş giriş talimatları) bilgileri olabilir. Duyargalar ihtiyaç duyulan uygulamaya bağlı olarak seçilirler.

Aktivatörler daha sonra hareketlere dönüştürülen veri paketlerini (telgrafları) algılar. Bu algılama panjurların kontrollü açılıp kapatılması, ışıkların ağır ağır karartılması ve söndürülmesi, ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin denetimli olarak çalıştırılması gibi işleri kapsayabilir. Aktivatörler gerek duyulan uygulamaya bağlı olarak da seçilirler ve bir taşıt modülü ile uygulama programı ile irtibatlı bir uygulama modülünü içerirler.

Uygulama programı cihazlara bir sistem bileşeni vasıtasıyla (ya seri ya da USB arayüzü) PC ya da taşıta bağlanan bir proje tasarımı ve devre yazılımı ile birlikte yüklenir. İki-telli tesisat taşıtı 230 V'luk elektrik güç kaynağına yönlendirilir ve ev teknolojisinin tüm cihaz ve sistemlerini birlikte bağlayarak tüm denetim sinyallerini iletir. Bu durum DALI protokol taşıtı ile aynı şekilde görünür.

6.9.2 Mantıksal Topoloji ve Bireysel Adres Uzayı

KNX çeşitli taşıt topolojilerine müsaade eder ki bunlar: Ağaç, hat ve yıldız topolojileridir. Bu topolojiler ihtiyaç duyulması halinde birlikte karışık şekilde de kullanılabilir. Bununla birlik te, ring topolojilerinin kullanımına izin verilmemektedir. Ağaç topolojisinin ise daha geniş bir şebeke oluşturulacak olması halinde diğer topolojilere göre üstünlükleri vardır.

KNX tamamen dağıtık bir şebeke olup, 16 bit'lik bir bireysel adres alanında 65,536'ya kadar cihazı barındırabilmektedir. Mantıksal topoloji veya alt şebeke yapısı tek bir hat üzerinde 256 cihazın olmasına izin verir. Aşağıda görüleceği üzere, hatların tümü bir saha içine bir ana hat ile birlikte gruplandırılmış olabilir. Toplam 16 hat için 15'e kadar hat bir hat bağlayıcısı (LC) üzerinden bağlanabilir. Hat bağlayıcıları fiziksel adresleri 1.1.0'den 1.15.0'e kadar olan 1 nolu hattan bir alanı şekillendiren hatlar kurmak için kullanılır. Tüm bir saha (domain) omurga/saha bağlayıcılarını kullanarak bir omurga ile birlikte şekillendirilir.

Bir hat, her birisi en çok 64 taşıt cihazı ile en fazla 4 hat segmentini (bölümlenmiş parçaları) ihtiva eder. Her segment için uygun bir güç kaynağı gerekir. Maksimum segment uzunluğu ise 1000 metredir. 4 segment 4000 metre uzunluğundaki 256 cihazdan oluşan bir şebekeyi kurmak için hat tekrarlayıcıları ile birlikte bağlanabilir. Cihazların gerçek sayısı seçilen güç kaynağına ve bireysel cihazların giriş gücün bağımlıdır. Not: Hat tekrarlayıcıları omurga veya ana hatlar (elektrik şebekesi) üzerinde kullanılamaz. KNX KNXnet/IP'nin isteğe bağlı olarak IP üzerinden KNX alt ağlarına entegre olabilmesine izin verildiğini not ediniz. Yukarıdan görüldüğü gibi, bu topoloji, (birkaç istisna hariç) şebeke üzerindeki her bir düğümü benzersiz şekilde tanımlayan bireysel adreslerin sayısal yapısı içinde yansıtılır. Not: Ana hat dâhil hat'ların her birinin, kendine ait ayrı bir güç kaynağı olmalıdır. Tesisat kısıtlamaları işletme (ortam, alıcı tipleri, güç kaynağı kapasitesi) ve çevresel faktörlere (elektro manyetik gürültü gibi) bağlı olabilir. Tesisat ve ürün kuralları mutlaka dikkate alınmalıdır.

6.9.3 Telli iletim

9600 bit/s'lik bir işaretleme hızıyla farklı sinyalleri kullanan bükümlü kablo çifti. 100 kHz'deki ideal dalga direnci 120 Ω'dur. 20 Ω/km'deki hat direnci, maksimum 75 Ω/km'dur. 800 Hz'de taşıt-taşıt hattı arası maksimum kapasitans 800 pF/m'dir. Daha yüksek kapasitans bununla orantılı şekilde daha kısa kablo mesafesini gerektirir. Taşıt gücü 30 V DC ve 25 mA'dir. Polarizasyon kritiktir. Aynı fiziksel segment'ler içindeki cihazlar 8-bit ile

adreslenir. Maksimum 57600 şebeke düğümü vardır. Medya erişim kontrolu CSMA/CA metodu ile kontrol edilir. Maksimum segment uzunluğu ise 1000 metredir. *4 segment 4000 m uzunluğundaki bir şebekeyi kurmak için hat tekrarlayıcıları ile bağlanabilmektedir. Döngülerin oluşmasına izin verilmez.*

Tablo-6.3

#	Saha	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	Kontrol R-tekrarlı paket Px-öncelik	1	0	R	1	P1	P0	0	0
1	Kaynak adresi #0								
2	Kaynak adresi #1								
3	Hedef adresi #0								
4	Hedef adresi #1								
5	Hedef tipi, Yönlendirme bilgisi Uzunluk	DT	R2	R1	R0	L3	L2	L1	L0
6	Kullanıcı verisi 1-16 bytes								
	Sağlama (S)								

Eğer hedef tipi bayrağı (DT) kurulursa paket multicast (aynı akışın birden fazla alıcıya gönderilmesi esnasında aralık genişliği tasarrufunu sağlayabilmek için akışın sadece bir adet kopyasının networke gönderilmesi esasına dayanan teknik) veya broadcast (bir mesajın tüm ağdaki cihazlar tarafından alınmasını sağlayan protokol) olacaktır. R2-R0, IP'deki TTL (Canlı Kalma Süresi: TTL, her IP paket başlığındaki değer olup alan boyutu bir bayt, yani 0-255 arasında bir değerdir) gibi her bir yönlendirme sıçraması için azaltılır. L3-L0, 1-16 arasındaki kullanıcı veri bayt'ları ile haberleşir. Kaynak daima fiziksel bir adrestir. Hedef ya fiziksel yâda bir grup adresi olabilir. Mantıksal "0" 30 V DC referans düzeyinin altındaki bir etki olarak tanımlanır. Mantıksal "1" ise aynı etkilerin eksikliğidir.

4800 bit/s'de *BatiBUS'dan devralınan* bir alternatif arayüz vardır; ama bilgiyi *BatiBUS cihazları ile karşılıklı olarak değiştiremez.*

6.9.4 Konfigürasyon Modları

Üç sınıf KNX cihazı vardır:

- *A-modu veya "Otomatik mod" cihazları kendilerini otomatik konfigüre ederler ve son kullanıcı tarafından parçaları birleştirilecek şekilde satışa sunulurlar.*
- *E-modu veya "Kolay mod" cihazları elemanların yerleşimini yapmak için temel düzeyde bir eğitim gerektirir. Onların davranışı önceden programlanmıştır; ancak, kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun olması gereken yapılandırma parametreleri vardır.*
- *S-modu veya "Sistem modu" cihazları, geleneksel bina otomasyon sistemleri oluştururken kullanılır. S-modu cihazlarının herhangi bir varsayılan (standart) davranışı yoktur ve bu alanda eğitilmiş teknisyenler tarafından cihaz yerleşimleri yapılmalı ve programlanmalıdır.*

6.9.5 KNX Ürünleri

KNX sisteminin güçlü taraflarından bir tanesi, KNX ticari markasını haiz herhangi bir ürün sadece üreticinin bir beyanı değil fakat KNX'in akredite olduğu üçüncü parti test laboratuvarları tarafından yürütülen uygunluk testine dayalı olmasıdır. Bu testler esnasında, sadece KNX protokolünü destekleyen bir aygıt kontrol edilmez, aynı zamanda onun kullanışlı verisinin standart KNX veri tiplerine göre kodlanmış olduğu da kontrol edilir.

Farklı üreticilerin cihazlarında ve farklı uygulamalardaki bu sonuçlar çalışan bir tesisata kombine edilebilirler.

KNX Derneği'ne üye şirketlerin kataloglarında 7000'den fazla KNX sertifikalı ürünü bulunmaktadır. Bu kadar geniş ürün yelpazesi, çeşitli konuların birleştirilmesine izin verir, mesela:

- *Aydınlatma kontrolü*
- *Isıtma/ havalandırma & İklimlendirme kontrolü*
- *Kepenk, panjur ve perde & gölgeleme kontrolü*
- *Alarm izleme Enerji yönetimi ve Elektrik / Gaz / Su ölçümü*

- *Ses ve video dağıtımı*

Bunun üstüne yerel alan ağı (LAN), kişisel bilgisayar (PC), dokunmatik ekranlar ve akıllı telefonlar vasıtasıyla merkezi veya dağıtık kontrol sistemine sahip olması için analog veya mobil telefon (GSM) şebekeleri vasıtasıyla da sistem erişimi mümkün olabilir.

6.9.6 KNX Açık Kaynak veya Özgür Yazılım Listesi

Ask About KNX forumu üzerindeki KNX açık kaynak veya özgür yazılım listesini görebilirsiniz. PC'ler, Mac'ler, Akıllı telefonlar ve tabletler üzerinde Windows, Linux, OS X, iPhone/iPad iOS ve Android'in çalıştığı çeşitli işletim sistemleri ve platformları için oldukça geniş bir yazılım çeşitliliği vardır.

6.10 OPC PROTOKOLÜ

Açık Platform İletişimleri (Open Platform Communications: OPC) endüstriyel telekomünikasyon için bir standartlar ve özellikler dizisidir. Bir endüstriyel otomasyon 1996'da Süreç Kontrol için OLE (Süreç Kontrol için Object Linking ve Embedding) ismi altında, orijinal standardın endüstri iş gücü için geliştirilmesidir. OPC farklı üreticilerden sağlanan kontrol cihazları arasındaki gerçek -zamanlı fabrika verisinin iletişim özelliklerini belirler.

1996'da ilk defa ortaya çıkmasının ardından, OPC Kuruluşu-Vakfı standardı korumak için kuruldu. OPC süreç kontrolü alanının dışında kabul edildiği gibi, OPC Vakfı, 2011 yılında ismini Açık Platform İletişimleri şeklinde değiştirdi [2]. İsimdeki bu değişiklik bina otomasyonu, ayrık imalat, süreç kontrolü gibi diğer birçok uygulamalar için OPC teknolojisi uygulamalarını yansıtmaktadır. OPC ayrıca diğer veri taşıma teknolojilerini içerecek şekilde özgün OLE (Object Linking and Embedding) uygulaması ötesinde Microsoft'un .NET Framework , XML ve hatta OPC Vakfı ikili kodlanmış TCP biçimi dâhil olmak üzere büyüdü.

İçindekiler

- *Orijin ve kullanımları*
- *Tasarım*
- *Geleceği*
- *Referanslar*
- *Buna da bakınız*
- *Harici linkler*

6.10.1 OPC Orijin ve Kullanımları

***OPC Şartnamesi** Microsoft Windows işletim sistemi ailesi için Microsoft tarafından geliştirilen OLE, COM, ve DCOM teknolojileri tabanlı idi. Bu şartname (tanımlama) nesneler, arayüzler ve metotların süreç kontrolü ve imalat otomasyonu uygulamaları için birlikte çalışabilirliği kolaylaştırmak üzere standart bir grubunu tanımlamıştır. En yaygın OPC özellikleri OPC Veri Erişimi olup gerçek–zaman verisini okuyup yazmak için kullanılır. Satıcıları **OPC**'ye genel olarak baktığında, onlar tipik olarak OPC Veri Erişimi (OPC DA) demek isterler. OPC DA'nın kendisi, kurulduğu günden bu yana üç önemli değişiklik geçirmiştir. Sürümleri geriye doğru uyumlu olup 3 OPC Sunucusu, özellikleri işlevsellik eklediğinden ötürü, sürüm 1 OPC Alıcısı yardımıyla hala ulaşılabilir, fakat yürütülecek eski sürümlerin yine de yüklenmiş olması gerekir. Bununla birlikte, her şey daha yenisini kullanabildiğinden dolayı, bir Alıcı yazılmış da olabilir, bunun için DA-3-uyumlu bir Alıcı bir DA 1.0 Sunucusu ile çalışmak zorunda olmayacaktır.*

Ayrıca OPC DA şartnamesi ile OPC Vakfı da OPC HDA (Tarihi Veri Erişimi) özelliklerini korumaktadır. OPC DA ile erişilebilir gerçek zaman verilerinin aksine, OPC HDA arşivlenmiş veriye ulaşma ve onu geri almaya izin vermektedir.

Bundan sonra, OPC A&E şartnameniz vardır. Bu OPC AE (Alarmları & Olayları) da OPC Vakfı tarafından korunmaktadır. OPC A&E şartname (ve özellikleri) alarm ve olay tipi mesaj bilgisinin, ayrıca değişken durumlarının ve durum yönetiminin karşılıklı olarak değişiminin nasıl olacağını tanımlar.

6.10.2 OPC Tasarımı

OPC Windows-tabanlı yazılım uygulamaları ve süreç kontrol donanımı için bir orta yol köprüsünü tesis etmek üzere tasarlanmıştı. Standartlar fabrika zemini cihazlardan alınan saha verisine tutarlı erişim yöntemlerini

tanımlamaktadır. Bu yöntem, türü ve verinin kaynağı ne olursa olsun aynı kalır. Bir OPC Sunucusu bir donanım cihazı için bir OPC Alıcısı'nın her türden ve herhangi bir OPC şeklinde kendi verisine erişmesi için aynı metotları sağlamaktadır. Bu amaçla donanım üreticilerinden, (onların) yazılım ortaklarından, SCADA'dan ve HMI üreticilerinden bu ikisini interface etmeye daha fazla çaba gösterme ihtiyacı azaltılmıştır. Bir kere bir donanım üretim firması, yeni donanım aygıtı için kendi OPC sunucusunu geliştirdiğinde, kendi cihazlarına erişebilme işleri için herhangi bir 'tepe sonuna' izin verilmiştir. SCADA programı üreticisi bir kere kendi OPC Alıcısını geliştirdiğinde de mevcut olsun veya henüz oluşturulmuş olsun, OPC uyumlu bir sunucu ile herhangi bir donanım erişimine izin verilebilmiştir.

OPC sunucuları bir süreç kontrol cihazından erişmek için PLC veya DCS gibi çok farklı yazılım paketlerini desteklemektedir. Geleneksel olarak, herhangi bir zamanda bir cihazdan veriye erişmek için bir pakete ihtiyaç duyulduğunda bir sürücü veya klasik bir arayüz yazılmış olmalıydı. OPC'nin amacı bir kere yazılan ve ardından herhangi bir iş, SCADA, HMI veya geleneksel yazılım paketleri tarafından yeniden kullanılan ortak bir ara yüzü tanımlamaktır.

OPC teknik özellikleri içinde, bir süreç kontrol cihazına erişimi sağlamak üzere bir sunucuyu kısıtlayacak hiçbir şey yoktur. OPC Sunucuları bir mikroişlemcinin dâhili sıcaklığını herhangi bir şeyden Monument Vadisi'ndeki mevcut sıcaklığa getirmek için yazılabilir.

Bir kere bir OPC Sunucusu belirgin bir cihaz için yazılırsa, o bir OPC alıcısı gibi davranabilen herhangi bir uygulama tarafından yeniden kullanılabilir. OPC sunucuları alıcılarla haberleştirmek için Microsoft'un OLE teknolojisini (Bileşen Nesne Modeli veya COM olarak da bilinir) kullanır. COM teknolojisi uygulama yazılımları ve tanımlanacak süreç donanımı arasındaki gerçek-zamanlı bilgi alışverişi için bir standart belirlenmesine izin verir.

Bazı OPC teknik özelliklerinin (şartnamelerinin) basılı, bir kısmının da sadece OPC Vakfı üyelerinin erişimine açık olduğunun önemle not edilmelidir. Yani hiçbir şirket OPC'ye "sahip" değil ve herhangi bir kimse bir OPC sunucusu geliştirebilir iken, onlar OPC Vakfı'nın bir üyesi olsun ya da olmasın, üye olmayanların en son teknik özellikleri mutlaka kullanıyor olması gerekmeyecektir. Herhangi bir kişi OPC ürünlerini tümleştirebilir ve sistem entegratörünün herhangi bir organizasyona ait olması gibi hiçbir ön-şart yoktur. Bu nedenle ürünlerini sertifikalı yapabilmek ve kendi sistem entegratörlerine gerekli mesleki eğitimleri verebilmek için OPC ürünlerine gerek duyan her şirket kadar olmaları yeterlidir.

6.10.3 OPC'nin Geleceği

OPC Birleştirilmiş Mimarisi (BM:UA) teknik özellikleri ortaya konmuş ve kendinin ilk nesil uygunlaştırılmış programı yoluyla test edilerek uygulanmıştır. Bu yapı Java, Microsoft.NET, veya C ile erken dönem OPC versiyonlarının Microsoft-Windows-tabanlı bir platformunu uygulayabilmektedir. Bu mimari var olan OPC arayüzlerinin işlevselliğini daha yüksek düzeyde MES ve ERP desteği temin etmek üzere XML ve Web Services gibi yeni teknolojiler ile kombine eder.

16.Eylül.2010'da OPC Vakfı ve MTConnect Enstitüsü, iki standart arasında birlikte çalışabilirliği ve tutarlılığı sağlamak için bir iş birliği yapıldığını açıklamıştır.

6.11 PROFIBUS

PROFIBUS Alman Eğitim ve Araştırma Birimi (BMBF) tarafından 1989 yılında field bus ve otomasyon haberleşmesi için geliştirilmiştir, PROFINET ile karıştırılmamalıdır. PROFIBUS'ın açılımı Süreç Field Bus 'dır.

1987 yılında FIELDBUS projesi adı altında bir araya gelen 21 şirketin 2 yıllık çalışması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu projede ana amaç, saha cihazlarının bir arayüz ile haberleşmesini bit-serial field bus üzerinden gerçekleştirip bunun kullanımını yaygınlaştırmak idi.

İlk karmaşık haberleşme protokolü, Profibus FMS (Field bus Message Specification) tanımlanan haberleşme görevlerini talep edecek şekilde kurgulanmıştı.

1993 yılında daha basit ve daha hızlı bir protokol olarak PROFIBUS DP (Decenteralized Peripherals: Dağıtık Çevre Birimleri) tanımlandı. Deterministik haberleşme için PROFIBUS DP, Profibus Master ve I/O Slave'leri arasında kullanılırken, deterministik olmayan haberleşme için PROFIBUS FMS Profibus Master'ları arasında kullanılmaktadır.

İki adet PROFIBUS türü vardır; en yaygın kullanılanı PROFIBUS DP, daha az kullanılanı ise PROFIBUS PA'dır.

PROFIBUS DP (Dağıtık Çevre Birimleri), duyarga ve servomotorları bir merkezi konrol paneli üzerinden kontrol etmek için, fabrika otomasyonunda kullanılır.

6.11.1 PROFIBUS PA (Süreç Otomasyonu)

Process kontrolünde kullanılan, ölçme cihazlarının izlenmesi için kullanılır. Bu tür (Ex-zone 0 and 1) patlayıcı/tehlikeli alanlarda kullanılır. Fiziki katman kablo bağlantısını temsil eder, IEC 61158-2'e uygun olarak cihazlara enerjiyi bus üzerinden verir. Akımı kontrol altında tutarak patlamaya sebep olacak bir kıvılcım oluşumuna mâni olur. PA segmentinde bağlantısı yapılacak cihaz sayısı sınırlıdır.

PA data ileti hızı 31.25 kbit/sn dir.

Öte yandan DP ile aynı protokolü kullanan PA, DP networküne bir kaplin cihazı ile bağlanır. En hızlı DP süreç sinyallerinin kontrol panellerine iletiminde Omurga şebekesi olarak kullanılır

DP ve PA birbirleri ile sıkı bir ilişki içerisinde çalışabilir, bu ise süreç ve fabrika otomasyonun yan yana hibrid bir uygulamada kullanılabilmesini sağlar.

PROFIBUS Protokolü (OSI referans modeli)
OSI-Katman PROFIBUS
7 Uygulama DPV0 DPV1 DPV2 Yönetim
6 Sunum --
5 Oturum
4 Nakil (ulaştırma)
3 Şebeke
2 Veri Linki FDL
1 Fiziksel EIA-485 Optik MBP

PROFIBUS 1991/1993 de DIN 19245, sonra EN 50170 olarak 1996'da ve 1999 da IEC 61158/IEC 61784 olarak standartlaştırılmıştır.

6.12 TCP/IP PROTOKOLÜNE GİRİŞ

Geride kalan iki on yıl içerisinde onların keşfedilmesinden beri, ağların heterojenliği Ethernet, Token Ring, Fiber Veri Arabirimi (FDDI) Dağıtık, X.25, Frame Relay, Anahtarlamalı Multimegabit Veri Servisi (SMDS), Tümleşik Hizmetler Dijital Ağı (ISDN) ve ve yakınlarda Asenkron Transfer Modu (ATM) dağıtımı ile daha fazla genişlemiştir. Internet protokolleri bu internetworking için LAN ve WAN teknolojilerinin muhtelif aralıklarına en iyi kanıtlanmış yaklaşımlardır.

İleri Savunma Araştırmaları Projeleri Ajansı (DARPA), başlangıçta çeşitli savunma departmanı bilgisayar ağlarını birbirine bağlamak için İletim Denetimi Protokolü / Internet Protokolünü (TCP/IP) geliştirdi. TCP/IP (İletim Denetim Protokolü/İnternet Protokolü), internet'in temel iletişim dili veya protokolüdür. Aynı zamanda özel bir ağ iletişim protokolü (ya intranet ya da extranet) olarak kullanılabilir.

TCP/IP, bir bilgisayar kullanıcısının (istemcinin) istemesi halinde istemci/sunucu iletişim modelini kullanır ve ağdaki başka bir bilgisayar (sunucu) tarafından (örneğin bir Web sayfasını gönderme gibi) bir hizmet olarak sağlanır.

TCP/IP iletişimi, öncelikle noktadan noktaya olup anlamı şebekedeki her bir iletişim tek noktadan (veya sunucu bilgisayardan) diğer bir noktaya veya sunucu bilgisayaradır. TCP/IP ve onu kullanan üst düzey uygulamalarının topluca, "durumsuz" olduğu söylenir, çünkü her istemci isteği bir öncekine benzemeyen yeni bir istek olarak kabul edilir (sıradan telefon konuşmalarının aksine mesaj süresi için özel bir bağlantı gerektirir).

Herhangi bir yere ait olmamak, herkes onları sürekli kullanabildiğinden ötürü, ağ (şebeke) yollarını serbest bırakır. (TCP katmanının kendisinin de herhangi bir mesaj ile ilgili olduğunda, herhangi bir yere ait olmadığına dikkat ediniz. Bir mesajdaki tüm paketler alınmış olana kadar onun bağlantısı aynen kalır).

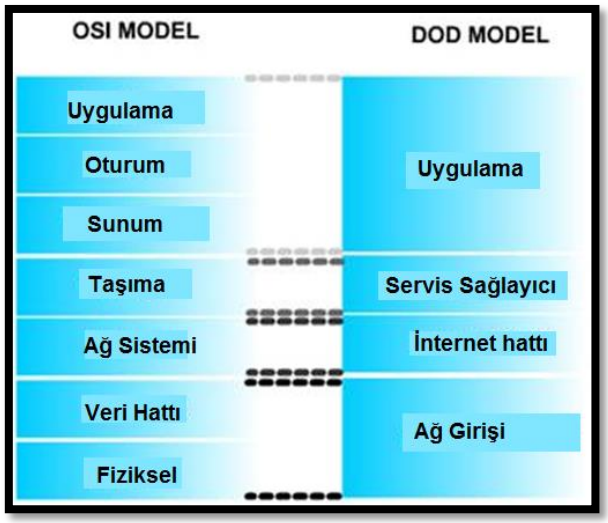
TCP/IP tabakalardan oluşmaktadır:

- *TCP – yapılandırılmamış bayt akışlarını gönderen bağlantı yönelimli bir aktarım protokolüdür. Sıra numaraları ve bildirim iletilerini kullanarak, TCP, bir hedef düğümüne iletilen paketler hakkındaki teslimat bilgisi ile birlikte, bir gönderme düğümü sağlayabilir, bu ise istemciden sunucuya doğru veri gönderimini doğrulamaktan sorumludur.*
- *Veri, kaynaktan hedefe yapılan aktarımda kaybedildiği yerde, TCP, verinin gönderimi başarıyla gerçekleşene kadar veya bir zaman aşım durumu ortaya çıkana kadar, verileri iletebilir. TCP, yinelenen iletileri tanıyabileceğinden aynı zamanda bunları uygun şekilde atacaktır. TCP, kayıp veriler ile hataları algılama ve verileri doğru ve tam olarak alınana kadar yeniden iletimi başlatacak desteği de vermektedir.*
- *Eğer gönderici bilgisayar, alıcı bilgisayara kıyasla çok hızlı iletim yapmaktaysa, TCP, veri aktarımını yavaşlatacak şekilde akış kontrol mekanizmalarını istihdam edebilir. TCP, kendisinin desteklediği uygulamalar ve üst-katman protokolleriyle teslimat bilgisi iletişimi kurabilir.*

6.12.1 TCP/IP Şebeke Modeli

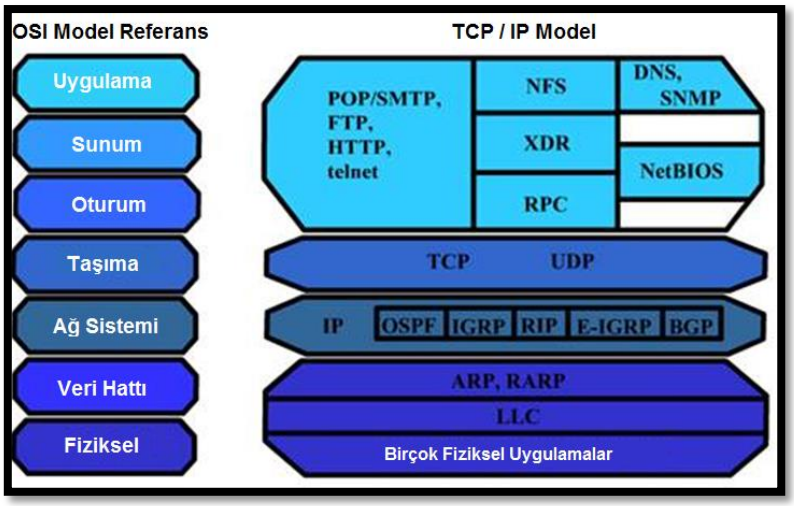
TCP/IP modeli tam olarak OSI modeli eşleşmez. TCP/IP'nin katmanlı bir model ile nasıl tanımlanacağı hususunda hiçbir evrensel bir anlaşma olmamakla birlikte, onun, genelde OSI modelinde kullanılan yedi katmandan daha az katmandan oluştuğu görülmektedir.

TCP/IP'nin çoğu açıklamaları protokol mimarisindeki üç ila beş fonksiyonel seviyeleri tanımlamaktadır. Dört-katman modeli, DDN (Savunma Veri Ağı) Protokolü El Kitabı 1.Cildi'ndeki DOD (Savunma Departmanı) Protokol Modeli'nde gösterilen üç katman modeli ayrı bir internet seviyesinin eklenmesine dayanmaktadır (Uygulama, Sunucu'dan Sunucu'ya ve Ağ Erişimi) (Şekil-6.24).



***Şekil-6.24** OSI referans modeli ve DOD Savunma Bölümü Protokol Modeli arasındaki bir karşılaştırma [2]*

Bu model TCP/IP protokol hiyerarşisindeki katmanların ve OSI Referans Modeli'ne Internet Protokol Suite ilişkisinin makul bir resimsel temsilini sağlar (Şekil-6.25).



Şekil-6.25 *OSI Referans Modeli'ne olan TCP/IP Modeli ilişkisi [2]*

TCP/IP'nin dört katmanlı yapısı, fiziksel ağ katmanına ait uygulamalardan aşağı geçen bilgi şeklinde inşa edilir. Veri gönderildiği zaman, her katman üst katmandan aldığı veri ve önceki verinin önündeki tanıtım kontrol (ads) bilgilerinin tümüne etki eder.

Bu kontrol bilgileri, bir başlık olarak adlandırılır ve eklenen bir başlık da içeriğin kısa ve öz biçimde açıklanmasıdır. Veri alındığında, her katman üst katmana veriyi geçirmeden önce kendi başlığını kaldırdıkça ters prosedür işlemlerini gerçekleştirir.

IP – veri paketini bir düğümden diğerine taşımadan sorumludur. IP bir dört-bytelık hedef adresine dayanan her paketi iletir (IP numarası). IP, internet ortamındaki katman 3 birincil protokollerindendir.

Ağlar arası yönlendirmeye ek olarak IP, hatayı raporlayabilme ve parçalara ayırabilmeyi sağladığı gibi farklı maksimum veri birimi boyutları ile şebekeler üzerindeki iletim için datagram olarak adlandırılan bilgi birimlerinin yeniden bir araya getirilmesini de mümkün kılar. IP ayrıca, internet protokol takımının kalbini de temsil eder.

IP adresleri global olarak benzersiz yani tektir ve Ağ Bilgi Merkezi tarafından 32-bit'lik sayılar olarak belirlenmiştir. Global olarak tekil bu adresler IP ağlarına dünyanın herhangi bir yerindeki diğer IP ağlarıyla iletişim kurmalarına izin verirler.

İnternet yetkilileri farklı kuruluşlara sayı aralıklarını atamıştır. Bu kuruluşlar, bölümlerinde kendi sayı gruplarını atarlar. IP, bölgedeki ve ardından dünya çevresindeki kuruluşlara bir bölümden veri taşıyan geçiş makineleri üzerinde işlemektedir.

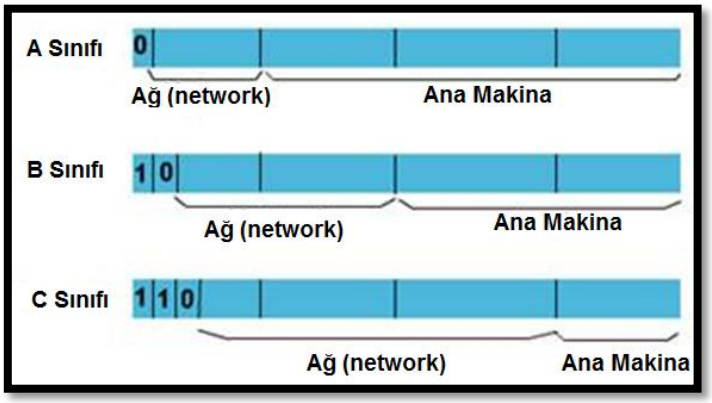
Bir IP adresi, üç bölüme ayrılmıştır. İlk bölüm ağ adresini, ikinci bölümü alt ağ adresini ve üçüncü bölümü de sunucu bilgisayar adresini belirtmektedir.

IP adreslemesi dört farklı ağ sınıfını destekler. A sınıfı ağlar esasen birkaç çok büyük ağda kullanılmak üzere tasarlanmıştır, çünkü bunlar ağ adresi alanına sadece 8 bit sağlamaktadır. B Sınıfı ağlar 16 bit tahsis ederken C sınıfı ağlar, ağ adresi alanı için 24 bit tahsis etmektedir. C Sınıfı ağlar yalnızca sunucu alanı için 8 bit sağlamaktadır, bununla birlikte, böylece, ağ başına sunucu bilgisayarın sayısı sınırlayıcı bir faktör olabilmektedir. D Sınıfı adresleri münhasıran multicasting protokolleri için kullanılır. Şekil-6.26'da TCP/IP ağ sınıfları verilmektedir.

IP adresleri, 34.0.0.1 örneğinde verildiği gibi noktalı ondalık biçiminde yazılır. IP adresi sınıfı, IP adresinin TOP 4 bit'lerinin ayarı ile tanımlanmaktadır. IP sınıfı, aşağıda tanımlandığı gibi IP adresinin sunucu ve ağ kısmı arasındaki ayrımı sağlar:

Tablo-6.4 *IP adresinin (sunucu ve ağ kısmının) tanımı*

Sınıfı	*Adresler*	*Bit'ler 28-31*	*Ağ bit'leri*	*Sunucu bit'leri*	*Ağ Maskesi*
A	*100.0.0.0*	*0xxx*	*8*	*24*	*255.0.0.0*
B	*169.25.0.0*	*10xx*	*16*	*16*	*255.255.0.0*
C	*192.232.165.0*	*110x*	*8*	*24*	*255.255.255.0*
D	*224.0.0.0*	*1110*	*-*	*-*	*-*



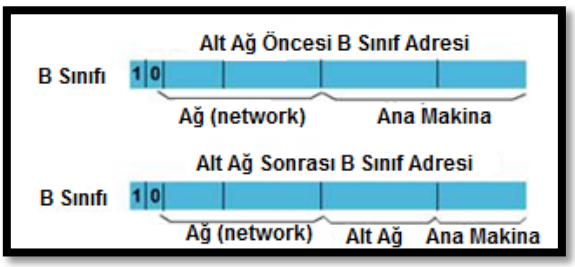
Şekil-6.26 *TCP/IP ağ sınıfları [2]*

Ağ Maskesi terimleri basitçe IP adresinin ağ adresi ve sunucu adresi parçalarının ayrımına ilişkin bir yolu belirtir.

Bir ağ maskesi tarafından oluşturulan her ağ, aşağıda gösterildiği gibi iki özel IP adresine sahip standartlar tarafından tanımlanır:

- *Tüm sıfırların bir sunucu adresi, bir ağ için multicast adresidir*
- *Tüm 1'lerin bir sunucu adresi, bir ağ için yayın adresidir.*

IP ağları, aynı zamanda alt ağlar ya da "alt ağ" olarak adlandırılan daha küçük birimlere ayrılabilir. Mesela, bir ağın bir ağın B Sınıfı adresine atanmış olduğunu ve ağdaki tüm düğümlerin B Sınıfı bir adresi kullandığını varsayalım. Dahası bu ağın adresinin 34.0.0.0 şeklinde noktalı ondalık gösterim olduğunu kabul edelim. (Bir adresin sunucu alanındaki tüm 0'lar, bir ağın tamamını belirtir.) Yönetici, alt ağ oluşumunu kullanarak ağı alt bölümlere ayırabilir (Şekil-6.27).



Şekil-6.27 *IP ağının, alt ağlara (sub networks veya "subnets") bölümü [2]*

Alt ağ adresi için ödünç alınabilen bitlerin sayısı değişir. Kaç tane bitin kullanıldığını ve onların sunucu alanında nereye yerleştiklerini belirlemek için, IP alt ağ maskelerini sağlamaktadır. Alt ağ maskeleri, tıpkı IP adresleri gibi aynı format ve gösterim tekniğini kullanırlar.

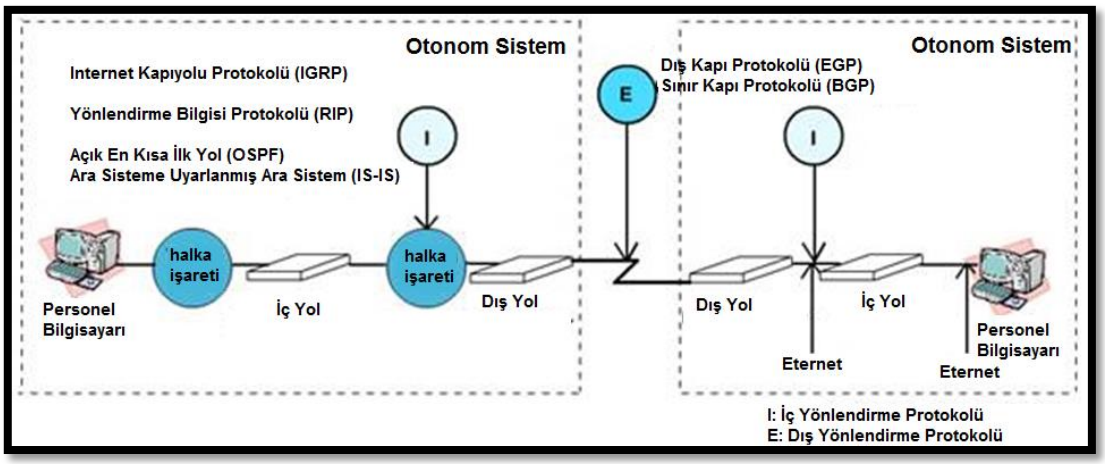
Alt ağ maskeleri, sunucu alanını belirleyen bitler hariç tüm bit'lerdekilere sahiptir. Mesela, A Sınıfı 34.0.0.0 adresi için alt ağı oluşturan 8 bit'i belirleyen alt ağ maskesi 255.255.0.0'dır.

A Sınıfı 34.0.0.0 adresi için alt ağı oluşturan 16 bit'i belirleyen alt ağ maskesi ise 255.255.255.0'dır. Bu alt ağ maskelerinin ikisi de kendi içerisinde görüntülenir.

Soketler – çoğu sistemde TCP/IP'ye erişimi sağlamakta olan altyordam paketlerine verilen bir isimdir.

6.12.2 IP Ortamlarında Yönlendirme

Otonom sistemler içinde bilgi alışverişi için kullanılan yönlendiriciler iç yönlendirici olarak adlandırılır; onlar, bu sonu gerçekleştirmek için değişik iç ağ geçidi protokolleri (IGP)ni kullanırlar. Ootonom sistemler arasında bilgi taşıma işini yapan yönlendiricilere ise dış yönlendiriciler adı verilir; bunlar, Dış Ağ Geçidi Protokolünü (EGP) ya da Sınır Geçiş Protokolünü (BGP) kullanır (Şekil-6.28).



***Şekil-6.28** İnternet mimarisindeki yönlendirme süreci [2]*

İnternet mimarisinde dinamik bir yönlendirme algoritması ağdaki değişikliklere adapte olur ve otomatik olarak en iyi yolu seçer. Dinamik yönlendirmenin aksine statik yönlendirme, yollar (rotalar) kurulacak şekilde ağ yöneticisi tarafından çağrılır. Statik yollar (rotalar), ağ yöneticisi onları değiştirene kadar değişmez.

IP yönlendirmesi IP datagramlarının bir ağlar-arası hareket vasıtasıyla bir kerede bir router atlamasını belirler. Yolun tamamı, yolculuğun başında bilinmemektedir. Bunun yerine, her durakta, bir sonraki router atlaması datagram içindeki hedef adresinin mevcut düğümün yönlendirme tablosundaki bir girişle eşleştirilmek suretiyle belirlenir.

Yönlendirme sürecindeki her düğümün bağlanması, sadece dâhili bilgilere dayalı olarak iletilen paketlerden oluşur IP, yönlendirme anormallikleri meydana geldiğinde, kaynağa hata raporlaması için geri besleme sağlamaz. Bu görev, başka bir İnternet protokolüne bırakılmıştır: Internet Denetim İleti Protokolü (ICMP.)

Ev otomasyonunda uygulanan internet teknolojisi, az veya çok standart bir internet'tir; mesela, cihazların, komponentlerin ve yönetim ve izleme bir web tarayıcısı tarafından yerine getirildiği web'e uyumlu IP-etkin şekildeki tesisatın yapımı. Bir IP kamera gömülü bir web tarayıcısı ile çalışan bir kameradır. Bu tür bir kamera, bir TCP/IP altyapısına doğrudan bağlanabilmekte olup gerek internetten gerekse bir yerel alan ağı (intranet)'ndan veya yaygın internet ağında (www internet) bile çalışabilmekte, aynı zamanda izlenip yönetilebilmekte ve standart bir web tarayıcısı tarafından bakımı yapılabilmektedir.

6.13 X10 PROTOKOLÜ

X10, güç hattı tesisatı üzerindeki gönderi ve alma sinyalleri tarafından gönderici ve alıcılar arasında iletişim kurar. Bu sinyaller, dijital bilgiyi temsil eden kısa RF patlamalarını ihtiva eder.

Bu protokol, ev içindeki bazı basit eylemleri kontrol eder, şöyle ki: ışık tesisatına bağlı lambaların açılıp kapatılması, evde kullanılan çeşitli araçların anahtarlanması, evin pencere panjurlarının denetimli çalıştırılması, evdeki ısıtma ve soğutma araçlarının çalıştırılması ile sıcaklık kontrolü, vb.

Normalde yerel olarak kontrol edilmenin yanı sıra ev-içi araç ve aletleri de uzaktan tuş takımı, radyo ve kızılötesi uzaktan kumandaları, zamanlayıcılar ve bilgisayar arabirimleri kullanılarak kontrol edilebilir. İnternet veya telefonla kontrol etmeyi kullanma, evden herhangi bir mesafe uzakta olunsa dahi kontrol edebilmeye imkân sağlar.

6.13.1 X10 Esasları

X10, dâhili elektrik tesisat şebekesi kablolarıyla taşınan kontrol sinyalleri vasıtasıyla çalışır. Çünkü binaların çoğunda tüm güç ve ışık devrelerinin aynı noktadan çıktığı tesisatı vardır, binanın tek bir kısmındaki bir kontrol cihazı diğer kısımlardaki tesis ve araçları kontrol edebilir. Bunun anlamı denetleyicilerin, tesisat ve bağlı gereçlere direkt olarak fiziksel olarak bağlanmamasının elzem olduğudur.

Denetim sinyalleri fişli denetleyiciler, radyo ve kızıl-ötesi alıcılar ve bilgisayar arayüzleri dâhil çeşitli kaynaklar tarafından üretilebilir. Tesisata bağlı cihaz ve lamba kontrolörleri, diğerlerinin yanı sıra, bu sinyalleri de algılar. Bu X10 protokolü, her ne kadar tesisat dâhilindeki çoğu cihaz modülünün bu durumu desteklememesine rağmen, denetleyiciye bir cihazın 'açık veya kapalı' olma durumunu belirlemesini sağlar.

X10'da gömülü her sinyalin bir 'bina kodu'' ve bir 'birim kodu' vardır. Bunların her ikisi 1 ve 16 arasında değer alabilir.

Her cihaz ya da lamba tek bir bina kodu veya birim kodu kombinasyonuna tepki vermek için ayarlanır. Başlangıçta bina kodunun, birbirine bitişik binaların birbirine karışmadan X10'u kullanmaya izin verecekleri düşünülmüştü; bu durum teorik olarak gerekliydi çünkü denetim sinyalleri birinden diğerine geçiş yapabileceğinden birbiriyle komşu olan binalar da mevcut güç dağıtım sistemine olan tek bağlantıyı paylaşabileceklerdi.

X10 kullanımının yaygınlaşmadığı İngiltere gibi ülkelerde hem bina kodu hem de birim kodu ikisi de hangi cihaz kontrol edilecek ise onun seçilmesinde kullanılabilecektir. Bu ise toplam olarak 256 aygıtın, belirli bir özellikte bağımsız olarak kontrol edilebilir olduğu anlamına gelmektedir (Şekil-6.29).

***Tablo-6.5** X10 protokolü için denetim kodları ve adresleme kodları [2]*

Bina Kodları					Anahtar Kodları (birim kodu)					
	H1	H2	H4	H8		D1	D2	D4	D8	D16
A	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
B	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0
C	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0
D	1	0	1	0	4	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	5	0	0	0	1	0
F	1	0	0	1	6	1	0	0	1	0
G	0	1	0	1	7	0	1	0	1	0
H	1	1	0	1	8	1	1	0	1	0
I	0	1	1	1	9	0	1	1	1	0
J	1	1	1	1	10	1	1	1	1	0
K	0	0	1	1	11	0	0	1	1	0
L	1	0	1	1	12	1	0	1	1	0
M	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
N	1	0	0	0	14	1	0	0	0	0
O	0	1	0	0	15	0	1	0	0	0
P	1	1	0	0	16	1	1	0	0	0
Tüm birimler OFF						0	0	0	0	1
Tüm ışıklar ON						0	0	0	1	1
ON						0	0	1	0	1
OFF						0	0	1	1	1
Karartma						0	1	0	0	1
Parlaklık						0	1	0	1	1
Tüm ışıklar ON						0	1	1	0	1
Genişletilmiş kod						0	1	1	1	1
Dolu(luk) Talebi						1	0	0	0	1
Dolu(luk) Onayı						1	0	0	1	1
Ön-ayarlı Karartma (1)						1	0	1	0	1
Ön-ayarlı Karartma (2)						1	0	1	1	1
Genişletilmiş Veri Aktarımı						1	1	0	0	1
ON Durumu						1	1	0	1	1
OFF Durumu						1	1	1	0	1
İstek Durumu						1	1	1	1	1

PC / konuşmacı	*Arayüz / Dinleyici*
Üst-bilgi Kodu (2 bayt): 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 Karartma Kodu (0 - 22) | 1 | F/A | E/S *Adres:* **7** | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 Bina kodu | Cihaz kodu *veya* *Fonksiyon:* **7** | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 Bina Kodu | Fonksiyon Kodu	
	Sağlama: *(Üstbilgi Kodu + ikinci bayt &0xFF)*
İletim için TAMAM => 0x00	
	Arayüz hazır: => 0x55

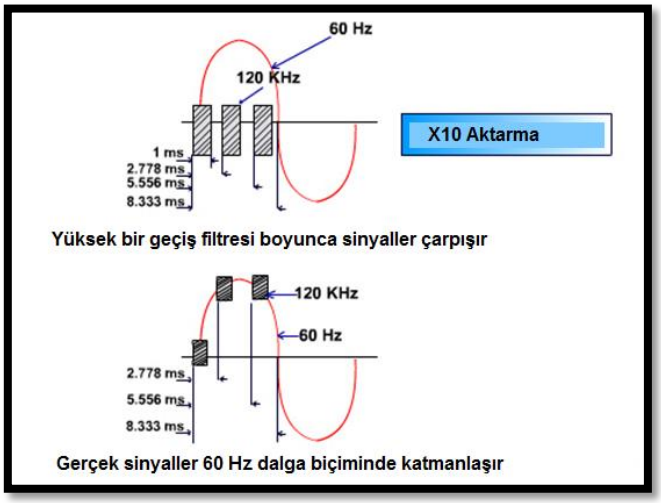
Şekil-6.29 *X10 Protokolü akış diyagram iletişimi (versiyon DBS1.4) [2]*

F/A = 1 iken ikinci üst-bilgi bayt'ı bir fonksiyon kodu kelimesi olacaktır (yapıyı inceleyiniz). F/A=0 iken ikinci üst-bilgi bayt'ı bir adres kelimesi olacaktır. E/S=1 iken üst bilgi genişletilmiş bir iletim komutunu temsil edecek; E/S=0 iken üst-bilgi standart bir iletim komutunu temsil edecektir.

Diğer özel kod(lar) için lütfen www.x10.com/support link'ine bakınız:

X10 protokolünü kullanan veri iletimi AA güç hattı işaretinin sıfır geçiş noktasına senkronize edilir. Veri iletiminin bu ana yakın bir noktada başlaması (en çok 50 ms gecikmenin kabul edilebileceği) uygun olacaktır.

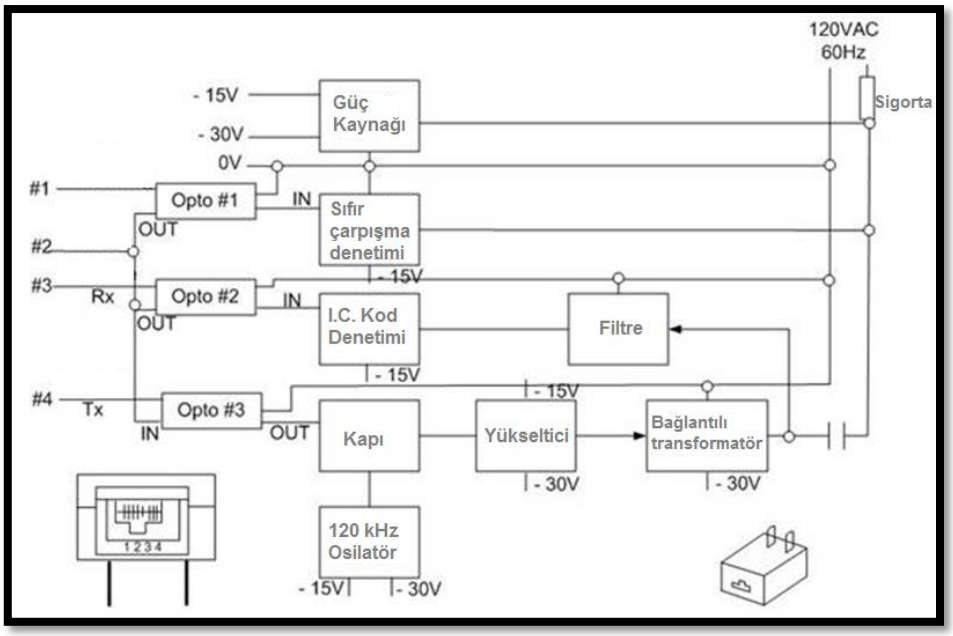
İkilik 1 sayısı sıfır geçiş noktasındaki 120 kHz'lik frekansın 1 ms'lik bir yükselişiyle temsil edilirken bir İkilik 0 sayısı ise 120 kHz'in yokluğu ile temsil edilir. Bu 1 ms'lik yükselişlerin, üç fazlı bir dağıtım sisteminde üç fazın tamamının sıfır geçiş noktasına denk gelecek şekilde eşit olarak üç kere iletilmesi uygun olur. Şekil-6.30'da X10 protokolündeki sinyallerin modülasyonu gösterilmiştir.



Şekil-6.30 *X10 Protokolündeki sinyallerin modülasyonu [2]*

Bir kod iletiminin tamamı, güç hattının onbir periyodunu kapsar. İlk iki periyot, iletimin üst bilgisini diğer dört periyot ev kodu ile birlikte şekillendiren bir Başlatma Kodu'nu temsil eder. Bu öngörüler, patentli X10 protokolü ve iki-yollu hat sürücüsü olan TW523 modülü (O.E.M.) için mevcuttur (Şekil-6.31). Daha fazla bilgi edinmek için

lütfen X-10 Powerhouse İki-yollu Güç Hattı Arayüzü (TW523, revizyon 2.4b Dave Rye'in yazdığı) teknik notu okunmalıdır.



Şekil-6.31 *X10 İki-yollu sürücüsü TW523 [2]*

6.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Murat Eğrikavuk, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Eğitim Toplantıları, Mart 2004. http://www.ontrol.com.tr/node/221 (30.12.2015 tarihinde erişildi)*
2. *https://en.wikipedia.org/wiki/KNX_(standard)*

BÖLÜM-7
İKLİMLENDİRME KONTROLLERİ

Hazırlayanlar
Hüseyin BULGURCU, Necati KOÇYİĞİT, Engin AKYÜZ

7.1 İKLİMLENDİRME KONTROLLERİNİN TEMELLERİ

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) kontrollerinin uygulaması iklimlendirilecek ve kontrol edilecek binanın ve alan kullanımının kavranması ile başlar. Tüm kontrol sistemleri birkaç temel ilkeye uygun olarak çalışmaktadır, ancak bunları tartışmadan önce, ilk olarak iklimlendirme sisteminin birkaç temelini irdeleyelim.

7.1.1 Neden Otomatik Kontrol?

İklimlendirme sisteminin kapasitesi, genel olarak zorlu koşullar için tasarlanmıştır. Güneş enerjisi yükleri, doluluk, ortam sıcaklıkları, ekipman ve aydınlatma yükleri gibi değişkenler gün boyunca devamlı değiştiğinden, işletmenin çoğu kısmi yüklü/yüksüz olarak tasarlanmıştır. Tasarım kapasitesi birçok işletim senaryolarında gerçek yükten daha büyük olduğundan tasarımdan sapma şiddetli salınımlara ve dengesizliğe neden olacaktır. Kontrol sistemi olmadan, sistem kararsız hale gelecek ve iklimlendirme alanları aşırı ısıtacak veya aşırı soğutacaktı.

7.1.2 İklimlendirme Sistemleri

İklimlendirme sistemleri ya kendi kendine yeten bağımsız ünite paketleri veya merkezi sistemler olarak sınıflandırılır. Ünite paketi, bir birincil enerji kaynağını (elektrik veya gaz) dönüştüren ve iklimlendirilecek alana nihai ısıtma ve soğutma sağlayan tek bir üniteyi tanımlamaktadır. Kendi kendine yeten ünite paketlerine örnekler, çatı iklimlendirme sistemleri, odalar için iklimlendirme üniteleri ve havadan-havaya ısı pompalarıdır. Merkezi sistemler ile gaz veya elektrik gibi yakıttan birincil dönüşüm, bir ölçüde termal enerji biçiminin bina veya tesis genelinde dağıtılması sonucu merkezi bir konumda gerçekleşir.

Merkezi sistemler, merkezi tedarik alt sistemi ve çoklu nihai kullanım alt sistemlerinin bir kombinasyonudur. Kombine merkezi tedarik ve nihai kullanım bölge sistemlerinin birçok çeşidi vardır. En sık kullanılan kombinasyon, çoklu fan sistemlerine dağıtılan merkezi sıcak ve soğuk sudur. Fan sistemleri, kontrol edilen alanlara sıcak ve/veya soğuk hava sağlamak için serpantinler denilen sudan- havaya ısı değiştiricileri kullanır. Son kullanım alt sistemleri fan veya terminal üniteleri olabilir. Son kullanım alt sistemlerinin fan sistemleri olması halinde, bunlar tek veya çoklu bölge türü olabilir.

Çoklu son kullanım bölge sistemleri, genellikle VAV kutuları denilen karıştırma kutularıdır.

Merkezi tedarik ve son kullanım bölge sisteminin diğer bir kombinasyonu, birincil enerjinin dönüşümü için bir merkezi soğutucu ve kazan ve aynı zamanda sıcak ve/veya soğuk havanın dağıtımı için merkezi bir fan sistemidir. Merkezi sistemlerin genel kullanımları, dış havaya erişimin daha kısıtlı olduğu daha büyük çok katlı binalardadır. Genellikle merkezi sistemlerin daha düşük işletme maliyetleri olmakla birlikte karmaşık bir kontrol sırası bulunmaktadır.

7.1.3 Merkezi İklimlendirme Sistemi Nasıl Çalışır?

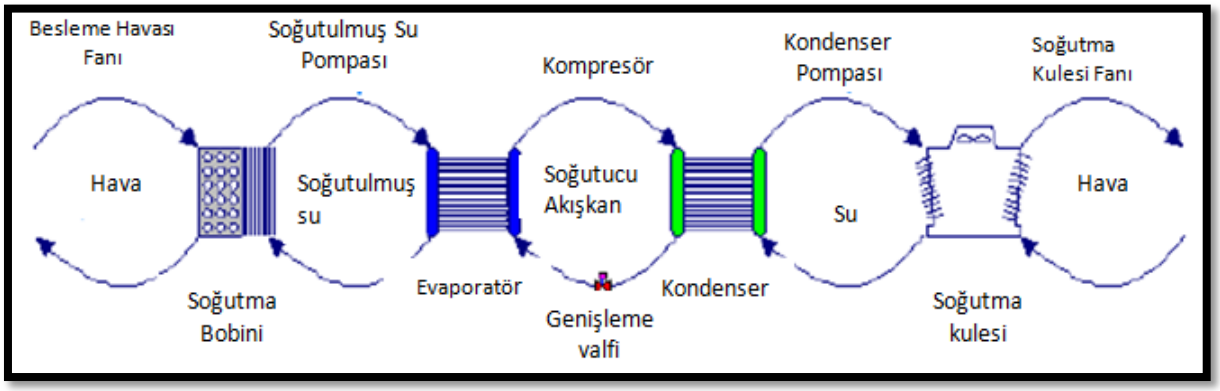
Soğutma Çevrimi (soğutulmuş su sistemi): İklimlendirilmiş alandaki havadan yaklaşık olarak -6 °C daha soğuk olan besleme havası, soğutucu serpantinini besleme havası fanı boyunca kanal sisteminden aşağı doğru ve iklimlendirilmiş alanın içine doğru terk eder. Soğuk besleme havası iklimlendirilmiş alandaki ısıyı alır ve sıcak hava geri dönüş hava kanalı içinden klima santraline doğru ilerler. Geri dönüş havası bir karışım odasında dış hava ile karışır ve filtreler ve soğutma serpantini içinden geçer.

Karışım havası, ısı transferini kolaylaştırmak için borulara bağlı kanatçıkları bulunan soğutma serpantinindeki soğutulmuş su borularına ısıyı bırakır. Soğutulmuş besleme havası soğutma serpantinini terk eder ve hava çevrimi tekrarlanır.

Soğutma serpantini boruları içinde dolaşan soğuk su, karışım havasından ısıyı aldıktan sonra, soğutma serpantinini terk eder ve soğutulmuş su geri dönüşü (CHWR) borusu içinden soğutucunun evaporatörüne geçer. Burada ısıyı soğutma sistemine bırakır. Yeni "soğutulmuş" su evaporatörü terk eder ve soğutulmuş su besleme (CHW'ler) boruları içinden sürekli olarak soğutma serpantininin içine pompalanır ve su çevrimi tekrarlanır.

Evaporatör, ısının CHWR 'den iletim yoluyla soğutucu sıvısı borularına akmasını sağlayan bir ısı değiştiricisidir. Borulardaki sıvı soğutucu, sudan ısıyı alarak ve ısıyı bir kompresöre ve daha sonra kondensere taşıyarak bir buhara dönüşmek üzere "tamamen buharlaşır". Kondenserden gelen ısı, kondenser suyu ile soğutma kulesine taşınır. Son olarak, dış hava buharlaşma süreci boyunca ısıyı sudan uzaklaştırarak soğutma kulesi boyunca çekilir.

Aşağıdaki şekil, su-soğutmalı kondenser ile soğutulmuş sulu iklimlendirme sisteminin kavramsal bir bakış sağlar.



***Şekil-7.1** Su soğutmalı kondenser ile soğutulmuş su sistemi [2]*

Soğutulmuş su sisteminde kullanılan ana ekipman aşağıdakileri içeren bir soğutucu paketidir

1. *Bir soğutma kompresörü (pistonlu, sarmal (scroll), vidalı veya merkezkaç tip),*
2. *Soğutulmuş su üretimi için kovan- boru tipi ısı değiştirici (evaporatör)*
3. *Su soğutmalı düzenlemede ısı atımı için kovan-boru tipi ısı değiştirici (kondenser) (Suyun sınırlı ya da kullanımının yasak olduğu yerlerde, alternatif olarak, hava soğutmalı kondenser kullanılabilir.)*
4. *Kondenser suyunun ısısını atmak için bir soğutma kulesi*
5. *Kondenser ve evaporatör arasında bir genleşme vanası*

Soğutulmuş su sistemi, merkezi iklimlendirme sistemi olarak da adlandırılmaktadır. Bunun nedeni, merkezi tek bir ana konumda yerleştirilen soğutma ekipmanları (soğutucu) ile büyük ya da dağınık binaların her tarafına dağıtılan çoklu soğutma serpantinlerine sahip olacak şekilde bir ağ oluşturabilmesidir.

Isıtma çevrimi de soğutulmuş suyun sıcak su/buhar ile yer değiştirmesi ve soğutucunun kazan ile yer değiştirmesi farkı ile aynı çevrimi izler. Kondenser ve soğutma kulesi devresi gerekli değildir.

7.1.4 Hangi Parametreler Kontrol Edilir?

Uygun bir ortam dört değişken ile tanımlanır: Sıcaklık, nem, basınç ve havalandırma

Sıcaklık

ASHRAE 55-1992 genel ısıl konforu için aşağıdaki Tablo-7.1'deki sıcaklık aralıklarını önermektedir.

***Tablo-7.1** ASHRAE 55-1992'ye göre konfor sıcaklıkları*

Mevsim	*Giyim*	*Optimum Sıcaklık*	*Sıcaklık Aralığı*
Kış	*Kalın pantolon, uzun kollu gömlek ve kazaklar*	*22 °C*	*20-23,5 °C*
Yaz	*İnce pantolon ve kısa kollu gömlekler*	*24,5 °C*	*23-26 °C*

Herkes tarafından tatmin edici olan tek bir ortama karar verilemediğinden, insanlar, bölgeler ve ülkelere göre

değişmektedir. Sıcaklığın homojenliği konfor için önemlidir. Sıcaklıklar tek bir bölge içinde farklı olmamalı ya da aniden veya büyük ölçüde değişmemelidir.

Nem

Nem havadaki su buharının varlığıdır ve insan konforunu etkiler. ASHRAE 55-1992 bağıl nemin (RH) %25 ve %60 arasında muhafaza edilmesini tavsiye eder. Genellikle hava, kış aylarında %25 -45 arasında nemlidir ve yaz aylarında %60'ın altına kadar nemini kaybeder. Bu aralığın dışındaki herhangi bir değer, rahatsızlık ve iç hava kalitesi (IAQ) sorunları doğuracaktır.

Havalandırma

ASHRAE Standard 62-1999: "Kabul edilebilir İç Hava Kalitesi için Havalandırma" iskân edilen alanlarda kişi başına minimum havalandırma oranlarını önerir. Birçok durumda, yerel yapı yönetmelikleri, ticari binalar ve çalışma ortamları için gerekli havalandırma miktarı şartı koyar. Önerilen dış hava değeri genellikle kişi başına 34 m^3/h'dir.

ASHRAE tarafından belirtilen havalandırma oranları, solunum ve diğer faaliyetler tarafından oluşan karbondioksit ve diğer kirleticileri seyreltir; bu, kişiler için yeterli oksijeni temin eder ve alandan kirletici maddeleri temizler. Kokuların kontrolü ve soğutmanın ısı kazanımlarını karşılamak üzere sağlanmadığı yerlerde, bazen ASHRAE kriterleri tarafından tavsiye edilenden daha büyük havalandırma oranları gereklidir.

Basınç

Hava herhangi bir mevcut açıklıktan yüksek basınçlı alanlardan daha düşük basınçlı alanlara doğru hareket eder. Eğer basınç farkları yeterince yüksek ise, küçük bir çatlak veya delik önemli miktarda havayı içeri alabilir (değerlendirmesi çok zor olabilir). Odalar ve binalar genellikle dış havanın içeri sızmasını azaltmak için biraz pozitif basınca sahiptirler. Bu binanın temiz tutulmasına yardımcı olur.

Genel olarak, 0,01-0,05 arasında kararlı pozitif basınç tavsiye edilir. Basınç, hava kalitesinin kesinlikle izlendiği binalarda, mesela hastaneler, etkili olan bir konudur.

Özel Kontrol Gereksinimleri

Özel gereksinimler, yangın koruma sistemleri, duman tahliye sistemler, temiz hava sistemleri, tehlikeli veya zararlı atık kontrolü vb. ile birbirine bağlı olarak ilgilidir.

7.1.5 Kontrol Stratejileri

İklimlendirme sisteminde en basit kontrol, kısmi yük şartlarını karşılamak için çevrimsel veya açık /kapalı kontroldür. Eğer binanın sistemin sağlamak için tasarlandığı enerjinin sadece yarısına ihtiyacı varsa, sistem yaklaşık 10 dakika çalışır, on dakika kapanır ve çevrimine tekrar başlar. Bina yükü arttıkça, sistem daha uzun çalışır ve onun kapalı süresi daha kısadır.

Bu tür kontrolde karşılaşılan bir problem, sistemin verimsiz bir şekilde çalışmasına devam ettiren ve bileşenleri hızlı bir şekilde aşındıran kısa devreli çevrimdir. Bir kazan veya iklimlendirme cihazının "kararlı durum" performansına ulaşması birkaç dakika sürer. "Peki, o zaman kısa devreli çevrimi önlemek için sadece başlatmalar arasındaki süreyi uzatsak olmaz mı?" diyebilirsiniz. Bu mümkün ancak kısa bir süre için biraz rahatsızlık veren bir maliyetle. Çevrimler arasındaki süre uzadıkça, alanda daha büyük sıcaklık farkı oluşur. Ekipman üzerinde aşırı aşınma olmadan yeterli konforu sağlayan bir orta yol bulmaya çalışmanın sonucu modülasyon veya oransal kontroldür. Bu kavram kapsamında, bir bina, soğutucunun nominal kapasitesinin yarısını gerektirirse, soğutulmuş su yarı oranda tedarik edilir veya ısıtma kazanı durumunda, kazan yakıt tasarım oranının yarısında beslenir: enerji dağıtımı enerji talebi ile orantılıdır. Sistemde çevrimi daha iyi hale getirmek mümkün olduğu halde, aynı zamanda bazı sorunları da vardır. Ekipmanın sınırlı bir düşürme oranı vardır. 5:1 Düşürme oranlı bir kazan sadece nominal kapasitesinin %20 üzerinde çalıştırılabilir. Eğer binanın talebi bundan daha düşük ise, aç-kapat çevriminin de hala kullanılması gerekecektir.

Kısmi yük koşullarında alternatif bir kontrol yöntemi kademelendirmedir. Birkaç küçük ünite (ör; her biri %25'te olan dört ünite) büyük bir ünite yerine monte edilir. Eğer koşullar tasarım kapasitesinin yarısını gerektirirse, sadece iki ünite çalıştırılır. %60 yükte, iki ünite aslında yüklüdür (sürekli çalışmaktadır) ve üçüncü ünite

gerektiğinde çalıştırılır (ya çevrimsel ya da modülasyonlu). Aşırı aşınmayı önlemek için, sıralama genellikle çevrimsel olarak çalıştırılan üniteyi periyodik olarak değiştirmek için kullanılır. %60 yükteki örneğimize devam etmek için:

Ünite 1 ve 2'nin temel-yüklü ve Ünite 3'ün çevrimine yeni başladığını varsayalım. Yükün çevrimsel kısmı yerine getirilince, Ünite 1 çevrimini bitirir ve Ünite 2 ve 3 temel yüklü hale gelir. Daha fazla kapasite gerekli olduğu zaman, Ünite 4 çevrime başlar ve aynı şekilde devam eder.

***Tablo-7.2** İklimlendirme sistemlerinde tavsiye edilen kontrol türleri*

Uygulama	Kontrol Türü
Ortam sıcaklığı	P, PID
Karışım hava sıcaklığı	PI, gelişmiş PID
Serpantin tahliye sıcaklığı	PI, gelişmiş PID
Soğutma grubu besleme sıcaklığı	PI, gelişmiş PID
Hava akışı	PI (geniş oransal bant-hızlı kurma kademesi), PID
Fan statik basıncı	PI, gelişmiş PID
Nem	P, (sıkı kontrol ile PI de olabilir)
Çiğ nokta sıcaklığı	P, (sıkı kontrol ile PI de olabilir)

***Tablo-7.3** PI kontrol cihazları için tipik ayar değerleri*

Kontrollü Cihaz	Kontrollü Ortam	Oransal Aralık	İntegral Zamanı (dakika)
Isıtma serpantini	Zon sıcaklığı	2 K	0
Ön ısıtma serpantini	Kanal sıcaklığı	3 K	4
Soğuk su bataryası	Kanal sıcaklığı	8 K	4
Nemlendirici	Zon bağıl nemi	%15 bağıl nem	15
Nem alma serpantini	Kanal bağıl nemi	%15 bağıl nem	4
Isı tekeri	Kanal hava sıcaklığı	4 K	4
Isı geri kazanım bataryası	Besleme hava sıcaklığı	6 K	4
Karışım damperi	Karışım hava sıcaklığı	4 K	4
Havalandırma fanı	Zon CO2 derişikliği	1000 ppm	10
Oda terminal cihazı	Zon sıcaklığı	3 K	4
Besleme fanı	Statik basınç	1000 Pa	1

7.1.6 İklimlendirme Kontrolleri Nerede Gereklidir?

İklimlendirme kontrol sistemi genel olarak üç alana dağıtılmıştır:

1. *Ana mekanik odasında bulunan iklimlendirme ekipmanları ve onların kontrolleri. Ekipmanlar soğutucular, kazan, sıcak su jeneratör, ısı değiştiriciler, pompalar vb. içerir.*
2. *Hava şartlandırıcı veya "Klima Santralleri (AHU'lar)" havayı ısıtır, soğutur, nemlendirir, nemini alır, havalandırır ya da filtreler ve ardından havayı binanın bir bölümüne dağıtır. AHU'lar çeşitli konfigürasyonlarda mevcuttur ve ikincil ekipman odası olarak adlandırılan özel bir odaya yerleştirilebilir ya da çatı klima santralleri gibi açık bir alanda bulunabilir.*
3. *İklimlendirme sistemi tasarımına bağlı olarak bireysel oda kontrolleri. Ekipman, fanlı ısı değiştirici üniteleri, değişken hava hacimli sistemler, terminal yeniden ısıtma, ünite havalandırma fanları, davlumbazlar, bölge sıcaklık / otomatik nem ayarlayıcı cihazları vb.*

7.1.7 Bir Kontrol Sisteminin Faydaları

Kontroller, aşağıdaki bir veya birden daha fazla neden için gereklidir:

1. *Termal konfor şartlarını sağlama*
2. *Optimum iç mekân hava kalitesini sağlama*

3. *Enerji kullanımını azaltma*
4. *Güvenli tesis işletimi*
5. *İşgücü maliyetlerini azaltma*
6. *Bakım sorunlarını tanımlama*
7. *Yüke uygun verimli tesis işletimi*
8. *Sistem performansının izlenmesi*

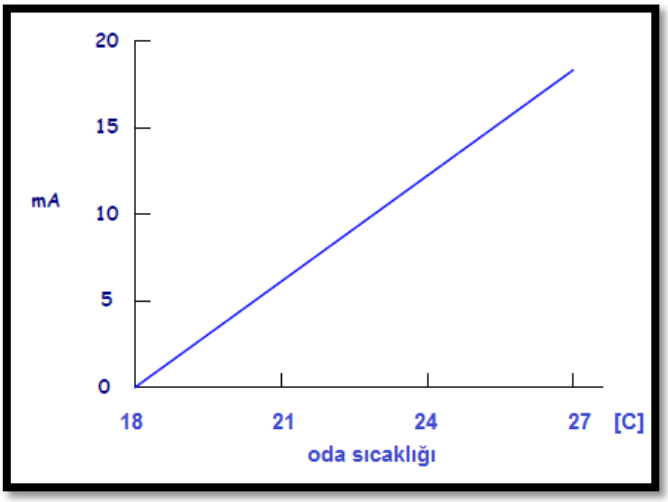
7.2 KONTROL CİHAZI ETKİSİ

Pnömatikten elektroniğe tüm kontrol cihazları bir etkiye sahiptir. "Doğrudan Etkili" veya "Ters Etkili" dirler.

Doğrudan Etki

Doğrudan Etki, duyarga girişi arttıkça kontrol cihazı çıkışının artması anlamına gelir. Örneğin, oda sıcaklığı (değişken) 21,11 °C ila 21,66 °C arasında değiştikçe, kontrol cihazı çıkışını 10 ila 12 mA arasında değiştirir.

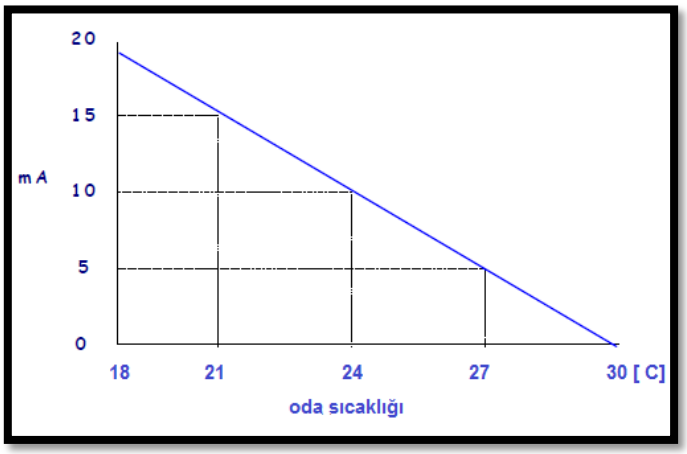
Aşağıda gösterildiği gibi, duyarga artan bir girişi (sıcaklık) okuduğunda, kontrol cihazı, normalde açık vanası kapatarak ve sıcak su akışını azaltarak, vana için çıkışını (basınç) arttırarak yanıt verir:



Şekil-7.2 *Doğrudan etkili kontrol cihazı [2]*

Ters Etki

Ters Etki, değişken (örneğin, sıcaklık)arttıkça kontrol cihazı çıkışının azalması anlamına gelir. Örneğin, oda sıcaklığı 21,11 °C ila 21,66 °C arası yükseldikçe, kontrol cihazı çıkışı 8,1'den 7,3 mA'e azalır. Aşağıdaki örnekte, duyarga artan bir sıcaklık okuduğundan dolayı, kontrol cihazı normalde kapalı vanası kapatarak ve ısıtma miktarını azaltarak, vana için çıkışını (basınç) azaltarak yanıt verir. Bu ilişki aşağıdaki gibi bir grafikte gösterilir:



Şekil-7.3 *Ters etkili kontrol cihazı [2]*

Kontrol cihazının etkisi, doğru iklimlendirme uygulaması ile aynı olmalıdır. Normalde açık ısıtma vanaları her zaman doğrudan etkili kontrol cihazları kullanmaktadır. Eğer bir ters etkili kontrol cihazı normalde açık bir ısıtma vanası üzerine yerleştirilmiş olsaydı, ısıtma vanası sıcaklık arttıkça açılacaktı. Bir ters etkili kontrol cihazı bir normalde açık ısıtma vanasını asla düzgün bir şekilde kontrol etmez.

7.2.1 Ters veya Doğrudan Etkiyi Tanımlama

Farklı uygulamalar için bir kontrol cihazı etkisinin tanımlanması aşağıdaki tablodan belirlenebilir. Tabloyu kullanmak için, aşağıdaki adımları izleyiniz:

1. *İlk olarak doğru uygulamayı seçiniz: sıcaklık için, ısıtma veya soğutmayı seçiniz, nem için nemlendirme veya nem almayı seçiniz; basınç için, duyargasın denetleme cihazının girişinde veya çıkışında olup olmamasını belirleyiniz.*
2. *İkinci adım uygulamanın nasıl başarısız olacağını tespit ediniz. Örneğin, tam AÇIK veya tam KAPALI iken ısı yetersiz oluyor mu?*
3. *Üçüncü olarak, bu sorular cevaplandıktan hemen sonra bu uygulama için doğru etkiyi bulmak için sütunu aşağı doğru ve satırı yana doğru ikisinin kesişmesine kadar izleyiniz.*

***Tablo-7.4** Düz ve ters etkinin kontrollü elemanın normal konumuna göre değişimi [2]*

Kontrol cihazı etkisi	*Isıtma, Nemlendirme, Basınç (kontrol edilen cihazın çıkışında algılanan)*	*Soğutma, Nem Alma, Basınç (kontrol edilen cihazın girişinde algılanan)*
AÇIK konum için sistem durur: Normalde açık bağlantı noktaları, vanalar veya damperler Normalde kapalı elektrik kontakları	*Doğrudan Etkili*	*Ters Etkili*
KAPALI konum için sistem durur: Normalde kapalı bağlantı noktaları, vanalar veya damperler Normalde açık elektrik kontakları	*Ters Etkili*	*Doğrudan Etkili*

Tabloyu kullanma yöntemi olarak aşağıdaki örnekleri ve adımları izleyiniz:

Örnek 1: Soğutulmuş sulu iklimlendirme soğutma uygulaması, normalde açık soğutulmuş su vanası gerektirir. Normal çalışma kapsamında, soğutulmuş su vanası açılır ve sıcaklık düştükçe kontrol cihazı normalde açık soğutulmuş su vanasını kapatmak için sinyal gönderir.

Vana normalde açık olduğundan, "AÇIK konum için sistem durur" satırı kullanılır.

Sütun ve satır, Ters Etki'de kesişir. Sıcaklık arttıkça, soğutulmuş su vanasının normalde açık konumuna geçmesini sağlamak için sinyal azalır. Sıcaklık azaldıkça, normalde açık soğutulmuş su vanasını kapatarak sinyal artar.

***Örnek 2:** Bir geri dönüş havası nem duyargası, nem alma için normalde kapalı soğutulmuş su vanasını ayarlıyor. Kontrol cihazı için hangi etki gereklidir?*

Doğrudan Etki

***Örnek 3:** Bir statik basınç duyargası (tahliye tarafına yerleştirilmiş), 50 mmSS (500 Pa) sağlamak için normalde kapalı giriş vanası damperlerini ayarlıyor. Kontrol cihazı için hangi etki gereklidir?*

Ters Etki

***Örnek 4:** Bir oda duyargası, 22,22 °C 'lik bir oda sıcaklığını korumak için DX soğutma çevrimi yapıyor. DX Soğutma normalde açık elektrik kontaklara sahiptir. Kontrol cihazı için hangi etki gereklidir?*

Doğrudan Etki

***Örnek 5:** Karışım hava duyargası (tahliye tarafına yerleştirilmiş), 29 °C'lik bir sıcaklığı korumak için normalde kapalı dış hava damperleri ve normalde açık geri dönüş havası damperlerini ayarlıyor. Kontrol cihazı için hangi etki gereklidir? (Cevap: Doğrudan Etki)*

7.3 YENİDEN AYARLAMA (RESET)

İklimlendirme uygulamalarında "yeniden ayarlama", ikincil sinyale dayalı bir ayar değerinin otomatik olarak sıfırlanmasıdır. Bir ayar değerinin sıfırlanması, konfora yönelik nedenler, daha iyi kontrol veya enerji tasarrufu için yapılır. Yeniden ayarlama için yaygın bir örnek, sıcak su yeniden ayarlama olarak adlandırılır. Sıcak su yeniden ayarlama, dış hava sıcaklığı arttıkça otomatik olarak sıcak su sıcaklığı ayar değeri azalır. Dış hava sıcaklığı -18 °C ise, bina 82 °C su gerektirir ve dış hava sıcaklığı 21 °C ise, bina 32 °C su gerektirir. Dış hava sıcaklığı artarken sıcak su ayar değeri düşer.

Her yeniden ayarlama uygulamasında, en az iki duyarga vardır: "birincil ve ikincil duyargalar". Yukarıdaki örnekte, iki duyarga dış hava sıcaklığı ve sıcak su besleme sıcaklığı (HWS)'dir. Birincil duyargası belirlemek için, "Kontroller neyi kontrol etmeye çalışıyor?" sorusunu sorunuz.

Yukarıdaki örnekte, sıcak su sıcaklığı kontrol ediliyor; bu nedenle sıcak su duyargası birincil duyargadır. Dış hava sıcaklık duyargası ikincil duyargadır. İkincil duyarganın işlevi kontrol cihazının ayar değerini yeniden ayarlamak veya otomatik olarak değiştirmektir. Her yeniden ayarlama uygulaması bir yeniden ayarlama zamanlaması kullanır. Bu zamanlama makine mühendisi veya uygulama mühendisi tarafından belirlenir.

Dönem kontrol cihazı etkisi, ters ve doğrudan olarak tanımlandığında, dönem yeniden ayarlama da ters ve doğrudan olarak tanımlanır. Sıcak su yeniden ayarlama örneği bir ters yeniden ayarlamadır. Ters yeniden ayarlama en yaygın olandır.

7.3.1 Ters Yeniden ayarlama

Ters yeniden ayarlama, ikincil duyargasından gelen sinyalin azaldıkça, kontrol cihazı ayar değerinin arttığı anlamına gelir. Yukarıdaki örnekte, dış hava sıcaklık azaldıkça, sıcak su ayar değeri yükselir.

7.3.2 Doğrudan Yeniden Ayarlama

Doğrudan yeniden ayarlama ile ikincil giriş sinyali arttıkça, ayar değeri artacaktır. Doğrudan yeniden ayarlama, ters yeniden ayarlamadan daha az yaygındır. Doğrudan yeniden ayarlamaya bir örnek, aşağıda gösterilen "yaz dengelemesi" adlı bir uygulamadır.

Soğutma (iklimlendirme) ilk piyasaya sürüldüğünde, alışveriş merkezleri mağazalarının yıl boyunca 22 °C'lik sahip olduğu konforun reklamını yapmıştı. Bu yazlar çok sıcak olana kadar iyiydi. Dışarıda 38 °C hava şartında olan, sıcak havaya göre giyinmiş insanlar bir alışveriş merkezine girecekler ve üşüyeceklerdi. Bazı insanlar mağazalarda uzun süre kalmıyordu çünkü çok serindi. Yaz dengelemesi bu problemi gidermek için kullanılır.

Yaz dengelemesi, dış hava sıcaklığı arttıkça bölge ayar değerini yükseltir. İkincil sinyal ve ayar değeri aynı yönde gider. Bu uygulama için yaygın bir yeniden ayarlama zamanlaması aşağıdakine benzeyebilir:

***Tablo-7.5** Yaz Dengelemesi yeniden ayarlama zamanlaması [2]*

Dış hava sıcaklığı	*Bölge ayar değeri*
22 °C	*22 °C*
40 °C	*26 °C*

Bu uygulama, bir alışveriş merkezi ya da banka gibi tüm gün boyunca çok sayıda insanın girip çıktığı herhangi bir binada kullanılır. Bu uygulamanın kullanılması halinde, uygun konfor için hava neminin alınmasının sağlanması önemli olabilir

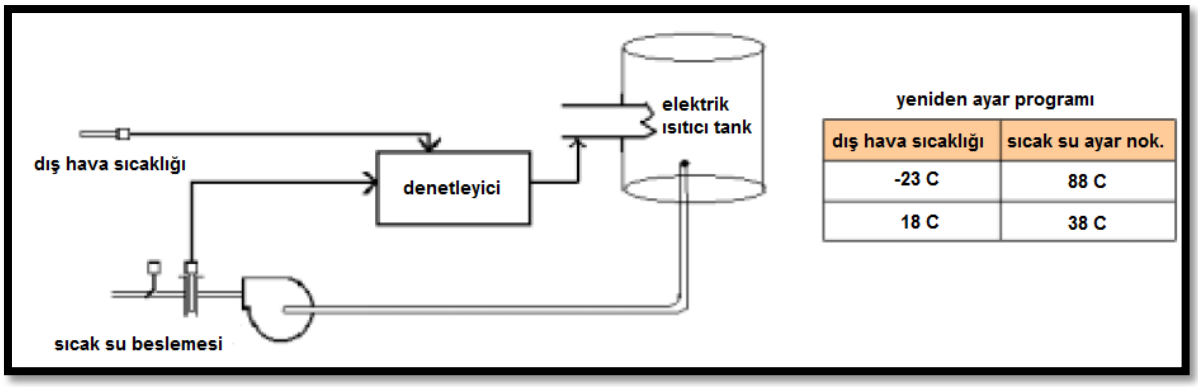
7.3.3 Ters veya Doğrudan Yeniden Ayarlama Tanımı

Yeniden ayarlama zamanlamasına bakarak, ikincil sinyal ve ayar değeri arasındaki ilişkiye dikkat ediniz. Eğer ikincil sinyal ayar değeri azaldıkça artarsa, o zaman uygulama ters yeniden ayarlamadır. İkincil Sinyal ve Ayar değeri ters yönlere gider. Eğer ikincil sinyal ayar değeri arttıkça artarsa, o zaman doğrudan yeniden ayarlamadır. İkincil Sinyal ve Ayar değeri aynı yöne gider.

Örnek 1:

Aşağıdaki şekilde, sıcak su kaynağı, sıcak su jeneratörüne elektrik girişinin Açık-Kapalı kontrolü ile korunur.

Burada sıcak su sıcaklığı birincil duyargadır. Kontrol cihazı ters etki gerçekleştirir ve bu ters yeniden ayarlama uygulamasıdır.



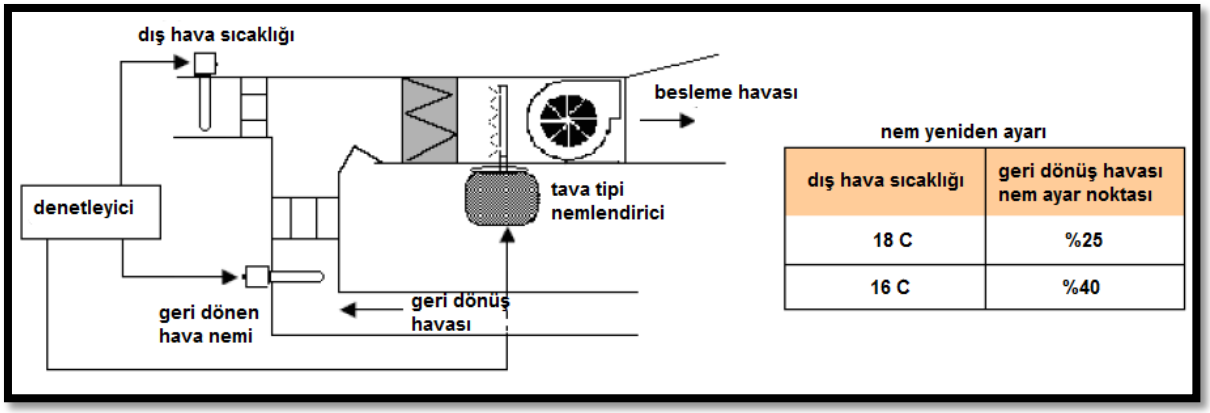
yeniden ayar programı

dış hava sıcaklığı	sıcak su ayar nok.
-23 C	88 C
18 C	38 C

Şekil-7.4 *Elektrikli su ısıtıcısında yeniden ayar [2]*

Örnek 2:

Aşağıdaki şekilde, geri dönüş hava nem duyargası, dış hava sıcaklığı ve bağıl nem ayar değerine dayalı bir yeniden ayarlama zamanlamasına göre tava tipi buharlı nemlendiriciye elektrik girişini kontrol eder. Burada geri dönüş hava nemi (RAH) bir birincil duyargadır. Kontrol cihazı ters etki gerçekleştirir ve bu doğrudan yeniden ayarlama uygulamasıdır.



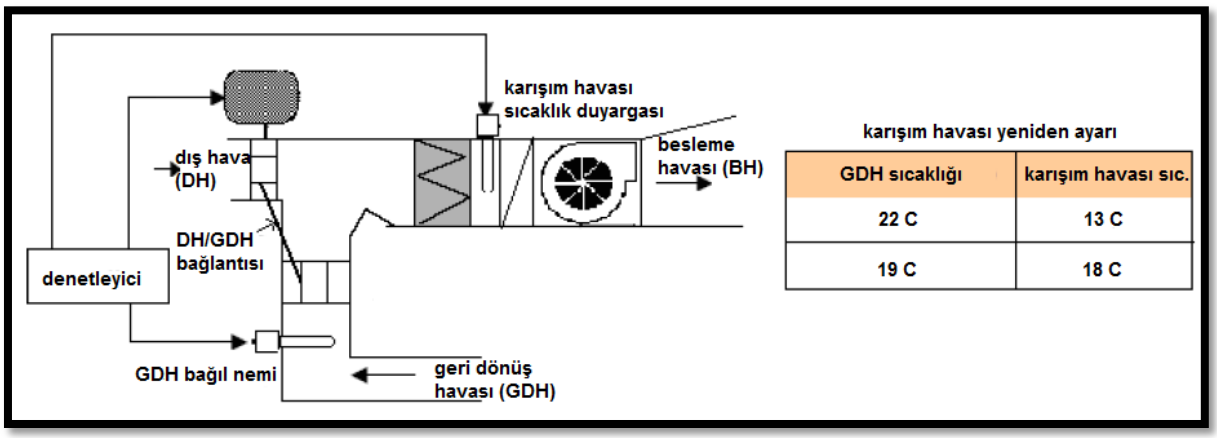
nem yeniden ayarı

dış hava sıcaklığı	geri dönüş havası nem ayar noktası
18 C	%25
16 C	%40

Şekil-7.5 *Nem yeniden ayarı [2]*

Örnek 3:

Aşağıdaki şekilde, karışım havası sıcaklık duyargası normalde kapalı dış hava damperleri ve geri dönüş havası damperlerini kontrol etmektedir. Dış hava sıcaklığı 1,11 °C'dir. Burada karışım hava sıcaklığı birincil duyargadır. Kontrol cihazı doğrudan etki gerçekleştirir ve bu ters yeniden ayarlama uygulamasıdır.



karışım havası yeniden ayarı

GDH sıcaklığı	karışım havası sıc.
22 C	13 C
19 C	18 C

Şekil-7.6 *Örnek 3'teki şema [2]*

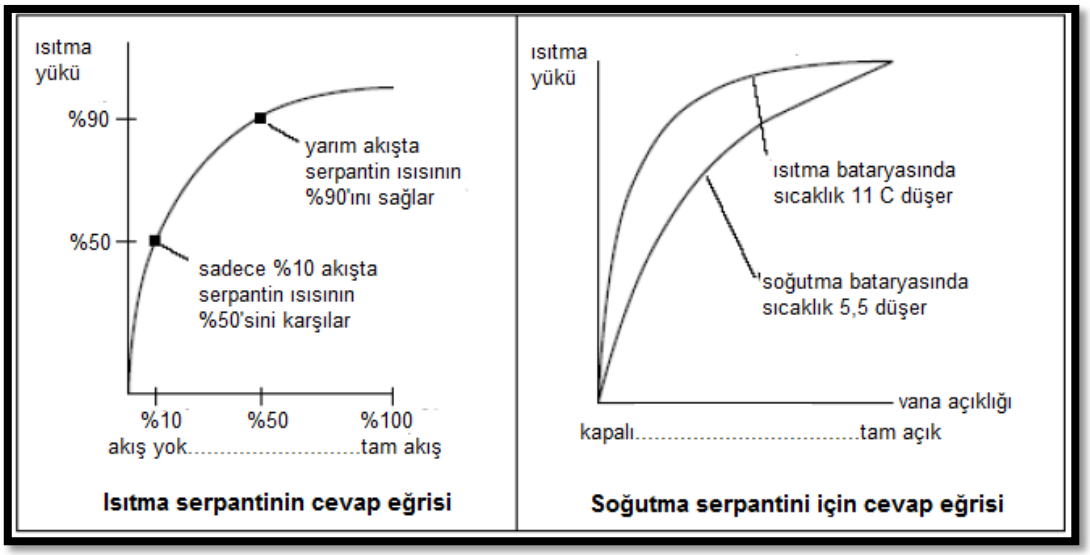
7.4 SERPANTİN ÖZELLİKLERİ

7.4.1 Isıtma Serpantinleri

Aşağıdaki şekil, standart bir ısıtma serpantini boyunca ısı emisyonu ve su akışı arasındaki ilişkiyi gösterir. Farklı serpantin türleri farklı özelliklere sahiptir, ancak temel "dışbükey" şekil aslında aynı kalır, tek fark eğriliğin ne kadar bildirildiğidir. Bu ısı değiştirici türü, su tarafı sıcaklık düşüşü, hava tarafı sıcaklık artışı ve su ve havanın bağıl değerlerine bağlıdır.

Eğrinin "dışbükey" şekli, akışın sıfırdan arttığı zaman, ısı emisyonunun başlangıçta yüksek oranda artacağı, fakat akış arttıkça artış oranının azalacağı anlamına gelir. Bunun nedeni, küçük akışlarda, suyun serpantini geçmesinin uzun bir zaman alması, bu yüzden suyun sıcaklık düşüşünün büyük olmasıdır (etkin kullanım). Bunun aksine, akış arttığı zaman, su serpantin içinde daha az zaman harcar ve suyun sıcaklık düşümü daha azdır.

Bir serpantin belirli bir hava akımı ve ısı emisyonu için seçilir. Serpantin boyunca suyun belirli bir sıcaklık düşüşü sadece bu tasarım şartlarında oluşur. Bu "tasarım sıcaklığı düşümü"dür. Hava tarafında, bir tasarım sıcaklık artışı vardır.



Şekil-7.7 *[2]* ***Şekil-7.8*** *[2]*

7.4.2 Soğutma Serpantinleri

Soğutma serpantini özellikleri bir ısıtma serpantinine benzemektedir. 8 ila 12 derecede artışta soğutma serpantini, yüksek bir düşüte ısıtma serpantinine çok benzerdir. Toplam ısı aynı zamanda gizli ısı atımını (nem) da içerir. Nem alma çok önemli bir yönüdür, fakat sıcaklık kontrolünün kararlılık yönleri ile ilgili, belirleyici faktör hassas ısı eğrisidir. Eğri tipik bir ısıtma serpantininkinden doğrusala daha yakındır. Su tarafı düşüşü 11°C yerine 5,5 °C'dir; hava tarafı değişimi 21 °- 49 °C yerine 12,8 °- 23,88 °C'dir. Açıkçası, tipik bir soğutma serpantini, bir ısıtma serpantinine göre farklı bir vana özelliği gerektirir.

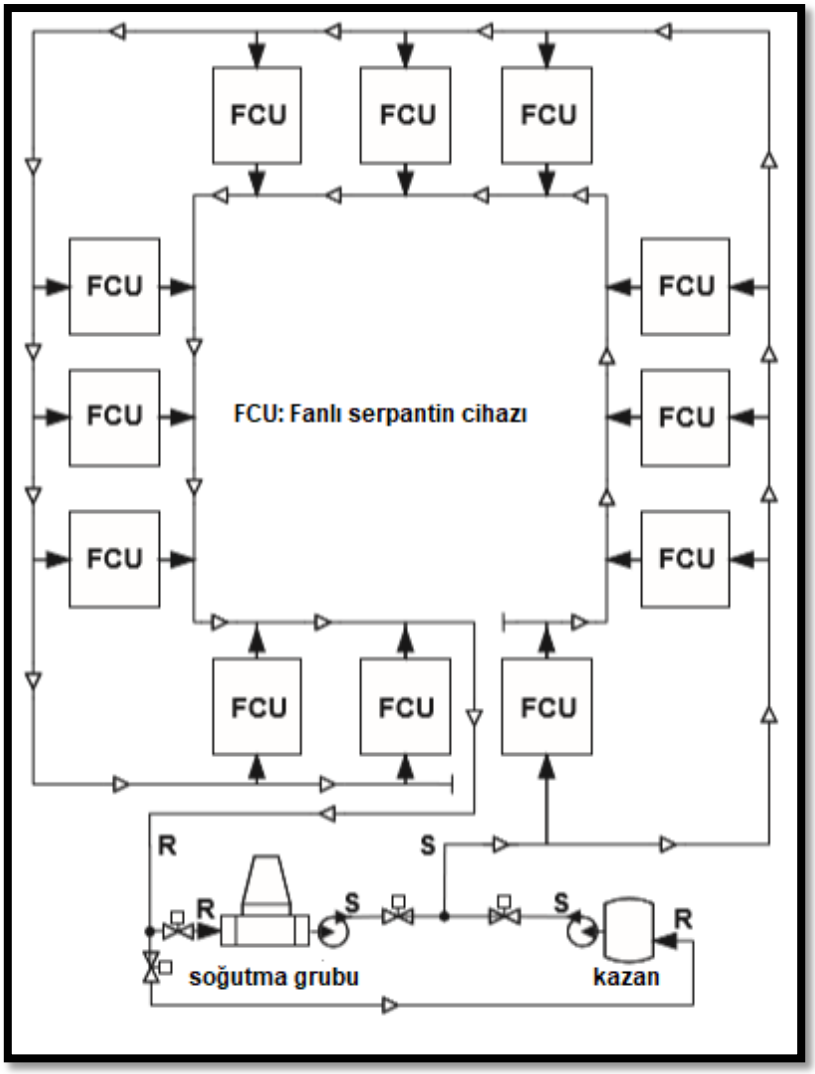
7.5 SULU SİSTEMLERİN KONTROLÜ

Tamamen sulu sistemler, herhangi santral havalandırma ekipmanları olmayan sulu sistemlerdir. Şartlandırılacak her bir farklı ortamda fanlı serpantin cihazı (fan-coil unit) gibi bir terminal ünitesi bulunur. Şekil-7.19'da tamamen sulu bir iklimlendirme sisteminin bağlantı şeması görülmektedir.

Hidronik (sulu) sistemlerde ısı taşıma maddesi su valf çeşitleriyle kontrol edilir. Genellikle terminal ünitelerde, oda sıcaklığına bağlı çalışan akış kontrol valfi kullanılır. Bu valf, genellikle ortam termostatı ile kontrol edilen otomatik bir valftir. Vana hareketlendiricisi elektrikli veya pnömatik olabilir. Termostat ısıtma

veya soğutma için sinyal verdiğinde valf açılır ve su alkışı başlar. Ortam sıcaklığı termostat ayarına ulaştığında valf kapanır ve su akışı kesilir.

Vanalar pahalı olduğundan daha basit ve ekonomik kontrol şekli fanın termostat kumandasıyla çalıştırılmasıdır. Termostat ısıtma veya soğutma için sinyal verdiğinde fan motoru devreye girer ve ısı geçişi hızlanır. İstenen ortam sıcaklığı oluştuğunda fan motoru termostat tarafından durdurulur. Bu sistemde su serpantinden (fan-coil) sürekli akmaktadır.



Şekil-7.9 *Tamamen sulu iklimlendirme sisteminin kontrolü [1]*

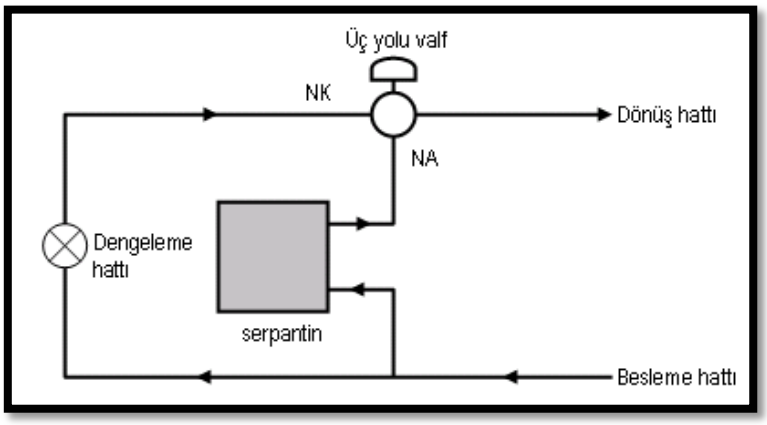
7.5.1 Ortam Sıcaklığının Kontrolü

Bir terminal ünitesi üzerinde iki yollu çıt-çıt etkili valfler ortam sıcaklığının kontrolü için yaygın olarak kullanılırlar. Elektrik kontrol sistemlerinde valf üzerindeki solenoid hareketlendirici ünite fan ile elektriksel olarak paralel bağlanır. Böylece termostat her ikisini birden devreye sokmuş olur. Fakat termostattaki kontrol diferansiyeli uygun seçilmezse, bu tip iki konumlu kontrol odada kısa devreli çalışma ve sıcaklık dalgalanması oluşturur. Bilindiği gibi bu durumlarda oransal vana daha iyi sonuç verir.

Temel olarak, fanlı serpantin ünitelerinde veya diğer sulu iklimlendirme terminallerinde basma havası sıcaklığının kontrolü için iki farklı yöntem kullanılır: Biri debi kontrolü, diğeri ise su sıcaklığının kontrolüdür. Her iki yöntemde üç yollu karıştırma valfleri kullanılır.

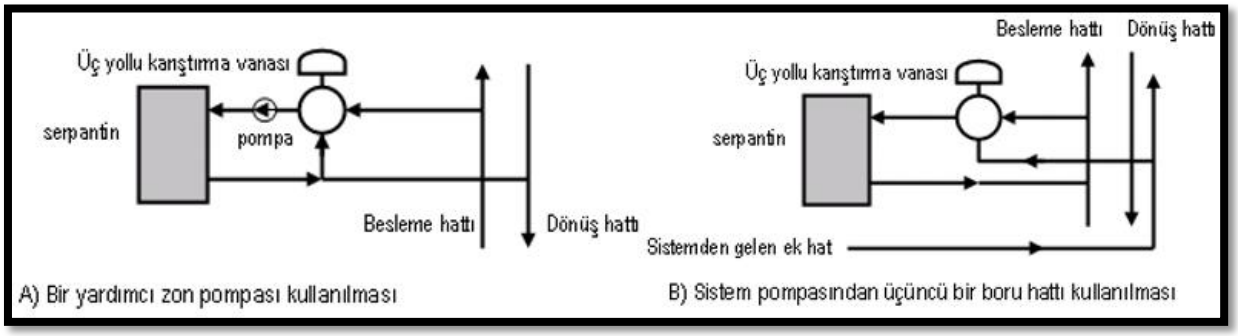
Sulu sistemlerde debi kontrolü, üç yollu kontrol valfi ile serpantinden geçen suyun paralel bir devre yardımıyla kontrol edilmesidir (Şekil-7.10). Bu yöntemin belirgin özelliği, üç yollu karıştırma valfinin serpantinin çıkış

tarafına bağlanmasıdır. Böylece karışım suyu serpantinden geçmez. Bu sistemin bir avantajı üç yollu valfin değişik konumlarında sistem toplam basıncının değişmemesidir. Bundan dolayı bir basınç direk geçiş (baypas) valfine gerek yoktur.



Şekil-7.10 *Su debisinin değiştirilmesiyle serpantin sıcaklık kontrolü [1]*

Su sıcaklığının kontrolü yönteminde de üç yollu karışım valfi kullanılır, ancak bu defa valf serpantinin girişine bağlanır (Şekil-7.11). Bu düzenlemede, serpantinden geçen su miktarı daima sabit kalmaktadır. Fakat görüldüğü gibi üç yollu vana, soğuk suyu ve sıcak suyu, serpantindeki su sıcaklığı değişmeyecek şekilde orantılı olarak karıştırır. Bu tip bir kontrolü sağlamak için ayrı bir serpantin pompası kullanılır (Şekil-7.12A). Bu serpantin sıcaklık modülasyonu daha çok ısıtma sistemlerinde kullanılır, çünkü serpantinin tamamen basınçlı sıcak su ile dolu olması donma ihtimalini en aza indirir. Özellikle havalandırma sisteminin dış hava giriş kanalına yerleştirilen ön ısıtma serpantini için iyi bir çözümdür.

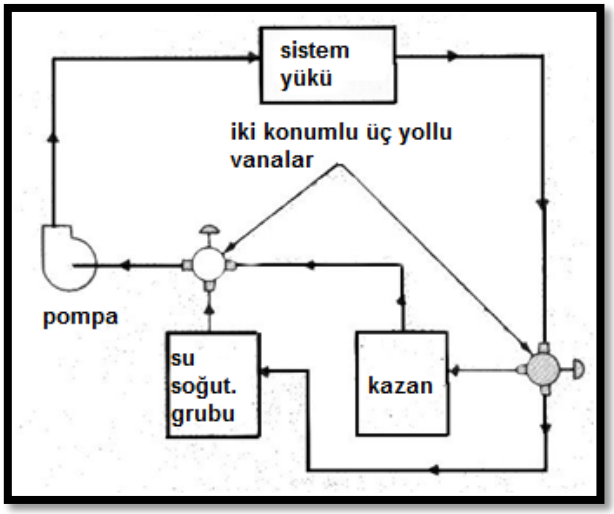


Şekil-7.12 *Su sıcaklığının değiştirilmesiyle serpantin sıcaklığının kontrolü [1]*

7.5.2 Mevsimlik Geçişler

Hem ısıtma için sıcak su hem de soğutma için soğuk su kullanılan sistemlerde yılın geçiş zamanlarında (gece ısıtma, gündüz soğutma yapılan karasal iklimlerde) geçişi sağlamak için sıklıkla bir çift üç yollu vana kullanılmaktadır (Şekil-7.13). Bu vanalar manuel veya otomatik kumandalı olabilir. Şayet otomatikse, kontrol panelindeki bir anahtar ile veya ana termostattaki bir seçici ile kontrol edilir.

Bu sistemlerdeki boruların ya soğuk su borusu veya sıcak su borusu olduğunu, asla ikisinin karışımı olmadığını daima hatırlamak gerekir. Bir terminal ünitesinde gerektiğinde (üç borulu sistemlerde) sıcak su ve dönüş suyu, soğuk su ve dönüş suyu veya direk geçiş (baypas) ve besleme suyu karıştırılır, asla sıcak ve soğuk besleme su hatları karıştırılmaz.



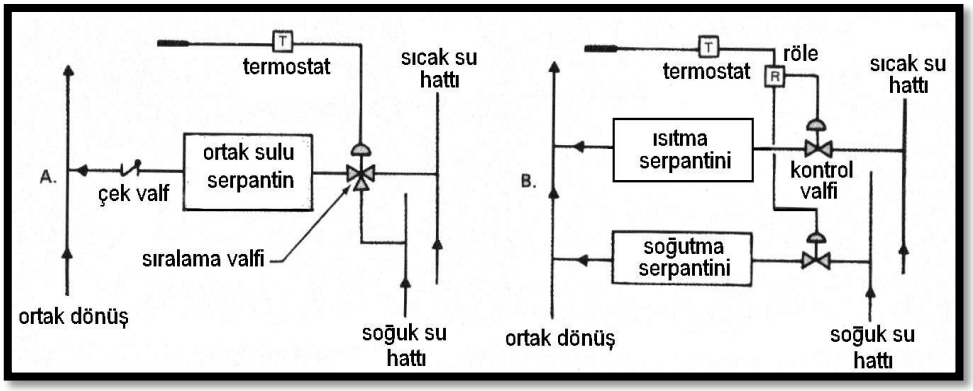
Şekil-7.13 *Tamamen sulu sistemde mevsimlik geçişler [1]*

7.5.3 Çok Borulu Sistemler

Sulu sistemlerin çoğu, ısıtma mevsiminde sıcak su ve soğutma mevsiminde soğuk su için tek besleme-tek dönüş sistemi kullanacak şekilde tanımlanırlar. Bunlara tek borulu sistemler denir. Oteller gibi bazı binalarda aynı anda hem ısıtma hem de soğutma yapabilme ihtiyacı olduğunda çoklu borulu sistemler tercih edilir. Çoklu boru uygulamaları üç ve dört borulu olarak yapılabilir.

Şekil-7.14'te görülen üç borulu uygulamada sıcak ve soğuk iki besleme hattı ve bir dönüş hattı mevcuttur. Serpantin tekli veya ikili olabilir.

Üç borulu sistemlerin kontrolü, tek borulu geçiş sistemlerinden daha karmaşıktır. Çünkü enerji tasarrufu için soğutma grubuna giren suyun sıcak olmasını ve kazana giren suyun soğuk olmasını engellemek gerekir. Bunun çözümü ayrı bir pompa ve ayırma vanalı devre ile termostat kontrollü üç yollu dönüş vanası gerekir.

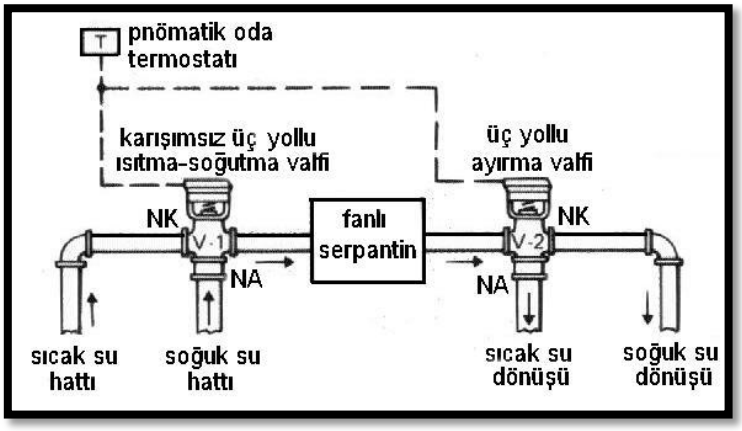


Şekil-7.14 *Tekli ve ikili serpantinler ile üç yollu boru bağlantıları [1]*

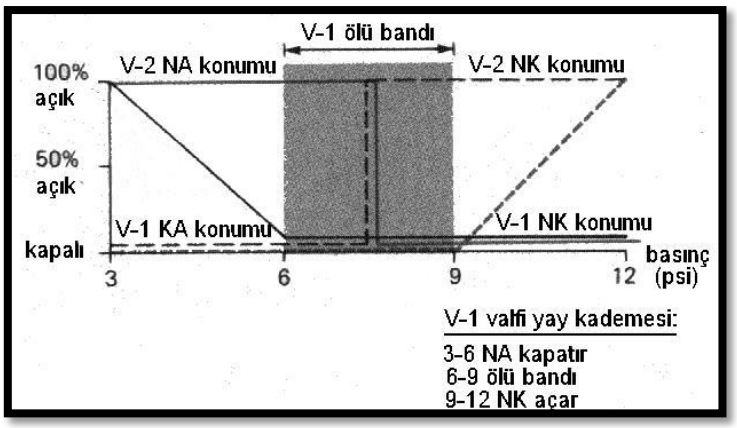
Dört borulu sistemler iki paralel sisteme benzerler. Her terminal ünitesi ayrı ısı transferi ortamları (sıcak su/soğuk su) sağlar ve ayrı besleme-dönüş hatlarına sahiptir. Tek serpantinli terminal ünitesi kullanıldığında besleme tarafındaki kontrol vanası, soğuk ve sıcak suyu birbirine karıştırmaz. Bunun yerine geçiş esnasında serpantine su akışını keser.

Genellikle çok borulu sistemlerde besleme suyu sıcaklığı dış hava sıcaklığı ile ilişkili olarak modülasyon yapılır. Bir dış ortam termostatı, kazan ve soğutma gruplarını yönlendirir. Şayet kışın dış hava sıcaklığı düşerse su sıcaklığı üç yollu karıştırma vanası yardımıyla yükseltilir. Sıcak havalarda dış hava aniden

yükselirse kompresör kapasitesi besleme suyunu soğutacak şekilde arttırılacaktır. Bu yolla besleme suyu sıcaklığı bina ısı yüklerine uygun hale getirilir.



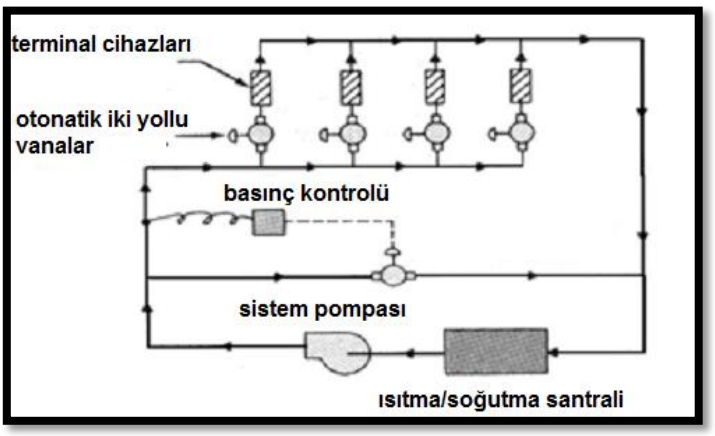
Şekil-7.15 *Üç yollu vana ile dört borulu bağlantı [1]*



Şekil-7.16 *Dört borulu sistemde pnömatik vana konumları [1]*

7.5.4 Basınç Düzenlenmesi

Sulu sistemlerde bütün terminallerdeki iki yollu vanalar kapalı olursa aşırı su basıncı oluşur ve muhtemelen pompa zarar görebilir. Bunu önlemek için sistemde basınca bağlı devreyi açan iki yollu emniyet vanası tesis edilir (Şekil-7.17).



Şekil-7.17 *Sulu sistemlerde basınç kontrolü [1]*

7.5.5 Donmaya Karşı Akış Anahtarlarıyla Koruma

Akış anahtarlarının görevi; su soğutma gruplarında emniyetli su akışını sağlamaktır. Herhangi bir nedenle su sistemindeki akış kesildiğinde soğutma grubunda (soğutma) kalan su donarak serpantini tahrip eder. Su akışı kesildiğinde pompalar çalışsa bile akış anahtarı kompresör devresini keserek sistemi tehlikeden korur. Bu anahtar sulu kondenserlerin su devresinde de kullanılır.

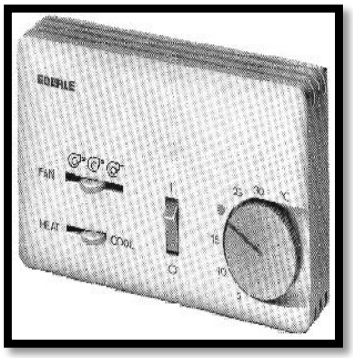
7.5.6 Fanlı Serpantin (Fan-Coil) Üniteler

Mahal içi tipi iklimlendirme ünitelerinin fiziksel ve kapasite açısından küçük olanları genelde fanlı serpantin ünite olarak adlandırılır. İç tip ünitelerden en büyük farklılıkları; kolay ve dekoratif monte edilebilmeleri yanı sıra karışım veya taze hava damper kontrolünün olmayışıdır.

Fanlı serpantin üniteler apartman, ofis, hastane ve otel odaları gibi tek zonlu alanların ısıtılması ve/veya soğutulması için kullanılır. Tipik bir fanlı serpantin ünite; fan, filtre, ısıtma-soğutma serpantini ve yoğuşma tavasından oluşur.

Otomatik kontrol açısından fanlı serpantin üniteler iki borulu ısıtma, iki borulu soğutma, iki borulu ısıtma/soğutma ve dört borulu ısıtma/soğutma olarak genellenebilir; iki konumlu (on-off) veya oransal olarak kontrol edilirler.

Altta bulunan resimde tipik bir açma-kapama, yaz-kış seçim ve fan üç devir kontrol anahtarlı fanlı serpantin termostatı (iki konum kontrollü) görülmektedir.



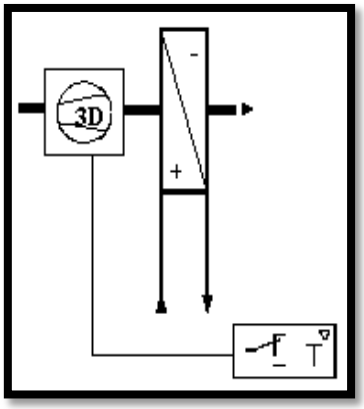
Şekil-7.18 *Fanlı serpantin kontrolü için oda termostatı [1]*

1) Fan Kontrolü (İki Konumlu)

Ülkemizde ekonomik yatırım ve kolay işletme açısından en yaygın olarak kullanılan fanlı serpantin kontrolü olan bu yöntemde iki borulu ısıtma ve/veya soğutma serpantininden ısıtıcı-soğutucu akışkan, mevsimlere göre sabit debide dolaşır.

Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına ve hangi mevsimde (yaz-kış) olduğuna karar verir ve gerekli ayarları termostat üzerinden manuel olarak gerçekleştirir.

Bu uygulamanın en büyük dezavantajları, fan oda sıcaklığına bağlı olarak durdurulduğunda, ısıtma veya soğutma periyodunda fanlı serpantin ünitenin bir konvektör veya radyatör gibi davranıp gereksiz yere mahalle ısı enerjisi vermeye devam etmesi ve yük enerji talebi olmadığı durumlarda bile ısıtıcı/soğutucu akışkanın kaynak ile yük arasında tam debi olarak dolaştırılıyor olmasıdır.



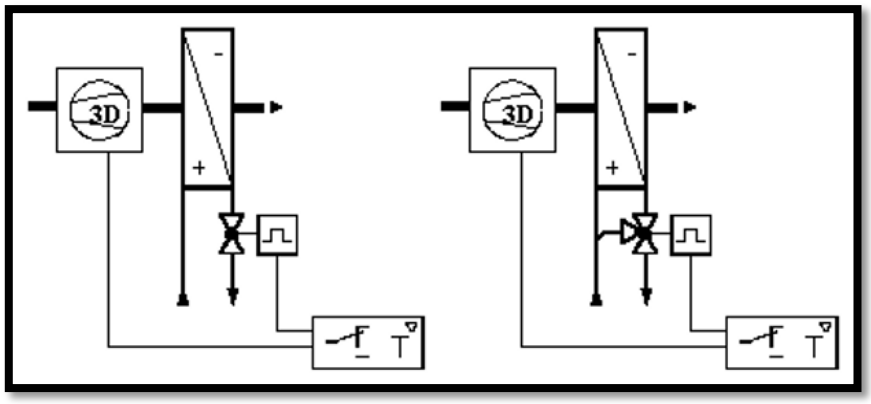
Şekil-7.19 *Fan kontrolü [1]*

2) İki Borulu Isıtma veya Soğutma Kontrol Vanalı (İki Konumlu)

Oda-mahal sıcaklığına bağlı olarak, fanlı serpantin termostatı akışkan devresi üzerindeki iki yollu veya üç yollu elektrik senkron motorlu, termal, solenoid veya pnömatik tahrik üniteli vanaya kumanda eder.

Bu sayede mahal veya odanın yük değişimlerine uygun olarak ısıtma/soğutma enerjisi kullanılır. Konfor ve kullanım zamanlarına bağlı olarak kullanıcı-işletmeci fanın hangi devirde (düşük-orta-hızlı) çalışacağına ve hangi mevsimde (yaz-kış) olduğuna karar verir ve gerekli ayarları termostat üzerinden manuel olarak gerçekleştirir.

Bazı uygulamalarda yaz-kış kontrol modu çevrimi; termostat üzerindeki manuel seçici anahtar yerine, fanlı serpantin giriş borusu üzerine takılan kelepçeli tip yaz-kış çevrim termostatı (kontrol noktası fabrikasyon 25-35°C arasında olan) sayesinde otomatik olarak sağlanmaktadır.

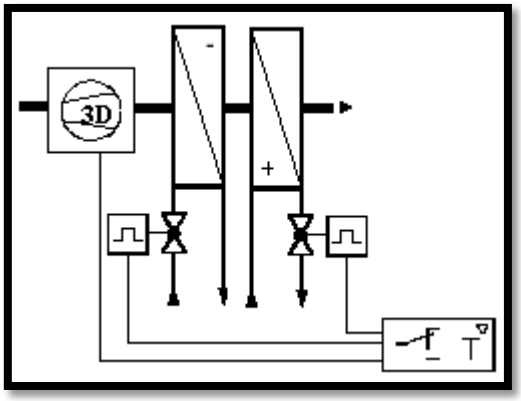


Şekil-7.20 *İki borulu ısıtma veya soğutma kontrol vanalı (iki konumlu) [1]*

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

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

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

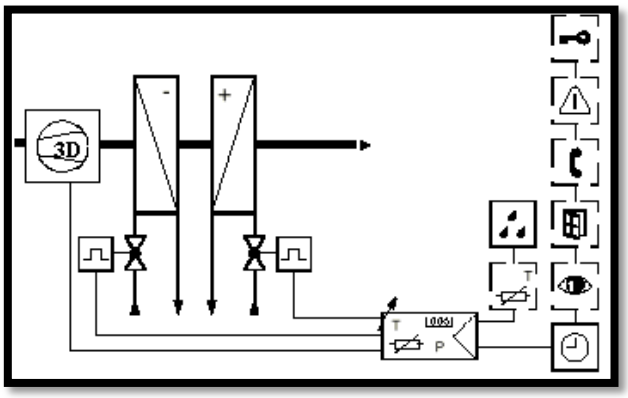


Şekil-7.21 *Dört borulu ısıtma/soğutma kontrolü [1]*

4) Dört Borulu Isıtma ve Soğutma Kontrol Vanalı (Oransal)

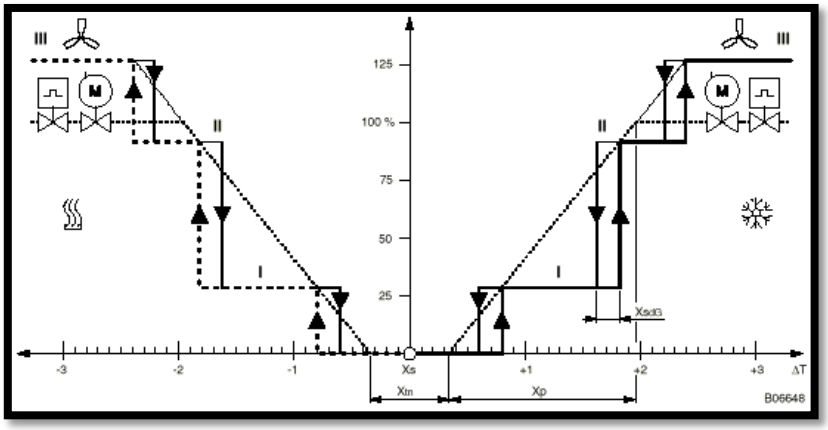
Oda sıcaklığına (yüke) bağlı olarak ısıtıcı-soğutucu akışkanın taşıdığı enerjinin en optimum ve sağlıklı olarak kontrol edilebilmesini sağlayan bu tür termostatlar genelde mikroişlemci teknolojisi ile üretilmektedirler. Bazı türleri, bina otomasyon sistemine bağlanabilmek için ara yüzlere sahiptir. Oda-mahal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

Mahallin ısı ihtiyacına göre ısıtma veya soğutma vanası olması gereken konuma (%0 ile %100 arasında) gelir. Konfor ve kullanım zamanına bağlı fan devirleri ile ilgili manuel bir kumanda söz konusu değil ise; ısıtma veya soğutma vanalarına eşlenik olarak kontrol edilir. Oda kontrol ünitesi veya termostatı üzerindeki zaman programlayıcı vasıtasıyla sistemin otomatik çalışması (durma-çalışma veya gece sıcaklık düşümü fonksiyonları) temin edilebilir.



Şekil-7.22 *Dört borulu oransal ısıtma/soğutma kontrolü [1]*

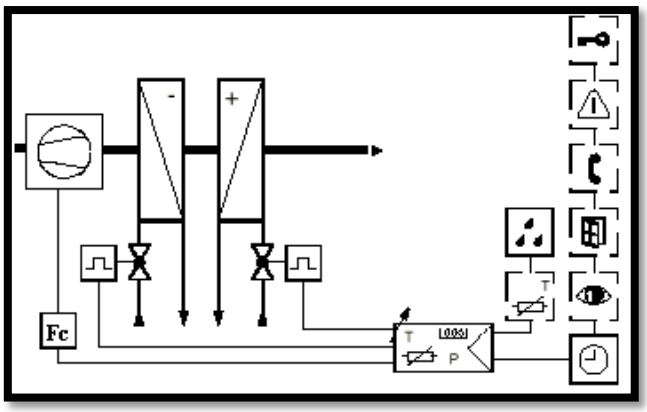
Mahalle ait pencere ve kapı gibi ısıl koşulları değiştirecek ekipmanların açık ve kapalı durumları kuru kontak olarak sisteme bağlanabilir ve bu durumlarda fanlı serpantin ünitesinin durdurulması veya tekrar devreye girmesi programlanabilir. Keza bu tür fanlı serpantin kontrol sistemi ile mevcut mahalle-odaya ait aydınlatma sisteminde zamana bağlı olarak kontrol edilebilir.



Şekil-7.23 *Dört borulu oransal ısıtma/soğutma kontrolünün sıcaklık-kapasite ilişkisi [1]*

5) Dört Borulu, Değişken Debili Oransal Kontrol

Fanlı serpantin üfleme fanının, frekans dönüştürücü ünite ile %10-%100 devirde döndürülmesinin sağlandığı bu kontrol türünde; oda fanlı serpantin dönüş havası üzerindeki sıcaklık hissediciden gelen sinyallere ve mahal havası sıcaklık ayar değerine bağlı olarak fanlı serpantin fanının devri, frekans dönüştürücü üniteye oransal olarak kumanda edilerek %10 ile %100 arasında değiştirilir.

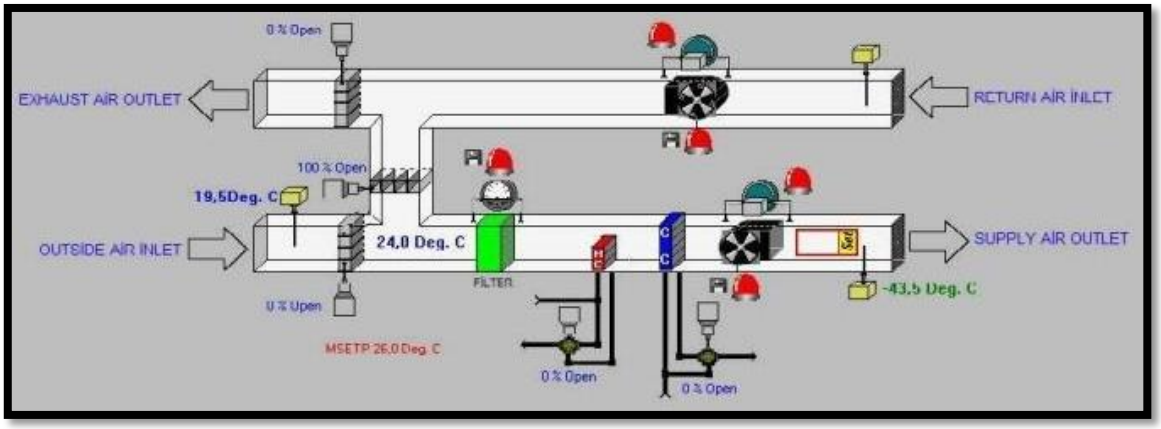


Şekil-7.24 *Dört borulu, değişken debili oransal kontrol [1]*

Sistem ısıtma veya soğutma modunda olmaya, oda mahal sıcaklık değerindeki değişimlerle karar verir. Isıtma modunda ısıtıcı solenoid vanası tam açık konumda olup; mahal ısı yükü fan üfleme debisi oransal ayarlanarak sağlanır. Bu durumda soğutma solenoid vanası tam kapalı, soğutma solenoid vanası tam açık konumdadır. Benzer şekilde mahal soğutma yükü fan üfleme debisi oransal olarak ayarlanarak sağlanır.

7.6 KLİMA SANTRALLERİNİN KONTROLÜ

Büyük binalar ve mahallerin hava şartlandırmasında kullanılan klima santralleri (A.H.U.), doğru çalışan bir kontrol sistemi, oldukça uygun bir ortam ısısı ve temiz bir hava sağlayarak ortam konforunu en üst seviyede tutar. Santralin ısıtma-soğutma kapasitesi kontrol edilerek, ortam ısısının sabit kalması sağlanır ve enerjinin optimum kullanılmasını sağlayarak enerji israfını engelleyip tasarruf sağlar. Klima santralleri iyi bir kontrol ve gözetleme için otomasyon sistemi ile bağlantı olmalıdır. Çünkü bir klima santralinin işletimini kolaylaştırmak ve oluşacak hataları en kısa sürede tespit etmek bu sistemler ile mümkün olmaktadır.



Şekil-7.25 *Klima santrali otomasyonu arayüzü [4]*

Açacak olursak, otomasyon sistemi santralin birçok noktasından çeşitli bilgiler alarak santraldeki fan motorları, damper servo motorları ve vana servo motorlarını kontrol ederek sistemi optimum noktada tutar. Filtre önü ve arkası basıncına bakarak kirlik durumunu algılayıp sistem kullanıcısını uyarır. Fan kayışlarının durumu, yine basınca bakılarak motorun fanı ideal devirde çevirip çeviremediği algılanır, eğer çeviremiyorsa kullanıcı uyarılır. Kış aylarında, santral serpantinlerinin soğuktan donmasını engellemek için donma termostatından gelen donma uyarısı sayesinde sistemin dış ortam ile bağlantısı kesilerek ya da tamamen durdurularak batarya patlamalarının önüne geçilir. Çalışma ve durma saatleri kullanıcı tarafından belirlenir ve gereksiz çalışma önlenmiş olur. Ayrıca çeşitli programlar uygulanarak sistemin uygun durumlarda, daha az enerji tüketerek çalışması sağlanır.

7.6.1 Karışım Havalı Klima Santrali Otomasyonu Bilgi Noktaları

GİRİŞLER

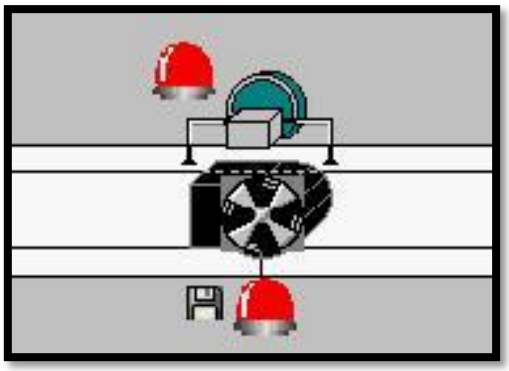
- *Besleme fanı termik durum bilgisi*
- *-Dönüş fanı termik durum bilgisi*
- *-Filtre kirlilik durum bilgisi*
- *-Serpantin donma uyarısı bilgisi*
- *-Besleme fanı kayış durum bilgisi*
- *-Dönüş fanı kayış durum bilgisi*
- *-Besleme havası ısısı*
- *-Dönüş havası ısısı*
- *-Karışım havası sıcaklığı*
- *-Dış ortam ısısı*
- *-Dönüş havası nem oranı (entalpi kontrolü için)*
- *-Dış ortam nem oranı*
- *-Besleme havası nem oranı*

ÇIKIŞLAR:

- *Besleme fanı kumanda*
- *Dönüş fanı kumanda*
- *Isıtma vanası kumanda*
- *Soğutma vanası kumanda*
- *Taze hava damperi kumanda*
- *Tahliye havası damperi kumanda*
- *Karışım havası damperi kumanda*
- *Nemlendirici kumandası*

7.6.2 Kayış Durum Bilgisi

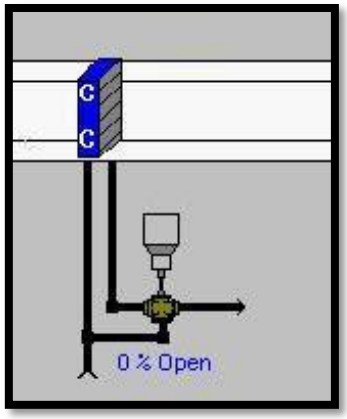
Santral fanlarının çalıştığının ve kayışlarının normal olduğunun bilgisi, fanın emiş ve basıncının farkına göre çalışan bir fark-basınç anahtarı ile algılanıp, DDC (direct digital controller) girişine dijital sinyal olarak iletilir. Basınç ayarı fan büyüklüğüne göre, 20 ila 80 mbar arasında ayarlanır. Eğer fan termiği sağlamsa ve fana start komutu geldiği halde bu anahtardan dönüş alınamazsa, DDC "kayış kopuk" alarmı verir.



***Şekil-7.26** Kayış durum bilgisi ekran görüntüsü [4]*

7.6.3 Soğutma Bataryası ve Vanası

Klima santrallerinde çoğunlukla ısıtma ve soğutma için ayrı serpantinler kullanılır. Bunun nedeni ısıtma ve soğutma devresini ayrı ayrı kontrol edebilme imkânı sağlamasıdır. Soğutma vanası üç-yollu vana olup oransal biçimde çalışmalıdır. Soğutulmuş suyun gereği kadarını serpantinde dolaştırır geri kalanını doğrudan dönüş hattına yollar. Klasik yüzer kontrol yöntemi (floating) oransal çalışma kadar hassas değildir. Oransal çalışan bir vana %1'lik dilimlerle dahi çok hassas bir şekilde kontrol edilirler. Ayrıca operatör bilgisayar ekranından vana pozisyonu da görülebilir ve manuel değiştirilebilir.

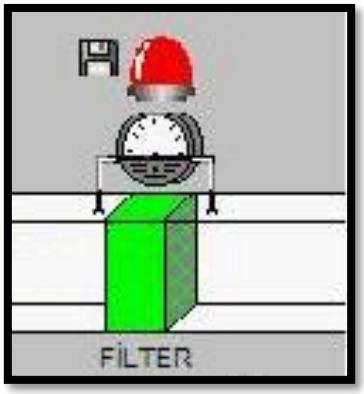


***Şekil-7.27** Soğutma bataryası ve vanasının ekran görüntüsü [4]*

7.6.4 Filtre Kirlilik Bilgisi

Filtrenin zamanla kirlenip, artık havayı geçiremez hale gelmesi durumunu otomasyon sistemine bildiren bu sistem yine bir fark basınç anahtarı yardımı ile DDC ye bildirilir. Bu sayede filtrelerin kirlenme durumu kolayca denetim altına alınmış olur. Özellikle elyaf filtreler belli bir kirlenmeden sonra üzerindeki toz ve partikülleri kanala bırakmaya başlar (kusma olayı) bu da legionella hastalığı açısından çok tehlikelidir. Bu nedenle santraldeki filtreler sıkı denetim gerektirir. Kirlenmeye başladığı anda temizlenmesi gerekir. Klima santrali otomasyonu bu kirliliği algılamanıza yardımcı olur. İstenmeyen pis hava şartlarının oluşumunun önüne geçer.

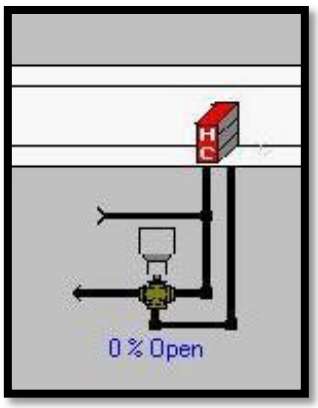
Fark-basınç anahtarının ayar değeri santral büyüklüğüne göre 120 ila 350 Pa arasında olmalıdır.



Şekil-7.28 *"Filtre kirlendi" bilgisi ekran görüntüsü [4]*

7.6.5 Isıtma Bataryası/Vanası ve Donma Koruması

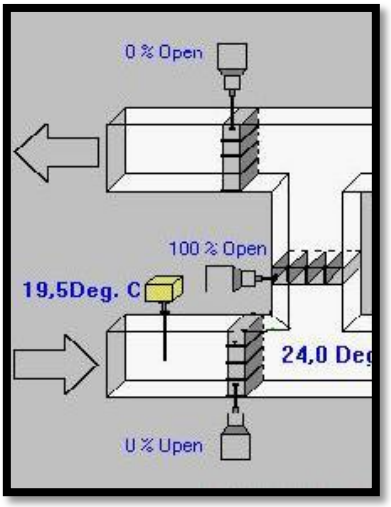
Isıtma sisteminde kullanılan vanalar strok olarak soğutma vanalarından daha güçlüdür. Çünkü sıcak suyun sistemde sirkülasyon etmesi soğuk sudan çok daha kolaydır daha akıcı ve agresiftir. Bu nedenle vana kapamalarında pistona daha fazla güç gereklidir. Oransal vana tercih edilirse çok daha hassas kontrol yapılır. Vana pozisyonu gözetlenebilir. Eğer yardımcı pompa kullanılmıyorsa üç-yollu vanalar kullanılabilir. Kış şartları soğuk geçen iklimlerde çalışacak olan klima santrallerinde donma koruması mutlaka yapılmalıdır. Aksi halde ısı serpantinleri patlayarak kullanılmaz hale gelebilir. Bu koruma genelde hassas bir donma termostatı ile yapılır DDC ye bağlı olan bu termostat, serpantine gelen hava ısısı donma noktasına yaklaşınca DDC ye sinyal vererek donma korumasını aktifleştirir. Fanlar derhal durdurulur, taze hava damperi kapatılır ve ısıtma vanası %100 açık konuma getirilerek santral içi ısıtılmış olur. Sistem "donma" alarmı üretilerek kullanıcı bilgilendirilir. Bu olaya, %100 taze havalı klima santrallerinde daha fazla rastlanır.



Şekil-7.29 *Isıtma bataryası ve vanası ekran görüntüsü [4]*

7.6.6 Taze Hava, Tahliye Havası ve Karışım Havası Damperleri

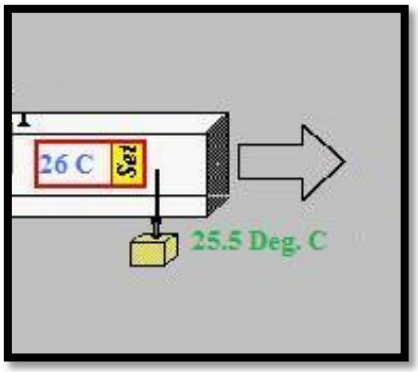
Klima santrallerinin diğer bir görevi de ortam havasının kalitesini ayarlamaktır yani gerektiği kadar dışarıdan taze hava alarak ve içerideki kirli havayı dışarıya tahliye ederek ortamın havasını uygun değerlerde tutmaktır. Bunun için gerekli olan ekipmanlar hava damperleri ve damper servo motorlarıdır. Damperlerin konumları değiştirilerek havanın akış yönleri oransal doğrultuda ayarlanır. Taze hava ve tahliye havası damperleri konum olarak aynı şekilde hareket ederler yani tahliye havası damper servo motoru, taze hava damper servo motorunu izler böylece içeriye alınan taze hava kadar, dışarıya hava tahliyesi yapılır ve ortamdaki artı basınç kaybedilmemiş olur. Simetrik şekilde çalışan karışım havası damper servo motoru ise diğer iki damperin simetriği olarak ters yönde çalışır.



Şekil-7.30 *Taze hava, egzoz ve karışım damperleri [4]*

7.6.7 Sıcaklık Değerini Ayarlama

Klima santralinin sıcaklık kontrolü besleme çıkışındaki sıcaklık duyargası aracılığıyla yapılır. Isıtma ya da soğutma vanasının kontrolü çıkış sıcaklık değeri ile set sıcaklık değeri arasında bağıntı kurularak PID (proportional, integral, derivative) kontrol algoritması yardımıyla set edilen çıkış sıcaklığını yakalamak için uygun vana pozisyonu bulunur. Kontrolör uygun vana pozisyon sinyalini vanaya referans olarak gönderir ve vana bu pozisyonu alır. Set değeri kullanıcı tarafından set kutucuğuna tıklanarak açılan nümerik pencereden girilir.



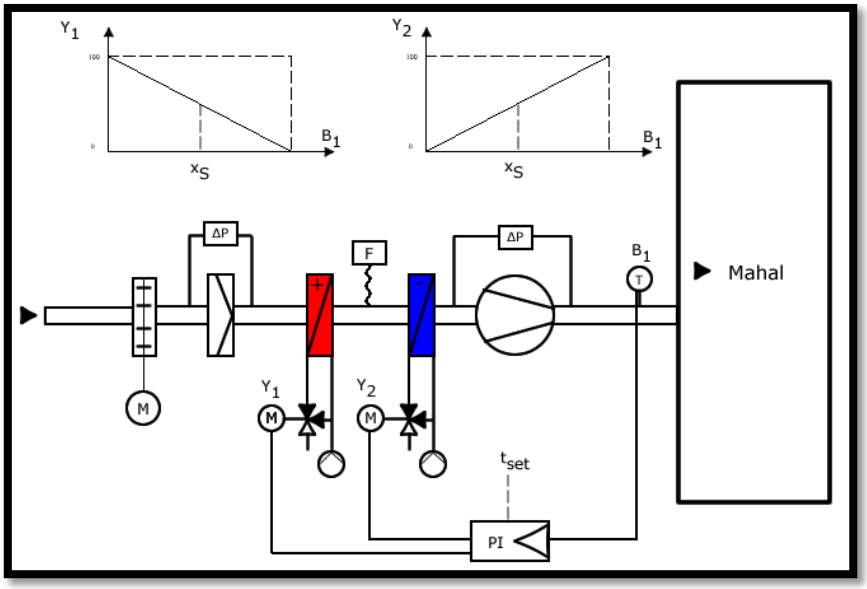
Şekil-7.31 *Sıcaklık ayar (set) değerinin gösterilmesi [4]*

7.6.8 Çalışma Örnekleri

- *Taze Hava Santrali (Üfleme)*
- *Taze Hava Santrali (Üfleme-Egzoz)*
- *Karışım Havalı Klima Santrali*
- *Karışım Havalı Klima Santrali (Entalpi Kontrolü)*

7.6.9 Taze Hava Santrali

Taze hava santrali, FAN-COIL ile mahallin kışın ısıtılması ve yazın soğutulması durumunda taze hava ihtiyacını karşılamak, mahal içerisinde artı basıncı yaratmak veya asıl klima santrallerinin şartlandırılmış taze hava ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Mahalle yaz, kış istenilen sabit sıcaklıkta hava üflenmesini sağlar.



Şekil-7.32 *Taze hava santrali [1]*

Taze Hava Santrali Otomatik Kontrol Ekipmanları

- *Üfleme havası sıcaklık hissedicisi*
- *2-3 yollu ısıtma ve soğutma bataryaları ve oransal servo motorları*
- *Yay geri dönüşlü on/off damper servo motoru*
- *Serpantin donma koruması için donma termostatı*
- *Filtre kirlendi, üfleme fanı akış bilgisi için fark basınç anahtarları.*

Çalışma Senaryosu

1. *Üfleme fanı termik arıza yok*
2. *Üfleme fanı Motor kontrol panosunda (MCC) paket şalter auto konumda*
3. *Donma termostatından don alarmı yok*

Yukarıdaki koşullar otomatik kontrol panelinden algılandıktan sonra zaman programına göre ya da bina yönetim sistemine ait olan bilgisayar, dokunmatik panel veya operatör el kumanda panelinden sistem kumanda verildikten sonra sistem otomatik kontrol senaryosuna göre çalışmaya başlayacaktır.

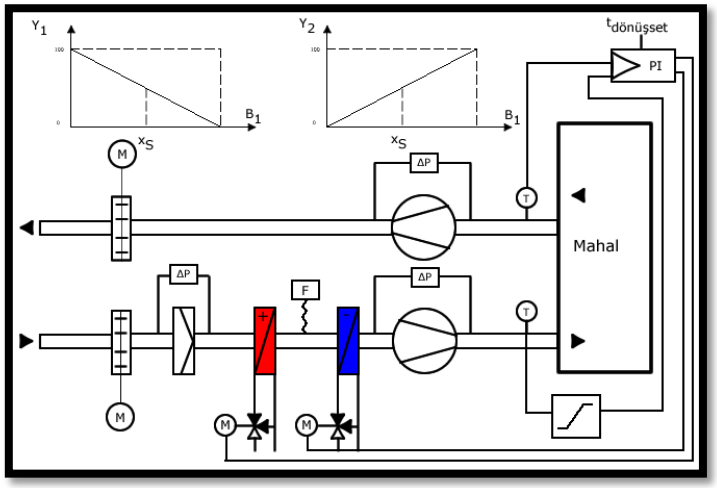
- *Sistem kumandası verildikten sonra taze hava damperi açılır ve hemen ardından üfleme fanı devreye girecektir.*
- *DDC ünite, üfleme havası sıcaklığını üfleme havası sıcaklık set değerini sağlayacak şekilde ısıtıcı veya soğutucu vanaya oransal sinyal gönderecektir.*
- *Eğer üfleme havası sıcaklık değeri üfleme havası sıcaklık set değerinden düşük ise ısıtıcı vana açma yönünde hareket edecektir.*
- *Eğer üfleme havasında soğutma ihtiyacı varsa soğutucu batarya vanası açma yönünde hareket edecektir.*

Acil Durumlar

- *Eğer donma alarmı geldiğinde, üfleme fanı durdurulur, taze hava girişindeki yay geri dönüşlü damper motoru kapatılır ve ısıtıcı vana %100 açılarak serpantindeki suyun donması engellenir.*
- *Sistem çalışıyorken üfleme fanı kumanda verilmesine rağmen fan üzerindeki fark basınç anahtarından akış var bilgisi alınamıyorsa damperler kapatılır ve fan kumandası verilmez. Bu durum muhtemel bir kayış koptu alarmı anlamına gelmektedir.*
- *Sistem çalışıyorken termik arıza alarmı alınmışsa sistem kendini kapatır ve arıza giderilene kadar bina yönetim sistemi tarafından çalıştırılamaz.*

7.6.10 Taze Hava Santrali (Egzoz Havalı)

Egzoz üniteli Taze hava santrali, mahallin kışın ısıtılması ve yazın soğutulması gibi durumunda taze hava ihtiyacını karşılamak, kullanılır. Mahalle yaz, kış istenilen ortam sıcaklığında konfor şartlarını sağlar.



Şekil-7.33 *Taze Hava Santrali (Egzoz Havalı) [1]*

Otomatik Kontrol Ekipmanları

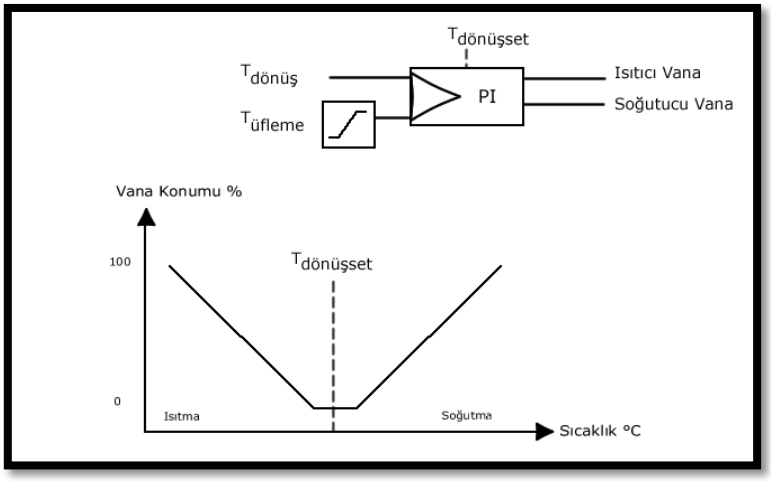
- *Üfleme ve dönüş havası sıcaklık hissedicisi*
- *2-3 yollu ısıtma ve soğutma bataryaları ve oransal servo motorları*
- *Yay geri dönüşlü on/off damper servo motorları*
- *Serpantin donma koruması için donma termostatı*
- *Filtre kirlendi, üfleme fanı ve egzoz akış bilgileri için fark basınç anahtarları.*

Çalışma Senaryosu

1. *Üfleme ve egzoz fanı termik arıza yok*
2. *Üfleme ve egzoz fanı motor kontrol panosunda (MCC) paket şalter Auto konumda*
3. *Donma termostatından don alarmı yok*

Yukarıdaki koşullar otomatik kontrol panelinden algılandıktan sonra zaman programına göre ya da bina yönetim sistemine ait olan bilgisayar, dokunmatik panel veya operatör el kumanda panelinden sistem kumanda verildikten sonra sistem otomatik kontrol senaryosuna göre çalışmaya başlayacaktır.

- *Sistem kumandası verildikten sonra taze hava damperi açılır ardından üfleme fanı daha sonra egzoz damperi açılır ve son olarak egzoz fanı devreye girecektir.*
- *DDC ünite, dönüş havası sıcaklığını dönüş havası sıcaklık set değerini sağlayacak şekilde ısıtıcı veya soğutucu vanaya oransal sinyal gönderecektir.*
- *Üfleme kanalındaki sıcaklık hissedicisi, üflenilen havanın sıcaklık değerini sınırlamak amacıyla kullanılacaktır.*
- *Eğer dönüş havası sıcaklık değeri dönüş havası sıcaklık set değerinden düşük ise ısıtıcı vana açma yönünde hareket edecektir.*
- *Eğer dönüş havasında soğutma ihtiyacı varsa soğutucu batarya vanası açma yönünde hareket edecektir.*



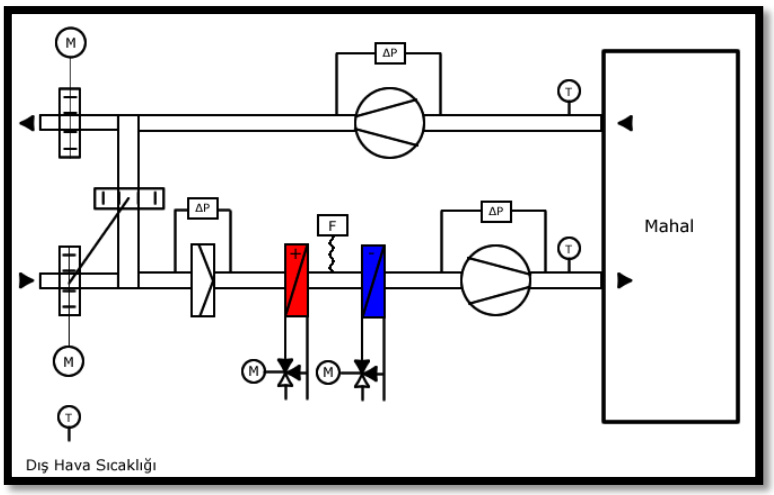
Şekil-7.34 *Taze hava santrali akış şeması [1]*

Acil Durumlar

- *Eğer donma alarmı gelirse, üfleme ve egzoz fanı durdurulur, taze hava ve egzoz girişindeki yay geri dönüşlü damper motoru kapatılır ve ısıtıcı vana %100 açılarak serpantindeki suyun donması engellenir.*
- *Sistem çalışıyorken üfleme veya egzoz fanı kumanda verilmesine rağmen fan üzerindeki fark basınç anahtarından akış var bilgisi alınamıyorsa damperler kapatılır ve fan kumandası verilmez. Bu durum muhtemel bir kayış koptu alarmı anlamına gelmektedir.*
- *Sistem çalışıyorken termik arıza alarmı alınmışsa sistem kendini kapatır ve arıza giderilene kadar bina yönetim sistemi tarafından çalıştırılamaz.*

7.6.11 Karışım Havalı Klima Santrali

Karışım havalı klima santrali, mahallin kışın ısıtılması ve yazın soğutulmasının yanı sıra taze hava ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılır. Mahalle yaz, kış istenilen ortam sıcaklığında konfor şartlarını sağlar.



Şekil-7.35 *Karışım havalı klima santrali [1]*

Otomatik Kontrol Ekipmanları

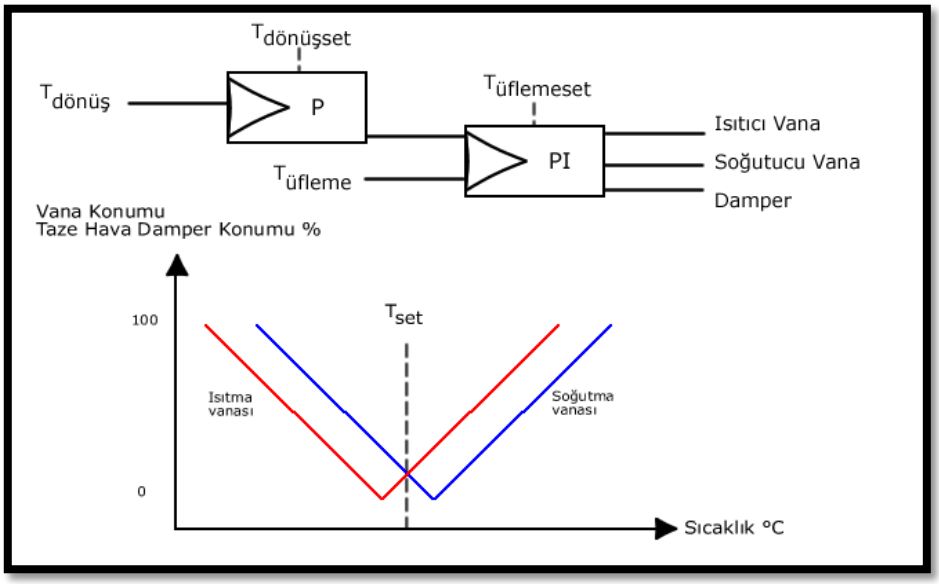
- *Üfleme, dönüş ve dış hava sıcaklık hissedicisi*
- *2-3 yollu ısıtma ve soğutma bataryaları kontrol vanası ve oransal servo motorları*
- *Oransal damper servo motorları*
- *Serpantin donma koruması için donma termostatı*
- *Filtre kirlendi, fan akış bilgileri için fark basınç anahtarları.*

Çalışma Senaryosu

1. *Üfleme ve egzoz fanı termik arıza yok*
2. *Üfleme ve egzoz fanı motor kontrol panosunda (MCC) pako auto konumda*
3. *Donma termostatından don alarmı yok*

Yukarıdaki koşullar otomatik kontrol panelinden algılandıktan sonra zaman programına göre ya da bina yönetim sistemine ait olan bilgisayar, dokunmatik panel veya operatör el kumanda panelinden sistem kumanda verildikten sonra sistem otomatik kontrol senaryosuna göre çalışmaya başlayacaktır.

- *Sistem kumandası verildikten sonra üfleme fanı ve dönüş fanı devreye girecektir.*
- *DDC ünite dış hava sıcaklığı ve dönüş sıcaklığını karşılaştırıp damper çalışma eğrisini belirleyecektir.*
- *Dönüş havası sıcaklığını dönüş havası sıcaklık set değeri ile karşılaştırılır oluşan hata fonksiyonuna göre üfleme havası sıcaklık set değeri DDC ünite tarafından hesaplanır. Hesaplanan üfleme havası set değeri ile üfleme havası sıcaklık değeri karşılaştırılarak ısıtıcı veya soğutucu batarya vana motorları ve damper servo motoruna oransal kumanda verilir.*
- *Eğer dönüş havası sıcaklık değeri dönüş havası sıcaklık set değerinden düşük ise ortamın ısıtılması gerekmektedir. Dönüş havası sıcaklık değeri ve dönüş havası sıcaklık set değerinden oluşan hata fonksiyonu ile üfleme havası sıcaklık set değeri hesaplanır ve üfleme kanalında bulunan sıcaklık duyargası ile hesaplanan üfleme set değeri damper ve ısıtıcı vana konumlandırılması ile sağlanır.*
- *Eğer dönüş havası sıcaklık değeri dönüş havası sıcaklık set değerinden yüksek ise ortamın soğutulması gerekmektedir. Dönüş havası sıcaklık değeri ve dönüş havası sıcaklık set değerinden oluşan hata fonksiyonu ile üfleme havası sıcaklık set değeri hesaplanır ve üfleme kanalında bulunan sıcaklık duyargası ile hesaplanan üfleme set değeri damper ve ısıtıcı vana konumlandırılması ile sağlanır.*



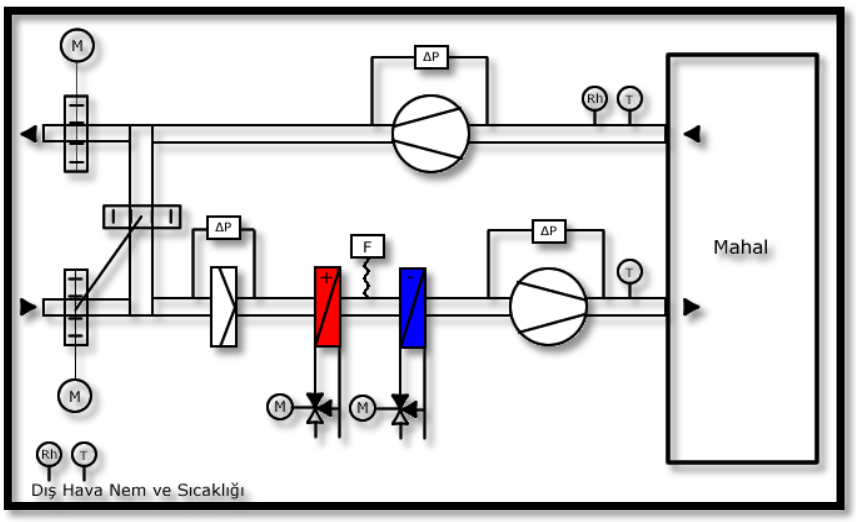
Şekil-7.36 *Karışım havalı klima santrali kontrol şeması [1]*

Acil Durumlar

- *Eğer donma alarmı geldiğinde, üfleme ve egzoz fanı durdurulur, taze hava ve egzoz girişindeki damper motoru kapatılır ve ısıtıcı vana %100 açılarak serpantindeki suyun donması engellenir.*
- *Sistem çalışıyorken üfleme veya egzoz fanı kumanda verilmesine rağmen fan üzerindeki fark basınç anahtarından akış var bilgisi alınamıyorsa damperler kapatılır ve fan kumandası verilmez. Bu durum muhtemel bir kayış koptu alarmı anlamına gelmektedir.*
- *Sistem çalışıyorken termik arıza alarmı alınmışsa sistem kendini kapatır ve arıza giderilene kadar bina yönetim sistemi tarafından çalıştırılamaz.*

7.6.12 Karışım Havalı Klima Santrali (Entalpi Kontrolü)

Karışım havalı klima santrali, mahallin kışın ısıtılması ve yazın soğutulmasının yanı sıra taze hava ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılır. Mahalle yaz, kış istenilen ortam sıcaklığında konfor şartlarını sağlar (Şekil-7.37).



***Şekil-7.37** Karışım havalı klima santrali (entalpi kontrolü) [1]*

Otomatik Kontrol Ekipmanları

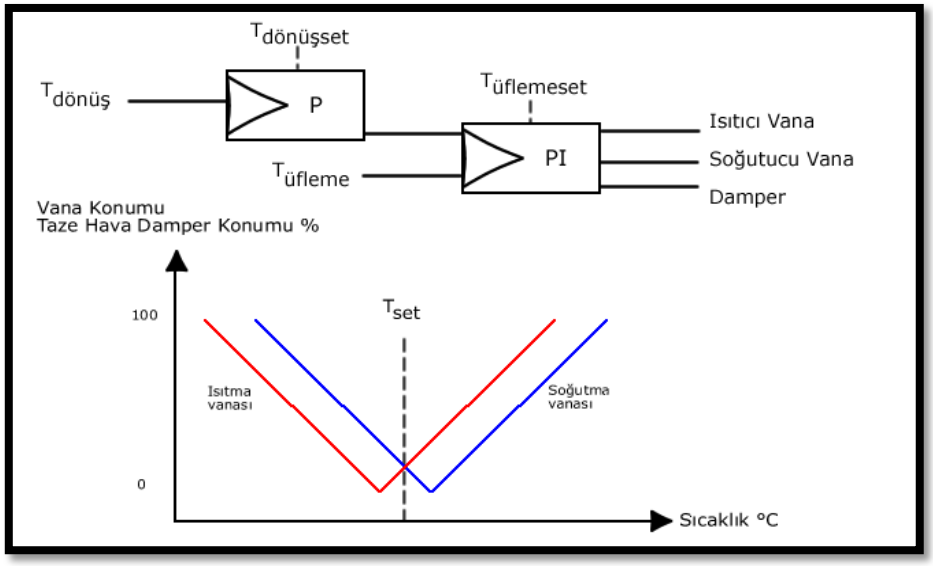
- *Üfleme, Dönüş ve Dış Hava Sıcaklık Hissedicisi*
- *Dönüş ve Dış Hava Bağıl Nem Hissedicisi*
- *2-3 yollu ısıtma ve soğutma bataryaları ve Oransal Servo Motorları*
- *Oransal Damper Servo Motorları*
- *Serpantin donma koruması için donma termostatı*
- *Filtre kirlendi, üfleme fanı akış bilgileri için fark basınç anahtarları.*

Çalışma Senaryosu

1. *Üfleme ve egzoz fanı Termik arıza yok*
2. *Üfleme ve egzoz fanı Motor kontrol panosunda (MCC) pako Auto konumda*
3. *Donma termostatından don alarmı yok*

Yukarıdaki koşullar otomatik kontrol panelinden algılandıktan sonra zaman programına göre ya da bina yönetim sistemine ait olan bilgisayar, dokunmatik panel veya operatör el kumanda panelinden sistem kumanda verildikten sonra sistem otomatik kontrol senaryosuna göre çalışmaya başlayacaktır.

- *Sistem kumandası verildikten sonra üfleme fanı ve dönüş fanı devreye girecektir.*
- *DDC ünite dış hava entalpisi ve dönüş entalpisini karşılaştırıp damper çalışma eğrisini belirleyecektir.*
- *Dönüş havası sıcaklığını dönüş havası sıcaklık set değeri ile karşılaştırılır oluşan hata fonksiyonuna göre üfleme havası sıcaklık set değeri DDC ünite tarafından hesaplanır. Hesaplanan üfleme havası set değeri ile üfleme havası sıcaklık değeri karşılaştırılarak ısıtıcı veya soğutucu batarya vana motorları ve damper servo motoruna oransal kumanda verilir.*
- *Eğer dönüş havası sıcaklık değeri dönüş havası sıcaklık set değerinden düşük ise ortamın ısıtılması gerekmektedir. Dönüş havası sıcaklık değeri ve dönüş havası sıcaklık set değerinden oluşan hata fonksiyonu ile üfleme havası sıcaklık set değeri hesaplanır ve üfleme kanalında bulunan sıcaklık duyargası ile hesaplanan üfleme set değeri damper ve ısıtıcı vana konumlandırılması ile sağlanır.*
- *Eğer dönüş havası sıcaklık değeri dönüş havası sıcaklık set değerinden yüksek ise ortamın soğutulması gerekmektedir. Dönüş havası sıcaklık değeri ve dönüş havası sıcaklık set değerinden oluşan hata fonksiyonu ile üfleme havası sıcaklık set değeri hesaplanır ve üfleme kanalında bulunan sıcaklık duyargası ile hesaplanan üfleme set değeri damper ve ısıtıcı vana konumlandırılması ile sağlanır.*

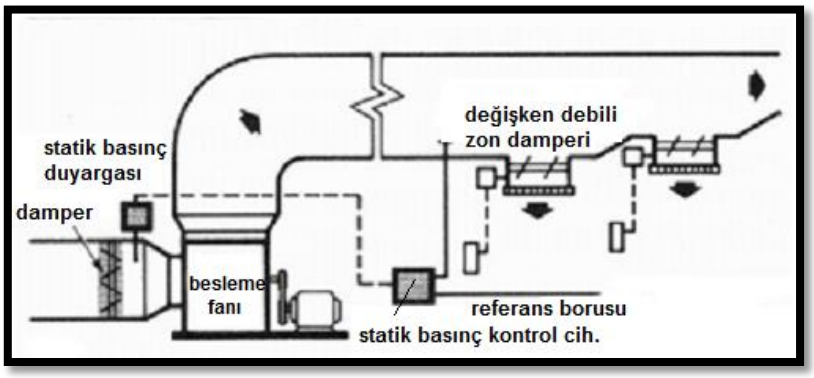


Şekil-7.38 *Karışım havalı klima santrali (entalpi kontrolü) kontrol şeması [1]*

7.6.13 Pozitif Basıncın Sağlanması

Şartlandırılan ortamda uygun bir pozitif basıncın sağlandığından emin olmak için sisteme modülasyonlu basınç kontrolü ilave edilir. Bu hissedici dönüş hava kanalına takılır. Arzu edilen statik ayar basıncından olan sapmalar egzoz hava damperinin açılıp kapanmasıyla düzeltilir.

Bazı değişken debili iklimlendirme sistemleri şekildeki gibi besleme fanının girişinde ani akıntıya karşı bir statik basınç kontrolüne sahiptir. Kontrol cihazı, besleme kanalındaki statik basıncı, rüzgârdan veya kapıların ani açılıp kapanmasından etkilenmeyen ortamın bir noktasındaki statik basınç ile karşılaştırır. Şayet basınç farkı çok fazla ise ki bu durum birçok ızgara damperinin kapanmasıyla oluşur, kontrol damper kanatlarını basınç farkını en aza indirmek için kapalı konuma doğru hareket ettirir. Bu işlem hafif yüklerde besleme fanının harcadığı enerjiyi azaltır, böylelikle işletme maliyeti azalır.

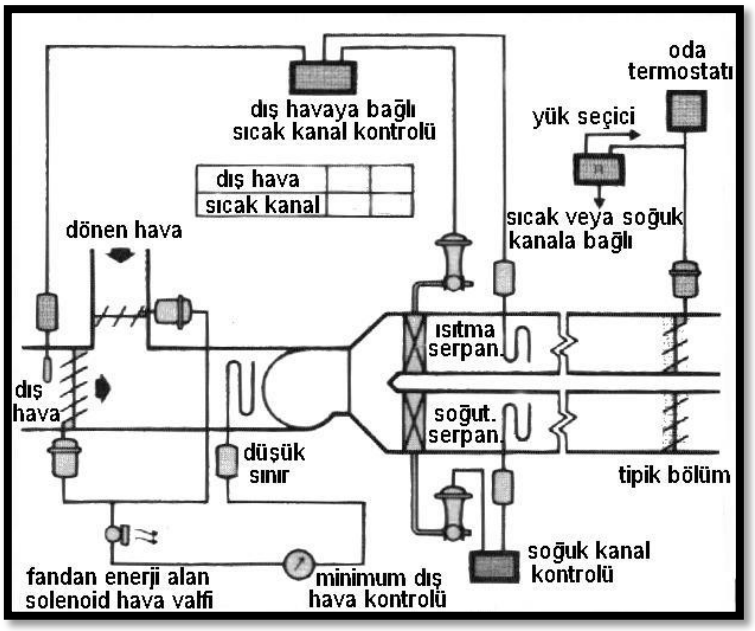


Şekil-7.39 *İç mekânlarda pozitif basıncın sağlanması [1]*

7.6.14 Çok Bölgeli (Zonlu) Kontrol

Binanın farklı kısımlarındaki değişen ısı yüklerinin dengelenmesine yardımcı olmak için sistem tek bölgeli kontrolden çok bölgeli kontrole dönüştürülebilir. Çok bölgeli sistemler genellikle çift kanallı olup kanalın birisi sıcak, diğeri ise soğuk hava kanalıdır. Her bağımsız bölgede konulan bir karışım kutusu ile istenen şartlarda farklı ortam havası elde edilebilir. Bu işlem bir oransal termostatla kontrol edilen damperler yardımıyla yapılabilir.

Şekil tipik çok bölgeli sistem için kısmi kontrol planını göstermektedir. Görüldüğü gibi sıcak kanal kontrolü giriş sinyalini dış hava (DH) hissedicisi ve sıcak kanal hissedicisinden alır, kontrol ayarı aşağıya veya yukarıya doğru ayarlanabilir. Çizimde gösterilmese de sıcak kanal kontrolü yük seçiciden gelen önemli sinyali soğuk ortamlardaki ısıtma ihtiyacını sıcak kanal kontrolünü tekrar ayarlayarak düzenler ve sıcak bölgelerdeki soğutma ihtiyacını ise soğuk kanal kontrolünü değiştirerek karşılar.



Şekil-7.40 *Çift kanal yardımıyla bağımsız bölüm (zon) kontrolü [1]*

7.7 POMPALAR VE FAN KONTROLÜ

Bu cihazların kontrol etkisi, basit açma-kapama kontrolü veya eğer bu cihazlar hız kontrolü değişken frekans sürücü ile sağlanırsa, kapasite türü olabilir.

Soğutulmuş su sistemleri, kuruldukları sistemin maksimum talebini sağlamak için tasarlanmıştır. Ancak, çok sıklıkla iklimlendirme kısmı yükte çalışır ve bu nedenle su talebi değişebilir ve tasarlandığı sistemden çok daha az olabilir. Soğutulmuş su akış kontrolünün yaygın yöntemleri aşağıdakileri içerir:

1. ***Baypas veya yönlendirme:*** *Soğutma serpantini boyunca gitmeden bir kısım sıvının geri dönüş hattına geri yönlendirildiği bu geleneksel sistemde popüler bir yöntemdir. Sistem bu görev için 3-bağlantı noktalı vana kullanır. Bu en verimsiz kontrol türüdür çünkü pompa tam kapasitede çalışmaya devam eder ve kullanılan enerjinin sadece bir kısmı yararlıdır; gerisi yönlendirmede kaybolur.*
   Kullanılan kapasite ne olursa olsun, güç tüketimi sabittir.
2. ***Vana kısma****: Bu yöntemde, 2 bağlantı noktalı vana soğutma serpantini girişinde sağlanır. Verimsiz dönemler sırasında, vana sisteme soğutulmuş su akışını kısıtlamak için kısılır. Bu aynı zamanda enerji açısından verimsizdir zira pompa ile sağlanan enerjinin bir kısmı (gelişen basınç) kısma vanasında kaybolur.*
3. ***Değişken hızlı cihazlar:*** *Bu yöntemde, pompanın hızı soğutma serpantinine soğutulmuş su talebine uygun olmak için değişir. Bir Değişken Frekans Sürücüsü enerji tasarruflu bir çözüm sağlar; akış gereksinimi her değiştiğinde, pompanın hızı otomatik olarak artabilir/ azalabilir.*

7.7.1 Santrifüj Pompaların ve Fanların Çalışma-Kontrol Prensibi

Akış değişimi, gelişen basınç ve hız ile pompanın güç tüketimi denklemler ile verilmiştir:

$$q = K\,u^2 \qquad (7.8)$$

$$N = K\,u^3 \qquad (7.9)$$

Pompanın hızını değiştirme, tüm pompaların çalışmasını düzenleyen, özellikle motor gücünün hızın küpü ile

değiştiği yasalar nedeniyle önemli enerji tasarrufu sağlar. Değişken hız pompaları kullanarak yapılabilen elektrik enerjisi tasarrufunu anlamada kritik bir faktördür.

7.7.2 Değişken Hızlı Sürücülü (VSD) Kontrol Stratejisi

VSD, sıcaklık, basınç, akış oranları ya da ayar değerlerinin günlük zamanı dâhil olmak üzere çeşitli yük girişlerine dayalı motor hızını ayarlamak için programlanabilir. Bir santrifüj pompa ile hız değişiminin etkisi hem yükseklik hem de akışı değiştirecektir. İklimlendirme sistemlerinde, sıcaklığa bağlı değiştirmek üzere akış için bir gereksinim vardır. Bu durumda, VSD hem bir sıcaklık duyargası hem de diferansiyel basınç ile kontrol edilir. Sıcaklık kontrol cihazı, ısı değiştiricisine soğutulmuş su veya sıcak su kaynağını düzenleyen kontrol vanasını hareket ettirir ve kontrol vanasının açılma ve kapanması sonucu bir sistemde basınç değişiklikleri VSD'e kontrol sinyali sağlar. Süreç uygulamalarında bazen, sıcaklık kontrol cihazı, süreç tarafından gerekli gerçek sıcaklığa göre artırmak veya azaltmak için sistemde sıcak veya soğuk sıvı akışına izin vermek için VSD'yi doğrudan kontrol eder. Akışın aynı zamanda değişken bir varlık olduğu basınç kontrolü işlemine benzerdir, ancak bir sıcaklık duyargasından sabit bir sıcaklık gereksinimi, bir basınç duyargasından bunun yerine geçer. Klima santrallerinde fan VSD kontrolleri pompalar gibi aynı felsefeyi kullanır. Bu durumda iklimlendirme sistemi alanın çok sayıda bölgesinde değişken girişli terminal kutularını (VAV) kullanır. VAV kutularında damper termostat sıcaklık okumasına göre kısıldıkça, hava kanalında oluşan basınç, sabit hava kanalı statik basıncını korumak için fanın hızını değiştiren basınç duyargası tarafından algılanır. Bu stratejiyi uygularken buna dikkat ediniz; yönetmelikler gereği minimum havalandırma gereksinimlerini sağlamak için (sabit dış hava girişleri) düzenlemeler yapınız (hız duyargası göre modülasyon taze hava damperi).

***Tablo-7.6** Karışım havalı klima santrali nokta analizi*

İSTASYON ADI: **İSTASYON YERLEŞİMİ:** **İSTASYON NO'SU:**						
NOKTA TANIMLAMASI	**MALZEME**	**ADEDİ**	**DI**	**AI**	**DO**	**AO**
Dış hava sıcaklığı		1		1		
Damper konumlandırma		3				1
Damper pozisyonu		3	3			
Karışım havası sıcaklık izleme		1		1		
Filtre kirlilik durumu		1	1			
Vana kumanda		1				1
Vana pozisyonu (Açık-Kapalı)		1	1			
Pompa çalışma durumu		1	1			
Pompa kumanda (Aç/Kapat)		1			1	
Pompa Oto/Man durumu		1	1			
Pompa termik durumu		1	1			
Donma kontrolü (Alarm)		1	1			
Vana kumanda		1				1
Vana pozisyonu (Açık-Kapalı)		1	1			
Vantilatör kayış durumu		1	1			
Vantilatör Oto/Man durumu		1	1			
Vantilatör Onn/Off kumanda		1			1	
Vantilatör termik durumu		1	1			
Nemlendirici çalışma durumu		1	1			
Nemlendirici arıza durumu		1	1			
Nemlendirici kumanda/oransal		1				1
Yüksek nem bilgisi		1	1			
Üfleme havası sıcaklığı		1		1		
Üfleme havası relatif nemi		1		1		
Dönüş havası sıcaklığı		1		1		
Dönüş havası relatif nemi		1		1		
Aspiratör kayış durumu		1	1			
Aspiratör Oto/Man durumu		1	1			
Aspiratör termik durumu		1	1			
Aspiratör On/Off kumanda		1			1	
	ALT TOPLAM		19	6	3	4

7.8 ENERJİ TASARRUFU ÖZELLİKLERİ

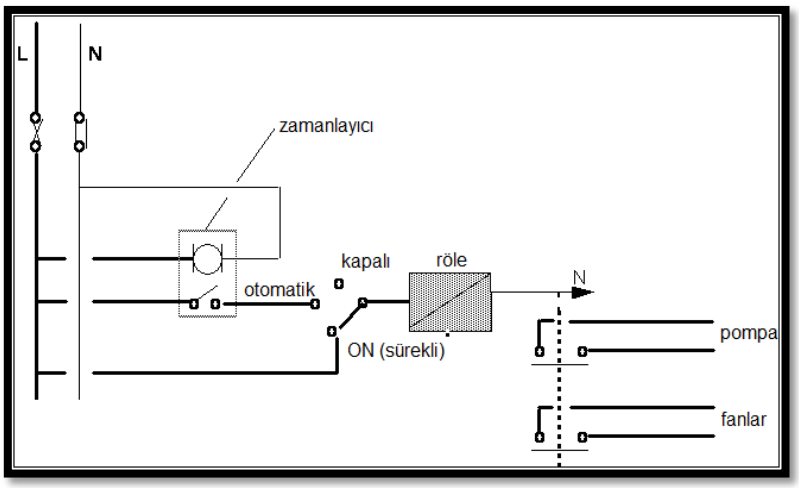
Bir binanın ısıtma, aydınlatma ve elektrik güç sisteminin yıllık işletme maliyeti oldukça önemli olabilir ve herhangi bir işte yüksek genel masraflara neden olabilir. Enerji tasarrufu binaların tasarımında önemli hale gelmiştir.

7.8.1 Zaman Kontrolü ve Enerji Tasarrufu Sağlayan Cihazlar

En iyi enerji tasarrufu yöntemi, enerjinin sadece gerekli olduğu zaman aralıklarında kullanılmasını sağlamaktır. Yoğun kullanımlı binalarda, ısıtma sistemini soğuktan başlatırken oda sıcaklıkları oluşturmak biraz zaman alabilir, bu yüzden, kontrol saati kullanım süresinden birkaç saat önce ısıtmaya getirmek için ayarlanmış olabilir. Ayrıca, ısıtma bina sakinlerinin binayı terk etmesinden daha erken bir süre kapanmak için ayarlanabilir. Kontrollerde kullanılan iki tür kontrol saati vardır:

1. *Saat mekanizması 'yay' rezervli mekanizmalı veya mekanizmasız küçük senkron motor izleme 60 Hz.*
2. *Kuvars kristali ile ayarlanan, elektronik osilatör yoluyla tahrikli sayısal saatler. Ana şebeke arızasını kapsayacak bir yedek batarya bulunabilir.*

Bunlar birkaç bağımsız anahtarlanmış devreleri kendi programlarına verebilir. Aşağıdaki diyagram zaman kontrollü bir bağlantı şemasıdır.



***Şekil-7.41** Isıtma devresinde kontrol saati ve röle [2]*

7.8.2 Optimum Başlatma /Durdurma Kontrolü

Çok sayıda binanın, değişen dış koşullara, doluluk düzeni veya kullanım şekline uyum sağlamak için değişen zamanlarda ısıtma / soğutma sistemlerini çalıştırması gereklidir.

Bina sakinleri saat 08.00'de iş için geldiklerinde, odalar konforlu sıcaklığa gelecek şekilde normal bir ofis binası kışın sabahları bir 4 saatlik ön ısıtma süresine sahip olabilir. Bu örnekteki ısıtma ekipmanı saat 04.00 'de açık konuma gelmelidir. Eğer düşük sıcaklıklar yaşanırsa, o zaman ön ısıtma süresi daha uzun olacaktır ve nispeten yüksek dış sıcaklıklar için kısa ön ısıtma süreleri yeterli olacaktır. Dış hava sıcaklığı, her gün farklı olacağından, kontrol cihazı iyileştiricisi kullanılabilir. Bir iyileştirici, ısıtma tesisinin dış hava sıcaklığına bağlı olarak her gün otomatik olarak değiştiği bir anda devreye alındığı optimum başlangıç ilkesini temsil eder. İyileştiriciler, iç mekân sıcaklık duyargaları ve su sıcaklık duyargasından gelen bilgi ile birlikte dışarıya monteli bir duyargadan gelen bir dış ortam sıcaklık sinyalini alarak çalışır.

Kullanım sırasında, bina dış sıcaklık ile değişen su sıcaklığı ile kontrol edilir. Bina boş olduğunda, dış sıcaklık donma sınırı altında olmadıkça ısıtma kapalı konuma optimize edilmiştir, donma durumunda ise ısıtma oldukça düşük seviyede açık konuma alınır. Isıtma sistemlerinin optimum kontrol avantajı, sabit zamanlı başlatmaya kıyasla enerji maliyetlerinde tasarruf sağlar.

Kullanılmayan zamanlarda, genellikle geceleri, ısıtma ayar değeri 12,77 °C'ye (gece için düşük ayar) değişir;

soğutma ayar değeri 32,22 °C'ye (gece kurulumu) değişir ve ışıklar, fanlar, soğutucular ve diğer mekanik ekipmanlar KAPALI konuma getirilir. Bu sıcaklık ayar değerleri binanın kullanımına bağlı olarak değişebilir. Örneğin, eğer bir bina saat 17.00'de boş olursa, o zaman bu iş bitimi süresinden biraz önce ısıtmayı kapatmak ve binanın soğumasını sağlamak genellikle mümkündür.

Binanın ısıl ataleti, fark edilebilir bir soğutma etkisinin oluşmasının biraz zaman aldığı anlamına gelebilir. Ortalamanın üzerindeki binalarda kayda değer bir miktarda oda sıcaklığının düşmesi 1 saat sürebilir, böylece ısıtma sisteminin 1 saatlik ısıtma tasarrufu sağlayacak şekilde bir önceki örnekte saat 17.00'daki ofis kapanış saatinden 1 saat önce kapatılması avantaj sağlayacaktır.

Bazen pompalar bir aşım süresi zamanlayıcı ile kontrol edilebilir, böylece kazan(lar) kapanabilir, pompalar ve pompa ısıyı dağıtmak ve bina genelinde eşit bir sıcaklık düşümü vermek için 15 dakika çalışmaya devam eder.

Aşağıdaki diyagram, bir ısıtma sistemindeki bir iyileştiriciyi göstermektedir. Duyargalar, vana sürücülerini hareket ettiren ve kazanları ve pompaları açıp kapatan iyileştiriciye bilgi besler.

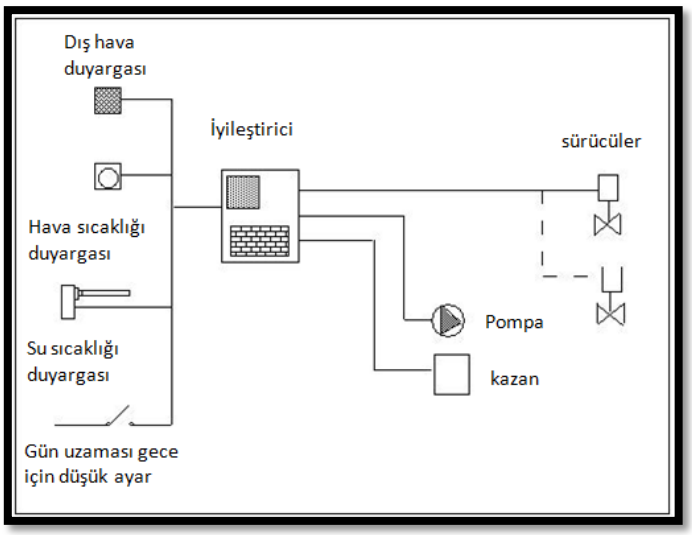
7.8.3 Görev Döngüsü

Hizmet çevrimi, açık veya kapalı küçük tahliye fanları gibi bazı yüklerin çevrimini yapan bir stratejidir. Örneğin, tahliye fanları, kullanım süresi boyunca sürekli, 20 dakika boyunca "açık" konumda çevrim yapar ve sonra 10 dakika boyunca "kapalı" konuma geçer. Bu bir sabit görev döngüsü olarak adlandırılır. Günün sonunda, "kapalı" süresi, zamanın büyük bir bölümü anlamına gelebilir.

Bu strateji yıl bazında kâğıt üzerinde büyük bir tasarruf gösterebilir ama gerçekte dikkatle uygulanmalıdır. Bu maliyet etkin olmayabilir, zira KAPALI zaman süresince tasarruf edilen para, büyük bir fanın devreye alınması için gerekli olan yüksek akıma denk düşebilir. İkinci olarak, açık ve kapalı çevrimler, motor kayışları ve diğer ekipman konusunda daha fazla bakım gerektirir.

Bu stratejinin bir değişikliği, Sıcaklık Dengeli Görev Çevrimi olarak adlandırılır. Bu strateji, elektrikli radyatörler ile kullanılır. Alanda sıcaklık 21 °C ise, ısıtıcılar 1 dakika süre ile "açık" ve 14 dakika için 'kapalı' bulunmaktadır. Alan sıcaklığı 20 °C'a düşerse, o zaman ısıtıcılar 7 dakika 'açık' ve 8 dakika boyunca 'kapalı' konumdadır.

Alan sıcaklıkları 19 °C'a düşmeye devam ederse, o zaman ısıtıcılar sürekli 'açık' konumdadır ve alanda sıcaklık ayar değerine ulaşıncaya kadar kapatılmaz.



***Şekil-7.42** İyileştirici (optimizer) kontrolü [2]*

7.8.4 Elektrik Talebini Sınırlama

Elektrik tüketimini yönetmeye çalışma, tesis sağlayıcı ve de bina sahiplerinin bir sorunudur. Elektrik kullanımı talep ayar sınırını aşarsa, tesis sağlayıcılar genellikle talep ücretleri / cezalarını uygulamaya koyar. Hatta talep sınırından tek bir sapma elektrik faturasında %30 ila %70 arası ceza anlamına gelebilir. Talepleri yönetmek için

etkili bir yol, ayar sınırlarını aşan talebi önlemek için, talebin büyüklüğünü hesaplayan ve otomatik olarak yeterli yükleri (genellikle kritik olmayan yükler) dağıtan bir Elektrik Talebini Sınırlama (EDL) programının kullanılmasıdır. Talep sınırın altına düştükten hemen sonra daha önce dağıtılan yükler hatta geri getirilir.

7.8.5 Entalpi Optimizasyonu

Soğutma sezonu boyunca, ek enerji tasarrufu, hava kaynağını seçerek gerçekleştirilebilir; toplam ısının (entalpi) en az miktarını içeren dönüş havası ya da dış hava. Entalpi, sıcaklık ve bağıl nemin bir bileşimi ile tespit edilir. Özetle, gece saatlerinde, dış ortam hava koşulları daha olumlu iken, geri dönüş havasının daha azı ve dış havanın daha fazlası çekilir. İster dönüş havası isterse dış hava olsun, soğutma serpantininin daha düşük entalpili hava ile bulunması şartıyla enerji tasarrufu sağlanır.

7.8.6 Gece Temizleme Çevrimi

Yazın kullanılan bu program, gün boyu ışıma etkisi ile binada toplanan ısının sabah saatlerindeki serin hava ile havalandırılarak soğutulmasını sağlar. Dış ortam havası kullanıldığından soğutma yükü yoktur, ek olarak binayı serinlettiği için gün boyu soğutma yükünü de azaltır. Özellikle karasal iklimin hâkim olduğu bölgelerde oldukça faydalıdır.

Soğutma sezonu boyunca, iç sıcaklık dış hava sıcaklığına göre oldukça büyükse, o zaman klima santralleri sıcak havayı bina dışına boşaltmak için gece boyunca AÇIK olabilir. Bu Gece Temizleme Çevrimi olarak adlandırılır. Bu tip serbest soğutma, ertesi sabah gerçekleşecek mekanik soğutma miktarını azaltır. Ancak, dışarıdaki havanın nemine ilişkin dikkatli olunmalıdır. Bu sorunu gidermek için, bir entalpi optimizasyon programı, sadece en düşük entalpili havanın geceleri binayı soğutmak için kullanılmasını sağlamak için oluşturulabilir. Gece temizleme çevriminin kullanılıp kullanılmaması, hava santralinin işletme maliyetine karşı sabahları mekanik soğutma çalıştırma maliyeti kıyaslanarak belirlenir.

7.8.7 Dış Hava Sıcaklık Dengelemesi

Dış ortam havasının set değerine yakın olduğu durumlarda, örneğin santral soğutma konumunda ve set değeri 23 °C olsun. Dış ortam sıcaklığı da 23,5°C olsun bu program karışım havası damperi ve taze hava damperinin konumlarını, karışım havasının sıcaklığını ölçen karışım havası sıcaklık duyargası yardımıyla santral sıcaklık setine yaklaştırmaya çalışır. PID denklemi vasıtasıyla yapılan bu işlem taze hava damperini minimum açıklık oranı setinde daha aşağı olmamak şartı ile sürekli konumunu değiştirerek dış ortamın sıcaklığı ve dönüş havasının sıcaklığı ile bir tampon bölge elde ederek ısıtma/soğutma bataryalarının üzerine düşen ısıtma-soğutma yükünü ciddi oranda azaltır. Buda doğrudan enerji tasarrufu demektir.

7.8.8 Gece-Gündüz Geçiş Programı

Gece ve gündüz geçiş saatlerinde dış hava ısısı belirli limitler dâhilinde ise cebri olarak ısıtma-soğutma yapılmaz. Isıtma-soğutma vanaları tam kapalıdır. Tamamen dış hava içeriye alınarak iklimlendirme yapılır. İçeriye alınan hava ısısı belirlenen limitler dâhilinde olduğundan konfordan ödün verilmez. Cebri soğutma yapılmadığı için bu saatlerde ısıtma-soğutma için enerji harcanmaz.

7.8.9 Geçiş Mevsimleri Programı

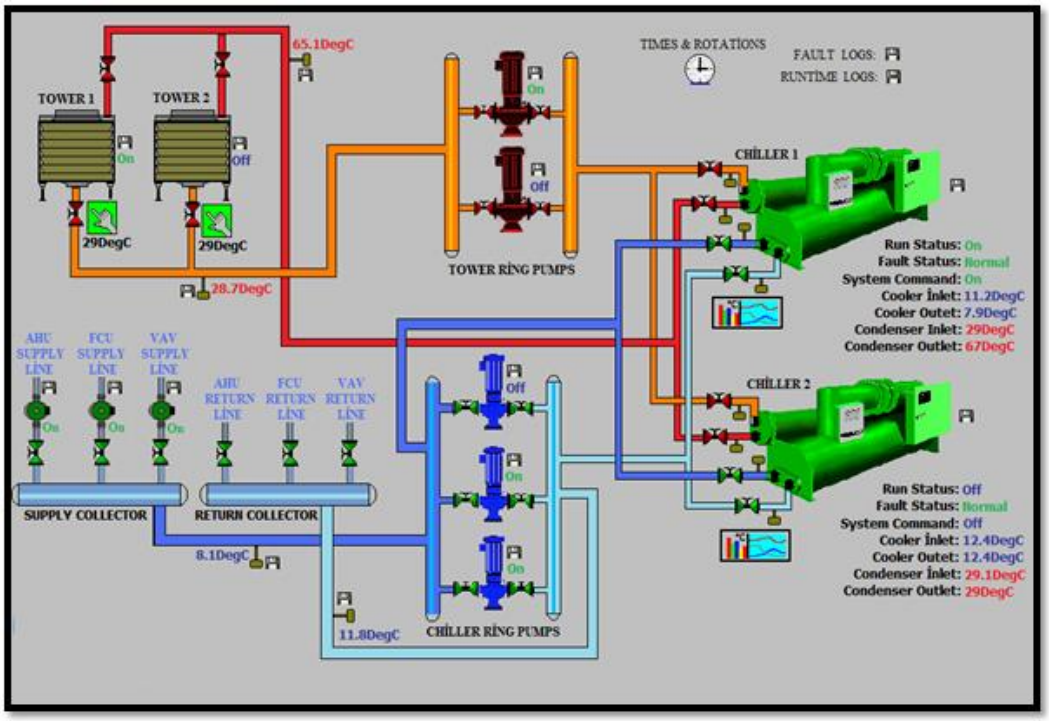
Geçiş mevsimlerinde hava sıcaklığı, çoğu zaman istenilen değere yakın seyreder. Bu mevsimler içerisinde bu program etkindir. Dış hava sıcaklığı set değerinin 1,5°C derece altında ya da üzerinde seyrederse, cebri ısıtma-soğutma yerine dış havayı kullanarak ısıtma-soğutma yapılır ve iklimlendirme yükü azaltılmış olur.

7.9 SOĞUTMA GRUBU KONTROLÜ

Ticari binalarda ve Otellerde, soğutma sistemi, genellikle merkezi sistem olarak kurulur. Merkezi sistem soğutma sistemlerinin avantajı: Tüm sistemin tek bir noktadan soğutulması ve soğutma kapasitesinin kontrolüdür. Onlarca ufak kompresör yerine birkaç tane yüksek kapasiteli kompresör ile soğutma yapılır. Ancak bu merkezi sistemlerin kontrolü ve işletimi manuel (kontrolsüz) olursa split klima sistemlerine göre hem çok daha fazla enerji tüketerek soğutma yaparlar, hem bazı zamanlarda hava sıcaklığının gerektirdiği kapasitenin

üzerinde çalıştıklarından enerji israfı yaratırlar. Bu sistemlerde ısı transferi soğutucu gaz değil de su ile yapıldığından soğutma suyunu taşıyan pompalarda ciddi miktarlarda enerji harcarlar. Suyu soğutan makinelere soğutma gurubu adı verilir.

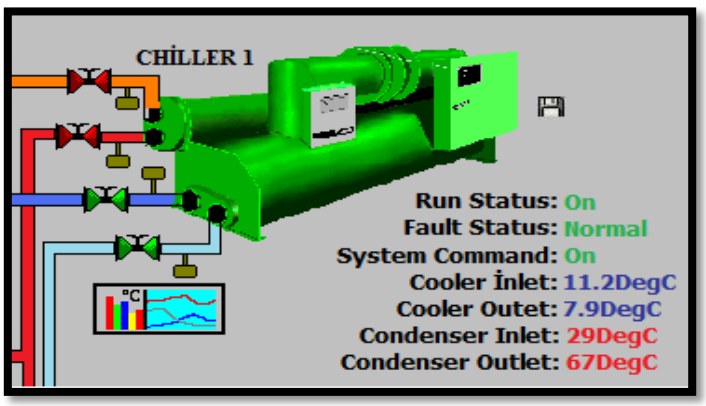
Soğutma grupları da yapılarına göre kondenseri su soğutmalı ve kondenseri hava soğutmalı olarak ikiye ayrılırlar. Su soğutmalı modelleri hava soğutmalı modellerine göre daha verimli olduğundan daha sık kullanılır. Ancak bu makinelerin kendi içerilerinde oluşturdukları ısının dışarı atılması için kule fanları ve kule fanı ile soğutma gurubunun arasında su sirkülasyonu yapmak için pompalar kullanılır. Bu sistemde kullanılan fan ve pompaların tükettikleri enerji miktarı kontrol altına alınmaz ise maalesef sistem çok külfetli hale gelecektir. Bina otomasyon sistemi ile entegre edilerek, bir soğutma grubu sistemi, çeşitli algoritmalar ve yardımcı ekipmanlar yardımıyla çok daha az enerji harcayarak soğutma yapabilir. Ve soğutma maliyetleri ciddi oranda azaltılabilir.



Şekil-7.43 *Su soğutma grubu kontrol ekranı şeması [4]*

7.9.1 Soğutma Grubu

Soğutma sisteminin merkezini oluşturur üzerindeki kompresörler aracılığıyla sistemde dolaştırılan suyu soğutmak için kullanılır. Otomasyon sisteminden kumanda edilirler. Arıza ve çalışma durumları sistemden izlenebilir. Soğutma gurubu açık protokolleri destekliyorsa istenildiği takdirde gurubun kontrol kartı ile iletişim sağlanarak çok daha fazla bilgi otomasyon sistemine aktarılabilir. Hemen hemen tüm soğutma grupları çift ayar noktası özelliğini desteklemektedir.

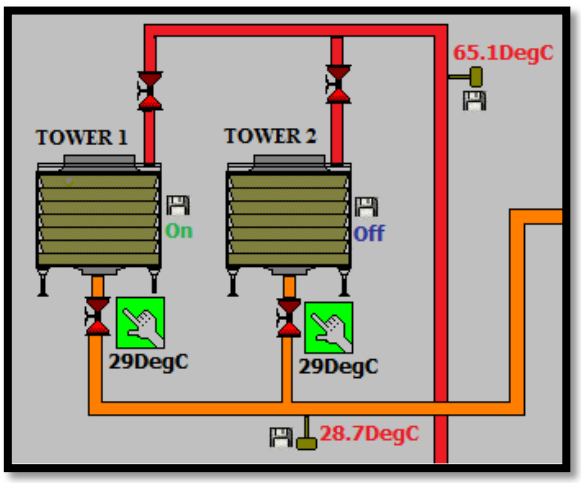


Şekil-7.44 *Su soğutma grubu (chiller) [4]*

7.9.2 Kule Fanları

Kondenserden gelen sıcak suyu hava ile karıştırarak belirli bir sıcaklığa kadar düşüren makinelerdir. Fan motoru olarak genelde çift devirli (dahlender) motor kullanılır. Fakat otomasyon firmaları bu fanlarda frekans dönüştürücüsü kullanımını ısrarla tavsiye etmektedirler.

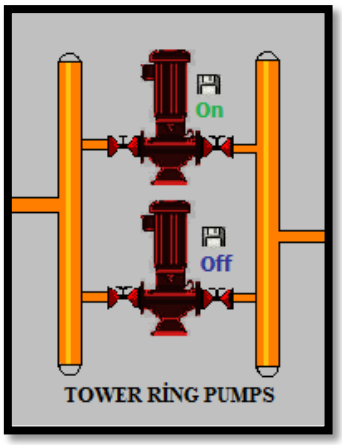
Bunun sebebi, kule fanlarında sıcaklık kontrolünün fanın devri ile oynayarak sabit kalması ancak bu sistem ile mümkün olabiliyor ve %50'lere varan enerji tasarrufları sağlanabiliyor. Ayrıca soğutma grubuna gönderilen soğutulmuş suyun sıcaklığı aynı olacağından soğutma grubu performansı da hep aynı kalacaktır. Havanın aşırı sıcak olduğu durumlarda kule motorunun sağladığı ve kule mekaniğinin kaldıracağı maksimum devire frekans dönüştürücüleri ile çıkılarak yüksek dış ortam sıcaklıklarında bile soğutma grubu performansı neredeyse hiç düşmeden soğutma devam ettirilir. Kule çıkış suyunun sıcaklığı frekans dönüştürücüsüne set edilip, set edilen sıcaklığı yakalamak için fan devri devamlı değişken olarak seyreder ve ciddi tasarruf sağlar.



Şekil-7.45 *Kule fanları [4]*

7.9.3 Kule Ring Pompaları

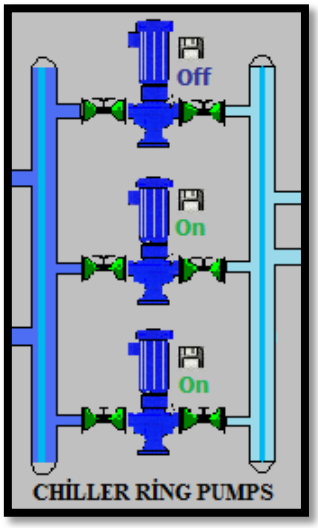
Soğutma grubu ile kule fanı arasındaki su sirkülasyonunu sağlamak için kullanılırlar. Soğutma gruplarının kapasitesine göre otomasyon sistemi tarafından devreye alınıp çıkarılırlar. Soğutma gruplarının toplam kapasitesine göre pompa sayısına bağlı olarak kapasiteye karşılık gelen pompa sayısı kadar pompa devreye alınarak, reel kapasitenin gerektirdiği kadar su kuleye basılır. Pompaları rotasyonlu çalışma şekli ile çalıştırılarak eş yaşlanmanın getirdiği uzun ömür sayesinde bakım aralıklarını uzatır. Çalışma arıza ve kumanda durumları bilgisayardan izlenip disket simgesine tıklanarak ilgili pompanın kayıt dökümü alınabilir.



Şekil-7.46 *Kule ring pompaları [4]*

7.9.4 Soğutma Grubu Ring Pompaları

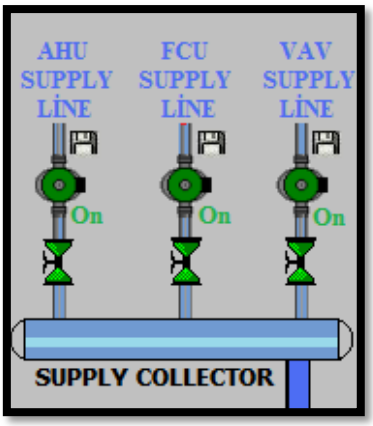
Soğutma grubu ile zon pompaları arasında su sirkülasyonunu sağlayan pompalardır. Genelde 3'lü ve 4'lü gruplar halinde kurulurlar. Soğutma grubunun evaporatöründen suyu dolaştırıp zon pompalarına iletirler. Bu pompaların emiş ve basma kolektörlerine bir fark basınç duyargası bağlayıp basınç bilgisi DDC ye aktarılır. Soğutma grubunun istediği basınç farkını PC den DDC ye set edip, DDC'nin gerektiği kadar pompanın devreye alınmasını sağlanır. Yani gereksiz pompa çalışmasının önüne geçilir ve PC'den set edilen fark basıncı en az pompa ile sağlanır. Pompaların kumanda çalışma ve arıza durumları otomasyon PC'sinden izlenip, disket simgesi tıklanarak raporlar alınabilir. Pompalar rotasyonlu çalıştırılacağından eş yaşlanma ile bakım masrafları minimuma düşer.



Şekil-7.47 *Soğutma grubu ring pompaları [4]*

7.9.5 Soğutma Zon Pompaları

Mahal soğutma cihazlarına (AHU, FCU, VAV) soğutma suyunun transferinde kullanılan pompalar genelde 2'li ve 3'lü guruplar halinde kurulurlar. Her bölgenin kendine ait bir pompa grubu vardır, böylelikle istenilen yerler ayrı ayrı soğutulabilir. Bu pompa gruplarının kolektörlerinin emiş ve basma hattına takılacak olan bir adet fark basınç duyargası ile pompalar optimum sayıda ve gereklikte çalıştırılabilir. Yani fark basınca bakılarak pompalar devreye girer ya da devreden çıkartılır bu işlemi DDC üstlenir. PC'den set edilen fark basıncı değeri pompa kontrolü ile yakalanır ya da en yakın değerde çalıştırılır. Rotasyonlu çalışma ile eş yaşlanma sağlanır ve pompa ömürleri uzar. Pompaların çalışma arıza ve kumanda durumları PC'den izlenebilir ve durum kayıtları alınabilir.



Şekil-7.48 *Soğutma zon ring pompaları [4]*

7.10 BİR İKLİMLENDİRME KONTROL SİSTEMİNİN GERÇEKLEŞME SÜRECİ

Bina yönetim sistemleri dediğimizde ilk aklımıza gelen ve projelendirme bakımından en detaylı olan kısım, Isıtma-Soğutma ve Havalandırma işlemlerinin kontrolünün gerçekleşme sürecidir. Diğer kontrol sistemlerinin yapım aşaması hemen hemen bu sisteme benzerdir ve detay bakımından daha basittir. Aşağıda iklimlendirme sistemlerinin Bina Otomasyon Sistemine alınmasının aşamalarını maddeler halinde belirtilmektedir.

1.AŞAMA

Mekanik Sistem Projelerinin Belirlenmesi:

Otomasyon sisteminin yapımına karar verdikten sonra, mekanik projenin detaylı bir şekilde irdelenmesi, tomasyona uygun olmayan kısımların düzeltilerek, mekanik projelerin revize edilmesi gerekmektedir.

Otomasyon Sisteminin Özelliklerinin ve Çalışma Senaryolarının Belirlenmesi:

Bu aşamada otomasyon sisteminin hangi özellikte olacağı belirlenmektedir. Otomasyonda hangi kontrolörlerin kullanılacağına ve hangi alt noktaların kontrol edilip izleneceğine ve hangi çalışma senaryosunun uygulanacağına karar verilmektedir.

Otomasyon Sistemine Ait Nokta Listesinin ve Prensip Şemasının Oluşturulması:

Otomasyon sisteminde izlenecek veya kontrol edilecek noktaların belirlendiği aşamadır. Nokta Bina Otomasyon Sisteminin en uç elemanıdır. Nokta kavramı gerçek veya hayali olarak ikiye ayrılmaktadır.

Binada fiziksel olarak bulunan noktalara gerçek noktalar diyoruz. Örnek olarak, üfleme havası sıcaklığı, mahal havası nemi, vantilatör anahtarlaması, pompa termik durumu, vana konumlandırma, damper anahtarlama, vb. gerçek noktalar örnek olarak verilebilmektedir.

Fiziksel olarak binada bulunmayan ancak programda yani bilgisayarda kullanılan noktalara "hayali nokta" diyoruz. Dönüş havası sıcaklık seti, mahal havası nem seti, minimum taze hava oranı seti hayali noktalara örnek olarak verilebilir.

Nokta listesinin yanında kurulacak sistemde kullanılan yapı ile ilgili bir prensip şeması hazırlanmaktadır. Bu şema ile birlikte sistemde kullanılacak noktalar görsel ve kolay anlaşılır şekilde hazırlanmış olmaktadır. Otomasyonda izlenecek veya kontrol edilecek DI (sayısal giriş), DO (sayısal çıkış), AI (analog giriş) ve AO (analog çıkış) noktaların sayıları görsel ve anlaşılır bir şekilde verilmelidir.

Şartnamelerin Hazırlanması:

Şartnamede, genel anlamda otomasyon sisteminde gerçekleştirilecek işler maddeler halinde tanımlanmaktadır. İşveren ve otomasyon işini yapan firmaya ait sorumluluklar belirlenip, bir anlamda yapılacak çalışmalarla ilgili genel bir iş programı da yapılmış olunmaktadır.

2.AŞAMA

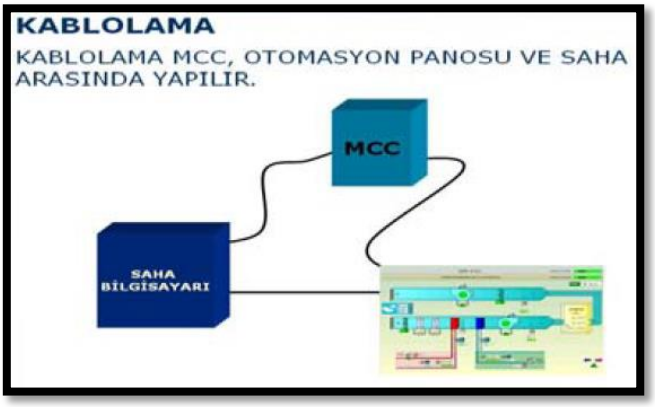
Elektrik Pano (Motor Kontrol Merkezi: MCC) Projelerin Otomasyona Uygun Halde Yaptırılması-Projelerin Kontrolü:

Mekanik sistemlerin elektrik enerjisinin sağlandığı kısım MCC panolarıdır. Bu kısımda otomasyon sistemi için MCC panolarında, uygun revizelerin yapılması gerekmektedir. Örneğin aç-kapat olarak konulan paket şalterler yerine, üç konumlu aç-kapat-otomasyon şeklinde paket şalterlerin kullanılması gerekebilmektedir.

Kablo Listelerinin Oluşturulması-Çekilmesi-Markalanması:

MCC panolarının çizimleri onaylandıktan sonra saha alt istasyonlarında bulunan panolarına ve ağda bulunan saha bilgisayarlarına verilecek numaralar belirlenmektedir. Bina Otomasyon Sistemine bağlı tüm cihaz ve sistemler için 3 harfli ve birbirinden farklı kısaltmalar belirlenir. Bilgiler derlenerek her bir nokta için çekilecek kablonun belirtildiği kablo listesi haline getirilir. Data kablosunu ve genel alt istasyon dağılımını gösteren çizimin hazırlanmasıyla bu aşama da tamamlanmış olmaktadır.

***Kablolama MCC, otomasyon panosu (Direkt Digital Kontrol:** DDC) ve saha arasında yapılmaktadır. Otomasyon panosunda (DDC) en genel anlamda sahada kullanılan kontrolörler ve giriş-çıkış modülleri bulunmaktadır.*



***Şekil-7.49** İklimlendirme sistemlerinde kablolama [3]*

Saha Süpervizörü Verilmesi-Saha Cihazlarının ve Duyargaların Montajı

Otomasyon, DDC ve MCC projeleri belirlendikten sonra, saha cihazlarının projeye uygun olarak montajının yapılması gerekmektedir. Bu amaçla uzman bir süpervizör eşliğinde saha cihazlarının ve duyargalarının montajı gerçekleştirilerek otomasyona uygun hale getirilmektedir.

Kablo Uç Bağlantıları Projelerinin Oluşturulması

Saha cihazları, MCC ve DDC cihazları arasında çekilecek olan kablo uç bağlantılarının oluşturulacağı aşamadır.

Mekanik Cihazlarına Enerji Verilerek Manuel Olarak Çalıştırılması, Sistemlere Su Verilmesi

Sistemde kullanılacak olan mekanik cihazlara sistem devreye alınmadan önce manuel olarak enerji verilip, çalıştırılmaları gerekmektedir. Mekanik sistemdeki tesisata ise (boru hattı, ısıtma serpantini, kazan, soğutma grubu, vb.) su verilerek sistemde kaçak olup olmadığı test edilmektedir.

3.AŞAMA

Otomasyon Nokta Testinin Yapılması

Bu aşamada bilgisayardan sistemdeki tüm noktalar teker teker test edilmektedir. Bu işlem esnasında otomasyon işini yapan firmadan bir kişi bilgisayar başında, en az bir kişi ise sahada bulunmaktadır.

Devreye Alma ve Test Çalışmaları

Nokta testinin tam anlamıyla yapılmasından sonra devreye alma çalışmalarına başlanmakta ve başta belirlenen program yapısına uygun olarak izlenecek yol ve kontrol edilecek noktalar sisteme dâhil edilmektedir.

Çalışma Senaryolarını Hayata Geçiren Programlamanın Tamamlanması

Sistem devreye alındıktan sonra programlama kısmına geçilmektedir. Burada kullanılan sisteme ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre programlama işlemi gerçekleştirilir. Göz önüne alınacak diğer bir unsur da yapılacak olan programlamanın enerji verimliliği yönünden de etkili olmasıdır.

Eğitim Verilmesi ve Sistemin Teslim Edilmesi

Bina otomasyon sisteminin gerçekleşme sürecinde en son olarak sistemle ilgili eğitim verilmekte ve sistemin tam olarak çalışır durumda devredildiğine dair işverenle, işi yapan otomasyon firması arasında belgeler imzalanmaktadır. Eğitim esnasında binada otomasyon veya teknik işlerden sorumlu tekniker, operatör, teknik müdür hazır bulunmalıdır.

7.11 KONTROL AĞI

Oldukça büyük iklimlendirme sistemleri herhangi bir sayıda kontrol cihazına sahip olabilir. Bunlar bir iletişim veri yolu vasıtasıyla birbirine bağlanmıştır, aynı şekilde bilgisayarlar bir Yerel Alan Ağı (LAN) oluşturmak üzere birbirine bağlanır. Veri yolu kullanıcının tüm sistemin girişleri ve çıkışları-analog ve ayrık-görmesini ve bir bilgisayar yazılım programı aracılığıyla onların işlemlerini izlemesini sağlar.

Mimari

Sistem mimarisi, genel yerel alan ağı (LAN) yapısını tanımlamak için kullanılan sistemin haritası veya düzenidir. Bu harita, operatörün sistem ile nerede arayüz oluşturduğunu gösterecektir ve sistem ile uzaktan haberleşilebilir. İletişim ağı veya LAN, birden fazla cihazın bağlandığı bir ortamdır. Bu ağ ortamı cihazların iletişim kurması, paylaşması, görüntülemesi ve bilginin çıktısını almasını ve verileri depolamasını sağlar. Sistem mimarisinin en temel görevi, DDC kontrol cihazlarını bağlamaktır, böylece bilgi aralarında paylaşılabilir.

7.11.1 Kontrol Cihazı Sınıflandırması

Kontrol cihazları kendi yetenekleri ve iletişim yöntemlerine (kontrol cihazı-kontrol cihazı) göre sınıflandırılabilir. Genel olarak, kontrol cihazları yüksek önemli (birincil kontrol cihazları ve düşük önemli) ikincil kontrol cihazları olarak sınıflandırılabilir. Seviyeler, uygulamanın önemine göre karar verilen kontrol ağı üzerindeki sistem mimarisinde kontrol cihazının nerede bulunduğunu tanımlar.

Birincil Kontrol Cihazları

Yüksek önemli kontrol cihazları normalde daha yüksek seviyeli bir ağda bulunur ve bir eş düzeyli biçimde haberleşir. Bunlar birincil kontrol cihazları olarak adlandırılır. Eş düzey şu anlama gelmektedir, kontrol cihazları bir aracı cihaza (denetleme arayüzü olarak adlandırılan) geçmeden diğer eş düzeyli cihazlarla bilgi paylaşabilir. Bu birincil kontrol cihazlarının maliyetleri 1500 $ ila 4000 $ arası ve daha fazla olabilir. Bunlar daha fazla bellek, daha ileri düzey merkezi işlemciler (CPU'lar), daha yüksek çözünürlüklü A / D dönüştürücüler, daha doğru saatlere sahiptir ve daha karmaşık kontrol stratejilerinin yanı sıra trendleri, programları ve alarmları saklayabilir.

Birincil kontrol cihazları genelde aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. *Gerçek zamanlı doğru saat işlevi*
2. *Başarılı yazılım tamamlaması*
3. *Büyük toplam nokta kapasitesi*
4. *Global stratejiler için destek*
5. *Alarmlar / mesajlar / eğilim ve çalışma zamanı veriler için arabellek*
6. *Serbest programlama*
7. *Yüklenebilir veri tabanı*
8. *Yüksek analog / sayısal çevirici çözünürlüğü*
9. *PC bağlantısı için yerleşik haberleşme arabirimi.*

İkincil Kontrol Cihazları

Düşük seviyeli kontrol cihazları normalde bir düşük seviyeli sorgulama ağı üzerinde bulunur. Bu kontrol cihazları daha sınırlı bellek ve işleme yeteneklerine sahiptir ve diğer tüm cihazlar ile haberleşmek için bir kontrol cihazı arabirim cihazı kullanması gerekir. Birçok farklı tasarım vardır ve 100 $ ila 1000 $ maliyete sahip olabilirler.

Bazıları, değişken hava hacimli kutular veya fan serpantin üniteleri gibi terminal uygulamaları için tasarlanmıştır. Diğerleri basitten orta derecede karmaşık işlem dizilerine kadar hava santralleri için kullanılabilir. Bu kontrol cihazları sınırlı belleğe sahiptir; bunlar genellikle geçmiş bilgileri (eğişimler gibi) depolamaz ve bu işlev için kontrol cihazı arayüzü dayanır.
İkincil Kontrol cihazları normalde aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. *%100 bağımsız olmaları gereli değildir*
2. *Sınırlı yazılım*
3. *Daha az toplam nokta sayısı*
4. *Serbest veya uygulamaya özel yazılım*
5. *Genellikle düşük analog-sayısal dönüştürücü çözünürlüğü*
6. *Eğilim verileri genellikle bu düzeyde saklanmaz*
7. *Yaygın uygulama, terminal ekipmanları ya da küçük santral istasyon ekipmanıdır.*

7.11.2 LAN İletişim

Kontrol cihazları ve bir ağ iletişimi üzerindeki tüm cihazlar, eş düzeyli veya sorgulama olarak tanımlanabilir.

Eş düzeyli LAN üzerindeki kontrol cihazları, birincil kontrol cihazları veya ikincil kontrol cihazları veya bir karışım olabilir.

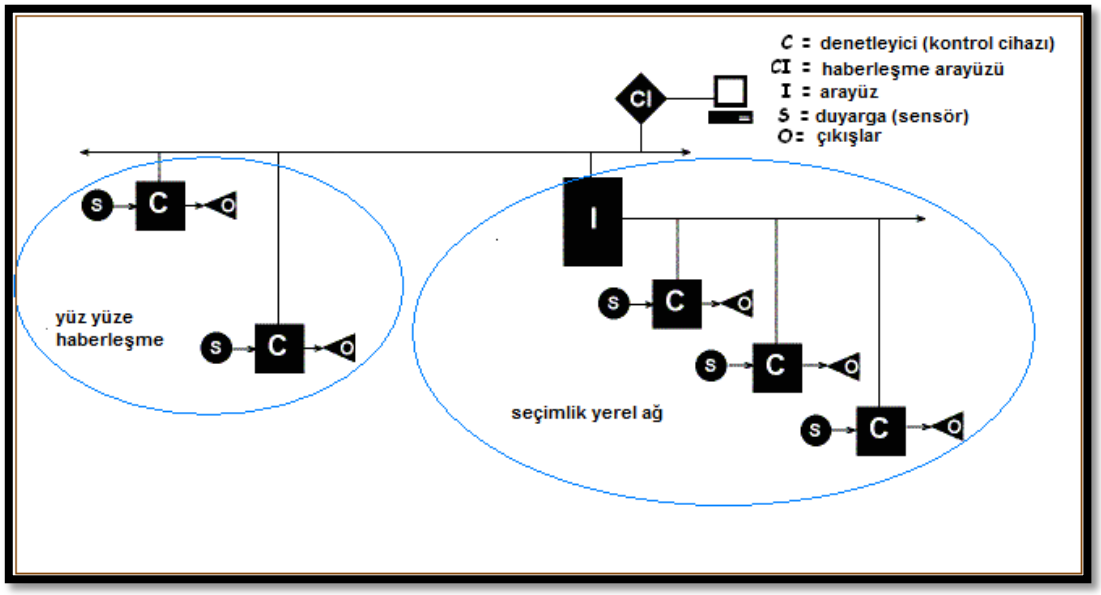
Bir sorgulama kontrol cihazı LAN'da, ayrı ayrı kontrol cihazları birbirlerine doğrudan bilgi geçemezler. Bunun yerine, veri tek bir kontrol cihazından ara yüze akar ve ardından ara yüzden diğer kontrol cihazına akar. Arayüz cihazı, sorgulama LAN kontrol cihazları arasında ve sistem mimarisindeki daha yüksek seviyeler ile haberleşmeyi yönetir. Aynı zamanda, aşağıdaki işlevleri sağlayarak sorgulama LAN kontrol cihazlarının yeteneğini tamamlayabilir: saat işlevleri; eğilim verileri, alarmlar, mesajlar için ara bellek ve yüksek dereceli yazılım desteği.

7.11.3 Haberleşme Arayüzü

İletişim arayüzü, aynı iletişim protokolünü kullanmayan cihazlar arasındaki yolu tanımlar. Bu, bilgisayarlar, modemler ve yazıcıları içerir.

Birçok sistem, bir eş düzeyli ağ haberleşmesini bir sorgulama ağı ile birleştirir. Sorgulama LAN tabanlı cihazlar eş düzeyli cihazlardan veri alabilir, ancak verinin arayüz üzerinden akması gereklidir.

Arayüz cihazı, sorgulama LAN kontrol cihazları ve sistem mimarisinde daha yüksek seviyeler arasında iletişimi yönetir.



Şekil-7.50 *Haberleşme arayüzü [2]*

7.11.4 Operatör Arayüzleri

Sistem mimarisindeki bir sonraki kritik unsur bir operatör arayüzüdür. Operatör arayüzleri şu nedenlerle gereklidir:

- *Verilere bakmak*
- *Sistemi programlamak*
- *Manüel kontrol uygulaması yapmak*
- *Uzun süreli verileri depolamak*
- *Bir dinamik grafik arayüzü sağlamak.*

Beş tür temel operatör arayüzü vardır. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- *Operatör İş İstasyonları olarak görev yapan masaüstü bilgisayarları*
- *Taşınabilir operatör İş İstasyonları olarak görev yapan dizüstü bilgisayarlar,*
- *Tuş takımı tipi likit kristal ekranlar (LCD)*
- *El konsolları / avuç içi bilgisayarlar / hizmet araçları*
- *Akıllı termostatlar*

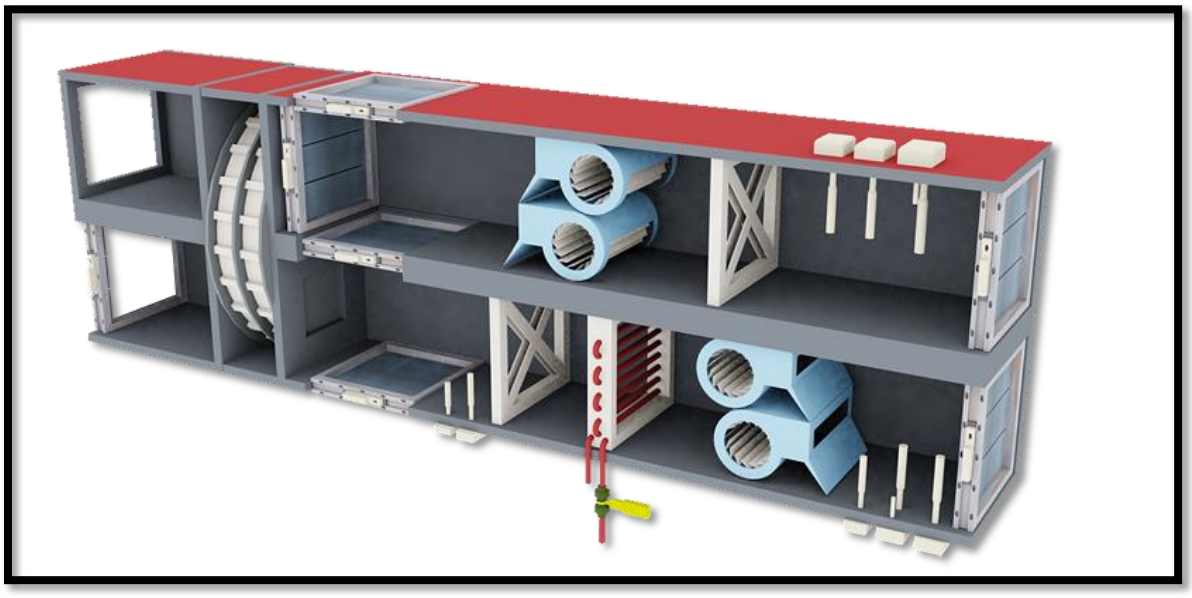
Masaüstü bilgisayarları, ana işlevi programlama, bina ve görselleştirilme sistem grafikleri, uzun süreli veri toplama ve alarm ve mesaj filtreleme olan merkezi operatör iş istasyonlarıdır. Dizüstü bilgisayarlar, tek başına duran veya başka bir cihazın içine inşa edilmiş olan bir iletişim arayüzü üzerinden LAN'a bağlanabilir. Belli bir seviyedeki LAN'a bağlı dizüstü bilgisayarı, daha yüksek bir düzeydeki LAN'a bağlı bir bilgisayarla aynı yeteneğe sahip olmayabilir.

Tuş takımı likit kristal ekranları (LCD) genellikle, nokta izleme ve kontrol ile sınırlıdır. Onların, bir ayar değerini veya zaman programını değiştirme gibi bazı sınırlı programlama yeteneği olabilir.

El konsolları, avuç içi bilgisayarlar ve servis araçları, birincil veya ikincil kontrol cihazlarına bağlanan özel cihazlardır. Genellikle, nokta izleme ve kontrol, kontrol cihazı yapılandırmaları (adresleme ve iletişim kurulumu), girişler ve çıkışların kalibrasyonunu sağlarlar.

Akıllı termostatlar ek yetenekleri olan duyargalardır. Bunlar ikincil kontrol cihazları bağlanır ve nokta izleme, kontrol ve kalibrasyonu sağlamak için bir servis modu vardır. Onların ayrıca nokta bilgisini görüntülemeyi sağlayan bir kullanıcı modu, ayar değeri ayarı ve bir geçersiz kılma modu da bulunmaktadır.

7.12 KLİMA SANTRALİ (AHU) OTOMASYONU UYGULAMALARI



***Şekil-7.51** Klima santrali şeması*

7.12.1 Klima Santralinin Çalıştırılması

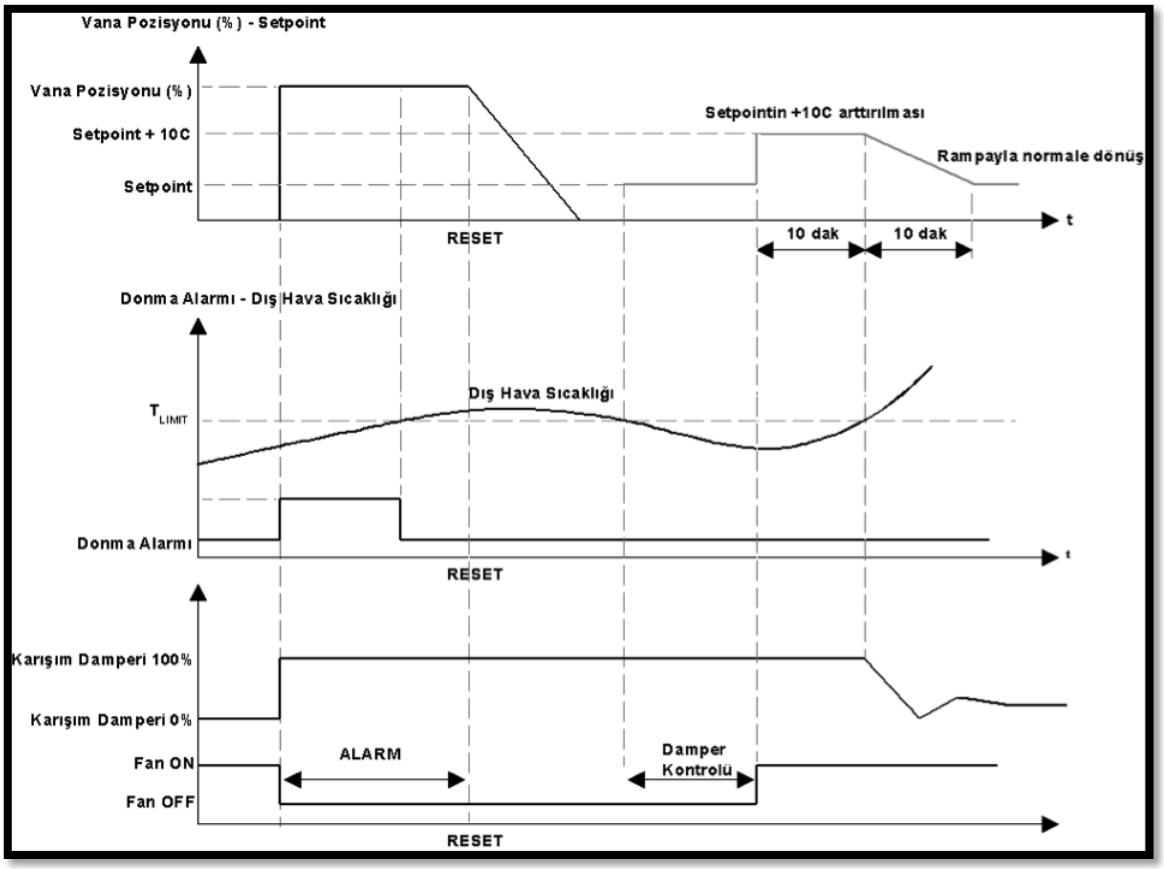
Klima santrali MCC panelinde bulunan MAN-0-AUTO şalteri vasıtasıyla Manual veya Otomatik olarak devreye alınabilir. Fanın manual olarak devreye alınması durumunda fana çalış komutu verilmediği halde fan status bilgisinin ON okunması sebebiyle ekranda FAN ON alarmı verilir ve operatör uyarılır.

Klima santrali MCC üzerinden AUTO'ya alındığında sistem zaman programından gelecek ÇALIŞ komutuyla devreye girer. Zaman programı ÇALIŞ komutunun tarihi ve zamanı merkez bilgisayardan girilir.

7.12.2 Donma Koruması

Donma termostatından gelecek bir donma bilgisi sonucunda klima santrali fanları durdurulur, taze hava ve egzoz damperleri kapatılır ve ısıtma vanası 100% açılır. Bu durum donma termostatından gelen donma bilgisi süresince devam eder.

Donma koruması ayrıca dış hava sıcaklığı izlenerek de devreye girer. Klima santralinin devreye girmesi sırasında taze hava sıcaklığının 6°C'nin altında olması durumunda; klima santrali, dönüş damperinin %100, taze hava ve egzoz damperlerinin %0 konumu aldığı 10 dakikalık baypasa zorlanarak donma tehlikesinin önlenmesi sağlanır. 10 dakika süren bypass modundan normal çalışmaya geçildiğinde sisteme soğuk taze hava alınmasıyla beraber tekrar donma alarmının oluşmaması için üfleme sıcaklığı set değeri 10°C arttırılır. Bu artış dakikada 1°C olacak bir rampa fonksiyonu ile normal değere düşürülür.



Şekil-7.52 *Klima santrali kontrol senaryoları*

Donma termostatından donma alarmı gelen santral, donma alarmı resetlenmeden normal çalışma periyoduna dönemez. Bunun için her kontrolörde o kontrolöre bağlı tüm cihazların alarmlarını resetlemek üzere yaratılmış olan RESET noktasının manual'e alınıp RESET komutu verilmesi gerekmektedir. Bu da operatörün alarmı görüp kontrol etmeden sistemin tehlikeli bir start-up'a girmesini engeller. RESET noktası 10 saniye sonra tekrar otomatik konumuna döner.

7.12.3 Optimum Start Parametreleri

Sistem 3 günlük süreler zarfında dış hava sıcaklığının ortalamasını alır ve her zaman programı komutundan önce mahaldeki VAV cihazlarının mahal sıcaklık duyargalarından aldığı mahal sıcaklığı değeri ve dış hava sıcaklığına göre optimum start süresini kendi belirler. Optimum start, 3 gün süresince ortalaması alınan dış hava sıcaklığı 18°C'den ve ortalama mahal sıcaklığı mahal set değerinden düşükse ısıtma yönünde, dış hava sıcaklığı 18°C' den ve ortalama mahal sıcaklığı mahal set değerinden yüksekse soğutma yönünde başlar ve mahal sıcaklığı, mahalle atfedilen ayar noktasının 62°C civarına getirilene kadar devam eder. Optimum start süresince karışım damperi %100, taze hava ve egzoz damperi %0 konumunda kalır.

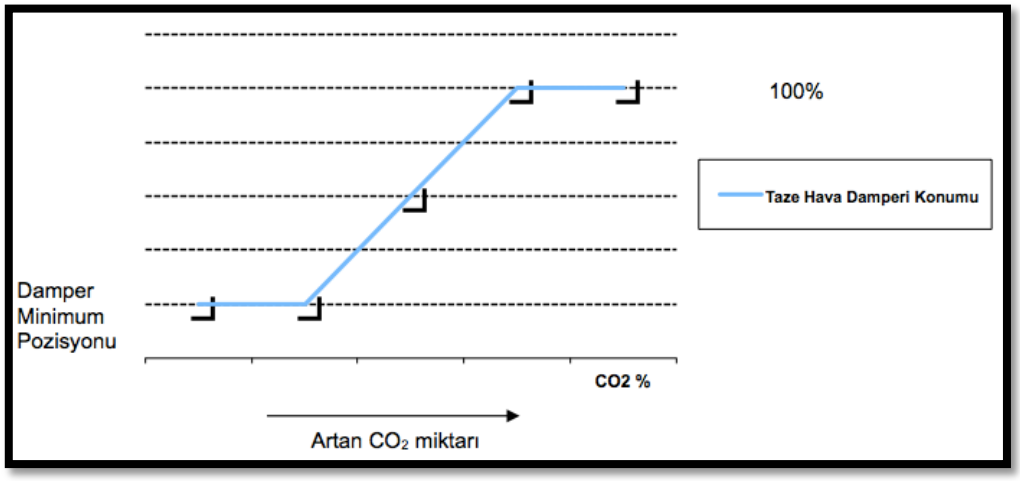
7.12.4 Normal Çalışma

Zaman programından ÇALIŞ komutu verildikten damper açma süresi kadar (2 dakika) sonra klima santrali devreye girer.

7.12.4.1 Minimum Taze Hava Damperi Pozisyonu

Diğer sistemlerden farklı olarak değişken hızlı santrallerde minimum taze hava damperi pozisyonunun sabit bir değer olması mümkün değildir. Sabit damper pozisyonu yerine taze hava kanalında minimum taze hava debisi kontrolü yapılır. Minimum debiye göre tayin edilen minimum damper pozisyonu klima santralinin normal çalışması esnasındaki minimum taze hava damperi pozisyonu olur ve hız değiştikçe damper pozisyonu oransal olarak tekrar sisteme uyarlanır.

Ayrıca dönüş kanalına monte edilmiş olan CO_2 duyargası vasıtasıyla mahal CO_2 değeri ayar noktasından uzaklaştıkça taze hava damperi minimum pozisyonu aşağıdaki eğriye göre arttırılır ve böylece içeri daha fazla taze hava alınarak mahaldeki CO_2 oranı düşürülür.

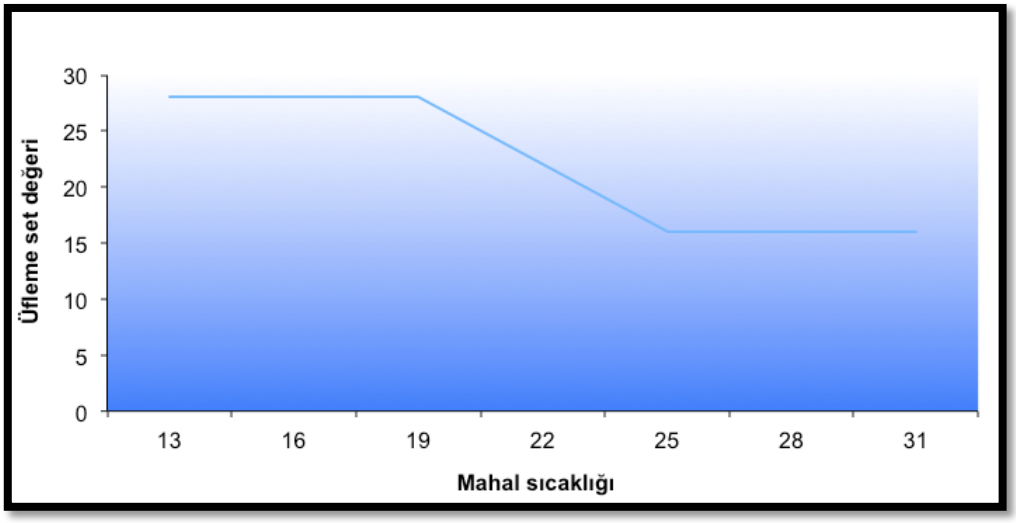


Şekil-7.53 *Minimum dış hava miktarının ayarlanması [4]*

7.12.4.2 Entalpi, Damper ve Sıcaklık Kontrolü

Klima santrali yazılımı mahal sıcaklığı set değerini yakalamak üzere çalışır. Mahal sıcaklığı dönüş havasından takip edilir. Sistem dönüş havası sıcaklığına bakarak PI kontrol vasıtasıyla bir üfleme sıcaklığı belirler.

Üfleme sıcaklığı için verilecek damper ve vana konum komutları entalpi kontrolüne ve belli bir sıralamaya dayanır. Sistem sürekli olarak taze hava sıcaklık ve nem duyargaları ile dönüş kanalına monte edilen sıcaklık ve nem duyargası ile dış hava ile dönüş havası sıcaklık ve bağıl nemlerini kontrol ederek taze hava ve dönüş havası entalpi ve mutlak nemlerini hesaplar. Enerji ekonomisi yönetimiyle, sistem ihtiyacı soğutma yönünde ve dış hava entalpisi dönüş havası entalpisinden küçükse sistem soğutma serpantinin yükünü hafifletmek üzere tamamen dış hava ile çalışır. Eğer sistem ihtiyacı ısıtma yönünde ise sistem sıcaklığı yüksek olan kanalın damperini açık konuma yönlendirecek şekilde komut verir.



Şekil-7.54 *Entalpi, damper ve sıcaklık kontrolü*

- *Üfleme havası sıcaklığı damper hareketleri ile sağlanamaz ise ısıtma veya soğutma ihtiyacının devamlılığı yönünde ısıtma veya soğutma vanası devreye girer. Üfleme sıcaklığının ayar noktasının altına düşmesi durumunda damperler sıcaklığı yüksek kanalın damper konumu 100% olacak şekilde konum alır. Ayar noktasının yakalanamaması durumunda ısıtma vanası açmaya başlar.*
- *Üfleme sıcaklığının ayar noktasının üstüne çıkması durumunda damperler, entalpisi düşük kanalın damper konumu taze hava damperini minimum damper pozisyonunun altına düşmeyecek şekilde 100%'e doğru konumlandırılır. Ayar noktasının yakalanamaması durumunda soğutma vanası açmaya başlar. Entalpi kontrolü vasıtasıyla gizli ısıya harcanan enerji minimuma indirilir ve enerji ekonomisi sağlanır.*
- *Sistemin ani soğutma ihtiyacı göstermesi olasılığına karşılık soğutma grubuna ani soğutma yükü yüklememek için soğutma vanası konumu belli bir hızla belirlenecektir. Buna göre soğutma vanasının 100% açıklığa ulaşması 20 dakika sürecektir. (Vana pozisyon komutu %5/dakika)*
- *Isıtma vanasının özellikle düşük dış hava sıcaklıklarındaki başlatmalarda oluşabilecek ani vana hareketlerini engellemek üzere vana komutu belli bir hızla (20% / dakika) belirlenecektir.*
- *Santral herhangi bir sebeple (zaman programından dur komutu, fan arızası, yangın alarmı veya donma koruması) duruyor ise taze hava damperi kapatılır, karışım damperi 100% konumuna yönlendirilir.*

Yukarıda belirlenen dış hava dengelemesi vasıtası ile vana hareketlerinin dış hava sıcaklığına göre sınırlanması olanaklı hale gelmektedir. Buna göre:

- *Isıtma vanası, dış hava sıcaklığı 24°C den büyük ise, açmayacaktır.*
- *Soğutma vanası, dış hava sıcaklığı 16°C düşük ise, açmayacaktır.*
- *Ayrıca dış hava dengelemesi vasıtasıyla kış mevsiminde (dış hava sıcaklığı<10°C ise) binanın ve dolayısıyla mahallerin artan ısıtma yükünü karşılamak üzere üfleme sıcaklığı set değeri arttırılır (Kış dengelemesi).*

Yaz mevsiminde ise (dış hava sıcaklığı>30°C ise) hem dış hava ile iç hava sıcaklıkları arasındaki farkın muazzam boyutlara vararak konforu azaltmasını engellemek hem de binanın dolayısıyla mahallin artan soğutma yükünü azaltmak amacı ile mahal sıcaklığı set değeri arttırılır (Yaz dengelemesi).

7.12.4.3 Fan Kontrolü

Klima santrali çalış komutu verildikten damper açma süresi kadar sonra besleme fana çıkış verir. Besleme fana çıkış verildikten 30 saniye sonra egzoz fana çıkış verilir.

Üfleme fanı hız kontrolü, üfleme kanalındaki statik basıncı kanala monte edilmiş olan statik basınç duyargası vasıtasıyla takip eder. Verilen üfleme kanalı statik basıncı ayar noktasına göre frekans dönüştürücülerine referans frekansı verilir. Üfleme kanalındaki basıncın VAV damper konumlarına göre değişmesi sebebiyle statik basıncı salınıma girmeden yakalayabilmek maksadıyla fan hızı değişimleri %10/dakika olacak şekilde arttırılır

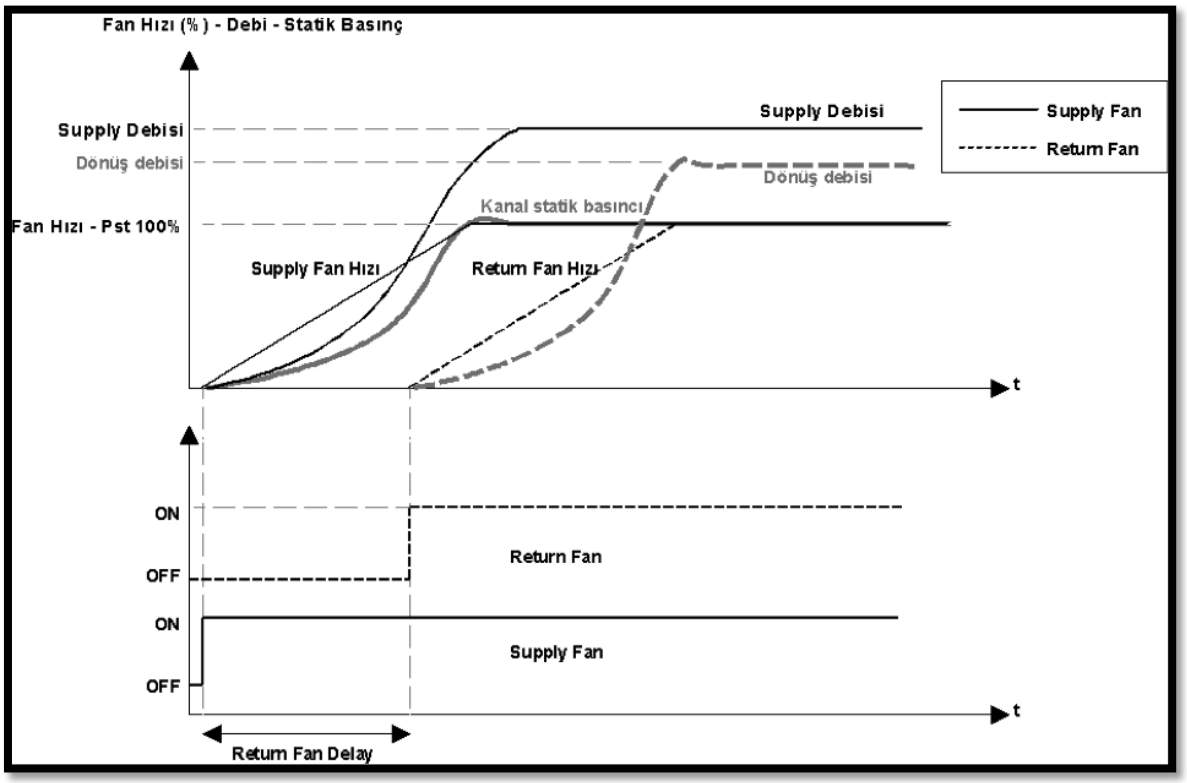
veya azaltılır. Statik basınç set değerinin salınıma girmeden yakalanabilmesi için sistem integral etkiyi devreye girme sırasında 600 saniye boyunca kullanım dışı bırakır.

Dönüş fanı hız kontrolü dönüş kanalı debisini takip eder. Dönüş kanalı debisi üfleme kanalının o anki debisinin belli bir bağıl farkı olacak şekilde yazılım tarafından hesaplanır. Bunun için üfleme kanalındaki dP duyargasından edinilen bilgiye göre hız ve debi bilgisi hesaplanır ve buna göre bir dönüş debisi belirlenir. Üfleme kanalındaki ani statik basınç değişimlerinin yaratacağı ani hız değişikliklerinden üfleme ve dönüş fanı hız kontrollerinin etkilenmemesi için debiler 1. dereceden bir filtreden geçirildikten sonra yazılım tarafından işlenir. Ayrıca dönüş fanı debi set değeri değişimleri bir rampa fonksiyonundan (%10/dak) geçirilerek belirlenir. Tüm bu işlemler sonucunda oldukça düzgün bir fan hızı kontrolü sağlanır.

Herhangi bir fan arızası durumunda klima santrali sistemi "fan arızası uyarısı" vererek durur ve resetlenene kadar tekrar devreye girmez. Eğer arıza devam ediyorsa (örnek olarak termik resetlenmemiş ise) sistem merkezden resetlense bile arıza giderilene kadar FAN OFF modunu ve FAN OFF alarmını muhafaza eder ve ekranda klima santrali çalışma modu noktasında "FAN ARIZASI" olarak gösterilir.

Herhangi bir fan arızası durumunda tüm santral durdurulacak ve resetlenmeden devreye girmeyecektir.

Klima santrali yazılımından fana çıkış verilmeden gerek MCC üzerinden gerekse Merkez bilgisayar üzerinden çıkış verilmesi durumunda sistem "FAN ON" alarmı verir. "FAN ON" alarmı kritik bir alarm değildir. Fakat fanın sistem dışı çalışması sebebiyle ekranda gösterilir ve uyarı niteliği taşır.



Şekil-7.55 *Fan kontrol senaryoları [4]*

Alarmın "Acknowledge" edilmesi sistemi resetlemez. Bunun için her kontrolörde o kontrolöre bağlı tüm cihazların alarmlarını resetlemek üzere yaratılmış olan RESET noktasının manual'e alınıp RESET komutu verilmesi gerekmektedir. Reset noktasının konum değiştirmesi (Manual'e alınıp RESET komutu verilmesi) sonucunda alarm durumu devam etmeyen noktalar normale döner. Reset noktası 10 saniye sonunda tekrar otomatik OFF konumuna döner.

7.12.4.4 Gece Havalandırması

Sistem zaman programından verilmiş olan komutları sürekli olarak kontrol eder ve aşağıdaki şartlar sağlanmışsa ÇALIŞ komutundan 4 saat önce sistemin soğutma yükünü hafifletmek üzere entalpi kontrolü de uygulayarak gece havalandırması moduna girer.

- *Mahal sıcaklığı 20°C'den büyük ise,*
- *Dış hava sıcaklığı 12°C den büyük ise*
- *Dış hava entalpisi > dönüş entalpisi ise*
- *Mahal sıcaklığı ve dış hava sıcaklığı arasındaki fark 4°C den büyük ise gece havalandırması yapılmaz.*

Gece havalandırması için taze hava damperi ve egzoz damperi %100 konuma, karışım havası damperi %0 konumuna yönlendirilir. Fanlar %100 çalıştırılarak mahal havası soğuk dış hava ile süpürülür. Gece havalandırması başladıktan sonra yukarıdaki sıcaklık şartlarındaki değişimler 2°C'ye ulaşana kadar gece havalandırması devam eder.

Gece havalandırması modu zaman programından gelen ÇALIŞ komutu ile biter ve normal çalışma başlar.

Gece havalandırması süresince VAV cihazlarının damperleri %100 pozisyonunda tutulur.

7.12.4.5 Gece Çalışması

Klima santralinin kontrol ettiği mahallin gece şartlarında konfor şartlarından çok yüksek farklarla uzaklaşmasını ve normal çalışma başlangıcında sistemin aşırı zorlanmasını engellemek için mahal sıcaklığı VAV wall modüllerinden alınan sıcaklık bilgileri vasıtasıyla gece boyunca kontrol edilir ve aşağıdaki şartlar oluşursa gece çalışması yapılır.

- *Mahal sıcaklığı> 28°C, veya*
- *Mahal sıcaklığı <13°C ise gece çalışması yapılır. Gece çalışması mahal şartlarında 2°C'lik bir iyileşme sağlanana kadar devam eder.*

7.12.4.6 Bakım Modu

Bakım anahtarından bakım bilgisi alındığında santral çalışıyor olsa bile fanlar durdurulur, vanalar ve damperler kapatılır. Bakım modu ekranda "BAKIM MODU" olarak gösterilir.

7.12.4.7 Yangın Modu

Yangın anında karışım havalı ve geri dönüş fanlı olan santraller egzoz durumuna geçeceklerdir. Egzoz modunda:

- *Santral çalışıyor olsa bile üfleme fanı durdurulur.*
- *Taze hava ve karışım damperi kapatılır.*
- *Egzoz damperi 100% açılır.*
- *Geri dönüş fan 100% çalıştırılır.*

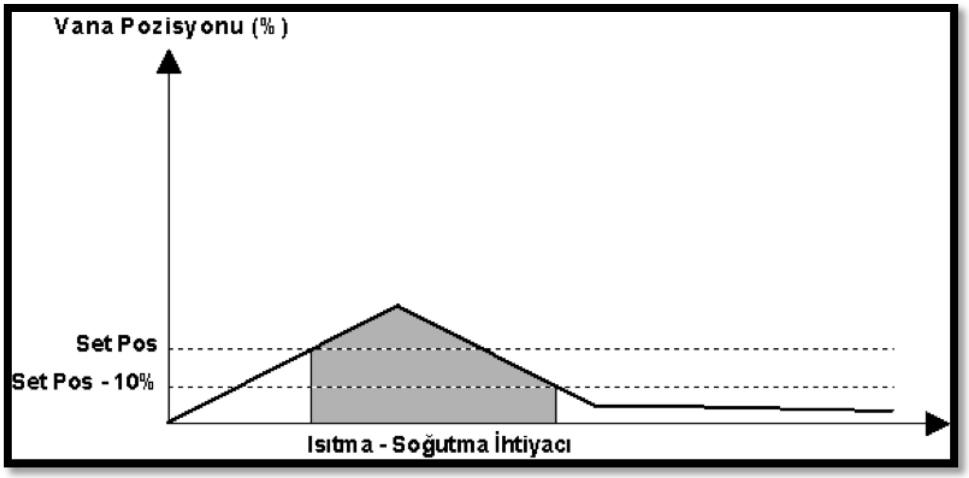
Santral egzoz modunda iken geri dönüş fandan çalışıyor bilgisi alınamasa bile sistem FAN OFF alarmı yayınlamasına rağmen fanı durdurmaz. Fan alarmı yangın alarmı normale döndükten sonra geçerlilik kazanır.

Yangın alarmı sona erdikten sonra klima santrali, damperlerin ve diğer çıkışların normale döneceği 2 dakikalık bir geçiş – transition – moduna geçer. Daha sonra zaman programından "çalış" komutu alıyor ise ve yangın modunda iken herhangi bir alarm oluşmamış ise yukarıda anlatıldığı şekilde devreye girer.

7.12.4.8 Isıtma / Soğutma İhtiyacı

Her santralde, ısıtma ve soğutma vana pozisyonları devamlı takip edilerek işletme tarafından ayarlanabilecek bir yüzdeyi aşmaları ve bu durumu belli bir süre korumaları durumunda ısıtma veya soğutma ihtiyacı belirlenecektir. Tüm klima santrallerinden toplanan bu bilgiler ilgili klima santrali ısıtma / soğutma pompalarına iletilecek ve pompaların çalışması sağlanacaktır. Santrallerden toplanan ihtiyaç bilgileri ihtiyaç arz etmiyorsa pompalar duracaktır.

İhtiyaç belirten vana pozisyonu ve aşma süresi "default" olarak %15 ve 2 dakikadır.



Şekil-7.56 *Isıtma-soğutma vana konumu*

7.12.4.9 Bina Otomasyon Ekranında Gösterilen Noktalar

- *Üfleme sıcaklığı*
- *Üfleme sıcaklığı set değeri (dengelenmiş edilmiş değer)*
- *Dönüş sıcaklığı*
- *Dönüş bağıl nemi*
- *Dönüş CO_2 oranı*
- *Minimum taze hava damperi pozisyonu*
- *Isıtma vanası komutu*
- *Soğutma vanası komutu*
- *Taze hava damperi komutu*
- *Karışım damperi komutu*
- *Egzoz damperi komutu*
- *Mahal sıcaklığı set değeri*
- *Mahal sıcaklığı set değeri (kompanze edilmiş değer)*
- *Besleme Fan on/off*
- *Besleme fan termik arıza bilgisi*
- *Besleme fan DPS bilgisi*
- *Besleme fan auto/manual bilgisi*
- *Besleme fan off alarm bilgisi*
- *Besleme fan on alarm bilgisi*
- *Besleme fan kayış koptu alarmı*
- *Besleme fan çalışma süresi*
- *Besleme fan termik arıza bilgisi*
- *Geri dönüş Fan on/off*
- *Geri dönüş fan DPS bilgisi*
- *Geri dönüş fan auto/manual bilgisi*
- *Geri dönüş fan off alarm bilgisi*
- *Geri dönüş fan on alarm bilgisi*
- *Geri dönüş fan kayış koptu alarmı*
- *Geri dönüş fan çalışma süresi*
- *Donma alarmı*
- *Filtre durumları*
- *Vantilatör Bakım Alarmı (Çalışma saatine göre)*

7.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Hüseyin BULGURCU, İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol, 308 sayfa, Doğa Teknik Yayın no: 02 İstanbul 2005.*
2. *Fundamentals of HVAC Controls, PDH Course M197, http://www.cs.berkeley.edu/~culler/cs294-f09/m197content.pdf*
3. *http://www.olquotomasyon.com/ahu.htm*
4. *http://www.airtek-tr.com/ornek-uygulamalar/mekanik-hvac-isitma-sogutma-havalandirma-sistemleri-otomasyonu/klima-santrali-ahu-kontrolü/*

BÖLÜM-8
ISITMA SİSTEM KONTROLLERİ

Hazırlayan
Hüseyin BULGURCU

8.1 GİRİŞ

Binalar için ısıtma sistemlerinin seçiminde farklı faktörler belirleyici olabilmektedir. Bu faktörler arasında örnek olarak, binanın kullanım amacı, binadaki bölümlerin kullanım süreleri, mevcut ve kullanılabilir yakıt türleri, projenin bütçesi gibi kriterler yer almaktadır. Isıtma tekniği, ekonomiklik ve çevre açısından her bina için uygun çözümü bulmak amacıyla farklı ısıtma sistemi alternatifleri göz önüne alınmalı ve bunlar dikkatlice değerlendirilmelidir. Genel olarak, aynı bina için farklı ısıtma yöntemleri geçerli olabilir. Örneğin konutlarda merkezi ve bireysel ısıtma sistemleri arasında tercih yapılabilir.

Tercih yaparken göz önüne alınması gereken, ısıtma sisteminin sadece ilk yatırım maliyeti ya da işletme giderleri değil, bunlarla birlikte amortisman giderlerinin ve diğer giderlerin de değerlendirilmesiyle ortaya çıkan toplam maliyetidir. Bu nedenle, yapı projelerinin mümkün olan en erken safhalarında ısıtma sistemi tercihi üzerinde düşünülmeli ve bu aşamada uzman mekanik tesisat mühendisi devreye girmelidir. Binalarda harcanan enerjinin önemli bir kısmı ısıtma ve sıcak su hazırlamaya ayrıldığı için, özellikle enerji tasarrufu açısından düşünülecek olursa sistem tercihi konusunda erken harekete geçmek önem kazanmaktadır. Aynı zamanda, mimari projede öngörülen bina ısı yalıtımı da ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetini ve işletme giderlerini oldukça etkileyen bir faktördür.

Doğalgazın ülkemizde yayılması ve yeni gaz gelen merkezlerin sayılarının artması ile bazı merkezlerde doğalgaza dönüşüm yapılan konutlarda ve yeni yapılarda merkezi sistem yerine bireysel sisteme doğru bir gidiş gözlemlenmektedir. Burada, bireysel sistemlerin tercih edilme nedenleri arasında ısıtma konforunun ve işletme giderlerinin bireysel kontrol edilebilmesi imkânları ile bireysel ödeme isteği öne çıkmaktadır. Ancak konunun ilk yatırım maliyeti, işletme giderleri, yıpranma payı giderleri, diğer giderler ve nihayetinde toplam maliyet açısından da incelenmesi gerekmektedir.

8.2 BİREYSEL VE MERKEZİ SİSTEMLERİN TANITIMI

Konutlarda ısıtma ve sıcak su temini için ısı üretimi, dağıtımı ve tüketiminin aynı bağımsız bölüm içerisinde yapılmasına bireysel ısıtma denir. Merkezi ısıtma sistemlerinde ise, aynı amaçlarla ısı üretimi ve dağıtımı bağımsız bölümlerin dışında merkezi olarak yapılmakta, ısı tüketimi ise bağımsız bölümlerin içerisinde olmaktadır.

8.3 BİREYSEL SİSTEMLER

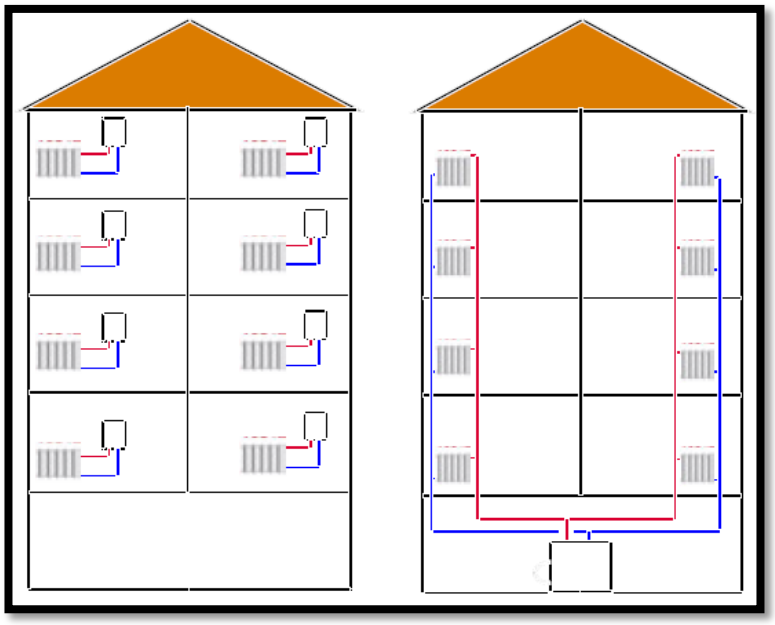
Bireysel ısıtma cihazlarına örnek olarak kombiler, kat kaloriferleri, sobalar, şömineler, şofbenler ve termosifonlar verilebilir.

8.3.1 Kombiler

- *Kombiler, mahal ısıtmasına ve sıcak su sağlamaya yönelik olarak kullanılırlar. Kombideki standart plakalı eşanjörün sıcak su konforu açısından yeterli olmadığı durumlarda, sıcak su depolamalı konfor tipi plakalı eşanjöre sahip kombilerin, tümleşik boylerli kombilerin veya ısıtıcı cihaz ve boyler kombinasyonlarının kullanılması mümkündür.*
- *Kombiler, bacalı ve hermetik olmak üzere iki farklı gövde tipinde üretilirler. Bacalı tiplerde yakma havası kombinin monte edildiği mahalden alındığı için, bu mahalde dış ortamdan taze hava girişi için yeterli büyüklükte bir menfez öngörülmelidir. Ayrıca kombinin bağlandığı bacanın uygunluğu kontrol*

edilerek bacada önlem alınmalıdır. Bacalı kombilerin monte edileceği mahallerle ilgili olarak mahallin minimum alanı, kullanım şekli gibi kısıtlamalar mevcuttur. Hermetik kombiler ise yakma havasını dış ortamdan, kendi eş eksenli baca seti üzerinden bir fan vasıtası ile emerek, duman gazlarını da yine aynı eş eksenli baca seti üzerinden ve aynı fan vasıtası ile dış ortama verirler. Bacalı kombilerde olduğu gibi bir taze hava menfezine ve bacaya gerek yoktur; bu nedenle montajı ve işletmesi daha pratiktir.

- *Kombiler yaşama mekânlarına kolayca tümleşik edilebilirler; az yer kaplarlar, kolay monte edilirler, sessiz çalışırlar ve estetiktirler. Kombilerde, baca tepme emniyeti, aşırı ısınma emniyeti, alev sönmesi durumunda gazı kapatma, donma emniyeti gibi her türlü emniyet önlemi alınmıştır. Kombiler, üretim aşamasında fabrikada çalışır vaziyette test edilmektedirler.*
- *Kademeli ya da oransal çalışan baca gazı / yakma havası fanı, düşük sıcaklık kazanı sınıfı kombiler, yoğuşma tekniği ve yanma kalitesi kontrolü gibi teknolojiler sayesinde, kombiler günümüzde artık daha yüksek verim değerlerine ulaşabilmektedirler.*



***Şekil-8.1** Bireysel ve merkezi mahal ısıtma sistemlerinin temsili şemaları*

8.3.2 Kat Kaloriferleri

- *Konutlarda kullanılan kat kaloriferleri sıvı ya da gaz yakıtlı olarak üretilmektedirler. Gaz yakıtlı olanlar, atmosferik ya da üflemeli brülörlü olabilirler.*
- *Kazan içerisinde istenilen sıcaklıkta ısıtılan tesisat suyu, bir pompa yardımıyla odalardaki radyatörlere gönderilir ve mahal ısıtması yapılır. Kat kaloriferleri bunun yanında ani su ısıtıcısı veya boyler yardımıyla sıcak su ihtiyacını da karşılayabilirler.*

8.3.3 Sobalar

- *Doğalgaz sobalarında atmosferik brülör kullanılır ve bunlar da kombiler gibi bacalı ve hermetik olarak ikiye ayrılırlar. Bacalı sobaların bacaya bağlanmaları gerekmektedir. Hermetik sobalar ise, yakma havasını dış ortamdan alıp duman gazlarını dış ortama veren özel baca setine sahiptirler.*
- *Termostatik sıcaklık ayarı, otomatik ateşleme, alev sönünce gazı kesme gibi fonksiyonları ve otomatik emniyet tertibatları vardır.*
- *Sobalarla sadece mahal ısıtması yapılabilir. Tek bir mahalle yerleştirildikleri için sadece bulundukları mahalli ve eğer konutun mimarisi uygunsa diğer komşu odaları da dolaylı olarak ısıtabilirler; bu nedenle konforu sınırlıdır. Bacaya veya dış duvara yakınlık gibi yerleştirme kriterleri kısıtlayıcı olabilirler.*
- *Dekoratiftirler, dağıtım tesisatına ve radyatörlere gerek yoktur.*
- *İlk önce en çok kullanılan odaya yerleştirilebilirler ve böylece ilk yatırım maliyetleri zamana dağıtılmış olur.*

8.3.4 Şömineler

- *Doğalgaz şömineleri de salon vs. gibi geniş alanların ısıtılmasında kullanılan mahal ısıtma alternatifleri arasında yer almaktadırlar. Dekoratiftirler ve termostatik kontrol sayesinde odayı istenen sıcaklıkta ısıtabilirler.*

8.3.5 Şofbenler ve Termosifonlar

- *Bağımsız bölümlerde bireysel sıcak su temini için kullanılırlar. Şofbenler ani su ısıtıcılarıdır, termosifonlar ise depolamalı su ısıtıcılarıdır.*

8.4 MERKEZİ SİSTEMLER

Merkezi ısıtma sistemleri ise kazanlar, brülörler, boylerler, genleşme tankları, otomatik kontrol tertibatı ve elektrik panoları, kolektörler, pompalar, karışım ve balans vanaları, bacalar gibi komponentlerden oluşurlar.

8.4.1 Üretildikleri Malzemeye Göre Merkezi Isıtma Cihazları

8.4.1.1 Çelik Kazanlar

- *Kazan gövdesi genelde tek parçalı üretilmekle beraber, parçalı üretim / yerinde birleştirme de mümkün olabilmektedir. Burada üretici firmanın kalite kontrol süreçleri ve garanti şartları önem arz etmektedir.*
- *Kazanın büyük su hacmi ve geniş su temas yüzeyleri sayesinde kazan içerisinde iyi bir iç dolaşım sağlanır; bu nedenle bir kazan devresi pompasına ihtiyaç duymazlar. Aynı nedenle, brülör şalt sayısı ve buna bağlı olarak brülör devreye girerken atmosfere verilen zararlı gaz miktarlarının toplamı daha az olduğundan çevreyi korurlar.*
- *Çelik malzeme ısıl gerilmelere karşı daha dayanıklıdır.*
- *Çelik malzemenin yüzey pürüzlülüğü az olduğundan, kazanların duman gazı ve su taraflarındaki iç dirençleri düşüktür. Minimum su debisi şartı yoktur.*
- *Çelik malzemenin ısıl ataleti az olduğundan, kazan suyunun sıcaklık kontrolü sorunsuzdur. Çelik kazanlar, işletme parametrelerinde yapılan değişikliklere hızlı cevap verebildiklerinden otomasyona daha uygundurlar.*
- *Her kapasite için optimize edilmiş farklı yanma odası geometrisi tasarımı brülör ayarını ve alevin yanma odasına uyumunu kolaylaştırır.*
- *Yüksek ısıl kapasitelerde üretilebilirler. 20 MW anma ısı gücüne sahip çelik kazanlar üretilmektedir.*

8.4.1.2 Döküm Kazanlar

- *Dökme dilimli yapıları sayesinde, dilimler halinde taşınarak kazan dairesinde monte edilebilirler. Bu nedenle, dar girişleri olan kazan dairelerinde önemli avantaja sahiptirler.*
- *Aynı seri kazanlarda dilim ilavesi ile kapasite artırımı mümkündür.*
- *Korozyona karşı dayanıklıdırlar.*

8.4.2 Brülörlerine Göre Merkezi Isıtma Cihazları

8.4.2.1 Üflemeli Brülörlü Kazanlar

- *Yüksek verimlidirler. Brülörde hava / yakıt oranı ayarlanabilir, yanma dış ortam basıncından ve baca çekişinden bağımsızdır.*
- *Yüksek ısıl kapasitelerde üretilebilirler.*
- *Sıvı yakıtlı ya da çift yakıtlı brülörlerle işletilebilirler.*
- *Kazandan bağımsız olarak brülör seçimi yapılabilir.*
- *Kazanın altının sekonder hava girişi için açık kalmasına gerek yoktur. Işınım ve durma kayıpları azdır.*

8.4.2.2 Atmosferik Brülörlü Kazanlar

- *Sessiz çalışırlar.*
- *Brülörün basit yapısı ve hareketli parça sayısının az olması nedeniyle kazanın ilk yatırım maliyeti düşüktür, arıza ihtimali azdır, bakım ve onarım masrafları azdır.*

Kazanları başka kriterlere göre de sınıflandırmak mümkündür. Yaygın olarak, kullandıkları yakıtlara göre; katı, sıvı ve gaz yakıtlı kazanlar olarak sınıflandırma da yapılmaktadır. İşletme şartlarına göre; standart kazanlar, düşük sıcaklık kazanları ve yoğuşmalı kazanlar olarak da sınıflandırma yapmak mümkündür. Bunların dışında yaklaşık 70 kW'a kadar olan kapasiteler küçük, 70-1000 kW arası kapasiteler orta güç ve 1000 kW'ın üzerindeki kapasiteler ise büyük güç kazanları olarak tanımlanabilmektedir. Kullanım amacına göre; ısıtma kazanı, boyler kazanı, buhar kazanı, kızgın su kazanı vb. tanımlar da mevcuttur. Kazanlar duman gazı geçiş sistemlerine göre de iki geçişli (karşı basınçlı) ve üç geçişli kazanlar olarak sınıflandırılmaktadırlar.

8.5 BİREYSEL VE MERKEZİ SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

8.5.1 Bireysel Sistemlerin Avantajları

- *Son kullanıcı istediği konfor şartlarını diğer kullanıcılardan bağımsız olarak kendisi belirleyebilir.*
- *Son kullanıcı cihaz seçimini kendisi yapabilir.*
- *Gaz dağıtım şirketine karşı her kullanıcı kendisi sorumludur. Ortak kullanımdan dolayı oluşan ödeme sorunları yoktur.*
- *Isıtma tesisatındaki problemler nedeniyle merkezi sistemlerde olduğu gibi, bazı dairelerin yeterince ısınamamalarına rağmen diğer dairelerle aynı yakıt parasını ödemeleri mecburiyeti gibi bir sorun yoktur. Tesisattaki problemler daire sahibinin insiyatifinde daha hızlı giderilebilir.*
- *Son kullanıcı konutta kullanmadığı odalar ve evde bulunmadığı zamanlar için yakıt parası ödemez.*
- *Son kullanıcı bireysel faturalama nedeniyle enerji tasarrufuna daha fazla dikkat edebilir.*
- *Yakıt masraflarının apartman yönetimince tek elden takibi ve tahsilâtı gerekli değildir. Isıtma sisteminin işletme, bakım ve onarım takibinin apartman yönetimince yapılmasına gerek yoktur.*
- *Isı üretimi, dağıtımı ve tüketimi aynı daire içerisinde olduğundan, üretim ve dağıtım ısı kayıpları azdır.*
- *Isı dağıtımı aynı daire içerisinde olduğundan, merkezi sistemlerde olduğu gibi kolektörde ve kolonlarda hidrolik dengeleme (balanslama) kayıpları yoktur.*
- *Kazan dairesine gerek yoktur, binada daha fazla yer imkânı sağlar. Yaygın olarak kullanılan hermetik kombilerde bacaya gerek yoktur. Bireysel sistem az yer kaplar ve montajı kolaydır.*

8.5.2 Merkezi Sistemlerin Avantajları

- *Doğalgaza dönüşüm yapılması durumunda ya da modernizasyonda tadilatlar sadece kazan dairesinde olacaktır.*
- *İşletme, bakım ve arıza giderme, apartman sakinlerinden bağımsız olarak yönetim tarafından her zaman yaptırılabilir ve sadece kazan dairesi meşgul edilir.*
- *Ekipman kazan dairesinde olduğundan, ses, gürültü, koku, duman vb. rahatsızlık veren faktörler apartman sakinlerinden uzaktadır. Daireler içerisinde gaz dağıtımı ve ısıtma cihazı olmadığından, can ve mal güvenliği açısından risk daha azdır.*
- *Hermetik kombi bacalarının dış cephede görüntü kirliliği yaratması, bacalardan çıkan duman gazlarının diğer daireleri rahatsız etmesi ve dış cephe boyasını karartması gibi sorunlar yoktur.*
- *Baca mesafeleri kombilerden daha fazladır.*
- *Katlar ve daire duvarları arasında ısı yalıtımının olmadığı durumlarda, bireysel sistemlerde olduğu gibi komşu dairelerin kombilerinin çalışmamasından dolayı ısı kayıplarının ve yakıt tüketiminin artması, soğuk döşemelerin ve duvarların konforu bozması gibi sorunlar yoktur.*
- *Bireysel sistemlerde, mahal ısıtma ihtiyacının az olduğu dönemlerde ve küçük dairelerde, kombinin modülasyon aralığı dışında kalan düşük mahal ısıtma talebi ve sıcak su ısıtmasına göre belirlenmiş yüksek kombi kapasitesi nedeniyle uzun dur-kalk çalışma süreleri ile bundan kaynaklanan kayıp artışları söz konusu olabilir. Merkezi sistemler bu açıdan daha avantajlıdır.*
- *Sıcak su konforu bireysel sistemlerde olduğu gibi sınırlı değildir.*
- *Çok kazanlı sistemlerle yedekleme yapılarak işletme sürekliliği sağlanabilir.*
- *Isı pay ölçerler yardımı ile işletme masrafları dağılımı daha kolay yapılabilir, tasarruf bilinci teşvik edilebilir.*
- *Dönüşümlerde ve modernizasyonda alternatif enerji kaynakları gibi daha fazla sayıda seçeneğin değerlendirilmesi imkânı vardır.*
- *Ekonomik ömrü daha fazladır.*

- *İlk yatırım maliyeti, işletme giderleri ve yıpranma payı giderlerinden oluşan toplam maliyeti çok daireli binalarda daha azdır.*

8.6 ISITMA KONTROLLARI

Etkin kontrol sistemleri tesis edilmesinin ısıtma ve sıcak su sistemlerinin enerji tüketimleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Burada farklı ısıtma sistemlerine uygulanabilecek yaygın olarak kullanılan bireysel tip kontrol cihazları hakkında bilgi verilecektir.

Kontrol cihazlarının en uygun olanlarının seçimi ve montajı ile oluşacak faydalar aşağıda sıralanmıştır:

- *Enerji veriminin iyileştirilmesi*
- *İşletme masraflarının azaltılması*
- *Düşük karbon dioksit (CO2) salınımları*

Buradaki açıklamalar doğalgaz, LPG, fueloil, elektrik ve katı yakıt kullanan tüm evsel merkezi ısıtma kontrollerini kapsamaktadır.

Etkin bir kontrol sistemi özellikle eski sistemler güncellendiğinde çalışma verimini artırır, ancak aile reisleri konfor sıcaklıklarını düşürerek enerji tasarrufu yapmaya çalışırlar. Zamana bağlı ısıtma ve sıcak su kontrolü de aşırı ısınmayı azaltabilir. Yakıt fiyatları yüksek olduğundan programlı çalışma devrede kalma zamanını azaltarak işletme maliyetlerinde önemli bir fark oluşturur.

Sulu ısıtma sistemlerinin (kazan ve radyatörler) kullanım verimlerinin tatminkâr başarıya ulaşması için kontrollerin asgari standartları sağlaması çok önemlidir. Minimum kazan (boyler) verimi için ülkemizde henüz bir sınırlama olmamasına rağmen İngiltere'deki SEDBUK (Seasonal Efficiency of Domestic Boilers in UK) 2002 yılında yayınlanan Bina Yönetmeliklerine girmiştir. Bu kılavuzda önerilen kontrollerin en az ayar değeri SEDBUK verimini elde etmek olmalıdır. Hükümet destekli enerji verimliliği programlarının bir kısmı, kontrollerin bu belirtilen asgari standartları (Ev Enerji Verimliliği Programı) hedefliyor.

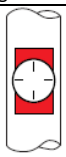
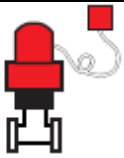
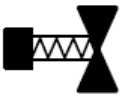
'iyi' kontrol sistemi nedir? Talep olmadıkça, kazan veya ısıtıcının çalışmaması sağlanacaktır ve sadece ısı gerektiğinde, gerekli sıcaklık elde etmek amacıyla çalıştırılmalıdır. Uygun kontrollerin seçimi, ısıtma veya sıcak su sisteminin genel işletme maliyetlerinde önemli bir rol oynar.

Kontrollerin maliyet avantajları göz ardı edilmemelidir. Kontroller daha önce kontrol olmayan bir sisteme takıldığında, eski ısıtma sistemlerinde güncelleme kontrolleri, örneğin enerji faturalarında %17 kadar tasarruf edilebilir. Bu özellikle önemlidir çünkü bir ev halkı evde kullandığı enerjinin %80'i ısıtma ve sıcak su tüketimi için kullanılır ve kontroller doğrudan bu tüketimi etkileyecektir. Ayrıca, ev enerji maliyetlerinin %50'den fazlası ve CO2 salınımlarının %65'i ortam ve kullanım suyu ısıtmasından kaynaklanır.

Bu Kılavuz sulu ısıtma sistemleri, sıcak hava sistemleri, elektrik depolama ısıtma ve sıcak su sistemleri kontrollerini açıklar. Bu iyi uygulama tavsiye sağlar ve yeni sistemler ve yükseltme hem de düşünmektedir. Aynı zamanda dış hava sıcaklık dengeleyicilerin ve en uygun bir başlama gibi daha gelişmiş kontrol işlevleri gözden geçirilecektir.

Bu kılavuz 50 kW kapasiteye kadar evsel ısıtma ve sıcak su sistemlerinin kontrolü üzerine bilgiler vermektedir. Daha büyük kapasiteli sistemlerde daha karmaşık kontrol sistemleri kullanılır.

8.6.1 Bireysel Kontroller (Şekil-8.2)

				
Timer(zamanlayıcı)	*Program Saati*	*Oda Termostatı*	*Programlı Oda Termostatı*	*Havuz Tipi Term.*
				
Donma Termostatı	*Boru Termostatı*	*Termostatik Radyatör Vanası*	*Termostatik Sıcak Su Sınırlama Vanası*	*Motorlu Vana*
				
Otomatik Baypas V.	*Sıcak Su Kontrol Paneli*	*Kazan Enerji Yönetim Paneli*	*Seçimli Elektrik Isıtma Kontrolü*	

***Şekil-8.2** Bireysel kontrol cihazları [2]*

***Zaman Saati:** Sistemin basit bir zaman kontrolü olup sadece bir devreyi anahtarlar. Kombiler için çok uygundur. Özellikle ev sahipleri tarafından ayarları değiştirileceğinden, kullanımı ve anlaşılması kolay olan tercih edilmelidir.*

***Programlayıcı:** Bir programlayıcı iki ayrı devreyi (genellikle ısıtma ve sıcak su) anahtarlayabilir. Üç temel tipi mevcuttur:*

- *Mini tipi bir programlayıcı ortam ısıtması ve sıcak suyu birlikte kontrol edebilir, ancak ısıtma ve sıcak suyu ayrı ayrı kontrol etmez.*
- *Bir standart programlayıcı ortam ısıtması ve sıcak su için aynı zaman ayarlarını kullanır.*
- *Tam bir programlayıcı ortam ısıtması ve sıcak su için tamamen bağımsız zaman ayarı yapabilir.*

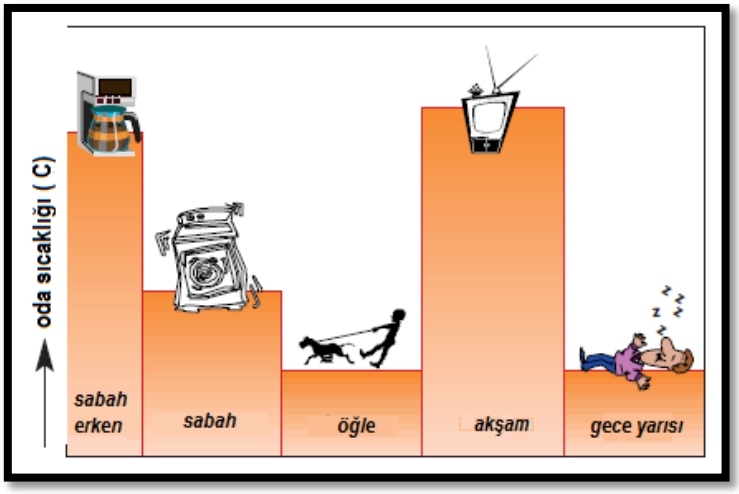
***Oda Termostatı:** Basit oda sıcaklık kontrolüdür. Birçok oda termostatları sıcaklık çevriminin daha hassas olabilmesi ve kapalı konumların uzun sürmemesi için bir hızlandırıcı (veya erken uyarıcı: antisipatör) içerir. Günümüzde kablosuz cihazlar temin edilebilmekte olup konumlandırmada büyük esneklik ve kablo görüntüsünden kurtulmamızı sağlar.*

***Programlanabilir Oda Termostatı:** Günlük veya haftalık olarak farklı zaman dilimlerinde farklı sıcaklık ayarı yapabilmemize olanak tanır. Ev sakinlerinin yaşam alışkanlıklarına çok iyi uyum sağlar. Günlük veya haftalık meşguliyet değişimleri olup olmaması önemlidir. Gece boyunca minimum sıcaklık ayarı mümkündür. Birçoğu pil destekli olup konvansiyonel termostat yerine ilave kablolama gerektirmeden takılabilir. Bir kısmında sıcak su için de zaman ayarı vardır.*

***Havuz Tipi Termostatı:** Basit olarak depolanan su sıcaklığını kontrol eder, genellikle sıcak su tarafındaki silindir sarımlıdır. Yaygın olarak su sıcaklığını kontrol etmek için motorlu vanayı sürer.*

***Donma Termostatı:** Basit olarak evsel veya kazan sistemini dondan korumak için ilave bir kontrol cihazıdır. Bir donma termostatı minimum sıcaklığı sürekli izlemesi için ev içinde uygun bir yere monte edilir.*

***Boru Termostatı:** Kazan garaj gibi ısıtılmayan alanlara monte edildiğinde boru termostatı monte edilir. Bu boru termostatı donma termostatına ilaveten soğuk havada kazanın aşırı ısınmasını ve fazla yakıt sarfiyatını önler.*



Şekil-8.3 *Bir programlanabilir oda termostatı, "standart" oda termostatına göre sıcaklık ve zaman ayarlamasıyla büyük bir esneklik ve enerji tasarrufu sağlar [2]*

Termostatik Radyatör Vanası: *Bireysel odalarda sıcaklığı sınırlar ve enerji tüketimini azaltır. Güneş ve beklenmedik ısı kazançları olduğunda oda sıcaklığını üst değerde sınırlar ve aşırı ısınmayı önler.*

Termostatik Sıcak Su Sınırlama Vanası: Kendi kendine hareketli vanalar motora gerek duymadan evsel sıcak su tanklarının su sıcaklığını sınırlamak için kullanılır. Cihaz birincil su (kazan) sıcaklığını hisseder ve ayrıca ayrı bir duyarga ile depolanan su sıcaklığını hisseder. Hazne kontrolleri elektriksel iç kazan anahtarı olmaksızın kullanılmamalı, aksi takdirde kazan istenmeyen çevrime girer.

Motorlu Vana: *Kazandan ısıtma ve sıcak su devresine giden su akışını kontrol etmek için kullanılır. İki yollu bir vana olup zon kontrolü için de kullanılır, örnek olarak uyuma alanlarında veya farklı ısıtma zamanlarında sıcaklığı düşürür.*

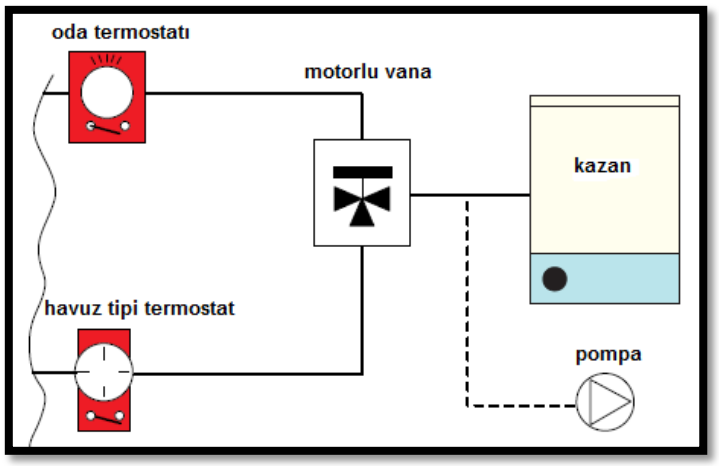
Kazan Kitlemesi: *Bu bir kontrol cihazı değildir fakat ısıtma talebi olmadığında kazan ateşlemesini önleyen bir kablo düzenlemesidir. Kazan bir oda veya Havuz Tipi termostatı (veya bir kazan enerji kontrolü) tarafından "aç" ve "kapat" komutlarıyla bağlantılı olarak devreye girip çıkarılır. Birçok durumda kilitleme da pompa çalışması için de geçerli olacaktır ama pompa aşırı çalışması için gereklilikler dikkate alınmalıdır. Kilitleme olmadan kazan kazan düzenli olarak sıcaklığa bağlı çalışıp duracak ve ihtiyaç olmadığı halde atık enerji depolayacaktır.*

Bilindik kazan sistemleri için kilitleme genellikle oda veya Havuz Tipi termostatı kazan (bazen ısı pompası) güç devresini anahtarlasın böylece motorlu vana "sonlandırma" yapsın diye düzenlenir. Kombi cihazlarında kilitleme genellikle bir oda termostatı kullanılarak gerçekleştirilir.

Otomatik Baypas Vanası: *Bu cihaz basınca bağlı olarak su akışını kontrol eder ve alternatif su hattı kapandığında basınca bağlı olarak kazandan geçen minimum su debisini sağlar. Bir baypas devresi kazan üreticilerinin tavsiyelerine göre veya kazan çalışırken minimum su debisini sağlayacak şekilde tesis edilmelidir. Tesis edilen baypas devresi bir otomatik baypas vanası (sabit konumlu bir vana değil) içermelidir.*

Çok sayıda termostatik radyatör vanalarının (TRV'ler) kullanıldığı sistemlerde otomatik baypas vanalarının kullanımı önemlidir. Çok sayıda TRV açık iken otomatik baypas vanası kapalıdır, suyun tamamen ısıtma sistemine geçmesine izin verir. TRV'ler kapanmaya başladığında otomatik baypas vanası açılmaya başlar,

kazandan uygun miktarda su geçmesini sağlar. Otomatik baypas vanalarının kullanımı sistemde aşırı su hızının neden olduğu gürültüyü de azaltır.



Şekil-8.4 *Motorlu vana üzerinden kazan kilitleme devresi [2]*

Bir otomatik baypas daima sabit baypasa tercih edilir. Sabit bir baypas vanası kazana daima sabit debide sıcak su döndürür, tüm zamanlarda doğrudan sabit bir geri besleme yapar. Bu kazanın daha yüksek sıcaklıkta çalışmasına neden olur, enerji verimliliğini azaltır ve sisteme ısı geçişini kısıtlar.

Sıcak Su Kontrolü: *Aç-kapat pik elektrik kullanımı için zamana bağlı kontrol, suyun elektriğin az kullanıldığı zaman dilimlerinde ısıtılmasını sağlar. Bu zamana bağlı kontrol kullanıcı girişi için genelde uygun değildir. Bu kontrol ayrıca elektriğin pahalı olduğu saatlerde küçük bir miktarda suyun ısıtılması için ayrık bir destek kontrolü sağlar.*

Kazan Enerji Danışmanı: *Bu kontroller kendine yeterli cihazlar olup bu bölümde açıklanan çok sayıda işlevi içerir. Bunlar genellikle hava ve yük dengelemesini kapsar veya bazen en uygun başlatma, don koruması, gece ayarı, kısa devreli çalışmayı önleme kontrolü ve sıcak su kontrolünü kapsar.*

Elektrik Isıtma Kontrolü: *Elektrik depolama ve panel ısıtıcılar için tümleşik edilmiş merkezi kontrol sistemi evin çok sayıda farklı ısıtma zonlarında farklı zamanlarda ortam sıcaklığının programlanmasını sağlar. Hava durumu ve ayrıca panel ısıtıcılarının kontrol anahtarlamasına uygun olarak depolama ısıtıcılarının şarj periyodunu minimize eder.*

8.6.2 Kontrol Fonksiyonları

Dengeleyici: *Ortam ısıtmasında kazan sıcaklığını iç/dış hava sıcaklığına bağlı olarak azaltır ve yoğuşmalı kazanlarda kazan dönüş sıcaklığını arttırarak verimi artırır.*

Gecikmeli Başlama*: Ilık havalarda kazan başlama zamanını geciktirerek enerji tasarrufu yapar.*

En uygun Başlama: *Seçilen bir zamanda gerekli ev konfor sıcaklığını için ısıtma başlangıcını ayarlar.*

Gece Ayarı: *Gece boyunca sıcaklığın düşürülmesine izin verir. Soğuk havalarda evlerde ısıtma zamanını azaltarak konforu iyileştirir. Bir programlanabilir oda termostatı bu imkânı sağlayabilir.*

Kendi Kendine Uyum İşlevi: *Geçmiş sıcaklık karakteristiklerinden öğrenerek cihazın devrede kalma zamanını azaltır.*

***Kısa Devreli Çalışmayı Önleme Kontrolü**: Kazan ateşleme zamanını geciktirerek çevrim sıklığını azaltarak önemli enerji tasarrufu sağlar. Bazı durumlarda bunların kullanımı enerji tüketimini azaltabilir fakat genellikle konfor ve performans düşer.*

8.6.3 Kontrollerin Seçimi

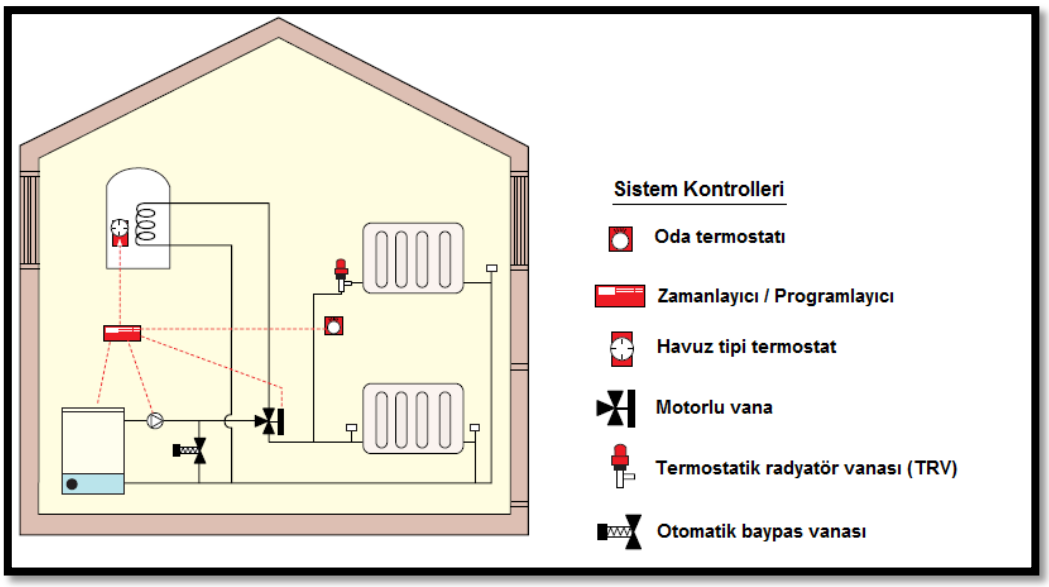
Bu bölümde ıslak sistemler, sıcak hava sistemleri ve elektrik depolama sistemlerinde kullanılan kontroller için tavsiye edilen yöntemler ile ilgili bilgiler verilecektir.

Islak Sistemler-Merkezi Isıtma Sistemi Özellikleri

Kullanılan ana elemanların (kazanlar, sıcak su tankları, kontroller) spesifikasyonları enerji verimliliği için kritiktir. Kontrolleri kapsayan spesifikasyonlar aşağıda sıralanmış olup iki seviyededir:

- *Kontrollerin minimum ayarı iyi enerji performansını sağlayabilmeli ve Bina Şartnameleri (2001)'e uygun olmalıdır.*
- *Daha yüksek enerji verimliliğini ve standartları sağlayacak şekilde iyi uygulamalar yapabilmelidir.*

Tavsiyeler özellikle gaz (LPG dâhil) ve petrol yakıtlı ısıtma sistemlerine uygulanabilir.



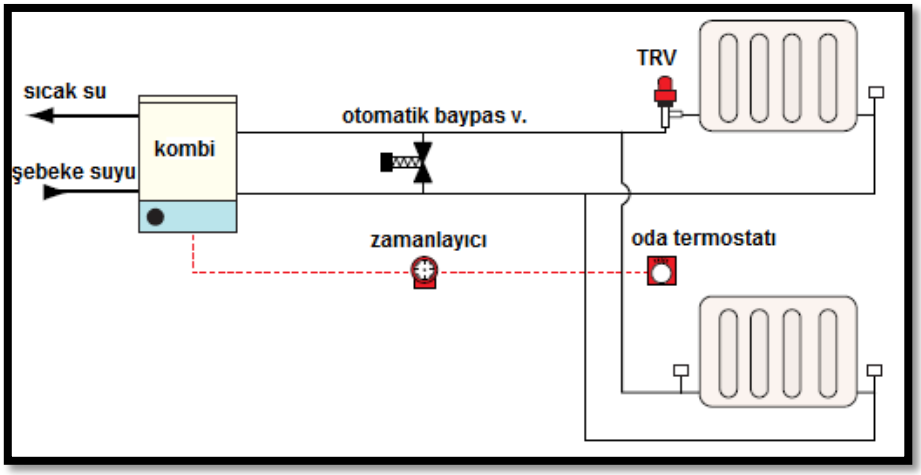
***Şekil-8.5** Tipik 'ıslak' sistem [2]*

En İyi Uygulamalar-Kombiler

- *Programlanabilir oda termostatı*
- *Oda termostatı konulan oda dışındaki radyatörlere Termostatik Radyatör Vanası (TRV)*
- *Otomatik baypas vanası*

Minimum Set-Kombiler

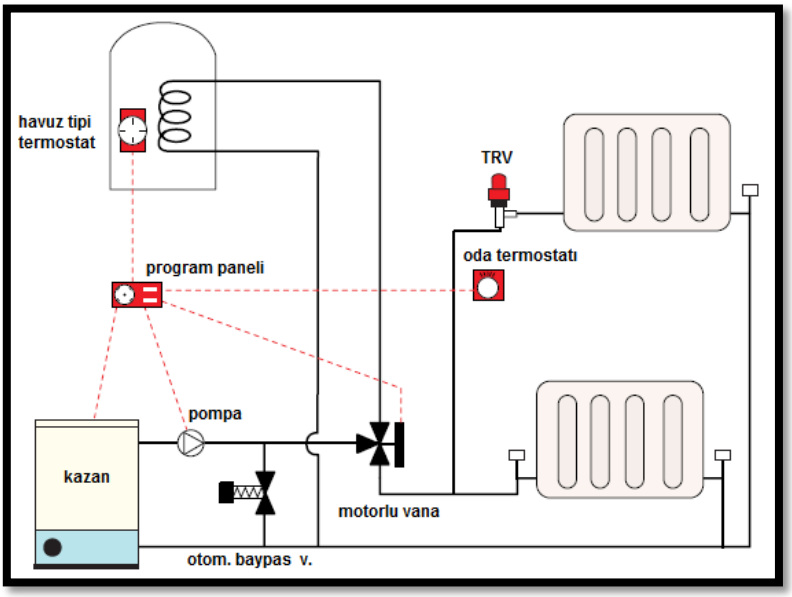
- *Zaman anahtarı*
- *Oda termostatı*
- *Oda termostatı konulan oda dışındaki radyatörlere Termostatik Radyatör Vanası (TRV)*
- *Otomatik baypas vanası*



Şekil-8.6 *En iyi uygulama için minimum set: Oda termostatı ve zaman anahtarı programlanabilir oda termostatı yerine kullanılır [2]*

Kazanlar İçin En İyi Uygulamalar

- *Programlanabilir oda termostatı ile ilave sıcak su zamanlama yeteneği*
- *Havuz Tipi termostatı*
- *Oda termostatı konulan oda dışındaki radyatörlere Termostatik Radyatör Vanası (TRV)*
- *Otomatik baypas vanası*



Şekil-8.7 *En iyi uygulama için minimum set, oda termostatı ve programlayıcı; programlanabilir oda termostatı ve ilave sıcak su zamanlayıcı özelliği yerine kullanılır [2]*

Kazanlar İçin Minimum Set:

- *Oda termostatı*
- *Tam programlayıcı*
- *Havuz tipi termostatı*
- *Oda termostatı konulan oda dışındaki radyatörlere Termostatik Radyatör Vanası (TRV)*
- *Otomatik baypas vanası*

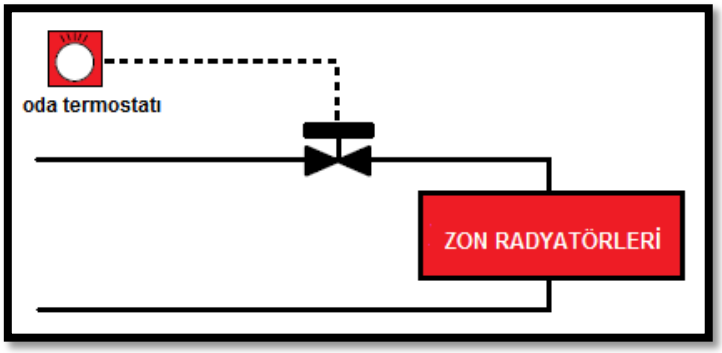
En İyi Kontrol Uygulamaları ve Minimum Set Kullanımı

- *Kalorifer kazan sistemleri su tankı ve radyatörler için ayrı kontrol devrelerine sahip olmalıdır ve her iki devre de pompalı dolaşım sistemine sahiptir.*
- *Oda termostatları, programlanabilir oda termostatları, hazne termostatları, programlayıcılar ve zaman anahtarları kazan ve pompa sistemine kilitlemeli şekilde kablolanmalıdır, örnek olarak ısı ihtiyacı olmadığında kazanın devreye girmesini önlemek için.*
- *Kazan üreticileri kazan çalışırken minimum bir akış seviyesi belirlemişlerse bir baypas devresi tesis edilmelidir. Tesis edilen baypas devresi bir otomatik baypas vanası içermelidir (sabit konumlu vana değil).*
- *Cihazı, sistemi ve meskeni korumak amacıyla don koruması eklenmelidir.*
- *Oda termostatı ile kontrol edilen radyatörlerin giriş ve çıkış bağlantılarına kapama vanaları takılmalıdır.*
- *Kablosuz kontroller, frekans girişimine bağışıklığın tatmin edici düzeyde olacak şekilde tasarlanmalıdır. AB temel gereklerine uyum, verici-alıcı çiftinin diğer sinyallerin varlığında düzgün çalışması emin olmak için yeterli değildir. Radiomark sembolünü taşıyan ürünlerin kalite ve uygunluğu bu gereksinimi karşılamak için onaylanmıştır.*

Daha İleri Gelişmeler – Islak Sistemler

Zon Kontrol

Minimum set ve en iyi uygulama seçenekleri hâlihazırda TRV'ler kullanılarak zon kontrolünü kapsamaktadır. Bir diğer seçenek oda termostatı ve radyatör devresine iki yollu motorlu vana eklenmelidir (örnek olarak üst kattaki odalar). Bu bir zonda ayrı zamanlama ve ayrı sıcaklık kontrol imkânını verir. Bu uygulama özellikle büyük ve zayıf yalıtımlı meskenlerde faydalıdır.



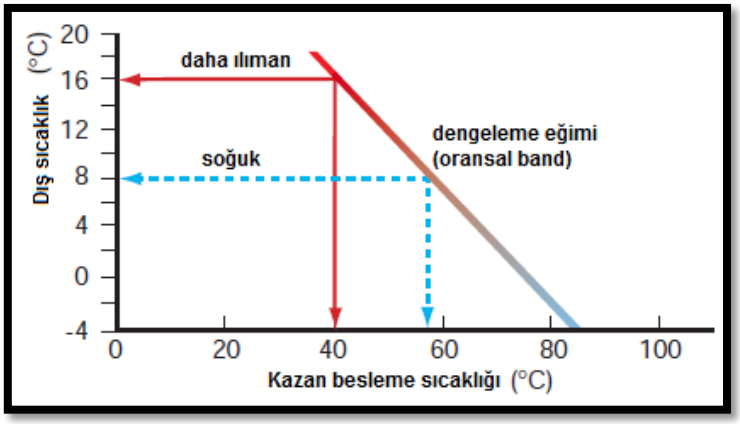
Şekil-8.8 *Zone kontrolleri [2]*

Dış Hava Dengeleme İşlevi

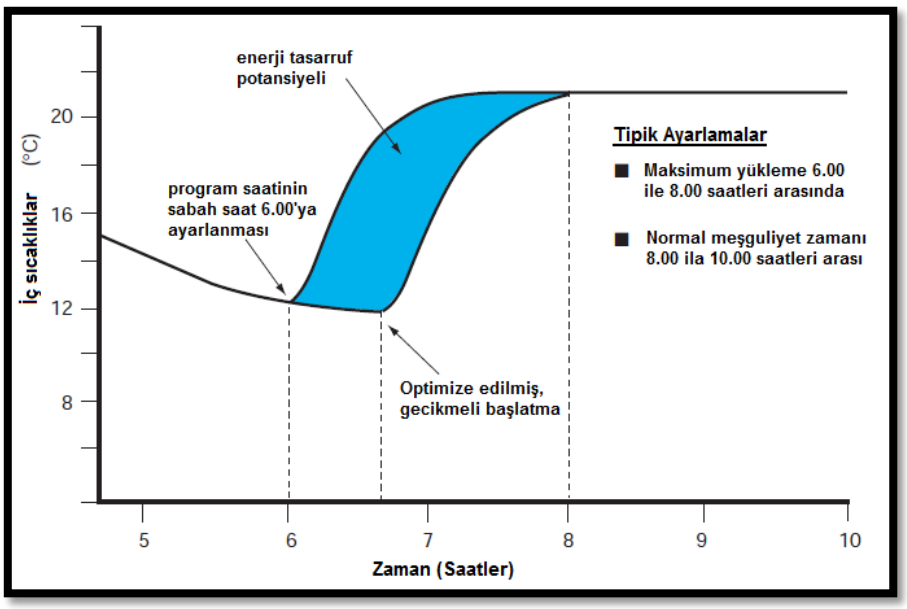
Dış hava sıcaklığı yükseldiğinde ortalama su dolaşımını azaltır. En büyük fayda yoğuşmalı kazanlarda sağlanmaktadır.

Gecikmeli Başlama /En uygun başlama İşlevi

Ilıman havalarda enerji tasarrufu için ısıtma zamanı azaltılır. Gecikmeli başlama sadece ısıtma zamanını azaltmak için kullanılır. Bir en uygun başlama kontrolü ev sakinleri ihtiyaç duyduğunda meskenin istenen sıcaklığa ulaşmasını sağlamak için tasarlanır.



Şekil-8.9 *Dış hava sıcaklık dengelemesi [2]*



Şekil-8.10 *Gecikmeli başlama/en uygun başlama işlevi [2]*

Katı Yakıtlı Kazan Sistemleri

Modern merkezi ısıtma kontrolleri katı yakıtlı sistemlerde kullanılabilir, ancak özellikle bakım sisteminin güvenliğinin tehlikeye düşmemesini sağlamak için dikkat edilmelidir. Bu daima uygun sistemden ısı sızdırmasını (bazen uyuklama devresi olarak adlandırılır) sağlamalıdır, örnek olarak doğal akımlı radyatör veya sıcak su tankı sisteme herhangi bir kontrol olmaksızın bağımsı olarak bağlanmalıdır.

Birçok katı yakıtlı kazanlar termostatik kontrollüdür. Bir termostat yanma havasını değiştirebilir ve böylece yanma hızını ayarlayabilir, fakat yanma tamamen durdurulamaz, yanma devam ettiği için bir miktar ısı üretilir. Oda termostatı ve zaman anahtarı veya programlanabilir oda termostatı gerekli konfor sıcaklığını sağlamak için pompa kontrolünde kullanılabilir. Ayrıca bireysel radyatörlerde termostatik radyatör vanaları (TRV'ler) kullanılabilir ancak en az iki radyatöre TRV takılmaması tavsiye edilir. Böylelikle sistemde ısı akışının sağlanır ve kaynama oluşmaz.

Sıcak Hava Sistemleri

Sıcak hava kontrolleri ıslak sistemlere kıyaslandığında basittir. Sıcak hava sistemlerine ait örnekler aşağıda listelenmiştir:

- *Isıtıcının dışındaki kontroller*

-Zaman anahtarı / Programlayıcı

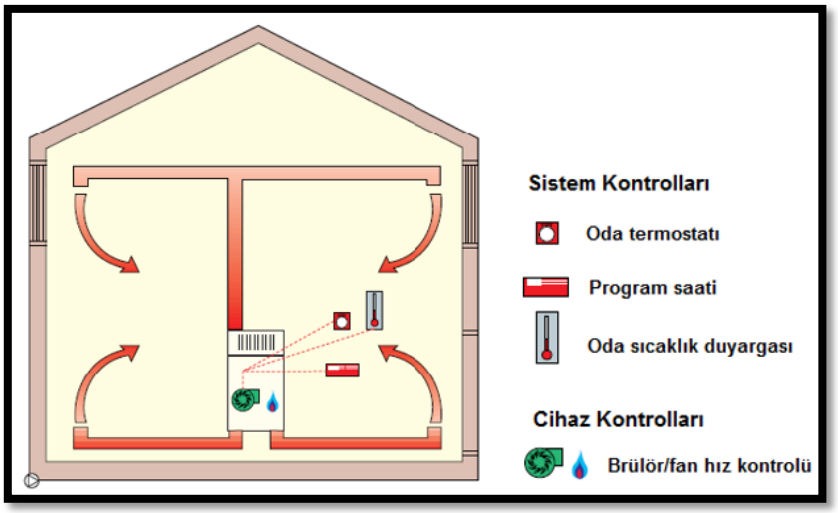
- *Isıtıcı ile bütünleşik kontroller*

  -Bütünleşik programlayıcı

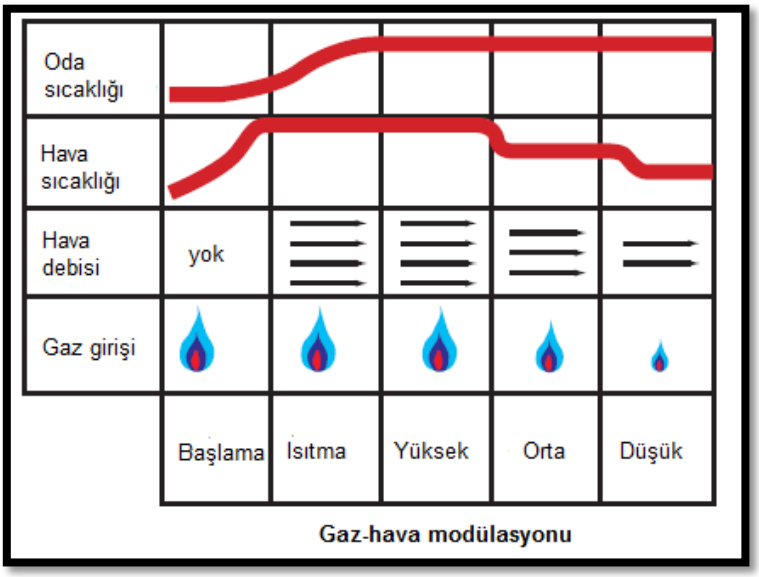
  -Oda sıcaklık duyargalı bağlantılı ısıtıcı kontrolü ve fan hız kontrolü (normalde gaz-hava modülasyonu olarak adlandırılır)

Sıcak Hava Sistemleri İçin En İyi Uygulamalar

Sıcak hava sistemlerinin bütünleşik kontroller ile birleştirilmesi brülörün yanma çevrimi ile uyacak şekilde fan hızını değiştirir. Bu kontroller konforu, ekonomiyi ve gürültü seviyesini iyileştirmek için oda sıcaklığındaki salınımları azaltır.



Şekil-8.11 *Sıcak havalı ortam ısıtması [2]*



Şekil-8.12 *Sıcak hava ısıtıcısı üzerinde gaz-hava modülasyonunun etkisi [2]*

Elektrik Depolama Sistemleri

Elektrik depolama sistemleri elektrik ucuz iken bir tuğlaya ısıyı şarj ederek depolar ve gün esnasında bu ısı deşarj olur. Elektrik depolama sistemleri için kontroller genelde cihazlarla bütünleşiktir.

Cihazlarla Bütünleşik Kontroller

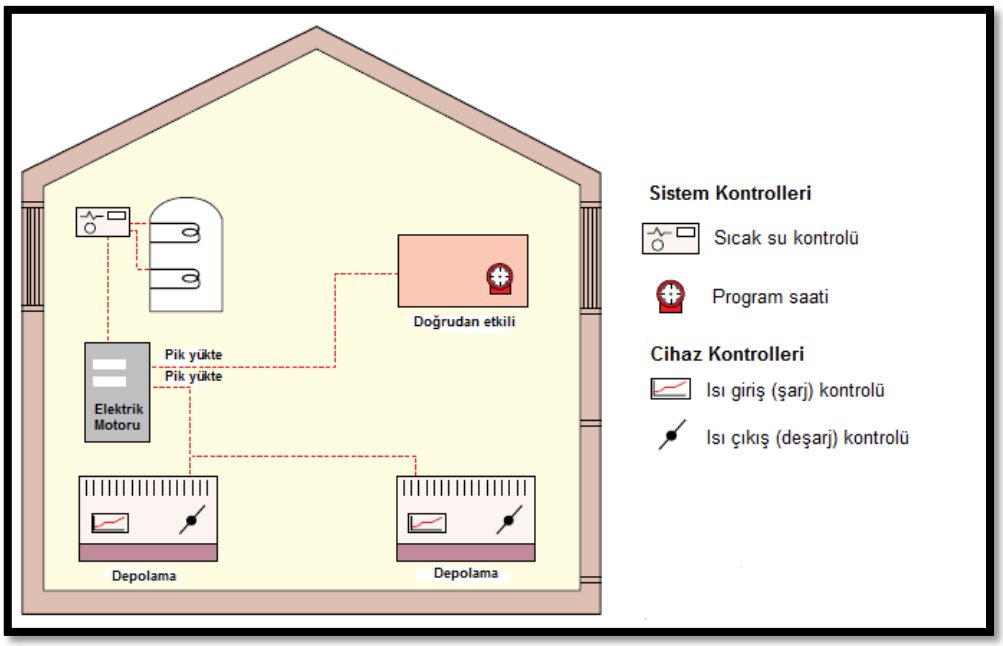
- *Depolama ısıtıcısı – manuel şarj kontrolü*
- *Depolama ısıtıcısı – otomatik şarj kontrolü*
- *Depolama ısıtıcısı – damper veya fan kullanarak ısı çıkışı kontrolü*
- *Zaman anahtarı ve doğrudan etkili panel ısıtıcılar üzerinde termostat*
- *Bütünleşik kontroller*

Otomatik şarj kontrolü, genellikle ısıtıcının elektrik girişini ayarlayan bir duyarga tarafından sağlanır. Bir kez otomatik olarak ayarlandığında sürekli çalışır ve daha fazla manuel ayar gerektirmez. Oda sıcaklığı yüksek ve bu yüzden yükü azaltmak gerektiği zaman duyarga algılar; oda sıcaklığı düşük olduğunda benzer şekilde, bu yükü arttıracaktır.

Otomatik şarj kontrolünde işletme maliyetlerini azaltabilmek için manuel ayarlama tercih edilir. Isı çıkışı kontrol bir damper veya fan kullanılarak sağlanır. Ev sakini odasındaki aşırı ısınmayı azaltmak için ayarlayabilir.

Elektrik Depolama Sistemleri İçin En İyi Uygulamalar

Bütünleşik sistem kontrolleri kullanılır. Ana kontrollerde odalar ve eve elektronik duyargalar takılır ve bunlar merkezi kontrol cihazına bağlanır. Bireysel oda duyargaları izlenir ve bireysel ısıtıcı depolamaların tümünün şarjı optimize edilir. Ayrıca gerekiyorsa doğrudan etkili ısıtıcılar devreye alınır. Bu tüm sistem zonlarında sıcaklık ve zaman kontrollerini ayırılmasına izin verir.



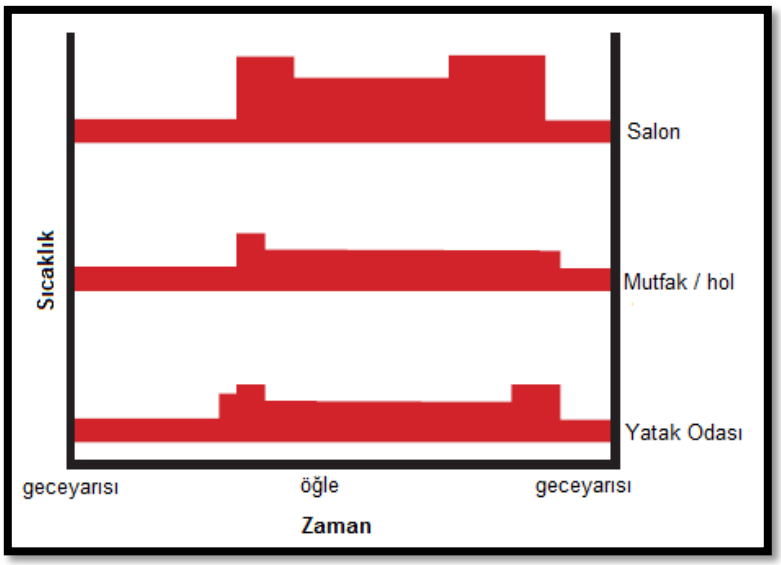
Şekil-8.13 *Elektrikli ortam ve su ısıtma sistemi [2]*

Elektrik Su Isıtması

Amaca uygun tasarlanmış su depolama tanklarında düşük elektrik tarifesinde iki adet daldırma ısıtıcı kullanılır. Isıtıcılardan biri tankın alt kısmına yerleştirilir ve düşük elektrik zaman anahtarı ile sürülür, diğeri tankın üst tarafına yakın yerleştirilir ve yardımcı zamanlayıcı ile kontrol edilir.

Her ısıtıcı kendi ayrı termostatına sahiptir. Yardımcı daldırma tip ısıtıcı tankın üst kısmına yakın yerleştirilmiş olup yüksek elektrik tarife zamanında sınırlı elektrik kullanımı ile tankı ısıtır. Düşük tarife termostatı genellikle 65 °C'ye, yardımcı termostat 60 °C'ye ayarlanır. Üstten girişli daldırma tipi ısıtıcılar da

ikili daldırma elemanına sahip olup kısa olan yüksek tarife, uzun olan düşük tarifede devreye girer. Düşük/yüksek tarifeli ısıtıcı kontrolü biz zaman anahtarını ve yardımcı zamanlayıcıyı içerir.



***Şekil-8.14** Bir bütünleşik sistemde üç zonlu tipik zaman/sıcaklık değişimi [2]*

8.6.4 Sistemlerin Modernizasyonu

Islak Sistemler

Birçok mevcut ıslak merkezi ısıtma sistemleri ilkel tasarımlıdır ve kötü kontrol edilir. Geliştirilmesi gereken ilkel tasarım özellikleri şunlardır:

- *Sıcak su tankı için doğal su dolaşımı: Depolanan su yavaş ısınır*
- *Hazne termostatı yok: aşırı depolanan sıcak su sıcaklıkları*
- *Oda termostatı yok: aşırı oda sıcaklıkları*
- *Kazan kilidi yok: kazan ısıtma ve sıcak su programlanmış dönemlerinde gereksiz yere sıcak tutar.*

Mümkünse her zaman minimum kontrollerin setini yükseltin. Tam pompalamaya dönüştürmek mümkün olmadığı durumlarda, aşağıdaki sistem enerji verimliliği faydaları birçok sağlayacaktır:

- *Hazne termostatı*
- *Oda termostatı (veya programlanabilir oda termostatı)*
- *Standart programcı (veya programlanabilir oda termostatı)*
- *Doğal akışlı bir sıcak su tankı üzerine monte edilen bir adet iki yollu motorlu vana*
- *Bir oda termostatı konulan oda hariç tüm radyatörlerin TRV bağlanması*
- *Kazan kilidi*

Ilık Hava Sistemleri

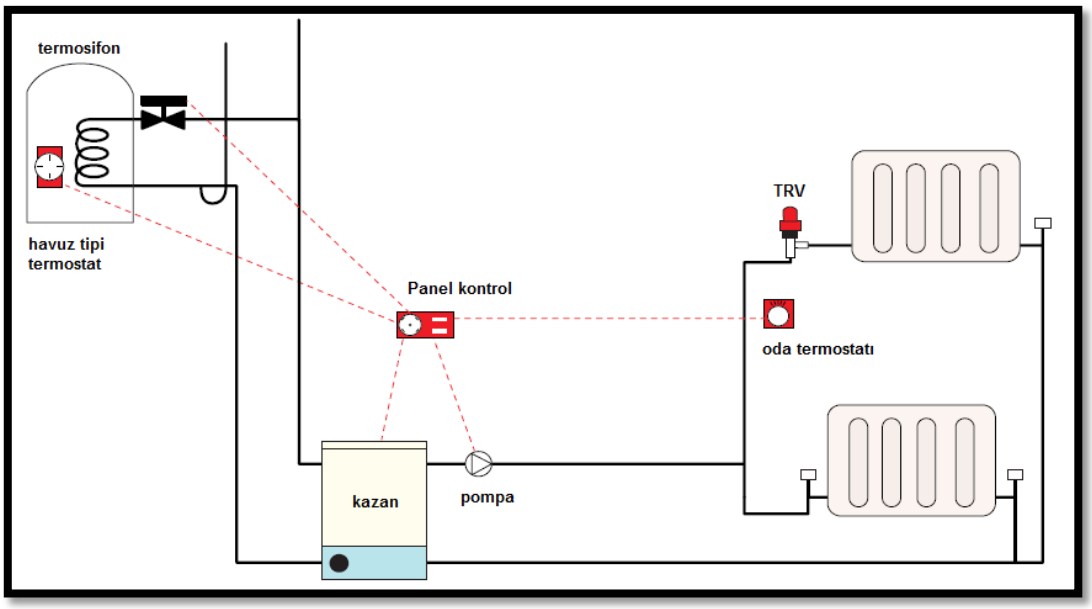
Hava ısıtıcı değiştirildiğinde ılık hava sistemleri için geliştirilmiş kontrollerin başlıca faydaları elde edilir. Birçok modern hava ısıtıcıları fan hızını kontrol ederek gürültüyü azaltır ve daha düzgün bir sıcaklık sağlar.

Elektrik Depolamalı Isıtma Sistemleri

Mevcut elektrik depolamalı ısıtma sistemleri ile gelişmiş kontrol sistemlerinin kullanımı sınırlıdır, çünkü gelişmiş kontrol sistemleri genelde modern ev aletleri ile kullanılacak şekilde tasarlanırlar. Bununla birlikte monte edilecek bir dış sıcaklık duyargası ile dış hava sıcaklığını kontrol ederek uygun şarj ayarlaması yapılabilir.

Eski tipi depolama tanklarında iyileştirilmiş kontrol cihazlarının kullanımı pratik değildir. Sistemin değişimi bütünleşik kontrol sistemi ile birlikte düşünülmelidir. Modern depolama ısıtıcıları kullanılarak işletme

maliyetlerinde önemli avantajlar sağlanabilir ki bunlar otomatik şarj kontrolü ve fan/damper kontrolü gibi bütünleşik kontrollere de sahiptir.



Şekil-8.15 *Mevcut doğal akışlı evsel sıcak su sisteminin iyileştirilmesi [2]*

8.6.5 Kontrol Cihazlarının Kurulumu

Zaman Anahtarı / Programlayıcı*: Cihazın uygun olduğundan emin olu çünkü zaman anahtarları sadece bir devreyi anahtarlayabilir (örnek olarak kombilerin ısıtma devresi). Programlayıcılar iki ayrı devreyi anahtarlayabilir (örnek olarak ısıtma ve sıcak su). Onlar kolaylıkla okunacak, erişilecek ve değiştirilecek şekilde bağlanmalıdır. Ev sakinleri için sakıncalı olacak şekilde tesis etmeyin.*

Oda Termostatı: *Bir oda termostatı, etrafında doğal hava akışına izin verecek şekilde düzenli ısıtılan alana yerleştirilmelidir. Hava akıntılarına maruz kalmamalı, iç ısı kaynaklarından ve güneş ışınlarından uzağa yerleştirilmemelidir. Ev sakinleri tarafından kolaylıkla ulaşılabilir şekilde konumlandırılmalı, mobilya ve dolapların arkasına konmamalıdır.*

Termostat döşemeden yaklaşık 1,5 m yüksekliğe yerleştirilmeli, ev sakinleri tekerlekli sandalye kullanılıyorsa bu yükseklik değişebilir. Bu durumda uygun yükseklik ev sahibinin onayına bağlı olarak 1 m civarına indirilebilir. Oda termostatı ilave oda ısıtıcılarının (örnek olarak gaz, elektrik, katı yakıtlı soba gibi) yakınlarına takılmamalıdır. Termostat mutfak veya birleşik mutfak-oturma odasına yerleştirilmemeli, yalnızca ek ısıtmanın olmadığı oturma odasına konulmalıdır.

Hazne Tipi Termostat: *Bu genellikle kendi tabanından yaklaşık üçte biri kadar bir yükseklikte silindir üzerine şeritler – şerit iyi termal temas için sıkı olmalıdır. Yaklaşık 60 ° C'ye kadar ayarlanmalıdır. Çok yüksek değere ayarlarsanız bu kaynamaya yol açabilir ve çok düşük ayarlanmış eğer ciddi sağlık sorunlarına [12,13] yol açabilecek lejyonella bakterilerinin büyümesi riskini artıracaktır.*

Motorlu Vana: *İki ve üç yollu vanalar yaygın olarak kullanılır ve tesisat borularının düzeni ve tercihinize bağlıdır. Örnek olarak:*

- *Üç yollu vanalar ısıtma ve sıcak su devrelerini ayırmak için uygundur; birçok üç yollu vanalar mümkün olduğunca orta konumda akışı paylaştırabilir.*
- *Birden fazla ısıtma zonunda bir sıcak su zonuna ek olarak her bir zona ayrı ayrı iki yollu vana kullanılır.*

- *22 mm vanalar genelde 20 kW civarındaki kazanlar için uygundur; daha büyük kazanlar için ve doğal akışlı bir su devresinde motorlu vana takıldığında 28 mm veya daha büyük vanalar kullanılmalıdır.*
- *Motorlu vanalar açık emniyet tahliye hatlarına veya genleşme depolarının besleme hatlarına bağlanamaz.*

Termostatik Radyatör Vanası: *Bu cihazlar kazan kitlemesi sağlayacak şekilde oda termostatı ile bağlanmalıdır. Birçok TRV'ler radyatörün hem besleme hem de dönüş hattına bağlanabilmekte ve modern olanların birçoğu iki yönlü olup aksi halde akış yönünün doğru olduğundan emin olunmalıdır. Evdeki radyatörlerin yarısından fazlasına TRV bağlanmışsa bir otomatik baypas vanası bağlamak gereklidir.*

Otomatik Baypas Vanası: *Vana kazan ana besleme ve dönüş hattı arasına akış yönü belirlenerek bağlanmalıdır. Vananın uygun akış kapasitesine sahip olduğundan emin olun. Tüm motorlu vanalar ve TRV'ler kapandığında kazandan uygun debide suyun geçmesi için ayarlama yapılmalıdır.*

Donma Koruması (Hava ve Boru Termostatı): *Boru ve hava termostatlarının birlikte kullanılması halinde 24 saat koruma gereksinimi için kontaklar besleme faz hattına seri bağlanmalı, zaman saatini / programlayıcı veya termostatları anahtarlamamalıdır. Kazanların kendilerine ait donma koruması olup olmadığına dikkat edin, ancak bunların uygun koruma yapıp yapmadıkları denetlenmelidir.*

Dış Sıcaklık Duyargası ile Hava Sıcaklık Dengeleyici: *Cihaz bir harici duyarga içeriyorsa onun konumu önemlidir, güneş ışınlarından ve diğer ısı kaynaklarından uzağa, kuzey tarafa bakan duvara yerleştirilmelidir.*

8.6.6 Devreye Alma

Şayet ısıtma ve sıcak su sistemi beklendiği gibi ve en uygun enerji verimliliği ile çalışması isteniyorsa verimli şekilde devreye alınmalıdır. Bu durum özellikle geniş iklimsel kullanım şartlarında verimli şekilde çalışması gereken sistemlerin kontrolleri ile bağlantılıdır. Bu konuda yayınlanmış ulusal ve uluslararası Devreye Alma (Commissioning) Prosedürlerinin takip edilmesi önemlidir. Tüm kontrol cihazları üretici talimatlarına göre monte edilmeli ve devreye alınmalıdır. Kablo bağlantılarına oldukça dikkat edilmeli, kazan sistemi ile kilitlemeli çalışacak şekilde test edilmelidir (Örnek olarak kazan ısıya ihtiyaç olmadığında kapatılmalıdır). Isı yayıcı ve sıcak su akış seviyeleri dengelenmeli ve otomatik baypas vanası doğru şekilde ayarlanmalıdır. Tüm TRV'ler ve termostatlar ev sakinlerinin istekleri doğrultusunda ayarlanmalıdır ve ev sakinlerine yaz ve kış arasında ayarları nasıl değiştirecekleri konusunda bilgi verilmelidir.

8.6.7 Enerji Tasarrufu

Bu kılavuzun önemli bir amacı, geliştirilmiş enerji verimliliği ve düşük CO_2 salınımı sağlamak üzere bilgi vermektir. Kontrollerin kullanımı iki farklı şekilde enerji kullanımında üzerinde bir etkiye sahip olacaktır:

- *Isıtma gereksinimlerini azaltır*
- *Artan ısıtma ve sıcak su sistemi verimliliği*

Isıtma gereksinimlerini azaltmanın enerji tüketimi üzerinde çok büyük etkisi vardır. Bu ısıtma sisteminin "devrede" kalma zamanını azaltarak elde edilebilir. Ev sakinlerinin enerji talebini en aza indirmek için kontrolleri en uygun değerlere ayarlamak önemlidir. Bazı kontroller de sistemin etkinliğini artıracaktır. Modern kazanlarındaki kontrollerin birçoğu minimum ayar özelliği ile donatılmıştır.

İşletme Maliyeti ve Konfor Kontrolü

Enerji tasarrufu için en etkili yollarından biri kapatmak veya ısıtmayı düşürmektir! Tipik olarak, ana oturma odasında takılan bir oda termostatı 21°C civarında ayarlanmış olacaktır. Bu 20 °C kadar düşürülür ise, ısı enerjisi tüketimi %6-10 azaltılabilir.

Tablo-8.1 *Eski tip kazanlara takılan gelişmiş kontroller için potansiyel ortalama tasarruf [2]*

Mevcut sistem aşağıdaki kontrollerden oluşur	Geliştirilmiş sistem: aşağıdaki minimum set ilave edilir	Yaklaşık tasarruf oranı: (Mevcut yakıt sarfiyatının %'si)	Tipik yıllık yakıt tasarrufu-St		
			Teraslı	Yarı Bağımsız	Bağımsız
Tipik kazan ile termosifon su ısıtıcı					
	1, 2, 3, 4, 5	17%	51	58	82
1	2, 3, 4, 5	12%	36	41	58
1, 2, 3[3]	3, 4, 5	11%	33	38	53
1, 2, 3, 4	5	4%	11	13	18
5	1, 2, 3, 4	9%	27	31	44
Tipik kazan-pompalı dolaşımlı					
	1, 2, 3, 4, 5	17%	51	58	82
1, 2, 3	4, 5	10%	30	34	48
1, 2, 3, 4	5	4%	11	13	18
5	1, 2, 3, 4	9%	27	31	44
Tipik kombi cihazı					
	1, 4, 5	15%	45	52	73
5	1, 4	7%	21	24	34
1, 4	5	4%	11	13	18

Notlar

1. *Tüm gelişmiş sistemler bir programlayıcı (normal kazan) ya da zaman anahtarı (kombi) içermelidir.*
2. *Bunlar normal kontroller, sistem ve kullanıcı davranışlarını varsayarak ortalama tasarruf vardır. Bireysel sistemlerde gerçek tasarruf önemli ölçüde farklı olabilir.*
3. *Bu seçenek yalnızca kısmi bir kazan kilidi (sadece sıcak su) sağlar.*
4. *Bir bypass gerekirse geliştirilmiş sistemleri otomatik baypas vanası içermelidir.*

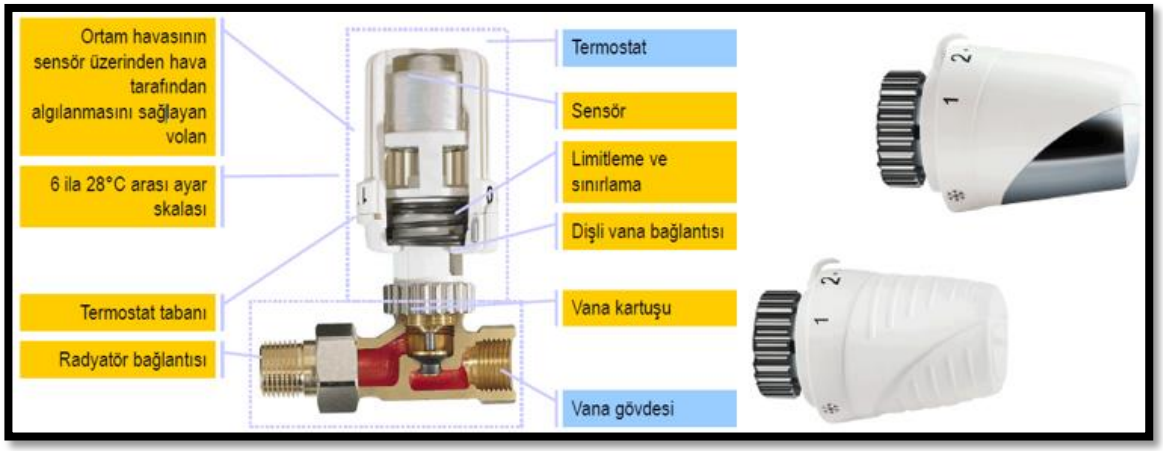
8.7 ISITICI KONTROLÜ

Isıtıcıların yaydığı ısı kontrol edilerek oda sıcaklığının ayarlanan sabit bir değerde tutulması şeklinde yapılır.

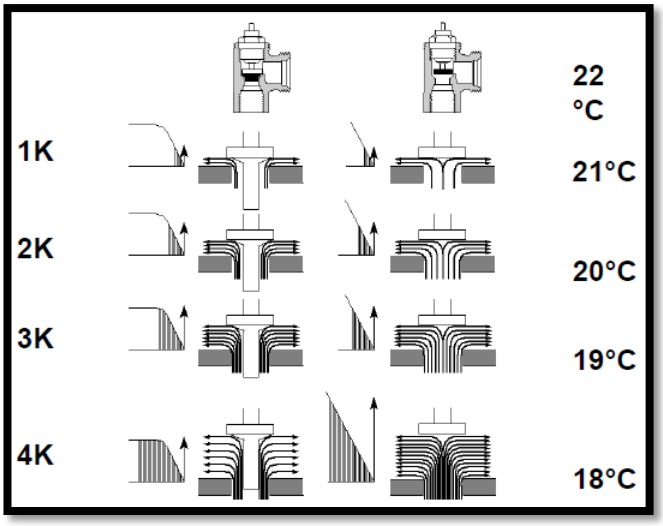
8.7.1 Termostatik Radyatör Vanası

Radyatörden önce monte edilen vananın üzerinde oda sıcaklığından kumanda alan bir termostat vardır. Bu termostat oda sıcaklığındaki değişiklikleri algılayarak vanayı açıp kapamak suretiyle radyatöre giren suyun debisini ayarlar ve böylece radyatörün yaymış olduğu ısı oda sıcaklığına bağlı olarak kontrol edilir. Genellikle villa tipi küçük çaplı ısıtma uygulamalarında kullanılır.

Termostatik radyatör vanaları vana gövdesi ve termostattan oluşur.



Şekil-8.16 Termostatik vananın kesiti ve temel elemanları [1]

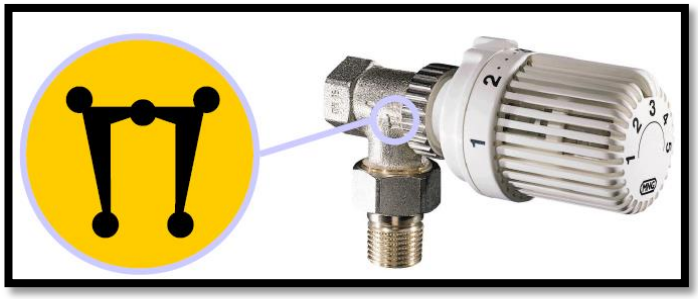


Şekil-8.17 *Termostatik vananın çalışma prensibi [1]*

Tablo-8.2 *Örnek bir termostatik vananın teknik özellikleri [1]*

	Norm
Min. ayar	5-12 °C
Max. ayar	32 °C veya daha az
Histeris	< 1 K
Dp'nin etkisi	< 1 K
Cevap süresi	< 40 min.
Isıtıcı akışkanın etkisi	< 1.5 K
Aşırı çevirmeye dayanıklılık	> 8 Nm
Eğmeye dayanıklılık	> 250 N

EN215 - Avrupa standardı, termostatik kafa ve vana gövdesi kombinasyonunun (=TRV) standartlarını belirler. Termostat ve gövde bir arada test edilir ve sertifikalandırılır. Bir TRV, EN215'e uygunsa aynı zamanda, CENCER logosunu da taşıyabilir.



Şekil-8.18 *Termostatik radyatör vanası üzerindeki EN 215 onay logosu [1]*

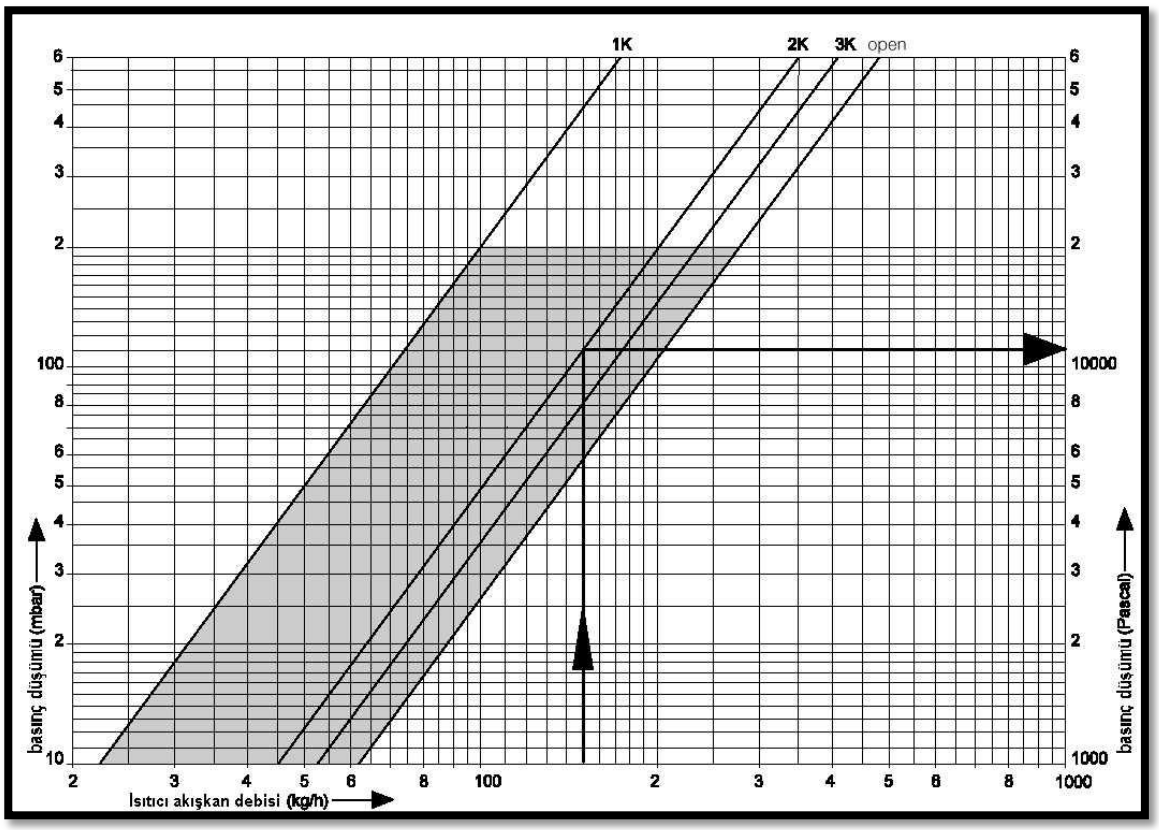
Termostatik Radyatör Vanaları ile tasarruf oda bazında en temel kontrol olan Termostatik Radyatör Vanaları (TRV), oda sıcaklığına göre radyatörden geçen suyun miktarını ayarlayarak odada istenilen sıcaklığı minimum ısı tüketimiyle korunmasını sağlar. Bu sayede değişik ortamlarda değişik sıcaklıklar seçilerek (örneğin yatak odaları ve banyolar oturma odalarına göre daha düşük sıcaklıklarda) gereksiz ısı harcaması engellenir. TRV'ları ile %20'ye varan enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Evde bulunulmayacak zamanlarda da yine bu vanalar minimum ısıtma değerlerine getirilerek, ortam sıcaklığının 6°C'nin altına düşmemesi sağlanabilir.

Dış hava 5°C iken, ortamın 20ºC veya 21ºC olması arasındaki enerji kaybı oranı

$$\Delta W = \frac{W_2 - W_1}{W_2} = \frac{(21-5)-(20-5)}{(21-5)} = \%6{,}7$$

P-bandı	1K	2K	3K	Açık
kv-	0,22	0,45	0,52	0,62

Köşe Geçişli 1/2— Vana Gövdesi Seçimi



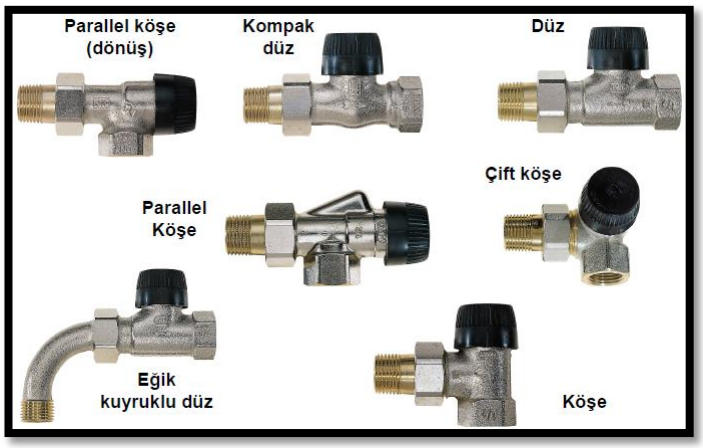
Şekil-8.19 *Termostatik vana seçim diyagramı [1]*

Tasarım Örneği:

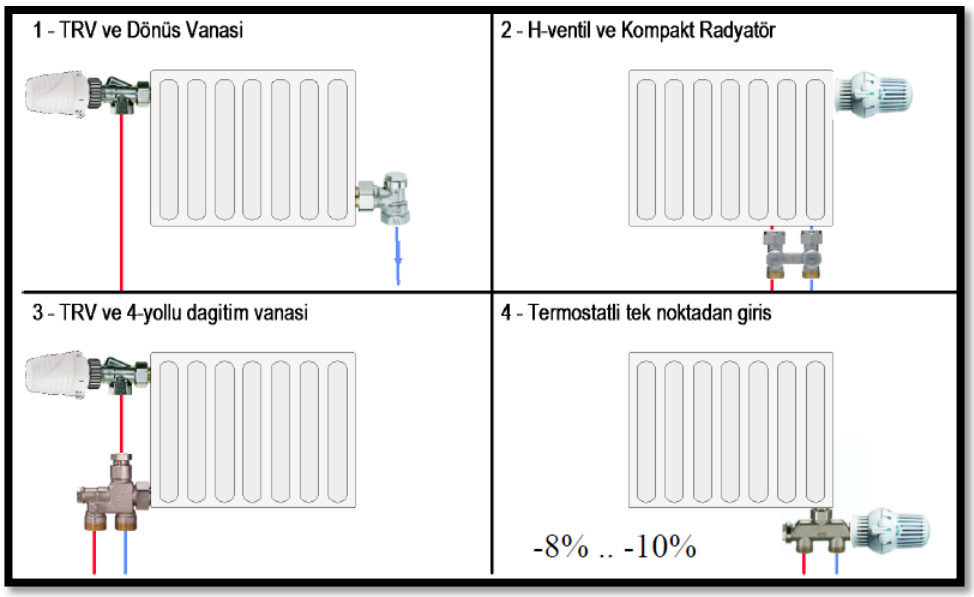
Tasarım debisi: 150 kg/h

İstenen: 2K oransal aralık (P-aralık) için vana üzerinde gereken basınç düşümü 2K oransal aralık ile 150 kg/h debiyi sağlayabilmek için, vananın üzerinde olması gereken basınç düşümü 2K doğrusu ile istenen debinin çakışım noktasıdır. Bu durumda, vana üzerinde 110 mbar basınç düşmesi ve oda sıcaklığının ayarlanan değerin 2 Kelvin altına düşmesi durumunda, termostatik vanada 150 kg/h'lik bir akış oluşacaktır.

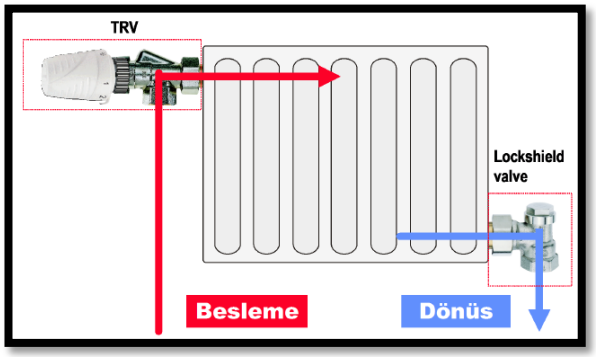
Sonuç: dP = 11 000 Pa = 110 mbar



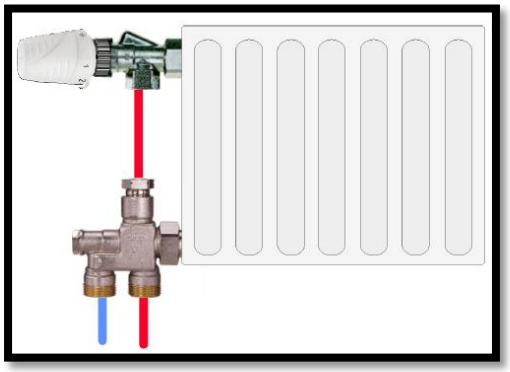
Şekil-8.20 *Termostatik vana tipleri [1]*



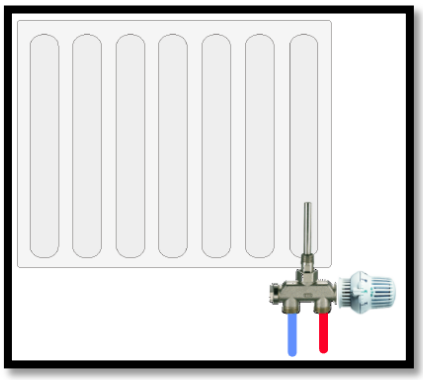
Şekil-8.21 *Termostatik vana-radyatör bağlantı şekilleri [1]*



Şekil-8.22 *TRV ve dönüş vanası [1]*



Şekil-8.23 *TRV ve 4-yollu dağıtım vanası [1]*



Şekil-8.24 *Termostatlı tek noktadan giriş [1]*

TRV montajında termostatın, üzerinden hava dolaşımı olacak şekilde yere paralel takılması önemlidir.

- *Duyarga; perde, kafes gibi engellerin arkasında kalması durumunda gerçek oda sıcaklığını hissedemediği için doğru kontrol sağlayamayacaktır.*
- *Duyarga, vana gövdesinin üzerine gelecek şekilde dik monte edildiği durumda ise, vana gövdesinden geçen akışkanın, kontrol üzerindeki etkisi fazla olacaktır. Vana çok erken kapatacaktır. Akış sağlanabilmesi için çok yüksek bir ayar değerine set edilmesi gerekecektir.*

8.7.2 Üflemeli Konvektörlerin Sıcaklık Ayarı

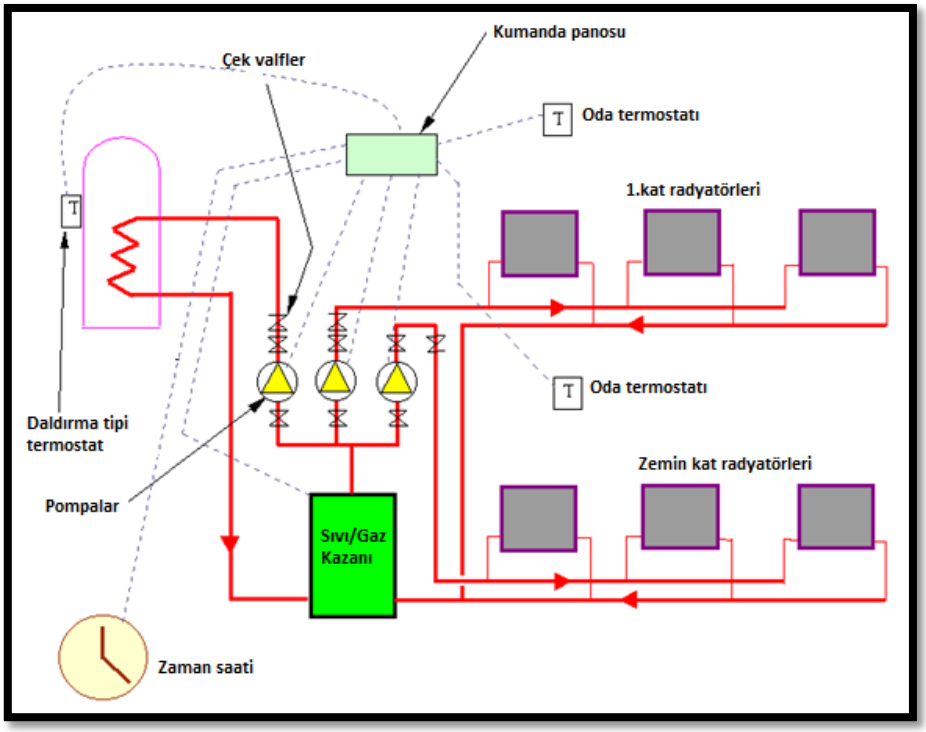
Üflemeli konvektörlerde devri kademeli olarak ayarlanan fanlar kullanılır. Bu fanların devir sayıları artırıldıkça yaymış oldukları ısı da artar. Devir sayılarının artırılması fanın daha sesli çalışmasına neden olacağından çevreyi daha fazla rahatsız edecektir.

Üflemeli konvektörlerin üzerinde veya odanın uygun bir yerinde oda sıcaklığındaki değişiklikleri algılayabilen bir termostat bulunur. Bu termostat oda sıcaklığındaki değişiklikleri algılayarak fanı durdurup çalıştırmak suretiyle konvektörün yaydığı ısı kontrol edilir.

8.8 TİCARİ BİNA ISITMA KONTROLLARI

8.8.1 Küçük Sistemler

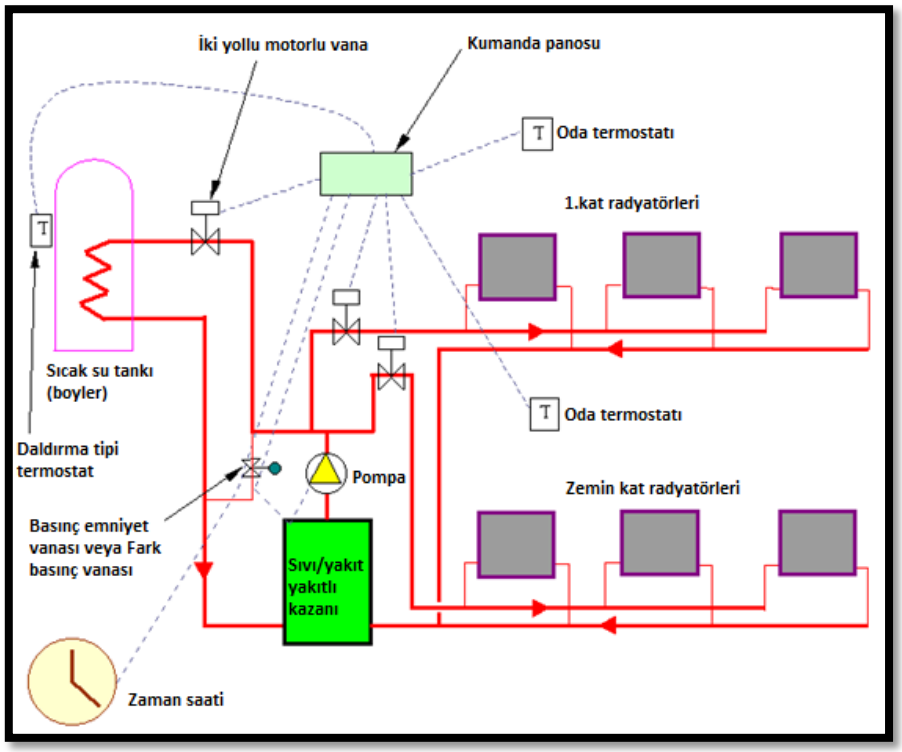
- *Aşağıdaki Şekil-8.25'te çizimi verilen büyük evsel sistemlere ait ısıtma devreleri üç zona ayrılabilir: Birinci kat radyatörleri, ikinci kat radyatörleri ve boyler birinci serpantini.*
- *Her üç zon ayrık şekilde kontrol edilir, başka bir deyişle bireysel veya başka bir devre ile birlikte ısıtılabilir.*
- *Her zon ayrı zaman saatine ve termostata sahiptir.*
- *Çoklu pompalar kullanılmasına bir alternatif aşağıda (Şekil-8.26) gösterildiği gibi motorlu vanalar kullanmaktır.*
- *Sistem o ayrı süre içinde daha önce olduğu gibi çalışır ve sıcaklık kontrolü sağlanır.*
- *Bir alt devre ısı gerektirmediği zaman motorlu vana kapanacaktır.*
- *Bu iki yollu motorlu vanalar zon kontrol vanaları olarak adlandırılır.*



Şekil-8.25 *Çoklu pompaların kullanıldığı iki kat için ayrık kontrol [2]*

Zonlama

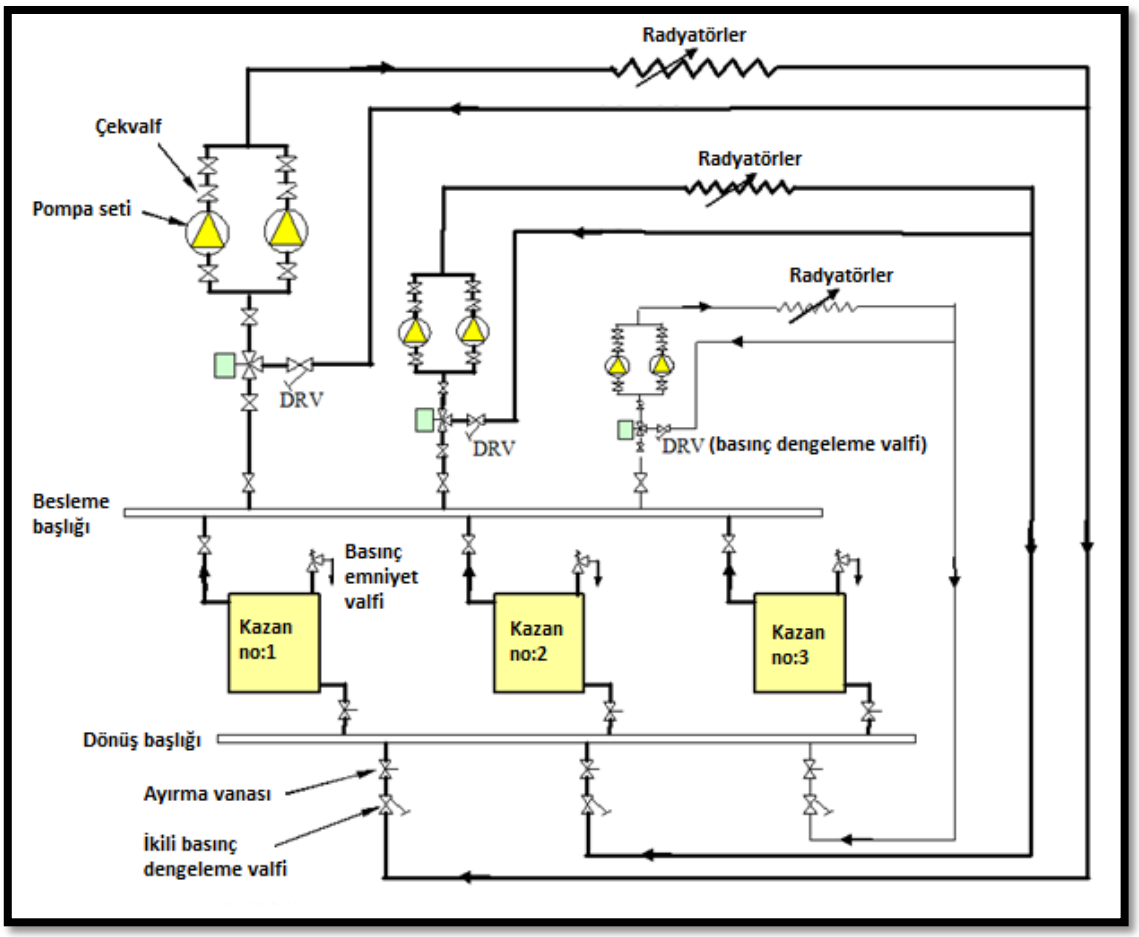
- *Bir ısıtma sistemi muhtelif sebeplerden ötürü alt-devre ya da zonlara bölünebilir.*
- *Evlerde ve küçük binalarda İki ya da üç zon kullanışlı değildir.*
- *Tipik olarak evin her katında ayrı bir zon vardır, fakat bazen yerden ısıtma sistemlerinin kullanıldığı her oda ayrı bir zon olabilir.*



Şekil-8.26 *Tek pompanın kullanıldığı iki kat için ayrık kontrol [2]*

8.8.2 Büyük Sistemler

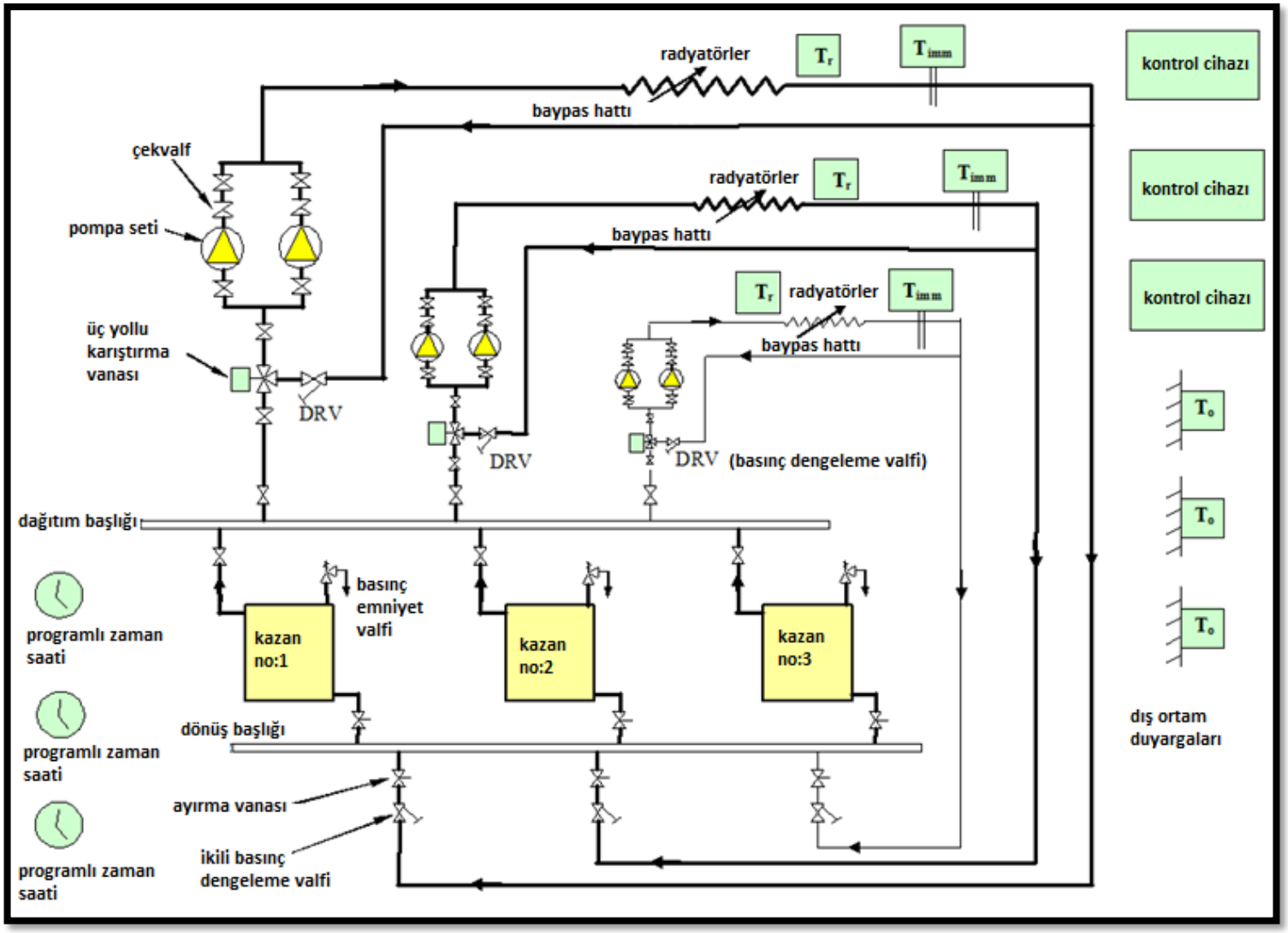
- *Aşağıdaki çizim (Şekil-8.27) üç kazanlı ve üç devreli tipik bir ısıtma sisteminin şematik bir diyagramını göstermektedir.*
  Yinelenen pompa seti kullanılır ve ısı yayıcılar tüm radyatörlerdir.
- *Bu üç yollu motorlu karışım vanaları her devre için uygun kontrol cihazları anlamındadır.*
- *Regülâsyon vanaları (DRV) her üç yollu vananın baypas hattı ve dönüş hattı arasına bağlanırlar.*
- *Sistemin açık genleşme depolu ya da kapalı devreli olduğu eğer çizimde gösterilmemiş olup bu bileşenler sadelik için çıkarılmıştır.*
- *Her kazanın tahliye noktasına drenaj yapacak bir emniyet vanası bulunmaktadır.*



Şekil-8.27 *Ticari bina ısıtma sistemi [2]*

Aşağıda devre çizimi (Şekil-8.28) kontrol elemanları ilavesi dışında yukarıdaki ile benzerdir. Bunlar aşağıdakileri içerir:

1. *Her devre için kontrol cihazları*
2. *Duyargalar- Her devre için dış hava, oda ve daldırma duyargaları*
3. *Zaman saati / her devre için programlı*
4. *Vana sürücüler*



Şekil-8.28 *Bazı kontroller ile birlikte ticari bina ısıtma sistemi [2]*

Aşağıdaki diyagram (Şekil-8.29) üzerinde kırmızı kesikli çizgiler ile gösterilen kontrol yolları ilavesi ile aynen yukarıdaki çizimini göstermektedir.

Örnek olarak bu programlı zamanlayıcı, pompaları uygun zamanlarda açıp kapatır, aynı zamanda zamanlanmış dönemlerde kazanları devreye alır.

Bir kazan sıralama kontrolüne, aynı zamanda dönüş başlığındaki su sıcaklığını ölçmek için bir daldırma termostatı ilave edilir. Bu konumlama kontrolü bazen zor olabilir çünkü dönüş suyu sıcaklığı ortalamasını ölçmek gerekir.

8.9 TİCARİ BİNA ISITMA KONTROLLARININ AÇIKLAMASI

Ticari bina ısıtma kontrolleri dört özelliği ile açıklanabilir;

- *Kazan sıralaması*
- *Kontrol vanaları*
- *Zonlama*
- *Dengeleme ve kontrol cihazlarının optimizasyonu*

8.9.1 Kazan Sıralaması

Birden fazla kazan bağlı ise kazanlardan birini liste başı ve bir veya daha fazlasını yedek olarak devreye sokacak şekilde bir "sıralama kontrolü" kullanılır.

- *Sabahları ortam soğuk iken genelde tüm kazanlar birlikte devreye girerler.*
- *Isıtma talebi küçük olduğu zaman liste başı kazan binaya yeterli ısıyı verebilir.*
- *Yedek kazanlar liste başı kazan ihtiyaç duyuncaya kadar "kapalı" kalır.*

Kazan sıralamasını otomatik olarak gerçekleştirmek için tesisat odasına bir "kazan sıralama kontrolü" olarak bir kontrol paneli ilave edilir. Isıtma talebini ölçebilmek için dönüş başlığına daldırma tipi bir termostat takılır.

Düşük ısı talebi durumlarında dönüş su sıcaklığı, besleme sıcaklığından sadece birkaç derece daha düşük olacaktır. Örnek olarak besleme sıcaklığı 80 °C olduğunda 77 °C civarında olacaktır. Şayet daldırma termostat yüksek dönüş sıcaklığı ölçerse daha sonra yedek kazanları devreden çıkaracak ve sadece liste başı kazan devrede kalacaktır.

Tersine olarak soğuk havalarda ısıtma talebi yüksek olduğunda veya dönüş başlığından düşük sıcaklık ölçüldüğünde tüm kazanlar devreye sokulacaktır.

8.9.2 Kontrol Vanaları

Motorlu üç yollu kontrol valfleri normalde ısıtma sistemleri için kullanılır. Radyatör devreleri için 3 yollu karışım vanaları ve diğer tüm devreler için 3 yollu ayırma vanaları kullanılır.

Kontrol vanaları bir kontrol cihazından bir sinyal alır. Sinyal vana sürücüye açılmasını, kapanmasını veya hareketi durdurmasını söyler.

Vana kontrol cihazı oda termostatından bir sinyal alır ve su sıcaklığını odanın ısıtma ihtiyacına bağlı olarak su sıcaklık (karışım vanası) veya akış (ayırma vanası) ile ayarlar.

Üç yollu karışım vanalarının, su sıcaklığını kaç dereceye ayarladığını öğrenebilmesi için vanadan sonra besleme hattına daldırma tipi bir duyarga yerleştirilir.

Bazı kontrol cihazları tam modülasyonludur, böylelikle duyargadan sürekli sinyal alır ve motorlu vanayı sürekli ayarlama için konumlandırır (vana durdurulmadıkça)

Bazı kontrol cihazları aç/kapat tipidir ve sadece vana açık ve kapalı, tam açık veya tam baypas konuma getirir.

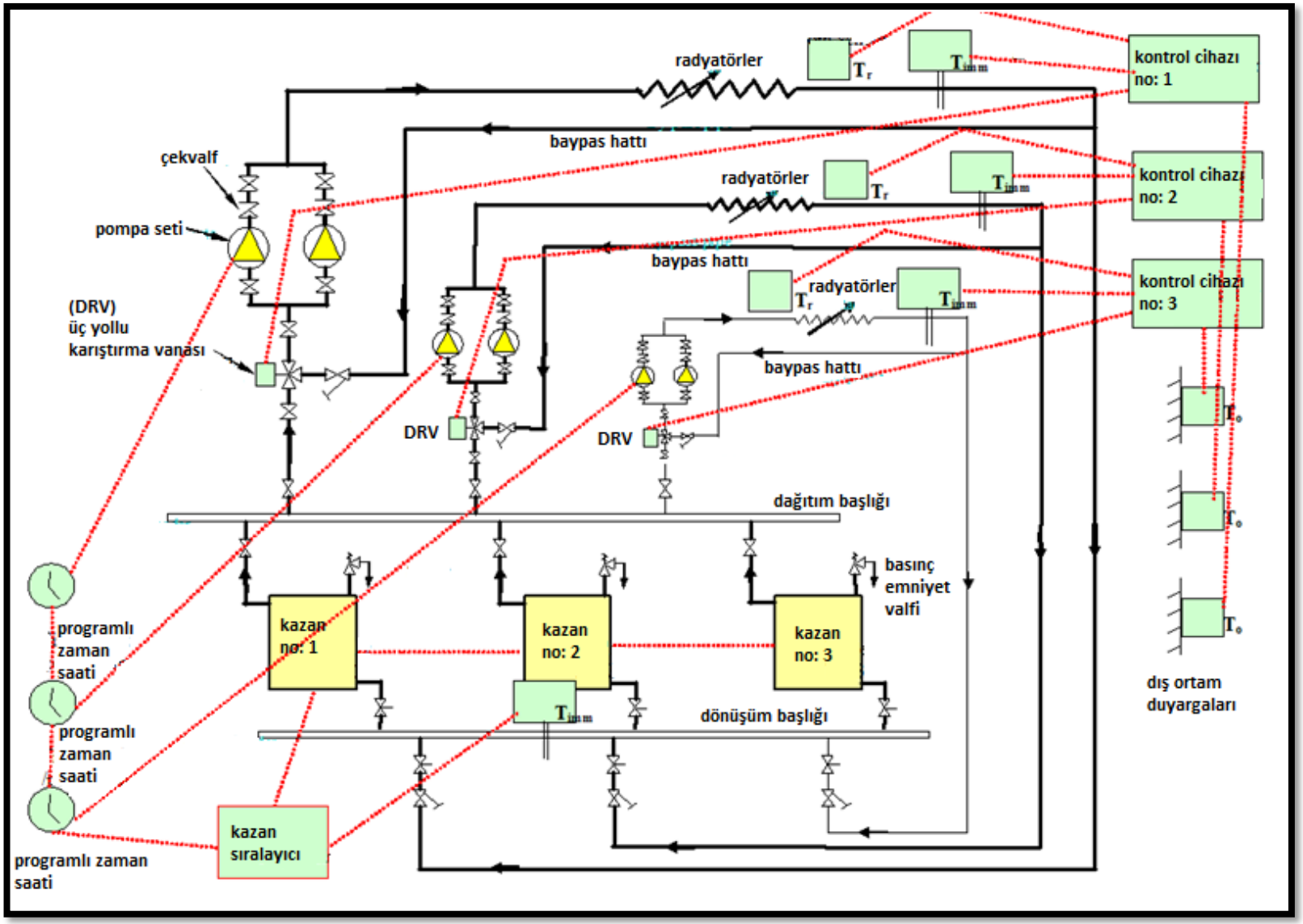
Modülasyonlu kontrol cihazları "hassas" bir kontrol sağlar ve oda sıcaklığı ayar noktası aç/kapat kontrollere göre daha hassas gerçekleşir.

8.9.3 Zonlanma

- *Zonlama kontrolleri daha yönetilebilir hale getirmek için daima iyi bir fikirdir.*
- *Şayet borulama hattı kısa ise iç ortam sıcaklık değişimlerini algılamak ve binaya ısı girişini ayarlamak daha az gecikme ile olacaktır.*
- *Her zon; oda sıcaklık duyargası, üç yollu motorlu vana ve daldırma tipi su besleme duyargasına sahiptir.*
- *Her zon ayrıca sıcaklık dengeleyiciye sahip olup her zona ayrı bir dış hava sıcaklık duyargası gereklidir.*
- *Her zon ayrık pompa setine sahiptir.*

8.9.4 Dengeleme ve Kontrol Optimizasyonu

- *Şayet kontrol sisteminde dengeleyici ve/veya bir optimizer kullanılıyorsa bir dış sıcaklık duyargası gerekir.*
- *Dengeleyici, radyatörlere verilecek su debisini, üç yollu karışım valfi yardımıyla ayarlar.*
- *Dengeleyici radyatörlere verilecek su sıcaklığını ölçmek için, vanadan sonra bir duyarga gerektirir.*
- *Sıcak su tankı içindeki sıcak su birincil devresi diğer ısıtma devrelerinden bir "dengeleyici" kontrol ile ayrılır.*
- *Bir optimizer, ısıtma sistemi soğuk havalarda ön ısıtma sürecini uzun tutsun diye zamanlayıcının çalış/dur zaman dilimlerini ayarlar.*
- *Dış sıcaklık duyargası, güneş ışınlarından etkilenmesin diye binanın kuzeye bakan duvarına (kuzey yarım kürede) takılır.*
- *Isıtma sistemi çoklu ayırma vanasına sahipse dengeleme yapılacaksa ayrık bir karışım vanasına ihtiyaç vardır. Karışım vanası kazanın yakınına yerleştirilmelidir. Ayırma vanaları daha çok yüke yakın yerleştirilir.*
- *Donma kontrolü ve diğer özellikler ısıtma sistemleri kontrollerinin ayrılmaz bir parçasıdır.*

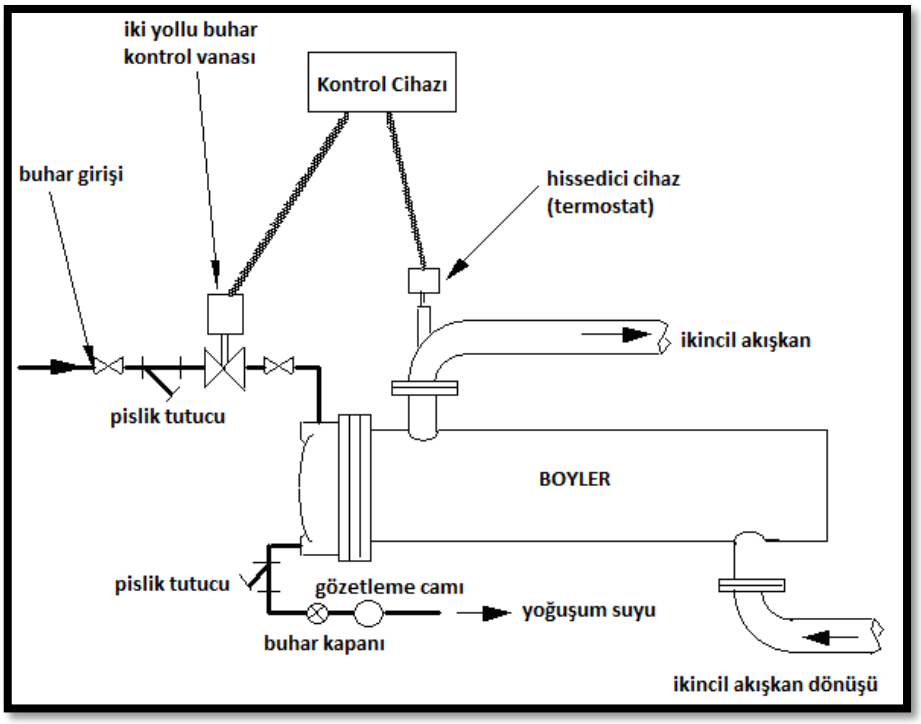


Şekil-8.29 *Ticari bina ısıtma sistemi ve kontrol cihazları [2]*

8.10 ENDÜSTRİYEL ISITMA SİSTEMLERİ

8.10.1 Buhar Sistemleri

- *İkincil akışta istenen sıcaklığı korumak için açma/kapama veya modülasyonlu iki yollu kontrol vanası yardımıyla birincil ısıtma ortamında depolamasız buhar üreteci kullanılır. Bir daldırma termostatı ikincil akış sıcaklığını ölçer ve aşağıda gösterildiği gibi buna göre buhar akışını düzenler.*
- *Basit sabit sıcaklık gerekli olduğunda doğrudan etkili kontrol vanası yeterli olabilir. Kontrol valfine doğrudan sinyal gönderebilmek için bir termostat kullanılmaktadır.*
- *Vana seti yüksek hızlı parçacıklar tarafından hasar görmemesi için daima buhar sistemlerinde kontrol vanalarından önce bir süzgeç takın.*



Şekil-8.30 *Boyler için buhar kontrol düzenlemesi [2]*

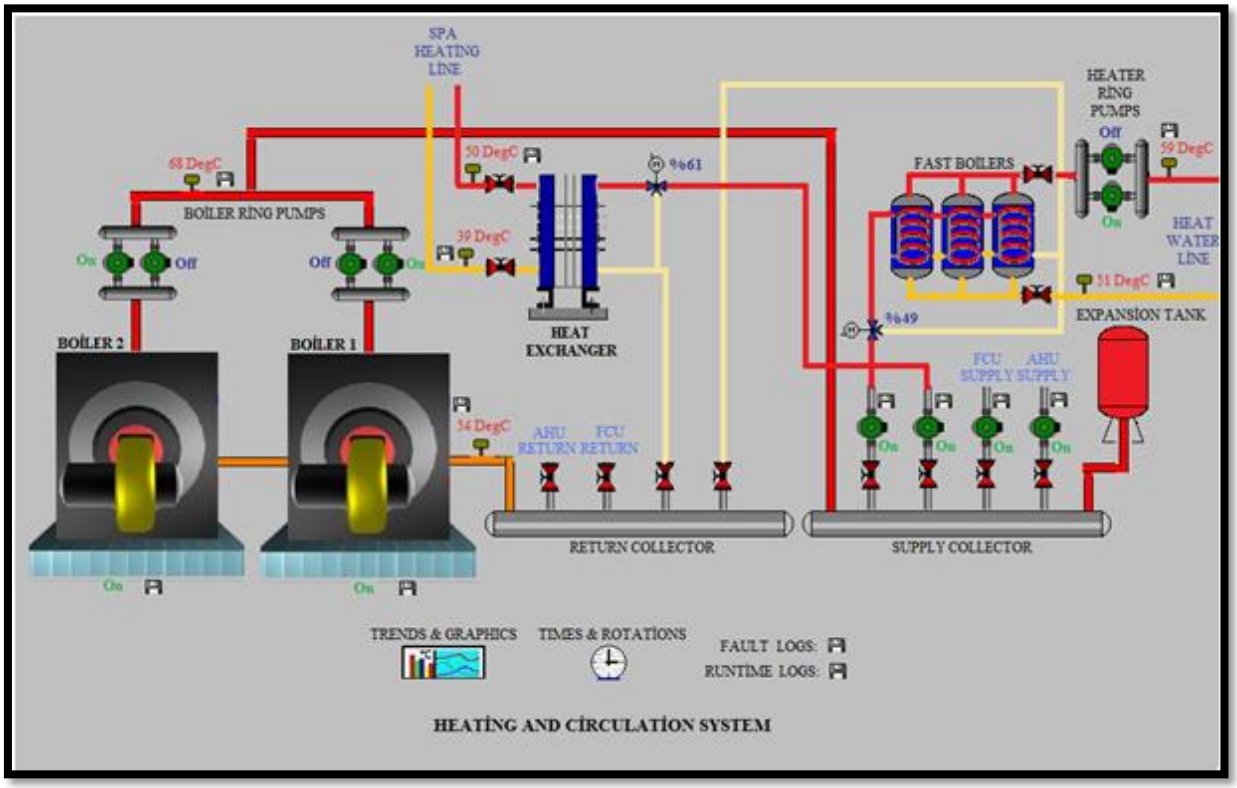
8.11 MERKEZİ ISITMA SİSTEMİ OTOMATİK KONTROL ÖRNEKLERİ

Örnek-1:

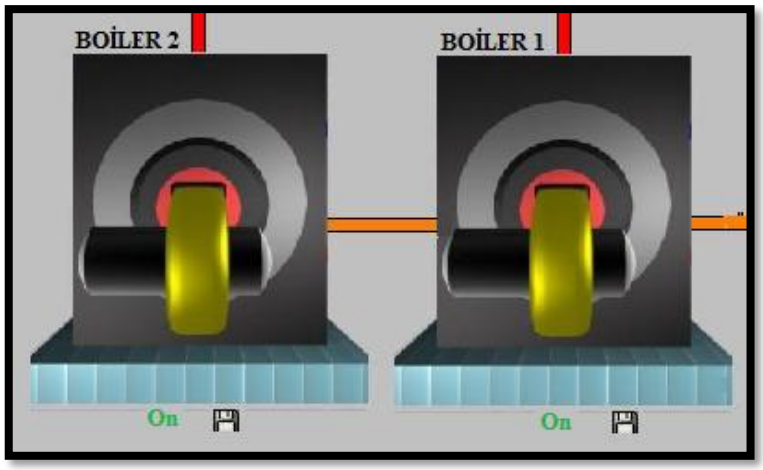
Isıtma sistemi, bir binanın sıcak su, mahal ısıtma ve çeşitli, konvansiyonel ısı ihtiyacı olan her uygulama için ısı kaynağı oluşturur. Çoğu zaman bu kaynak sıcak su kazanlarıdır. Kazanlarda ısıtılan su, ring ve zone pompaları ile binanın ısıtma sisteminde dolaştırılır ve kullanıma sunulur. Kullanım sıcak suyu için kazanda ısıtılan su, kimyevi ve sertlik bakımdan uygun olmadığı için, temiz suyu belli bir değerde ısıtacak kullanım suyu ısıtıcılar bulunur bu cihazlar kazanda ısıtılan su ile temiz kulanım suyunu ısıtır ve belli oranda stoklar. Bunlar hızlı boylerlerdir. Gerekli miktarda temiz sıcak su elde etmek için kullanılırlar.

Pompaları dönüşümlü (rotasyonlu) çalıştırmak: sistemde bulunan ring, zone ve şönt pompa guruplarını eşit zamanlarda çalıştırarak eş yaşlanma sağlanır ve pompa ömürleri uzatılır.

Otomatik-yedekleme: *arızalanan bir pompanın yerine yedeğini devreye alarak sistem çalışması durdurulmadan devam ettirilir. Tüm pompaların çalışma, arıza ve kumanda durumları bilgisayardan izlenip kontrol edilir.*



Şekil-8.31 *Isıtma su dolaşım sistemi [3]*

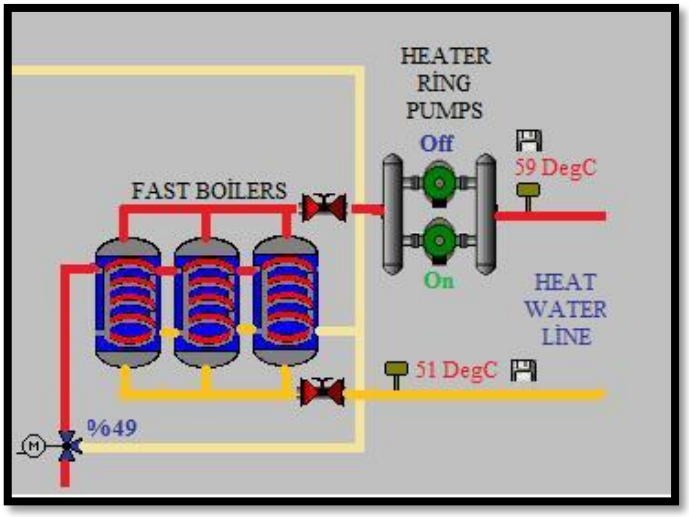


Şekil-8.32 *Kazanlar [3]*

Sıcak Su Kazanları

Sistemde bulunan tüm kazanların; çalışma ve arıza bilgileri ve otomatik kumandası otomasyon sistemi üzerinden yapılır. Bir kazanda hata anında beklemede olan bir kazan varsa derhal devreye alınır, bu sayede arıza sebebiyle sistem su sıcaklığı düşmez. Asıl-yedek sistemlerde, dönüşümlü olarak asıl-yedek kazanlar belirlenir ve eşit çalışmaları sağlanarak brülör ve pompa ömürleri uzatılarak bakım masrafları azaltılır.

Ekranda bulunan disket işaretine tıklandığı takdirde o kazanla ilgili çalışma ve arıza kayıtları alınabilir.



Şekil-8.33 *Hızlı boyler ve sıcak su ring pompaları [3]*

Hızlı Boylerler

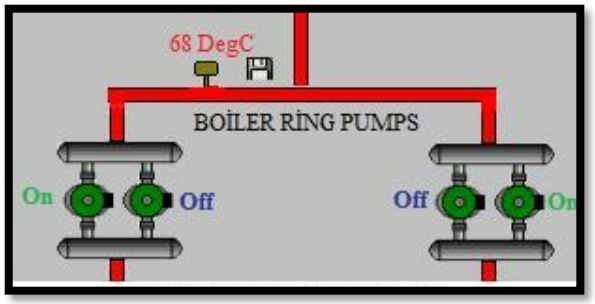
Binaların kullanım sıcak suyunu karşılamak için kullanılırlar. Kazandan gelen sıcak su ile gelen su değerine yakın sıcaklıklarda temiz sıcak su üretme kapasitelerine sahiptirler ancak çıkış ısıları 55-60°C civarında set edilir. Isı kontrolü PI kontrol programı ile yapılır. Oransal üç yolu globe vana ile ısıtma suyu oranı ayarlanarak kullanıma göre çıkış sıcaklığı sabit tutulur. Operatör PC'de hızı boylerin gidiş ve dönüş suyu sıcaklıkları ve oransal üç yollu vananın % kapasitesi izlenebilir. Disket işaretine tıklandığında hızlı boylerlerin ısı geçmişi kaydı alınabilir.

Hızlı boyler ring pompaları rotasyonlu çalışma biçimi ile çalıştırılarak eş yaşlandırma yapılır. Çalışma arıza ve kulanda durumları bilgisayardan izlenebilir. İlgili Pompanın yanındaki disket işaretine tıklanarak pompanın arıza ve çalışma-zaman (runtime) kayıtları alınabilir.

Hızlı boylerlerin sıcaklık kontrolü üç yönlü oransal servo motorlu vana ile yapılır. Boylerin ısıttığı suyun çıkışından duyarga ile okunan sıcaklık değerine göre ayarlanan set değerini tutturmak için DDC, vanaya en uygun konum sinyali göndererek vana pozisyonunu ayarlar. Bu sayede gereksiz enerji kullanımı olmaz ve ısı tasarrufu sağlanarak kazan yükü azaltılır. Bu da yakıt tasarrufu demektir. Bu sistemleri otomatize ederek, birçok faydalı uygulamalar yapılır.

Otomatik-set: *Kazanın uyumlu olması halinde, sıcaklık set değeri dış ortam havasının sıcaklığına göre ayarlanır ve muazzam yakıt tasarrufu sağlar.*

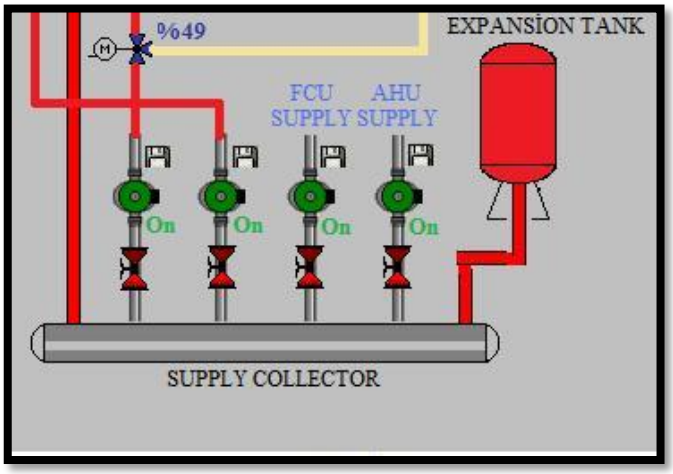
Konvansiyonel Sistemler: *Isı eşanjörleri örnek gösterilebilir. Eşanjörlerde sıcaklık kontrolü üç yönlü oransal globe vana ile yapılır. Çıkış suyu sıcaklığı baz alınarak vana konumu DDC tarafından belirlenir.*



Şekil-8.34 *Kazan ring pompaları [3]*

Kazan Ring Pompaları

Ait olduğu kazan ile sistemin ana kolektörü arasında su dolaşımını yapan pompalardır. Kazan brülörü devreye girip, çalışma bilgisinin geldiği anda devreye otomasyon tarafından alınarak, su dolaşımı başlatılır. Normal uygulamalarda bir pompa asıl, diğeri yedek olarak kullanılır. Pompalar, rotasyonlu çalışma şekli ile çalışır. Yani kazan brülörü her start alışında pompalar dönüşüm yapar.

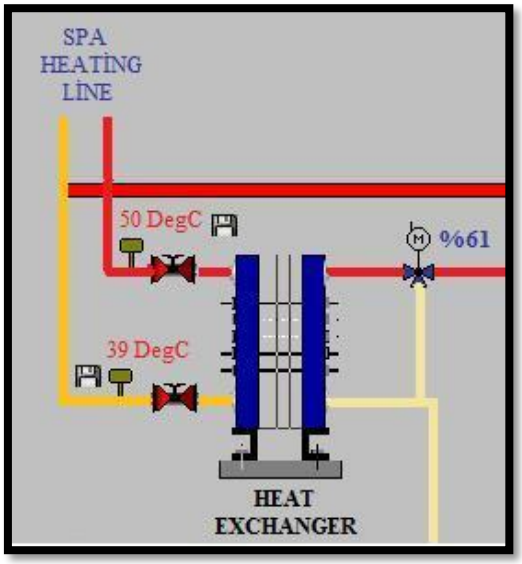


Şekil-8.35 *Zon pompaları [3]*

Isıtma Zon Pompaları

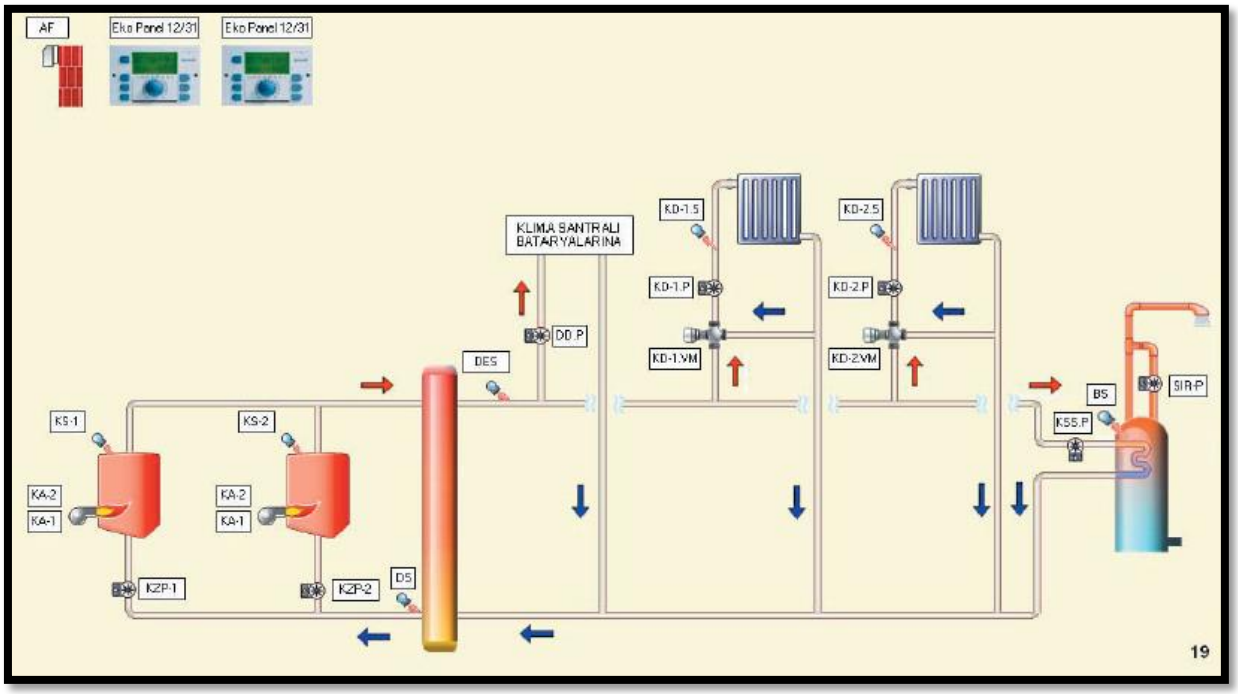
Isıtma yapılacak yerler ile ısıtma ortak kolektörü arasında su dolaşımı yaparak ısı transferi için kullanılırlar. Her zonun kendi pompası bulunduğundan, eğer bir bölgede ısıtma yapılmayacaksa ilgili pompa kapatılarak gereksiz enerji sarfiyatı ve borularda kaybedilecek ısı engellenmiş olur.

Bu pompalar single (tek) olabileceği gibi genelde, twin (ikiz) ya da triplet (üçüz) guruplar olabilir. İkiz ve üçüz pompalarda rotasyonlu kontrol yöntemi uyguluyoruz, pompalarda eş yaşlandırma sağlıyoruz. Pompaların çalışma, arıza ve kumanda durumları operatör PC'den izlenip kumanda edilir. Arıza ve çalışma zamanı kayıtlarına ilgili pompanın yanındaki disket işaretine tıklanarak erişilir.



Şekil-8.36 *Isı değiştirici [3]*

Örnek-2



Şekil-8.37 *Merkezi ısıtma sistem şeması [10]*

Sistemin Çalışması:

Panel, karışım devrelerine kullanıcı tarafından belirlenen zaman dilimlerinde talep edilen enerjiyi temin edebilmek için kazanları, dış hava sıcaklığına bağlı olarak en verimli şekilde çalıştırır, minimum enerji tüketimi ile maksimum konforu sağlar.

(Öncelik sırası: Kazan dönüş suyu – Kullanım sıcak suyu – Direkt ısıtma devresi – Karışım devreleri)

Kullanıcının istekleri: *Kullanıcı, ortam sıcaklığını hangi saatler arasında hangi sıcaklıkta ısıtmak istediğini (konfor/ekonomi) ve hangi zaman dilimlerinde kullanım sıcak suyuna ihtiyaç duyacağını panele girer. Haftalık ve günlük olmak üzere zaman programları oluşturur.*

Direkt ısıtma devresi (klima santrali bataryaları)*: Direkt ısıtma devresi, sistemin ısıtma amacıyla klima santrali bataryalarına sıcak su gönderdiği bölümdür. Panel, zaman programından aldığı bilgiye ve istenirse dış hava sıcaklığı değerine dayanarak, istenen zaman diliminde istenen sıcaklığı sağlamak için, ısıtma devresine gönderilmesi gereken su sıcaklığını hesaplar. Direkt ısıtma devresi pompasını ve gerekiyorsa kazanı çalıştırır.*

Klima santrali için ayrıca kontrol vanası ve paneli kullanılmalıdır.

Karışım devreleri: *Karışım devreleri de sistemin ısıtma amacıyla radyatörlere (veya fan-coillere) sıcak su gönderdiği bölümüdür. Panele her bir karışım devresi için ayrı ayrı zaman programı girilebilir. Karışım devresi zaman programından aldığı bilgiye ve dış hava sıcaklığı değerine dayanarak, ortam sıcaklığını, istenen zaman diliminde istenen sıcaklığa getirmek için, karışım devresine gönderilmesi gereken su sıcaklığını hesaplar. İhtiyaç var ise kazanı çalıştırır. Su sıcaklığı uygun değere geldiğinde karışım devresi motorlu vanasını oransal olarak kontrol eder. Örneğin 40°C'lik bir sıcak su talebi olduğu hesaplanmışsa ve kazan suyu 60°C'de ise, karışım devresinin dönüşünden gelen soğumuş su ile kazandan gelen 60°C'lik su,*

karışım vanası vasıtası ile uygun şekilde karıştırılır. Böylece kazanın ürettiği su sıcaklığı ne kadar yüksek olursa olsun karışım devresine her zaman tam olarak istenilen sıcaklıkta su gönderilir, kazandan gelen suyun tamamı kullanılmadığı için yakıt tasarrufu sağlanır.

Kullanım sıcak suyu devresi (boyler) ve resirkülasyon pompası: *Boylerin üzerine monte edilecek olan sıcaklık duyargası (BS) ile kullanım suyunun sıcaklığı kontrol edilir. Eğer zaman programına göre kullanım sıcak suyu isteniyorsa ve boylerdeki su sıcaklığı düşmüşse ısıtma ve karışım devreleri pompaları durur, karışım vanaları kapanır ve boyler pompası çalışır. Isıtma devreleri ve boylerin aynı anda çalışması sistemin doğru çalışması açısından uygun değildir. Bu nedenle kazan, sıcaklığını yükselterek en kısa sürede boylerdeki kullanım suyunu ısıtmaya odaklanır. Kazandan gelen yüksek sıcaklıktaki su, boyler içerisinde çevrilerek kullanım suyunun sıcaklığının istenilen değere gelmesi sağlanır. Boylerdeki kullanım suyu istenen sıcaklığa geldiğinde kullanım sıcak suyu pompası durur, ısıtma ve karışım devreleri normal çalışmaya devam eder. Zaman programına göre sıcak su istendiğinde, boyler ile kullanım yerleri (musluklar) arasındaki hatlarda uzun süre kullanılmadan bekleyen sıcak suyun zaman içinde soğumaması için boyler resirkülasyon pompası çalıştırılır. Böylece kullanım anında musluk açıldığında sıcak suyun gelmesi uzun süre almaz, su tüketiminden tasarruf sağlanır.*

Çift Kademeli Brülörlü İki Kazan: *Panel, ısı tüketicilerinden (ısıtma devreleri, boyler) gelen ısı talebine göre, kazanların istenilen sıcaklıkta su üretmesini sağlar. Örneğin ısıtma devresinden 60°C'lik bir sıcak su talebi varsa, denge tankındaki denge tankı sıcaklık duyargasındaki (DES) değeri 60°C'ye getirecek şekilde kazan brülörlerini uygun kademelerde sıralı olarak yakar veya durdurur. Böylece ısı tüketicilerinden gelen ısı talebi uygun şekilde karşılanırken, kazanlar gereksiz durumda yakılmayarak yakıt tasarrufu sağlanacaktır. Kazandan talep edilen sıcak suyu üretmek için brülör birinci kademede yakılır. Eğer uzun süre istenilen sıcaklığa ulaşılamazsa ikinci kademeye geçilir. Yine ısı talebi karşılanamıyorsa ikinci kazan, sırayla birinci ve ikinci kademelerde yakılır. Panel talep edilen su sıcaklığını ve o andaki kazan suyu sıcaklığını hesaba katarak hangi kazanın brülörünü kaçıncı kademede yakacağını hesaplar.*

Sistemden dönüp kazana giren suyun sıcaklığı belli değerin altına düşerse kazan içinde yoğuşma/termal şok oluşur ve bu durum kazana zarar verir. Bunu önlemek amacıyla panel, denge tankı dönüş suyu sıcaklık duyargasıyla (DS) kazan dönüş suyu sıcaklığını kontrol eder, dönüş suyu sıcaklığı minimum değerin altına düştüğünde ısı tüketicilerinin pompalarını durdurup, kazan pompalarını çalıştırarak kazanlarda ısınan suyun kısa yoldan sirküle etmesini sağlar.

Minimum sıcaklığın üzerine çıkıldığında baypas pompası durur, ısı tüketicileri normal durumda çalışmaya devam eder. Kazanlar eşit yaşlanacak şekilde sıralı olarak çalıştırılır. Isı talebi yükseldikçe, sıra ile birinci kazanın birinci ve ikinci kademeleri, daha sonra ikinci kazanın birinci ve ikinci kademeleri devreye girer. Belirli bir çalışma süresi sonrasında birinci kazan ikinci, ikinci kazan birinci görevini alır. Bu süre, kaskad menüsünün 5. parametresi ile saat cinsinden ayarlanır.

8.12 KONVANSİYONEL ISITMA SİSTEMLERİ

Sıcak su kazanına bağlı çeşitli ısı transfer cihazları ile kurulan düzeneğe konvansiyonel ısıtma sistemi denir. Genelde Boru tipi ve plakalı tip ısı transfer cihazları (eşanjör) ile kurulurlar binalarda ise, herhangi bir mekânın alttan ısıtılmasında, yüzme havuzu suyu ısıtma sistemlerinde özellikle otellerde hamam-sauna sistemlerinin ısıtılmasında yaygın olarak kullanılır. Ani tepkimelere cevap verebildiği için performansları oldukça yüksektir. PID kontrol yazılımı ile ve üç yollu oransal vana yardımıyla kontrol edilirler. Bilgisayardan eşanjörün giriş ve çıkış sıcaklıkları ve üç yollu oransal vananın % kapasite oranı izlenir. Disket işaretine tıklanarak sıcaklık geçmişine erişilir.

8.13 MOTORLU VANALARLA SİSTEM VEYA ZON KONTROLÜ

İki veya üç yollu kontrol vanaları yardımı ile sisteme veya belirli bir zona giden suyun sıcaklığı veya debisi değiştirilerek kapasite kontrolü yapılabilir. Ancak kalorifer tesisatında sabit debi değişken sıcaklık sistemi daha uygundur. Zon kontrolü belirli bir klima santrali veya ısı eşanjörünün kontrolü olabileceği gibi, ısıtma sisteminin belirli bir bölümünün kontrolü de olabilir. Çünkü kullanım amacına ve bulunduğu konuma bağlı olarak aynı sistemde farklı hacimlerde farklı ısıtma yükü karakteristikleri söz konusu olabilir. Örneğin büyük bir iş merkezinde toplantı salonundaki ısıtma ihtiyacı ile ofislerdeki ısıtma ihtiyacı veya bina çekirdeğindeki ofislerle, dış cephedeki ofislerin ısıtma ihtiyacı birbirinden farklıdır. İyi bir kontrol sistemi hem bütün sistemin dış sıcaklığa bağlı olarak kapasite kontrolünü gerçekleştirirken, hem de farklı zonlardaki farklı ısıtma ihtiyaçlarına cevap verebilmelidir. Böyle bir kontrol ancak motorlu kontrol vanaları ile gerçekleştirilebilir. Motorlu vana çapı pratik olarak boru çapından bir veya iki çap daha küçük seçilir.

İki Yollu Vanalar

Avantajları:

1. *Merkezi sistemdeki farklı dirençlerden oluşabilecek su dolaşımı farklılıklarını, fazla su geçen yerleri kısarak dengeleyecektir.*
2. *Dönüş suyu sıcaklığı düşük olacağı için dönüş borularındaki ısı kaybı daha azdır.*
3. *Eşanjor bağlantılarındaki vana, pislik ayırıcı sayısı daha az olacağı için servis malzemesi maliyeti azalacak, daha az yer kaplayacaktır.*
4. *İki yollu vana daha ucuzdur.*
5. *İki yollu vana ile kontrol da debilerin çalışma koşullarına bağlı olarak değişmesi ve azalması sonucu pompalama enerji sarfiyatının da azalması ve elektrik enerjisinde tasarruf söz konusudur.*

Ancak bunun gerçekleşmesi için değişken devirli pompalar ve uygun bir kontrol sistemi kullanılmalıdır. Bu ise yatırım maliyetlerini arttırır.

Dezavantajları:

1. *İki yollu vana kapattığında borulardaki su soğuyacaktır. Vana açmaya başladığında ise ısıtma süresinde gecikme söz konusudur.*
2. *Sistemde kapanan iki yollu vana sayısı arttığında, eğer değişken devirli pompalar kullanılmıyorsa, basınçta artacaktır.*
   a) Özel durumlarda motorlu vananın kapatmasını güçleştirecektir.
   b) Genelde açık olan vanalar kapanmaya başlayınca, geçecek suyun hızı artacağı için bir miktar ses oluşacak, hassas kontrol güçleşecektir.

Üç Yollu Vanalar

Avantajları:

1. *Merkezi sistemde dolasan suyun debisi sabit kalacaktır.*
2. *Isıtma ihtiyacının az olduğu surelerde dahi borulardaki aşırı soğumalar olmayacağı için boru şebekeleri ani ısınmalardan ve gerilmelerden etkilenmeyecektir.*
3. *Üç yollu vana tam kapalı durumdan itibaren açmaya başladığında, eşanjöre sıcak su girişi en kısa sürede olacağı için otomatik kontrol sistemi daha kısa surede etkin olacaktır. (Yani kontroldeki gecikme suresi en az olacaktır.)*

Dezavantajları:

1. *İki yollu vanaların 1 ve 3 no'lu avantajları, üç yollu vana sistemi için dezavantajdır.*
2. *Daha pahalıdır.*

Üç yollu vana genelde tercih edilmelidir. Ancak kullanma yeri, kontrol sistemi hassasiyetindeki toleranslar ve amaç göz önüne alınarak iki yollu vana kullanımı da gerekebilir.

Üç Yollu Karıştırma Vanası ile Sistem Kontrolü

Üç yollu motorlu karıştırma vanası kullanılarak, dış hava sıcaklığındaki değişmeye bağlı olarak sisteme giden su sıcaklığını ayarlamak mümkündür. Bu kontrol sistemi daha önce anlatılan kazan suyu sıcaklığı kontrol sistemine eşdeğerdir. Ancak burada ilave olarak kontrol vanaları geldiğinden sistem daha pahalıdır ve mekanik parçalar bulunduğundan bakım gerektirir. Bu sistemde kazan suyu sıcaklığı bir termostat yardımı ile kontrol edilir. Kazan suyu sıcaklığı daima yüksek olduğundan, çelik kazanlar gibi korozyona duyarlı kazanlarda bu kontrol sistemi avantaj sağlar.

Isı Değiştirgeçlerinin, Isıtıcıların veya Farklı Zonların Bağlantı Çeşitleri

İki veya üç yollu motorlu vanalar kullanılarak farklı zonların veya çeşitli ısı kullanıcıların kapasite kontrolün da değişik çözümler mevcuttur. Aşağıda bu çözümlerin belli başlı olanları üzerinde tek tek durulacaktır. Isıtıcı kapasite kontrolün da ısıtıcı akışkan giriş sıcaklığını değiştirmek veya giriş sıcaklığını sabit tutup, ısıtıcı akışkan debisini değiştirmek şeklinde iki temel olanak bulunmaktadır.

Balans vanaları, basınç düşümünü istenen değere ayarlamak mümkündür. Dolayısı ile normal kapama vanaları basınç düşümü ayar vanası değildir.

1. İki yollu motorlu vana ile kontrol:

Bu yöntemde hem primer devrede hem de kullanıcı devresinde su debisi değişmektedir. Debi dalgalanmalarına bağlı olarak, basınç düşümü ve sıcaklık kontrolü olumsuz etkilenir. Ayar vanası yardımı ile başlangıçta, motorlu vana tam açıkken kapasite ayarı yapılır. Daha sonra, azalan yüklerde motorlu vana gerekli debi ayarını gerçekleştirir.

2. Üç yollu motorlu vana ile kontrol:

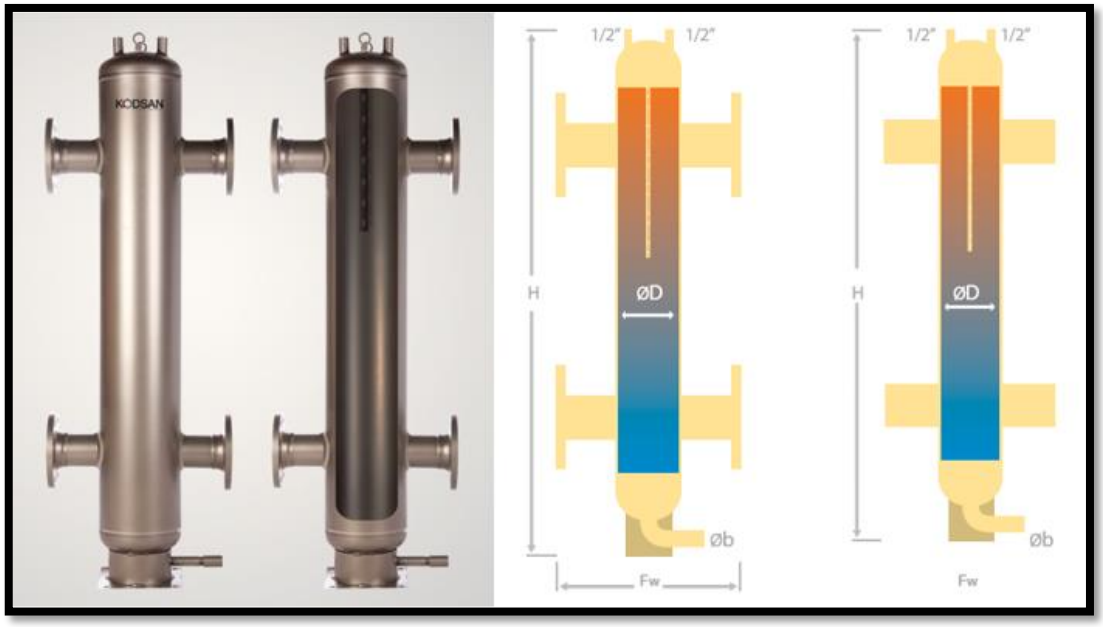
Bu yöntemde primer devrede debi sabit kalırken, kullanıcı devresindeki debi değişkendir. Primer devrede değişmeyen bir basınç oranı ve buna bağlı olarak uygun bir sıcaklık kontrol davranışı bulunmaktadır. Burada ayar vanasıyla, bu koldaki basınç düşümü kullanıcı devresindeki basınç düşümüne eşit olacak şekilde ayarlanır.

8.14 SICAK SU DENGELEME HATLARI

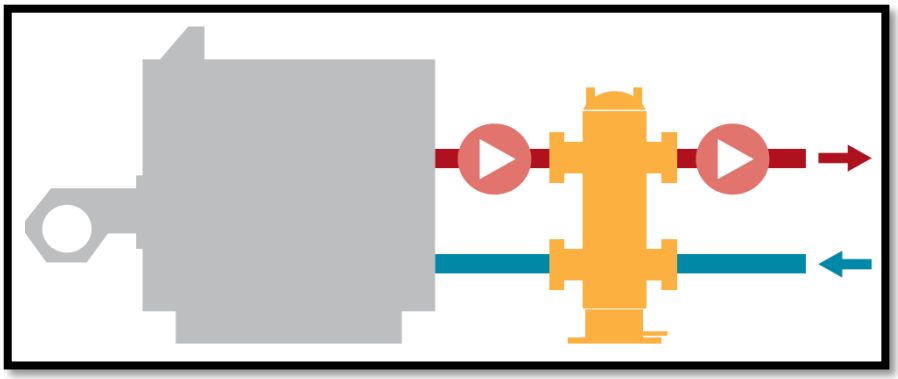
Tesisatlarda kullanılan akışkan tesisattan kazana geri dönerken ısı kaybına uğrar. Bu ısı farkının ortaya çıkması kazanda ısıl gerilmelere neden olur ve kazanın ömrünü azaltır. Denge kabının ana görevi tesisattan gelen soğumuş akışkanın kazandan gelen sıcak suyla karışarak ısıl dengeyi sağlamaktır. Böylece ısıl dengeler en az düzeye indirgenmiş olur.

Üzerine bağlanan duyargalar ile sıcaklık kontrolü yapılarak kazan grup ürünlerinin dengesiz devreye giriş-çıkışlar azaltılarak sistem işletme maliyeti düşürülür.

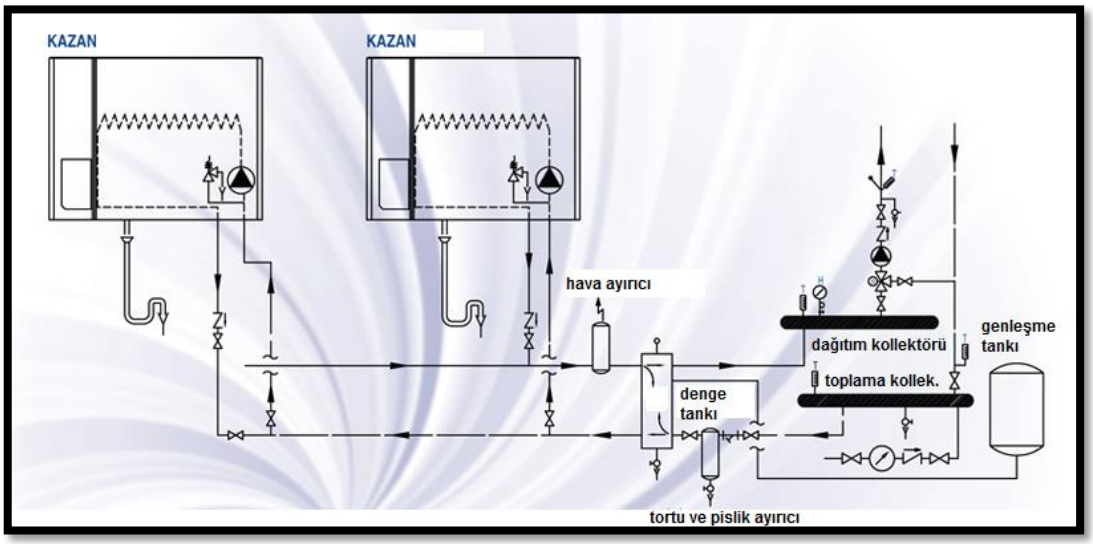
Isıtma devreleri toplam debisinin (sekonder devre), kazandan geçmesi gereken ısıtma suyu debisinden (primer devre) fazla olması durumunda hidrolik denge tankı kullanılmalıdır. Bu nedenle özellikle kaskad sistemlerde denge kabı kullanılmalıdır.



Şekil-8.38 *Dengeleme tankı ve ölçüleri [3]*



Şekil-8.39 *Dengeleme tankı bağlantı şeması [3]*

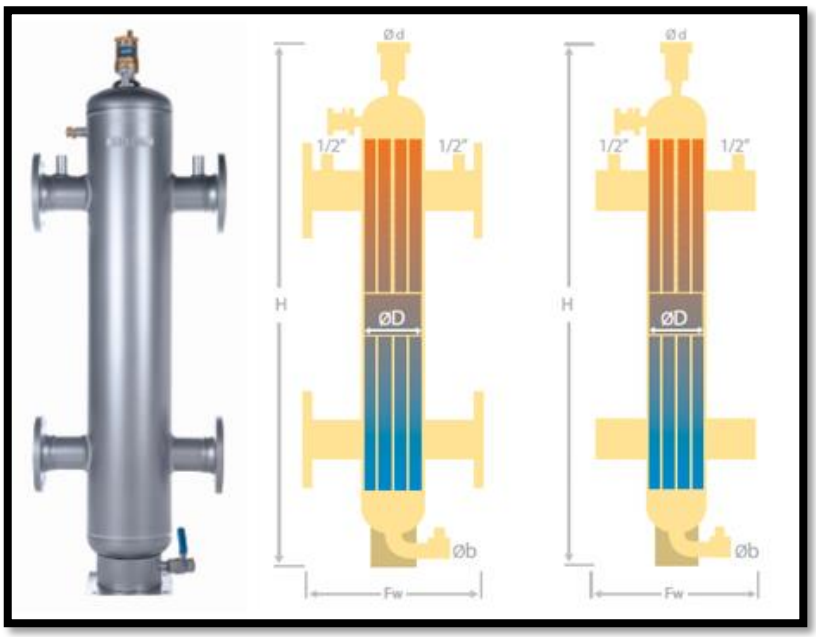


Şekil-8.40 *Hidrolik denge kabı bağlantı şekli [3]*

Paket Dengeleme Kapları

Paket denge kabı; hava ayırıcı, tortu ve pislik tutucu ve denge tankını işlevini tek başına yerine getirmektedir. Bu özelliği sayesinde ciddi oranda maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Paket denge kapları kapalı devre ısıtma sistemlerinde ısıtıcı kaynak ile tesisat arasındaki ısıl ve hidrolik dengelemeyi yaparak kazan sistemlerinin ömrünü uzatır. Ayrıca farklı güçlerdeki ısı kazançlarının basınç, sıcaklık ve debi dengesini sağlar. Paket denge kabının tesisattaki konumu hava ayırıcı ve tortu ayırıcı için de ideal bir yerdir. Hava ayırma işlemi otomatik hava atma pürjörü sayesinde çok hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Denge kabının tabanında bulunan boşaltma musluğu sayesinde kap içine biriken tortu ve pislik kolayca boşaltılabilir.

Kullanım yerleri; klasik ve otomasyon kontrollü kazan sistemleri (döküm, çelik kazanlar), kaskat kazan sistemleri, çeşitli iklimlendirme sistemlerinde kullanılır.



Şekil-8.41 *Paket dengeleme kabı [4]*

8.15 DÖŞEMEDEN ISITMA SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ

Yerden ısıtma sistemleri, sadece ısıtma sistemleri olarak kontrol edilebilir ya da panel radyatörler, fanlı serpantinler, duvardan ısıtma ve sıcak su üreteçleri gibi ısı yayıcılar diğer türleri ile bağlantılı olabilir. Bu ısı yayma sistemlerinin her biri için farklı kontrol gereksinimlerini ve ayarları vardır ve kontrol sisteminin tipi yerden ısıtma bölümü için kullanılacak olan kontrol sistemine karar verirken toplam ısıtma ve sıcak su ihtiyacının dikkate alınması gereklidir. Ayrıca, yoğuşmalı ya da yoğuşmasız kazanların ve onların gereksinimi olan farklı dönüş suyu sıcaklıkları ile tam bir sistem kontrolü stratejisi ve modern kontrol teknolojisinin doğru kullanımı ile yüksek seviyede verimlilik elde edilebilir. Döşemeden ısıtma sistemlerinde düşük sıcaklık ve sonuç olarak dönüşte düşük sıcaklık gerektiğinden, bir ısı kaynağı olarak sadece yoğuşmalı kazan kullanılmadıkça kazan besleme sıcaklığını döşemeden ısıtma için uygun seviyeye düşürmek gerekecektir. Bu düşürmeye "karıştırma" denir ve yerden dönüş suyu kullanarak ve kazandan gelen besleme suyu ile uygun oranda karıştırılarak elde edilir. Bu tip karıştırma, kendine yeterli tip sızdırma vanası kullanarak önceden ayarlanan sıcaklıkta su sağlayabilir, ya da otomatik olarak sürekli sistemin belirli gereksinimlerini karşılamak için dış hava sıcaklık dengeleyici tarafından işletilen bir motorlu vana yardımıyla sistemin taleplerine uygun karışım sağlayacaktır.

Ne Yapmayı Hedefliyoruz?

Kontrol sistemi ev sakini tarafından gerekli sıcaklık konfor düzeyini sağlamak üzere toplam ısıtma sistemini işletme yeteneğine sahip olması ve bunu en ekonomik ve en güvenli şekilde gerçekleştirmesi gerekir. Sistem mümkün olduğunca basit tutulmalı, ancak gerekli tüm fonksiyonları kontrol yeteneğine sahip olmalıdır. İyi bir kontrol sistemi ısıtma tesisatını düzgün çalıştırabilmeli ev sakinlerinin taleplerini sağlamalıdır. Kontrol sisteminin tasarımı ve planlaması, ısıtma tesisatının tasarımı kadar önemlidir ve sonradan olmamalıdır. Kontrollerin tasarımı gelecekteki genişlemeye uygun olmalı ve aynı zamanda var olan sistemi genişletecek şekilde güncellenmiş kontrol felsefesini dâhil edebilirsiniz. Sonuçta, kontrol sistemine yapılan harcamalar, genel olarak haklı olabilir, ancak toplam ısıtma tesisatının fiyatı ile orantılı tutulmalıdır.

8.15.1 Emniyet Sınır Kontrolleri

Karıştırma Vanası

Bir karıştırma vanası mekanik olarak önceden ayarlanmış bir sıcaklıkta döşemeden ısıtma sistemi için besleme suyunu sınırlar. Bu önceden ayarlanmış değeri elde etmek için kazan besleme suyu ile döşemeden dönüş suyu karıştırılır.

Sınır Termostatı

Bir sınır termostatı başlıktan önce takılmıştır. Su döşemeden ısıtma sistemine girmek için izin verilen maksimum sıcaklıkta ayarlanır. Sıcak su kaynağını kapatacak şekilde elektrikle tahrikli tipte vana bağlanacaktır.

İki-Üç Yollu Motorlu Vanalar

Sınır termostatı ile bağlantılı olarak kullanıldığında bu vanalar termostat besleme suyunu izin verilen maksimum sıcaklığa ulaştığında kapatır veya yönlendirir.

8.15.2 Konfor Kontrolleri

Oda Termostatı

Verilen bir alandaki hava sıcaklığını kontrol etmek için döşemeden ısıtma sisteminin suyu kapatılır (örnek olarak elektrik tahrikli kontrol vanası ile) veya birincil ısı kaynağı durdurulur (örnek olarak kazan anahtarlanır). Oda termostatları farklı tiplerde ve aşağıda listelenen geniş kademe işlevlerde olabilir:

- *Ayar sıcaklığını azaltmak (gece ayar değişimi)*
- *Zon sınır kontrolü*
- *Dâhili zaman kontrolü*

Elektronik termostatların sıcaklık duyargaları kablosuz olabilir veya konfor seviyesini ayarlamak için döşeme sıcaklığını kontrol edebilir.

8.15.3 Ekonomi ve Konfor Kontrolleri

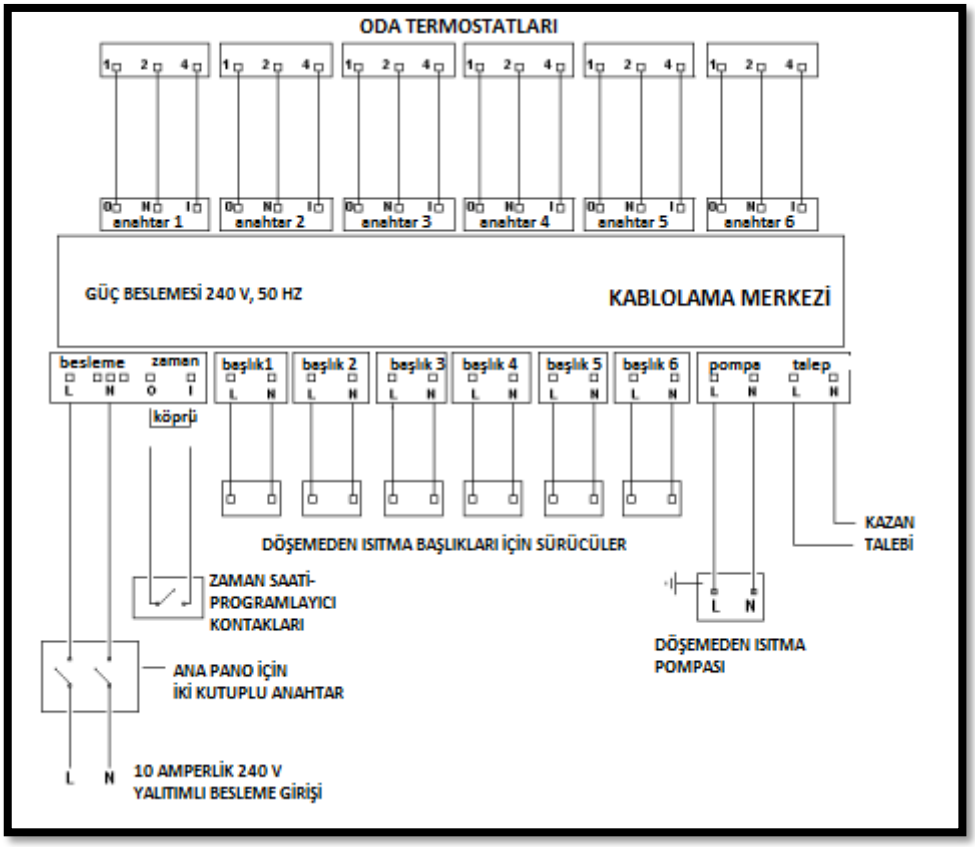
Zaman Saatleri veya Programlayıcı

Zaman saatleri/programlayıcılar bireysel zonları veya sistemin tamamını zamana bağlı olarak kontrol edebilir. Döşemeden ısıtma sistemleri kontrollerinin sistemi tamamen durdurma yerine konfor seviyesini düşürecek şekilde ayarlanması daha uygundur. Ayrıca zaman temelli talep kontrolü, modern dış hava dengeleyiciler ile desteklenebilir.

Kablolama Merkezleri

Modern kablolama merkezleri, çoklu oda termostatları ve zon vanalarının kontrolü yanında zamanlı kontrol girişi, pompa ve kazan talep sinyal kablolarını basitleştirme yeteneği sağlar. Normalde bir kablolama merkezi her besleme başlığına takılır ve dış kablolama karmaşıklığını azaltacaktır, ilave olarak çok sayıda röle ihtiyacını ortadan kaldıracaktır.

Aşağıda elektrik diyagramında pompa ve kazan talep sinyalleri ile 6 oda termostatı, 6 elektrikli sürücü kontrol kablolama merkezi görülmektedir.



Şekil-8.42 *Döşemeden ısıtma için kablolama merkezi [10]*

8.15.4 Hava Dengeleyici (Kontrol Ayar Değiştirici)

Isıtma sistemleri; bina duvarlarından, pencerelerinden, kapılarından, vb. doğal yolla oluşacak ısı kayıplarını karşılamak için tasarlanır. Bir ısıtma sistemi, bu ısı kayıplarını dış hava sıcaklığı en düşük düzeyde olduğu duruma göre boyutlandırılır. Isıtma mevsiminin birçok gününde dış hava sıcaklığı bu minimum tasarım seviyesinin üzerinde olur. Bu durumda, her bir bireysel ısıtıcıda termostatik kontrol kullanılmadığında aşırı ısınma ortaya çıkar. Dış hava sıcaklık dengeleyicileri, dış sıcaklığa bağlı olarak besleme sıcaklığını değiştirerek bu aşırı ısınmayı engeller. Böylelikle ısıtma sistemi gerçekleşen ısı kaybına uygun seviyede ısı üretir, sonuç olarak önemli yakıt tasarrufu sağlar.

Modern dengeleyiciler (kontrol ayar değiştiriciler) üç farklı şekilde olabilir:

1. *Kazan dengeleyici*
2. *Vana dengeleyici*
3. *Kazan ve vana dengeleyici*

Onlar tamamen döşemeden ısıtma veya döşemeden ısıtma ile radyatör ve evsel sıcak sisteminin birleştirildiği hibrit sistemin kontrolünde kullanılırlar. Kontroller tüm kontrollü zonlarda sabit konfor şartlarını oluşturmak üzere sürekli dış hava sıcaklığını izleyerek sisteme verilecek ısı miktarını ayarlarken maksimum zon sıcaklıklarını ve kazan minimum dönüş suyu sıcaklıkları gibi tüm emniyet koşullarını yerine getirir.

Dış hava sıcaklık dengeleyicileri toplam sistem performansını arttırmak için ilave işlevlere sahiptir:

- *Pompa taşması (tahliye): Isı kaynağından ısıyı dağıtmak ya da sistemin bir kısmında istenmeyen ısıyı atmak için.*
- *Pompa ve vana uygulaması: Vana ve pompaların yaz mevsiminde devrede kalmalarını önlemek için ısıtma sistemi kapatılır.*
- *İki kademeli sıcaklık kontrolü: gece ayar değişimi ve konfor seviyesi.*
- *Sistem talep sinyalizasyonu: Bir bölgeden ısıtma için bir talep varsa sadece birincil ısı kaynağının çalışmasına izin verir, böylece yakıt tasarrufu ve farklı zonlar için farklı zaman programları yapılabilmesi sağlanır.*

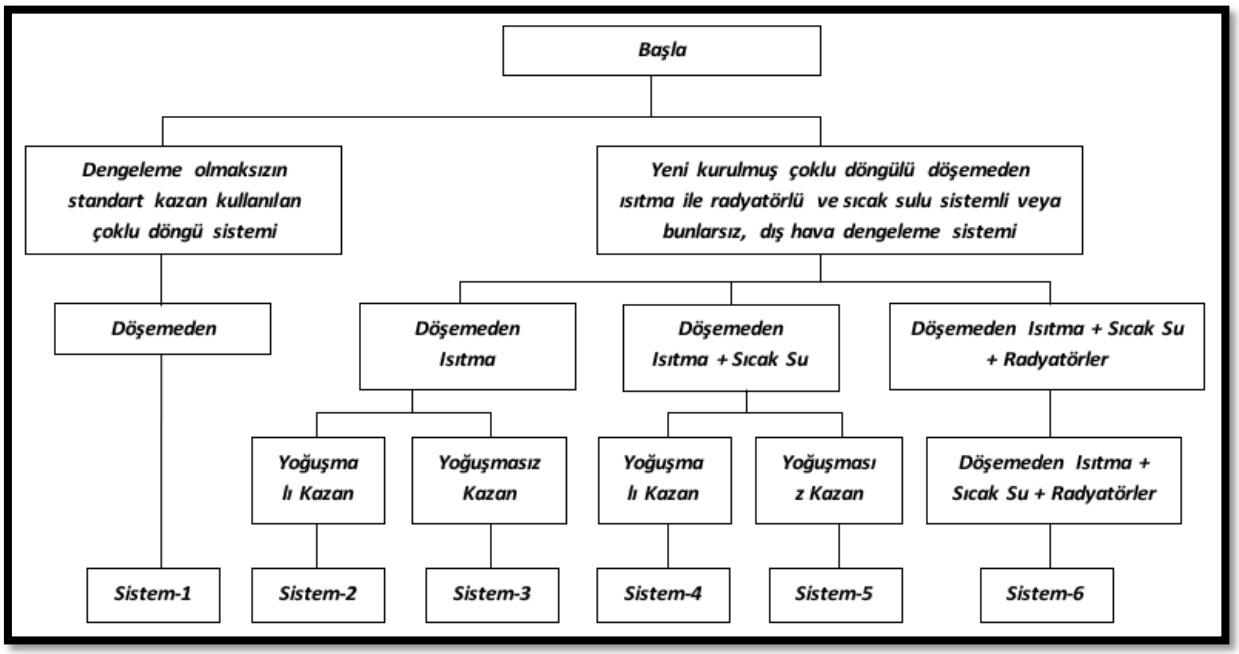
- *Sıcak hava kapatması: Bu özellik binanın ısı kayıpları, dış sıcaklık artışı sayesinde sıfıra düştüğünde ısıtma sisteminin çalışmasını önleyecektir.*

Elektrikli Üç Yollu Karıştırma Vanaları
Hava dengeleme ile birlikte kullanıldığında yerden ısıtma sistemine giren suyun doğru sıcaklığı korumak için sıcak besi suyu ve soğuk zon dönüş suyu karışımını sağlar.

Elektrikli Dört Yollu Karıştırma Vanaları
Bunlar üç yollu vanalar gibi karıştırma etkisi sağlar, fakat avantajı kazana sabit miktarda su dönmesine izin verir, böylelikle birincil devrede basınç düşürme vanası ihtiyacını devreden çıkarır ve kazanda sabit debide su dolaşımı sağlar.

Kontrol Sistemi Tasarımı ve Seçimi
Bir kontrol sistemi tasarlanırken, evsel sıcak su hizmeti ve yerden ısıtma sistemine ek olarak ısı yayıcıların diğer formları için tüm gereksinimleri de dâhil olmak üzere, toplam ısıtma sistemini dikkate almak önemlidir. Kontrol sistemi tasarımı daima bina yapısını ve kullanım amacını dikkate almalıdır. Daha kapsamlı ve karmaşık binalar, yüksek denetim içeriği gereklidir.

Konut veya hafif ticari binaların çoğunda genellikle ısıtma sistemi ve sıcak su üretimi birlikte bulunur. Bazı durumlarda ısıtma sistemi radyatör ve yerden ısıtma arasında bölünebilir. Bu çeşitli sistemlerin her biri farklı besleme suyu sıcaklıkları gerektirir ve kontroller bunu sağlamak için seçilmelidir. Ek bölgeler veya uzantıları genellikle var olan doğal dolaşımlı ya da pompalı dolaşım sisteminde olabilir, ancak büyük bir boru değişiklikler gerektirmeden kontrolleri yükseltmek mümkündür.



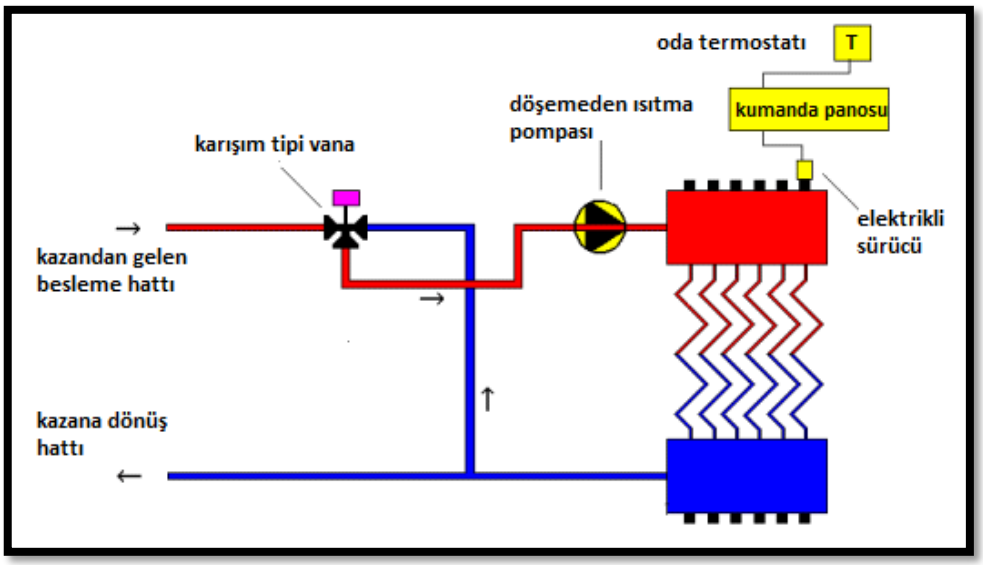
Şekil-8.43 *Döşemeden ısıtma kontrol sistemi tasarım algoritması*

Ticari özellikleri dengeleme kontrolü ve standart olarak karıştırma cihazları gerektirir. Bu sistemler sıklıkla iki veya üç farklı tipte ısı yayıcılara, birkaç farklı zon ısıtmaya, tümü özel kontrol şartlarına sahiptir, genellikle sistemleri arasında uyum (entegrasyon) gerekir çünkü kazanları ve pompa setlerini paylaşırlar. Bazı ticari özellikler kurulan Bina Yönetim Sistemlerinde (BYS) yüklüdür ve BYS Üreticileri veya döşemeden ısıtma sistemi konusunda uzman bir kontrol sistemi şirketinin tavsiyelerinden ve bu tür sistemler için kontrol mantığı ve grafiklerden yararlanmalıdır.

Döşemeden ısıtma sistemleri için kontrol tasarımı aşağıdaki grafik referans alınarak basitleştirilir. Bireysel oda kontrolünün oda termostatları ile kontrol edildiği, akışın elektrikli sürücülerin bulunduğu başlıklar vasıtasıyla yapıldığı kabul edilmiştir. Daha sonra kazan tesis türünü dikkate almak (yoğuşmalı ya da yoğuşmasız) ve tamamen tek tip döşemeden ısıtma sistemi, ya da mastarlı veya kaplama zeminler ile radyatörlü hibrid sistemler

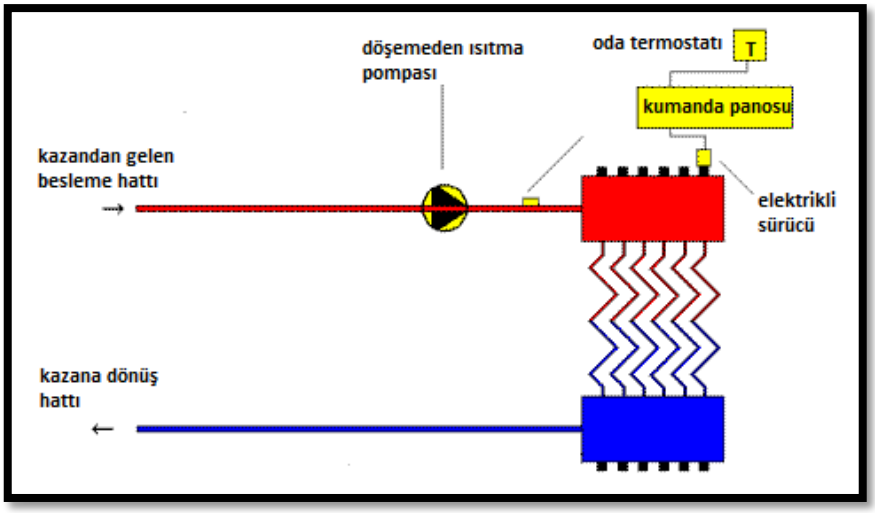
olup olmayacağını dikkate almak gereklidir. Evsel sıcak su üretimi, eğer varsa, geleneksel bir şekilde bir depolama tankına veya "kombi" cihaz kullanarak doğrudan elde edilebilir.

Sistem-1: *Kumanda panosundan talep sinyali geldiğinde döşemeden ısıtma sistemi pompası çalışır ve kazan dairesi için bir talep sinyali üretilir. Kendinden tahrikli karışım vanası (mekanik ayarlı) döşemeden ısıtma sistemine gelecek su sıcaklığını sınırlar. Kumanda panosuna bağlanan tüm oda termostatları ikna olduğunda döşemeden ısıtma pompası duracak ve kazana talep gönderilemeyecektir.*



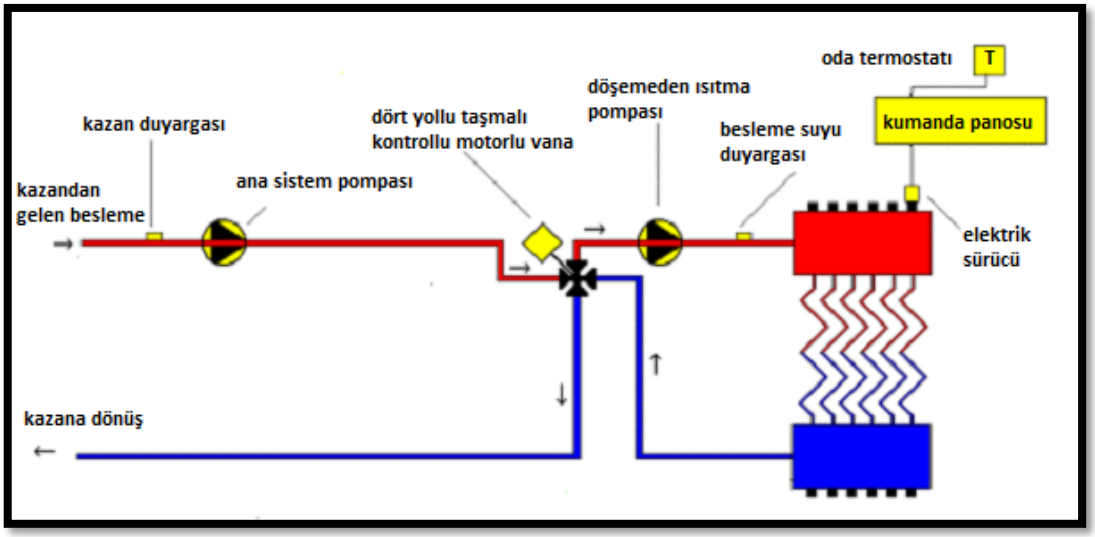
Şekil-8.44 *Kendinden tahrikli tip su karışım vanası ile sınır kontrolü tesisat şeması [9]*

Sistem-2: *Bu sistem diğer servisler hariç sadece döşemeden ısıtma sistemini besleyecek su için adanmış bir yoğuşmalı kazanı öngörmektedir. Ayar değiştirme (reset) kontrolü (kazan dengeleyici) kazanı kumanda eder ve dış hava koşullarına bağlı olarak oluşan ısı kayıplarına uygun olarak kazan besleme sıcaklığını değiştirir. Kazan sadece kumanda panosundan ısıtma talebi geldiğinde çalışabilecektir.*



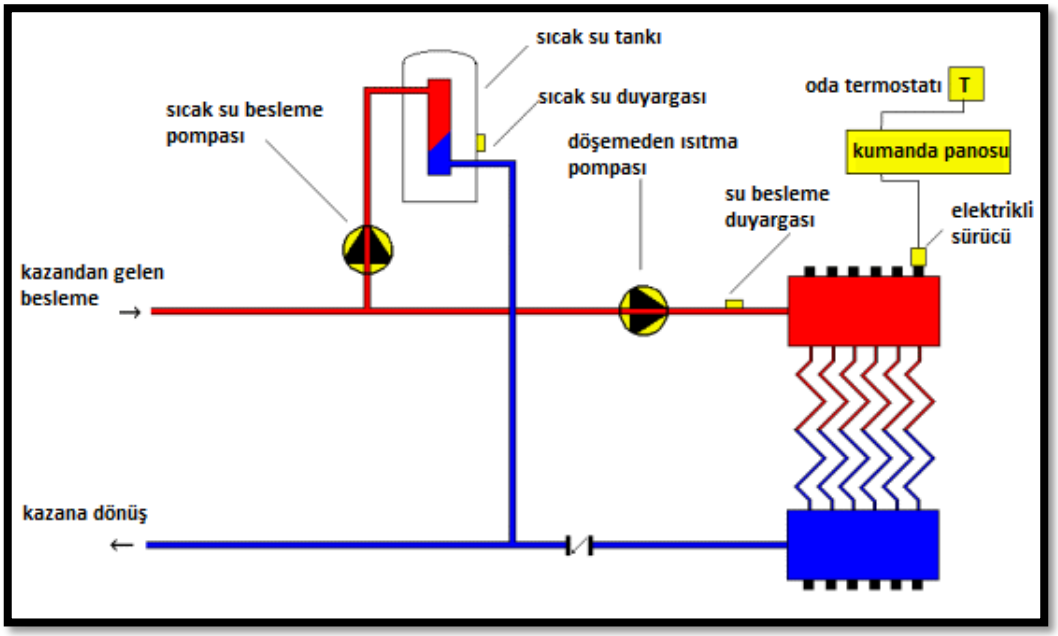
Şekil-8.45 *Dış sıcaklık dengelemesi kontrollü yoğuşmalı kazan kullanılan döşemeden ısıtma sistemi tesisat şeması [9]*

Sistem-3: *Bu sistemde geleneksel kazan sistemi önerilir, burada kazan dönüş sıcaklığının 50 °C'nin altında olması tavsiye edilmez. Böylelikle döşemeden ısıtma sistemine uygun su sıcaklığını sağlamak için yeniden ayar kontrollü (kazan dengeleyici) bir karıştırma cihazı gereklidir. Dört yollu vana kullanılmasıyla kazan için gerekli su dolaşımı sağlanır ve kazan duyargası kazanın yüksek sıcaklıkta yoğuşma olmaksızın çalışmasını sağlar.*



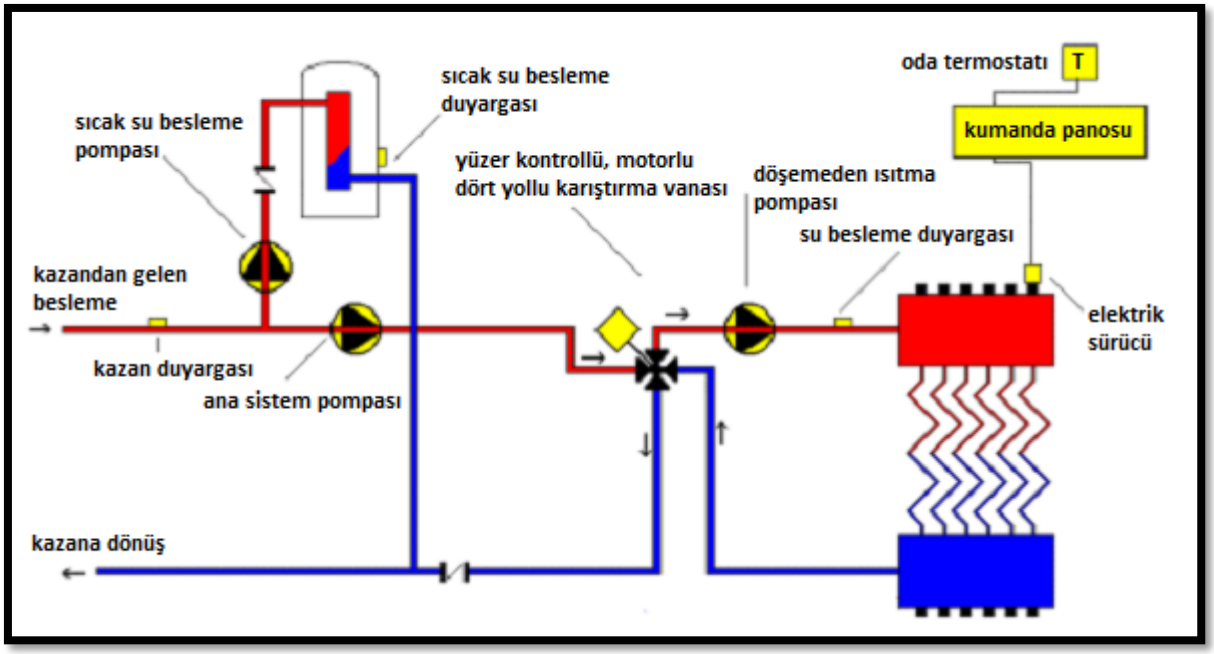
Şekil-8.46 *Dört yollu karıştırma vanası kullanılan dış sıcaklık dengeleme kontrollü döşemeden ısıtma sistemi tesisat şeması [9]*

Sistem-4: *Bu sistem döşemeden ısıtma sistem döşemeden ısıtma sistemi için değişken sıcaklıkta su besleyen yoğuşmalı kazan sistemini önerir, fakat ayrıca sıcak kullanım suyu besleme pompasına da sahiptir. Sıcak kullanım suyu gerektiğinde yeniden ayar kontrolü (kazan dengeleyici) döşemeden ısıtma sisteminde aşırı sıcaklık artışı olmasını önlemek için döşemeden ısıtma pompasını durdurur. Kazan sadece sıcak kullanım suyu için talep olduğunda veya kumanda merkezi çağırdığında devreye girecektir.*



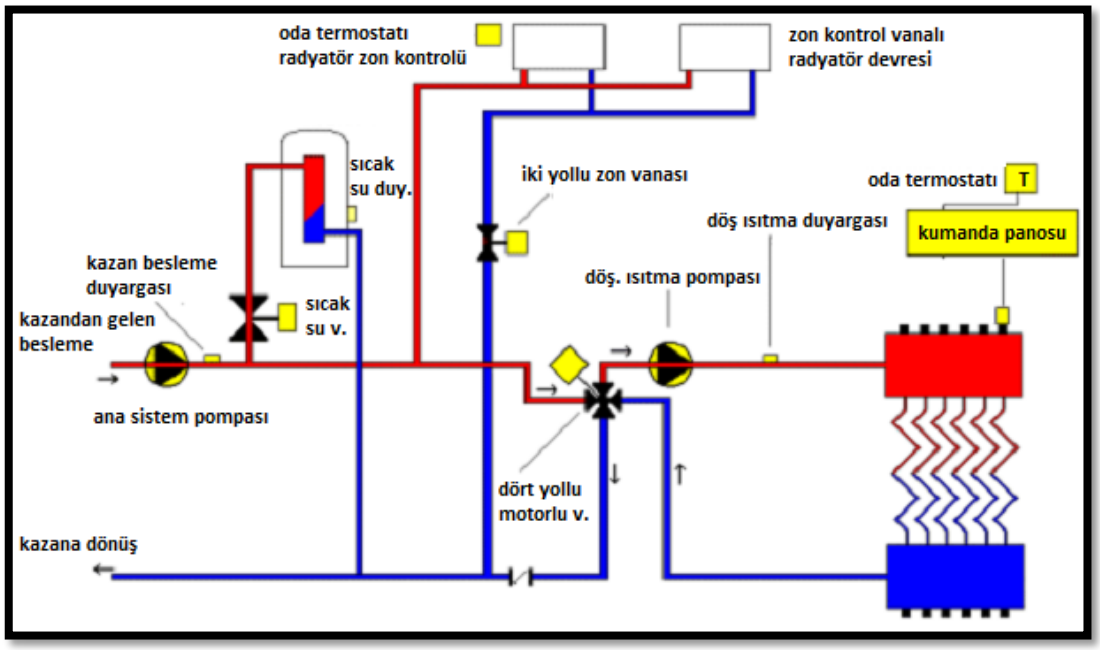
Şekil-8.47 *Dış sıcaklık dengeleme kontrollü, sıcak su üretim pompalı, yoğuşmalı kazan kullanılan döşemeden ısıtma sistemi tesisat şeması [9]*

Sistem-5: *Geleneksel kazan sistemi kullanılmasıyla döşemeden ısıtma sistemi için bir karışım vanası ile değişken sıcaklıkta su üretilir, fakat sıcak kullanım suyu için bir pompa kullanılır. Yeniden ayar kontrolü (vana dengeleyici) sıcak kullanım suyu sıcaklığını izler ve bir gereksinim olduğunda sıcak kullanım suyu pompasını enerjilendirir. Sıcak kullanım suyu üretilirken karışım vanası aşırı sıcak suyun döşemeden ısıtma sistemine geçmesini önleyecektir.*



Şekil-8.48 *Dört yollu karışım vanası destekli dış sıcaklık dengeleme kontrollü, sıcak su üretim pompalı, döşemeden ısıtma sistemi tesisat şeması [9]*

Sistem-6: *Bu sistem tipik olarak iki zonlu ısıtma sisteminin kontrolüne imkân verir, burada zemin kat döşemeden ısıtmalı, birinci kat ise radyatörlü ısıtmalıdır. Döşemeden ısıtma sistemi bir karıştırma vanası yardımıyla besleme hattından farklı sıcaklıkta beslenir. Radyatör devresi dahi doğrudan kazan dengelemesi sayesinde kazandan farklı sıcaklıkta su ile beslenir, ayrıca iki yollu zon vanasına sahiptir. Besle sıcaklığı her iki zonda da farklıdır, fakat dış hava sıcaklığına bağlı olarak değişirler. Sıcak kullanım suyu gerektiğinde kazan bunu üretmek için çalışmaya devam eder, fakat su sıcaklığı zon için gerekli sıcaklıktan fazla olmaya başladığında radyatör zon vanası kapatmaya başlar. Yeniden ayar kontrolü (kazan ve vana dengeleyici) üç talebin hepsini kontrol eder, üstüne aşırı ısıyı tahliye eder ve kontrol cihazı için bir talep sinyali sağlayacak olan döşemeden ısıtma sisteminde kumanda panosu yardımıyla bireysel oda kontrolü yapar.*



Şekil-8.48 *Dış hava sıcaklık dengeleme kontrollü, sıcak su besleme pompalı, döşemeden ısıtma sistemi tesisat şeması [9]*

8. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Ahmet TÜRKERİ, Bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinin tanıtımı ve karşılaştırılması, Doğalgaz Semineri, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Sanayide Ve Konutlarda Doğal Gaz Semineri, 26 - 27 Ekim 2007.*
2. *Good Practıce Guıde 302, Controls for domestic central heating and hot water – guidance for specifiers and installers, Housing Energy Efficiency, http://www.draytoncontrols.co.uk/uploadedFiles/Drayton/Industry_Regulation/Good_Practise_Guide_302_ENG.pdf (13.02.2016 tarihinde erişildi)*
3. *http://www.olguotomasyon.com/heating.htm*
4. *http://www.sondex-tanpera.com.tr/urunlerimiz/features-7/sicak-su-denge-tanklari.html*
5. *http://kodsan.com.tr/ (25.05.2016 tarihinde erişildi)*
6. *http://www.arca53.dsl.pipex.com/index_files/comm1.htm (07.06.2016 tarihinde erişildi)*
7. *http://www.arca53.dsl.pipex.com/index_files/comm2.htm (07.06.2016 tarihinde erişildi)*
8. *http://www.arca53.dsl.pipex.com/index_files/contexp.htm (07.06.2016 tarihinde erişildi)*
9. *http://www.leemick.co.uk/ufh/tech/ufh.htm (07.06.2016 tarihinde erişildi)*
10. *Alarko Merkezi Isıtma Sistemi Uygulama Örneği, No: 19, Rev: 1, Tarih: 17.11.2009*

BÖLÜM-9
YANGIN KORUMA SİSTEM KONTROLLERİ

Hazırlayan
Mustafa SEÇİLMİŞ

9.1. YANGIN ALARM SİSTEMLERİN GÖREVİ

9.1.1 Giriş

Ateş insanlık tarihinin en önemli buluşlarından biridir. Bu buluş insanlığın çağ atlamasına sebep olmuştur. İnsanlar Bakır Çağından Tunç Çağına geçerken bakırla birlikte kalayı eriterek daha sert bir karışım olan tuncu buldular. Ateşin bulunuşu, uygarlığın başlangıcı olarak gösterilir. Gerçekten de insanlığın ilk ve en önemli keşfidir. Geceyi aydınlatmak, vahşi hayvanlardan korunmak, yiyecekleri pişirmek, aletleri işlemek gibi birçok işleve etkilidir. İlk insan ateş yakmayı öğrenmeden önce de bunu nasıl kullanacağını, ateşten nasıl yararlanacağını biliyordu. Zamanla kullanmanın getirdiği tecrübe ile itinalı hareket ederek, ateşi ve buna bağlı olarak gözle görülen kısmı olan alevi kontrol etmeyi öğrenmiştir. Ateşin insanlığa sağladığı faydanın ve olumlu etkilerin yanında, kontrolsüz yangınlar sonucu, yangınların oluşturduğu coğrafik alanlarda maddi hasarlara neden olmasından ziyade, orada yaşayan canlılara ve ekolojik denge üzerinde son derece olumsuz etkileri olmuştur. Bazı yanma olayları yavaş ve dengeli gerçekleşse de bazıları aşırı sıcak, şiddetli ve hızlı gerçekleşebilir.

Geçmişte Osmanlı döneminde yaşanan şehir yangınlarına baktığımızda, özellikle İstanbul tarih boyunca sık sık büyük ve dehşetli yangınlara sahne olmuştur. Yangınların bu kadar büyük olmasının en büyük nedeni tabi ki binaların ahşap ve birbirine çok yakın olması idi. İstanbul'un her yönden rüzgâr alabilen konumu çoğu zaman yangınların kontrol edilmesini neredeyse imkânsız hale getiriyor, tarif edilmesi güç zararlara yol açıyordu. Yangının yayılma ve sıçrama tehlikesinin değerlendirilmesinde yanıcı maddelerin dağılım şekli önemlidir. Yanıcı maddeler birbirine ne kadar yakın olursa yangın o kadar hızlı yayılır. Genellikle yapılar arasında bırakılan mesafeler yeterli ise yangın yayılma tehlikesi çok azdır. Eğer bu mesafeler yeterli olmasına rağmen yapılar yanıcı maddelerle doldurulursa ateş köprüsü oluşur.

İmar durumunda bina aralarına yangın koruma duvarlarının yapılmaması veya yangına karşı koruma boşlukları bırakılmaması, yangının daha hızlı şekilde yayılmasına sebep olur ve bu durumda alev sıçramasından bahsedilir. Orta çağda İngiltere de yangınların büyük kısmına mesken alanların içerisinde bulunan mutfaklar neden olduğundan, önlem olarak mesken alanlarından ayrı olarak inşa edilmeye başlanmıştır.

Yangından korunmanın uzun bir tarihi geçmişi vardır. Her zaman için yangının erken algılanmasına, sınırlanmasına (kontrol altına alınmasına) ve ardından söndürülmesine odaklanılmıştır. Bunlar bugün bile yangından korunmanın temel önleyici ve savunma amaçlı unsurlarıdır.

Her yangın farklı olarak seyretmektedir. Buna rağmen binalardaki yangınlar birçok benzerlik göstermektedirler. Doğal oluşan yangınlar, yerel olarak oluşmakta ve alansal veya doğrusal (lineer) olarak yayılmaktadır. Eş zamanlı olarak birçok yangının kendiliğinden çıkması olasılığı oldukça nadir olduğu için, tüm yapısal yangınlarda korunma kavramı olarak bu vaka dikkate alınmamaktadır. Ancak kundaklama-sabotaj ya da terör saldırıları sonucu, bazı kötü niyetli insanların çeşitli amaç ve kazanç uğruna bilerek ve kasten eş zamanlı yangınlar ortaya çıkabilirler.

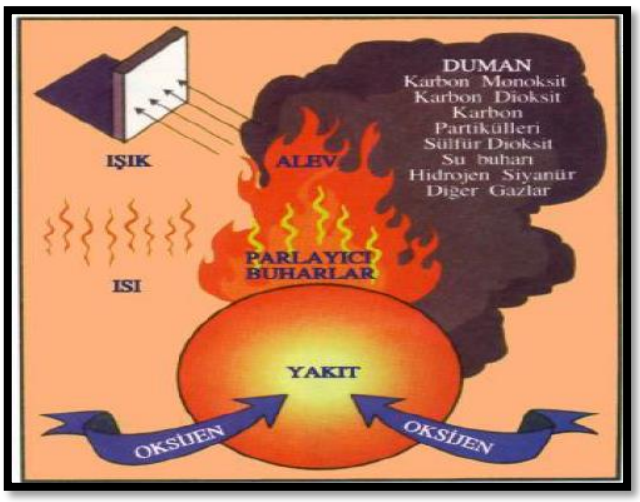
Belirli bir hedef ve kazanç uğruna çıkartılan yangınları hariç tutarak, yangınların en sık karşılaşılan sebeplerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- *İhmal ve Dikkatsizlik; Söndürülmeden atılan bir kibrit veya sigara izmariti, fişi prizde unutulan ütü gibi,*
- *Bilgisizlik; bir elektrikli aletin doğru kullanımını bilmemek ya da soba gibi ısı kaynaklarını doğru konumlandırmamak, elektrikli aletlerin doğru kullanmamak gibi,*
- *Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde Gerekli Tedbirlerin Alınmaması,*
- *Teknik Kusurlar (mesela kısa devre, aşırı yük, sürtünme ısısı gibi); Yapılardaki elektrik tesisatının yeterli güvenlikte yapılmaması gibi,*

- *Doğal Afetler; Yıldırım düşmesi, güneş ışınlarından dolayı ve deprem nedeniyle doğa olayları sonucu meydana gelen yangınlar gibi,*
- *Dış Etkiler Sonucu Yangının Yayılması- Sıçraması; Kontrol altına alınmış veya alınmamış bir yangının ihmal veya bilgisizlik sonucu sıçrayarak, yayılarak ve yahut parlayıp patlayarak daha büyük boyutlara ulaşması gibi.*

Yangın aynı zamanda belirli bir gizeme sahip olduğu halde, maddenin dönüşümü ile ilgili kimyasal bir süreç olduğunu bilmekteyiz. Ekzotermik bir reaksiyon sonucu katı veya sıvı maddeler gaza, buhara ve aerosol parçacıklarına dönüşmektedir. Duman içindeki gazlar, yanıcı maddeye göre değişiklik gösterir. Yanma neticesinde serbest kalan enerji ısı iletim, ısı taşınım ve ısı ışınımı sonucu çevreye yayılmaktadır. Yangının en önemli karakteristiği duman, ısı ve ışınımdır. Yanıcı katı ve sıvı maddelerin yanmalarına, sıcaklık nedeniyle oluşan gaz ve buhar yardımcı olur. Katı maddelerde yüksek sıcaklıkta (400 ile 700 ℃) oksijen yetersizliğinden dolayı termik olarak kimyasal bağlarının ayrışması sonucu (moleküllerin ayrılması) artan ısı ile nano büyüklüğünde küçük parçacıklar (aerosoller olarak da bilinir) serbest kalmaktadır. Bu da katı bir maddenin belirli bir sıcaklık değerinde yanıcı gaz çıkarmaya başlaması demektir. Bazı maddeler alevsiz yandıkları halde çok yoğun duman çıkarmalarına karşılık, bazıları da bunu ancak alevle yandıkları sırada çıkarırlar. Bu durumda, yanıcı gazların artmasıyla dumanın miktarı da artmaktadır. Yeterli düzeyde enerji serbest kaldığı zaman, oluşan gazlar çevrede bulunan hava içerideki oksijen ile reaksiyona girerek, yani havadaki oksijenle birleşince patlayıcı ve yanıcı gaz ortaya çıkararak alevin oluşmasına neden olmaktadır. Bu da yangının yayılmasına veya patlamaya yol açar. Yanma olayındaki en büyük etken oksijendir. Oksijen oranı yükseldikçe yanma hızı, böylece yanma ısısı artar.

Dumanı ise standartlara göre, havada taşınan katı ve sıvı parçacıkları ile malzemelerin bir miktar havayla yanmasıyla oluşan gazlardan meydana gelen bir karışım olarak tanımlayabiliriz. Yanma ürünleri genellikle partiküller, yanmamış yakacaklar, su buharı, karbondioksit ve karbon monoksit ile diğer zehirleyici ve korozif gazları içerir.



Şekil-9.1 *Yanma ürünleri [1]*

Yangın mahallinde ortalama sıcaklık değeri 1'inci dakikadan sonra hızla artar. Sıcaklık, ilk beş dakikadan sonra yaklaşık 500 ℃, 10 dakika sonra yaklaşık 600 ℃, 15 dakika sonra yaklaşık 700 ℃ ve 30 dakika sonra yaklaşık 800 ℃'ye çıkar. Bundan sonra zaman ilerledikçe sıcaklık daha yavaş artar. Sıcaklık 90 dakika sonra yaklaşık 1000 ℃ ve üç saat sonra yaklaşık 1100 ℃'ye ulaşır. Yangınlarda, belirtilen sıcaklıklardan daha düşük veya özel durumlarda daha yüksek sıcaklıklar görülebilir. Bazı yangınlarda sıcaklığın 1500 ℃ ila 1700 ℃'ye çıktığı olmuştur. Bu sıcaklıklar, tuğlanın damladığı sıcaklıklardır.

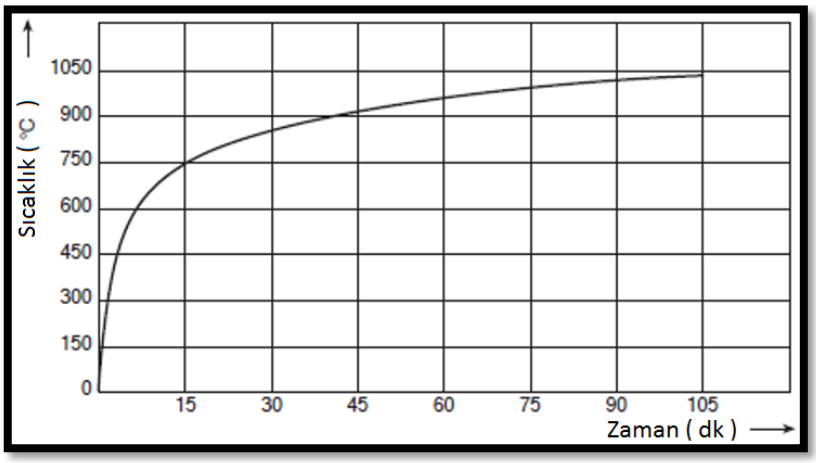
Tamamen kapalı mahallerde oluşan yangınlarda, 400 ℃ civarındaki bir sıcaklıktan sonra oksijen azaldığında yanma yavaşlar ve sıcaklık düşmeye başlar. Tam parlama (flash-over) başlangıcından önceki düşüş, ateşin yangın mahallinde yeterli derecede oksijen bulamamasındandır. Oksijen yeterli olmayınca yanıcı gazların tamamı yanmaz. Kapının açılması veya camların parçalanması ile içeri giren oksijen ateşe

ulaşınca, yanmamış olan yanıcı gazlar birdenbire tutuşur. İtfaiye ekipleri yangın yerine vardığı zaman tam parlamanın gerçekleşmiş olup olmaması çok önemlidir. Eğer gerçekleşmişse, alevler daha açık renktedir. İtfaiyenin çalışması daha rahat olur, fakat yangından oluşacak maddi zarar ve yangının yayılma tehlikesi daha büyüktür. Tam parlama daha başlamamışsa, itfaiye ekiplerinin karşılaşacağı risk fazladır, çünkü gaz zehirlenmesi ve alevin aniden büyüme tehlikesi gittikçe artar. Bu duruma itfaiyecilerin dikkat etmesi gerekir.



Şekil-9.2 *Yanma ve tam parlama (flash-over) olayı [1]*

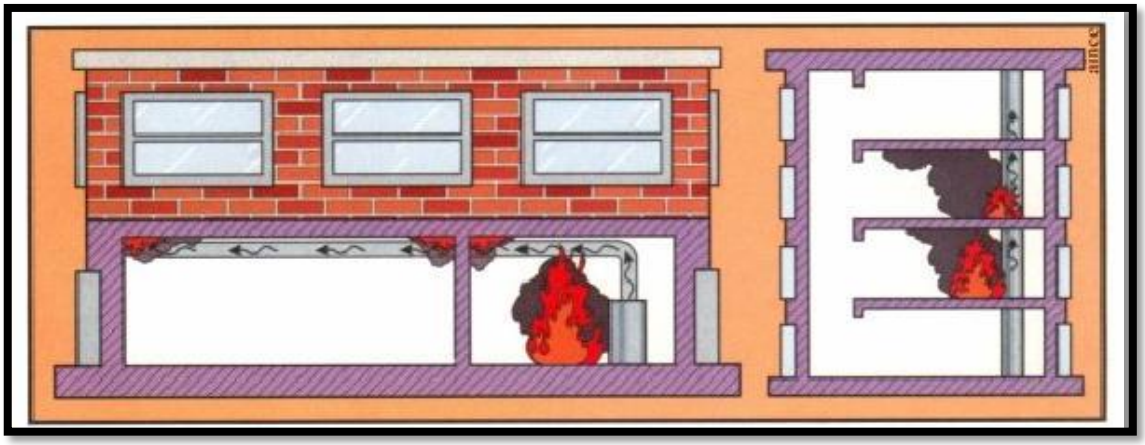
DIN 4102 yapısal yangına karşı korunma önlemleri için, tipik bir yangın senaryosu için bir zamana bağlı sıcaklık eğrisi vermektedir.



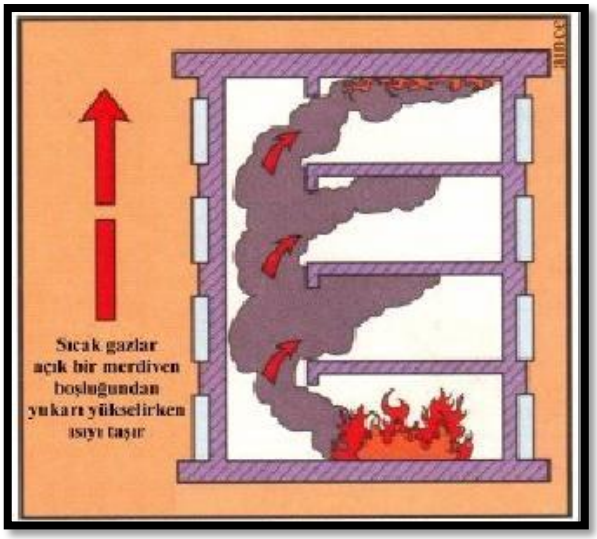
Şekil-9.3 *DIN 4102'e göre sıcaklık eğrisi [1]*

Alevin etrafında, yani bitişiğinde yeterli miktarda yanıcı maddeler bulunduğunda, yanıcı maddeleri tutuşma sıcaklığına ulaştırarak yangın hızlı bir şekilde büyümekte ve yayılabilir. Etrafında bulunan yanıcı maddelerin ısınması üç şekilde gerçekleşmektedir.

- *Isı iletimi ile yani yanıcı madde ile direkt temas sonucu,*
- *Taşınım yoluyla, yani ısınan havanın doğal dolaşımı sonucu ve*
- *Isı ışınımı (ışıma) şeklinde gerçekleşmektedir.*



Şekil-9.4 *İletim yoluyla yangının yayılımı [1]*



Şekil-9.5 *Taşınım yoluyla yangının yayılımı [1]*

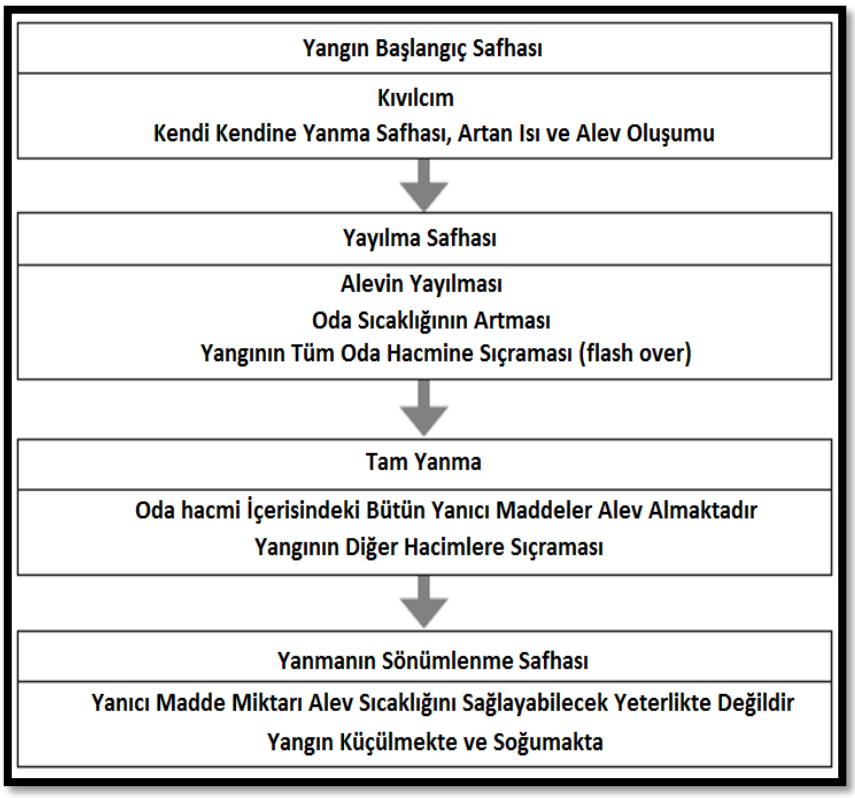


Şekil-9.6 *Işınım yoluyla yangının yayılımı [1]*

Yangının yayılması ile aynı zamanda ortama aktarılanın ısı enerjisinin artması ile ortam sıcaklığı hızlı bir şekilde artmaktadır. 10 dakika içerisinde ışınım etkisiyle, birkaç metre mesafede bulunan maddeler alev alabilecek veya patlayabilecek seviyede tutuşabilir.

Kat tavan ile yangın ve duman gazının yayılması konusunda sınırlama olmasına rağmen ve yangın homojen bir şekilde yüzeysel dağılacağı tahmin edilse de yangın süresince oluşan hasarın doğrusal olmadığı ve parabolik olarak arttığı söylenebilir.

Şekil-9.7'de yangının safhaları belirtilmiştir.



Şekil-9.7 *Yangının safhaları*

9.1.2 Yangın Alarm Sistemlerin Görevi ve Çalışma Prensibi

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte karşılaşabileceğimiz tüm kazalara karşı önceden tedbir almak için, teknolojik olarak geliştirilen birtakım sistemler bulunmaktadır. Yangın ise, bu kazaların kontrol altına alınması en zor olanı ve çok hızlı yayılabilenidir. Gelişen teknoloji ile birlikte, yangını başladığı anda tespit edip en kısa sürede müdahale edilebilmesi için uyarı verebilen Yangın Alarm Sistemleri geliştirilerek insanlık hizmeti anlamında ticarileştirilmek suretiyle piyasada satılmaktadır. Yangın Alarm Sistemleri yangınların başlamadan önce ya da henüz başladıktan sonra içerisinde bulunan algılayıcılar (detektörler) devreye alarak harekete geçip gerek özel bildirilmesi gereken noktalara gerek kamusal düzeni sağlayan kamu kuruluşlarına polis jandarma başta itfaiye olarak haber verip gerekli önlemi almamızı ya da en hızlı müdahale etmemizi sağlayacak olan uyarı mekanizmalarını devreye sokan sistemler olarak tanımlayabiliriz.

Yangın Alarm Sistemleri uygulamasını düşündüğünüz alanları mutlaka alanında uzman kişilere keşif yaptırılması gerekmektedir. Öyle ki yangın alarm sistemleri içerisinde bulunan kombine ürünleri detektörler gibi ürünlerin montaj edilmesi gereken yerleri çok titizlikle belirlenmeli olası oluşabilecek yangınlarda olumsuz neticeler ortaya çıkarması önlenmelidir. Yangın Alarm Sistemleri, yangına karşı müdahale anlamında, devreye alındıktan sonra belirli bir duman seviyesi belirli bir sıcaklık seviyesinde hemen devriyeye girip tüm gerekli önlemleri almaya başlayacak ve ilk uyarıları verecek olan ilk aşamadır.

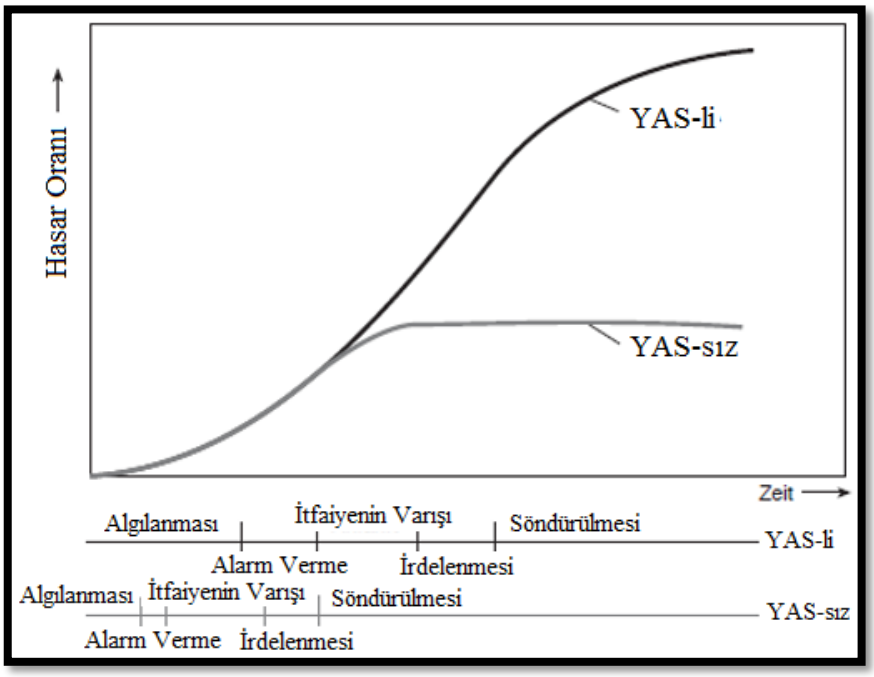
Son yıllarda ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaya başlanan otomatik yangın ihbar ve alarm sistemleri, birtakım problemleri de beraberinde getirmektedir. Türkiye'de kısa sayılabilecek bir geçmişi olan bu sistemlerin daha da yaygınlaşacağı muhakkaktır. Türkiye'de Kurulu bulunan yaklaşık 10.000 sistem ve 1.000.000 detektörün ne yazık ki yarıya yakın bölümü çeşitli nedenlerden dolayı âtıl durumdadır. Diğer bir deyişle amacı, her yıl milyarlarca liralık zarara neden olan yangına karsı önlem olan bu sistemlere yapılan yatırımlar boşa gitmiştir.

Otomatik yangın ihbar ve alarm sistemlerinin en uygun ve efektif şekilde kullanılabilmeleri, güvenliğin planlanmasından, sistemin periyodik bakımlarına kadar uzanan çeşitli aşamalarda verilecek kararlarla sıkı sıkıya ilişkilidir.

Bu aşamaları şöyle sıralayabiliriz;

1. *Güvenliğin Planlanması*
2. *Koruma Kavramının Oluşturulması*
3. *Alınacak Önlemlerin Secimi*
4. *Sistem Tasarımı*
5. *Yerleştirme*
6. *Bakım*

Bu bakış açısından bakıldığında, yangının başlangıcından alarm verme ve etkili olarak yangına karşı müdahale aşamasına kadar geçen zaman insan hayatının kurtarılmasında ve maddi hasarları azaltılmasında önemli karar verici fiziksel büyüklüğü göstermektedir. Yangını söndürmeye yönelik geçen zaman aralığı, yangını algılama zamanını, alarm verme süresini, kurtarma ekibinin varışını, söndürme yöntemine karar verme ve hazırlık aşamalarını kapsamaktadır. Şekil-9.8'de şematik olarak her bir zaman aşamasına bağlı olarak maddi hasarın artışını göstermektedir.



Şekil-9.8 *Yangın alarm sistemli (YAS) ve yangın alarm sistemsiz binalarda zamana bağlı olarak hasar değişimi*

Yangına müdahale için itfaiyecilerin gelmesi ve söndürme sisteminin kurulması için geçen süre bölgesel itfaiye merkezine bağlıdır ve yapı sahibi tarafından değiştirilemez. Fakat burada etkin bir zaman kazanımı otomatik yangın alarm sistemi sağlamaktadır. Oluşan yangınlar kişilerin yokluğunda bile erkenden algılanabilmekte ve saniyeler içerisinde bildirilmektedir. Binada bulunan insanlara yangından kaçış yolları duman içerisinde kalmadan alarm verilmektedir. Ayrıca yangın alarm sistemleri havalandırma sistemlerini de devre dışı bırakabilirler. Duman tahliye sistemlerini çalıştırabilirler, yangın koruma kapaklarını kapatabilir ve asansörlerin tahliye edilmesini sağlayabilirler. Ayrıca itfaiye merkezi yangının konumu ile ilgili tam isabetli koordinatlara sahip olmakta ve daha kısa sürede yangını söndürmeye başlayabilir. Yangın algılama paneline yangın alarmı düştüğü anda itfaiyenin merkezden izlemesi ve en yakın itfaiye ekibini haberdar ederek harekete geçirmesi temelinde işleyen bu süreç, insanların suiistimallerine veya geç haber vermesine olanak tanımadığı için itfaiyecilerin işlerini oldukça kolaylaştırmaktadır. Yangın yükü artmadan olay yerine ulaşmaya ve müdahale etmeye olanak tanıyan bu uygulama itfaiyeler için çok önemlidir.

Türkiye'deki birçok uygulamada ise, itfaiyeye haber verme durumu sadece insanların itfaiyeyi aramasıyla ve yangın algılama panellerine alarm düşmesiyle mümkün olmaktadır. Oysaki AB ülkelerinde yıllardan beri yerel itfaiyelerin belirlediği alanlarda (okul, hastane, alışveriş merkezi, plazalar, oteller, fabrikalar vb. ölçekteki binalar ve birçok konut) bu mesaj iletimi standartlar dâhilinde otomatik olarak yapılmaktadır.

Şekil-9.8'de görüldüğü gibi, yangın alarm sisteminin (YAS) kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlardaki hasar oranları karşılaştırılmıştır. Yangın alarm sisteminin kullanılması ile hasar oranının büyük oranda azaldığı görülmektedir.

Yangın alarm sistemlerin (YAS) teknik anlamda yangından korunma önlemi kapsamında görevleri olarak takiben belirtildiği gibi özetlenebilir:

- *Bir yangının erken teşhisi,*
- *Yetkili birimlere alarm verilmesi,*
- *İnsanlara alarm verilmesi,*
- *Yangından Korunma düzeneklerin kumanda edilmesi,*
- *İtfaiyenin zahmetsiz olarak müdahalesinin sağlanması,*
- *Yangının konumu ve müdahale yolu ile ilgili olarak hedef bilgilerinin verilmesi*

Yangın alarm sistemleri yangını önleyemezler. Fakat yangından korunma önlemlerinin yapı taşı olarak teknik önlemler kapsamında yangınların erken teşhis edilmesi ile insanların güvenli olarak tahliye edilmesi ve maddi hasarların ciddi oranda azaltılmasını sağlayabilirler. Bugünkü mevcut yangın algılama teknolojisi yangını başlangıç safhasında emniyetli bir şekilde erken teşhis etmek suretiyle aşağıda sırasıyla belirtilmiş olan yangından korunmaya yönelik teknik donanımlar kumanda edebilir:

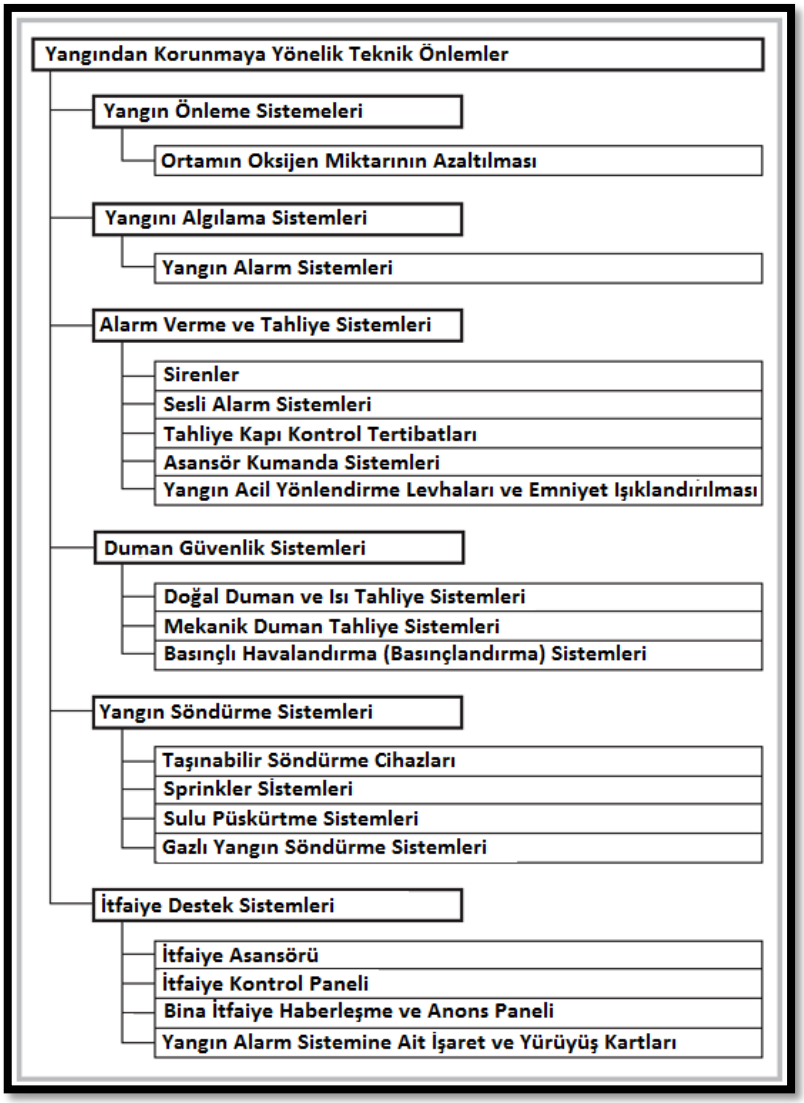
- *Görsel ve akustik alarm sistemleri*
- *Sesli alarm sistemleri*
- *Yangın bariyerleri*
- *Yangın söndürme sistemleri*
- *Duman ve ısı tahliye sistemleri*
- *Aktif optik ve akustik kaçış yolu yönlendirme sistemleri ile kaçış yoluna yönlendirme*
- *Asansör tahliye kontrolleri*
- *Havalandırma sistemleri ve binalarda diğer teknik donanımlar.*

Yangın alarm sistemleri görevleri gereği, bütün bir binanın veya binanın bir parçasının kapsamına giren yüzeylerde oluşabilecek yangınları izlemektir. Bu sistemler, yangını başlangıç safhasında erkenden keşfedebilmeli, potansiyel olarak tehlikede olan insanları uyarabilmeli ve tereddütsüz olarak bir alarm vererek otomatik olarak itfaiyeye veya destek verebilecek bir başka merkeze iletebilmelidir.

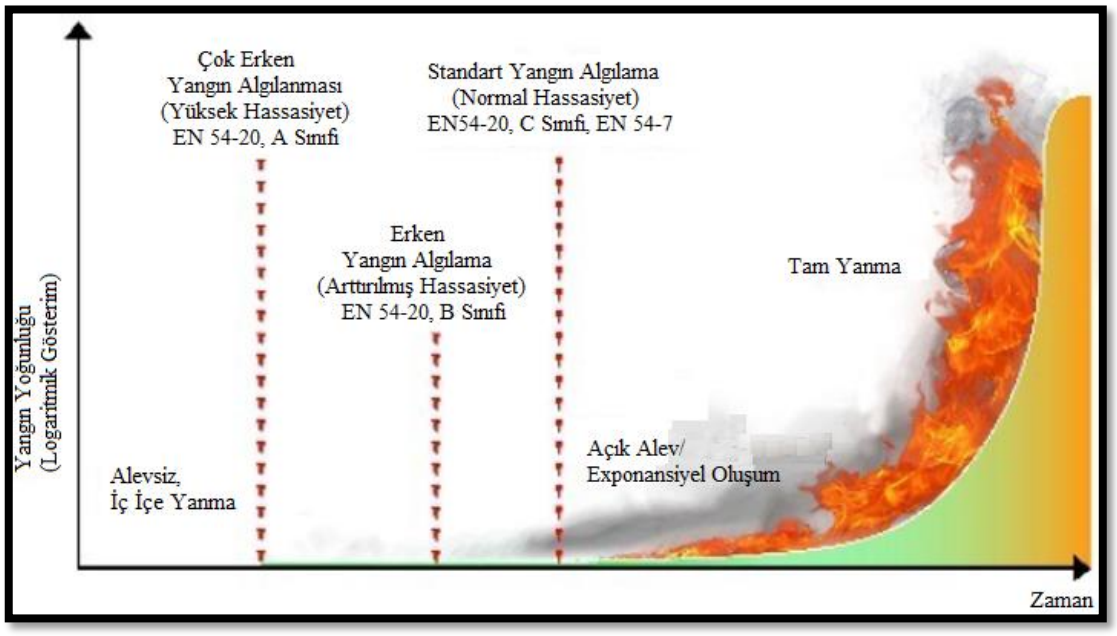
Günümüzde son teknolojiye sahip yangın alarm sistemleri artık yangın durumunda kapsamlı bir eylem planının hazırlanmasını ve kontrolünü sağlatabilecek bilgilere sahiptirler.

Geçmişte bir binada optimum olarak bir yangının başlangıcını algılayabilmek için oldukça geniş bir yelpazeye sahip yangın uyarıcılarına gerek vardı. Günümüzde ise, bağıl olarak daha küçük bir yelpazeye sahip akıllı yangın uyarıcıları kullanarak, özellikle çoklu algılayıcı yangın uyarıcıları yeterli olmaktadır. Bu uyarıcılar aynı zamanda daha yüksek bilgi kapasitesine sahiptirler. Bu yangın uyarıcıları birden fazla algılayıcıyla donatılmıştır. Özellikle bu çoklu algılayıcılar duman ve ısıyı ve ayrıca duman, ısı ve yanmış gazları (örneğin CO, NO2, vs.) kombinasyon halinde algılayabilecek algılayıcılara sahiptirler.

Bu algılayıcıların hassasiyeti de yangının erken evlerde tespit edilmesini sağlamada ve can ya da mal kaybına neden olabilecek durumlarda olası zararların önüne geçilmesinde önemli rol oynamaktadır. Algılayıcılarda 3 farklı hassasiyet seviyesi bulunmaktadır. Normal noktasal duman detektörünün hassasiyeti bunlar arasında 1. Sırada yer almaktadır. Arttırılmış hassasiyette %2'nin üzerinde daha iyi verim alınmaktadır ve yüksek hassasiyette ise; %0,8'den daha iyi verim alınmasını sağlamaktadır. Şekil-9.10'da hava örnekli duman detektörlerin hassasiyetine göre algılama zamanları verilmiştir.



Şekil-9.9 *Yangından korunmaya yönelik alınması gerekli teknik önlemler*



Şekil-9.10 *Hava örnekli duman detektörlerin hassasiyetine göre algılama zamanları [2]*

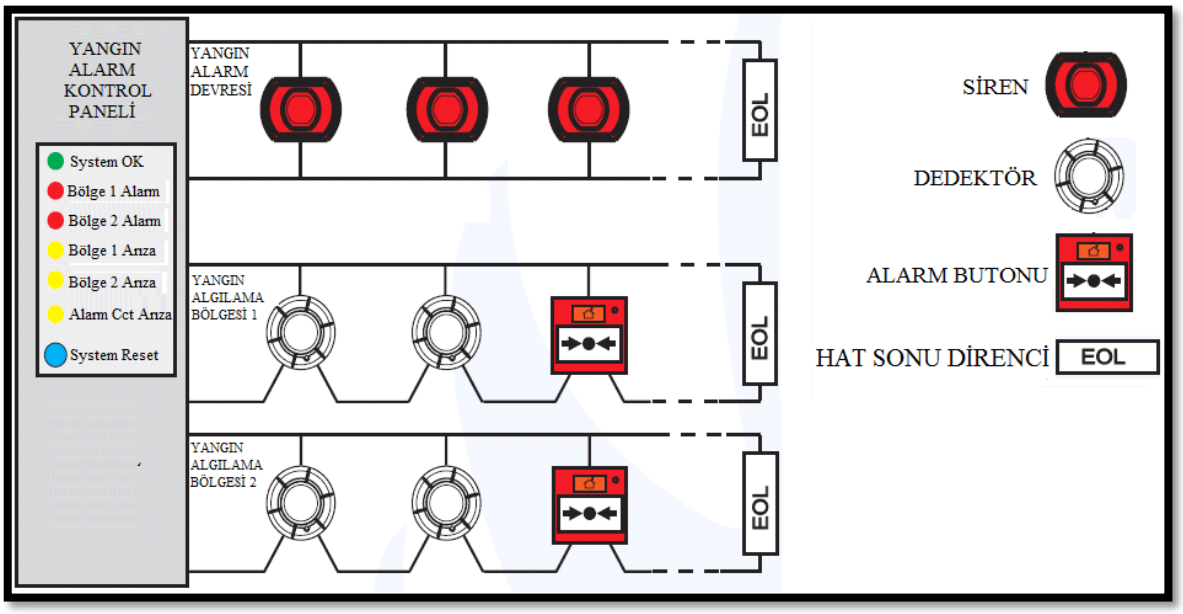
Bir Yangın algılama sistemi kullanılmadığı durumda, bir yangının başlangıç safhasında algılanması tamamen tesadüfe bırakılmış olacaktır. Alevler ve yoğun duman dalgası binanın dışına vurduğu zaman, etkili ve verimli yangın söndürme müdahalesi belirlemek genellikle çok zordur.

Konvansiyonel bir yangın alarm sisteminin temel bileşenlerini ise aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- *Algılayıcılar (detektörler)*
- *Manuel uyarı cihazları (alarm butonları)*
- *Uyarıcılar (sesli ve ışıklı uyarı cihazları)*
- *Santraller – kontrol panelleri (Kontrol ve Karar Verici Cihazlar)*

Konvansiyonel bir yangın alarm sistemlerinde yangın algılama paneli bulunur ve bu panel farklı tip algılama elemanlarından meydana gelir. Bu algılama elemanları, detektörler, butonlar, siren ve flaşör gibi benzeri elemanlardır. Bir kontrol paneli, normalde bir devre üzerinde bulunan yangın detektörlerinden, manuel arama noktalarından, yangın algılama bölgelerinden ve belirli sayıda siren veya alarm (ihbar) devrelerinden oluşur. Sistemde yangın ya da arıza bilgisi, kontrol paneli üzerinde bölge bazında görülmektedir. Sistemin kurulduğu bina bölümlere ayrılmıştır ve bu bölünme kat bazında veya bina bazında yapılabilmektedir. Şekil-9.11'de basit bir konvansiyonel yangın alarm sistemi devre şeması gösterilmiştir. Bu konvansiyonel sisteme göre siren devresi panelden ayrı olarak çekilmektedir. Detektör ve buton devreleri ise ortak olarak çekilebilmektedir. Bölgelerin hat güvenliği, hat sonlarına konulan hat sonu direnciyle (EOL) sağlanır.

Algılayıcı ve ihbar butonlarından aldığı bilgileri değerlendiren santral (panel) yine kendisine bağlanmış olan cihazlar yardımıyla (siren, flaşör) sesli ve ışıklı olarak uyarı sağlar.



Şekil-9.11 *Basit konvansiyonel yangın alarm sistemi [2]*

9.2 BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI İLE İLGİLİ YÖNETMELİK VE ESASLAR

Yangın tehlikesini mümkün olduğunca aza indirmek ve yangına çabuk müdahale etmek için daha binaların tasarımı ve inşaat döneminde bir dizi tedbirler almak ve uygulamak gerekmektedir. Ayrıca işletme döneminde de uygun bir şekilde işletilmesini sağlamak gerekir. Bunları sağlamak için de ülke genelinde yürürlükte olan yol gösterici ve zorlayıcı yönetmeliklere ihtiyaç vardır. Türkiye'de bu konuyla ilgili olarak oluşacak kontrolsüz bir pazarın, ileride büyük problemlerin yaşanmasına ve yapılan yatırımların gerçek amacına ulaşmamasını sağlayacaktır. Kontrolsüz bir gelişmenin engellenmesinde ilgili idarelere, ihtiyaç sahiplerine ve firmalara önemli görevler düşmektedir.

Türkiye'deki yapılarda yangın güvenliğinin yeterli olmamasının başlıca sebepleri ise; yapısal önlemlerin eksikliği, uygun malzemelerin kullanılmaması, algılama ve uyarı sistemleri ile söndürme sistemlerinin donanım yetersizliği yanında itfaiyenin teknik gücünün ve eğitim seviyesinin yetersiz oluşu sayılabilir. Ayrıca konuyla ilgili olarak yönetmeliklerin ve standartların yeterli olmaması, bakım ve işletim esaslarına önem verilmemesi yangın riskini artırmaktadır.

Diğer taraftan bir yangın sistemi çok iyi tasarlansa bile, doğru uygulanmadıkça ve işletilmedikçe bir önemi yoktur. Bu nedenle yetişmiş tecrübeli elemana ihtiyaç vardır. Uygulamada kaliteli elemanların yetişmesi için gerekli eğitimlere önem vermek gerekmektedir.

Bakanlar Kurulunun 12.06.2002 gün ve 2002/4390 sayılı kararı ile "BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDA YÖNETMELIK" ile ilk kez devlet tüm ülke genelinde kamu, özel sektör ya da gerçek kişilere ait bütün binaları kapsayacak şekilde, insanların yangına karşı can güvenliğinin sağlanmasını güvence altına almıştır. Bakanlar Kurulunun 27.11.2007 gün ve 2007/12937 sayılı kararı ile resmî gazetenin 19.12.2007 gün ve 26735 sayılı sayısında yayınlanan "Binaların yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'' ile bu yönetmelik de değişikliğe gidilerek son şekli verilmiştir.

Aşağıda yangın alarm ve ihbar sistemleri ile ilgili olarak, resmî gazetenin 19.12.2007 gün ve 26735 sayılı sayısında yayınlanan yönetmeliğin önemli bazı maddeleri belirtilmiştir.

Yangından korunması ile ilgili yönetmelik kapsam ve amaç olarak yangın öncesinde ve sırasında alınması gereken yangın önleme ve söndürme tedbirlerini, organizasyonun, eğitimin ve denetimin usul ve esaslarını belirler ve standartlar ise bina içlerinde ve çevresinde otomatik yangın algılama ve yangın alarm sistemlerinin uygulanmasıyla ilgili kılavuzluk bilgilerini kapsar. Algılama sistemleri, acil aydınlatma, alarm sistemleri, acil durum yönlendirmesi gibi konular yönetmeliğin 4. ve 5. kısmında ele alınmıştır. Tasarımla ilgili olarak yönetmeliğin getirdiği önemli bir husus bu yönetmelikte bulunmayan hususlar ile ilgili kısımdır. Bu maddede, yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında, Türk Standartları, bu standartların olmaması hâlinde ise, Avrupa Standartları esas alınacağı, Türk veya Avrupa Standartlarında düzenlenmeyen hususlarda, uluslararası geçerliliği kabul edilen standartlar da kullanılacağı belirtilmektedir. Yönetmeliğe göre, algılama sisteminin özellikleri için Avrupa Birliği normu esas alınarak yangın algılama sisteminin ve parçalarının TS EN 54'e uygun olarak üretilmesi, tasarlanması, tesis edilmesi ve işletilmesi istenmiştir.

Algılama sisteminin zorunlu olduğu binalar alan ve yükseklik kriterlerine göre sınırlandırılmıştır (Tablo-9.1.). Yönetmelikte yüksekliği bir katlı olsa bile toplam kapalı alanı 5000 m²'den büyük olan okullarda, bürolarda, müzelerde ve içerisinde eğlence yeri bulunan 2000 m²'den büyük binalarda ve iki kattan yüksek olan veya 1000 m²'den büyük olan yurtlarda, otellerde, pansiyonlarda, hastanelerde ve konutlar harici bütün yatılan yerlerde algılama sistemi zorunlu tutulmuştur. Ayrıca alanı 1000 m²'den küçük olsa bile birçok mahal için dört katı geçmişse otomatik algılama sistemi istenmektedir. Yönetmeliğin maddesinin 1. alt başlığında, Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri Tasarım ilkeleri olarak "Yangın uyarı sistemi; yangın algılama, alarm verme, kontrol ve haberleşme fonksiyonlarını ihtiva eden komple bir sistemdir. Yangın algılama sisteminin ve parçalarının TS EN 54'e uygun olarak üretilmesi, tasarlanması, tesis edilmesi ve işletilmesi şarttır." İfadesi kullanılmıştır. Yönetmeliğin 75. maddesinin 5. alt başlığında, Tablo-9.1'de belirtilen binalardaki bütün mahallere TS EN 54-14'e göre algılayıcılar yerleştirileceği belirtilmektedir. Tablo-9.1'de verilen yükseklik ve alan değerlerinden herhangi biri verilen değeri aşarsa algılama sistemi zorunludur.

Yönetmeliğin 75. maddesinin 2. alt başlığında ise, el ile yangın uyarı sistemleri olarak yangın uyarı butonların kullanılması gerektiği belirtilmekte ve yangın uyarı butonların yerleştirme kuralları hakkında bilgi verilmektedir. Yangın uyarı butonları bir kattaki herhangi bir noktadan o kattaki herhangi bir yangın uyarı butonuna yatay erişim uzaklığının 60 m'yi geçmeyecek şekilde yerleştirilmesi ve tüm yangın uyarı butonlarının görülebilir ve kolayca erişilebilir olması gerektiği ifade edilmektedir. Yangın uyarı butonları ayrıca, yerden en az 110 cm ve en fazla 130 cm yüksekliğe yerleştirilmelidir.

Aşağıda belirtilen binalarda yangın uyarı butonlarının kullanılması mecburidir:

a) Konutlar hariç, kat alanı 400 m^2'den fazla olan iki kat ile dört kat arasındaki bütün binalarda,

b) Konutlar hariç, kat sayısı dörtten fazla olan bütün binalarda,

c) Konutlar dâhil bütün yüksek binalarda.

Yönetmeliğin 75. maddesinin 4. alt başlığına göre ise, algılama sisteminin gerekli olduğu ve fakat duman algılama cihazlarının kullanımının uygun veya yeterli olmadığı mahallerde, sabit sıcaklık, sıcaklık artış, alev veya başka uygun tip algılama cihazı kullanılır.

Yönetmeliğin 76. maddesinin 1. alt başlığında ise alarm verme sistemi ile ilgili hükümleri belirlemektedir. Bir yangın algılama ve uyarı sisteminin devreye girmesi hâlinde, sesli ve ışıklı olarak veya veri iletişimi ile alarm verilmesi ve binada bulunan yangın ve acil durum mücadele ekiplerinin uyarılması ve itfaiyeye haber verilmesi için sesli ve ışıklı uyarı cihazları ve direkt hatlar veya diğer iletişim ortamları üzerinden veri iletişimi, ile yapılması gerektiğini ifade edilmektedir.

Yönetmenliğin 7. maddesinde ise, herhangi bir yerde kontrol dışı ateş yandığının veya duman çıktığının görülmesi halinde, itfaiyeye ve yangına müdahale konusunda eğitilmiş personele haber verilir hükmü yer almaktadır ve zorunlu kılınmıştır.

Madde 78, Madde 79 ve Madde 80'de yağmurlama, gazlı söndürme ve duman kontrol ve basınçlandırma sistemlerinin yangın alarm sistemiyle bütünleşmesinden bahsedilmektedir. Madde 78'in 1. alt başlığında, "Bir binada yağmurlama sistemi ve otomatik algılama sistemi kurulması hâlinde, yağmurlama sistemi alarm istasyonları ve akış anahtarları yangın alarm sistemine bağlanır." İfadesi yer almaktadır. Madde 79'da ise, "Bir binada gazlı söndürme sistemi kurulması hâlinde, binada algılama ve uyarı sistemi var ise, söndürme sisteminin alarm ve arıza çıkışları, yangın alarm sistemine bağlanarak ayrı bölgesel göstergelerle izlenir." denilmektedir. Madde 80'de ise, "Bir binada duman kontrol ve basınçlandırma sistemleri kurulması hâlinde, bu sistemler ile ilgili arıza ve konum değiştirme sinyalleri ayrı bir bölgesel izleme panelinde veya yangın kontrol panelinde ayrı bölgesel durum ve arıza göstergeleri oluşturularak izlenir ve kontrol edilir. Yangın alarm sisteminin olduğu yerlerde ise, duman kontrol ve basınçlandırma sistemlerinin el ile kontrolleri ayrı bir kontrol panelinden yapılabileceği gibi izleme panelleri ile birleştirilerek yangın alarm sistemi bünyesinde de gerçekleştirilebilir." ifadesi yer almaktadır.

"Sesli ve Işıklı Uyarı Cihazların" kullanımı ile ilgili kurallar getirmektedir. Madde 78' in 1. alt başlığında, "Bir binanın kullanılan bütün bölümlerinde yaşayanları yangından veya benzeri acil hâllerden haberdar etme işlemleri, sesli ve ışıklı uyarı cihazları ile gerçekleştirilir. Yangın uyarı butonunun mecburi olduğu yerlerde uyarı sistemi de mecburidir." denilmektedir. Madde 78' in 7. alt başlığında ise, "Aşağıda belirtilen yerlerde, otomatik olarak yayınlanan ses mesajları ve yangın merkezinden mikrofonla yayınlanan canlı ses mesajları ile binada yaşayanların tahliyesini veya bina içerisinde yer değiştirmelerini sağlayacak şekilde anons sistemleri kurulması mecburidir:

a) Binadaki yatak sayısı 200'den fazla olan otel, motel ve yatakhanelerde,

b) Yapı inşaat alanı 5000 m2'den büyük olan veya toplam kullanıcı sayısı 1000 kişiyi aşan topluma açık binalarda, alışveriş merkezlerinde, süpermarketlerde, endüstri tesislerinde ve benzeri binalarda,

c) Yapı yüksekliği 51.50 m'yi geçen bütün binalarda."

Madde 82 ise, acil durumda yangın alarm sisteminin bütünleştiği diğer sistemlerinin otomatik olarak gerekli kontrol fonksiyonlarını yerine getirecek acil durum kontrol sistemlerin kontrolü ile ilgili kurallar belirtilmiştir.

Yangın hâlinde otomatik olarak gerekli kontrol fonksiyonlarını yerine getirecek acil durum kontrol sisteminin;

a) Yangın sırasında kapanması gereken yangın kapılarını ve diğer açıklıkları kapatma amaçlı cihazları normal hâlde açık durumda tutan elektromanyetik kapı tutucu ve benzeri cihazlarının serbest bırakılması,

b) Merdiven yuvaları ve asansör kuyuları basınçlandırma cihazlarının devreye sokulması,

c) Duman kontrol sistemlerinin işlemlerini yerine getirmesi,

d) Acil durum aydınlatma kontrol işlemlerini gerçekleştirmesi,

e) Güvenlik ve benzeri sebeplerle kilitli tutulan kapıların ve turnikelerin açılması,

f) Asansörlerin yapılış özelliklerine bağlı olarak yangın esnasında kullanımının engellenmesi veya tahliye amacıyla itfaiye veya eğitilmiş bina yangın mücadele ekipleri tarafından kullanılmasının sağlanması,

g) Mahalli itfaiye ile elektrik işletmesine, belediyeye, polise veya jandarmaya, kurum amirine, bina sahibine ve gerekli görülen diğer yerlere yangının otomatik olarak haber verilmesi, özellik ve fonksiyonlarına sahip olması lazımdır.

Madde 84'te ise, Periyodik Testler, Bakım ve Denetimi ile ilgili olarak sorumluları belirtmekte ve sorumluların sorumluluğu altında, ilgili standartlara göre sistemin gerektirdiği periyodik kontrol, test ve bakımının yapılması gerektiği belirtilmektedir.

Madde 161'de ise, mevcut yapılar ile ilgili hükümler getirilmiştir. Bu yönetmeliğin en önemli hükümlerinden biri, yönetmeliğin 161. maddesinde "Mevcut yapılardan konaklama amaçlı binalar, kurum binaları, büro binaları, mağazalar, çarşılar ve toplanma amaçlı yapılar algılama ve uyarı sistemi için 75. maddede belirtilen hükümler uygulanır" denilmektedir. Yani algılama sistemi mevcut binalar için de gerekli olmakta ve yapımı için belli yıl süre tanınmaktadır.

Bir yangın alarm sisteminin kurulumu ve işletilmesi standartlar ve kurallar kümesi tarafından yönetilir. Bu bağlamda bu bölümde yangın alarma sistemlerinin tasarımı, montajı ve bakımı için gereksinim duyulan en önemli standartlar ve kurallar listesi verilmiştir. Bir binanın yangından ve tehlikeye karşı korunmaya yönelik alarm sistemleri uygulayıcılarının uymaları gereken belirli standartlar ve kurallar aşağıda verilmiştir.

***Tablo-9.1** Otomatik algılama sistemi gereken binalar [2]*

		Yapı yüksekliği [m]	**Bina toplam kapalı alanı [m^2]**
1. Konutlar		>51,50	-
2.Konaklama amaçlı binalar		>6,50	>1000
3.Kurum binaları	Eğitim tesisleri	>21,50	>5000
	Yataklı sağlık tesisleri	>6,50	>1000
	Ayakta tedavi ve diğer sağlık tesisleri	>21,50	>2000
4.Büro binaları		>30,50	>5000
5.Ticaret amaçlı binalar [(1)]		>12,50	>2000
6.Endüstriyel amaçlı yapılar [(2)]		>21,50	>7500
7.Toplama amaçlı binalar	Yeme içme	>12,50	>2000
	Eğlence	>12,50	>2000
	Müze ve sergi alanları	>6,50	>5000
	Terminaller	>6,50	>5000
8.Depolar		>6,50	>5000
9.Yüksek tehlikeli yerler		>6,50	>1000

[(1)] Sebze ve meyve halleri, balık halleri, et borsaları, metal yedek parça bulunan yerler ile benzeri yangın riski olmayan yerler hariç

[(2)] Metal işleme ve montaj vb. yangın riski olmayan yerler hariç

Tablo-9.2 *Yangın alarm sistemleri için standartlar kümesi [3]*

ISO STANDARTLAR	DIN EN STANDARTLAR	TS EN STANDARTLAR	Adı (Türkçe)
ISO 7240-1	DIN EN 54-1	TS EN 54-1	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri kısım 1: Giriş
ISO 7240-2	DIN EN 54-2	TS EN 54-2	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri bölüm 2: Kontrol ve gösterge tertibatı
ISO 7240-3	DIN EN 54-3	TS EN 54-3	Yangın algılama ve yangın alârm sistemleri- Bölüm 3: Yangın alârm cihazları- Ses cihazları
ISO 7240-4	DIN EN 54-4/A2	TS EN 54-4/A2	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri bölüm 4: Güç besleme teçhizatı
ISO 7240-5	DIN EN 54-5	TS EN 54-5	Yangın algılama ve yangın alârm sistemleri - Bölüm 5: Isı detektörleri- Nokta dedektörler
ISO 7240-6	DIN EN 54-6	TS EN 54-6	Otomatik yangın algılama sistemlerinin parçaları kısım 6: Sıcaklığa hassas statik eleman olmayan artış hızı nokta tipi algılayıcılar
ISO 7240-7	DIN EN 54-7	TS EN 54-7	Otomatik yangın algılama sistemleri kısım 7- Nokta tipi duman algılayıcıları ışık dağıtma, ışık geçiren veya iyonizasyon tipi
ISO 7240-8	DIN EN 54-8	TS EN 54-8	Otomatik yangın algılama sistemlerinin parçaları kısım 8: Yüksek sıcaklık ısı algılayıcılarının özellikleri
ISO/TS 7240-9	DIN EN 54-9	TS EN 54-9	Otomatik yangın algılama sistem parçaları kısım 9-Yangın hassasiyet deneyi
ISO 7240-10	DIN EN 54-10	TS EN 54-10	Yangın algılama ve yangın alârm sistemleri - Bölüm 10: Alev detektörleri- Nokta dedektörler
ISO 7240-11	DIN EN 54-11	TS EN 54-11	Yangın algılama ve yangın alârm sistemleri- Bölüm 11: Elle çalıştırılan alârm cihazları

Tablo-9.2 *Yangın alarm sistemleri için standartlar kümesi (devam) [3]*

ISO 7240-12	DIN EN 54-12	TS EN 54-12	Yangın algılama ve yangın alârm sistemleri - Bölüm 12: Duman dedektörleri - Optik ışın demetiyle çalışan hat dedektörleri
ISO 7240-13	DIN EN 54-13	TS EN 54-13	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 13: Sistem bileşenlerinin uyumluluk değerlendirmesi
ISO 7240-14	CEN TS 54-14	TSE CEN/TS 54-14	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 14: Planlama, tasarım, montaj, işletmeye alma, kullanım ve bakım için kılavuz bilgiler
ISO 7240-16	DIN EN 54-16	TS EN 54-16	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 16: Sesli alarm kontrolü ve gösterge donanımı
ISO 7240-17	DIN EN 54-17	TS EN 54-17	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - bölüm 17: Kısa devre izolatörleri
ISO 7240-18	DIN EN 54-18	TS EN 54-18	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - bölüm 18: Giriş/çıkış cihazları
ISO 7240-20	DIN EN 54-20	TS EN 54-20	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 20: Duman çekmeli dedektörler
ISO 7240-24	DIN EN 54-24	TS EN 54-24	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 24: Ses alarm sistemi bileşenleri - Hoparlörler
ISO 7240-25	DIN EN 54-25	TS EN 54-25	Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 25 : Radyolink kullanan bileşenler
	DIN EN 54-26	TS EN 54-26	(İngilizce Metin) Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri-Bölüm 26: Karbon monoksit sensörleri kullanılan nokta yangın dedektörleri
ISO 7240-27	DIN EN 54-27	TS EN 54-27	(İngilizce Metin) Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 27: Duman kanalı dedektörleri
	DIN EN 54-29	TS EN 54-29	(İngilizce Metin) Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri-Bölüm 29: Çoklu yangın dedektörleri- Duman ve ısı sensörlerinin bir kombinasyonu kullanılan nokta dedektörleri
	DIN EN 54-30	TS EN 54-30	(İngilizce Metin) Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri-Bölüm 30: Çoklu yangın dedektörleri- Karbonmonoksit ve ısı sensörlerinin bir kombinasyonu kullanılan nokta dedektörleri
	DIN EN 54-31	TS EN 54-31	(İngilizce Metin) Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 31: Çoklu sensörlü yangın algılayıcılar- Duman, karbon monoksit ve isteğe bağlı olarak ısı sensörlerinin bir kombinasyonunu kullanan nokta algılayıcılar
		TSE CEN/TS 54-32	(İngilizce Metin) Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 32: Sesli alarm sistemlerinin planlaması, tasarımı, kurulumu, devreye alınması, kullanımı ve bakımı

Tablo-9.3 *Yangın alarm sistemleri için standartlar ve kurallar kümesi [3]*

Yangın Alarm Sistemleri için Standartlar, Kurallar ve Şartnameler Koleksiyonu	
Uluslararası Standartlar	*Adı*
VdS 2135	*Grafische Symbole für Gefahrenmeldeanlagen (Tehlikeli İhbar Sistemlerinde Grafik Semboller)*
VdS 2496	*Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, Richtlinien (Yangın Söndürme Sistemlerin Denetimi,Yönergeler)*
VdS 2520	*Anwendung von ISO9001 auf Errichterfirmen, Merkblatt (Montaj Firmaları için ISO9001 Uygulaması, Bilgi Yaprağı)*
VdS 2521	*Anwendung von ISO9001 auf kleine Unternehmen, Merkblatt (Küçük İşletmeler için ISO 9001 Uygulaması, Bilgi Yaprağı)*
VdS 2843	*Richtlinien für Zertifizierung von Fachfirmen für Brandmeldeanlagen (BMA) gemäß DIN 14 675*
DIN 4066	*Hinweisschilder für die Feuerwehr (Itfaiye için İşaretler)*
DIN 14095	*Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen (Binalar için Yangın Planı)*
DIN 14623	*Orientierungsschilder für automatische Brandmelder (Otomatik Yangın Dedektörleri için Yönlendirme İşaretleri)*
DIN 14675	*Brandmeldeanlagen – Aufbau und Betrieb (TS 54-14) (Yangın Alarm Sistemleri- Yapısı ve İşletme (TS 54-14)*
DIN 14661	*Feuerwehr-Bedienfeld für Brandmeldeanlagen (Yangın Alarm Sistemleri için İtfaiye Paneli)*
DIN 14662	*Feuerwehr-Anzeigetableau für Brandmeldeanlagen (Yangın Alarm Sistemleri için İtfaiye Gösterge Paneli)*
DIN 14676	*Rauchwarnmelder für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume –Einbau, Betrieb und Instandhaltung (Konut, daire ve Oda Duman Dedektörleri için Montaj, İşletme ve Bakım Talimatı)*
DIN VDE 0833-1	*Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall; Teil 1: Allgemeine Festlegungen (Yangın, Hırsızlık ve Baskın Durumları için Tehlike İhbar Sistemleri; Bölüm 1: Genel Gereksinimler)*
DIN VDE 0833-2	*Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall –Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen (Yangın, Hırsızlık ve Baskın Durumları için Tehlike İhbar Sistemleri; Bölüm 1:Yangın Alarm Sistem Gereksinimleri)*
DIN VDE 0833-4	*Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall –Teil 4: Festlegungen für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall (Yangın, Hırsızlık ve Baskın Durumları için Tehlike İhbar Sistemleri; Bölüm 1: Yangın Durumunda Sesli Alarm Sistem Gereksinimleri)*
DIN VDE 33404-3	*Gefahrensignale für Arbeitsstätten, Akustische Gefahrensignale, Einheitliches Notsignal (İşyerleri için Tehlike Sinyalleri, İşitsel Tehlike Sinyalleri, Birleşik Acil Durum Sinyali)*
CEN/TC 70	*Manual means of fire fighting equipment (Yangınla mücadele cihazlarinin elle kullanılan aksamı)*
CEN/TC 72	*Fire detection and fire alarm systems (Yangin algılama ve yangın alarm sistemleri)*
CEN/TC 127	*Fire Safety in buildings (Binalarda Yangın Güvenliği)*
ISO/TC 92	*Fire Safety (Yangin güvenligi)*
CEN/TC 191	*Fixed firefighting systems (Sabit yangin söndürme sistemleri)*
CEN/TC 192	*Fire service equipment (Yangında Kullanıla Ekipmanlar)*



Şekil-9.12 *Yangın alarm sistemlerin montajı, işletilmesi ve bakımı ile ilgili TS-EN 54'e göre süreci*

9.3 YANGIN ALARM SİSTEMLERİ VE BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ

9.3.1 Yangın Alarm Sistemlerinin Amacı ve Çeşitleri

Yangın alarm sistemleri son zamanlarda giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle Avrupa uyum yasaları ve Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliğinin çıkarılması ile birlikte yangın alarm sistemlerinin kullanılma alanları genişlemektedir. Yangın algılamada kullanılan sistemler temelde iki çeşit olarak üretilmekte ve uygulanmaktadır:

1. *Konvansiyonel yangın alarm sistemleri*
2. *Adresli yangın alarm sistemleri*

Konvansiyonel yangın ihbar sistemleri küçük alan kaplayan ve bölgesel algılamanın yeterli olduğu alanlarda daha çok kullanılmaktadır. Sistemin artısı ekonomik olmasıdır. Adresli yangın ihbar sistemleri ise bölünmüş alanların fazla olduğu yapılar ile daha çok büyük alan kaplayan projelerde yani, noktasal adresleme ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılmaktadır.

Adresli yangın alarm sistemleri ise kendi içerisinde üçe ayrılmaktadır:

1. *Dijital Adreslenebilir Sistemler*
2. *Analog Adreslenebilir Sistemler*
3. *Elektronik Adreslenebilir Sistemler (İnteraktif)*

Yangın algılama ve ihbar sistemlerinin temel işlevi bir yapıda olabilecek yangın tehlikesinin zamanında ve güvenilir bir şekilde algılanması ve bunu takriben ihbar, anons ve kontrol fonksiyonların yerine getirilmesidir. Amacı ise yangını büyük boyutlara varmadan daha ilk aşamasında algılayarak erken uyarının verilmesini sağlamak dolayısıyla yangınla mücadelede başarının garanti edilmesi, tehlikeye maruz kalan insanların kurtarılması, otomatik yangın önleme tedbirlerini harekete geçirmek ve yangının yol açacağı hasarı minimuma indirmektir.

Bir yangın algılama ve ihbar sistemi başlıca kontrol paneli, detektörler, alarm butonları ve ikaz elemanlarından oluşmaktadır. Detektörler duman, ısı, alev, gaz, vb. yangın belirtilerinin otomatik ***olarak*** *algılanması ve değerlendirilmesi (bazı sistemlerde) işlevini yerine getirir ve bu bilgileri panele iletir. Alarm butonları yangın durumunun manuel olarak (insan aracılığıyla) ihbar edilmesini sağlamaktadır. Kontrol paneli ise sahadan gelen alarm ve durum bilgilerini değerlendirirsek, bir kumanda konsolu vasıtasıyla kullanıcıya iletir. Eğer panel bir yangın durumu olduğuna karar vermişse alarm sirenleri ve alarm flaşörleri gibi ikaz elemanları sayesinde yangın anonsu yapılır.*

Bunun yanında kontrol paneli yangın senaryosuna bağlı olarak yangın damperlerine, yangın kapılarına, havalandırma sistemlerine, asansörlere, vb. sistemlere ait kumanda fonksiyonunu yerine getirir.

Yangın alarm sistemleri temel olarak aşağıda belirtilen 4 temel işlevi yapabilmelidir:

1- ***Algılama:*** *Kullanıldığı yerin özelliğine ve çıkması beklenen yangının tipine bağlı olarak, yangını erken algılamak amacıyla otomatik yangın detektörleri kullanılır. Yangının Duman, Isı, Işınım ve Alev belirtilerinden faydalanarak erken algılama yapabilmelidir.*

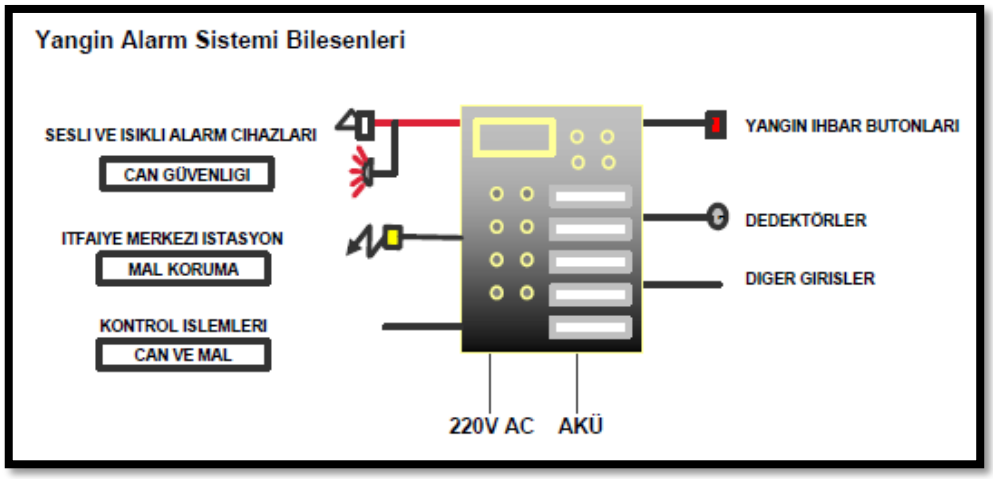


Şekil-9.13

2- ***Konum Belirleme:*** *Yangının Başlangıç Yerini Açık ve Net Olarak Belirlemeli ve göstermelidir. Yangınım konumu ve müdahale yolu ile ilgili olarak hedef bilgileri verebilmelidir.*

3- ***Alarm Verme:*** *Sesli ve Işıklı Alarm Vermelidir.*

4- ***Kontrol ve Haberleşme:*** *Kontrol ve Haberleşme Yapabilmelidir. Yetkili kişilere ve birimlere (itfaiye gibi) alarm ve haber verebilmelidir. Yangından korunmaya karşın donanımları kontrol edebilmelidir.*



Şekil-9.14 *Yangın alarm sistemi bileşenleri [4]*

Günümüzde yangın algılama sistemlerinin kullanımıyla ilgili olarak sıkça karşılaştığımız bir sorun bu sistemlerin yanlış algılama yapmasıdır. Yani sistemin normal bir durumu yangın durumu olarak

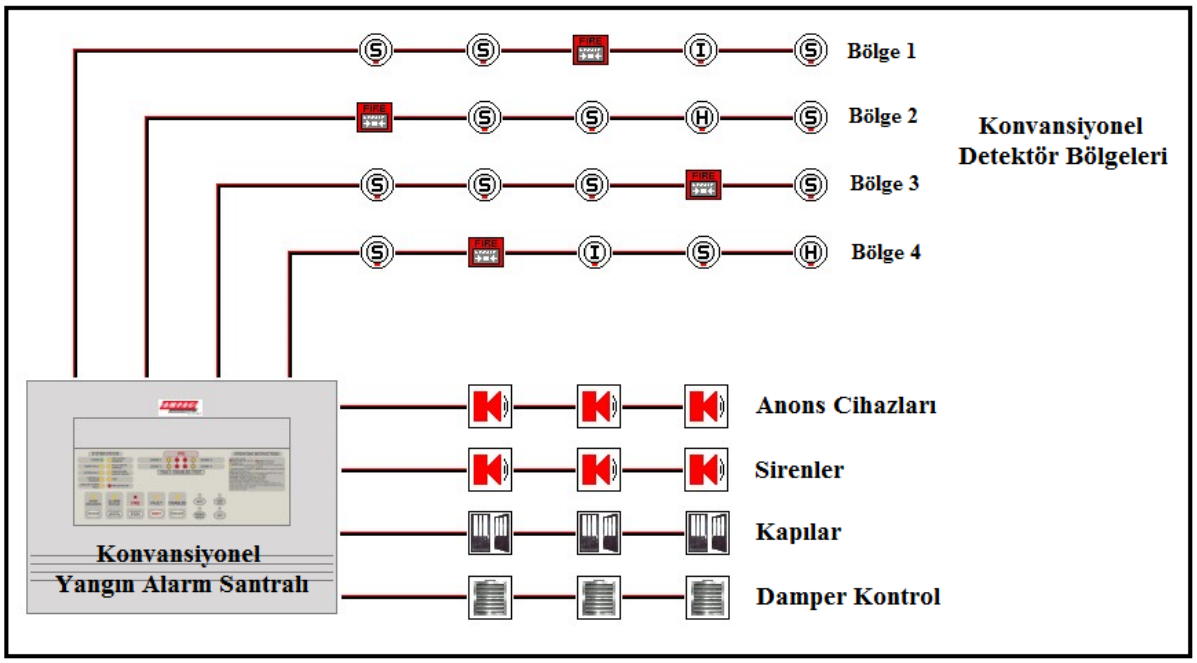
değerlendirmesidir. Yanlış detektör seçimi ve yerleşim yapılmadığı takdirde, yanlış algılamaya daha çok kötü ortam koşulları ve çevresel faktörler neden olmaktadır. Aşağıda bu faktörlerden bazıları sıralanmıştır:

1. *Kirli, tozlu ve rutubetli ortamlar*
2. *Elektromanyetik girişimler ve yüksek frekanslar*
3. *Sigara dumanı*
4. *Taşıtlardan çıkan egzoz gazları*
5. *Ortamda mevcut bulunan duman, ısı, alev gibi aldatıcı yangın belirtileri*
6. *Tekstil sektöründe havada uçuşan pamuk ve iplik parçacıkları*

Yangın ihbar sistemlerinin yukarıda belirtilen zor çevre koşullarında dahi hatasız olarak çalışabilmelidir. Aksi takdirde her yanlış alarm, yangın algılama sistemlerine olan güveni azaltmakta, önemli ölçüde zaman ve para kaybına yol açmaktadır. Adreslenebilir interaktif yangın algılama sistemleri ise zor koşullar altında dahi hatasız çalışma sağlayan, yüksek teknolojiye sahip algılayıcıları (detektörlerinin) ile kirlilik ve bakim uyarısı verebilmesi ve ön alarm ve alarm esik seviyeleri ayarlanabilir olması çok karışık durum ve senaryolara uygun sistem çalışması sağlaması ile yüksek performanslı ve güvenilir yapıya sahiptirler. Bir sonraki kısımlarda yangın alarm sistemleri detaylı bir şekilde irdelenecektir.

9.3.1.1 Klasik (Konvansiyonel) Sistemler

Bu sistemlerin çalışma prensibi yangını bölgelerine ayırmaktır. Dedektörler, yangın bölgesinden kontrol paneline çekilen çift telli kablolara paralel bağlanarak enerjiyi hattan alırlar ve sonra uyarı sinyalini kontrol paneline iletirler. Belirli bir bölgede bulunan detektörler ve/veya butonlar birbirine paralel bağlanarak kontrol paneline tek bir bilgiyi iletecek şekilde bağlanırlar. Konvansiyonel sistemlerde yangının yerini bölge bazında belirtebilmek için elektriksel olarak her bölgeye bir devre tahsis edilir. Her bir devreye 20-30 detektör ve/veya buton bağlanabilir. Bu sistemlerde aynı hat üzerinde bulunan çeşitli detektörlerden alarmın hangi detektörden gelmekte olduğu kullanıcı tarafından anlaşılmaz. Detektörler elektronik olarak basit bir karşılaştırıcıdan oluşurlar. Elektriksel büyüklüğe dönüştürülen fiziksel büyüklük, referans değer ile karşılaştırılır. Elde edilen değer, referans değerin üzerine çıkması durumunda sinyal panele iletilir ve yangın alarmı sinyali verilir. O bölgeye ait hangi detektör yangını algılarsa algılasın o bölgeye ait uyarı ışığı yanar. Bu sistemde her bölgeye ayrı bir çift kablo çekilmelidir (Şekil-9.15).



Şekil-9.15 *Konvansiyonel sistem prensip bağlantı şekli [4]*

Konvansiyonel sistemlerde yangın ve arıza uyarıları bölge bazında görülür. Eğer o bölgede 15-20 detektör var ise arıza ya da alarm bilgisinin hangi detektörden geldiğini öğrenmek, o yangın bölgesine gitmeden öğrenebilmek mümkün değildir. Bu yaklaşım yangına müdahale açısından ilk bakışta yanlış olmayabilir. 20 Detektörün bulunduğu geniş bir alandan yangın uyarı sinyali geldiğinde o bölgeye ulaşmak itfaiye ekibi için

yeterlidir. Olaya arıza açısından bakıldığında hattaki herhangi bir kopukluğun yerini saptamak hiç kuşku yok ki zaman ve enerji kaybıdır. Bu nedenle eğer arama zamanını azaltmak gerekiyorsa bölgeleri küçültmek ve dolayısıyla daha fazla bölge kullanmak gerekli olabilir.

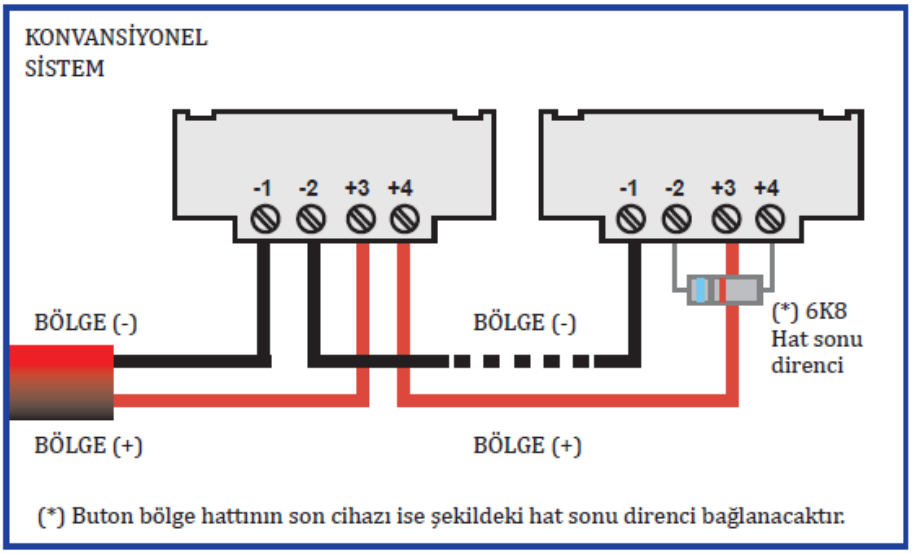


Şekil-9.16 *Konvansiyonel yangın alarm sistemlerin özellikleri [4]*

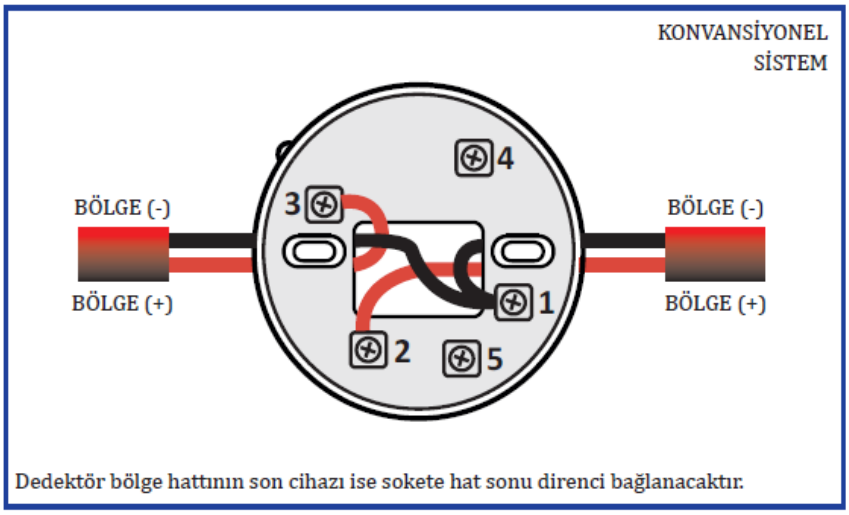
Konvansiyonel sistemlerde her bir ihbar hattından merkezi panele kablo çekilir. Bu da kontrol panelinden çevreye yayılan çok sayıda kablo demektir. Yangın zonları bir kere belirlenip ihbar hatları tesis edildikten sonra bu bölgelerde yapılabilecek yenilemeler, tesisatta yapılacak değişikliklerle mümkündür. Aynı hatta bağlanan çeşitli tipte detektör ve butonlardan gelen sinyaller birbirinden ayırt edilemez.

Konvansiyonel sistemlerin en önemli üstünlükleri ucuz oluşları ve programlama gerektirmeden devreye alınabilmeleridir. Ancak gelişmiş sistemlere göre daha fazla kablo gerektirmesi de maliyet unsuru olarak düşünülebilir.

Konvansiyonel Sistemler kirlenme, tozlanma, drift (alarm eşiğinin kayması) gibi olumsuz etkileri dikkate almadıklarından zamanla hatalı alarmlar verme olasılıkları yüksektir. Yorum yapma yetenekleri yoktur. Yangının yerini noktasal olarak tespit edemezler.

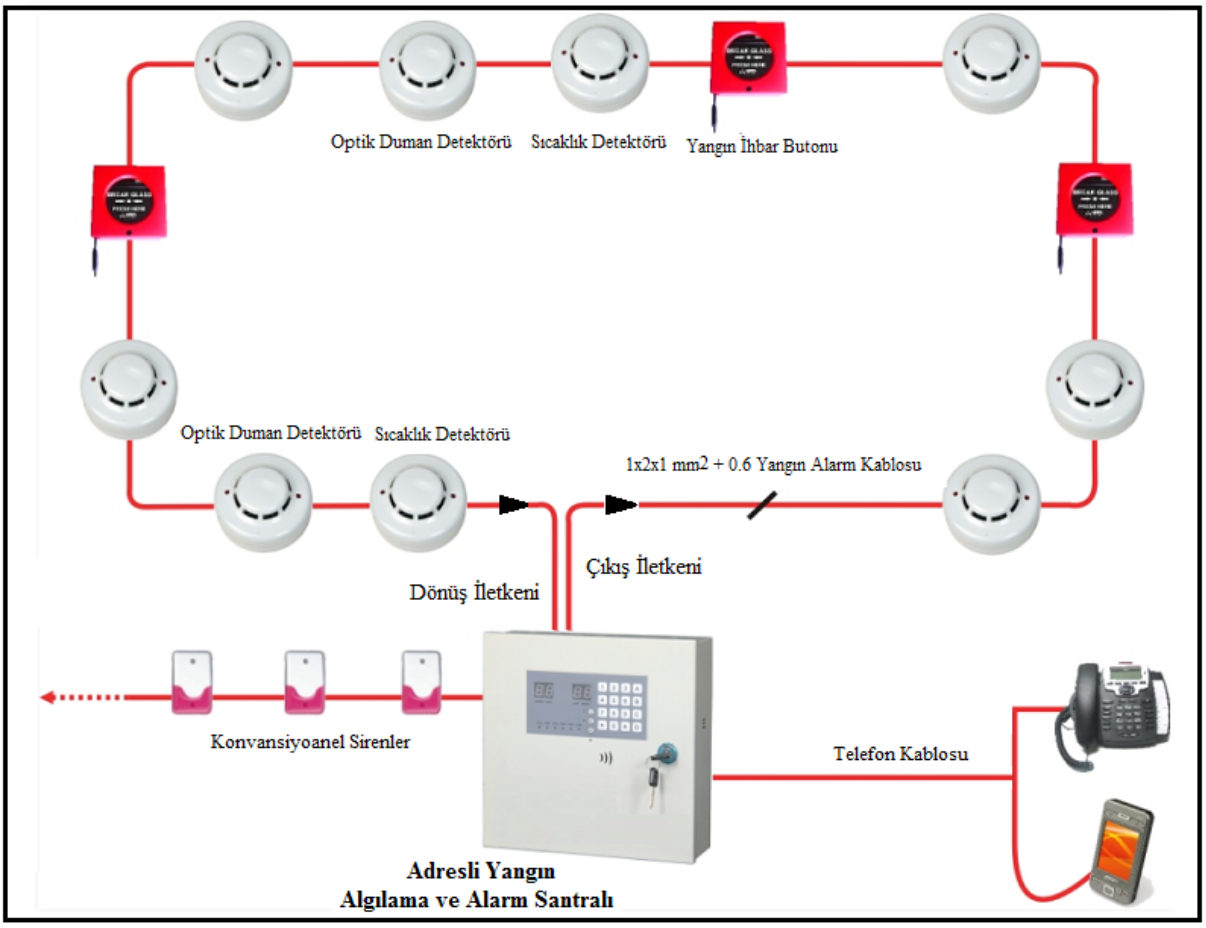


Şekil-9.17 *Konvansiyonel yangın alarm butonu (ML-2710) soket bağlantı şeması [5]*



Şekil-9.18 *Konvansiyonel detektör soketi (ML-0140) bağlantı şeması [5]*

9.3.1.2 Adreslenebilir Sistemler

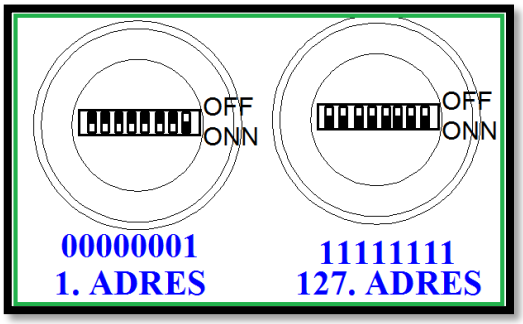


Şekil-9.19 *Adresli sistem prensip bağlantı şekli [5]*

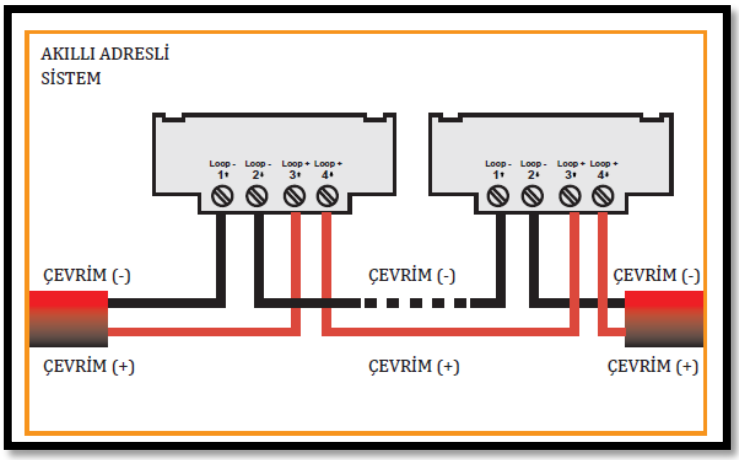
Adresli yangın alarm sistemleri noktasal temele dayanarak algılama yapar. Bu sistemde ihbar, bölge mantığından ileri olarak tam yerin ve noktanın belirlenmesi esasına dayanır. Her bir detektörün önceden belirlenmiş ve panel tarafından bilinen adresi, kimliği bulunur. Her detektör panelle birebir irtibatlıdır ve haberleşebilir. Bu sistemde dedektörler iki iletken (çift kablo) üzerinden hem besleme alır hem de panel ile haberleşir. Alarm durumunda hangi odadaki, bölümdeki detektörün sinyal gönderdiği tam olarak bilinir.

Yangın alarm sisteminde kullanılan tüm detektör ve butonlar tek bir çevrim üzerine bağlanır. Çevrim üzerine paralel olarak saha elemanları bağlanır. Bu çevrim üzerine 128 adet saha elemanı bağlanabilmektedir. Saha elemanlarının son noktasından tekrar başlangıç noktasına bağlantı çekilerek çevrim tamamlanmış olur. Bir bina olduğu gibi tek bir çevrim üzerinden kontrol edilebilir bu şekilde hem zamandan hem de malzemeden tasarruf edilmiş olacaktır. Uzun kablolamaların olacağı büyük binalar için uygundur. Bu çevrim üzerine paralel bağlanan tüm yangın detektörleri ve butonlarının belli bir adresi vardır. Bunların hepsi kontrol panelinden izlenebilir ve gerektiği durumda adres temelli noktasal atış ile müdahale edilebilir. Bu şekilde herhangi bir arıza durumunda zaman kaybedilmemiş olunur.

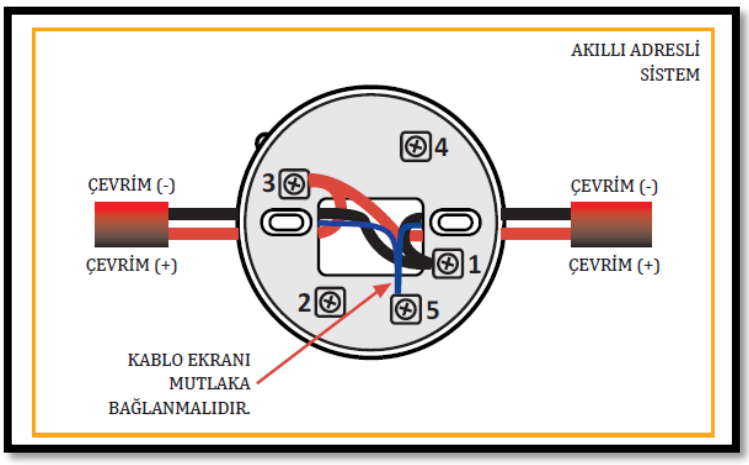
Adresli sistemde eğer detektör sayısı 128'den fazla olacaksa yine bölgelere ayırmak gerekir. Her iki sistemde de detektör yerlerinin belirlenmesi, detektör çalışma prensipleri aynıdır. Kablolama ve adresleme farkı bulunmaktadır. Adresleme işlemi her bir detektör ve butondaki dip anahtarlarla yapılır (Şekil-9.20).



Şekil-9.20 *Detektörlerin dip anahtarlarla ile adreslenmesi [5]*



Şekil-9.21 *Adresli yangın alarm butonu (ML-1710) bağlantı şeması [5]*



Şekil-9.22 *Adresli detektör soketi (ML-0140) bağlantı şeması [5]*

Adreslenebilir Yangın Alarm Sistemleri kendi içerisinde üçe ayrılmaktadır:

1. *Dijital Adreslenebilir Sistemler*
2. *Analog Adreslenebilir Sistemler*
3. *Elektronik Adreslenebilir Sistemler (İnteraktif)*

Dijital Adreslenebilir Sistemler

Dijital adreslenebilir sistemlerde algılayıcılar ve kontrol cihazları arasındaki veri alışverişi dijital protokol üzerine kurulmuştur. Dijital adreslenebilir sistemler algılama ve alarma karar verme tekniği açısından konvansiyonel sistemler ile aynıdır. Bu tip sistemlerde her bir detektörün panel tarafından tanınan kimlik kodu bulunmaktadır. Kimlik kodu panel tarafından tanınmaya yarar. Bu sayede alarm durumunda algılama yapan detektörün tam olarak yeri panel üzerinden görülebilmektedir. Adresli sistemlerde marka ve modele bağlı olarak her bir bölgeye 128 âdete kadar detektör bağlanabilmektedir. Detektörlerle panel tarafından bire bir haberleşmesi sayesinde hat kopuklukları ve arızaların hangi detektörden kaynaklandığı panel üzerinden görülebilmektedir. Sistem maliyeti Konvansiyonel sistemlerle kıyaslandığında oldukça yüksektir. Fakat konvansiyonel sistemlere göre daha sade bir kablolama gerektirmektedir.

Dijital adreslenebilir sistemlerin en temel özellikleri aşağıdaki gibidir:
a) Aynı bir çift kabloya bağlı çok sayıda detektörün her birinden bağımsız sinyaller alınır. Yani detektörlerin ve butonların her biri bireysel bir s-adrese sahiptirler.

b) Yangın zonları yazılım aracılığıyla tanımlandığından detektör ve butonlar bulundukları yerler dikkate alınmaksızın, kablo tesisatı açısından en uygun şekilde çevrim hattına bağlanırlar.

c) Aynı çift kabloya çok sayıda detektör bağlandığından kablo miktarından büyük tasarruf sağlanmaktadır.

d) Yangın algılama ve uyarı sistemlerinden bilgi aktarılması veya bilgi alınması gerekiyor ise giriş/çıkış modüllerinin bağlanmasına olanak tanır.

e) Dijital adresli sistemlerde detektörlerin çalışma ilkesi klasik detektörlerde olduğu gibidir. Yani, yangın kararı detektör tarafından verilir. Dijital adreslenebilir sistemler sadece adreslenebilme özelikleri dolayısıyla kolaylıklar getirirler. Ancak duman detektörlerinin bulunmasından sonra yangın görevlilerini en fazla uğraştıran yalancı alarmlara karşı akıllı olarak nitelendirilebilecek çözümler içermemektedirler.

Dijital adreslenebilir sistemlerin en önemli zayıflığı detektör içinde algılayıcıdan gelen değere ve bu değerle ilgili başlangıç ayar değerlerine göre çalışıyor, algılayıcıya bağlı uyarlama yapamıyor olmasıdır. Özellikle doğru algılama ve güvenirlik açısından önemli olan bu özellikten yoksun sistemlerdir. Ayrıca diğer bir zayıflığı bakım uyarıları (kirlilik, hassasiyet vb.) verememesidir.

Analog Adreslenebilir Sistemler

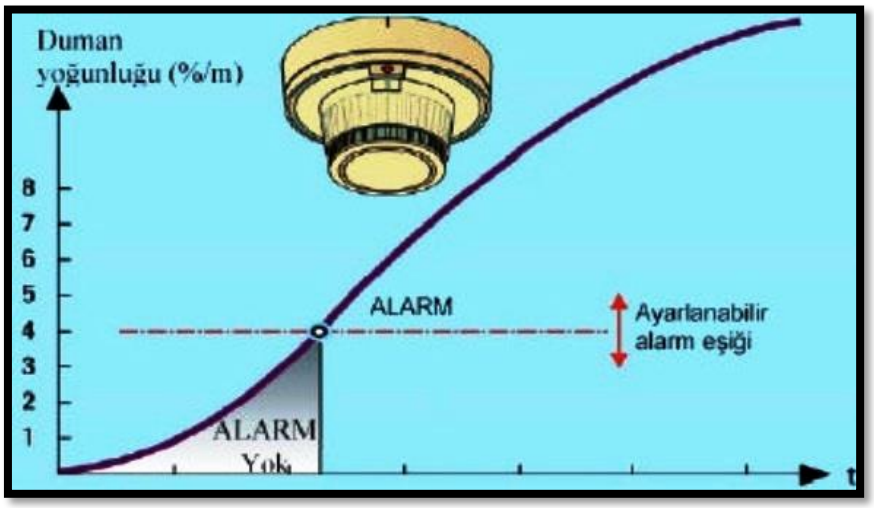


Şekil-9.23 *Yangın detektörü*

Konvansiyonel ya da Adresli sistemlerde dedektörler normal ve alarm durumlu olmak üzere iki konumlu çalışmaktadırlar. Oysa Analog Adresli sistemlerde dedektörler algıladıkları duman yâda ısı miktarını panele bildirirler. Panel sürekli olarak tüm detektörlerle haberleşerek ölçülen değerleri alır ve önceden tanımlanmış olan referans değerleriyle karşılaştırıp, alarm durumuna gerek olup olmadığına karar verir. Her detektör için ayrı bir referans (üst sınır) değeri tanımlanabilmekte, bu sayede de sistem farklı şartlardaki mekânlarda hassasiyetini koruyabilmektedirler. Örneğin; ısısı klimalar yardımıyla kontrol edilebilen bir odanın içerisindeki detektörün algılayabileceği veriler arasındaki fark ile sigara içilebilen bir odadaki detektörün algılayabileceği veriler arasındaki fark aynı olmaz. Sistemin hassasiyeti açısından bu önemlidir. Sistem hassasiyetini koruyarak kararlı bir çalışma yapısına sahip olacak ve yanlış ihbar gibi bir durumla karşılaşma oranı büyük ölçüde azalacaktır. Yani kontrol panel detektörlerle haberleşerek sinyal seviye kontrolü yaparak alarm veya arıza gibi uyarıları birbirinden ayırt edebilmektedir.

Analog adresli sistemlerin saha elemanlarında (detektör, buton vb.) mikroişlemci yoktur. Detaylı sinyal analizi, mahal ve çevresel koşullara uygun özel algoritma imkânı yoktur. Analog sistemlerde iki yönlü haberleşme ve etkileşimli çalışma imkânı yoktur. Dedektör analog olarak ölçtüğü değeri panele gönderir, panel ise her detektör için set edilmiş analog değerlere göre alarm durumuna karar verir.

Algılayıcının algıladığı değer esik değerinin altında ise yangın yok; üstünde ise yangın var demektir. Bu durumda sistem esik seviyesini geçen sigara dumanını dahi bir alarm durumu olarak algılayabilmektedir. Detektörlerin çevresel koşullardan dolayı yanlış alarm riski vardır.



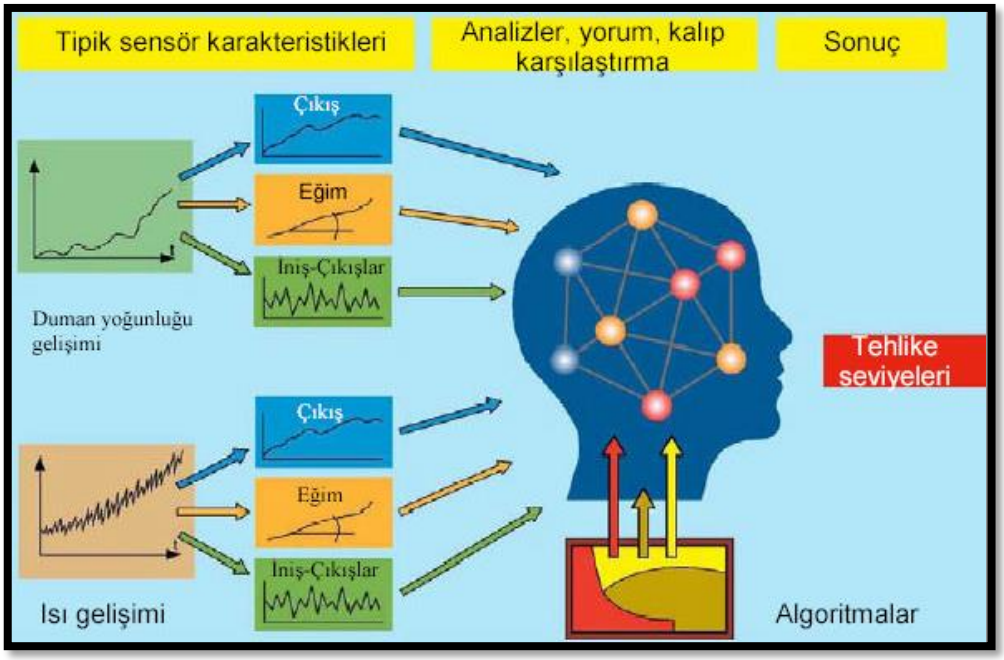
Şekil-9.24 *Geleneksel yangın algılama mantığı [6]*

Elektronik (İnteraktif) Adreslenebilir Sistemler

Bir yangın algılama ve alarm sistemi sıkça yanlış yangın alarm uyarısı veriyorsa güvenirliğini yitirir. Güvenilirliğini yitirmiş bir yangın algılama ve alarm sisteminin uyarıları gözerdi edilir. Yangın algılama ve alarm sistemi sektör imalatçıları yanlış alarmı önleme amacıyla değişik teknikler kullanmaktadırlar. Yanlış alarm önleme amacıyla Analog adreslenebilir yangın algılama ve alarm sistemlerinin kullandığı teknikler:

1. *Verification Time: Algılama sonrası ilave bekleme süreleri verilerek algılamanın doğruluğunun tasdik edilmesi*
2. *Senstivity Adjustment: Dedektör hassasiyetlerinin azaltılarak algılamanın doğruluğunun tasdik edilmesi.*
3. *Cross Zone: Aynı anda 2 detektörden algılamanın izlenerek algılamanın doğruluğunun tasdik edilmesi.*

Yukarıda sayılan önleyici tedbirlerin hepsi de yanlış alarmı azaltmakta fakat hızlı algılamayı da engellemektedir. Bu durum sistemin gerçek bir yangını hızlı şekilde algılayıp uyarıda bulunabilmesini geciktirmekte dolayısıyla da muhtemel yangına müdahale geciktiğinden yangınla mücadeleyi zorlaştırmaktadır.



Şekil-9.25 *İnteraktif çoklu ısı ve duman algılayıcısının sinyal analiz karakteristiği [6]*

Yangın algılama ve uyarı sistemlerinde teknolojik evrimin bugün geldiği nokta hem kontrol panellerinin hem de sahada kullanılan detektör, butonların ve vb. tamamen mikro işlemcili olarak üretilmeleridir. Bu gelişme yangın algılama ve uyarı sistemlerinde devrim olarak kabul edilmektedir. Analog adreslenebilir sistemlerde akıllı olan sadece panel iken bu akıllılık elektronik adreslenebilir sistemlerde saha elemanlarına dağıtılmıştır. Bu sistemlerle birlikte detektör kavramı tekrar gündeme gelmiştir. Karar verme yetkisi tekrar detektörlere verilmiştir. Bu sistemlerde panel kendisine bağlı elemanlarla hem yayın hem de tarama yöntemini kullanarak haberleşir. Saha da kullanılan elemanlar mikroişlemci kontrollü, elektronik adreslenebilir geçmişe dönük belleğe sahiptirler. Her bir saha elemanı sadece kendilerine ait geçmişe dönük tanımlanan bilgileri belleklerinde saklayabilmektedirler. Bu bilgiler:

Cihazın,

-Adresi
-Çalışma modülü ve tipi
-Çalışma zamanı
-Çalışma süresi içinde verdiği alarm sayısı.
-Ayrıca varsa en son alarm sırasında detektörün kaydettiği değerler.

Dağıtılmış Zekâ

- *Tüm Saha Elemanları Mikroişlemci Kontrollü*
- *Yapay Zekâ Temelli Gelişmiş Karar Verme Algoritmaları*
- *Öğrenme Yeteneği*
- *Zaman Boyutlu Çalışma*
- *Alarm, Arıza, Bakim Hafızası ve İzlenmesi*



Şekil-9.26 *Saha elemanlarında mikro işlemci kullanımı [6]*

Mikroişlemcilerin sahada kullanılan tüm donanımlara indirgenmiş olmasının amacı sistemde verimliliği ve sürekliliği sağlayacak olan bilgilerin teknik personele sağlıklı aktarılmasını sağlamak bakım ve işletme kolaylığı getirmektedir. Kontrol paneli ve saha elemanları hem yayın hem de tarama yöntemi ile haberleştiğinden haberleşme yoğunluğu az olduğundan haberleşme hızı diğer sistemlere göre çok daha yüksektir. Alarm durumunun kontrol paneline iletilmesi veya döngü cevap süresi diğer sistemlere oranla 4 kat daha hızlıdır. Bu nedenle sistem elektromanyetik girişimler ve yüksek frekanslardan etkilenmez. Döngü hattı haberleşmesi güvenlidir ve uzunluğu 3000 m'ye kadar uzayabilmektedir. Analog adreslenebilir sistemlerde bu mesafe 1000-2000 m arasında sinirlidir.

İnteraktif yangın ihbar sistemlerinde saha elemanları, sadece algılama yapan basit bir algılayıcıdan ibaret değildir. Bu sistemde tüm yangın algılayıcıları bulundukları alanın özelliklerine göre, mikroişlemcisine yüklenen algoritmalar doğrultusunda değerlendirme ve karar verme yeteneğini kullanarak kendilerini özel bir şekilde yapılandırılır. Analog adresli ve diğer akıllı adresli sistemlerden en önemli farkı, detektörlere programlanan interaktif algoritma tabanlı parametrelerdir. Sistem her yangın algılayıcıdan gelen bilgiyi değerlendirir ve bu bilgiden öğrenme yeteneğine sahiptir. Bu basit olarak, bir algılayıcı kirlenmeye başladığında veya kirli bir ortamda bulunduğunda otomatik olarak alarm eşik seviyesini arka plandaki seviyesine göre kompanze eder.

Daha karmaşık interaktif sistem fonksiyonları, gerçek yangın hadisesi ve yangın olmayan durumları birbirinden çok kolay ayırt edebilmekle birlikte, olası çevresel etkileri filtreler veya sıcaklıktan oluşabilecek değişim etkilerine göre hassasiyetini artırabilir.

Algılayıcılar ve interaktif karar verme mekanizması arasındaki kararlılığın net sonucu, yüksek performans, yanlış alarmlara bağışıklık ve daha hassas yangın algılama olarak karşımıza çıkar.

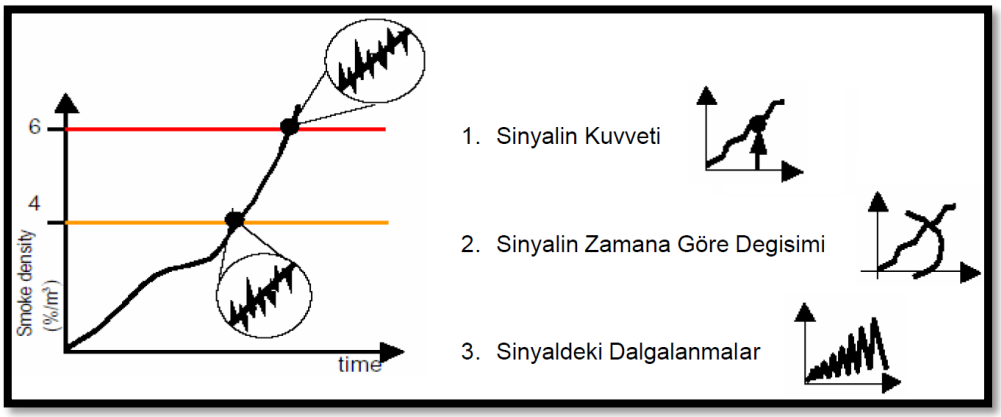
İnteraktif dedektörler aşağıdaki durumlara karar verebilmektedirler.

- *Alarm*
- *Ön-Alarm*
- *Ariza*
- *% Kirlenme oranı (iki farklı seviyede)*
- *Devre dişi*

İnteraktif Sinyal Analizi

İnteraktif sistemlerde dedektörler mikroişlemcileri sayesinde sahadan topladıkları verileri detaylı bir sinyal analizine tabii tutabilirler. Bu sinyal analizi sonucunda elde edilen veriler bünyelerindeki yapay zekâ temelli karar verme algoritmaları ile değerlendirilir ve yangın durumuna karar verilir.

Dedektörler algıladıkları sinyalin (duman, ısı, vb.) analizini üç alt bileşene indirgeyerek yapmaktadır.



Şekil-9.27 *Detektörlerin analiz yöntemleri [6]*

Daha sonra her bir alt bileşen detektöre yüklenen algoritmadaki verilerle tek tek mukayese edilerek bir sonuca varılır.

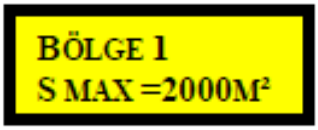
9.3.2 Yangın Alarm Bölgelerinin Belirlenmesi

Yangın alarm sistemlerinde yangının haber verilmesi için en büyük birim olarak yangın bölgeleri kullanılmaktadır. Bölge yaklaşımı yangın alarm sistemleri için önemlidir. Yangın bölgesini yangından korunması hakkında yönetmeliğe göre, "Yangın durumunda, uyarı ve söndürme önlemleri diğer bölümlerdeki sistemlerden ayrı olarak devreye giren bölümdür" olarak tanımlanır.

Bir binanın yangından korunma kapsamına girecek olan tüm hacimler için uygun yangın algılayıcıları seçildikten, sayıları belirlendikten ve konumları ayarlandıktan sonra, algılayıcılar için yangın bölgeleri ve gruplar belirlenir. Her yangın bölgesinin doğru tespit edilerek projelendirmesi ve uygun kablolaması önemlidir. Yangın bölgesinin kullanılmasının en önemli faydalarından biri, itfaiye tarafından yangın konumun hızlı bir şekilde belirlenmesini sağlamasıdır. Konvansiyonel yangın alarm sistemleri kullanıldığında, yangın kontrol paneli hangi detektörde alarmın oluştuğunu ayırt edemez, sadece bölgede bulunan hangi grupta alarmın geldiğini gösterebilir. Yangın alarmı devreye girdiğinde yangın kontrol panelli yangın alarmının geldiği yeri kesin olarak göstermelidir. Zira birkaç alarm cihazı aynı hatta grup olarak bağlanabilirler. Bu bölgeleme, binanın yangın bölgelerine ayrılmasını kolaylaştıran yöntemlerden birini yapmaktadır.

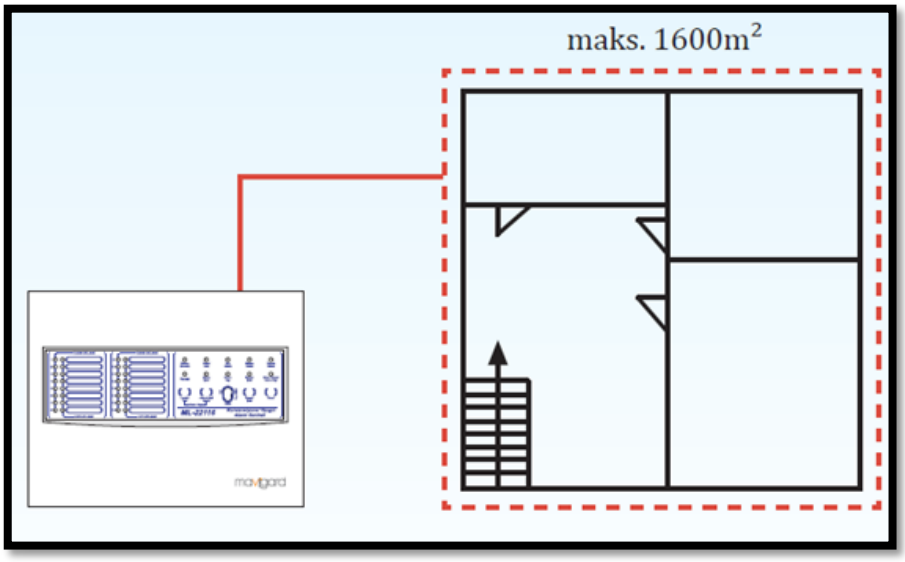
Yangın bölgesinin belirlenmesinde aşağıda belirtilmiş olan kurallara uyulmalıdır.

- *Bir kat eğer 2000 m^2 den büyük ise birden fazla yangın bölgesi tespit edilir. Fakat insanların yoğun yaşadığı ve panik tehlikesi olan okul, hastane gibi yerlerde bu sınır 1250 m^2 veya daha küçük alınmalıdır.*
-

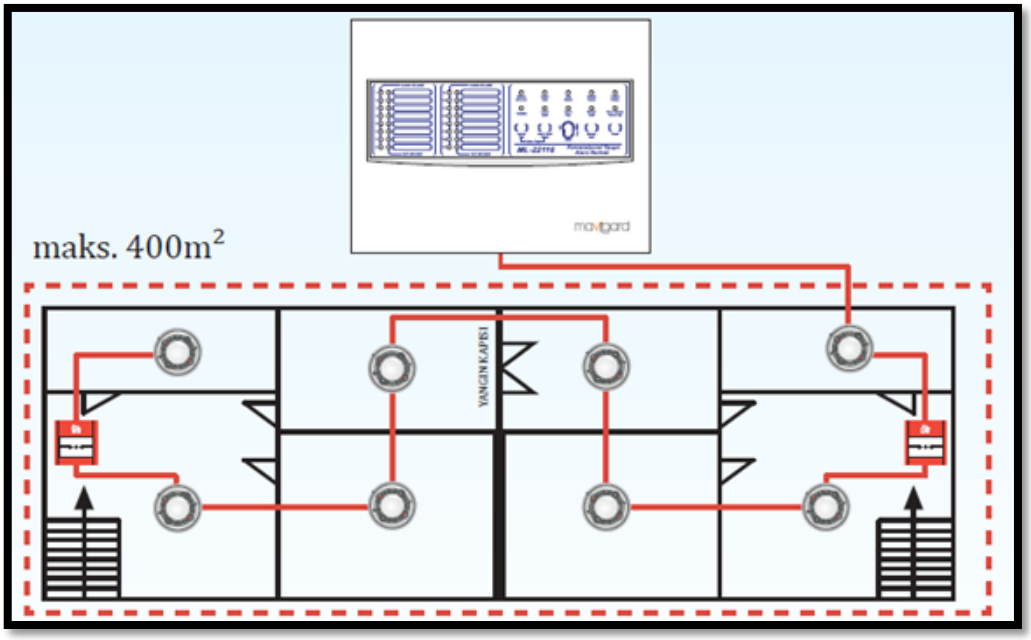


Şekil-9.28 *Bölge [6]*

- *Konvansiyonel yangın alarm sistemleri için yangın bölgeleri 1600 m^2 alandan büyük olmamalıdır. Alarm bölgesi birçok ayrık hacimden oluşuyor ise, toplam yüzey alan 400 m^2 ve oda sayısı 5'ten küçük olmalıdır. Odaların komşu girişleri olmalıdır.*

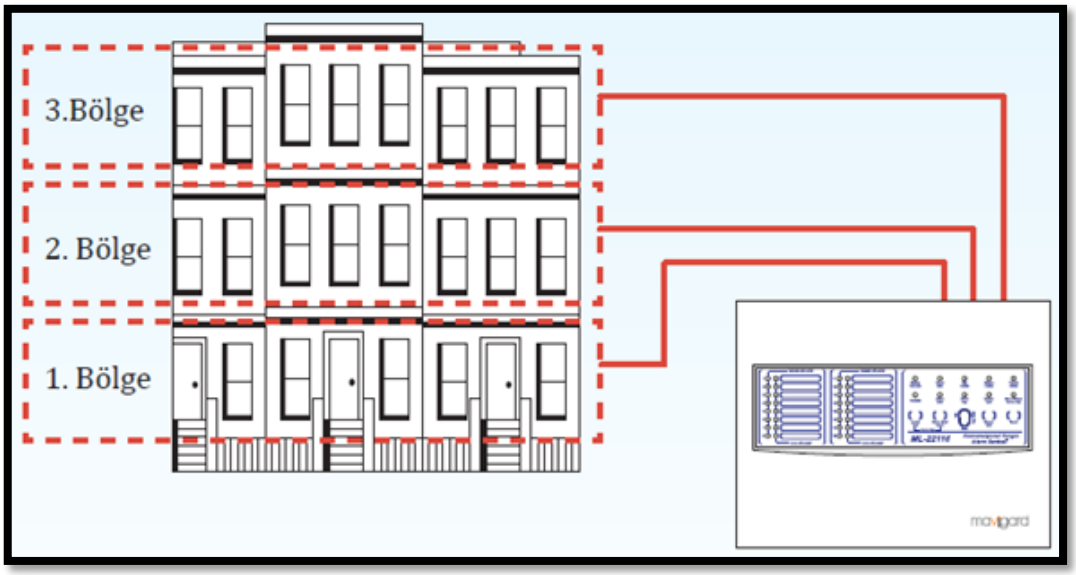


Şekil-9.29 *Konvansiyonel sistemde en büyük bölgenin taban alanı 1600 m^2'yi geçmemelidir [7]*



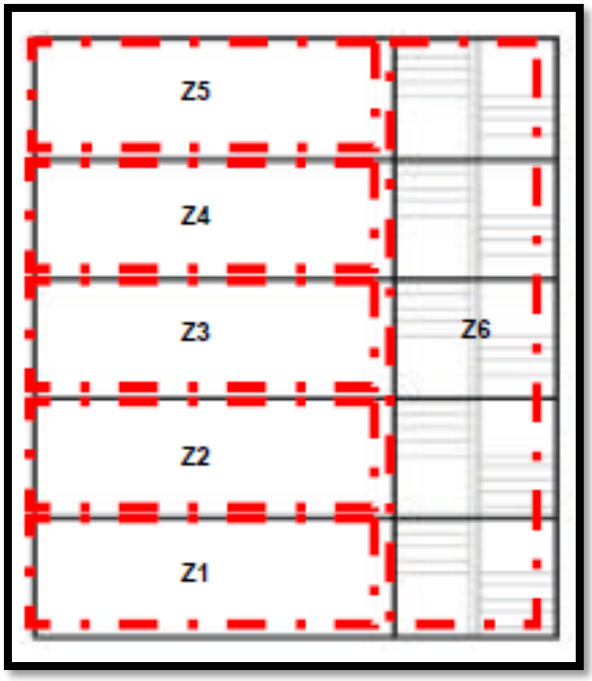
Şekil-9.30 *Konvansiyonel sistemde bir bölgenin birden fazla yangın kompartımanı içerdiği hallerde, bölge sınırları, yangın kompartımanının sınırları olmalı ve bölgenin taban alanı 400 m^2 yi geçmemelidir [7]*

- *Bir bina birleşik olsa dahi iki ayrı ana girişe sahipse iki bölge olarak değerlendirilmelidir.*
- *Bir yangın bölgesinin uzunluğu herhangi bir doğrultuda 100 metreyi geçmemelidir.*
- *Bir bina ya da yapının toplam inşaat alanı 400 m^2 ya da daha küçük ise tek bir yangın bölgesi belirlenebilir edilebilir. Yapının toplam alanı 400m² den büyükse her kat ayrı bir bölge olarak kabul edilmelidir.*



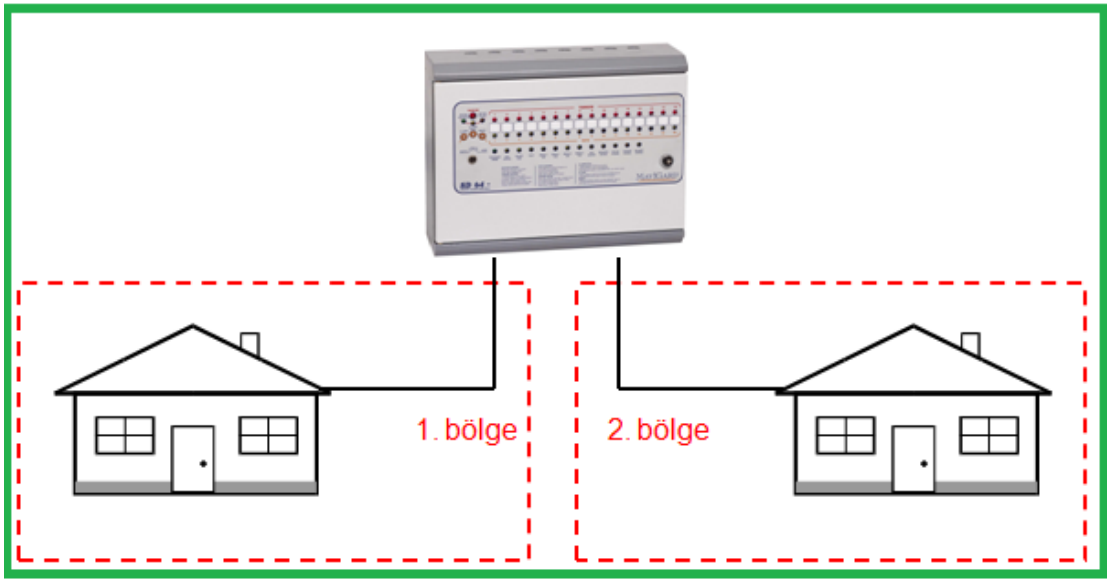
Şekil-9.31 *Yapının toplam alanı 400m² den büyükse her kat en az bir bölge olmalıdır [7]*

- *Merdiven kovaları, şaftlar ve hava boşlukları katlarla bitişik ise, bu hacimlerde alarm gruplarına dâhil edilebilir (müstakil ev gibi). Eğer katlarda ayrı bir hacim oluşturuyorsa, ayrı bir bölge olarak tanımlanmalıdır. Yüksek binalarda ise, merdiven kovaları birden fazla bölgeye ayrılmalıdır.*



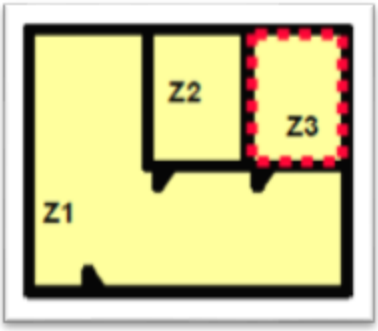
Şekil-9.32 *Merdiven kovasının ayrı bir bölge olarak tanımlanması [7]*

- *Konvansiyonel sistemlerde tek bir bölge olabilecek bir mahaldeki butonlar detektörlerde ayrı olarak tanımlanmalıdır; çünkü butonlardan hatalı alarm gelme olasılığı çok düşüktür, yüksek detektörlerin yerinden sökülmesiyle devre dışı kalmaz.*
- *Taban alanı ne kadar küçük olursa olsun birbirinden ayrı binalar ayrı birer yangın bölgesi olarak tanımlanmalıdır.*



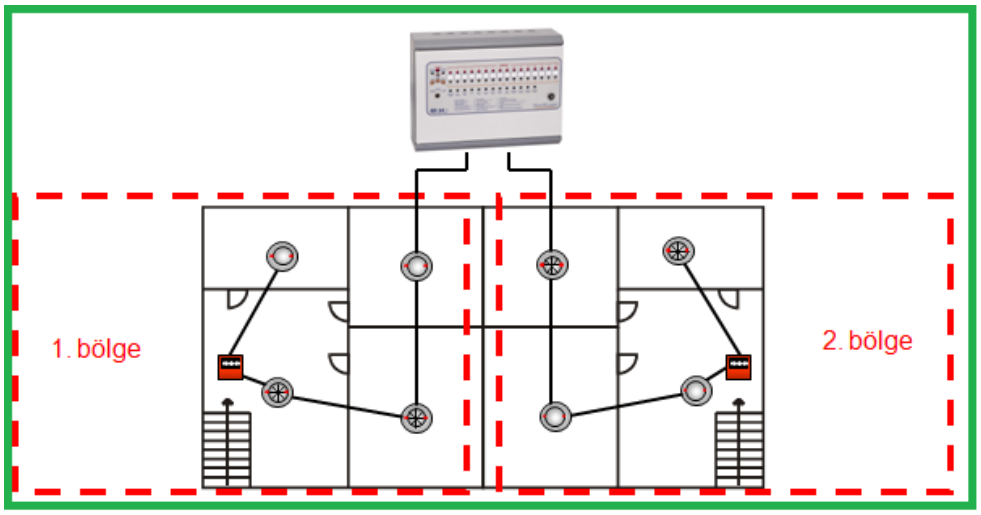
Şekil-9.33 *Her bina en az ayrı birer bölge olmalıdır [7]*

- *Hiçbir bölge bir yangın bölgesinden daha fazlasını içermemelidir.*
- *Misafir odaları, ofisler ve acil çıkış yolları aynı bölge içine alınmamalıdır.*
- *Bir yangın bölgesi içinde tehlike riski yüksek yerlerdeki detektörler ile tehlike riski düşük yerlerdeki detektörler aynı bölgeye alınmamalıdır. Parlayıcı patlayıcı malzemeler gibi özel risk taşıyan odalar, bölümler farklı birer yangın bölgesi olarak belirlenmelidir (Şekil-9.34).*



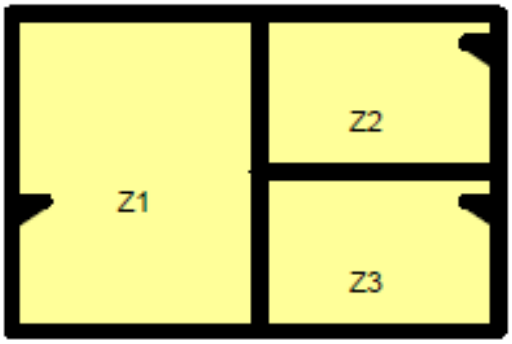
Şekil-9.34 *[7]*

- *Adresli algılama cihazları kullanılan sistemlerde, bir yangın alarm bölgesi bir veya daha fazla alarm gruplarını kapsayabilir. Bir yangın alarm bölgesi için kontrol paneller, en fazla 10 manuel yangın alarm butonu veya 30 otomatik yangın detektörünün bağlanmasına izin verebilir. Her ne kadar bazı panellerde 30 kadar detektör bağlanmasına izin verilse de hiçbir bölge 25 detektörden fazlasını içermemelidir. Çünkü bölge ne kadar geniş tutulur ise ihbar ve arıza hâlinde yer tespiti zor olacaktır.*
- *Adreslenebilir yangın algılama cihazları içeren sistemlerde, bir hat en fazla 50 detektör içerebilir.*
- *Her katın iki ayrı bölümü birer bölge olarak kabul edilmelidir. (Şekil-9.35).*



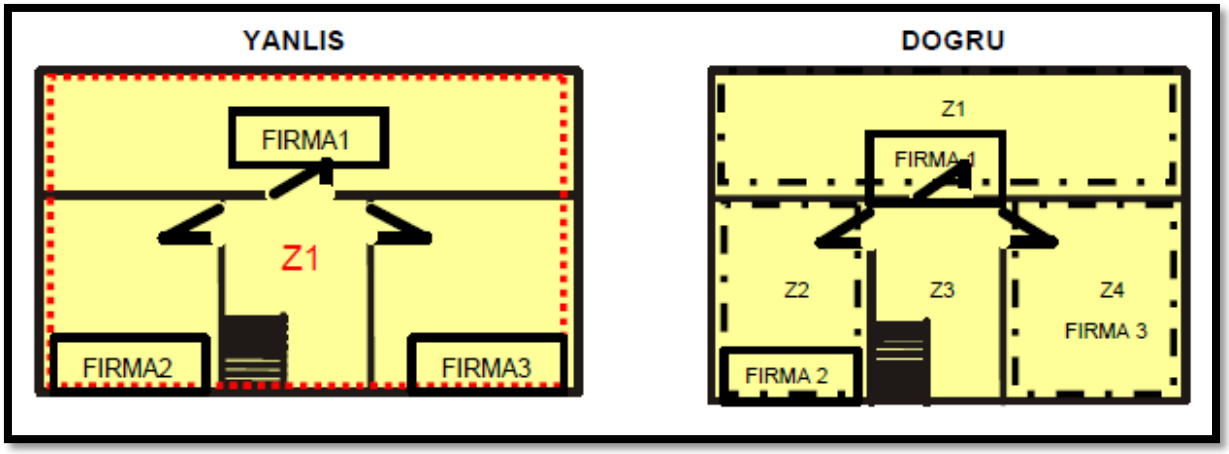
Şekil-9.35 *Aynı kattaki bağımsız iki bölümün iki ayrı bölge olması [8]*

- *Farklı girişlerden ulaşılacak şekilde birbirinden ayrılmış bölümler, ayrı ayrı yangın bölgesi olarak belirlenmiştir.*



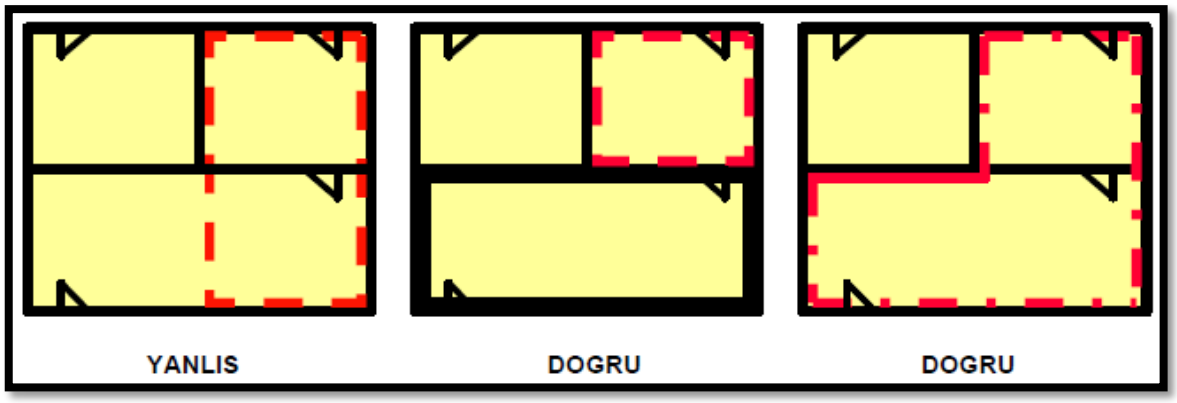
Şekil-9.36 *[7]*

- *Çok kullanıcılı binalarda farklı kullanıcılara ait (firmalara) bölümler, aynı yangın bölgesine dâhil edilmemelidir. Farklı kullanıcılara ait bölümler farklı yangın bölgesi olarak tanımlanmalıdır.*



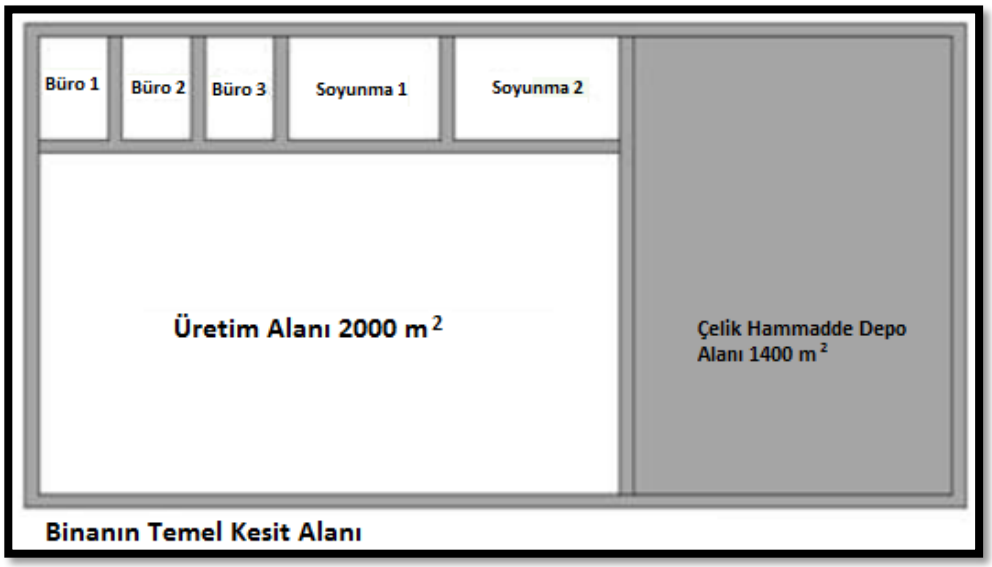
Şekil-9.37 *[7]*

- *Yangın bölgesi iki ayrı yangın bölmesinin kısmi bölümlerini içermemelidir.*



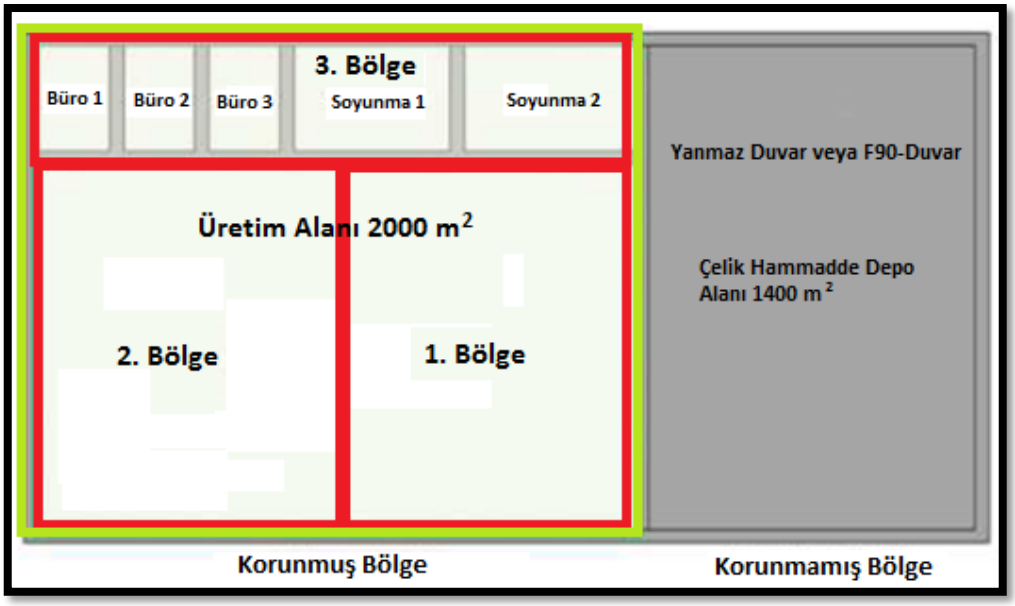
Şekil-9.38 *[7]*

Aşağıda yangın alarm bölgesinin oluşturulmasına ait bir örnek verilmiştir. Bu örnekte 2000 m^2 üretim alanına, 400 m^2 büro ve sosyal alana ve 1400 m^2 hammadde depolama alanına sahip bir metal işleme tesisi örnek alınmıştır. Yangından korunması hakkında yönetmeliğe göre, üretim alanı ve büro/sosyal alanlar için birer yangın bölgesi ön görülmektedir.



Şekil-9.39 *Yangın bölgesinin oluşturulmasına ait örnek bir yapı [7]*

Planlayıcı ilk adımda yangından korunma bölgesini yeşil bir çerçeve içerisine alır.



Şekil-9.40 *Yangından korunmuş ve korunmamış bölgelerin tanımlanması [8]*

Yangından korunma alanı 1600 m^2 den büyük olduğundan, birden fazla yangın alarm bölgesi oluşturulmalıdır. Bizim göz önünde bulundurduğumuz örnekte üç ayrı bölge oluşturulmalıdır.

1. *Yangın Alarm Bölgesi: Üretim Alanının Güney Tarafı*
2. *Yangın Alarm Bölgesi: Üretim Alanının Kuzey Tarafı*
3. *Yangın Alarm Bölgesi: Büro ve Sosyal Alanlar*

9.4 YANGIN ALARM SİSTEMİNİ OLUŞTURAN TEMEL SİSTEM DONANIMLARI

Yangın alarm sistemleri, yangın sebebiyle oluşabilecek can ve mal kayıplarını minimum seviyeye indirebilmek amacıyla tasarlanmıştır. Modern yaşamın güvenlik amaçlı vazgeçilmez sistemlerinden biridir. Birçok ülkede ve artık ülkemizde de yasal olarak zorunlu hale gelmiş olan yangın alarm sistemleri, yaşam alanlarındaki can ve mal güvenliğinin sağlanması açısından önemleri bir göstergedir.

Yangına müdahalede ve yangının bulunduğu ortamdan uzaklaştırılmasında saniyelerin ve erken teşhisin önemli olduğu anlarda yangın alarm sistemi devreye girer. Özellikle panik olayı gerçekleşme tehlikesi olan hastane, alışveriş, eğlence merkezleri, okul gibi binalarda yangın ve dumandan olmasa da çıkan kargaşa ve panikte ciddi yaralanmalar ve hayat kayıpları olabilmektedir.

İşte bu noktada devreye girecek olan yangın alarm sistemi oluşabilecek can ve mal kaybını önünün alınmasında oldukça hayati önem arz edecektir.

Modern yangın alarm sistemleri birbiriyle iletişim halinde olan birçok fonksiyonel birimlerden oluşmaktadır. Bu fonksiyonel birimleri şu şekilde inceleyebiliriz:

1. *Algılama İşlevi,*
2. *Alarma Verme,*
3. *Kontrol ve Kumanda İşlevi,*
4. *Yerel Fonksiyonlar,*
5. *Uzak-İnteraktif Fonksiyonlar ve Haberleşme*



Şekil-9.41 *Yangın alarm sistemini oluşturan elemanlar [9]*

Bu fonksiyonel birimlerin işlevlerinin yerine getirilmesi için gerekli olan yangın alarm sistem bileşenleri ise şu bileşenlerden oluşur:

- ***Yangın alarm kontrol paneli:*** *Yangın ihbar sisteminin kontrol merkezidir. Algılayıcılardan alınan elektriksel sinyaller burada işlenerek siren, telefon arayıcı, röle, gibi çıkış elemanlarına aktararak kontrol ve kumanda işlevini yerine getirmektedir.*
- ***Detektörler: Sıcaklık,*** *Isı, duman, alev gibi yangın unsurlarını algılayarak elektriksel sinyal olarak bilgileri panele aktararak algılama işlevini yerine getirmektedir.*
- ***Yangın butonları:*** *Yangının henüz başlangıç aşamasında veya yangın, patlama gibi ihtimalinin görüldüğü zaman alarmın çalıştırılabildiği butonlardır.*
- ***Sirenler:*** *Yangın ihbar paneli yangın var bilgisini aldıktan sonra sirene çıkış verir. Yüksek ses şiddeti ile tehlikeyi haber verir. Alarm verme işlevini yerine getirir.*

Bunların haricinde sistemle uyumlu çalışabilen yangın söndürme sistemleri ve panik anında çıkış yönlerini gösteren ışıklı yön levhaları yardımcı elemanlar olarak sınıflandırılabilir.

9.4.1 Yangın Alarm Sistemi Kontrol Paneli

Yangın alarm sisteminin kontrol paneli (santral) yangın alarm sisteminin "kalbi ve beyni" olarak kabul edilir. Sistemin enerji temini sağlamaktadır. Elektrik kesintilerinde dair yedek enerji besleme sistemleri ile yangın alarm sistemini devrede tutmaktadır. Sistemde oluşan arızaları ve algılayıcıları düzenli olarak belirli bir süreç dâhilinde yoklayarak gelen sinyalleri değerlendirerek panelin ön yüzünde bulunan ledler ve buzzer ile kullanıcılara bildirir. Eğer algılanan sinyal yangın ihbarı ise sistemde bulunan sirenleri otomatik olarak devreye sokar. Ön panelde buzzer, siren susturma, panel resetleme gibi işlevleri yapan butonlar bulunur. Algılayıcıdan gelen ihbar neticesinde sesli ve ışıklı şekilde alarm vermektedir. Bir bölgede yangın başlangıcı durumunun tespitinden sonra binada bu bölgeye ait havalandırma santrallerinin durdurulması, dönüş hava yangın damperlerinin kapatılması, alarm sirenleri ve duman emici tesisatın devreye alınması, çeşitli yangın bölgeleri arasındaki koruyucu kapıların kapatılması, gaz algılama sisteminin kontrolü ve kumandası, çekirdek merdiven holündeki ve yangın merdivenlerindeki fanların devreye alınması ile en yakın itfaiye merkezine mevcut telefon kablo bağlantısı üzerinden alarm sinyalinin gönderilmesi gibi fonksiyonlar sistem tarafından modüller vasıtası ile hatasız ve eksiksiz olarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca sisteme bağlı olması hâlinde otomatik söndürme sistemini harekete geçirir, normal havalandırma sistemini durdurur,

pozitif havalandırmayı ve kirli hava emiş sistemini çalıştırır. Asansörlerin zemine inerek kapılarını otomatik olarak açmasını sağlar.

Kontrol panelleri veya yangın alarm santralleri, insanların bu kadar karmaşık fonksiyonları yerine getirebilmeleri için sahip oldukları programlanabilir arayüz ile insanlar ve yangın alarm sistemi arasında köprü vazifesi görmektedirler. Yani, detektör, buton ve diğer cihazlardan gelen sinyalleri belli bir programa göre değerlendirip yine önceden o tesisin özelliklerine göre ve verilen programa göre alarm ve kontrol sinyallerine dönüştüren cihazlar olarak değerlendirebiliriz.

Kullanım alanının fiziksel özelliklerine ve ihtiyaçlara bağlı olarak kontrol paneller üç farklı tipte olmak üzere konvansiyonel, akıllı adreslenebilir ve analog adreslenebilir olarak üretilmektedir. Az sayıda detektör kullanılan, küçük hacimli mekânlar için fiyat avantajı nedeniyle ideal seçim konvansiyonel sistemlerdir. Endüstriyel ve büyük hacimli mekânlarda ise akıllı ve adreslenebilir sistemler önerilmektedir.

Mevcut ihtiyaçların eksiksiz karşılanabilmesi ve gelecekte oluşabilecek büyümeleri mevcut sistem ile daha az maliyetle ve kolaylıkla sağlayabilmek için, üretici firmalar modüler sistemlere yönelmişlerdir. Bu ihtiyaçların yanı sıra yangın alarm sistemi için zorunlu olan güvenilirlik unsurunun bozulmaması gerekir. Bu ihtiyaçlar nedeniyle modüler yapılar ile tüketiciye, tek döngülü yalıtılmış bir kontrol panelinden gelişmiş bir panel ağına kadar esnek bir seçim olanağı sunularak, sadece gereksinim duyulan bileşenleri kullanabilme olanağı sağlanmıştır. Modüler yapıdaki sistem merkezleri, sistem güvenilirliği açısından oldukça avantajlıdır ve yangın algılama panelinde bulunan her ekipman için (döngü modülü, kontrol ünitesi, siren modülü, güç ünitesi vs.) sistemin yedekli çalışmasına olanak tanır. Sistem merkezinde, esnek bir yapıya sahip olan modüler sistemler tercih edilmeli ve yüksek sayıda adresli eleman bulunan mahaller bir grafiksel navigasyon yazılımı ile desteklenmelidir.

Kontrol panellerinin aşağıdaki özellikleri bünyesinde bulundurması gerekir:

- *Değişik kullanım koşullarına göre programlanabilir olması*
- *İnsan makina iş birliği prensibine göre çalışması*
- *Modüler yapıda olması ve genişleme özelliği olması*
- *Alt sistemlerden gelen bilgileri değerlendirebilmesi ve üst sistemlere bilgi aktarabilmesi*
- *Yanlış alarmlara karşı korumalı olması*
- *Değişik çalışma konumlarının bulunması*
- *Enerji kesilmelerinde sistemi besleyecek yedek güç kaynağının bulunması*
- *Kendi içinden kaynaklanan arızaları bildiren geniş bir arıza diyagnostiğinin bulunması.*

Kontrol panelinin düzenleyici sinyaller göndererek yerine getirdiği fonksiyonlar ise:

- *Kontrol panelinde hangi bölgede yangın çıktığı LED'li uyarıcılarla belirtilir.*
- *Hem kontrol panelinde hem de yangın bölgesinde sesli ve ışıklı uyarıcılar çalıştırılır.*
- *Sistemi bütünüyle sürekli olarak izlemek, arızaları kontrol paneli üzerinden sesli ve ışıklı olarak göstermek,*
- *Yangın çıkan bölgede, söndürme sistemini harekete geçirecek kontaktör çalıştırılır.*
- *Yangın kapılarını kapatacak kontaktörler çalışır.*
- *Havalandırma sistemi otomatik kapatılır.*
- *Kanal tipi duman tutucuları açacak kontaktörler çalıştırılır.*
- *Yangın mahallindeki bütün makineleri durduracak kontaktörler çalıştırılır.*
- *Otomatik telefon ve telsiz sistemi ile ilgili kişiler (polis, itfaiye, vs) uyarılır.*
- *Güç kaynağı ile ilgili her türlü arızayı göstermek.*



Şekil-9.42 *Modüler yangın panel ve montajı (Bosch FPA-1200-C) [9]*

Yangın Alarm Santralının Önemli Parçaları Şunlardır:

- *Fonksiyonel Modüller*
- *Panel Kontrol Ünitesi (Ekran ve Tuş Takımlı)*
- *Panel Muhafazası*
- *Sinyal İşleme Birimi (Anarkart ve İşlemci)*
- *Ringbus Modülleri*
- *Röle Çıkış Kartları*
- *Güç Kaynağı*

Yangın Kontrol Panelleri 24 veya 12 V DC gerilimle çalışmaktadır. Elektrik kesildiğinde kontrol panosu içinde, sistemi 24 saat süreyle besleyebilecek kapasitede bakımsız tip akü grubu ve gerilimi 220 V AC olan sistemden giriş alabilen, 26-28 V DC çekisi ile santrali beslerken aynı anda aküleri de şarj edebilen bir güç kaynağı bulunur. Güç kaynağı EN 54-4 ile uyumlu olmalıdır.

Panele takılacak akülerin voltaj değerleri santralin voltaj değeri ile uyumlu olmalıdır. Santral 12 volt ile çalışıyorsa 12 volt akü bağlanır, 24 volt ile çalışacak ise 12 volt iki akü seri şekilde bağlanır. Aynı zamanda akım kapasiteleri de önemlidir. Panel aküleri en az 7 Ah olmalıdır. Elektrik kesintisinin sık ve uzun olabileceği yerlerde ise en az 10 Ah değerinde akü konulmalıdır (Şekil-9.43).



Şekil-9.3 *43 volt 7 Ah değerinde bir akü [9]*

9.4.2 Yangın Alarm Detektörleri

Yangın alarm sistemlerinde temel olarak yanma sonucu açığa çıkan yanma ürünü olan duman, ısı ve ışık olmak üzere üç ürün türü kontrol edilir. Detektörler tipine göre bu üç yanma ürününden birini ya da birkaçını algılayarak santrale elektriksel olarak bilgi gönderir. Kontrol edilecek bölge ve alanlar tespit

edildikten sonra yerin özelliklerine göre uygun bir detektör seçilmesi gerekmektedir. Yerleştirilecekleri ortama göre en erken ve en güvenilir olarak çalışacak şekilde seçilmelidir. Bazı alanlarda tek bir çeşit algılama yeterli olmayabilir. Ortama uygun detektör seçimi büyük önem taşır ve ortamdaki malzemenin yanıcılık özelliği ve açığa çıkartmış olduğu ürünler, normal zamandaki duman ve ısı seviyeleri gibi birçok parametre dikkate alınması gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki, dünyanın en iyi ürünlerini bile kullansanız, yanlış detektör seçimi sonucu, yanlış alarmlar yüzünden sisteme olan güven yok olacak, ya da gerçek bir yangında sistem algılama yapmayacaktır. Detektör seçimindeki birinci öncelik toksik yanma ürünleri ve duman düşünülerek hayatın korunmasıdır. Çünkü bunlar yangının başlangıcını oluşturur. Bizim aynı zamanda çevreye bağlı olarak oluşan yanlış alarmları sınırlayan, yangını doğru olarak algılayan sistemlere ihtiyacımız vardır.

Duman detektörlerinin her yere yerleştirilmesi mümkün değildir. Koku, buhar, hava kirlenmesi, rüzgâr sesi gibi çevresel faktörlerden dolayı yerleştirmede zorlanılır. Bu nedenle çevre şartları da dikkate alınarak detektör kullanılmalıdır.

Koruma yapılacak binada detektörlerin yerleşim projelendirilmesi ve uygulamasında gerekli şart ve kurallara uyularak işlem yapılmalıdır. Aksi hâlde hayati bir öneme sahip algılama sistemi belki de hiç çalışmayacak ve büyük felaketlere neden olacaktır.

Algılayıcıların yerleştirilmesinde uyulması ve göz önüne bulundurulması gereken önemli bazı kurallar ve unsurlar şunlardır:

- *Binaların yangından korunması ile ilgili yönetmelik*
- *Bölgedeki maddeler ve yanma özellikleri*
- *Kontrol edilecek bölgenin mimari özellikleri*
- *Havalandırma ve ısıtma özellikleri*
- *Olası yangın senaryoları*
- *Yanlış alarm olasılığı*

Koruma alanı ile ilgili özel diğer şartlara dikkat edilerek yangın alarm sistemi projelendirilir ve uygulamaya geçilir. Bazen tek bir bölge için iki farklı detektör kullanmak gerekebilir. Detektör seçiminde özellikle yangının türü önemlidir. Ayrıca yanma ürününün yanma karakteristiği ve çevrenin etkisiyle ortamda bulunan yanıltıcı karakteristik büyüklüklerin etkisi de dikkate alınmalıdır.

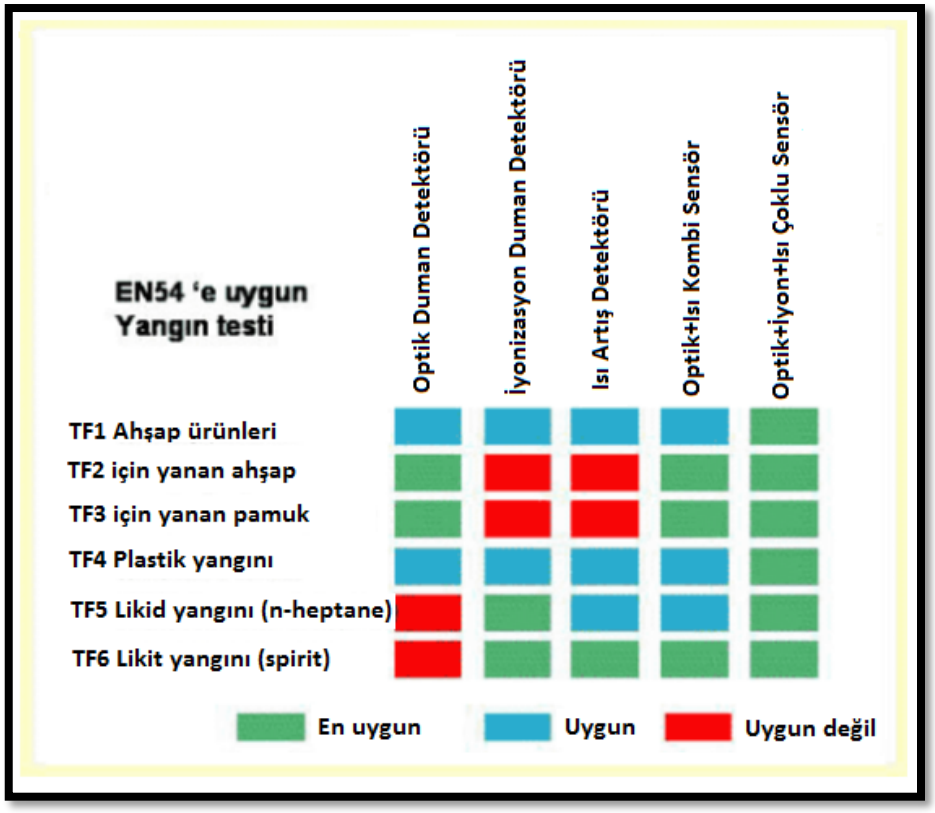
Yangın esnasında, yanma ürünü olarak maddesel ve enerji türü yanma ürünleri (Şekil-9.45) oluşmaktadır. Maddesel tür yanma ürünleri uçucu maddeler ve olmayan maddeler olmak üzere ikiye ayrılır. Uçucu olan maddeler grubuna yanmış gazlar, su buharı ve aerosol gibi duman parçacıkları girmektedir. Uçucu olmayan gruba ise kül ve ergimiş ürünler girer. Enerji türü yanma ürünleri olarak ışınım, ısı ve ses dalgaları sayılabilir. Yangınları erken teşhis edebilmek için, yangının başlangıç veya erken safhasında bile oluşan algılanabilecek bir düzeyde veya yoğunlukta ürünlerin karakteristiklerinin gözlenmesi tercih edilmektedir.

Yangının algılanmasında hangi karakteristik büyüklerinin kullanılması gerektiğine karar verirken, karşılaşılabilecek çevre şartları dikkate alınmalıdır. Endüstriyel ve ticari işletmelerde teknolojik çevrimler neticesinde buhar, sis, toz veya gazlar açığa çıkabilir. Özellikle termik çevrimlerde veya büyük mutfaklarda ani sıcaklık artışı hesaba katılmalıdır. Ayrıca alev algılayıcıları (detektörleri) güneş ışığından ve yansıtıcı yüzeylerden etkilenerek yanılabilir. Yüksek hassasiyetli aktif hava emmeli algılayıcılar küçük kaynak işlerinde veya toz girdabında bile çabuk devreye girebiliyor. Bütün bunlar uygun bir detektör seçiminde dikkate alınmalıdır.

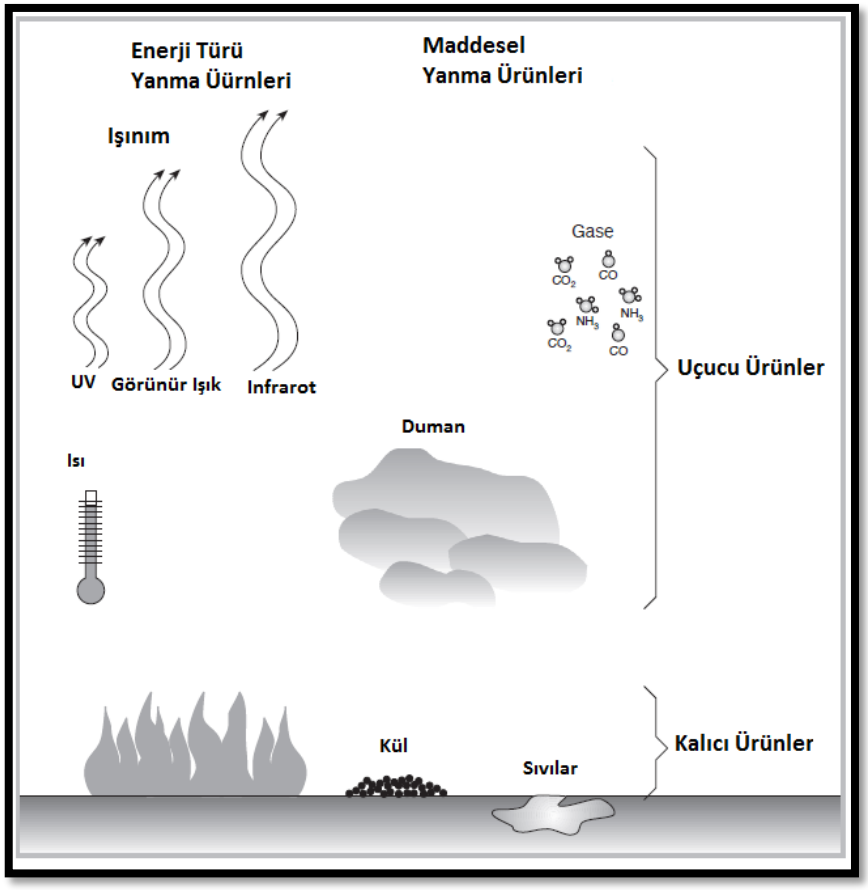
Tablo-9.4'te projelendirme ve uygulama sırasında doğru detektör seçimi için kullanılabilecek "Detektör Seçim Tablosu" verilmiştir.

Tablo-9.4 *Detektör doğru seçim tablosu [10]*

Dedektör	Uygun	Uygun Değil.
Optik Duman Dedektörü	Ofis, toplantı odası,bürolar,küçük depolar, okul, hastane, iş yeri	Duman,buhar,kir ve toza maruz kalan yerler(kazan dairesi).
Multidedektör(Optik Duman&Isı)	İçten içe ve hızlı gelişebilen yangınlar için ,yüksek koruma istenen yerlerde;arşiv, kasa daireleri	Duman,buhar,kir ve toza maruz kalan yerler Örn:Mutfak
Isı Dedektörü	Mutfak, çay ocakları, soğuk hava depoları, kazan daireleri, garajlar	Normal sıcaklığı 43 derece üstü olan yerler
Alev Dedektörü	Boya fabrikaları, kimyasal alanlar, bilgi işlem merkezleri, cephanelik, kazan daireleri	Kaynak çalışması yapılan yerler, haddehaneler
Işın Dedektörü	Büyük depolar,yüksekliği fazla olan bölümler,hangarlar,sinema,tiyatrolar,hangarlar	Buhar, toz, kir yoğunluğu olan yerler



Şekil-9.44 *Detektör algılama özellikleri [10]*



Şekil-9.45 *Yanma ürünleri [10]*

9.4.2.1 Duman Detektörleri

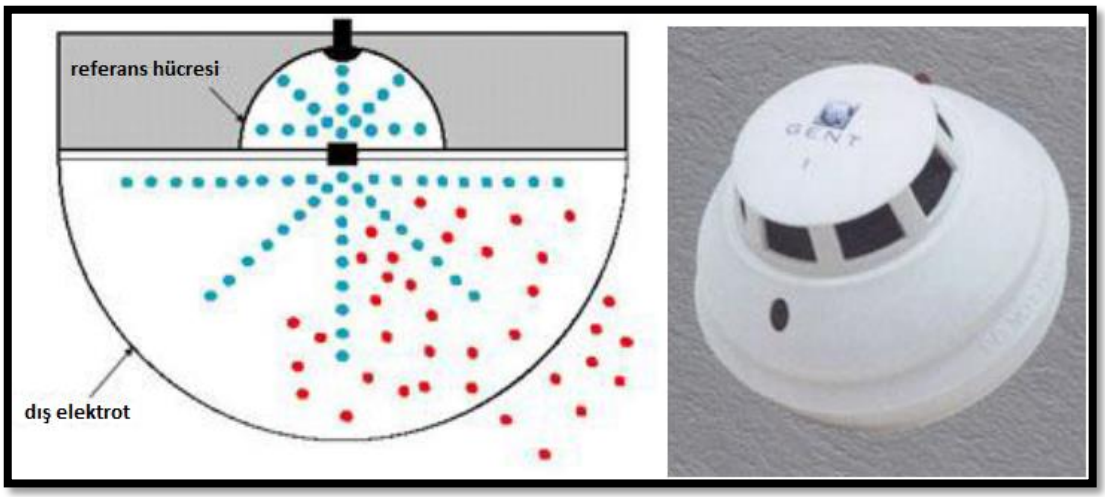
En çok kullanılan yangın algılama elemanıdır. Duman detektörleri 1970 ve 1980'li yıllarda çok geniş bir bölgede kullanılmaya başlanmıştır. Yangın esnasında ortaya çıkan dumanı algılamayı sağlayan elemandır. Dumana karşı duyarlı olan detektörler, binalarda yaşayanların hayatlarını korumak için uygundur; çünkü detektörler yanmanın ilk evrelerinde zehirli yanma ürünlerini ve dumanı algılayabilir. Duman detektörleri duyarlılıklarda çeşitlidir. Yangında oluşan can kayıplarının en çok dumandan boğularak olduğu düşünülürse, hayat koruma bakımından dumanı algılamada son derece hızlıdırlar. Bu algılayıcılar çalışma şekillerine göre tanımlanırlar. Bunlar iyonizasyon, optik, kanal tipi ve aktif hava emmeli detektörlerdir.

İyonizasyon Duman Detektörleri

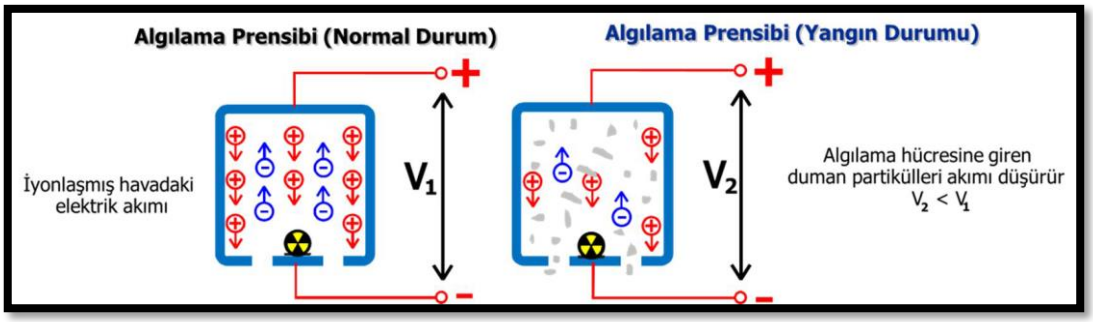
Görülebilir ve görülemez gaz partikülleri yangın başlangıcında hissedecek özellikte, gelen sinyalleri bir kez değerlendirdikten sonra ana panele gönderen, üzerinde alarm durumunu gösteren bir ledi bulunan, gövdesi ABS termoplastikten imal edilmiş detektörlerdir. Paslanmaz çelik ve sızdırmaz bir hücre içerisinde radyoaktif element Americium 241 ihtiva ederler. Radyoaktif maddenin ışımasıyla hazne içerisindeki hava iyonize olur. İyonizasyon duman detektörü içerisinde sürekli radyoaktif ışıma olan hücreye duman girişine izin vererek, dumanın etkisi ile bu hücredeki referans akım ve gerilim değerlerinin değişimine bağlı olarak duman algılamasına karar verilir. Pozitif ve negatif iyonların bulunduğu iyonizasyon haznesi alfa veya beta radyasyon kaynağına sahiptir. İyonize olmuş havadaki nitrojen ve oksijen iyonları hazne içindeki ortamı iletken hale getirir. Bu nedenle çok küçük bir akım elektrotlar arasında oluşur. Yanma sonucu oluşan duman parçacık tarafından bozulan hava yoğunlaşması havanın iletkenliğinin azalmasına yol açar. Duman detektörünün aktif hale gelmesi iletkenliğin belirli bir süre sonra referans değerinden küçük bir değere ulaşmasıyla gerçekleşir. Detektör aktif hale gelerek yangın durumunu bağlı bulunduğu sisteme bildirir. Bu tip detektörler küçük partiküllü siyah dumana ve yanma gazlarına karşı yüksek duyarlıdır.

Bu detektörler dumanı çok küçük parçacıklar halindeyken bile, yani duman gözle görülemeyecek seviyedeyken bile algılayabilirler. Devreye girme hızları, duman parçacıkların sayısıyla orantılıdır. Diğer detektörlere göre klasik yangınları bildirme hızları daha iyidir. Hızlı gelişen yangınlarda ortaya çıkan küçük

partiküllü beyaz dumana yüksek duyarlılık göstererek çabuk cevap verir. Ancak hassas olduklarından yanlış alarm verebilirler. Dumanın dışında iyonlaşan birçok etkiyi de (deodorant, yemek kokuları vb.) algılama riski vardır. Bakımları düzenli yapılırsa bu gibi durumların önüne geçilebilir. Bunun yanı sıra kirlendiğinde tam anlamıyla temizlenememesi ve süreç içerisinde kalibrasyonunun değişkenlik göstermesinden ötürü çok fazla tercih edilmeyen bir duman algılayıcısıdır.



Şekil-9-46 *İyonizasyon duman detektörü prensip şeması [10]*



Şekil-9.47 *İyonizasyon duman detektörünün normal çalışma ve yangın algılama durumunda [10]*

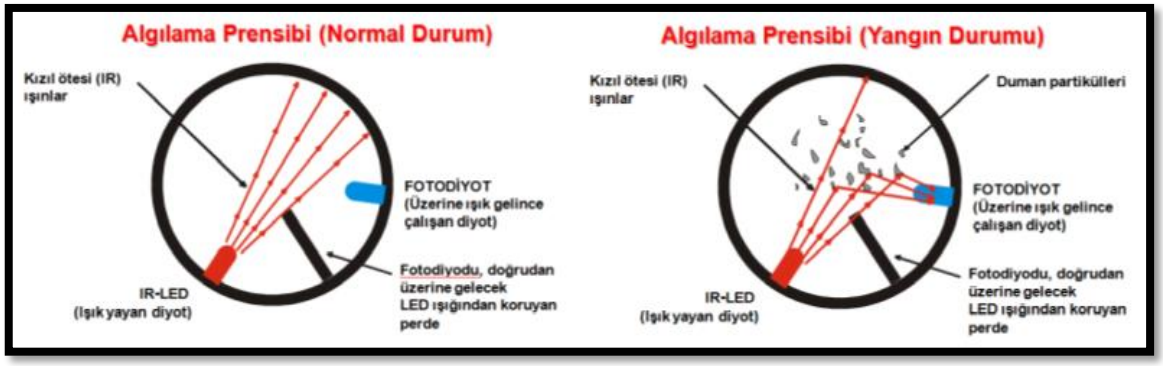
Kullanım yerleri normal şartlarda duman, toz, buhar bulunmayan genel mahallerdir. (Otel odaları, hastane odaları, ofisler, elektrik pano odaları depolar gibi)

Fotoelektrik (Optik) Duman Detektörleri

Fotometri prensibine göre çalışan duman algılayan, gelen sinyalleri bir kez değerlendirdikten sonra ana panele gönderen, üzerinde alarm durumunu gösteren bir ledi bulunan, gövdesi ABS termoplastikten imal edilmiş detektörlerdir.

Çalışmaları, dumanın ışığı emmesi veya dağıtması ile sağlanır. Yapılarında ışığa duyarlı bir alıcı ve karşısında ışık kaynağı vardır. Duman parçacıklarının hazneye gelmesiyle alıcıya ulaşan ışık miktarına göre alarm çalar. Kaynak olarak LED kullanılır. Alıcı olarak da fotosel, foto diyot, foto rezistans gibi elemanlar kullanılır. Algılayıcı elemanlar üzerine gelen ışıkla elektriksel tepki oluştururlar. Alıcı ve verici kısımları ayrı ayrı yapılmıştır. Kontrolü gerçekleştirilecek alan içerisinde, karşılıklı, ayrı yerlere yerleştirilen detektörler arasında devamlı ışık akışı olur. Işığın akışını dumanın engellemesi alarm verilmesine neden olur. Yani detektörün içine giren duman parçacıkları ışığı emerek yok etmektedir. Bu tip detektörler beyaz duman ve daha büyük parçacıkları karşı duyarlıdır.

Bu detektörlerin bakımı kolaydır. Ucuzdurlar. Yanlış alarm verme ihtimali diğer detektörlere göre daha azdır.



Şekil-9.48 *Dedektör normal çalışma ve duman algılama durumu [11]*



Şekil-9.49 *Optik duman detektörü [11]*

Işın Detektörleri

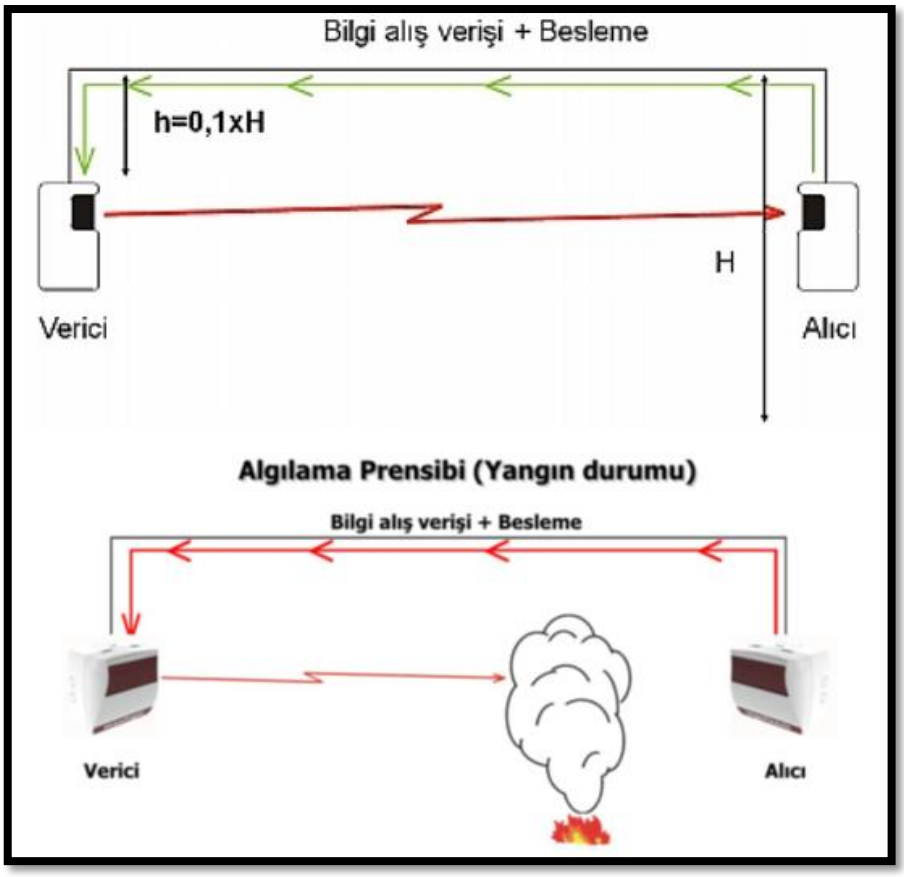
Işın tipi detektörlerde infrared ışık vericisi ve bunu algılayan alıcı bulunmaktadır. Verici sürekli olarak alıcıya ışınlar gönderir. Işık arasına giren duman alıcıya giden infrared ışık miktarının azalmasına neden olur yani duman parçacıkları ışığın algılanmasını önler ve cihaz alarma geçer. Işını herhangi bir cisim (depolarda genellikle yük ve eşyalar) kestiğinde cihaz arıza uyarısı verir. Tavan seviyesinin hemen altına monte edilir ve menzili 100 metreye kadar ulaşabilir. Işın tipi duman detektörü, montaj ve bakımın çok zor olduğu depolar, hangarlar, saraylar, tarihi yapılar, büyük fuarlar, sinema ve tiyatro salonları gibi geniş hacimli yüksek tavanlı alanlar için uygundur.

Detektör alıcı ve vericiden oluşur. Oluşan yangın dumanı bu ışınların alıcı tarafından alınma oranını standardın tanımladığı sınırlar içerinde düşürdüğünde yangın alarmına karar verilir. Yüksek tavanlı mekânlarda (depo, hangar, bekleme salonları, spor salonları vb.) kullanımı uygundur.

Kullanım alanları: *Yüksek hacimli depolar, büyük depolar, hangarlar, yüksek tavanlı fabrikalar gibi yerlerde kullanılır. Bu detektörler ile 100 metre uzunluğunda 15 metre genişliğinde bir alanın durumu kontrol edilebilir.*



Şekil-9.50 *Işın tipi duman detektörü [12]*

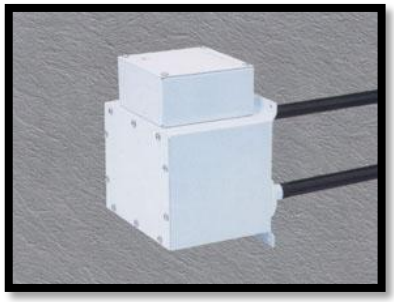


Şekil-9.51 *Işın tipi duman detektörün normal ve duman algılama durumunda çalışması [12]*

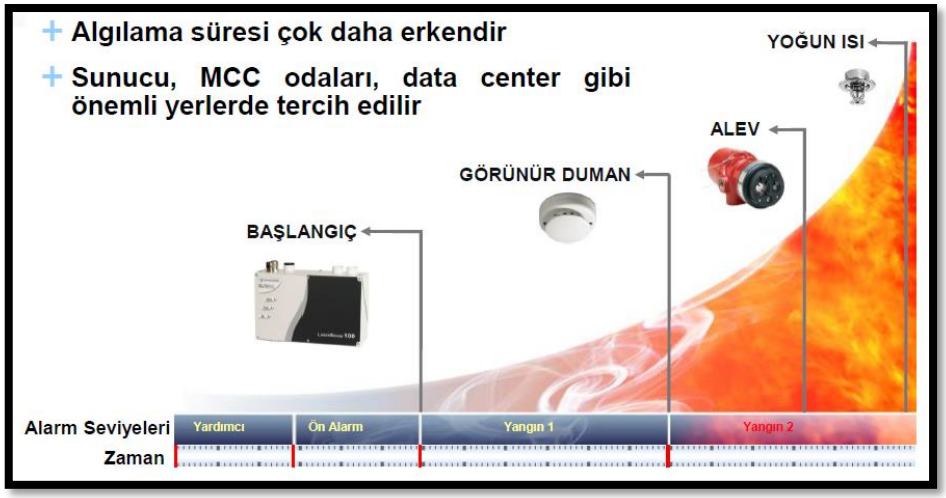
Aktif hava emmeli çok hassas duman detektörü

Ortamdan borular yardımıyla hava emen ve emdiği bu havayı da çok hassas, lazer tabanlı parçacık ölçme sistemleriyle tarayan hava emmeli hassas duman algılama sistemleri böylelikle ortam havasındaki en küçük değişiklikleri dahi hemen fark ederek hassas algılama sağlamaktadır. Sistemin sahip olduğu algılama ünitesi, sadece lazer ışınının geçebilmesi için tasarlanan çok küçük bir açıklığa sahip, aynı zamanda tamamen yansıtıcı ve odaklayıcı özellikli bir yarım küreden, küre içinde sürekli ışınım yapan lazer ışın tabancasından ve ışık algılayıcısından oluşmaktadır. Eğer lazer ışını, duman parçacığına çarparsa yarım küre içerisinde dağılır. Tam yansıtıcılı yarım küre, duman parçacığına çarparak dağılan lazer ışınını odaklayarak yansıtır. Işık algılayıcısı odaklanan lazer ışınını algılar ve bilgileri işlemesi amacıyla merkezi mikroişlemciye gönderir. Örneklenmiş hava, filtreden geçemeyen parçacıklar ve detektör kabininde kontrolden geçen hava egzoz kanalından atılır.

Ortam havasındaki küçük parçacıkları sürekli sayan bu hassas sistemler, oldukça küçük miktarlı duman değişikliklerinden bile hemen haberdar olunmasını sağlayabilir. Kritik öneme sahip olan bölgelerde kullanılan hava emmeli hassas duman algılama sistemi tahliye için zaman kazandırır ve gereksiz gaz boşaltımlarını engeller. Yüksek tavanlı, hava hareketleri değişken olan mekânlarda ideal sonuç veren bu sistemler ayrıca yüksek kirlenme olan ve ani ısı değişimlerinin yaşandığı mekânlarda üst düzey güvenlik sunmaktadır.



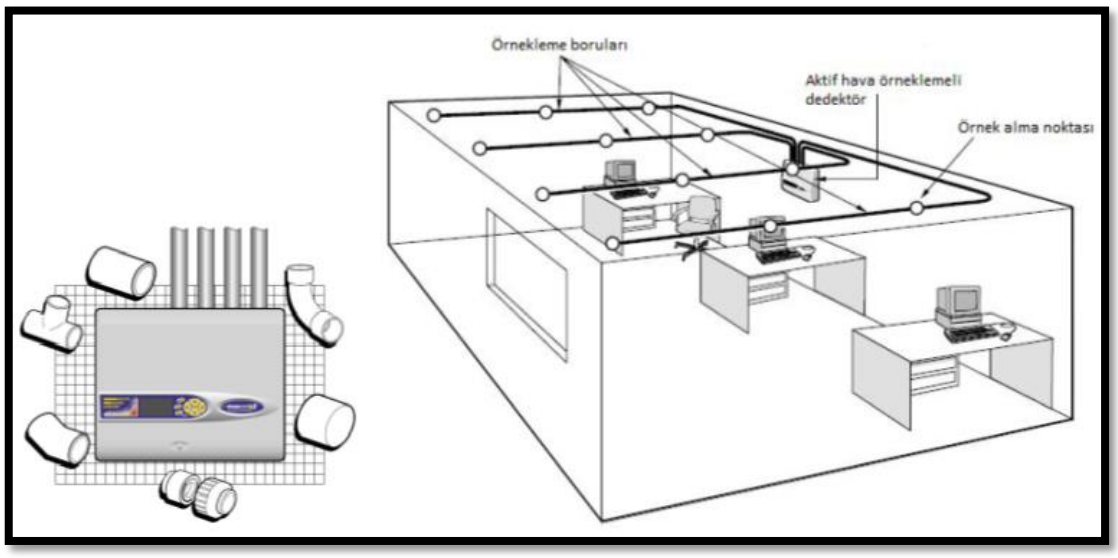
Şekil-9.52 *Aktif hava emmeli çok hassa duman detektörü [12]*



Şekil-9.53 *Aktif hava emmeli sistemin diğer detektörlere göre algılama hassasiyetinin karşılaştırılması [13]*

Aktif hava örneklemeli duman detektörlerinin özellikleri ve performans kriterleri TS EN 54-20 Standardında belirtilmiştir. Öncelikle seçeceğimiz aktif hava örneklemeli duman detektörünün bu standarda sahip olması gerekir. Aktif hava örneklemeli duman detektörünün seçimi TS CEN/TS 54-14 Standardının 6.4.2 ve 14.2 bölümünde yer alan şartlara göre yapılır.

Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere hava örnekleme ve analiz cihazı ile örneklemede kullanılan boru ve donanımlarından oluşur. Aktif hava örneklemeli sistem, ana hatlarıyla hava emiş boruları, fan, filtre ve lazer hücreden oluşmaktadır.



Şekil-9.54 *Örnek bir aktif hava emmeli sistem ve donanımı [13]*

Borulardaki ideal delik genişlikleri 3 ile 5 mm arasında olup bir boruda en fazla 25 delik olmalıdır. En son delikten detektöre gelen havanın geliş süresi en fazla 120 s olmalıdır. Egzoz çıkışı, algılama yapılan ortama verilmelidir.

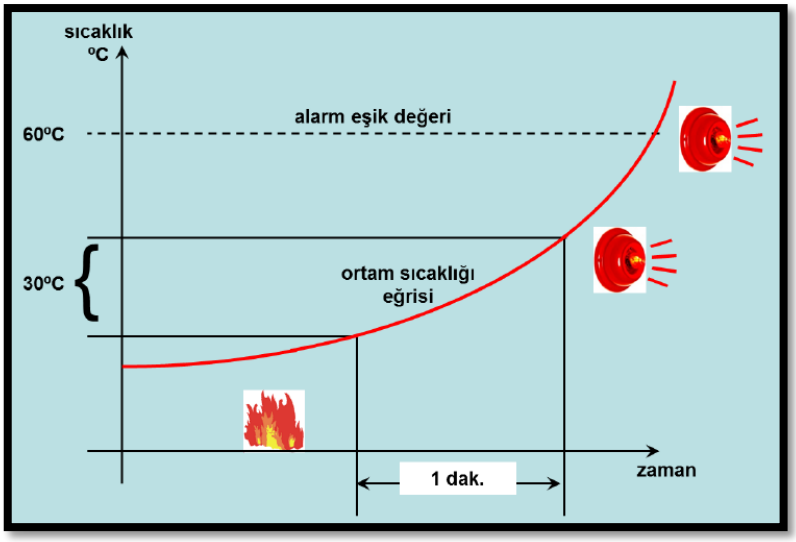
Aktif hava örneklemeli duman detektörü normale göre çok daha hızlı ve gerçek tespit gereken yerlerde kullanılır.

9.4.2.2 Sıcaklık Detektörleri

Sıcaklık algılayıcı detektörlerin içinde termistör elemanı vardır. Termistör sıcaklık ile direnç değeri değişen elektronik malzemedir. Sabit sıcaklık detektörleri, bulunduğu ortam ısısı 60-65° değerine geldiği zaman alarm sinyali verir. Ayarlı sıcaklık detektörleri ise 60-80° arası ayarlanabilir.

Sıcaklık detektörleri tavanda bulunurlar. Sıcaklık değeri yükseldiğinde veya sıcaklığın artış hızı belli değeri geçtiğinde veya iki durumunda oluşması halinde devreye girerler. Sıcaklık detektörleri genel olarak duman detektörlerinin hatalı alarmlara sebebiyet verdiği mutfak, kazan dairesi gibi normal şartlarda duman, toz, buhar bulunan ve ani sıcaklık artışının olma ihtimali olan mekânlarda kullanımı uygundur. Algılama alanları 30-50 m² dür.

Sıcaklık detektörleri artan ve sabit sıcaklık algılayan modellere sahiptirler. Bunların duman detektörlerinin kullanılmasının kısıtlı olduğu alanlarda uygulanır. Ancak yangın durumunda duman detektörlerine göre daha geç cevap verirler.



***Şekil-9.55** Sıcaklık detektörlerin sıcaklığa bağlı olarak algılama süresi değişimi [14]*

Sabit Elemanlı Sıcaklık Detektörleri

Ortamdaki sıcaklık düzeyinin belirli bir seviyeyi geçmesi hâlini algılar. Bu sabit değer genellikle 60 ℃ ve 90 ℃ derecedir. Üretim sırasında yapılan bu ayarın daha yüksek sıcaklık seviyelerine set edilmiş sürümleri yüksek sıcaklık detektörü olarak anılır ve sıcaklığın normal zamanda da yüksek seyrettiği mekânlar için kullanılır. Sabit sıcaklık detektörleri –20 ℃ ile +90 ℃ derece sıcaklık aralığında çalışmaktadır. Kullanım alanları: Kazan daireleri, çay ocakları, fırın alanları, mutfaklar, kapalı otoparklar, yükleme alanları.



Şekil-9.56 *Sabit sıcaklık detektörleri [14]*

Sıcaklık Artış Algılama Elemanları

Çevredeki sıcaklık değerine bakmaksızın, ortam sıcaklığında ani sıcaklık değişikliklerini çok kısa bir zaman dilimi içinde algılayabilecek şekilde tasarlanan sıcaklık artış detektörleri, yangın başlamasının ardından hızlı bir şekilde alarm vermektedir. Çalışma prensipleri bakımından sabit sıcaklık detektörler ile aynı özelliğe sahiptirler.

Bu detektörler, sıcaklık değişimiyle direnci değişen elemana sahiptirler. Bu eleman ısındıkça direnci küçülmektedir. Soğudukça direnç değeri artmaktadır. Yani ısınma miktarıyla direnç değeri ters orantılıdır. Sabit sıcaklıkta da çalışan detektörlere göre daha hızlı olduklarından avantajlıdırlar. Fakat ortam sıcaklığının sürekli değiştiği yerlerde yanlış uyarılara sebebiyet verirler. Bu nedenle böyle ortamlarda kullanılmaları sağlıklı olmaz. Duman detektörlerinin kullanılamadığı alanlar için ideal tercihlerden biridir. Duman, sıcaklık ve alev detektörleri tek başlarına doğru zamanda yangın tespiti için yeterli olmadığı için dünya genelinde bu detektörler bir arada kullanılarak en uygun verimlilik sağlanmaya çalışılır. Bu detektör tiplerinin bir arada kullanılması, yangın riskine karşı en güvenilir çözümdür. Ayrıca detektörler dışında insanların da yangını fark etmesi söz konusu olabileceğinden, mekâna yangın butonu konulması da zaruri bir ihtiyaçtır. Butonların ve/veya detektörlerin aktif olmasıyla birlikte uyarı eşzamanlı biçimde yangın panosuna iletilir ve sonrasında sirenlerle flaşörler devreye girer. Bu sistemlerle yangın riskine karşı insanların erken uyarılması sağlansa da asıl iş yangına erken süreçte müdahale ederek kontrol altına almaktır. Otomatik sistemler veya manuel yangın söndürücülerin kullanımı, yangının elle söndürülüp söndürülemeyeceğine bağlı olarak belirlenmektedir.



Şekil-9.57 *Sıcaklık artış detektörleri [15]*

Kombine Detektörleri

Duman detektörü ile sabit sıcaklık veya sıcaklık artış detektörlerinin birleşimi ile oluşur. Yangının hem duman etkisine hem de sıcaklık etkisine duyarlı olduğu için genel anlamda daha etkin detektörlerdir. Detektörlerden sonra yangın algılama sisteminin en önemli unsuru adres panolarıdır.

Hem ısı artışını hem de duman, is, kül gibi yangın belirtilerini algılayan detektörlerdir. İki algılama hücreleri vardır. Yoğun koruma gerektiren yerlerde kullanılır.



Şekil-9.58 *Multisensor (Multi-detektör) [15]*

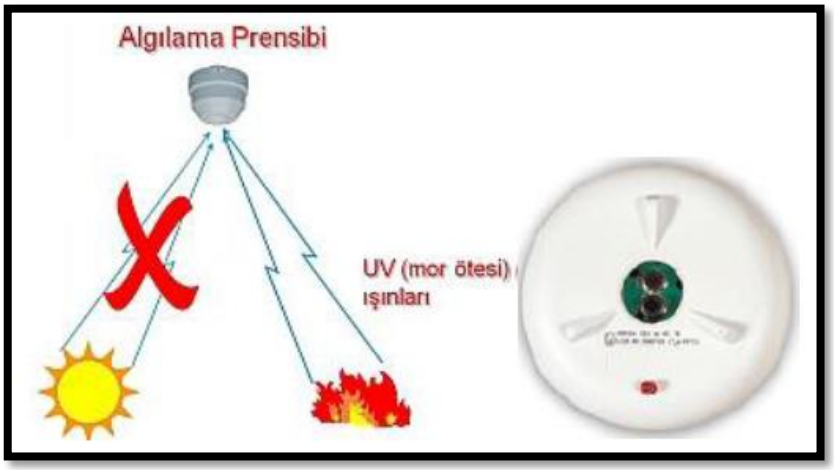
9.4.2.3 Alev Detektörleri

Tüm yanıcı maddeler, kendine has alev özelliklerine sahiptirler. Alevde bulunan renklerin dalga boyları farklıdır. Bu detektörler yapı bakımından alev algılayıcı optik hücreden meydana gelmişlerdir. Dalga boylarıyla iletkenliği değişen, ışığa karşı hassas malzemelerden yapılan bu hücreler titanyum, bizmut, altın gibi elementlerden oluşmuştur. Dalga boylarına göre ayarlanması, bu elementlerin karıştırılması ve işlenmesi gibi birtakım işlemlere tabi tutulmasıyla gerçekleştirilir. Normal durumda güneş ışığı, lamba ışığı gibi ışıklardan etkilenmez. Çalışma prensibi yangının yanma ürünleri arasında olan ışık ve radyasyon etkisini algılamaya dayanmaktadır. Alevli başlangıçlı yangınlar için kullanılır. Çok hızlı yayılabilen alevli yangın tehlikesi olabilen, yanıcı madde ihtiva edebilen depo, boru hatları, fabrika gibi yerlerde kullanılır. Montaj sırasında kontrol edilen alanın detektörün tam görüş alanında olmasına dikkat edilir. Alev detektörü akaryakıt ve yanıcı gaz yangınlarında 0,1 m^2 boyutunda yangını saniyeler içerisinde mesafeye bağlı olarak algılar.

Kullanım alanları, parlayıcı ve patlayıcı malzemelerin olduğu kimyasal tesislerde, madenlerde, fabrikalarda, vb. yerlerdir.

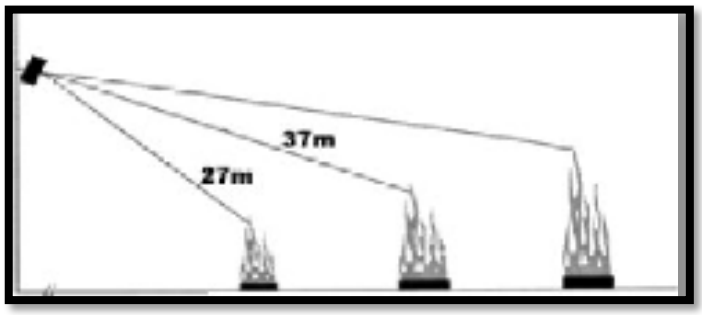


Şekil-9.59 *Alev detektörleri [15]*



Şekil-9.60 *Alev detektörü ve çalışma prensibi [15]*

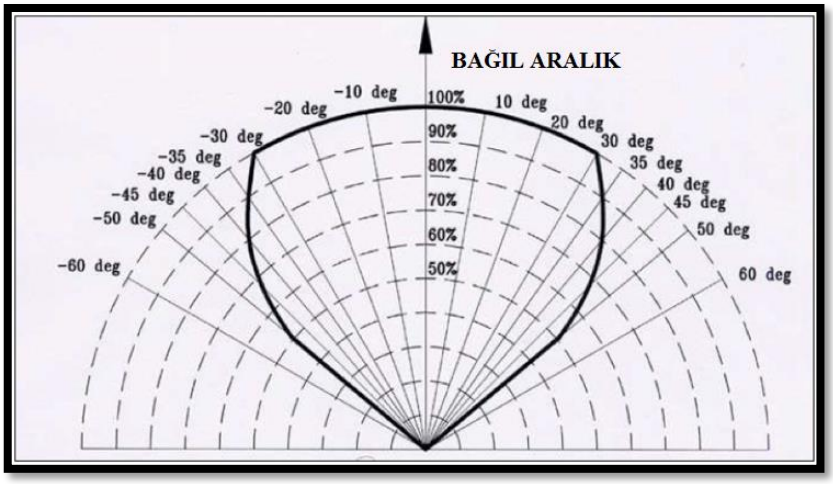
Yerleşimleri kullanılan detektörün özelliklerine bağlı olarak değişir. Koruma alanları kullanılan detektörün özelliğine bağlıdır.



ŞEKİL-9.61 *Alev detektörü yerleşimi [15]*

Alev detektörlerin yerleşiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir.

- *Detektörün izleme alanının tüm olası yangın noktalarına doğrudan bir görsel hattı bulunmalıdır.*
- *Alan izleme, alanın köşelerine 45° açıyla ayarlanan detektörlerle elde edilir.*
- *Oda yüksekliği 5 metreden fazlaysa detektör ekseni odanın ters köşesine doğru hizalanmalıdır.*
- *Detektörün üzerindeki boşluk, algılama alanının dışındadır.*
- *Detektörler en fazla 10 m mesafeden çalışır.*



Şekil-9.62 *Alev detektörlerinde bakış açısının etkisi [16]*

Tablo-9.5 *Alev detektörlerinde mesafeye bağlı olarak hassasiyet kaybı (%) [16]*

Yakıt Türü	Maks. Mesafenin Algılama Hassasiyetine Olan Etkisi %	Maks. Mesafe (ft./m)
Gasoline	100%	215 / 65
N-Heptane	100%	215 / 65
JP5	70%	150 / 45
Kerosene	70%	150 / 45
Diesel Fuel	70%	150 / 45
Ethanol 95%	60%	135 / 40
IPA	60%	135 / 40
Methanol	55%	115 / 35
Methane	45%	100 / 30
LPG	45%	100 / 30
Paper	35%	33 / 10
Polypropylene	15%	16 / 5

9.4.2.4 Gaz Algılayıcılar

Gaz detektörleri yanıcı, zehirli gaz veya kolay buharlaşan yanıcı sıvıların üretildiği, depo edildiği, kullanıldığı yerlerde oluşabilecek gaz veya buhar kaçakları sonucunda herhangi bir nedenle oluşacak kıvılcım ile parlama ve patlama tehlikesini önlemek amacıyla kullanılmaktadırlar. Bulunduğu ortamlarda, gaz kaçaklarının patlayıcı karışım oluşmadan algılanması ve gerekli önlemlerin alınması hayati önem taşır. Ortamda bulunacak gaz veya buharlara kalibre edilmiş gaz detektörleri kaçak sırasında algılama yaparak gazın tehlike sınırında bulunduğunu ikaz eder. Otomatik sistemlerde bu ikaz sonucunda gaz veya sıvı akışı durdurulur ve havalandırma otomatik olarak çalışarak gaz veya buhar ortamdan uzaklaştırılarak tehlike önlenir. Patlayıcı özellikleri olmamakla birlikte zehirleyici veya boğucu nitelikte olan karbon monoksit, karbon dioksit, amonyak gibi gazlara duyarlı detektörler de günümüzde endüstride, kapalı garajlarda, kazan dairelerinde ve hatta evlerimizde kullanılmaktadırlar.

Doğal gaz, LPG gibi günlük hayatta kullandığımız gazlar ve bunların yanı sıra çeşitli endüstriyel ortamlarda açığa çıkabilen pek çok patlayıcı gazlara duyarlı detektörler, kullanım yerleri ve amaçlarına uygun özelliklerde üretilmektedirler.



Şekil-9.63 *Gaz sensörü [16]*

9.4.2.5 Kablo Tipi Doğrusal Sıcaklık Detektörü

Geleneksel yangın algılama detektörleri kötü çevre koşullarından aşırı etkilendiklerinden, yangın alarm teknikleri yanlış alarm vermeye eğilimdir. Yanlış alarmlar azımsanmayacak oranda maliyeti yüksek bakım masraflarına sebebiyet verebilmektedirler. Yangın alarmı dış etkilere karşı bağışıklığı olması gerekir, yanlış alarm vermemeli ve meydana gelen aşırı ısı ya da dumanın ortadan kalkmasını beklemeden yangının sürekli gözetim altında tutulmasını sağlamalıdır.

Kablo tipi doğrusal sıcaklık detektörü sahip oluğu özel tasarım nedeniyle aşağıdaki olumsuz şartlar altında dahi en yüksek güvenirlilikle çalışmaktadır:

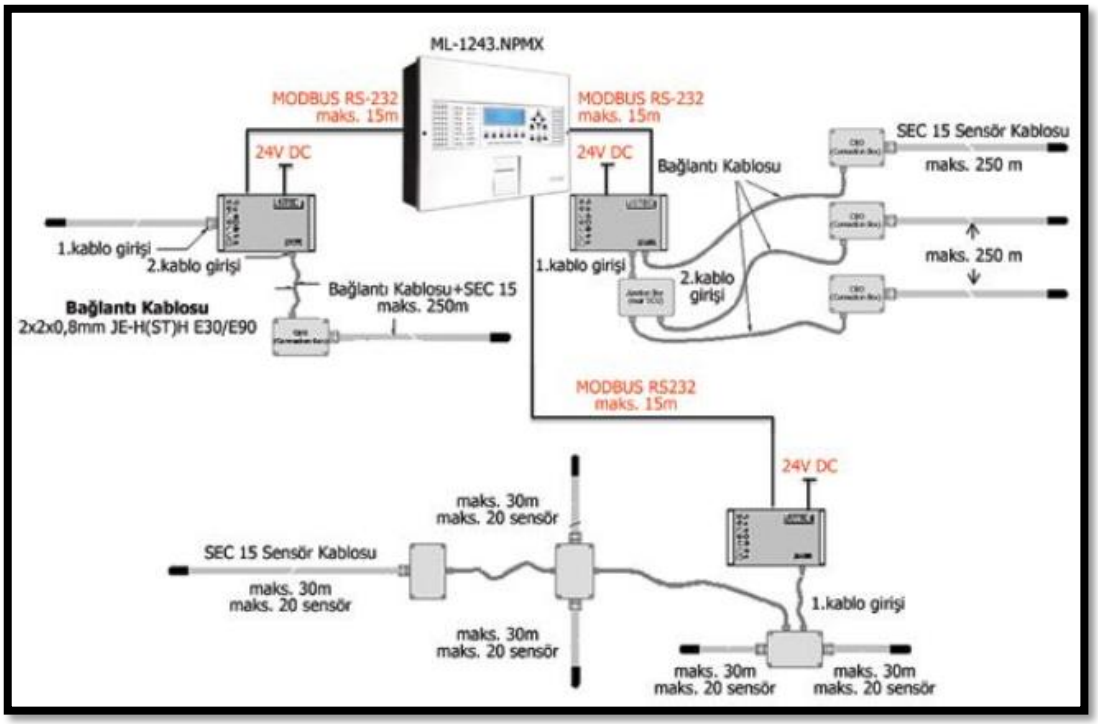
- *Kir, toz ve aşındırıcı atmosfer*
- *Yüksek oranda nem ve aşırı ısı değişiklikleri*
- *Çözelti buharı ve radyoaktif dalgalar*
- *ATEX sınıfı toz ve gaz patlayıcı tehlikesi olan alanlar*

Doğrusal sıcaklık detektörleri iç ve dış ortamlarda başarı ile çalışabilmektedirler. Sıcaklık algılama prensibiyle çalışan doğrusal sıcaklık detektörleri algılayıcılarının fiziksel yapısı ve görünümü bir kabloya benzemektedir. Temelde bir çift iletken ve sıcaklığa dayanıklı kablodan oluşur. Bu kablolar normalde birbirinden sıcaklık karşısında eriyen polimer koruyucu bir tabaka ile ayrılmıştır. Yalıtkan kaplamanın belli sıcaklıkta erimesiyle birbirine değen iki kablo, kısa devre oluşturarak yangın kontrol paneline sinyal yollar. Çalışma prensipleri iki tel arasındaki açık devrenin kapanmasına dayanmaktadır. Kablo tipi doğrusal sıcaklık detektörlerin kablosu normalde açık devredir. Bir alarmdan sonra sistemin tekrar kullanılması için bu eriyen bölgenin bulunup yeni bir kablo parçası ile değiştirilmesi gerekmektedir, aksi halde yeniden kullanılamaz. Kablo tipi lineer ısı detektör kablosu, detektörün en önemli ve detektöre tüm karakteristik özellikleri veren bölümüdür.



Şekil-9.64 *Kullanılan doğrusal sıcaklık algılama kablosunun yapısı [17]*

Bu sistemlerin tesis edildiği yerlerde, algılanan alarm bölgesinin metre cinsinden ve bölge bazında noktasal olarak tespiti mümkün olmaktadır. Lineer sıcaklık detektörleri tesis edildiği yerde üzerine herhangi bir noktasından gelecek sıcaklık artışını algılayacak özelliktedir. Lineer detektörler çevre sıcaklıklarına göre farklı algılama sıcaklıklarında (68,3 °C • 87,8 °C • 137,8 °C • 180 °C) üretilir ve yangına karşı korunacak yer özelliklerine göre seçilerek uygulanır. Algılama panelinin, algılama hattına bağlanacak doğrusal detektör uzunluğu en çok 1500 metre olacak şekilde tasarlanmalıdır. Geniş uygulama alanına sahip olan kablo tipi detektör konvansiyonel veya adresli tip yangın alarm panelleri ile uyumlu çalışabilmeleri ve entegre edilebilmelerine rağmen, bugün bazı firmalar bu tür detektörler için özel panolar da üretmektedirler. Analog panolar da sistem bir telle diğer telin teması halinde alarm sisteminin devreye girer. Analog sistemlerden sensörlerin eriyip tellerin temas ettiği noktanın yeri öğrenilemez. Analog kablo tipi lineer sıcaklık detektörleri kablo uzunluğu boyunca toplanılan bilgiye göre işlem yapar. İletkenler arasındaki direnç sıcaklığının yükselmesi ile birlikte değişeceğinden panel bu direnci izleyerek alarm takibi yapar. Dijital panolarda ise sadece alarm verilmez aynı zamanda temas noktası da belirlenebilir. Dijital kablo tipi doğrusal sıcaklık detektörlerin de kablo uzunluğu boyunca herhangi bir noktadaki sıcaklık değeri kontrol edilebilir. Bu detektörde algılanan alarm bilgisinin metre cinsinden ve bölge bazında noktasal olarak tespiti mümkündür.



Şekil-9.65 *Doğrusal sıcaklık detektörlerin panoya veya modüle bağlantı şeması [17]*

Doğrusal sıcaklık detektörleri kabloları esnek, dayanıklı, ticari ve endüstriyel uygulamalarda geniş bir kullanım alanı olan, maliyeti az, sabit sıcaklık yangın detektörüdür. Küçük bir çapa sahip olup uzunluğu boyunca meydana gelen yangınlara karşı sinyal verir. Detektör kablosu, sıcaklığa duyarlı yalıtkanla çevrelenmiş çelik kaplı 19 AWG bakırdan oluşmuş olup, plastik bir bantla çeşitli çevresel etkenlere karşı korunmaktadır.

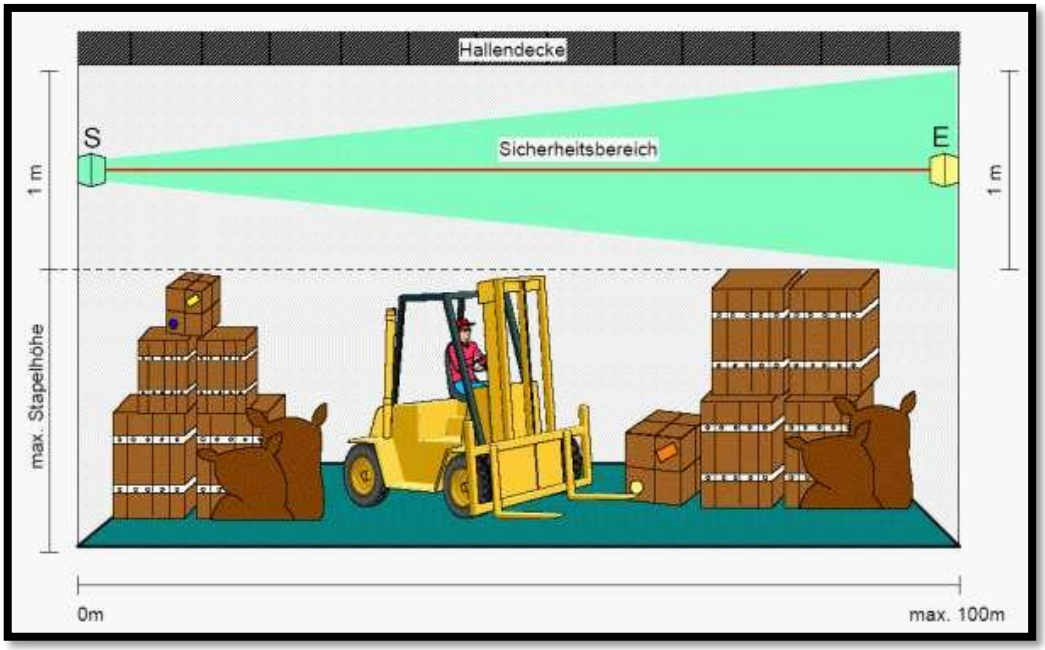


Şekil-9.66 *Bağlantı kutusu ile bitiş noktası direnci arasında bağlantı şekli [17]*

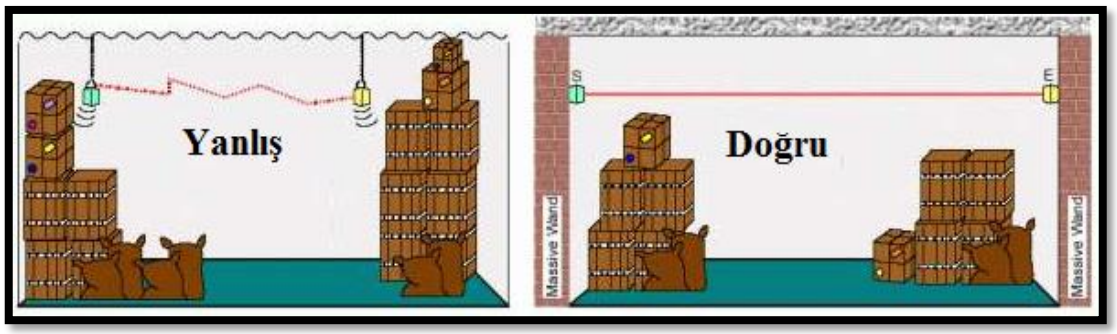
Kullanım Alanları

Kullanım yerleri daha çok açık saha niteliğindeki:

- *Yeraltı kablo galerileri*
- *Kablo kanalları*
- *Kapalı maden ocakları*
- *Metro tünelleri • Karayolu tünelleri*
- *Konveyörler • Elektrik Pano İçleri*
- *Trafolar • Kimyasal Tanklar*
- *Uçak Hangarları*
- *Tüneller*
- *Sürekli hava akımı olan yerler*
- *Petrokimya tesisleri*
- *Akaryakıt dolum tesisleri*
- *Ex-proof – tozlu ve kirli ortamlar içeren tüm endüstriyel tesislerdir.*



Şekil-9.67 *Bağlantı yüksekliği ve emniyet mesafesi [17]*



Şekil-9.68 *Yanlış ve doğru bağlantı şekli [17]*



Şekil-9.69 *Uygulama örnekleri [18]*

9.4.3 Sesli ve Işıklı Yangın Alarm Cihazları

9.4.3.1 Sesli Alarm Cihazları

Bir bina ya da yapının kullanılan tüm bölümlerinde yaşayanları, yangın veya benzeri bir acil durumdan haberdar etme işlemleri sesli ve ışıklı alarm cihazları ile gerçekleştirilir. Sesli uyarı cihazları binanın her yerinde, yerden 150 cm yükseklikte ölçülecek ses seviyesi, ortalama ortam ses seviyesinin en az 15 dBA üzerinde olacak şekilde yerleştirilmiş olmaları gerekmektedir. Yangın algılama ve uyarma sistemlerinde kullanılacak alarm ses seviyesi EN60849 standardında belirlenmiş olup, alarm verilen binanın her noktasında en az 65 dB(A) seviyesinde olması istenir. TS CEN/TS 54-14 Standardının ilgili bölümlerinde uyuyan insanların uyandırılması için yatak başında 75 dB(A) ses seviyesinin olması istenir. Yangın algılama ve alarm sistemlerinde, sesli alarm vermek amacıyla kullanılan sirenler 1 metredeki ölçülmüş ses değerleri üzerinden anılırlar. Genelde 100 dB(A) ile 126 dB(A) aralığında değişik seviyelerde üretilmektedirler. Sirene olan mesafe iki kat arttığında ses seviyesi logaritmik olarak 6 dB(A) azalır (Tablo-9.6).



Şekil-9.70 *Elektronik tip siren [19]*

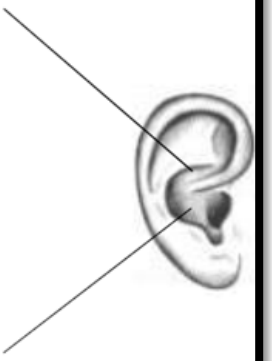
Tablo-9.6 *Yangın alarm sirenine ait özellikler (Ses çıkışı 95 db/ 1 metre de) [19]*

TEKNİK ÖZELLİKLER	
Model	SIR-24P
Çalışma voltajı	24 V DC
Enerji Gereksinimi	300 Ma
Siren Ses Çıkışı	95 Db/1 m
Flash Oranı	80-90 kez /dk
Çalışma Sıcaklığı	-110 ° C + 50 ° C
Çalışma Nemi	≥95 %

Bu anlamda seçeceğimiz sirenin ses seviyesine bağlı olarak, bulunduğu ortamda her noktada yaratacağı ses seviyesi hesaplanmalıdır. Örneğin 50m x30m büyüklüğündeki bir alanda 120 dB(A) bir siren kullandığımızda 50. Metrede yaklaşık 82 dB(A) ses seviyesi elde edebilecekken, aynı alanda 100dB(A) ses gücünde bir siren ile aynı etkiyi yaratmak için 10 adet siren kullanmak gerekir.

Tablo-9.7 *İnsan kulağının işitme ses seviyeleri [19]*

Ağrı eşiği	**130 dB(A)**
Hava fişek	120 dB(A)
Pinömatik kırıcı	110 dB(A)
Kamyon	100 dB(A)
Otomobil	90 dB(A)
Telefon, gürültülü işyeri	80 dB(A)
Ofis ortamı	60-70 dB(A)
Kuş sesi (doğa), konuşma	40-50 dB(A)
Saat sesi, oturma odası	30 dB(A)
Yatak odası	20 dB(A)
İşitme alt eşiği	**10 dB(A)**



Tablo-9.8 *Mesafeye bağlı ses seviyesi değişimi [20]*

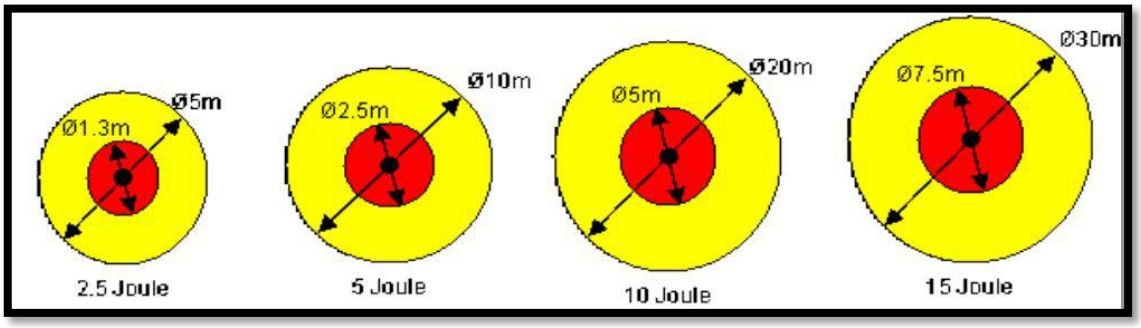
Mesafe / Ses seviyesi	100 dB(A)	106 dB(A)	110 dB(A)	120 dB(A)	126 dB(A)
1 m	100 dB(A)	106 dB(A)	110 dB(A)	120 dB(A)	126 dB(A)
2 m	94 dB(A)	100 dB(A)	104 dB(A)	114 dB(A)	120 dB(A)
4 m (~50 m²)	88 dB(A)	94 dB(A)	98 dB(A)	108 dB(A)	114 dB(A)
8 m (~200 m²)	82 dB(A)	88 dB(A)	92 dB(A)	102 dB(A)	108 dB(A)
16 m (~800 m²)	76 dB(A)	82 dB(A)	86 dB(A)	96 dB(A)	102 dB(A)
32 m (~3200 m²)	70 dB(A)	76 dB(A)	80 dB(A)	90 dB(A)	96 dB(A)
64 m (~13000 m²)	64 dB(A)	70 dB(A)	74 dB(A)	84 dB(A)	90 dB(A)
128 m (~51000 m²)	58 dB(A)	64 dB(A)	68 dB(A)	78 dB(A)	84 dB(A)

9.4.3.2 Işıklı Alarm Cihazları

Işıklı alarm cihazları (sirenler) yüksek şiddetle ses ve bununla beraber dikkat çekici bir şekilde flaşörlü ışık yayan cihazlardır. Tüm kapalı binalarda işitme engellilerin olabileceği, fabrika, okul, kapalı spor salonları gibi gürültü seviyesi yüksek olabilecek yerleri için ses ile beraber ışıklı uyarı da şarttır. Bu sebeple günümüz alarm sistemi tasarım ve uygulamalarında bu tip sirenler kullanılır. Işıklı sirenlerin ses şiddeti ile ilgili özellikler ve montaj prensipleri sesli sirenler ile aynıdır. Şu var ki montaj sırasında sirenin herkes tarafından kolaylıkla görülebileceği bir yere tespit edilmesi daha önemlidir.

EN 842 standardına göre görülebilir uyarılar yani ışıklı uyarıcıların ışık şiddeti ortam ışık seviyesinden 10 kat daha parlak olmalıdır ki dikkat çeksin. Işıklı uyarı cihazları mümkün olduğunca görülebilir yerlere tesis edilecek konumlara projelendirilir.

Işıklı uyarı cihazlarının ışık şiddeti ve buna bağlı yaydıkları enerjiye göre fark edilmeleri değişkenlik göstermektedir (Şekil 2). Örneğin 15 Joule değerinde ışıklı bir uyarı cihazı aktif olduğunda cihaza doğru bakmayan bir kişi cihaza 7,5 metre mesafede ise uyarının farkına varabilmektedir. Aynı kişi eğer cihazın doğrultusunda ise bu durumda ışıklı uyarıyı 30 metre mesafeden fark edebilmektedir.



Şekil-9.71 *Işıklı uyarı cihazların fark edilebilirlik ölçütleri (1. Alan: ışıklı uyarıcıya bakmayan bir kişinin fark etme alanı, 2. Alan: Işıklı uyarıcı doğrultusunda olan bir kişinin fark etme alanı) [21]*

Yangın algılama ve uyarma sistemlerinde kullanılan, ışıklı alarm cihazları ile ilgili teknik özellikler, deney metotları ve performans ölçütleri TS EN 54-23 Türk Standardında belirtilmiştir. Dolayısıyla seçilecek ışıklı alarm cihazlarının bu standarda uygunluğu esastır.

Alarm cihazların (sirenlerin) efektif olmadığı yüksek gürültülü alanlar için flaşör kullanılır. Bu lamba paralel ihbar lambası diye adlandırılır. Paralel ihbar lambası, asma tavan veya yükseltilmiş döşeme içerisinde kalan ve alarm veren detektörlerin alarm yerini saptamaya da yarar. Bunun haricinde alarm detektörünün algılama esnasında uyarının başka bir ortamda görülmesini sağlar. Örneğin, hastane, otel odaları vb…

Bir yangın alarm sisteminde detektörlerin bağlı bulunduğu bir devrede odalar birden fazla ise ve projesinde yangının oda dışından da hemen görülmesi isteniyorsa paralel ihbar lambası kullanılmalıdır. Bu lamba detektör üzerindeki ışıkla paralel olarak bağlanmalıdır. Bu lamba tercihen kapı üzerine konularak kolayca görülebilecek bir ışık vermelidir.

Işıklı uyarı cihazları veya flaşörler, işitme engellilerin çalışma, barınma, yolculuk etme gibi nedenlerle sürekli olarak bulunmaları olasılığı olan bütün binalarda ve ayrıca aynı mahalde birden fazla ışıklı uyarı cihazı varsa eşleme olmalıdır.



Şekil-9.72 *Flaşörler [21]*





Şekil-9.73 *Sesli ve ışıklı siren [21]*

9.4.4 Yangın Alarm Butonları

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin 75. maddesinde: "Yangın algılama ve uyarı sisteminin, el ile otomatik olarak veya bir söndürme sisteminden aldığı uyarılardan biri veya birkaçı ile devreye girmesi gerekir. " denmektedir. Bu madde gereğince sisteme el ile kumanda edilebilen yangın uyarı butonları" konulur.

Yangın uyarı butonları yangın, deprem gibi acil tahliye gerektiren durumlarda tehlikeyi önceden fark eden kişi veya kişiler tarafından kırılabilir ön cam üzerinden mekanik bir kontağa kumanda edilerek yangın ihbar paneline sinyal gönderilmesi prensibi ile çalışır.

Çalışma şekli olarak farklı iki tip vardır.

- *Cam Kırma Tipi*
- *Çekme Tipi*

Ayrıca iki ayrı alarm sistemlerine göre de uygun butonlar imal edilmektedir.

- *Konvansiyonel yangın ihbar butonları: Santralden çıkan bir çift kablo ile sisteme seri olarak bağlanan ve basıldığında ya da camı kırıldığında santrale o bölge ile ilgili yangın bilgisini gönderen butondur.*
- *Adreslenebilir yangın ihbar butonları: Santralden çıkan bir çift kablo ile bağlanan ve sisteme paralel olarak basıldığında ya da camı kırıldığında bulunduğu nokta ile ilgili sinyal ve veri gönderen buton tipidir.*

Bu butonların mekanik ve dış yapıları aynıdır. İç elektronik yapıları farklıdır. Adresli sistemde her butonun bir adresi ve kimliği vardır. Bu adres, üzerindeki dip anahtar adı verilen küçük kumanda butonları ile verilir. Bir çevrime 127 adet buton bağlanabilir ve adreslenebilir. Böylece her bir botundan gelen alarm, kısa devre, aşırı akım vb. bilgiler panele ulaştırılır.



Şekil-9.74 *Yangın butonu [21]*



Şekil-9.75 *Çekmeli tip yangın buton [21]*

9.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *ESSER by Honeywell Alarm Systems Product Katalog 2013.*
2. *DIPL.-ING. D. WERNICKE, Seminer Notları: Brandmelde- und Alarmierungsanlagen, Bauaufsichtlich Anerkannter Sachverständiger, 2013.*
3. *Prof. Dr. Abdurrahman KILIÇ,"YANGIN YÖNETMELİĞİ-2007 ELEKTRİK TESİSATI VE SİSTEMLERİ", 2007.*
4. *ZVEI Merkblatt - Für die Interaktion mobiler Endgeräte mit Brandmelderzentralen über IP-Netze, 33010:2014-02.*
5. *ZVEI Merkblatt-Einsatz von DIN EN 54-23 – Optische Signalgeber Brandmeldeanlagen und Alarmierung, März 2015, 82019:2015-01*
6. *Serdar ERGİNTÜRK, İNTERAKTİF YANGIN ALGILAMA VE İHBAR SİSTEMLERİ, Siemens Cerberus Güvenlik Sistemleri A.S.,*
7. *Cerberus Fire Detection System/Detectors Manual, 1996.*
8. *Maxlogic&Mavigard Yangın ve Gaz Algılama Sistemleri Kataloğu*
9. *Mete İBANOĞLU, Modern Yangın Alarm ve Algılama Sistemleri*
10. *SIEMENS, Brandschutz-Grundlagen: Planung und Projektierung, Normen und Richtlinien. www.siemens.de/buildingtechnologies.*
11. *Gero GERBER, Brandmeldeanlagen Planen, Errichten, Betreiben 3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Hüthig & Pflaum Verlag · München/Heidelberg, ISBN 978-3-8101-0360-4, 2013*
12. *ABB, Sicherheitstechnik Brandmeldeanlagen Projektierungshinweise/Anschaltungen, www.abb.com/knx.*
13. *MAVILI, EN 54-14'e göre Projelendirme Rehberi, www.mavili.com.tr*
14. *TS CEN/TS 54-14, Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri- Bölüm 14: Planlama, Tasarım, Montaj, İşletmeye Alma, Kullanım ve Bakım için Kılavuz Bilgiler. TSE-ANKARA, Ocak 2008.*
15. *MEGEB YAYINLARI, "YANGIN ALGILAMA VE ĠHBAR SİSTEMLERİ KEŞFİ", No: 523EO0118, Ankara 2011.*
16. *MEGEB YAYINLARI, YANGIN ALGILAMA VE IHBAR SĠSTEMLERINDE ARIZA VE BAKIM 523EO0120, Ankara 2011.*
17. *MEGEB YAYINLARI, YANGIN ALGILAMA VE İHBAR SİSTEMLERİNİN BAĞLANTILARI, Ankara 2011.*
18. *Ali YİĞİT, Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri ve Tasarım ve Uygulama Esasları, Antalya – Aralık 2006.*
19. *Özcan UĞURLU, Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri, Kıbrıs EMO Seminer Notları, Şubat 2015*
20. *Murat YAMANGÜL, Firma Teknik Bilgilendirme Seminerleri, Yangın Alarm Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları, EMO İstanbul Şubesi, Ocak 2011*
21. *http://www.protek.gen.tr//*
22. *http://www.karadag.com.tr/lineer-isi-algilama-kablolari/*
23. *http://www.mavili.com.tr/*
24. *http://www.ae.com.tr/urun_53_honeywell-lineer-isi-dedektoru.html*
25. *http://aebina.com.tr/urun_193_kablo-tipi-lineer-isi-dedektorleri.html*
26. *http://www.normteknik.com.tr/*
27. *UTC CCS Fire & Security Yangın Alarm Algılama Sistemleri Eğitimi, Şubat 2014.*
28. *S. ATALAY, E. DEMİRKAN, S. TEKE, "Yangın İhbar Sistemi", Lisans Bitirme Projesi, Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, KTÜ – Trabzon, Mayıs 2013.*
29. *Bakanlar Kurulunun 27.11.2007 gün ve 2007/12937 sayılı kararı ile resmî gazetenin 19.12.2007 gün ve 26735 sayılı sayısında yayınlanan "Binaların yangından Korunması Hakkında Yönetmelik''*

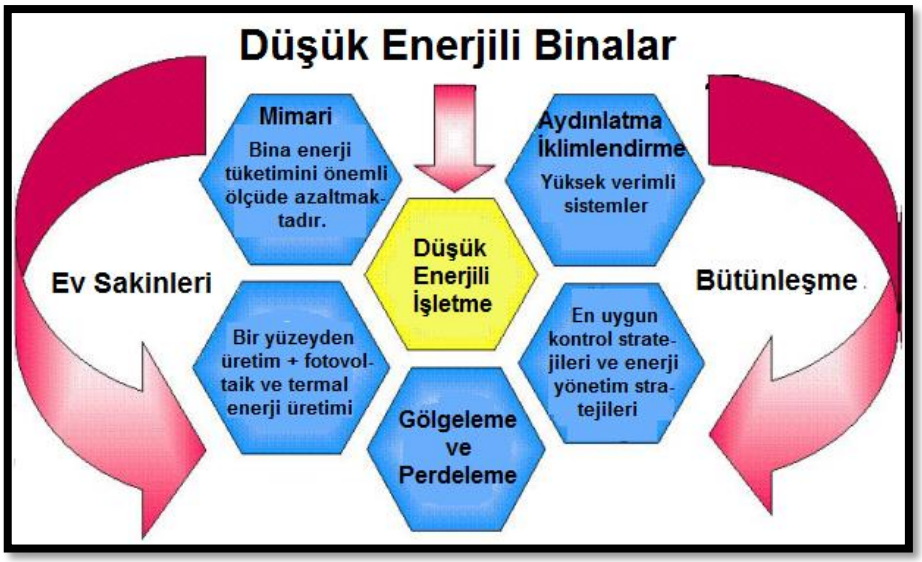
BÖLÜM-10
AYDINLATMA KONTROL SİSTEMLERİ

Hazırlayan
İlhan TARIMER

10.1 GİRİŞ

Bir bina birbiriyle ve etraftaki unsurlarla çeşitli fiziksel süreçler yoluyla etkileşen ile bir sistem ile karşılaştırılabilir. Kontrol noktasından bakıldığında, bunun lineer ve lineer-olmayan davranışları gösteren çok-değişkenli dinamik alt-sistemlere sahip olduğu düşünülür. Bir binadaki çevresel ve kullanım değişiklikleri, kontrol işlemlerinin karmaşıklığını arttırmaktadır. Kullanıcılar sadece ısıl konfor, görsel konfor veya bina içi hava kalitesinin durumuna ilişkin kontrol hedeflerine değil, aynı zamanda farklı süreçlerin (HVAC: Isıtma Soğutma İklimlendirme) kontrol fonksiyonlarını dolaylı olarak etkileyen bina süreçlerinde de etkili olurlar.

Çevresel sorunların artması nedeniyle, aydınlatma kontrol sistemleri, konfor hedeflerine ulaşmada herhangi bir engelleme olmadan aydınlatma için harcanan enerjinin düşürülmesinde önemli bir rol oynayacaktır. IEA Ek 31 (IEA 2001)'de belirtildiği gibi, çevredeki teknik sistemlerin etkileri değerlendirildiğinde enerji en önemli tek parametredir. Enerji ile ilgili salınımlar, hava salınımlarının (2001 IEA) yaklaşık %80'inden sorumludur ve iklim değişikliği, asit birikimi, duman ve tozlar dâhil en ciddi küresel çevresel etkiler ve tehlikelerin önde gelenlerindendir. Aydınlatma ofislerdeki en büyük elektriksel yüklerin çoğunlukla en büyüklerindendir, fakat aydınlatma için tüketilen enerjinin maliyeti bireysel kullanımlarla karşılaştırıldığında hala düşük kalmaktadır. Bu nedenle onun enerji tasarruf potansiyeli çoğunlukla ihmal edilir. IEA tarafından yapılan bir çalışmaya göre (IEA 2006), 2005 yılında aydınlatma için elektrik tüketim tabanlı küresel şebeke gücünün 2650 TWh olduğu, bunun da küresel anlamda toplam elektrik tüketiminin %19'una tekabül ettiği ortaya konmuştur. Avrupa'da işyerleri için kullanılan binalarda elektrik tüketiminin yaklaşık %50'si aydınlatma elektriğine ayrılırken hastanelerdeki aydınlatma elektriği tüketimi toplam tüketimin %20-30'u, fabrikalardaki %15'i, okullarda %10-15'i ve geri kalan binalarda ise %10'u kadar ayrılmaktadır (EC 2007). Şekil-10.1'de düşük enerjili bina düşüncesi, şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil-10.1 *Düşük enerji tüketen bina düşüncesi [1]*

İnsan ihtiyaçları ve çalışma ortamının kalitesi açısından ısıl ve görsel konfor oldukça önemlidir. Isıl konfor, çalışanların daha ılık ve daha serin ortam şartlarının olması gerektiğine yönelik bir ihtiyaç hissetmediği dahili mekânların nötr algısı şeklinde kolaycılıkla tanımlanabilir Isıl konfor ise bununla birlikte kolayca tanımlanamaz. Dahili mekânların nötr algısına ilişkin bir durum şeklinde anlaşılsa da o, daha çok bir mesajın algılanmasıdır.

Günışığı, parlama, parlaklık oranları, ışık şiddeti ve dışarıya temas gibi yönlerin bizim görsel konfor algısı üzerine etkileri vardır.

Konfor ve enerji verimi hususundaki gerekleri karşılamak için, bina yöneticileri aydınlatma elektriği tüketim giderlerini azaltmak için tesisata daha etkin ışık kaynaklarını ve armatürleri bağlamak tarzında çeşitli önlemler aldılar. Yine de bu iş etkili olamadı. Aydınlatma enerji yönetimi gerçekleştirilen görevler için uygulama için uygun en verimli ışık kaynağını kullanarak ve ışığı gerçekten ve gerektiğinde sağlayarak optimum aydınlatma düzeyini sağlamak zorundadır. Bu ise aydınlatma kontrol stratejilerini ve bir aydınlatma kontrol sistemini kullanarak elde edilebilir. Böyle sistemlerin başlıca amacı, bir taraftan üretken bir görsel ortamı sağlarken, diğer taraftan da enerji tüketimini azaltmaktır. Bu amaç, aşağıda listelenen hususları içerir:

- *Doğru miktarda ışık sağlanması*
- *İhtiyaç duyulduğu yerde ışık sağlanması*
- *İhtiyaç duyulduğu zaman ışık sağlanması*

Aslında, aydınlatma kontrolü öngörülen bazı kabullere bağlı olacaktır. Böylece bu, aşağıdaki faktörleri önceden tanımlamak için gereklidir:

- *Aydınlatma ihtiyaçları (aydınlatma düzeyi, ortam, vb.)*
- *Görev bölgesi/alanı (konum, boyut, eğilim, vb.)*
- *İş süresi*
- *Kullanıcının kontrol ihtiyaçları*

10.2 AYDINLATMA KONTROLÜ İHTİYAÇLARININ BELİRLENMESİ

Aydınlatma kontrolü, gereksinimlerin sürekli evrimi yüzünden sürekli görsel konfor için ve aydınlatma enerji tasarrufuna artan talep nedeniyle gelişmektedir. Fakat çoğu zaman ihtiyaçların açıkça tanımlanamaması sorunu vardır. Ek 45, optimize edilmiş çözümler kabul edilebildiğinden ötürü burada, ihtiyaçlarını belirlemede tasarımcıya yardımcı olmak amacıyla bir anket önermektedir. Anketi cevaplayan kişinin tanımlanmasının, ihtiyaçların anlaşılmasında yararlı olduğunu unutmayın: bir bina enerji yöneticisi enerji tüketimine ve enerji tasarrufuna, bir çalışandan daha fazla önem vermektedir. Ek B'de mevcut olan anket, aşağıdaki hususlar hakkında bilgi vermelidir:

- *Bir binadaki farklı uygulamalar,*
- *Kontrol engelleyicisi algısı,*
- *Gereken kontrol tipi,*
- *Kontrol edilen saha,*
- *Aydınlatma kontrol sisteminin esnekliği ve modülerliği.*

Örneğin, kullanımların belirlenmesi tasarımcıya, tasarlamak zorunda olduğu tesisatın en uygun yolunu anlamasına yardımcı olur. Bir okulda, günışığı karartması ile birleştiğinde bir Aç/Kapa sistemi yeterli olabilirken bazı ofislerde, daha gelişmiş teknikleri devreye alarak bir adım daha ileri gitmek gerekebilir. Benzer şekilde, Aydınlatma kontrolü engellerindeki insanların algılama sorgusu, temel Aç/Kapa anahtarlama sistemi, gelişmiş gün ışığı karartma sistemi, vb. gibi bir aydınlatma kontrolüne uygulanan bir sistemin kalitesi ve tipi hakkında bilgi verebilmektedir. Bu husus, ayrıca aşağıda belirtilen konularda bilgi toplamak için de önemlidir:

- *Binanın gelecekteki görünüşü hakkında bilgi veren aydınlatma sisteminin esneklik ve modülerliği. Bazı binalar için (örneğin kiralanan ofisler) yapıdaki hafif duvarlar yer değiştirip boş alanlar düzenli şekilde yeniden düzenlenir. Sonradan aydınlatma kontrol sistemindeki muhtemel bir değişiklik mümkün ve kolaylıkla yapılabilir olmalıdır.*
- *Bakım planı ve ihtiyaçları*

10.2.1 Şartname Kitabı

Bir bina sahibinin etkili bir aydınlatma sistemine ihtiyacı olur. Bir sistemin objektif değerlendirmesi performans parametrelerinin tanımlanmasını gerektirir. Ayrıca o, performansın karşılaştırılması gerektiği durumdaki temel koşullara bağlıdır. Performans parametreleri, aşağıda belirtilenleri içermektedir:

- *Görsel performans ve konfor,*
- *Bina enerji kullanımı,*
- *Maliyet etkinliği,*
- *Kullanım kolaylığı,*

- *Bakım,*
- *Esneklik (yönlülük),*
- *Binada mevcut kimi kısıtlamalar,*
- *Sistem kararlılığı,*
- *Sistem entegrasyonu.*

En uygun bir sistem performansı sadece elektrik enerjisinden tasarruf yapabilen iyi bir performansa erişmeye değil, fakat aynı zamanda son-kullanıcı tarafından kabul edilecek bir performansa erişmeyi gerektirir. Bir son-kullanıcı, sistemin çalışması ve onun pasif duruma düşmesinden rahatsız olabilir. Yüksek bir kullanıcı kabulü rahatsızlık vermeyen işlemleri ve dolayısıyla enerji tasarrufu yapılacağını garanti eder. Mevcut binaların birtakım kısıtlamaları ve çeşitli ihtiyaçları vardır.

Mevcut aydınlatma sistemi analiz etmeye ve teknik ve ekonomik kısıtlılıkları yükseltme ihtimallerini öngören tanımlamalara daima ihtiyaç vardır. Bu nedenle, mevcut aydınlatma tesisatının incelenmesi gereklidir. Gelişmiş kontrol, elektronik olarak ışık karartması yapabilen balastları ve dağıtık iç mekân elektrik tesisatı gibi unsurları gerektirmektedir. Benzer şekilde, kablosuz (anahtarlar, duyargalar, vb.) teknolojilerin kullanımı, yerleştirme ve kullanım maliyetleri sınırlı olabildiğinden ötürü, güçlendirme için uygun bir çözümdür.

Bir çalışan sistemi kontrol etmeye ihtiyaç duyar. Konfor sınırları içinde, bir çalışanın tam olarak neye ihtiyacı olduğu ve öncelikleri neler olacağını belirlemek zordur. Bunlar, bir çalışandan diğerine değiştiği gibi, aynı çalışan için zamanla da değişir.

Mesela, bazı çalışanlar enerji tasarrufu ile ilgiliyken bazıları ise daha fazla enerji gerektirse ve daha yüksek maliyetler ortaya çıksa bile daha iyi bir algoritmik aydınlatma mizansenini tercih ederler. Bu nedenle, çalışanların, sistemin davranışını kendi iradesine göre değiştirme imkânına sahip olacağı önerilir.

<u>Çalışanın, sistemin işleyişini anlaması gerekir:</u>
Bir aydınlatma kontrol sisteminin kullanıcı kabulü eğer sistem ve onun çalışma ilkesi açıklanmışsa daha iyidir. Sahaya yapılan ziyaretlerde uygulayıcılar tarafından ve son kullanıcılarla yürütülen gayri resmi konuşmalar göstermiştir ki onların yaklaşık %90'ı, eğer onlar sistemin amaçlarını ve çalışma ilkelerinin neler olduğunu bilir/anlarlar ise sistem işletimini kabul ederler. Ayrıca çalışanların bir ihtiyaç ortaya konmasına (özel bir şarta) tepki gösterdikleri, ancak bu ihtiyacın ortadan kalkmasının gerekli olmadığı gösterilmiştir. Mesela, eğer bir çalışan güneşin aniden ortadan kaybolması (gün ortasında ışıkların kararması gibi) nedeni ile ışıkları açmak durumunda kalırsa, yüksek gün ışığı seviyelerinde ışıkların söndürüleceği ihtimali düşük olmaktadır.

<u>Aydınlatma kontrol sisteminin kullanımı kolay olmalıdır:</u>
Sistemin kullanılabilirliği tüm kullanıcı çeşitlerini (bina operatörleri, çalışanlar, tesis yöneticileri, bakım ekipleri, tesisatçılar, vb.) adreslemek için tanımlanmalıdır. Kullanılabilirlik kullanıcının bir sistemle etkileştiği zamanki deneyim kalitesini ifade eder.

<u>Kullanıcının ürün veya sistemle deneyimini etkileyen faktörlerin kombinasyonu:</u>
a) Öğrenme kolaylığı
- *Eğitimsiz bir kullanıcı sistemi yeterince iyi işletebilmeyi ne kadar hızlı öğrenebilir?*

b) Kullanımın etkinliği
- *Deneyimli bir kullanıcı bu sistemi kullanarak görevleri ne kadar iyi ve hızlı olarak yapabilir?*
- *Bakım ve hizmetler için gereken süre ne kadardır?*

c) Hata sıklığı ve şiddeti
- *Kullanıcılar, işletim sistemi çalıştığında ne kadar sıklıkta hatalar yapar?*
- *Bu hatalar ne kadar ciddir ve bunlar kolayca onlar tespit edilip düzeltilebilir?*

d) Öznel memnuniyet
- *Kullanıcı bu sistem ile rahat çalışmakta mı?*
- *Kullanıcı kullanmakta olduğu sistemin herhangi bir avantaj sağladığını hissediyor mu?*
- *Kullanıcı hangi yolla etkileşim kurmaktadır?*

e) Bakım
- *Bakım programlarının belirlenmesi ve uygulanmasıyla ilgili neler söylenebilir?*

10.3 UYGUN AYDINLATMA KONTROLÜ STRATEJİLERİ

10.3.1 Giriş

Aydınlatma ve aydınlatma kontrolü binanın enerji tüketimine önemli bir katkı sağlamaktadır. Aydınlatma enerjisi tüketimini ve bununla ilişkili kontrollerin etkisini tahmin etmeye yarayan Avrupa standardı (15.193) basit bir denklem, aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\boldsymbol{W = W_{L,t} + W_{P,t}\ (kWh)} \qquad (10.1)$$

Burada;

W – Aydınlatma elektriği için t–periyot süresinde harcanan toplam enerjiyi göstermekte olup bir odada (veya bir mekânda) çalıştığında armatürler tarafından ve çalışmadığında parazitik yükler tarafından kWh olarak ölçülen güçtür.

WL,t – Aydınlatma için bir peryotta harcanan enerji miktarını gösterir

t, bir binadaki aydınlatma amaçlı her türlü fonksiyonu karşılayacak armatürlerin harcadığı ve kWh cinsinden ölçülen enerjinin birim zamanıdır.

WP,t – Bir armatürün parazitik enerji tüketimi – bir periyotluk sürede harcanan parazitik enerjiyi

t, acil durum aydınlatmasının şarj etme devresi tarafından ve armatürleri kontrol eden kullanıma-hazır kontrol sisteminin harcadığı kWh cinsinden gücün bir periyodu.

$$\boldsymbol{W_{L,t} = \sum_{n} \frac{\{(P_n \times F_c) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\}}{1000}\ (kWh)} \qquad (10.2)$$

Burada

t_D – Gün-ışığı çalışma saatleri,

t_N – Gün-ışığı haricindeki çalışma saatleri,

P_n –Tesisatta toplam harcanan aydınlatma gücü olup watt cinsinden ölçülür,

F_D – Gün-ışığı bağımlılık faktörü – bir oda veya bir mekânda gün-ışığına yakın bir ışık miktarını elde etmeye yetecek toplam yüklenen aydınlatma gücüne ait bir faktör,

F_O – Çalışanlara bağlı bir faktör – bir oda veya bir mekânda çalışma süresince gerekli olacak gün-ışığına yakın ışık miktarını elde etmeye yetecek toplam aydınlatma gücü faktörü,

F_C - Sabit aydınlatma faktörü – bir oda veya bir mekânda sabit bir aydınlatma kontrolü çalıştığında toplam sarfedilen güç kullanımıyla ilişkili bir faktör.

Binalardaki acil durum aydınlatması ve aydınlatma kontrolü için kullanıma-hazır enerjiyi şarj etmeye yarayan enerjiyi sağlamak için gereken parasitik enerjinin tahmini (WP,t) aşağıdaki eşitlik kullanılarak ortaya konur:

$$\boldsymbol{W_{P,t} = \sum \frac{\{\{P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)]\} + (P_{em} \times t_e)\}}{1000}\ (kWh)} \qquad (10.3)$$

Burada

t_y – Standart bir yıllık zaman – geçen standart bir yıllık zaman, 8760 saat olarak alınır.

t_D – Gün-ışığı saatleri – gün-ışığının var olduğu süre zarfındaki çalışma saatleri.

t_N – Gün-ışığının olmadığı saatler – gün-ışığının var olmadığı zaman zarfındaki çalışma saatleri.

t_e – Acil durumdaki aydınlatma için şarj zamanı – acil durum aydınlatma bataryalarının şarj olması gereken süredeki çalışma saatleri.

P_{pc} – Bir oda veya bir mekândaki kontroller için harcanan toplam parazitik güç – bir oda veya mekândaki armatürleri kontrol eden tüm sistemlerinin watt cinsinden giriş gücü.

Bu eşitliklerin ayrıntılı bir açıklaması Ek 4: EN-15193'te verilmiştir. Enerji tüketiminin azaltılması, eşitliğin farklı terimleri ile oynamak suretiyle mümkündür, mesela:

- *Sistemin kurulu gücü, düşük tüketimli ışık kaynaklarını ve verimli balastları (elektronik balastları, elektronik DA transformatörü, vb.) kullanarak azaltılabilir.*
- *Gün-ışığı karartması ışık akısını gün-ışığı seviyesine göre akıllıca ayarlayarak enerji tüketiminde önemli miktarda azalmaya yol açabilir. FD parametresi tarafından yapılan iş budur.*

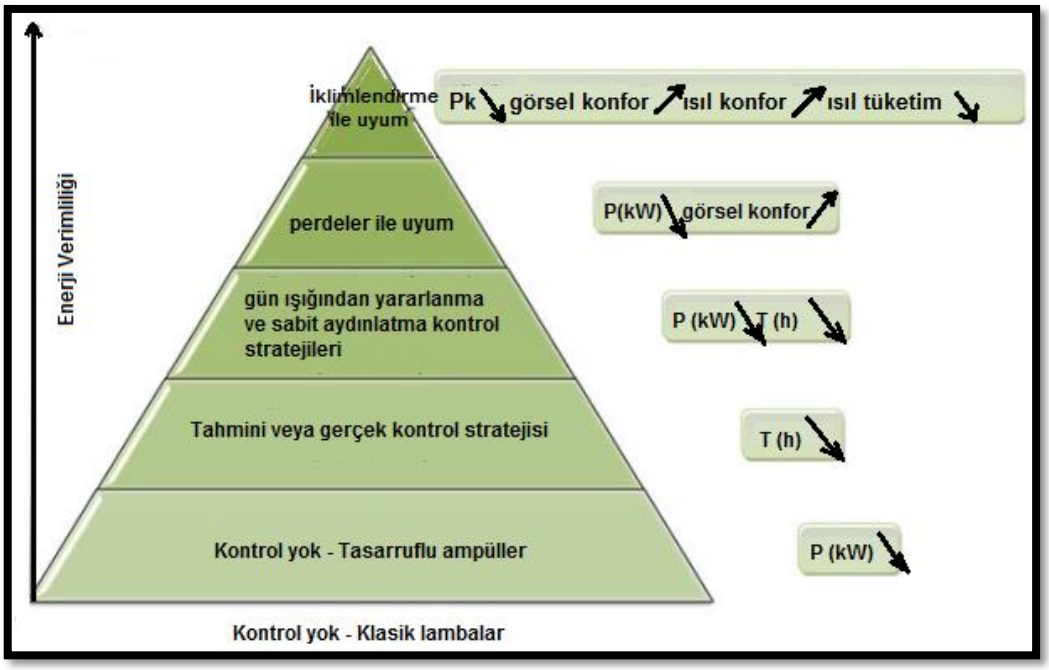
- *Çalışma saatleri aydınlatmayı öngörülene ya da gerçek çalışma stratejilerine uygun FO parametresi ve çalışma saatleri miktarı (t_N ve t_D) yoluyla ayarlayarak düşürülebilir. Aslında herhangi bir anda, bir binanın aydınlatma sisteminin sadece bir bölümü gereklidir. Aydınlatmaya hiçbir ihtiyacın olmadığı boş yerlerdeki ışıklar sıklıkla açık olarak bırakılmaktadır.*

t_N, t_D ve FO değerlerinin azaltılması yoluyla enerji tasarrufu hesaplanabilir.

Birincil aydınlatma kontrolleri düzeyi ki aynı zamanda en yaygın kullanılanı olup münferit armatürleri veya armatür gruplarını açık veya kapalı konuma almaktan ibarettir. Bu tür kontrol, enerji verimliliği açısından sadece enerji tasarrufu yapılmasına yeterince duyarlı olmayan, özellikle üçüncül sektör binalarda çalışanların davranışına dayanmakta olduğundan yeterince güçlü değildir. Aydınlatma kontrol stratejileri gerçek zamanlı fiyatlandırma ve yük atma yoluyla ek maliyet tasarrufu sağlarlar. Enerji sarf oranı en yüksek olduğu zamanki elektriğin çok kullanım süresi boyunca aydınlatma gücünü azaltma işi, adına Aydınlatma Yönetim Sistemi de denilen (AYS) bir teknikle başarılabilir.

Aydınlatma Yönetim Sistemleri bina operatörlerine entegre aydınlatma sistemlerini ısıtma, soğutma, havalandırma gibi diğer bina servisleri ile birlikte, tüm bina için küresel bir enerji yaklaşımına, bilhassa yeşil bina veya enerji-üreten bina gibi bir duruma erişebilmelerine izin verir.

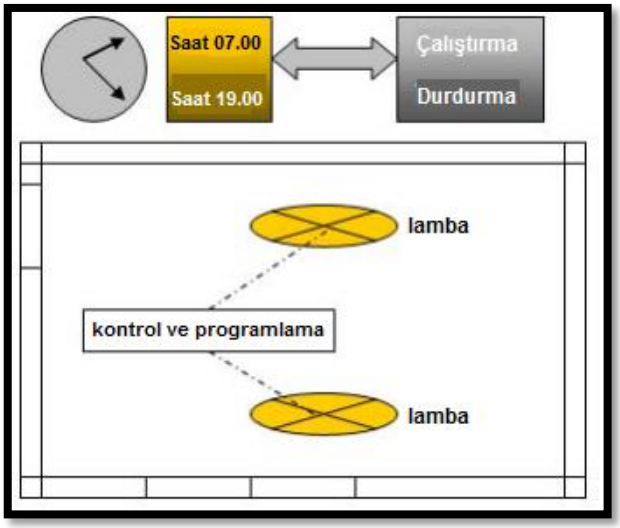
Aydınlatma kontrol sistemlerinin enerji verimi, Şekil-10.2'de gösterildiği gibi yürütülen stratejilere bağlıdır.



Şekil-10.2 *Kontrol stratejisi ve enerji verimi arasındaki ilişki [1]*

10.3.2 Öngörülen Kullanım Kontrol Stratejisi

Öngörülen Kullanım Kontrol Stratejisi (ÖKKS), aydınlatma tesisatının çalışma saatlerini azaltmak için kullanılır. Bu, önceden ayarlı günlük zaman çizelgesinde aydınlatmayı açıp kapatarak bir enerji tasarrufu yaptırır. Çalışma planları genellikle bina doluluğuna göre günden güne değişebilir. Önceden ayarlanmış bir zamanda ışıkları otomatik olarak söndürmek suretiyle, bu sistemler bina operatörlerine/tesis yöneticilerine aydınlatmanın çalışılmayan saatler süresince, özellikle gece ve hafta sonlarında çalıştırılmamasına yardım ederler. Çalışan ihtiyaçlarına bağlı olarak binanın farklı alanları için farklı çalışma planlarının programlanması da mümkündür (Şekil-10.3).



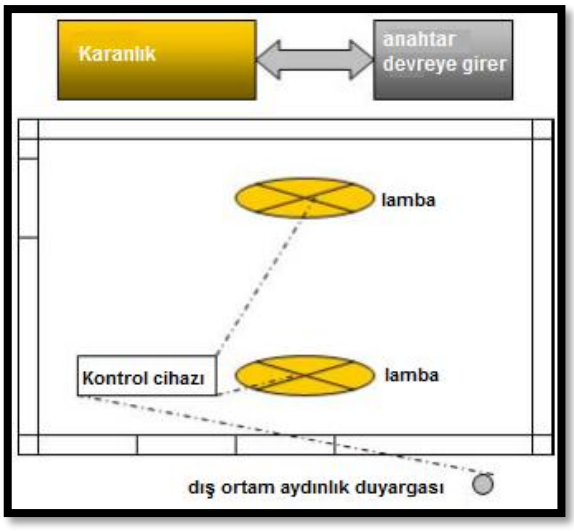
Şekil-10.3 *Zaman planlamalı kontrol şeması [2]*

Zaman planlamalı kontrol stratejisi anahtarlamanın, zaman planlaması ve farklı bölgeler için doluluk örneklerine bağlı otomatik olarak açık veya kapalı hale getirilmesini etkinleştirir. Yirmi-dört-saat zamanlayıcıları çalışanlara aydınlatma için belirlenmiş saatleri kurmalarına izin verir. Bu zamanlayıcı kullanım süresi esnasında aydınlatmayı anahtarlamak için ayarlanır.

Ölçümler, en iyi enerji verimliliği çözümlerinin sistem üzerindeki manuel anahtar ile bir kesilmiş sistemin kullanımını birleştirdiğini göstermiştir; günışığı olmadan potansiyel kazançlar %10 ila 15 arasındadır (Floyd et al. 1995, Rundquist et al. 1996). Kazancın 24 saatlik aydınlatma durumunda, %50'den fazla olabileceğine dikkat edin (Maniccia et al. 1999, NBI 2003).

Bu strateji, bina doluluk desenlerinin öngörülebildiği ve derslik, toplantı odaları ve ofisler gibi günlük haftalık programların takip edilebildiği uygulamalarda yaygınlıkla kullanılır. Şekil-10.4'te alacakaranlık (veya şafak) kontrol şeması verilmiştir.

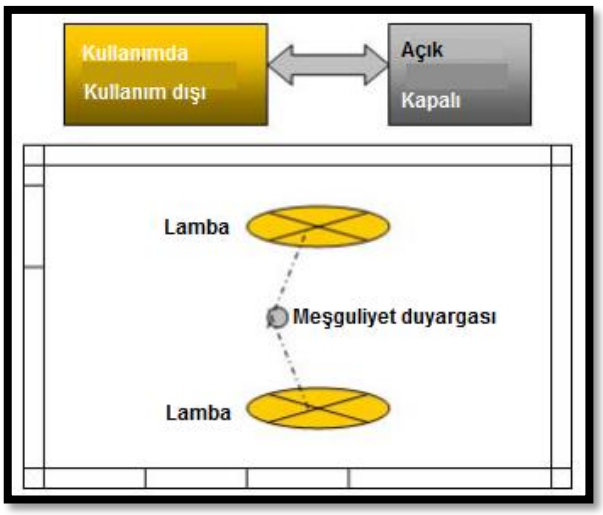
Alacakaranlık veya şafak kontrol stratejisi her bina yeri için hesaplanabilen gündoğumu ve günbatımına dayalı bir öngörülmüş doluluk stratejisidir. Işıklar, hava kardığı zaman otomatik olarak yanar, hava aydınlandığında ise yine otomatik olarak söner. Bu kontrol tipi iç aydınlatmada sıklıkla uygulanmaz fakat yeterli gün-ışığının sağlandığı avlular için veya binaları birbirine bağlayan camlı koridorlar için oldukça etkilidir. Bu stratejinin, bir dış mekân gün ışığı duyargası ile elde edilmesi gerekli değildir. Işıkların açık ve kapalı kalma saatleri bir zamanlayıcı tarafından sağlanabilir.



Şekil-10.4. *Alacakaranlık (veya şafak) kontrol şeması [2]*

10.3.3 Gerçek Kullanım Süresi Kontrol Stratejisi (GKSKS)

Gerçek Kullanım Süresi Kontrol Stratejisi bir boş alanın kullanım süresine bağımlı olan aydınlatma sisteminin çalışma süresini sınırlar. Öngörülen kullanım süresi kontrolünün tersine, bu strateji önceden belirlenmiş bir zaman çizelgesi ile çalışmaz. Bu sistem, herhangi bir çalışma odası kullanılmaya başladığını algılar ve daha sonra ışıkları yakar. Sistem odada herhangi bir olayı tespit etmezse, o odanın boş olduğunu varsayar ve ışıkları söndürür. Boş odanın kullanımı hala devam ederken sistemin ışıkları söndürmesini engellemek için, tipik olarak 10 ila 15 dakika arasında değişen belirli bir gecikme süresi programlanabilir. Şekil-10.4'te kullanım durumu kontrol şeması verilmiştir.

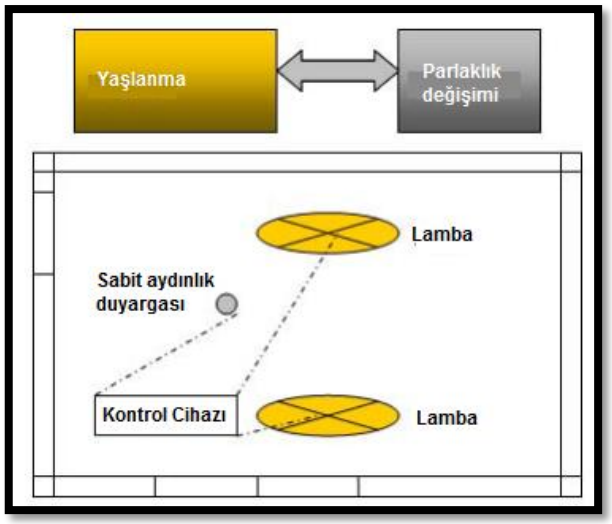


Şekil-10.4. *Kullanım durumu kontrol şeması [2]*

Gerçek Kullanım Süresi Kontrol Stratejileri en çok, kullanım durumunun bir dizi planı izlemediği ve öngörülemeyen uygulamalarda kullanılır. Klasik uygulamalar ise özel ofisleri, koridorları, merdivenleri, konferans salonlarını, kütüphane raflarının bulunduğu alanları, depo odalarını ve büyük depoları ihtiva etmektedir. Gerçek kullanım kontrolünün tasarruf potansiyeli %20'den %50'ye yaygın olarak değişir (sistem kombinasyonu) (Maniccia, v.d. 2000, NBI 2003). Bu algılama düzeyine, duyargasın yerine, günışığından yararlanarak yapılan üretim durumuna ve şüphesiz çalışanların hareketlerine bağlıdır.

10.3.4 Sabit Aydınlık Kontrol Stratejisi

Sabit Aydınlık Kontrol Stratejisi (SAKS), odadaki aydınlatma sisteminin yaşlanmasını dikkate almaktadır. Bu, tasarım aşamasında bakım faktörü (BF)nün kullanımıyla tanıtılan aydınlatma sisteminin başlangıçtaki normalden fazla durumunu dengeler (Şekil-10.5).

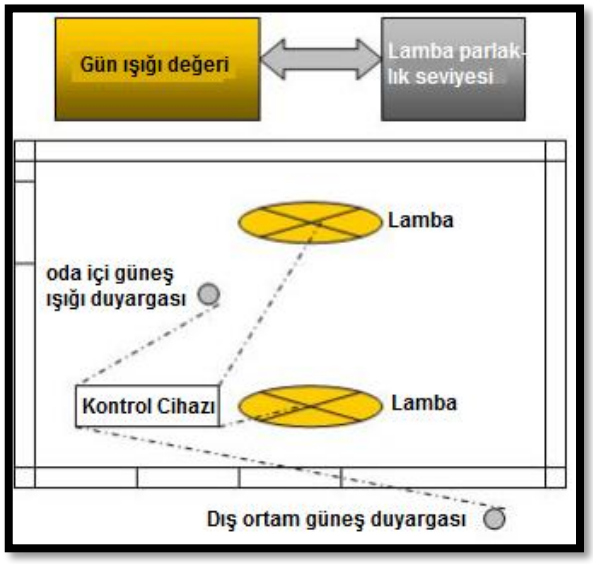


Şekil-10.5 *Sabit aydınlık kontrol şeması [2]*

Sabit aydınlık kontrol stratejisi, bir mekândaki aydınlatma seviyesini ölçmek veya aydınlatma seviyesinin amortisman tahminini belirlemek için bir fotosel kullanır. Eğer ışık seviyesi çok yüksek ise sistem denetleyicisi ışık kaynaklarının lümenlerini azaltır. Eğer ışık seviyesi çok düşükse denetleyici, ışık kaynaklarının lümen değerlerini artırır. Sonuç, üniform ve sabit aydınlatma seviyeleri korunurken aydınlatma enerjisi kullanımını en aza indiren bir sistemdir.

10.3.5 Gün-Işığından Yararlanan Kontrol Stratejisi

Gün-ışığını Hasat Eden Kontrol Stratejisi (GHKS), tesislerde gün ışığı altında gerek duyulan aydınlatma seviyesini sağlamayı yapay aydınlatma ile tamamlayan aydınlatma için tüketilen enerjiyi azaltır (Şekil-10.7).



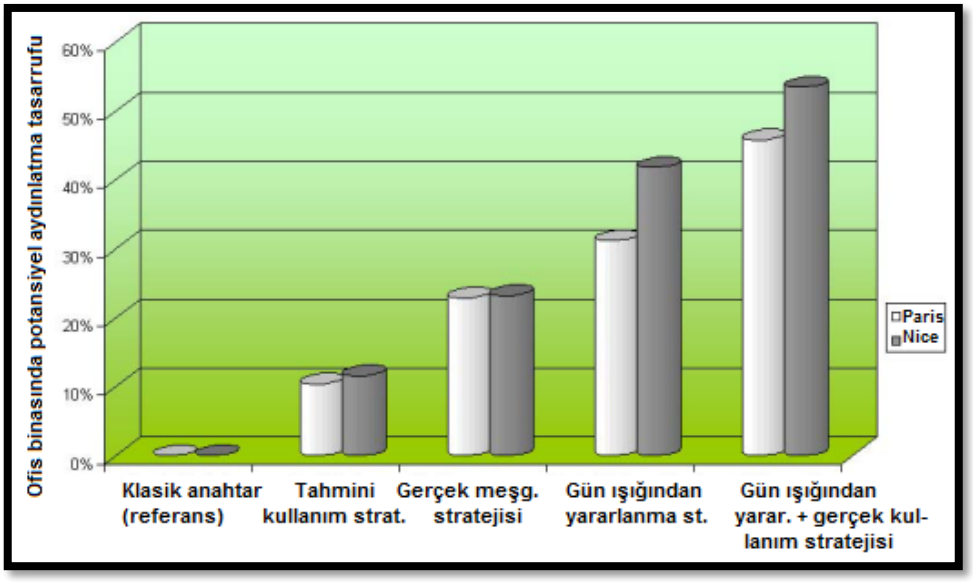
Şekil-10.7 *Gün-ışığından yararlanma kontrol şeması [2]*

Gün-ışığından yararlanma kontrol stratejisi bir mekândaki, bir yüzeydeki veya belirli bir noktadaki aydınlatma seviyesini ölçmek için bir fotosel kullanır. Eğer ışık seviyesi çok yüksek ise sistem denetleyicisi ışık kaynaklarının lümenlerini azaltır. Eğer ışık seviyesi çok düşükse denetleyici, ışık kaynaklarının lümen değerlerini artırır. Duyargalar sıklıkla geniş alanlarda kullanılır ki bunların her birisi ışıklandırılan alan boyunca standart bir aydınlık seviyesini devam ettirecek ayrı birer ışık grubunu kontrol etmektedir. Sonuçta standart bir ışık seviyesi korunurken aydınlatma için harcanan enerji kullanımı en aza indirilmektedir. Bu sistem aynı zamanda sabit bir aydınlık stratejisini sağlayabilir.

Gün-ışığından yararlanma sistemleri genellikle pencerelerin veya tavanlardaki pencerelerin göreceli olarak geniş kısımlarına sahip olan mekânlarda kullanılır. Tipik uygulama alanları derslikler, yüksek katlı ofis binaları ve perakende satış yapılan mekânlar şeklinde sayılabilirler. Tasarruf potansiyeli %20'den (sadece gün-ışığından yararlanma) başlayıp %50'yi (gün-ışığından yararlanma ve ilaveten gerçek kullanımı) aşan oranlar arasında değişmektedir (NBI 2003).

Bu farklı stratejilerle elde edilen potansiyel kazancı göstermek için bir ofis binası Fransız Standartları'ndan RT2005'te açıklanan enerji hesaplama yöntemine göre simüle edilmiştir. Testler iki iklim bölgesi için Paris ve Nice'deki 600 m²'lik ofis binasında yapılmıştır. Alınan sonuçların gösterildiği şekil, Şekil-10.7'de verilmiştir.

Ofis binalarında, zamanlayıcıya dayalı olarak öngörülen kullanım kontrol stratejisi %10 kazanca izin verir, hâlbuki bir dedektörün varlığına dayalı gerçek kullanım ise %20 kazanca izin vermektedir. Gün-ışığından yararlanma etkisinin mevcut iklim kuşağına bağlı olduğu dikkatimizi çekebilir. Yani, ofis binası potansiyel kazançları %30'dan (Paris için), %40'a (Nice için) kadar değişir. Farklı stratejilerin bir araya getirilmesi enerji kazançlarında artışa yol açması gerekir, mesela, gün-ışığından yararlanma ve gerçek kullanım oranı %50 kazanca kadar ulaşır. Bu kazanımlar oda ve pencere boyutlarının, bina yönlendirmesinin ve duyarga pozisyonlarının işlevidir.



Şekil-10.7 *Fransız ısıl standart hesaplama aracına (Th-CE metoduna) göre enerji tasarrufu tahmini [2]*

10.3.6 Aydınlatma Yönetim Sistemi ve Bina Yönetim Sistemi

Yukarıda tarifi yapılan tüm stratejiler hemen herhangi bir binaya uygulanabilirdir. Onlar tamamen birlikte çalışabilir aydınlatma yönetim sisteminin (AYS) bir parçası veya kendi başlarına ayakta kalabilen sistemler olabilirler. AYS ile bir bina içinde herhangi bir alanda hafif işlemleri planlayabilir ya da kullanım şekillerini izleyebilir ve gereken aydınlatma planını ayarlayabilirsiniz. Bu AYS, tesis yöneticilerine, binanın aydınlatma elektriği tüketimini uzaktan kontrol edebilme yeteneğini verir. Ayrıca tesis yöneticisini binada yüksek elektrik kullanım talebi halinde yük atma stratejilerini gerçekleştirmesi için yetkilendirir. Kontrol stratejisi devre dışı bırakılarak veya bazı ışıklar veya en yoğun kullanım zamanlarında aydınlatma elemanları karartılarak kullanımdan kaynaklanan maliyetler bu yüzden düşer.

Ayrıca, AYS sayesinde, bina operatörlerinin aydınlatma sahnelerini veya önceden tanımlanmış senaryoları kaydetmeleri mümkün olabilecektir. Örneğin, bir düğmeye basit bir basma suretiyle ışık seviyesini azaltan, güneşlikleri indiren ve ekranı kapatan bir video projeksiyonu senaryosunu seçebilirsiniz.

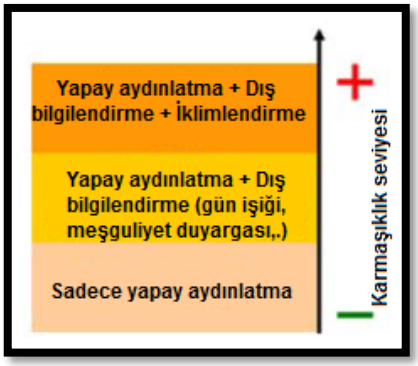
AYS ayrıca, lambaları kontrol etmek için bir iyi yol verir. Bina operatörleri bağımsız bir bölgede lambaları yönetebileceklerdir. Pencerelere yakın aydınlatma alanları (en iyi uygulama olarak genellikle 4m'den daha azdır) gün-ışığından yararlanma stratejisi ile kontrol edilecekken hâlbuki diğerleri kontrol edilemeyecektir. AYS'nin bir diğer avantajı belirli bir alandaki çalışma saatlerinin sayısı, ışıkların kaç kez açıldığının sayısı gibi aydınlatma sistemlerinin çalışmasını izleme yeteneğidir. Bu bilgiyi kullanarak, yanmış lambayı değiştirmek için harekete geçme gibi bakım işlemi planlanmış olabilir.

Uygulanan bir bina yönetim sistemi (BYMS) olması durumunda, aydınlatma sisteminin yönetimi ısıtma, havalandırma, klima, güvenlik, vb. ile birleştirilebilir. Bu türden bir entegre yönetim sistemi çalıştırıcıların ve duyargaların paylaşımını sağlayacaktır. Entegrasyonun bazı örnekleri aşağıda verilmiştir.

10.3.7 Aydınlatma Kontrolü Entegrasyon Seviyeleri

İç mekân aydınlatma kontrolü için üç entegrasyon düzeyi ortaya kanabilir. Bunlar aşağıda sıralanmışlardır:

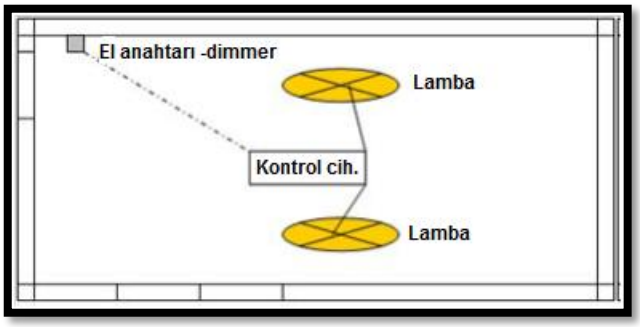
- *Birinci seviye yalnızca yapay aydınlatmayı dikkate alır.*
- *İkinci seviye yapay aydınlatmayı ve gün-ışığı, kullanım süresi gibi harici bilgilerle kontrolünü dikkate alır.*
- *Üçüncü seviye yapay aydınlatmayı, ilaveten ısıtma soğutma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri ile güneşlik gibi dış unsurlarla olan dış etkileşimi dikkate alır (Şekil-10.8).*



Şekil-10.8 *Entegrasyon stratejileri seviyeleri [3]*

1. Seviye (Yalnız Yapay Aydınlatma)

Bu entegrasyon modelinde, kullanıcı manuel bir anahtar / karartıcı yardımıyla yapay aydınlatmayı kontrol eder (Şekil-10.9).

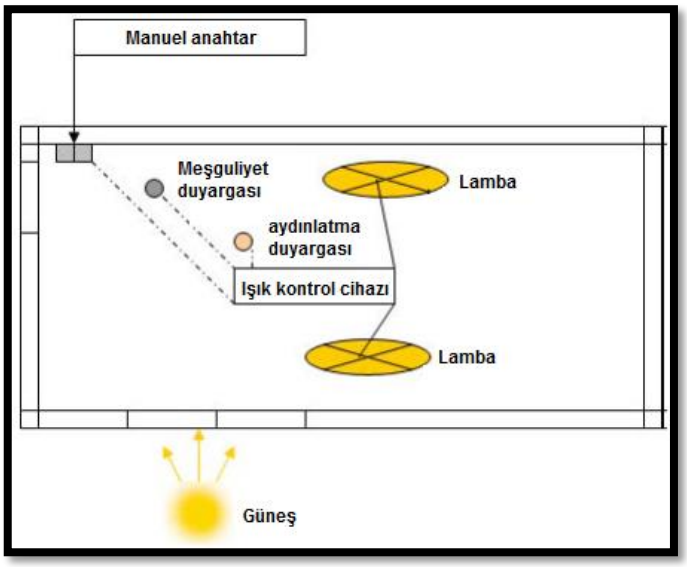


Şekil-10.9 *Basit strateji [2]*

Bu, bir manuel anahtara (AÇ/KAPA veya karartma yapmasına) göre yapay aydınlatma kontrolüne izin verir. Bu çözüm ise bir binada en çok kullanılan ve bir lamba veya bir lamba grubu için sadece bir anahtarı içeren sistemlerinden bir tanesidir.

2. Seviye (Harici Bilgiye Dayalı Yapay Aydınlatma Kontrolü)

Bu entegrasyon modelinde, görsel konfor kalitesini artırmak için, bir aydınlık duyargası ve bir hareket tespit duyargası manuel anahtar/karartıcıya kombine edilmiştir. Her bir duyarga için, bir öncelik düzeyi belirlenir (Şekil-10.10).



Şekil-10.10 *Yapay aydınlatma, gün-ışığı ve gerçek kullanım durumu arasındaki ilişki [2]*

Bu sistem, aşağıdaki şartlar uyarınca yapay aydınlatma kontrolü yaptırır:

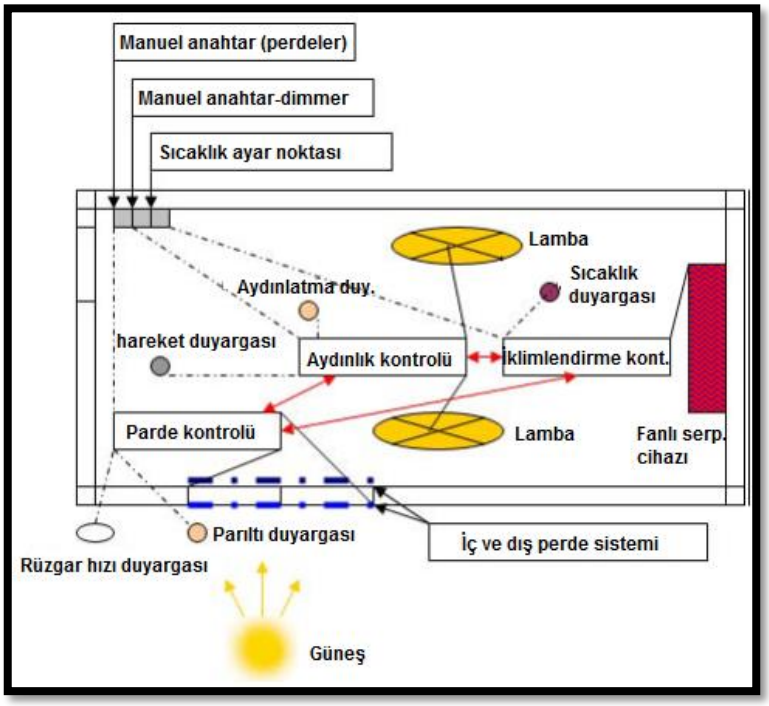
- *Yüksek öncelik seviyeli bir karartıcı veya manuel (aç/kapa) anahtarı*
- *Ara öncelik seviyesine sahip bir hareket tespit duyargası*
- *Düşük öncelik seviyeli bir aydınlık duyargası (sabit bir ışık seviyesini bulunmasını kabul etmek için)*

Duyargaları ortak kullanmak istediğimizde mevcut planın çok daha karmaşık hale geldiğini fark etmekteyiz. Bu çözümün tasarruf potansiyeli gün-ışığından yararlanma artı doluluk duyargasına oldukça aynıdır.

3. Seviye (Yapay Aydınlatma, Gün-Işığı ve Isıtma Soğutma İklimlendirme Sistemi)
Bu entegrasyon modelinde, çalışanın görsel ve ısıl konforunu artırmak amacıyla HVAC sistemleri ve güneşlikler sistemi ile aydınlatma sisteminin tam bir entegrasyon meydana getirilmiştir (Şekil-10.11).

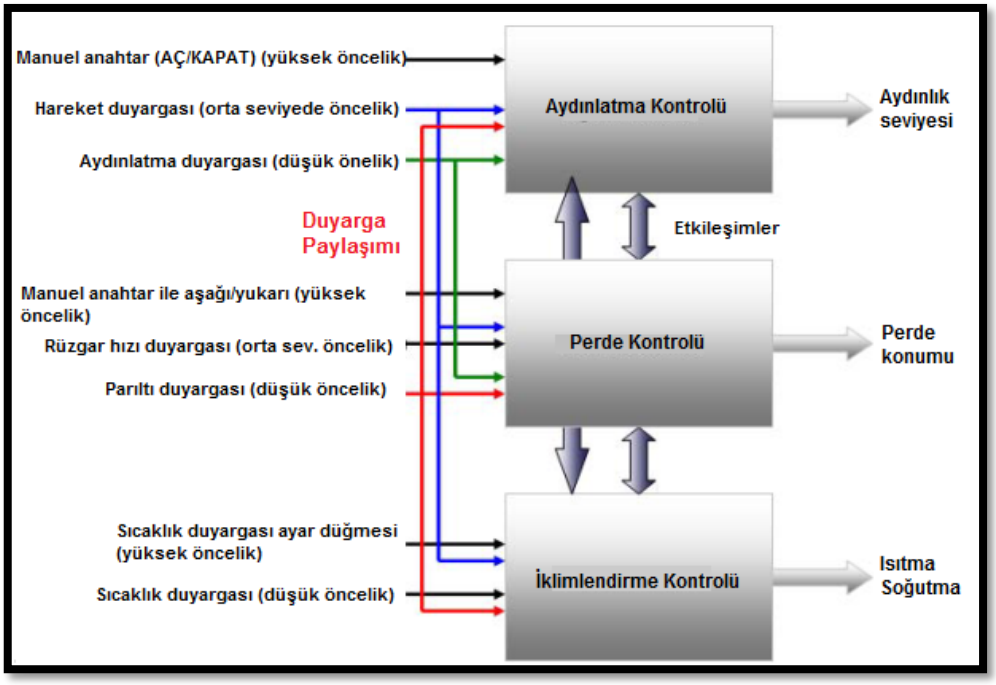
Bu sistem, yapay aydınlatmanın (panjur ile) ve HVAC'ın kontrolüne izin verir.
Destekleyici duyargalar, kendi öncelik seviyesi ile sunulur ki bunlar aşağıda belirtilmiştir:

- *Yüksek öncelik seviyesine sahip manuel sıcaklık ayar noktası düğmesi*
- *Yüksek öncelik seviyesine sahip manuel kör düğme anahtarı*
- *Ara öncelik seviyesine sahip bir iç sıcaklık duyargası ve rüzgâr hız duyargası*
- *Düşük öncelik seviyesine sahip bir parlama duyargası*

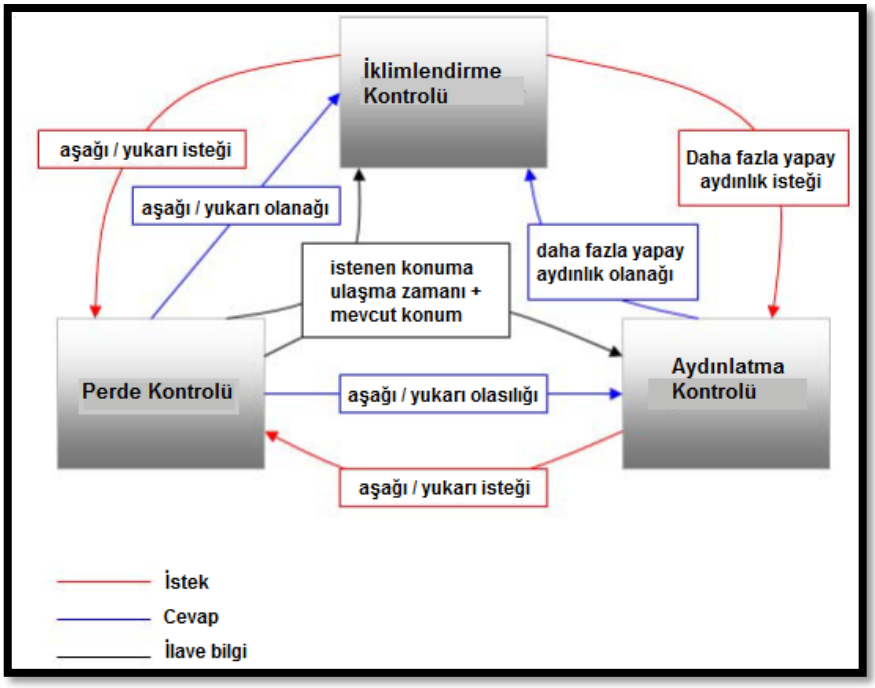


Şekil-10.11 *Yapay aydınlatma, gün-ışığı ve HVAC arasındaki ilişki [2]*

Bu üçüncü entegrasyon seviyesinin iletişim şeması duyargalar ve kontrolörler (kırmızı çift ok) arasındaki birden fazla etkileşimler nedeniyle karmaşıktır. Şekil-10.12'de gösterildiği gibi, bu sistemde, ekipman ve duyargaların paylaşımı gereklidir. Şekil-10.13'te ise kontrolörler arası etkileşimlerin modeli gösterilmiştir.



Şekil-10.12 *Farklı kontrolör türlerindeki duyargaların etkileşimi [4]*



Şekil-10.13 *Kontrolörler arasındaki etkileşimler modeli [4]*

Şekil-10.14, farklı denetleyiciler arasındaki olası etkileşimleri göstermektedir. Çelişkili bu durum sorunlara yol açabilir. HVAC kontrol cihazı ile ışık kontrol cihazından birer aç-kapa istekleri, en iyi çözüme uyarlanması için önceden tanımlanmış öncelikler fonksiyonu dâhilinde, onların bir hakem karar verme sistemi tarafından çözülmesi gerekir. Eğer doğru şekilde uygulanırsa, yalnızca gün-ışığından yararlanmayla bu entegrasyon seviyesinin enerji tasarruf potansiyeli, 2.ci seviye entegrasyon çözümünden daha belirleyici olur. Entegrasyonun bu türünün, büyük miktarda enerji harcayan binalar için tasarlanmadığına dikkat etmek önemlidir (diğer daha ucuz çözümler, çoğunlukla, daha çok ilgili ve daha az pahalıdır). Bununla birlikte, yeni kuşak binaların gereksinimlerine ulaşmak için gerçek bir fırsat sunma gibi görünür (Yeşil bina ve pozitif enerji binasında).

Ekipman paylaşımı, kontrol stratejilerinin uygun bir entegrasyonunu sağlamak için önemli bir konudur (seviye 1 ile 3). İklimlendirilmiş iyi bir iç mekân ortamını sürdürebilmek için, Tablo-10.1'de gösterildiği gibi, kontrol sistemi genellikle uygulamalar üzerinde hareket edebilir.

Tablo-10.1 *Kontrol stratejilerinde yer alan ekipmanlar ve duyargalar- etki sınıflandırması*

Ekipman	***Duyarga Çeşitleri***			
	Sıcaklık duyargası	***İç mekân aydınlatma duyargası***	***Dış mekân aydınlatma duyargası***	***Doluluk (hareket) duyargası***
Güneş koruma sistemi	*Görsel konfor (İA)* *Isıl konfor (AA)*	*Görsel konfor (AA)* *Isıl konfor (İA)*	*Görsel konfor (AA)* *Isıl konfor (İA)*	*-*
Yapay aydınlatma sistemi	*-*	*Görsel konfor (AA)*	*Görsel konfor (AA)*	*Görsel konfor (AA)* *Isıl konfor (AA)*
Isıtma sistemi	*Isıl konfor (AA)*	*-*	*-*	*Isıl konfor (AA)*
Soğutma sistemi	*Isıl konfor (AA)*	*-*	*-*	*Isıl konfor (AA)*

AA, bir ana aktörü ima ederken, İA ise ikincil veya daha az etkili bir aktörü ima eder.

10.3.8 Aydınlatma Kontrol Stratejileri Analizi

Tablo-10.2 *Aydınlatma kontrol stratejileri analizi-1*

Strateji adı	***Öngörülen çalışma şekli***	***Gerçek çalışma şekli***	***Sabit aydınlatma***	***Gün-ışığından yararlanma***
Başlıca avantajları	*- Düşük maliyet,* *- Tesis edilme ve kullanım kolaylığı,* *- %10 ile %20 arası kazanç*	*- Göreceli düşük maliyet,* *- Aralıklı kullanılan alan için yüksek enerji tasarruf oranı; örneğin kişiler düzenli olarak geçtiklerinde (%20 ile %50 arasında)*	*- Yıpranmanın Öngörüldüğü sabit aydınlatma seviyesi* *- %5 ile %15 arası kazanç*	*- Sabit aydınlatma seviyesi,* *- Açmayan ve HVAC ile birleştirme imkânı* *- %20 ile %50 arası kazanç*
Başlıca dezavantaj-ları	*- Çalışma saatleri değişirse, sistem saatinin değiştirilebilecek şekilde ayarlanması*	*- Ultrasonik duyarga HVAC sistemleri tarafından kandırılabilir (hava akışı titreşimiyle)* *- Hassasiyeti düşük olan duyargalar, çalışanların rahatsızlığına neden olur*	*- Bazı zamanlar yüksek maliyet,* *- Konfigürasyonu kolay değil.*	*- Bazı zamanlar yüksek maliyet,* *- Konfigürasyonu kolay değil.*
Başlıca kullanımları	*- Derslikler,* *- Toplantı odaları,* *- Bürolar (açık alanlar),* *- Depo, süpermarket,* *- Müze.*	*- Koridorlar, merdivenler,* *- Kütüphane raf alanları,* *- Büyük depo ve ambarlar* *- Tuvaletler.*	*- Bürolar (açık alanlar,* *- Derslikler,* *- Yüksek katlı ofisler,* *- Perakende Tesisi.*	*- Bürolar (açık alanlar,* *- Derslikler,* *- Yüksek katlı Bürolar,* *- Perakende Tesisleri.*
Temel elemanları	*- Zamanlayıcı,* *- Zaman saati,* *- Anahtar,* *- Karartıcı.*	*- Hareket duyargası (kızıl ötesi veya ultrasonik)* *- Anahtar,* *- Karartıcı.*	*- Foto duyarga,* *- Karartıcı.*	*- Foto duyarga,* *- Karartıcı,* *- Çoklu- anahtar.*

Tablo-10.3 *Aydınlatma kontrol stratejileri analizi-2*

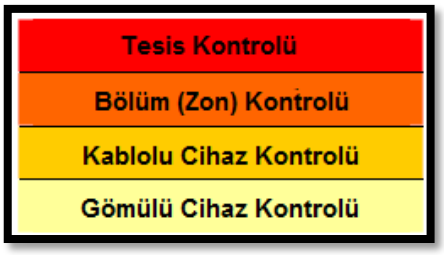
Strateji	***Seviye 1: Sadece yapay seviye***	***Seviye 2: Dış bilgi kaynaklı yapay aydınlatma kontrolü***	***Seviye 3: Yapay aydınlatma ve gün ışığı, İklimlendirme sistemi***
Karmaşıklık	*Düşük*	*Orta*	*Yüksek*
Potansiyel enerji tasarrufu	*Orta*	*Yüksek*	*Yüksek*
Kapsadığı kontrol stratejileri	*-Tahmini meşguliyet* *-Gerçek meşguliyet*	*-Tahmini meşguliyet* *-Gerçek meşguliyet* *-Sabit aydınlık seviyesi* *-Gün ışığından yararlanma (ana)*	*-Tahmini meşguliyet* *-Gerçek meşguliyet* *-Sabit aydınlık seviyesi* *-Gün ışığından yararlanma(ana)*
Aydınlatma Yönetim Sistemi	*-Aydınlatma Yönetim Sistemi veya Bina Yönetim Sistemi gerekmez*	*-Aydınlatma Yönetim Sistemi* *-Bina Yönetim Sistemi*	*-Bina Yönetim Sistemi gerekli*

10.4 AYDINLATMA KONTROL MİMARİSİ

Aydınlatma Kontrol Mimarisi tanımlanmış olan stratejilerin uygulanmasını desteklemektedir; dört seviyede sınıflandırılabilir:

- *Aydınlatma hizmeti*
- *Aydınlatma tesisi*
- *Aydınlatma bölgesi*
- *Aydınlatma cihazı*

Aydınlatma hizmet seviyesi genel aydınlatma yönetim sistemi ile ilgilenir, aynı zamanda aydınlatma omurgası olarak da bilinebilir. HVAC merkezli tesise bir benzetme olarak aydınlatma tesisi merkezi teknik alanların kontrolü ile ilgilenir. Sıklıkla her bina katında görünür. Aydınlatma bölgesi, bir bölgedeki farklı etkileşimler ile ilgilenir (bölge = bir oda veya bir grup oda anlamındadır). Son olarak, aydınlatma cihazı belirli bir alanın görsel konforunu kontrol eden terminal bir cihazdır. Şekil-10.14'te aydınlatma kontrolü mimari seviyeleri şematik olarak verilmiştir.



***Şekil-10.14** Aydınlatma kontrolü mimari seviyeleri [5]*

Bu seviyeler değişik aydınlatma sistemlerine ilişkin bir çalışma sayesinde belirlenmiştir. Bu sistemler Bunlar, Şekil-10.16'da listelenen genel bileşenler ile açıklanmaktadır.



***Şekil-10.16** Aydınlatma bileşenleri [5]*

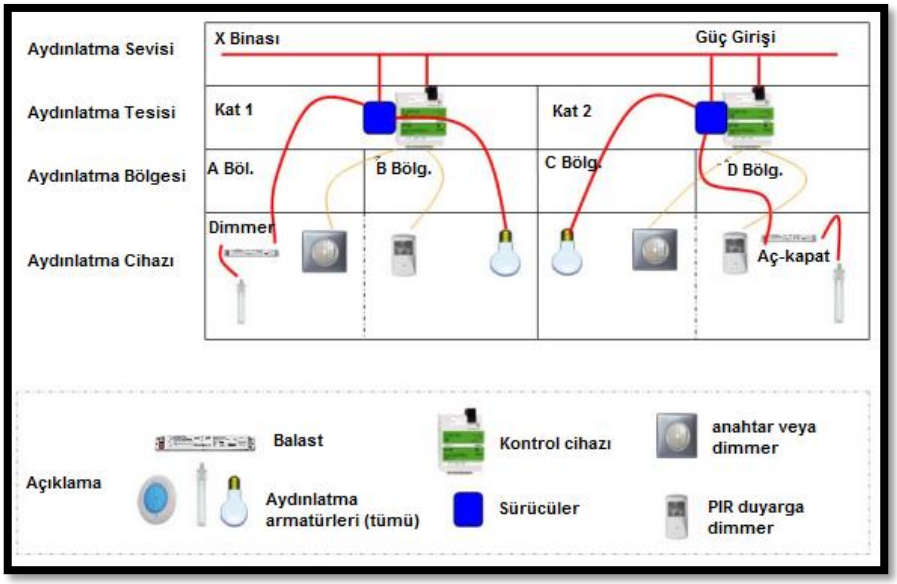
Aydınlatma mimarisi tanımının anahtar noktası ilgili aktüatörün konumudur. Herhangi bir aydınlatma armatürünü, bu mimarilerin bir tanesi veya karışımı olarak düşünebiliriz.

10.4.1 Aydınlatma Kontrol Seviyeleri

Tesis Kontrol Mimarisi

Tesis Kontrol Mimarisi (TKM) aktüatörler ve kontrolörlerin aydınlatma tesisi düzeyinde bir panel kurulu olarak yerleştirildiği bir mimaridir. Bu mimari çeşidi genellikle endüstri binaları ve süpermarket gibi binalarda aç/kapa kontrolü için kullanılır. Ayrıca, bir ofis binasındaki bir katın tümü, hatta ayrı ayrı koridor ve merdivenler gibi belirli bölgeler için de kullanılabilir.

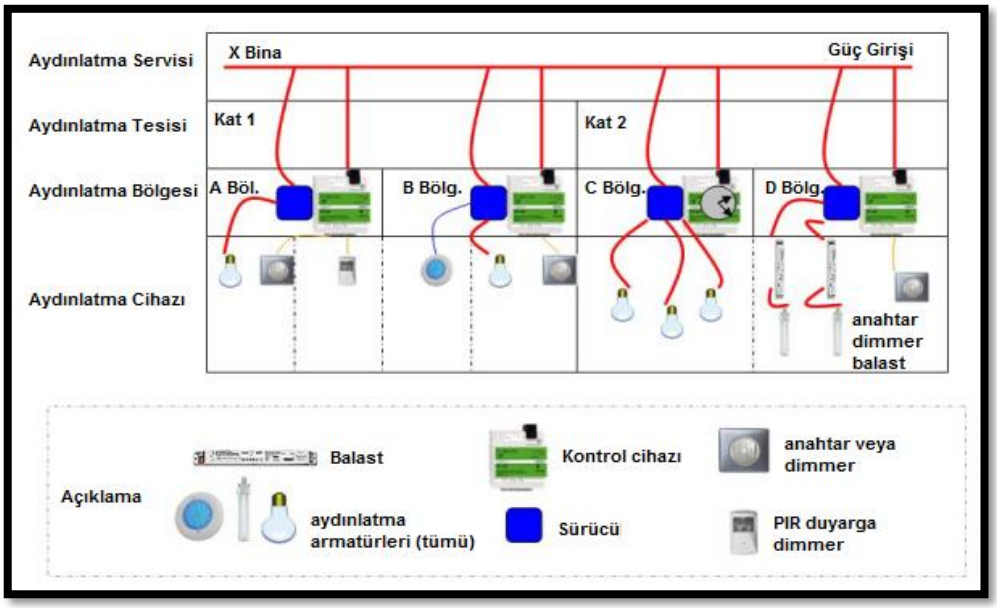
Bu mimari, basit ve sağlamdır; dolayısıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil-10.17'de bir tesisin kontrolü ile ilgili şema gösterilmiştir.



Şekil-10.17 *Bir tesisin kontrolü [6]*

Bölge Kontrol Mimarisi

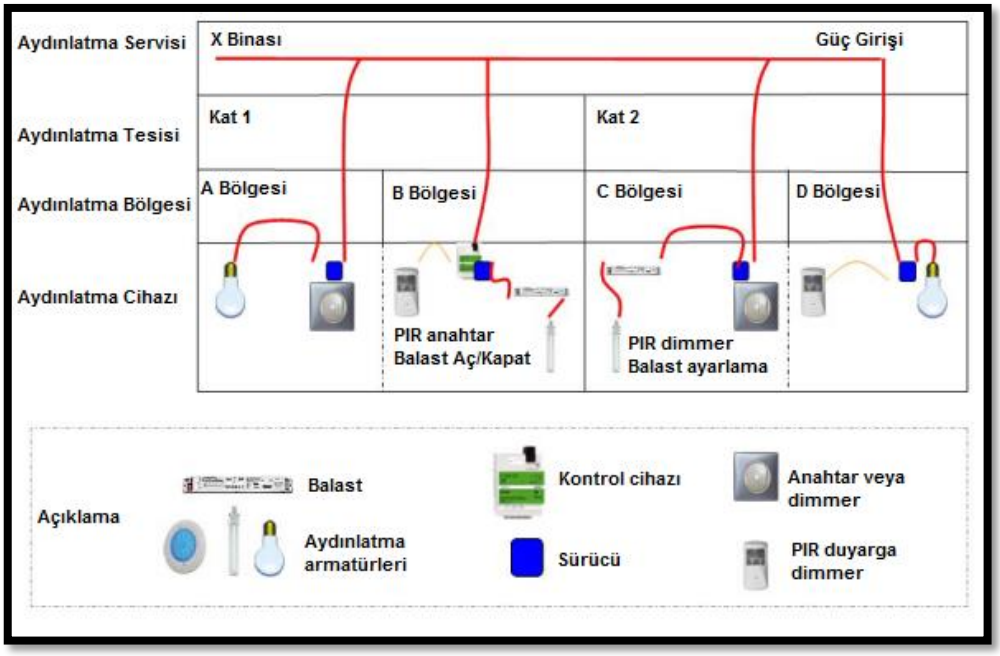
Bölge Kontrol Mimarisi (BKM) bina zemininin belirli bir kısmında aktüatör ve kontrolörlerin hareket ettirildiği bir mimaridir. Bu mimari açık alanlar, okullar, hastaneler ve ofisler için yaygın olarak kullanılır; çünkü bu mimari, kontrol stratejisinin kolayca değişimini mümkün kılmaktadır. Şekil-10.18'de bölge kontrolü şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil-10.18 *Bölge kontrolü [7]*

Kablolama Cihazı Kontrol Mimarisi

Kablolama Cihazı Kontrol Mimarisi (KCKM)'nde, kullanılan aktüatörler kablolama cihaz seviyesinde yer alırlar. Bu, bir duvar, bir tavan veya bir taban teli olabilir. Kullanılan aktüatörler, genellikle duyargalar ile gömülü dür. Bu tür mimari, meskûn konutlar, küçük ofisler ve oteller için oldukça popülerdir; çünkü komutlar, çalışana iyi bir denetim gerçekleştirmesine izin vermesi için ilgili odaya dağıtılır. Bu mimari, basit kontroller için yaygın olarak kullanılır. Yine de daha fazla entegre edilen karartma uygulamaları bulunmaktadır. Üstelik KCKM, tesis kontrol mimarisi ile kolayca kombine edilebilir. Şekil-10.19'da kablolama cihaz kontrolünün şematik görünümü verilmiştir.

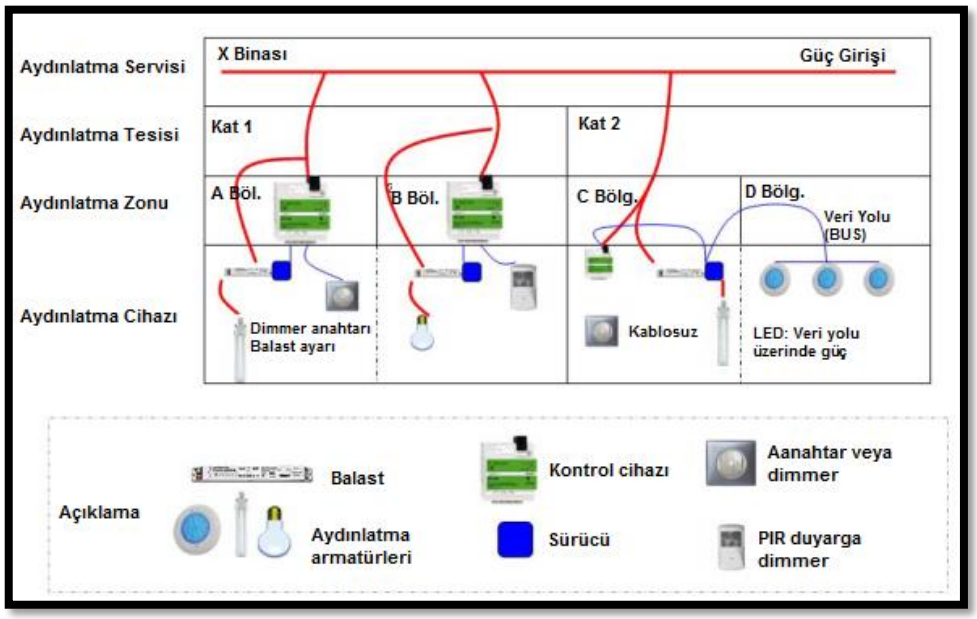


Şekil-10.19 *Kablolama cihaz kontrolü [7]*

Gömülü Armatür Kontrol Mimarisi

Gömülü Armatür Kontrol Mimarisi (GAKM) aktüatörler ve denetleyicilerin genellikle balast gibi bir aydınlatma cihazında yerleşik olduğu bir mimaridir. GAKM sistemlerin çoğu, bir BUS sistemi kanalıyla tüm kontrol takımlarını birbirine bağlar. Onlar çoğunlukla zemin kontrol panelinde, asma tavan katında veya bir cihazda yerleştirilen kontrolörler sayesinde bireysel ya da karşılıklı kontrolü sağlar. Bir tarafta, cihaz arasında, örneğin tamamen fiziksel şekilde bağlayıcı bir kablo varken diğer tarafta bağlama ise, örneğin, kontrolör tarafından ayarlanan, basmalı butonlar, duyargalar (PIR) ve aktüatörler aracılığıyla mantıksaldır. Bağlantı ve programlamanın arkasındaki mantık, sistemi gerçekten esnek ve çok yönlü olarak yapılandırılır. Bu tür mimari KNX, LON, Z Wave ve tabii ki iyi bilinen DALI gibi özel veya açık ağ protokollerini kullanır.

Şekil-10.20'de protokoller mavi çizgi ile temsil edilmiştir. Bazı BUS sistemleri doğrudan lambaya güç sağlayabilir (LED gibi), ki onlara Power Over BUS denilir.



Şekil-10.20 *Gömülü cihaz kontrolü [7]*

Mimari SWOT Analizi

Tablo-10.4, aydınlatma kontrol mimarisi SWOT Analizini sunmaktadır. (SWOT analizi, bir stratejik planlama yöntemi olup elemanların veya stratejilerin Güçlü ve Zayıf Yönlerini, Fırsatları ve Tehditlerini değerlendirmek için kullanılır).

***Tablo 10.4** Aydınlatma kontrol mimarilerinin SWOT analizi [7]*

Mimari	*Fiyatları*	*Esneklik*	*Bağ. kolaylığı*	*BYS ile Uyumu*	*Görsel performans ve konfor*
Tesis Kontrol	*Orta*	*Orta*	*Oldukça kolay*	*Makul*	
Bölge Kontrol	*Orta*	*Orta*	*Kolay*	*Oldukça kolay*	*Orta*
Kablolu Cihaz Kontrolü	*Düşük*	*Düşük*	*Çok kolay*	*Zor*	*Orta*
Gömülü Cihaz Kontrolü	*Yüksek*	*Yüksek*	*Uzmanlık gerekmez*	*Kolay*	*Yüksek*

10.4.2 Aydınlatma Kontrol Elemanları

Denetleyiciler

Bir aydınlatma denetleyicisi elektronik bir cihaz olup binadaki bir veya daha fazla ışık kaynağının çalışmasını bir kerede kontrol etmek için kullanılır. Aydınlatma denetleyicilerinin çoğunluğu karartıcıları kontrol eder. Bu da lambaların ışık yoğunluğunu kontrol edebilir. Diğer denetleyici türleri de belirli senaryolara göre, aydınlatmayı kontrol edebilmektedir. Aydınlatma denetleyicileri bir elektronik kontrol protokolü üzerinden aydınlatma sisteminde dimmer ve diğer cihazlarla iletişim kurarlar (DALI, DMX, ZigBee, KNX, vb.). Günümüzde aydınlatma için kullanılan en yaygın protokol Dijital Adreslenebilir Aydınlatma Arabirimi olup genel olarak DALI kısaltması ile bilinir. Kontrolörlerin büyüklüğü ve karmaşıklığı bina tiplerine bağlı olarak değişir (küçük meskenlerden büyük üçüncül binalara kadar). Çoğu zaman için aydınlatma denetleyicilerinin kullanım amacı aynıdır: ışıkların düzenli, kullanımı kolay ve aydınlatma enerjisi tüketimini azaltmayı kontrol etmeyi birleştirmek. Şekil-10.21'de aydınlatma denetleyicilerinden bazılarının resimleri verilmiştir.



***Şekil-10.21** Aydınlatma denetleyicileri [7]*

Duyargalar

Bir duyarga, hareket veya ışık seviyesi gibi gerçek-dünyanın durumunu tespit eden veya ölçen ve algılamış olduğu şartları analog veya dijital forma dönüştüren bir cihazdır. Duyarga teknik özellikleri aralık, doğruluk, tekrarlanabilirlik, duyarlılık, sürüklenme, doğrusallık ve tepki süresi dâhil performans faktörlerini ve maliyetler, bakım, diğer bileşenler, standartlar, çevre ve gürültüye hassasiyet ile uyumluluk gibi pratik ve ekonomik hususları ihtiva eder.

Aydınlık Duyargası

Aydınlık duyargaları duyarga algılama alanındaki aydınlık seviyesini gösterir. Bunlar, iç mekân aydınlığını (örneğin bir çalışma düzlemi üzerindeki) ve dış mekân aydınlığını (örneğin bir binanın çatısındaki) ölçmek için kullanılırlar. Aydınlık duyargaları çoğunlukla armatürleri anahtarlamak veya onları loş ışık verir şekilde çalıştırmak için kullanılır. Bazı temel aydınlık duyargaları ise gündüz/gece algılamasını etkinleştirir (Şekil-10.22). Ayrıca, özellikle güneş enerjisi korumalarının söz konusu olduğu entegre kontrol stratejilerinde de kullanılabilirler. Aydınlık duyargaları, aydınlatma kontrol sistemine loş ışık vermesi veya gün ışığı seviyesine göre açıp kapatma yapmasını gerçekleştirecek komutları verirler. Aydınlık duyargaları, boş mekânı gösteren ışık düzeylerini ölçecek şekilde yerleştirilmeleri gerekir. Aydınlatma kontrol panelindeki aydınlık duyargası konumunu işaretlemek yararlıdır; bu surette, bina yöneticileri onları gelecekte kolayca bulabilir.



Şekil-10.22 *Bir iç mekân aydınlık duyargası örneği [7]*

Dış mekân aydınlık duyargaları dış mekân aydınlık seviyesini ölçerler. Bunlar, aydınlatma kontrolü ile birleştirilebilir; bu surette, iç mekân armatürleri karartma ve anahtarlama yapmak suretiyle kontrol edilebilir.

Tablo 10.5 *Aydınlık duyargası– Giriş/Çıkış ve uygulamaları [7]*

Bileşenin Adı	***Giriş/Çıkış Bilgileri***	***Binadaki Uygulamaları***
İç mekân aydınlatma duyargası	*Giriş: İş tezgâhındaki aydınlık değeri* *Çıkış: Kontrolöre giren analog/dijital sinyal*	*Görsel konfor* *Enerji tüketimi*
Dış mekân aydınlatma duyargası	*Giriş: Dış mekân aydınlatması* *Çıkış: Kontrolöre giren analog/dijital sinyal*	*Enerji tüketimi*

Özel Durum Gündüz / Gece Duyargaları

Bu cihazlar dış mekân aydınlığının, dış mekân aydınlatmasını (sokak aydınlatmasını) ya da kepenklerin kapatılmasını tetikleyecek önceden tanımlanmış bir eşik ile karşılaştırmasını sağlar. Onlar sokak aydınlatması için geliştirilmiş ve genellikle çok sağlam (dayanıklı) bulunmuştur (Şekil-10.23).



Şekil-10.23 *Özel durum gündüz / gece duyargası örneği [7]*

Tablo 10.6 *Aydınlık duyargası– Giriş/Çıkış ve uygulamaları [6]*

Bileşen Adı	***Giriş/Çıkış Bilgisi***	***Binadaki Uygulamalar***
Gündüz/gece duyargası	*Giriş: Dış mekân aydınlık değeri* *Çıkış: Analog ve/veya dijital ikilik sinyal (aç/kapa sinyali)*	*Görsel konfor (dış mekân aydınlatması, panjurlar, vb.)* *Enerji tüketimi (güneşlikler, ısıtma, vb.)*

Durum Duyargaları

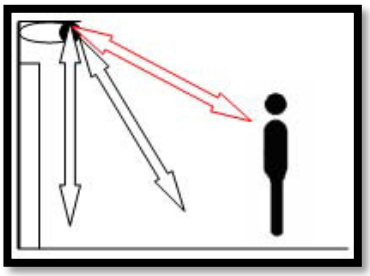
Durum duyargaları çalışanların varlığını, hareketlerini tespit ederek algılarlar. Bina girişlerinde en yaygın olarak kullanılan duyargalar, pasif kızıl-ötesi (PIR) duyargalarıdır.

Tablo 10.7 *Durum duyargası– Giriş/Çıkış ve uygulamaları [6]*

Bileşen Adı	***Giriş/Çıkış Bilgisi***	***Binadaki Uygulamalar***
PIR duyargası	*Giriş: Hareket algısı* *Çıkış: Analog ve/veya dijital ikilik sinyal (kullanımda/kullanımda değil)*	*Emniyet* *Görsel konfor* *Enerji tüketimi*

Pasif Kızıl-Ötesi Duyargası (PIR)

Bu duyargalar genellikle algılama bölgesini tanımlayan freşnel lensler ile donatılmıştır. Genelde iki çeşit PIR duyargası ayırt edilir: hareket duyargası ve doluluk duyargası. Bunların çalışma prensipleri aynıdır, ama taranan alanlarının sayısı farklıdır (Şekil-10.24 ve 10.25).



Şekil-10.24 *PIR duyargası [5]*



Şekil-10.25 *Çok fonksiyonlu PIR duyargası [5]*

Çok fonksiyonlu PIR duyargası aşağıda listelenen 4 fonksiyonu bir araya getirebilir:

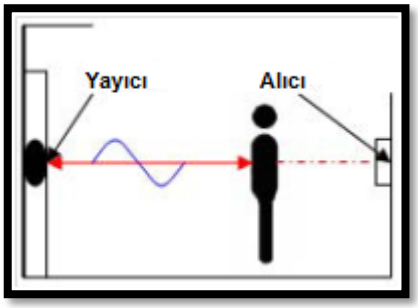
- *Doluluk algılaması*
- *İç mekân aydınlık duyargası (Lambaları açıp kapatacak anahtar için aydınlık seviyesi)*
- *Kızıl-ötesi duyargası*
- *Bir zamanlayıcı (belirli bir gecikmeden sonra lambaları kapatma)*

PIR duyargalarının aşağıdakiler gibi bazı sakıncaları vardır:

- *Bazı insani faaliyetler, herhangi bir hareket olmadan elde edilir (örneğin, televizyon izleme, kitap okuma, uyuma, vb.).*
- *Bunlar konum duyargalarıdır, fakat ölü bir bölgeye bakmaları halinde, alakasız olabilirler.*

Aktif Kızılötesi (AKS) duyargası

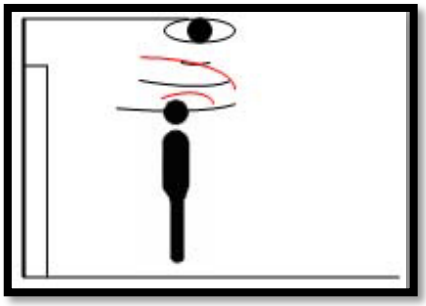
Aktif Kızılötesi cihazları, sürekli ya da epizodik olarak kontrol edilen alana kızıl ötesi ışınlar gönderen kızılötesi bir diyot ihtiva eden kızılötesi teknolojisini kullanırlar. Bir alıcı yansıyan dalga seviyesini izler. Yansıyan bir ışının olmayan görünümü ya da özelliklerinin modifikasyonu (dalga boyu veya dalga genliği) tespit etme bölgesinde meydana gelen değişikliği gösterir (Şekil-10.26).



Şekil-10.26 *Kızılötesi duyargası [5]*

Ultrasonik Varlık (UV) Algılayıcısı (UP)

Ultrasonik cihazlar, insan kulağı tarafından duyulamayan ses dalgalarını gönderir. Aynı zamanda, bir aygıt belirli bir oranda yansıtılan ses dalgaları için tarama yapmaktadır. Eğer yansıyan dalgada bir değişiklik tespit edilirse o, algılama bölgesinde bir şeyin ya da birisinin hareket ettiğini gösterir (Şekil-10.27).



Şekil-10.27 *Ultrasonik duyargası [5]*

İki teknolojiyi birleştiren ürünler mevcuttur, mesela, PIR ve ultrasonik varlık dedektörü. Onlara çiftli pasif teknoloji duyargaları denilir. Onlar, hiçbir kımıldama olmasa bile, hareket eden herhangi bir varlığı görüp işitirler, bu şekilde bir kişinin mevcudiyetini algılarlar.

Rüzgâr Hızı Duyargaları

Kupa veya pervane anemometreleri kanal ölçümlerindeki rüzgâr ve hava akımlarına uyarlanmıştır. Bunlar harici gölgelerin yönetimi için verileri entegre eden sistemlerdeki rüzgâr hızı için en çok kullanılan duyargalardır. Bunlar panjur kontrolü için de yararlıdır.

Tablo 10.8 *Rüzgâr hızı duyargası – Giriş/Çıkış ve uygulamaları [6]*

Bileşen Adı	***Giriş/Çıkış Bilgisi***	***Binadaki Uygulamalar***
Rüzgâr hız duyargası	*Giriş: Rüzgâr hızı* *Çıkış: Analog ve/veya dijital sinyal (rüzgâr hızı)*	*Emniyet* *Görsel konfor* *Enerji tüketimi*

CO2 Duyargaları

CO_2 duyargaları ileri havalandırma kontrol stratejilerinin uygulandığı belirli durumlarda varlık dedektörü olabilmektedir. Özellikle uygulamalar arasında duyargaların paylaşımı söz konusu olduğunda bu durum gerçekleşir.

Tablo 10.9 *Rüzgâr hızı duyargası– Giriş/Çıkış ve uygulamaları [6]*

Bileşen Adı	***Giriş/Çıkış Bilgisi***	***Binadaki Uygulamalar***
CO_2 duyargası	*Giriş: CO_2 yoğunlaşması* *Çıkış: Analog ve/veya dijital sinyal (CO2 yoğunlaşması)*	*Isıl konfor* *Görsel konfor* *Enerji tüketimi*

Duyarganın Konumu

Duyargaların yerleştirmesi ihmal edilemez. Mesela, iş tezgâhı üzerinde aydınlık düzeyiyle ilişkili bir göstergeyi elde etmek için, aydınlık duyargasının, çalışma tezgâhı üzerine monte edilmesi gerekir.

Açık pratik nedenlerden dolayı, duyargalar aslında asla çalışma tezgâhı üzerine yerleştirilmez. Benzer şekilde, ısıl konfor düzeyinin uygun bir değerlendirmesini almak için, sıcaklık ve nem seviyesinin ölçümünün odanın orta noktasından yapılması gerekir. Bu ise kullanılmakta olan bir odada, pratikte pek mümkün değildir. Hareket duyargaları sahadaki hareketi doğrulukla algılayabildiklerinden, onların iyi bir görüş alanına sahip olması son derece önemlidir.

Aktüatörler

Aktüatörler her türlü teknik işlerin ve süreçlerin uygulandığı fabrikaların otomasyon sistemleri için kullanılır. Onlar atık su arıtma tesislerinde, enerji santrallerinde ve hatta rafinerilerde kullanılır. Bu, onların otomasyon süreç kontrolünde önemli bir rol oynadıkları alanı gösterir. Onların besleme türlerine bağlı olarak, aktüatörler, pnömatik, hidrolik veya elektrikli aktüatörler olarak sınıflandırılabilir. Bunlar, yer değiştirme veya ışık seviyesi

büyüklükleri gibi gerçek dünya şartlarını ölçer / algılarlar ve ölçülen durumu bir analog veya dijital değer haline dönüştürür.

Anahtar

Bir anahtar aydınlatma sistemi ve çalışma alanı / çalışan arasındaki en ortak arayüzdür. Bir anahtarın çeşitli türleri bulunur (Şekil-10.28):

- *Aç-kapa anahtarı*
- *Zaman gecikmesiyle kapatan anahtar*



Şekil-10.28 *Elle açılıp kapatılan anahtar [5]*

Anahtarlama donanımları nispeten basit ve genellikle çok düşük maliyetlidir. Anahtarlama ışık seviyesi değişimleri kullanıcı hareketleri tarafından meydana getirilen mekânlara tahsis edilir (çalışan kişiler geçerken ışıkları kestiğinde veya ışıklar bir varlık duyargası tarafından anahtarlanarak açıldığında). Çoklu-kullanım alanları için, otomatik açma/kapama anahtarlaması dikkatlice kullanılmalıdır. Işık düzeyinde beklenmedik değişikliklere yol açan bir otomatik kontrol, herhangi bir boş alan kullanım halindeyken, çalışanları/hareket halindeki kişileri şaşırtabilir veya onlara rahatsızlık verebilir.

Işıkları gün ışığına göre otomatik olarak değiştiren anahtarlama sistemlerinin, sadece günışığı seviyelerinin günün büyük bir çoğunluğu esnasında çok yüksek olduğu alanlarda kullanılması gerekir. Bu durumda ışıklar günün büyük bir kısmında kapalı olacak ve çalışanlar, anahtarlamanın meydana getireceği tekrarlamalı aç/kapa'lardan rahatsız olmayacaktır. Anahtarlamanın çalışanlar geçici veya kritik olmayan görevleri yerine getirdikleri zaman yapılması da kabul edilebilir. Anahtarlama sistemleri genellikle avlular, koridorlar, giriş-yolları, depolar ve transit merkezleri, özellikle de bol gün ışığının olduğu zaman için uygundur.

Karartıcı (Dimmer)

Karartma sistemleri, ışık seviyelerini yavaş yavaş ortam için gereken seviyeye getirerek böylece güç ve ışık çıkışını ise yavaş yavaş belirli bir aralıkta azaltırlar. Işık karartması önemli miktarda enerji tasarrufu yaptırabilir. Ancak, karartma donanım ve cihazları anahtarlama cihazlarından daha pahalıdır. Işık karartması, iki şekilde elde edilebilir (Şekil-10.29):

- *Sürekli karartma*
- *Adım adım karartma*



Şekil-10.29 *Karartıcı (Dimmer) [5]*

Sürekli karatma, dış bilgiler fonksiyonunda, ışık kaynaklarının ışık akısının (parlaklık miktarı) sürekli olarak uyarlamasıdır. Çoğu zaman, bu tür karartma armatür balastındaki bir DA kontrol komutu yoluyla veya trafo (halojen lamba) yoluyla gerçekleştirilir. Bazı üreticiler, bir standart analog 0-10V karartma protokolünü – ki farklı üreticilerden sistemler ile uyumlu kullanılabilecek balastların kullanımına izin vermektedir – kabul etmişlerdir.

Adım adım karartma sınırlı sayıda konfigürasyonlara dayalı aydınlatma armatürlerinin ışık miktarlarını kontrol etmeleri için uygun bir yoldur. Orantılı karartma düzeyleri kontrolör tarafından oluşturulan, aktüatör tarafından

alınan ve ışık kaynağına aktarılan bilgilere dayanmaktadır. Karartma adımlarının sayısı kullanılan protokol ile tanımlanır. DALI-tabanlı karartma sistemi bu türden bir adım adım karartmanın bir örneğidir (256 karartma seviyesi). Karartma sistemleri değişken hava şartlarının hüküm sürdüğü Brüksel'inki gibi iklimlerde daha fazla enerji tasarrufu yaptırmaya yatkın iken, anahtarlama sistemleri ise istikrarlı hava şartlarının hüküm sürdüğü, güney Fransa'daki gibi iklimlerde çok iyi performans gösterir.

Kablosuz Duyargalar ve Sürücüler

Kablosuz duyargalar (varlık duyargası, aydınlık duyargası, vb.) ve sürücüler (karartıcılar, anahtarlar, vb.) onların gerçek işlevlerinin öngördüğü eski mevcut kavramlara dayanmaktadır. Onları şimdi cazip hale getiren kontrol şeklinin kablosuz olmasıdır. Onların başlıca avantajı, esnekliğidir (kablolamaya ihtiyaç olmaması). Böylece hem tesisat hem de işletme maliyetleri önemli ölçüde azaltılabilir. Onların yenileme ve açık boş bir alanda daha fazla kullanılmasının nedeni budur.

Ticarethaneler ve fabrika binalarındaki kablosuz algılayıcı ağları WiFi düğümleri, mikrodalgalar, Bluetooth cihazları, RFID ve diğer kablosuz algılayıcı ağları gibi giderek artan sayıda parazit kaynaklarına maruz kalırlar. Çoğu kablosuz algılayıcı ağları, ilk kurulumdan sonra temiz bir RF ortamında iyi performans göstermektedir. Buradaki rekabet, bir başka ek RF kaynağı açıldığında iyi performansın sağlanmaya devam edilmesidir.

Diğer Bileşenler

Bina iskeleti, ısıtma/soğutma enerjisi veya aydınlık seviyesine doğrudan etki eden aktif veya pasif bileşenlerin çeşitli türlerinde entegre edilebilir. Bu bileşenler, bir çatıya veya ön/arka cepheye yerleştirilebilir. Günışığı üzerinde daha fazla bilgi için IEA görev 31 ve IEA görev 21E'ye bakınız. Görsel konfor, gün-ışığının hâlihazır durumundan etkilenebilir. Biz, binanın gündüz-aydınlığını etkileyen dinamik cam sistemleri, panjurlar, çatıdaki pencereler ve panjur aileler gibi bileşenlerin büyük bir listesini belirleyebiliriz.

Dinamik Cam Sistemleri

Elektro-krom, gaz-krom ve sıvı-kristal camlar, renk değiştiren cam türleridir (EK, GK ve SK) (voltaj kontrolü yolu ile). Bu pencereler, anahtarlamalı cam ya da akıllı pencere denilen yeni nesil teknolojilere aittir. Değiştirilebilir cam güneş ışığı, sıcaklık veya elektriksel bir kontrol gibi çevresel bir sinyale tepki şeklinde pencerelerin geçirgenliği, şeffaflığı ya da gölgelemesini değiştirebilir. Akıllı pencereler bir elektrik akımı uygulayarak cam tonunu, şeffaftan boyanmış hale kadar değiştirebilir. Bu teknolojiler için günışığı kontrolü, parlaklık kontrolü, güneş ısı kontrolü ve pencere ve tepede solmaya karşı koruma dâhil potansiyel kullanımlar bulunmaktadır. Pencere yoluyla geçen güneş enerjisini ve ışık miktarını otomatik olarak kontrol etmek suretiyle akıllı pencereler enerji tasarrufu yardımcı yapabilir.

Panjurlar, Perdeler ve Kepenk Takımları

Genel olarak, perde ve kepenk takımları mat, sert olup saatler, zamanlayıcılar, aydınlık duyargası veya termostat gibi araçlarla manuel veya otomatik şekilde işleyen bıçaklar veya paneller şeklindedir. Jaluzi kontrolörleri ve aydınlatma kontrolü ile birleşen otomatik panjurlar anlamlı gün boyunca gereken elektrik aydınlatma ihtiyacını belirgin bir şekilde azaltabilir.

Ağlar

1980'li yıllardaki doğrudan dijital kontrolün ve bina otomasyonunun evrimi binalarda iletişim teknolojilerinin gelişimini tercih etmiştir. Bugünkü bina otomasyon sistemleri, bir binada, farklı ekipman ve uygulamaların kontrolünü entegre eden iki temel imkân sunar, şöyle ki:

a) Kişiye (mülkiyete) özel sistemler
b) Açık sistemler
-Standart bir sistem (bir standarttan gelir)
-Bir fiili standart (en iyi bir sanayi uygulamasından gelir)

Kişiye (mülkiyete) özel bir sistem, tek bir üretici/yüklenici tarafından geliştirilen kapalı bir sistemdir. Üretici, sistemin geliştirilmesine ilişkin bilgiyi elde tutma hakkına sahiptir. Bu gibi sistemlerde, ilk yatırımın maliyet nispeten düşük ve kurulumu kolay olabilir, fakat bina sahibi, bir tek üreticinin ürünlerine bağlanmıştır ve yenilikçi teknolojilerden kolayca yararlanamaz.

Bir açık sistem standartların, CEN, ISO, ASHRAE/ANSI, vb. gibi bağımsız ve tanınmış bir kuruluşun veya endüstrideki (iş hayatındaki) bir birliğin (meslek örgütünün) bilfiil ilgili kurulları tarafından geliştirildiği, basıldığı

ve muhafaza edildiği yerdeki bir standarttır. Sisteme yapılması olası herhangi bir değişiklik standartlar, kuruluş veya meslek örgütü tarafından onaylanmadan önce kullanıcıların, endüstrinin, meslek mensuplarının yorumlarını gerektirir. Açık iletişim protokolleri artık farklı üreticilerden sağlanan ekipmanın birleştirilebilmesi için kullanılır hale gelmektedir. Bu ise aşağıdaki avantajları sunar:

- *Medyanın paylaşımı. Bu sistemde, farklı üreticilerin sağladığı farklı ürünler aynı iletişim kabloları üzerinde çalışmaktadır.*
- *Satıcının bağımsızlığı. Bu, farklı ekipman ve/veya sistem uzantılarının ilk satın alma için geçerlidir.*

Protokollerin Standartlaştırılması

CEN TC247 WG 4, ısıtma soğutma iklimlendirme uygulamaları için ürün ve sistemler arasındaki veri iletim yöntemlerinin standartlaştırılması üzerinde çalışmaya devam etmekte ve bina otomasyon sistemi içindeki iletişim gereklerini üç sınıfa bölmektedir:

- *Yönetim ağı: Bu, iş istasyonu için iş istasyonu iletişiminde kullanılır*
- *Otomasyon veya kontrol ağı: Bu, fabrika denetleyicileri ve iş istasyonları içindir.*
- *Alan ağı: Bu, uç birim kontrolörleri, duyarga cihazları, sürücüler vb. için kullanılır.*

CEN TC247'nin bir görevi, bir dizi standardı destekleyerek Bina Otomasyon Sistemi (BOS) uygulamasını zenginleştirmektir. İşletim maliyetlerini düşürmek için, standardizasyon çalışmaları açık sistemler mimarisi teşvik etmektedir.

Tablo 10.10, iletişim protokollerinin ve gerekli olan ortamın bir listesini vermektedir:

***Tablo 10.10** İletişim protokolleri ve medya (BCG grubu- İngiltere'den uyarlanmıştır) [6]*

Seviye	***Protokol***	***İletim Ortamı***
Yönetim	*BACnet (ISO 14684-5)*	*Ethernet, PSTN/dial up modem, IP, MS/TP*
	WorldFIP (EN 50170)	*Büklümlü kablo çifti*
Otomasyon	*BACnet (ISO 14684-5)*	*Ethernet, LONtalk, PSTN/ dial up modem*
	KNX (ISO 14543)	*Ethernet*
	LONtalk (EN 14908)	*Büklümlü kablo çifti, RF, CPL, IP*
Alan	*KNX (ISO 14543)*	*Büklümlü kablo çifti, Priz sinyallemesi*
	LONtalk (EN 14908)	*Büklümlü kablo çifti, RF, CPL, IP*

Sıklıkla kullanılan bazı açık standartlar, CEN TC 247 tarafından tanınmamıştır, ancak kullanımdadır, örneğin:

- *MODBUS, bir BOS'ndeki soğutucu gibi, genellikle HVAC tesis modüllerine takılır.*
- *Microsoft COM, DCOM veya yönetim düzeyinde kullanılan internet standartları (TCP/IP, HTTP, vb) gibi bilişim teknolojileri (BT) standartları.*

10.4.3 Kişiye (Mülkiyete) Özel Sistemler ve Protokoller

ZWAVE

Z-Wave, uzaktan kablosuz kontrolde yeni bir teknoloji olup Danimarka'dan Zensys (http://www.zen-sys.com) firması tarafından geliştirilmiştir. Z-Wave bir sonraki nesil kablosuz ekosistemdir ve tüm ev elektroniğine uzaktan control kanalıyla birbiri ve müşteri ile konuşmasına imkân tanımaktadır. Bu basit, güvenilir, düşük-güçlü radio dalgalarını kullanarak duvarlar, zeminler ve kabinetler içerisinden kolaylıkla geçebilir. Z-dalgası, keskin Mesh ağ topolojisini kullanır ve bir ana düğümü yoktur. Bu nedenle bir Z- dalgası ağı, tek bir birimin radyo aralığından çok ötesini tarayabilir.

ENOCEAN



The Enocean şirketi (Enocean 2007) enerji kullanımından yararlanma ilkelerini kullanarak çevresel enerjideki oldukça küçük değişikliklerin etkin kullanımına dayanan yeni bir teknoloji geliştirmiştir. Böyle enerji dalgalanmalarını kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürmek için elektromanyetik, piezo-jeneratörler, güneş pilleri, termokupllar ve diğer enerji dönüştürücüleri kullanılır.

Enocean'den sağlanan duyargalar ve radyo anahtarları gibi ürünler batarya olmaksızın ve bakım gerektirmeden çalışması için tasarlanmıştır. RF protokolünü kullanan bir ürünün en yaygın örneği, batarya kullanmayan kablosuz bir ışık anahtarıdır. Bu ürün anahtar ve aydınlatma armatürü arasında kablo bağlantısı gerektirmediğinden tesis etmek için daha az zaman ve tel gerektiren bir özellikle pazarlanmaktadır. Onlar, gerçek güç anahtarlamasının bulunulan yerdeki kendi yükleri için yapıldığı devre açıp kapatmayı etkinleştirmeye ihtiyaç duymayı ortadan kaldırmaktadırlar. Yukarıdaki liste ayrıntılı değildir. Aslında mülkiyete özel (tescilli) ev ve bina otomasyonu (ve özellikle aydınlatma) için Creston, Legrand, Wavenis, LUTRON, Delta Dore, Schneider Elektrik, Insteon ve böyle devam edip giden birçok protokoller vardır.

10.4.4 Açık Sistemler ve Protokoller (Standart Sistem ve Fiilî Standart)

BACnet



BACnet (http://www.bacnet.org/) Bina Otomasyon ve Kontrol ağı anlamına gelir. Bu, ASHRAE tarafından geliştirilmiştir ve şu anda bir ASHRAE / ANSI standardı, CEN standardı ve ISO standardı olarak yayınlanmıştır. BACnet bina otomasyonu ve kontrol ağları için oluşturulan bir iletişim protokolüdür. Otomasyon ve yönetim düzeyleri ve özellikle HVAC, aydınlatma kontrolü ve yangın alarm ekipmanları için aynı derecede uygundur. Bu ISO 16484-5 standardı olduğu kadar bir ANSI ve CEN standardı olarak da tanınır. Bu protokol OSI modelinin dört katmanına dayanmaktadır.

LonWorks



LonWorks (http://www.echelon.com/), Echelon tarafından ABD'nde geliştirilmiştir. Bu, LonWorks protokolünü ve Nöron çipini kullanan bir genel amaçlı ağdır. Cihaz düzeyli entegrasyon için en uygunu olup binalarda büklümlü bir kablo çifti üzerinde FTT-10 olarak bilinen bir vericiyi yaygınlıkla kullanmaktadır. Standart Ağ Değişken türlerinin (SNVT'ler: sınayvets diye okunur) kullanımı farklı üreticilerden sağlanan LonWorks® ürünlerinin birlikte çalışabilirliğine katkıda bulunur.

MODBUS



MODBUS (http://www.modbus.org), Gould Modicon Şirketi tarafından tasarlanan resmi bir standart değildir ve çoğu Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC) tarafından desteklenmektedir. Bir Master/Slave seri protokole dayanır. Modbus'un uygulanması ve kullanımının çok basit ve kolay olduğu düşünülmektedir; sadece endüstri üretim çevresi değil, aynı zamanda birçok bina ekipmanları üreticisi tarafından da kabul edilmiştir. Modbus

ücretsiz hem donanımda hem de yazılımda yürütülmesi ucuz olması nedeniyle son derece popüler hale gelmiştir. Ancak basit bir veri değişimi ile sınırlanmıştır ve daha karmaşık ihtiyaçlarda kullanılmaz.

KONNEX



Konnex (http://www.knx.org), Ev ve Bina otomasyonu (BatiBUS, EIB ve EHS) için, Konnex Derneği'nin şartnamesinde önde gelen 3 önemli sistemin resmi birleşmesinden ortaya çıkmıştır. KNX sisteminin ortak özelliği güçlü çalışma zamanı yanı sıra, ağ yönetimi için geliştirilmiş hizmet ve mekanizmalar aracı sağlanmasıdır. Konnex cihaz ağında tüm cihazlar, kelimenin gerçek anlamıyla dağıtılmış uygulamaları hayata geçiriyor. Kendi uygulamaları düzeyinde bile, bir ihtiyaç ya da bir fayda doğduğu yerde, sıkı bir etkileşim mümkündür.

Standartlaştırılmış veri noktası türleri ve fonksiyonel blok nesneleri ile iç içe çalışan güçlü modellerin engellenmesi için tüm yürüyüş, mantıksal aygıt kanallarının modellenmesi.

X10



X10 (http://www.x10.com), ev otomasyonu için kullanılan cihazlar arasındaki iletişim için bir endüstri standardıdır. Bu standart, öncelikle sinyalizasyon ve kontrol için güç hattı kablolarını kullanır; ama şimdi, radyo tabanlı nakil de tanımlanmıştır. X10, ev cihazları ve aletlerini uzaktan kumanda etmeye izin verecek şekilde 1975 yılında geliştirilmiştir. İlk ev otomasyon teknolojisi idi ve halen en yaygın şekilde kullanılabilir durumdadır. Ancak, şimdi bu teknoloji biraz eskimiş görünüyor. Çünkü veri hızları çok düşük kalmıştır (yaklaşık 20 bit/s)'dir. Özetlemek gerekirse, onun küçücük komut seti ve düşük güvenilirliği, X10 protokolünü günümüzün ev ortamı kontrolü için oldukça sınırlamış ve basitleştirmiştir.

ZIGBEE



ZigBee (http://www.zigbee.org) standardının özellikleri, ZigBee platformunda çalışan uygulamalara yönelik altyapı araçları ile hizmetlerinin neler olduğunu belirtmektedir (ZigBee, 2004). ZigBee bir yayımlanmış kablosuz kişisel alan ağları (WPANs) için IEEE 802.15.4 standardına dayanan küçük, düşük güç dijital radyolar kullanmak üzere tasarlanmış yüksek düzeydeki iletişim protokollerini içeren bir şartname kümesidir. ZigBee'nin halihazırda odaklandığı iş genel amaçlı, ucuz kendini düzenleyen endüstriyel kontrol, tıbbi cihazlar, duman ve davetsiz misafir alarm, bina otomasyon ve ev otomasyonu tarafından paylaşılan kapalı bir ağı (meshed) tanımlamaktır. Bu teknoloji, örneğin Bluetooth gibi diğer WPAN'lardan daha basit ve daha ucuz olacak şekilde tasarlanmıştır. En yetenekli ZigBee düğüm türünün, en basit düğümler yaklaşık %2'si iken, tipik bir Bluetooth veya kablosuz internet düğümü yazılımın yaklaşık %10'u olduğu söylenmektedir. Halen kablolu ve kablosuz açık protokoller arasında bir köprü kurmada ZigBee komut atamaları ve BACnet komut atamaları arasındaki tartışmalar sürmektedir.

10.4.5 Aydınlatma Sistemlerine İlişkin İletişim Sistemleri ve Protokolleri

DALI

DALI (DALIa, DALIb) aydınlatma sistemleri için özel olarak tasarlanmış bir dijital iletişim protokolüdür. DALI faaliyet alanı seçimi ve hatalı ışık kaynakları ile ilgili geribildirim almak için etkilidir. Bu onu, uzaktan denetleme ve gerekli hizmet raporlarını alma noktasında bina otomasyon sistemi ile birlikte kullanmak için çok kullanışlı yapmaktadır. DALI aslında standart bir dijital balast kontrol protokolü tanıtmak isteyen balast üreticileri tarafından 1999 yılında tanıtılmıştır. O, kurulumu ve (yeniden) yapılandırması kolay olacak şekilde tasarlanmıştır. Tüm aktüatörler, kontrolörler ve duyargalar tek bir kontrol kablosuna bağlanmaktadır. Bir DALI-sistemi, yük arayüzleri (elektronik balastlar), kontrol panelleri (basmalı butonlar), duyargalar (varlık duyargası), kontrol arabirimleri (kontrolör) ve ağ geçitleri (1-10V dönüştürücüsü)'nden oluşmaktadır. Muhtemel DALI işlem örnekleri:

- *Bireysel, grup ya da yayınlama mesajı*
- *Tek bir aydınlatma armatüründen alınan istek durumu verileri*
- *Armatürlere adreslerin atanması*
- *Aydınlatma faaliyet alanlarının seçimi*

DALI'nin, yeni bir Bina Yönetim Sistemi (BYS) olmadığına dikkat edilmelidir. DALI, sadece aydınlatma için kullanılabilir. Ancak, BACnet, LonWorks veya KNX gibi bir ağ geçidi sayesinde mevcut BYS'ne kolaylıkla bir ilave olabilir.

DMX 512/1990

DMX 512/1990, tek yönlü modda çalışan karartıcı ve kontrolörler için bir sayısal multipleks veri iletim standardıdır. Bununla 512 kanala kadar kontrol edebilirsiniz. Veri paketler halinde iletilmektedir. Her paket, kurulu tüm cihazları güncellemekte olup her bir paket kadar 513'e kadar yapıyı içerir.

Bir başlangıç (sıfırları kapsayan) çerçeveden sonra, 512'ye kadar yapı, bağlı her cihaz için kapsanan veriyi takip edebilir. Cihazlar doğrudan adreslenmez! Kendilerine gönderilen bilgi, paketteki yapısal konumca tanımlanır.

Sonuçlar

Binalardaki entegre çözümlerin başarısındaki başlıca sorun, uygun iletişim protokolünü ve bilgi aktarımı için uygun ortamı belirlemektir. BACnet, Konnex ve LonWorks'un HVAC, aydınlatma, yangın güvenliği ve güvenlik fonksiyonlarını birleştirecek bu alanda başrol oyuncuları olacağı muhtemeldir. Bununla birlikte, DALI ve kablosuz düşük güç teknolojilerinin aydınlatma kontrolüyle ilgili belli bir geleceği vardır. Bir taraftan DALI, dünya çapında dijital aydınlatma kontrolü için bir standart olarak kurulmuştur. Bu aydınlatma kontrolünü bir gerçeklikten (bireysel, grup olarak ve hep birlikte), onu özgürce adresleyebilen bir gerçeğe dönüştüren açık olmayan bir özel standarttır. DALI'nin çok daha geniş fonksiyonelliğine karşın, piyasadaki herhangi bir aydınlatma kontrol sisteminden, tesis edilmesinin çok daha kolay, çok daha becerili ve çok daha fazla maliyet-etkin olduğu gözüküyor.

Diğer taraftan, kablosuz teknolojileri (düşük tüketim veya daha az batarya talebi) kurulum maliyetini aşağıya çekmek ve enerji verimliliğini sağlamak için yeni bir çözüm sunabilir. Geride kalan 10 yılda, günlük hayatımız için yeni birçok RF çözümleri geliştirilmiştir. Yakın zamanda binalardaki cihazları birbirine bağlamak için güvenilir, dayanıklı, kurulumu ve kolay ve güvenli kablosuz ağ teknolojisinin, piyasada kabul göreceği ve güçlendirme tesislerinin kısa sürede önemli paya sahip olacakları beklenmektedir.

ZigBee ve Z-Wave protokollerinin bu yönde ileri gittiği bilinmektedir. Yine de onlar, anlamlı bir görüş noktasında hala tanımlı değildir. Dahası onun bu tür teknolojik problemler için tasarım, tesis, görev paylaştırma ve sorunları gidermeye yarayacak etkili araçları yoktur.

10.4.6 İnternet Protokolleri (IP)

IP'nin, endüstrimiz için en önemli teknolojiler arasında olduğu belirtilmektedir. IP ağları internette, ekstranetlerde ve intranetlerde dağıtılmaktadır. Fiber optikler, kablolu ve kablosuz çok sayıda farklı medya, bu hususla ilişkilidir. IP iletişim sağlayan güçlü bir araçtır fakat o, mesela bir sıcaklık değeri alışverişi yapmaya ihtiyaç duyan iki sistemin bu şekildeki mesajlarının detaylarının içeriğini belirtmez.

Bugün, IP, aracı ağ teknolojisi olarak hizmet vermektedir. Esas olarak bina omurgalarında ve alan-saha ağına erişim ağ şebekelerinde bulunur. IP üzerinden taşınacak mekanizmaları sağlayan teknolojiler, LonWorks (EIA-852), BACnet / IP ve KNX / IP.'dir.

***Tablo 10.11** Bina otomasyonu için standart ve standart olmayan ağlar, iletişim protokolleri ve medya [8]*

Ağ Protokolü	***Ortam/Seçenek***	***Standart***	***Aydınlatma Uygulamaları***	***Uygulama Sektörü***	***Ana Avantajları***
BACnet	*IP, Ethernet, PTP, ZigBee, MS/TP, Lontalk, Arcnet*	*ISO 16484-5*	*****	*Bina Otomasyonu*	*Norm Çeşitli ağ seçenekleri*
LonWorks	*IR, PLC, TP, RF, IP*	*EN 14908*	*****	*Bina ve Ev Otomasyonu*	*Norm*
KNX	*IR, PLC, TP, RF, IP*	*ISO 14543*	******	*LB ve HA*	*Norm*
PROFIBUS	*IP, TP*	*Norm değil ancak bir endüstri standardı*	***	*Endüstriyel*	*Güçlü*
MODBUS	*IP, PTP, MS/TP*	*Uygulamaya yönelik*	****	*Endüstriyel*	*Güçlü Basitlik*
WorldFIP	*IP, TP*	*EN 50170*	***	*Endüstriyel*	*Güçlü*
X10	*PLC, RF*	*Açık sistem Norm değil*	*****	*Ev Otomasyonu*	*Ürün çokluğu*
Bluetooth	*RF*	*IEEE 802.15.1*	***	*Elektronik*	*Düşük fiyat*
ZigBee	*RF*	*IEEE 802.15.4 tabanlı*	******	*Küçük binalar ve Ev otomasyonu*	*Düşük tüketim*
DALI	*TP*	*IEC 62386*	*******	*Aydınlatma*	*Aydınlatmaya ait*
DMX	*MS/TP*	*Evet*	*******	*Tiyatro aydınlatması*	*Aydınlatmaya ait*
Zwave	*RF*	*Norm değil ancak endüstri stand.*	******	*Küçük binalar ve ev otomasyonu*	*Düşük tüketim ABD'de çok uygulamaları var*
INSTEON	*RF, PLC*	*Özel*	*****	*Ev otomasyonu*	*Güçlü Kullanımı kolay*
Wavenis	*RF*	*Özel*	*****	*Ev otomasyonu*	*Kullanımı kolay*
IN ONE	*RF, PLC*	*Özel*	*****	*Ev otomasyonu*	*Kullanımı kolay Kurulumu kolay*
Enocean	*RF*	*Özel*	******	*Ev otomasyonu*	*Bataryasız Çok ürünü var*

□ : Çok az aydınlatma uygulamaları
□□ : Az aydınlatma uygulamaları
□□□ : Birkaç aydınlatma uygulaması mevcut
□□□□ : Çok aydınlatma uygulaması mevcut
□□□□□: Tam aydınlatma

IP: İnternet Protokolü, RF: Radyo Frekansı
IR: Kızıl-ötesi, PLC: Güç hattı iletişimi
PTP: P2P (eşler arası) bağlantı,
MS/TP: Ana Uydu / Token Passing
TP: Büklümlü kablo çifti

Bileşen analizi

Aşağıda görülen Tablo-10.12, farklı bileşenlerin tipik kullanımına ilişkin genel bir fikir vermektedir.

Tablo 10.12 *Bileşenler uygulaması genel görünümü [11]*

Elemanlar	***Basit Stratejiler***				***Uyumlu Stratejiler***	
	Tahmini meşguliyet kontrol stratejisi	***Gerçek meşguliyet kontrol stratejisi***	***Sabit aydınlatma kontrol stratejisi***	***Gün ışığından yararlanma kontrol stratejisi***	***Perdelerle uyumlu***	***İklimlendirme ile uyumlu***
Duyargalar						
Programlayıcı	✓		✓		✓	✓
Saatler	✓				✓	✓
Aydınlatma duyargası			✓	✓	✓	✓
Hareket duyargası		✓			✓	✓
Sıcaklık duyargası						✓
Rüzgâr duyargası					✓	✓
Sürücüler						
Anahtar	✓	✓		✓	✓	✓
Karartıcı (dimmer)			✓	✓	✓	✓
Diğerleri						
Gün ışığı cih. (solartube)				✓	✓	✓
Akıllı pencere						✓
Otomatik perde					✓	✓
Ağ Yapıları						
Özel	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Açık	✓	✓	✓	✓	✓	✓

10.5 ÖNERİLER

10.5.1 Genel Öneriler

Bu bölümde yeni ve mevcut binalar için aydınlatma kontrol sistemleri tasarlamak için bir genel analiz şeması önerilmektedir. İlk adım bina sahibinin ihtiyaçlarını ve farklı bina kullanıcılarının beklentilerini toparlamaktır (tesisin yöneticisi, binada çalışan, binada oturanlar). Bu adım, bir aydınlatma tesisatını tasarlamak için çok önemlidir, çünkü:

- *Kullanıcıların sistemi kabul etmeleri (beklenen görsel konfor seviyesi, insan sisteme adapte olması, vb. iyileşeceğinden) artacaktır,*
- *Bu arıza tespiti, enerji izleme, gösterge paneli gibi ilgili bilgileri, doğru ve gerekli araçları sağlayarak sistemin genel yönetimini kolaylaştıracaktır.*

Bu yeni bina, özellikle bina sahibinin son kullanıcı olmaması durumunda zor olabilir. İkinci adım fonksiyonel analizi, teknik terimler halindeki ihtiyaçlara yani uygun kontrol stratejilerini, ağ mimarilerini, ağ sistem ve ekipmanlarını seçmek için çevirmeyi başarmaktır. Bu ise yukarıda belirtilen fonksiyonel analizle bağlantılı bir yetkilendirme (Cx) planının tanımını içerir.

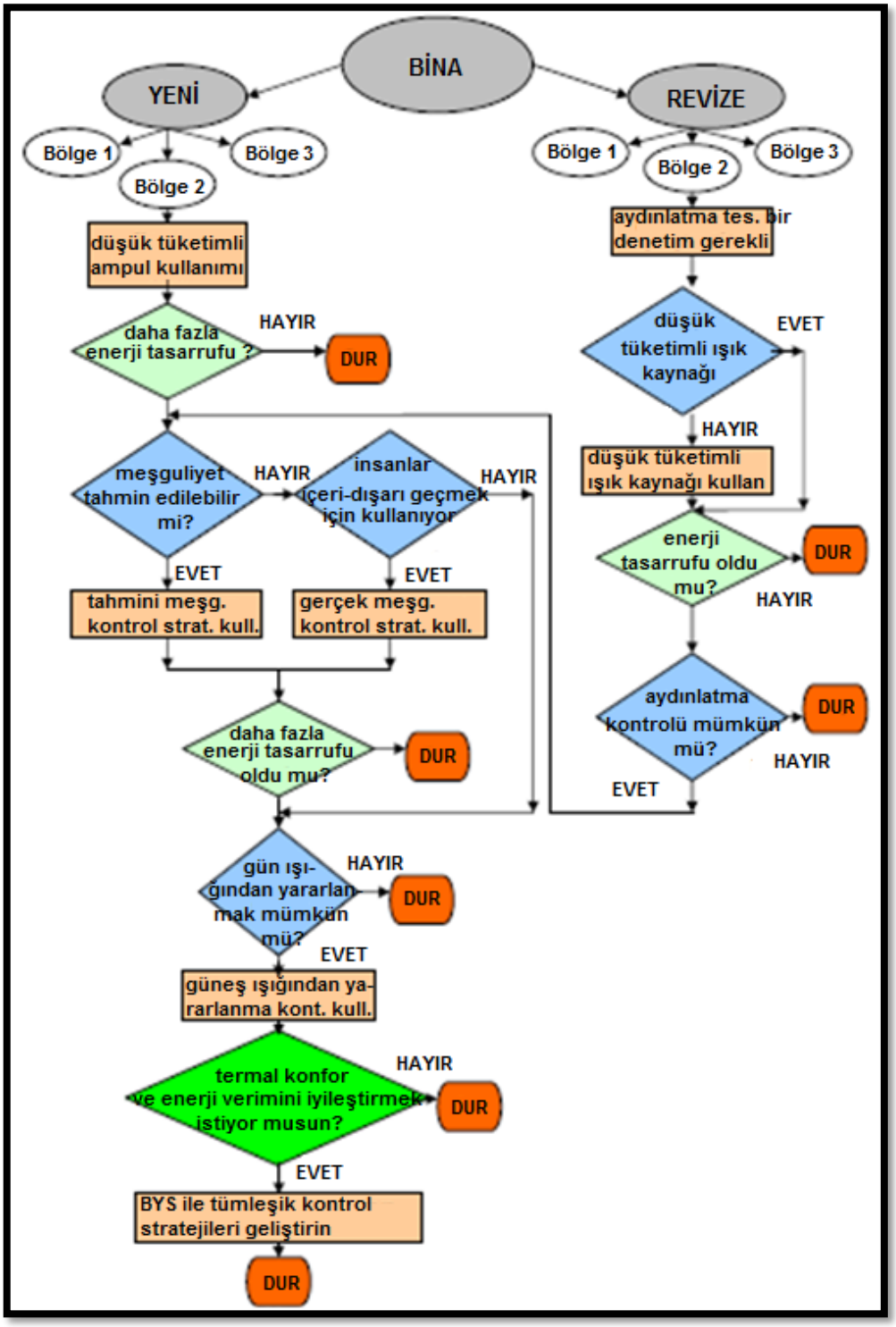
Üçüncü adım, kullanıcı için kılavuzlar üretmektir:
Binada çalışan kişinin, sistemi anlaması ve sistemin çalışmasını (arıza tespitleri, bakım, vb.) optimize etmesi,

- *Bina yöneticisinin, panonun performans göstergelerini (enerji tüketimi, işletme maliyeti, geri ödeme zamanı, vb.) anlaması,*
- *Binayı kullananların, kontrol stratejilerini (öngörülen doluluk kontrol strateji, gerçek doluluk kontrol stratejisi, sabit aydınlık kontrol stratejisi, gün-ışığından yararlanma kontrol stratejisi, vb.) ve anlaması için görsel konforu optimize edecek çevre dostu bir davranışla (örneğin, uzaktan kumanda, karartıcı, aydınlatma görevi, vb.) sistemi nasıl kontrol ettiğini anlaması.*

10.5.2 Mevcut Binalar İçin Özel Tavsiyeler

Mevcut binaya kurulan aydınlatma kontrol sistemi, kullanıcı ihtiyaç analizi ve mevcut aydınlatma tesisatının denetimine ek olarak mevcut stratejileri, mimarileri, sistemleri ve parçaların ayrıntılı bir tanımlamasını gerektirir. Bu denetim aydınlatma tesisatının kontrol edilme potansiyelini belirlemeye (örneğin farklı bölgeler için ayrılmış aydınlatma devresinin mevcudiyeti, elektronik balastların varlığı, bir kablosuz ağın kurulumu ve kullanım ihtimali, elektrik şebekesinin kalitesi, vb.) ve bu bina için uygun bir sistemi tasarlamaya izin verir.

Örneğin, onlar, çok esnek ve tesis edilmesi ucuz olduğundan, kablosuz ağlar ya da güç hattı iletişim sistemi (GHİS) cazip görünmektedir. Bununla birlikte, bir aydınlatma sistemi çok büyük olduğunda (10.000 m²'nin üzerindeki binalarda), sinyal zayıflaması, elektromanyetik uyumdaki bozukluk, vb. Yüzünden bu çözümlerin de sınırlamaları olacaktır. Şekil-10.30'da kontrol sistemi için belirli durumlar göz önüne alınarak enerji etkin bir aydınlatma tesisatını tasarlamak için bir genel şema sunulmaktadır.



Şekil-10.30 *Aydınlatma kontrolünün, enerji etkin tasarımı için genel bir şema [2]*

10.6 AÇIKLAYICI RESİMLER

10.6.1 Resim 1: Belçika – Sosyal Güvenlik Ulusal Bürosu (B-SGUB)

Bu çalışma durumu, çok etkili bir şekilde çalışmakta olan, çok basit bir aydınlatma kontrol sistemine ilişkin bir örnektir. Bina, yaklaşık 20 iş istasyonluk bürolar (açık plan) şeklinde düzenlenmiştir.

Gün Işığı Kontrolü ve Yönetimi

B-SGUB binasında, gelişmiş gün ışığı kontrol sistemi hiç yoktur. Kullanıcılar, ellerindeki dikey lambaları ile arzu ettikleri kendi görsel konforunu elle kontrol edebilirler.



Şekil-10.31 *B-SGUB binası [9]*



Şeki 10.32 *Gün boyunca ofisten bir manzara [9]*



Şekil-10.33 *Gün ışığı duyargalı bir armatür [9]*



Şekil-10.34 *Gece esnasında bir ofis manzarası [9]*

Yapay Işık ile Aydınlatılan Ofis Aydınlığının Kontrol ve Yönetimi

Yapay aydınlatma, aşağıdakiler tarafından kontrol edilir:

- *Işıkları elle açıp kapatmak için her mekânda (peyzaj ofisinde) mevcut olması gereken bir manuel anahtar,*
- *İki sıra armatür (mekânın daha uzak bir noktasında ve de pencerelere yakın), aydınlatılmakta olan bir alanın münferit aydınlık ölçümüne bağlı olarak bir günışığı karartma sistemine bağlanır,*
- *Merkezi bir saat, armatürlerinin enerjisini saat 19.00'da keser. İkinci bir kesinti komutu ise saat 21:00'de gönderilir.*

Dağıtım Sahaları

Yapay aydınlatma, otomatik olarak tüm koridorlarda saat 7:00'de devreye girer (gündüz modu). Saat 19.00'da dağıtım sahalarının yapay aydınlatması gece saati moduna ayarlanır. Dışarıdaki iki armatür enerji tasarrufu yapmak için kapatılır.

Fakat gece vardiyası işçilerinin rahat hareket edebilmeleri için (güvenlik, temizlik, vb. sebeplerle) üç armatürden birinin yanık kalması lazımdır. Armatürlerin yaşlanmasını önlemek için onların üç günlük süreler halinde yanık kalması sağlanmalıdır. Her geceki değişim için bir armatür yanık vaziyette kaldığından bu iş, özel kablolama vasıtası ile yapılır. Şekil-10.35'te bir ara koridorun aydınlatması gösterilmektedir.



Şekil-10.35 *Dolaşım alanı (ara koridor) [9]*

Dinlenme Odaları

Gündüz saatlerinde, dinlenme odalarının yapay aydınlatması sürekli açık vaziyettedir. Gece boyunca ise, dinlenme odalarının yapay aydınlatması 15 dakikalık bir gecikmeye ayarlanmış bir hareke duyargası (PIR) tarafından kontrol edilir. Tablo 10.13'te bir bina için aydınlatmak sistemi parametreleri verilmiştir.

Tablo 10.13 *NOSS binası- aydınlatma kontrol parametreleri [7]*

Teknik özellikler	***Sistem Özellikleri***
Strateji	*Tahmin edilen varlık control stratejisi* *Gerçek varlık control stratejisi (Zaman planlama kontrol stratejisi)* *Gün-ışığından yararlanma kontrol stratejisi*
Entegrasyon seviyesi	*Seviye 2*
Mimari yapı	*Alan Kontrol Mimarisi*
Ağ yapısı	*Açık sistemler – standart sistem*

Bina Bilgileri

Mimarı: Régie des Bâtiments
Bina sahibi: Régie des bâtiments (kullanıcı: NOSS)
Yeri: Place Victor Horta, nr 11, B-1060 Brüksel, Belçika

10.6.2 Resim 2: Berlaymont Binası – Dış Cepheden Görünüşü – Belçika

Havalandırmalı çift katmanlı cephe kavramı (VDSF), gitgide sıklıkla yeni ofis binaları veya ilave donanımlarda uygulanmaya başlanmıştır. Paralel cam bölmeleri ile donatılmış ortak VDSF için, gün-ışığının binaya nüfuz etme miktarı ile dış cephenin camla kaplı toplam alanı arasında bir bağlantı kolaylıkla yapılabilir. Dış cephe panjurları, eğilebilir camlı lameller ile dışarıdan da donatılmış havalandırmalı çift cephe kaplamalı şeklinde belirgin bir tarzdadır. Bunlar birçok unsurların birleşik bir fonksiyonu olan dinamik bir davranış sunar: eğimli lamell er, iklim şartları (dağınık veya doğrudan ışık), güneş ışığının geliş açısı, kontrol algoritması, vs. Böyle bir panjur kaplı cephe konsepti, Brüksel'deki Avrupa Komisyonu'nun sonradan yapılan yeni binasında, yani Berlaymont Binası'nda uygulanmıştır (Belçika).

Berlaymont'un bu çok katlı panjurlu ve havalandırmalı çift cepheli binası ne yatay ne de dikey olmayan bölümlere ayrılmış bir boşluk ihtiva etmektedir ve bu nedenle tek başına büyük bir hacmi kaplar. Her kata, temizlik ve bakım yapmaya uygun şekilde, metalden yapılmış taban kat döşemeleri yerleştirilmiştir (Şekil-10.36 – 37 ve 38).



Şekil-10.36 *Büyük koridor boşluğunun ve dikey konumdaki örtücülerin görünümü [9]*



Şekil-10.37 *Yatık konumda duran panjurlar*



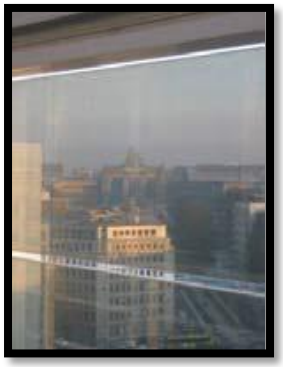
Şekil-10.38 *Binaya düşen gölge – 10 Aralık – saat: 14:00*

Cephenin bu çeşidi ve çok katlı klasik cephe tipi arasındaki fark dış cephenin münhasıran eğilebilir panjurlardan oluştuğu gerçeğinde yatmasıdır.

Bina Cephesine İlişkin Açıklama

Berlaymont binası, panjur kaplı bir VDSF binasıdır. Onun iç katmanı (yüzü), geleneksel çift camlı elemanlardan oluşmaktadır. Onun dış katmanı ise, rüzgâra karşı dayanımını artıracak bir boyutlandırma gerektirdiğinden, üzerinde sırlı tabak şeklindeki sabit çerçeveleri askıya alınmış, 50'şer cm'lik ölçüde 200 cm'lik ve muntazam olmayan kalınlıktaki (cephenin altında 8 mm ve üstünde 12 mm olan) bir bütün plaka şeklinde yapılmıştır (Şekil-10.39 – 40 ve 41).







Şekil-10.39 *Bir lamelin kesiti* ***Şekil-10.40*** *Binadan görünümü* ***Şekil-10.41*** *Panjurlar aracılığıyla görünüm*

Dış cephenin çok-tabakalı delikli bir film içine yerleştirilmiş sırla kaplanmış lamel plakaları ışığı daha iyi yansıtmak için dış tarafına beyaz bir yüzey sunan iki cam yapraktan oluşur. İç tarafında ise, panjurlar onları görmeye olanak sağlayacak şekilde karanlık bir yüz sunmaktadır. Nitekim parlaklık çelişkisi pozitif olmakta, içeriden dışarıya görüş mümkün iken, bunun tersi mümkün olmamaktadır.

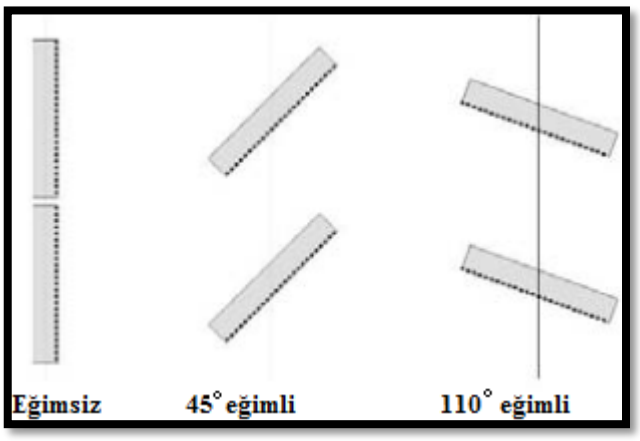
Gün-Işığının Denetim ve Yönetimi

Lamellerin eğilmesi, bir merkezi işlem ünitesi tarafından kontrol edilen motorlar tarafından yerine getirilir. Eğdirme kontrolü, aşağıda verilen çeşitli parametrelere göre yapılır:

- *Güneşin konumu (tarih ve saat olarak)*
- *Cephe yüzeyindeki lamellerin konumu (yönünün ve yüksekliğin belirlenmesi)*
- *Dış mekân duyargalarından (yatay aydınlık, rüzgâr hızı, yağmur, dış ortam sıcaklığı gibi) toplanan bilgiler*

Dış mekândaki yatay aydınlık değeri 25000 lüks'ten daha büyük olduğunda, lameller dış cephede kendi pozisyonuna göre konumlanırlar.

Eğer lameller güneşli bir mekânda yer alıyorsa ki burası, tarihle ve cephede asılı olan lamelin konumuyla doğrudan ilişkilidir, onlar güneş ışınlarının dik olduğu vaziyette eğik duracak şekildedir. Onlar, güneşten korunmayı sağlayacak şekilde, 0° ile 80° arasında eğimlerini değiştirirler. Eğer bu plakalar gölgeli bir bölgede bulunmaktalarsa ve eğer dış yatay aydınlık değeri 25.000 lüks'ten daha yüksek ise bunlar, ışık yansıtıcıları olarak çalışacak şekilde, ışığı nüfuz edecek pozisyonda yerleştirilirler (110°lik bir eğim ile). Şekil-10.42'de farklı kanat pozisyonları gösterilmektedir.



Şekil-10.42 *Farklı lamel pozisyonları [10]*

Yatay dış mekân aydınlığı 25000 lüksten daha düşük olduğunda, tüm lameller, bina içerisinde gün-ışığının nüfuz etmesine izin verecek şekilde aydınlığın yayılımına uygun konumda (110°lik eğimde) ayarlanır. Diğer çalışma şekilleri, bakım modu ve yangın esnasındaki alarm modu gibi aynı zamanda kontrol algoritmasına entegre edilmiştir (Şekil-10.43 ve 10.44).

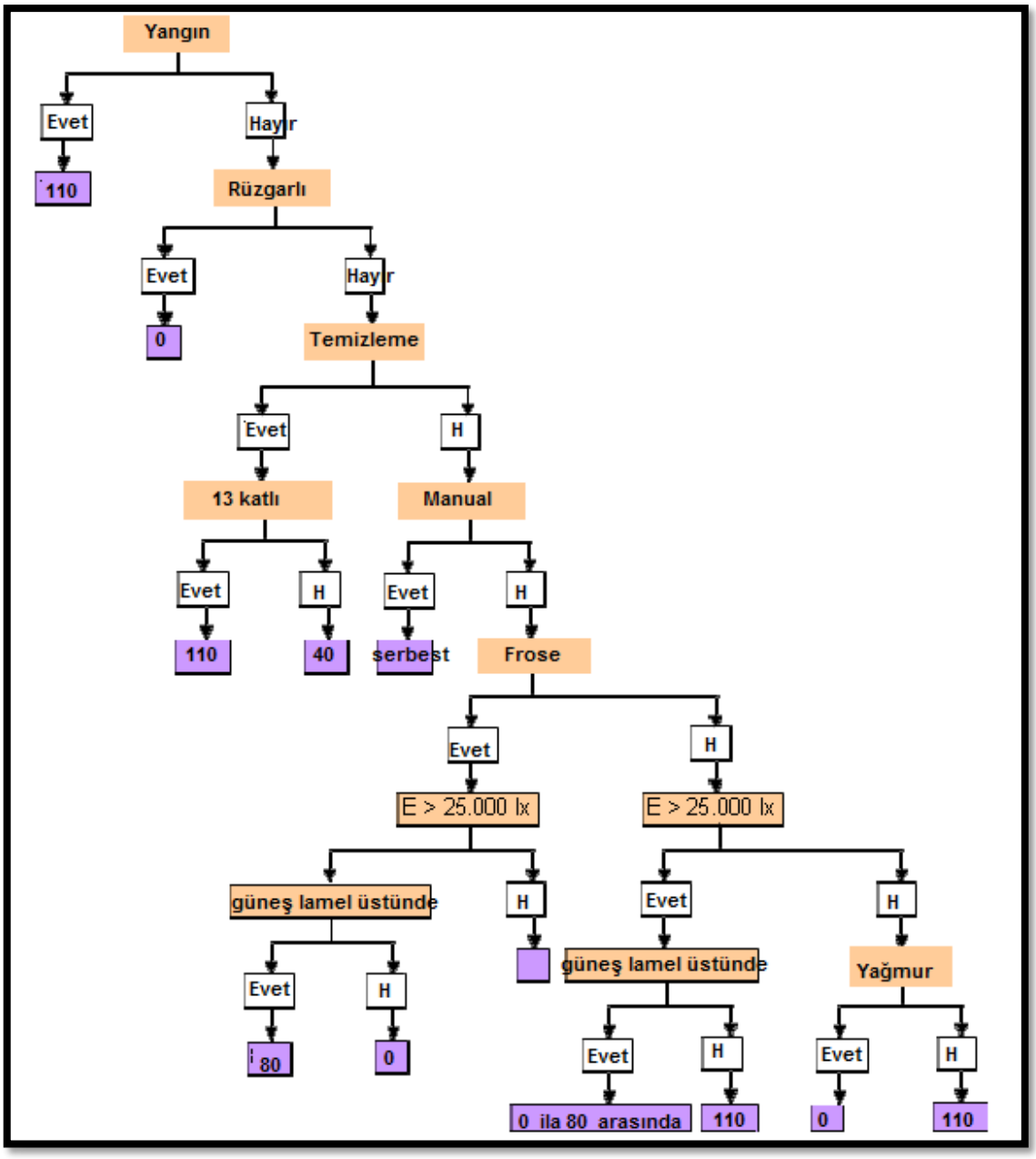


Şekil-10.43 *Yatay panjurlar – 90°lik eğimli*



Şekil-10.44 *Işık takipli panjurların konumu – 110°lik eğimli*

Lamellerin kontrol stratejisi Şekil-10.45 gösterildiği gibi bir açık döngü sistemi olarak düzenlenen bir yapıdadır.



Şekil-10.45 *Berlaymont Binası'nın gün ışığından yararlanan kontrol stratejisinin yapısı [2]*

Yapay Işıklandırmanın Denetim ve Yönetimi

Berlaymont Binası'ndai her ofisindeki yapay ışıklandırmanın kontrolü, aşağıda verilenlerin birer fonksiyonudur:

- *Bireysel bir anahtar: Her birer anahtar, içinde bulunduğu mekândaki armatürleri kontrol eder (Manuel Açık ve Manuel Kapalı)*
- *Yokluğun algılanması. Eğer ofis mekânlarında hiç kimse yoksa ışık her bir gecikmeden sonra kapatılır*
- *Gün-ışığından yararlanma seviyesi. Bir mekân (ofis) içindeki yapay aydınlatmanın aydınlık seviyesi, dış mekân aydınlık seviyesinin bir fonksiyonu halinde, otomatik olarak 00 lükse veya 500 lükse ayarlanır (bu değerler, gün-ışığı aydınlık değerleridir). Bu yapay aydınlatma kontrolü, binanın her yan cephesi için genel ayarlamaların bir fonksiyonudur. Tablo-10.14'te Berlaymont binasının aydınlatma kontrol sistemi özellikleri verilmiştir.*

Tablo-10.14 *Berlaymont binasının aydınlatma kontrol sistemi özellikleri*

Özellikler	*Sistem Özellikleri*
Stratejisi	*Sabit Aydınlık Kontrol Stratejisi* *Gün-ışığından Yararlanan Kontrol Stratejisi*
Entegrasyon seviyesi	*Seviye 3*
Mimarisi	*Tesis Kontrol Mimarisi*
Ağ yapısı	*Açık sistemler – Standart sistem*

Bina Bilgisi

Mimarı: P. Lallemand, S. Beckers, Berlaymont 2000
Binayı kiralayan: Avrupa Komisyonu
Yeri: Rue de la loi, nr 200, B-1000 Brüksel, Belçika.

10.6.3 Çizim 3: Intecom Projesi- Fransa

Intecom projesinin amacı, aydınlatma kontrolüne entegre edecek akıllı sistemler, güneşlikler ile iç mekân konforunu iyileştirecek HVAC uygulamaları ve enerji tüketimini azaltmayı başarmak idi. İyi bir entegrasyon sınırlı veri alışverişi yoluyla elde edilebilir. Bunun için üç uygulamadan mekân (ofis) düzeyindeki etkileşimler önem kazanır: HVAC, aydınlatma ve güneşlikler (panjurlar). Mekânlardaki konforu temin etmede ise aşağıdaki uygulamalar öne çıkmaktadır:

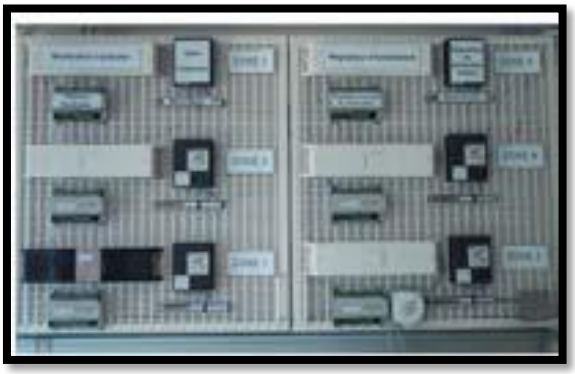
- *İstenen ısıl konforun sağlanması,*
- *İstenen aydınlık seviyesinin sağlanması,*
- *Parlamanın önlenmesi veya istenen kontrast düzeyinin sağlanması.*

Mekân kullanılmadığında, sadece enerji ekonomisi hedefinin yerine getirilmesi yeterlidir. Kontrol stratejileri ilk defa SIMBAD Bina HVAC araç kutusunu kullanan bir simülasyon tarafından değerlendirilmiştir. Uygulama, MATLAB/Simulink/Stateflow adlı genel amaçlı simülasyon aracı kullanılarak yapılmıştır. Bunun iki taklidi geliştirilmiştir, yani; bölge emülatörü ve bina emülatörü. Bina ve prototipleri arasındaki iletişim, Lonworks standart protokolü tarafından desteklenmiştir.

Bölge emülatörü bir fan bobin üniteli tek bir oda, elektronik balast ve ekranı perdeli bir armatürden oluşmaktadır (Şekil-10.46 – 47).



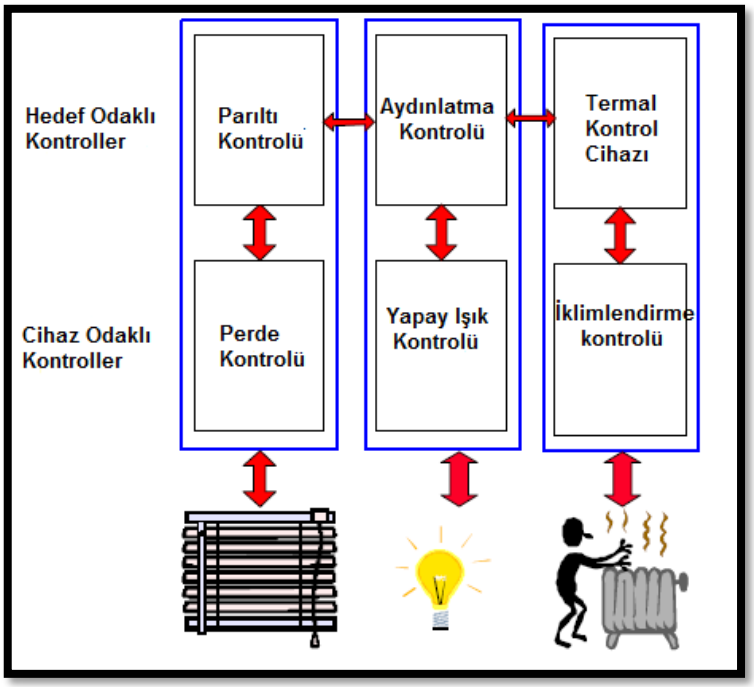
Şekil-10.46 *Bir bölge örneği*



Şekil-10.47 *Altı bölge örneği*

Bir bina emülatörü iklimlendirme için bir VAV sistemiyle altı-bölgeli bir binayı ve ışık ve perde ekipmanları için bölge emülatörü olarak aynı karakteristikleri kapsar. Aşağıdaki faktörler, denetleyiciler arasındaki iletişime ilişkin olarak öngörülebilir (Şekil-10.48):

- *Perde, yapay ışık veya HVAC sisteminin isteğine cevap verebilir,*
  - *— Işık kontrolörü daha fazla gün ışığı için perde talep edebilir,*
  - *— HVAC denetleyicisi, perdeden, güneşten olası kazanımları azaltmayı gerektirebilir.*
  - *— Uygulamalar arasındaki etkileşimler, değiştirilecek verinin türü ve miktarına bağlıdır.*



***Şekil-10.48** Amaca odaklı ve ekipman yönlendirmeli denetleyiciler arasındaki iletişim [10]*

Simülasyon çalışmaları göstermiştir ki:

- *Aydınlatma sistemi yalnızca bir karartma çalıştırıcısına sahip iken ışık ve güneşliklerin entegre kontrolü ile enerji tasarrufu ve görsel konfor için önemli bir potansiyel vardır.*
- *HVAC ve panjur uygulamalarının entegrasyonu herhangi bir büyük avantaj kazandırmaz*
- *HVAC, ışık ve güneşlik uygulamalarının entegrasyonu, yaz dönemleri esnasında %50'ye varan enerji tasarrufu yaptırabilir.*
- *HVAC, ışık ve panjur entegrasyonun uygulanması durumunda, yaz aylarında perde hareketlerinin sayısında bir artma eğilimi vardır. Bu ise çalışanlar tarafından genellikle kabul edilmez.*

Tablo-10.15'de İnterkom Projesi aydınlatma kontrol sisteminin özellikleri verilmektedir.

***Tablo-10.15** İnterkom Projesi – aydınlatma kontrol sistem özellikleri*

Özellikler	***Sistem Özellikleri***
Stratejisi	*Gerçek Doluluk Kontrol Stratejisi* *Sabit Aydınlık Kontrol Stratejisi* *Gün-ışığından Yararlanan Kontrol Stratejisi*
Entegrasyon seviyesi	*Seviye 3*
Mimarisi	*Tesis Kontrol Mimarisi*
Ağ yapısı	*Tescilli sistem*

10.6.4 Çizim 3: DAMEX projesi - Finlandiya

Bu projedeki amaç, günışığı kullanımını fazlalaştırarak bir ofis binasının enerji verimliliğini artırmak idi. Bu amaç, aydınlık duyargalarını, jaluzileri ve elektrik ışıklarını kapsayan ve tüm DALI taşıtlarına arayüzü olan entegre kontrol sistemi ile yerine getirilmiştir (Şekil-10.49).

Sistemin Karakteristik Özelliklerinin Kısa Açıklaması:

- *Güneşlikler ve ışıkların her ikisi, herhangi bir iç mekân ışık duyargası olmadan sadece dikey dış mekân ışık duyargası kullanılarak kontrol edildi.*
- *Ölçülen dikey cephe aydınlığına ve o anki tarih ile saate göre, Kontrol sistemi kullanılmak üzere önceden tespit edilmiş bir aydınlatma sahnesini seçer.*

Sistem belleğinde saklanan sahneler cihazları kontrol etmek için gerekli tüm bilgileri içerir.

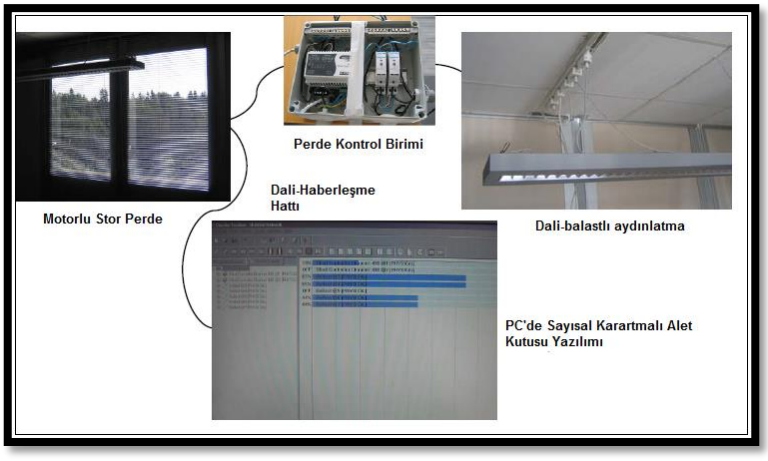
- *Sadece küçük bir enstrümantasyon gereklidir. Bu noktadaki prensip, aydınlatma sürecini modellemede gün ışığı ölçümlerini ve bilgisayar simülasyonlarını uygulamak ve daha sonra bu modeli kontrolde kullanmak olmuştur.*
- *Işık çıkış seviyeleri, ayrı ayrı her bir armatür veya lambadan ve de perde konumundan alınarak oluşturulmuş ve DALI programlama yazılımını kullanarak depolanmıştır. Önceden belirlenmiş sahneler gerçek gün-ışığı ölçümlerini ve aydınlatma yazılımını kullanarak oluşturulmuştur. Bir DALI sistemi, 16 farklı sahneyi depolama kabiliyetine sahiptir.*

Ölçümler iç aydınlatma ve pencere ışıklarının farklı gündüz durumlarında nasıl değiştiğine dair önemli bilgiler verdi. Önceden belirlenmiş sahneler, iç mekân aydınlık kapalı seviyelerini en üst düzeye çıkarmak için değil parlamayı en aza indirmek için seçildi. Perde açıları, pencerenin parlaklığını kabul edilebilir bir aralık içinde sabit tutmak için seçildi. Kontroldeki gecikmeler, yüksek güneş yoğunluğu ile dinamik günışığı durumlarında dayanılmaz hale gelecek parlamayı önlemek için yeteri kadar kısadır.

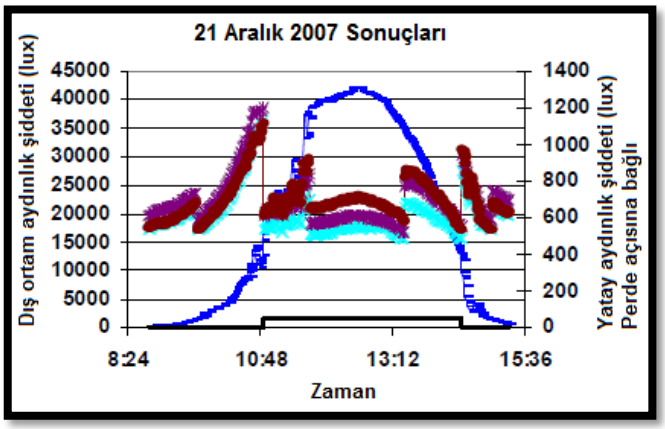
Sonuçlar, açıklanan sistemin, ofis binasında kullanıcılar için bir parlamaya yol açmadan, etkin bir şekilde gün ışığından yararlanmak için kullanılabileceğini gösterdi. Gün-ışığından kaynaklanan parlama, sıklıkla tasarrufu yani gün-ışığı yoluyla ulaşılabilirliği azaltır.

Bu sonuçlara ilişkin bir örnek, Şekil-10.50'de gösterilmiş olup buradaki ver, 21 Aralık günündeki bugün, yılın en kısa günüdür- ölçülmüştür. Parlama yüzünden mevcut perdeler, dikey aydınlık 16000 lüksü aştığında, sabah Saat 10: 51'de kapanırken dikey aydınlık 12000 lüksün altına düştüğünde, öğleden sonra Saat 14: 28'de açılırlar. Bu resim, dikey aydınlığı, iç mekânda bulunan yatay aydınlık duyargası verisini (orta eğriler) ve perdeleri (en alttaki eğri) gösterir.

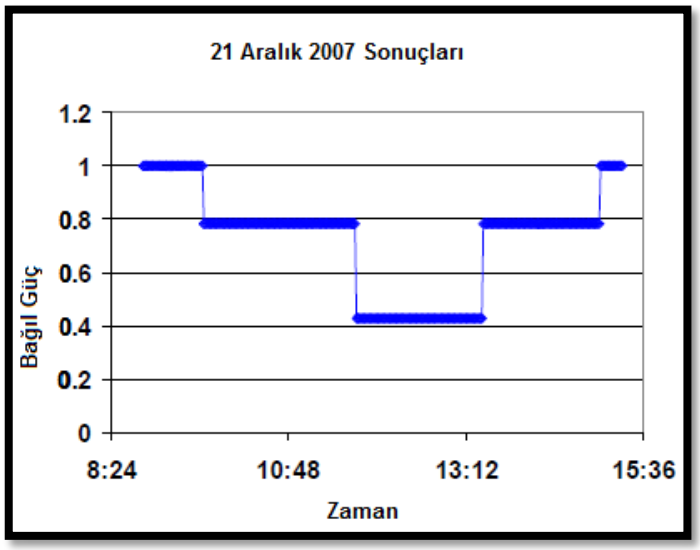
Bir gün süresince bağıl aydınlatma gücü, Şekil-10.51 gösterilmiştir. Öğle saatlerindeki minimum güç, %43 ve gece vakti değerinin ortalama gücü ise %73 olmuştur. Buradaki ana sonuç, Finlandiya ikliminde, aralık ayında bile, enerji tasarrufu elde etmenin mümkün olmasıdır. Günlerin daha fazla uzamış olduğu yaz aylarında, yapılan tasarruf, dikkat çekicidir; çünkü uygun bir perde kontrolüyle elektriksel ışık ihtiyacı, normal çalışma saatleri esnasında en az olacaktır.



Şekil-10.49 *DALI taşıtına arabirimle bağlanan entegre kontrol sistemi [10]*



Şekil-10.50 *Bir gün boyunca güneşliklerin (perdelerin) çalışmasını ve duyarga verilerini gösteren grafikler [10]*



Şekil-10.51 *Şekil-10.50'nin gün boyunca tükettiği elektrik gücündeki indirimler [10]*

10.7 SONUÇLAR

Aydınlatma, küresel olarak, binalardaki enerji tüketiminin önemli bir parçasıdır. Bu, konut sektöründe yıllık 5 ila 10 kWh/m²'yi temsil edebilir. Oysa değer üçüncül sektörde, yıllık 60 kWh/m²'den daha büyük bir değere erişebilir.

Aydınlatma tüketimi (ışık enerjisi kullanımı), verimli ışık kaynakları ile kolayca azaltılabilir. Enerji tüketiminden daha fazla kazanç, akıllı aydınlatma kontrol stratejileri ile elde edilebilir. Günümüzde, kontrolün en çok rastlanılan şekli (duvardaki standart anahtar), varlık (hareket) veya gün-ışığından yararlanmaya dayalı otomatik sistemlerle yer değiştirmektedir. Mekân kullanılmıyor iken (orada herhangi birisi bulunmuyor iken) ışık söndüren hareket duyargalarını en yaygın örnekleri boş-alan, zaman-tabanlı kontroller ile fotosel ilaveli karartma düzenekleridir. Bunların tümü, enerji tasarrufunda standart anahtarlardan daha etkilidir. Potansiyel kazançlar, bir toplam entegre çözüm (hareket artı gündüz artı HVAC) ile %10'dan başlayan ve basit bir saat ilavesi ile % 60'tan daha fazlaya ulaşan oranlarda değişmektedir. Ancak onlar teknik şartnameye uygun şekilde temin edilmemişse, düzgün olarak tesis edilmemiş ve bakımları zamanında yapılmamışsa her duyarga, ışıkları yanlışlıkla kapatabilecektir. Diğer yandan, eğer onlar iyi çalışmaktaysa binadaki enerji tasarrufu, konfor ve kullanımdaki kolaylık açısından, çalışana doğrudan bir fayda sağlayacaktır.

Bundan başka, bugünlerde akıllı pencereler ve akıllı otomatik panjur gibi yeni bileşen ve sistemler piyasaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, en son bileşen, önemli miktarda enerji tasarrufu elde edilmesini kolaylaştırmaktadır.

Ancak, gerçekte bunu gösterebilen hiçbir somut çalışma yoktur! Son olarak, aydınlatma yönetim/kontrol sistemleri BYS ile kolayca ilişkilendirilebilir. Diğerleriyle akıllı bir entegrasyonla teknik ekipmanlar (örneğin güneşlikler ve HVAC gibi), enerji tüketimini azaltabilir ve genel konforu artırabilir. Böyle bir çözüm bina yöneticisine, ihtiyaç duyulan zamanda ve yerde doğru miktarda ışığı temin etmesine yardım edebilir. Diğer yandan bu, iyi bir entegrasyon için devreyi yetkilendirme gerektiği için aydınlatma sisteminin karmaşıklığını artırır.

Aydınlatma otomasyon sistemlerinin kalibrasyonu, bu sistemler bina tesisatına bağlandığında eğer mümkünse bina kullanıma alındıktan ve bina teknik hizmet personelinin görev süreçlerindeki yetkileri belirlendikten sonra yapılmalıdır. İnşaat sektörü, aydınlatma kontrol sistemlerindeki beklenen ya da hiç çalışmayan anekdotlar ile hüküm sürer; çünkü onlar tesis müdürü veya çalışanlar tarafından anlaşılmadığı için yanlış şekilde monte edilmişlerdir. İşte, sistem ve elemanların süreçlerdeki çalışma yetki ve talimatları, söz konusu bu sorunları azaltacaktır.

10.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *EC (Avrupa Komisyonu) 2007. http://www.ec.europa.eu/comm/energy_transport/atlas/html/buildings.html*
2. *Floyd, D.B., Parker, D., 1995. Commissioning of a daylight-dimming lighting system. 3rd European Conference on Energy Efficient Lighting, Newcastle, UK, pp. 83–88.*
3. *IEA 2001. IEA Task 31 - Daylighting Buildings in the 21st Century, website http://www.iea-shc.org/task31/*
4. *IEA 2006. Uluslararası Enerji Ajansı. Light's Labour's Lost. IEA Basımları, Fransa.*
5. *Maniccia D, Rutledge B, Rea MS, Morrow W. 1999. Occupant control of manual lighting controls in private offices. Journal of the IES, 28(2):42-56.*
6. *Maniccia, Dorene and Allan Tweed 2000. Occupancy sensor simulations and energy analysis for commercial buildings. Troy, NY: Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute.*
7. *NBI 2003. Advanced Lighting Guidelines, New Building Institute Inc., 2003.*
8. *Rundquist, R. A., McDougall, T. G., and Benya, J. R. (1996). Lighting controls: Patterns for design.*
9. *Pleasant Hills, CA: Electric Power Research Institute.*
10. *Kaynak: http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45/guidebook/6_lighting%20control.pdf*

BÖLÜM-11
BİNA GÜVENLİK SİSTEM KONTROLLERİ

Hazırlayanlar
Hüseyin BULGURCU, Volkan ŞAHİN

11.1 GİRİŞ

Güvenlik kişi, kurum ya da kuruluşların içeriden veya dışarıdan gelebilecek tehdit, taciz, sabotaj, yangın gibi olaylara karşı alınacak tedbirler zincirine denir. Güvenlik kavramı insanoğlunun varoluşundan beri ihtiyaçlar hiyerarşisinin ve yaşama içgüdüsünün ilk basamaklarında yer almıştır. Güvenlik ihtiyacı karşılanmamış hiçbir birey daha üst basamaklara, yani sosyalleşmeye, iş ve özel hayatında mutluluğa ve kişisel gelişimini tamamlama başarısına erişemez. Bu yüzden güvenlik kavramı insanlar açısından gün geçtikçe daha da önem kazanmakta ve güvenlik tedbirleri arttırılmaktadır.

Binalarda alınan fiziki güvenlik sistemlerinin amaçları:

- *Binalara yetkisiz ve kötü niyetli kişilerin izinsiz olarak girişinin engellenmesi*
- *Suç odaklarının, daha suç işlemeden önce hazırlık evresinde bilgi toplama imkânlarının engellenmesi*
- *Varlıklara ve faaliyetlere yönelik suç girişimlerinin caydırılması ve caydırma başarılı olmazsa suçların delillendirilmesi*

Binalardaki standart fiziki güvenlik sistemleri; Geçiş Kontrol Sistemleri, Alarm Sistemi, Kapalı Devre Kamera Sistemi (CCTV), Çevre Güvenlik Sistemi, Yangın Alarm Sistemleri ve diğer güvenlik teçhizatından oluşur.

11.2 BİNALAR İÇİN GİRİŞ KONTROL KLAVUZU

Giriş kontrol sistemleri, modern binalarda giriş ve çıkışların denetimli ve izlenebilir olarak yapılması, kilit altında tutulması gereken yerler için anahtar kullanımının azaltılması, CCTV (kapalı devre televizyon) ve diğer güvenlik sistemleri ile birleştirilerek bina güvenlik yönetiminin üst düzeyde sağlanması için kullanılırlar.

Giriş kontrol sistemlerinde personel ve ziyaretçi veri tabanlarının tutulmasını ve güvenlik senaryolarının uygulanmasını sağlayan güvenlik yönetim yazılımları kullanılmaktadır.

Giriş kontrol sistemleri; erişim kontrol sistemleri, kartlı geçiş, personel devam kontrol sistemleri, turnikeli geçiş sistemleri, el ve kapı tipi dedektörler, X-Ray cihazları, kart basma saatleri, kart baskı sistemlerini ve otel kapı sistemlerini kapsar.



***Şekil-11.1** Binalarda şifreli giriş kontrolü [1]*

Bir bina ya da alana girmek için bir kimseye izin verilmesi gerekiyorsa ve bu personel için giriş şifresi ve / veya kilitlerin kullanımının yanı sıra giriş kısmındaki güvenlik elemanları aracılığıyla da yapılabilir. Bazı giriş kontrol sistemleri, sesli tanıma gibi yüksek teknoloji özellikleri, parmak izi tarayıcıları ve retina

taramalarının yanı sıra anahtar kartları gibi diğer eski cihazları da içerebilir. Temin edilebilecek birçok farklı türleri vardır ve seçim hayalinizdeki bina türüne bağlı olacaktır.

Güvenlik binaların birçok türleri için önemlidir ve bir değerli bir yatırım olabilir. Bu sizin ihtiyaçlarınıza uygun olanı bulmak için piyasada bulunan çeşitli cihazların özelliklerini araştırmakla vakit geçirmek iyi bir fikirdir. Süreçte size para tasarrufu, para için mümkün olan en iyi anlaşmayı ve değeri bulmak için fiyat karşılaştırması yapın.

11.3 KAPALI DEVRE TV SİSTEMLERİ

CCTV İngilizce' den "Close Circuit TeleVision" sözcüklerinin baş harflerinin bir araya gelmesi ile oluşan, Türkçe anlamı "Kapalı Devre Televizyon Sistemi" olarak tanımlanan kamera sistemidir. Bilindiği üzere Televizyon sistemleri belirli bir merkezden alınan ses ve görüntü sinyalinin çeşitli alıcı çeşitleri ile birçok kişiye aktarılmasıdır. CCTV bu sistemden farklı olarak izleme yapılacak olan bölgelere yerleştirilen kameralardan alınan görüntülerin lokal bir bölgede, herkes tarafından erişimin olmadığı sadece yetkili kişilerin izlemesine izin veren bir sistemdir.

Bir ev sahibi zarara neden olma ya da saldırganlık (vandalizm) durumunda olduğu gibi, hasara neden suçluları caydırmak amacıyla bir kapalı devre TV kamera kurmak isteyebilir. Bir suç durumu oluşursa, daha sonra görüntülerin faili belirlemesi ve mahkûm edilebilmesi için yararlı olabilir ve mahkemede delil olarak kullanılabilir. Kapalı devre TV'nin özellikleri, bir ev sahibinin kendisini daha güvenli hissetmesine neden sağlayabilir ve değerli bir yatırım olabilir.

Kapalı Devre TV, dükkânlar, bankalar, hastaneler ve okullar da dâhil olmak üzere birçok ticari ve kamu kuruluşlarında yaygın olarak kullanılır. Bu oluşabilecek suçların önlenmesi ve teşhisi için yardımcı olur ve özellikle perakende mağazalarında insanların çalmış olduğu nesnelerin denetlenmesi, örnek olarak zararın ve çalışanların kasaya dalmalarının önlenmesi için uygundur.

Giriş kontrolü, yaygın olarak kullanılan binalarda bir diğer tip güvenlik kontrolüdür ve kapalı devre TV kullanımını iyi bir şekilde tamamlayabilir. Teknoloji bir binanın belli bir kısmına seçici giriş sağlar ve yalnızca onaylanmış insanların girişine izin verir. Bu uygulama, içerde veya dışarıda insanların güvenliği için çok önemli olduğu cezaevleri ve hükümet binaları gibi yerlerde yaygındır.

Bina ve tesislerin güvenlik amacıyla izlenmesi ve kayıt altına alınması için kullanılan IP Kapalı Devre TV Sistemleri, güvenliğin yanı sıra satış amaçlı süreçlerin kontrolü ve iş geliştirme gibi alanlarda da kullanımı oldukça yaygınlaşmış olan temel güvenlik çözümlerinden biridir.



***Şekil-11.2** Kapalı devre TV (CCTV) uygulaması [1]*

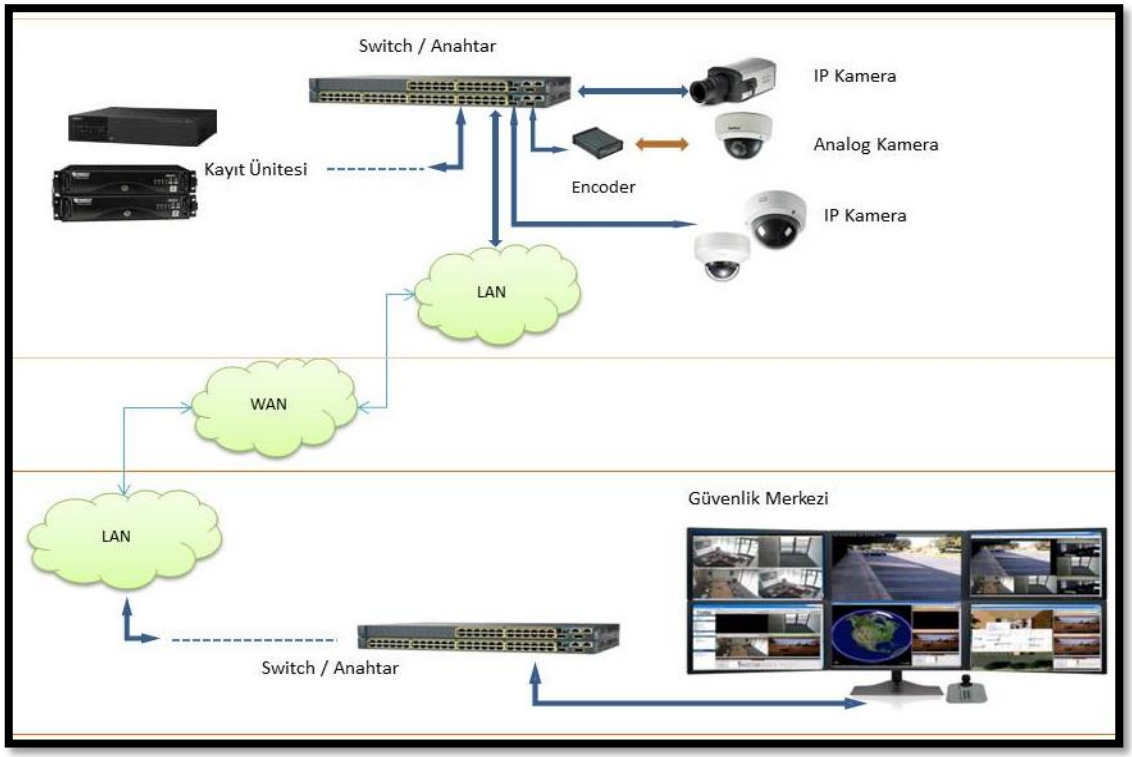
Güvenlik amaçlı kurulan Kapalı Devre TV Sistemleri, genel olarak binaya giriş ve çıkışların ve ortak kullanım alanlarının izlenmesi ile birlikte sirkülasyonun kontrol altında tutulması ve denetlenmesi için kayıt amacıyla kullanılmaktadır. Günümüz teknolojisi bu sisteme aynı zamanda yerel ve uzak mekânlardaki görüntüleri izleme ve kayıt altına alma imkânı sağlamaktadır.



Şekil-11.3 *Kapalı devre TV sistemi [1]*

Teknolojinin hızla gelişmesi ile günümüzde Kapalı Devre TV Sistemleri, güvenlik amacının yanı sıra; satış, personel performansı kontrolü, iş geliştirme gibi farklı fonksiyonları denetleme amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. Kapalı Devre TV Sistemi tek bir noktadan farklı mekânları izleyip kayıt altına alabileceği gibi.

Kapalı Devre TV Sistemleri portföyünde geniş bir ürün yelpazesi kullanılmaktadır. Müşterinin ihtiyacı ve bütçesi doğrultusunda; sistem, ekonomik analog kameralardan yüksek çözünürlüklü IP kameralara; Dijital Kayıt Cihazından, LAN/ WAN uyumlu video iletim sistemlerine her tip ve büyüklükte tasarlanabilir. Bu sistemler, Hırsız Alarm, Çevre Güvenlik, Yangın Alarm ve Geçiş Kontrol Sistemleri dışında, POS cihazı, para sayma makineleri vb. uyumlu edilebilir.



Şekil-11.4 *Kapalı devre TV sistemi mimarisi [1]*

Altyapı ve işletme maliyetlerindeki avantajlarından, çeşitliliğinden ve görüntü kalitesinden dolayı tüm üreticilerin ARGE yatırımlarını hızlandırdığı IP tabanlı sistemler, kurumların bilgisayar ağ yapılarının artık yüzlerce kameradan gelen veriyi taşıyabilecek kadar güçlenmiş olması ve IP kameraların sunmakta olduğu kaliteli görüntünün, güvenlik birimlerinin işlerini daha verimli yapmalarına yardımcı olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Birden fazla lokasyona giriş yapabilecek, giriş yapan kişilerin IP Kapalı Devre TV Sistemleri Sistemine ait kameralar vasıtasıyla güvenlik kontrol noktalarında; bina turnike girişlerinde, bina resepsiyon geçişlerinde, bina içindeki yetkiye bağlı insan sirkülasyonunun tanımlanmasında geçiş yetkileri "Yüz Tanıma Sistemi" ile sağlanabilmektedir. Yüz Tanıma Sisteminin kullanıldığı başlıca alanlar; bina, yerleşke, stadyum, mağaza, önemli merkezler vb.

Kara listeye alınmış kişilerin tespit edilerek güvenlik odasındaki operatörün ekranına sesli ve görsel ikaz düşmesini sağlar.

DVR, NVR ve Hibrit DVR'ların dâhil olduğu Dijital Kayıt & Görüntü İletim Sistemlerinde, kameraların özelliklerinin ortama en uygun olanının seçilmesinden daha önemli olan, bu kameralardan gelen görüntülerin kayıt altına alınması, gerektiğinde kayıtların izlenmesi, network ile cihaza herhangi bir noktadan bağlanarak gereken kayıtların görüntülenmesi ve istendiğinde görüntülerin transfer edilebilmesidir.

Fiber Optik İletişim Sistemleri ve Video Network ise; Kapalı Devre TV sistemlerinin kablolama alt yapısı ile birlikte; alarm, kontrol ve her türlü veri sinyallerinin, yüksek kalitede, uzak mesafelere, güvenli şekilde taşınması ve aynı şekilde sahadan gelen bilgilerin merkezde birleştirilerek değerlendirilmesini sağlamaktadır.

11.3.1 Kullanım Alanları

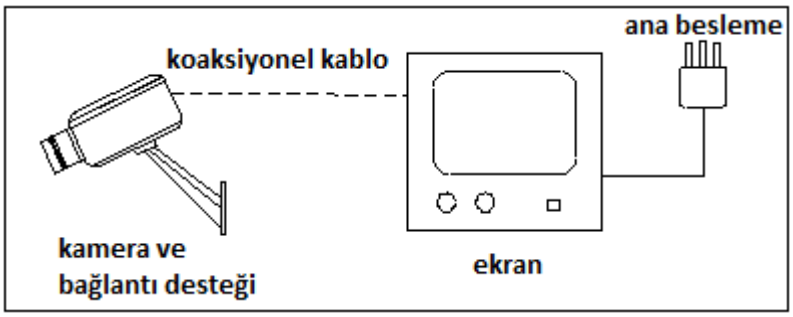
Daha çok güvenlik amaçlı kullanılan sistemin en çok kamu kurumlarında, bankalarda, büyük fabrikalarda, hastaneler ve mağazalarda kullanılabilmektedir. Kullanım alanlarını sınırlandırmak pek doğru olmaz. Çünkü güvenliğinizi gerektiren her alanda kullanabilirsiniz. Örneğin; evinizde, çocuklarınızın bakıcılarını kontrol etmek amacıyla bile kullanabilirsiniz. Ya da büyük bir bahçeniz var, güvenlik ve kontrol amaçlı kullanabilirsiniz. Bu sayede birçok işlenebilecek suçlar için de fazlasıyla caydırıcı özelliğe sahip. Son zamanlarda CCTV sistemleri eğitim amaçlı da kullanılmaktadır. Başlıca kullanım alanlarını şöyle sıralayabiliriz.

- *Şehir izleme sistemlerinde kullanılır. Bu sistem günümüz de "Mobese" diye bilinmektedir. Mobese sistemlerin de yüzlerce kamera bulunabilmektedir. Böylelikle köprü, yol ve kavşaklarda trafik durumunu izleyip, kayıt altına alabiliriz.*
- *İşverenlerin işyerlerini, çalışma ortamını ve çalışanlarını izleyebilmesi,*
- *Gizli kamera olarak kullanılması,*
- *Tiyatro, stadyum, konser alanı gibi alanlarda gösterinin herkes tarafından izlenilebilmesi için kullanılır,*
- *Infrared aydınlatma il karanlıkta insan gözünün görmediği görüntü yakalayabilmesinden dolayı kullanılır.*

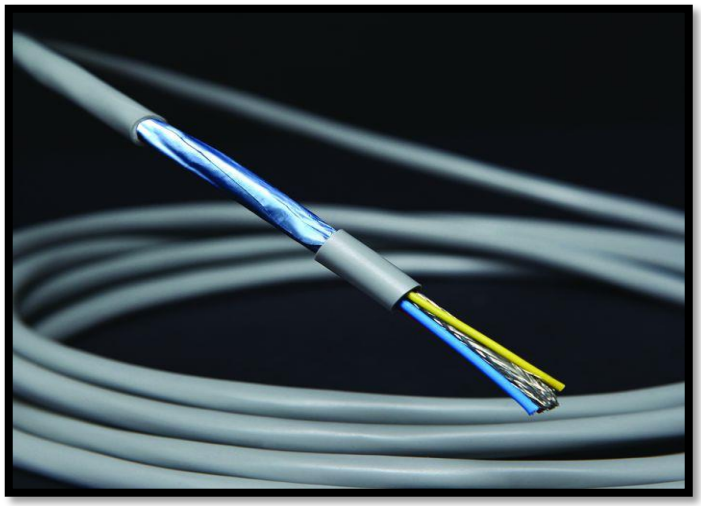
11.3.2 CCTV Sistemi

Görüntü sinyali kameralardan alınır. Sinyal monitöre taşınırken CCTV kablo, koaksiyel kablo, fiber kablo, kablosuz alıcı verici üniteler veya link sistemi gibi taşıma yöntemleri ile taşınabilir. Bazı kameralar gücünü taşıma kablolarından alırken bazıları da şebeke geriliminden alır. Eğer kablolu bağlantı ile sinyal taşımayı seçerseniz şu malzemelerle sisteminizi kolayca oluşturabilirsiniz.

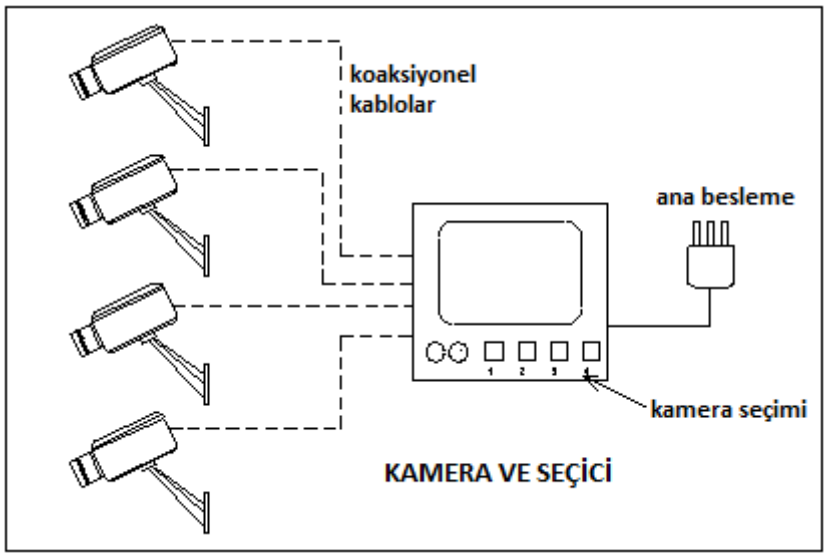
- *Kamera*
- *Monitör (AV girişli Televizyonda olur)*
- *Lens*
- *Kablo*
- *BNC Konektör*



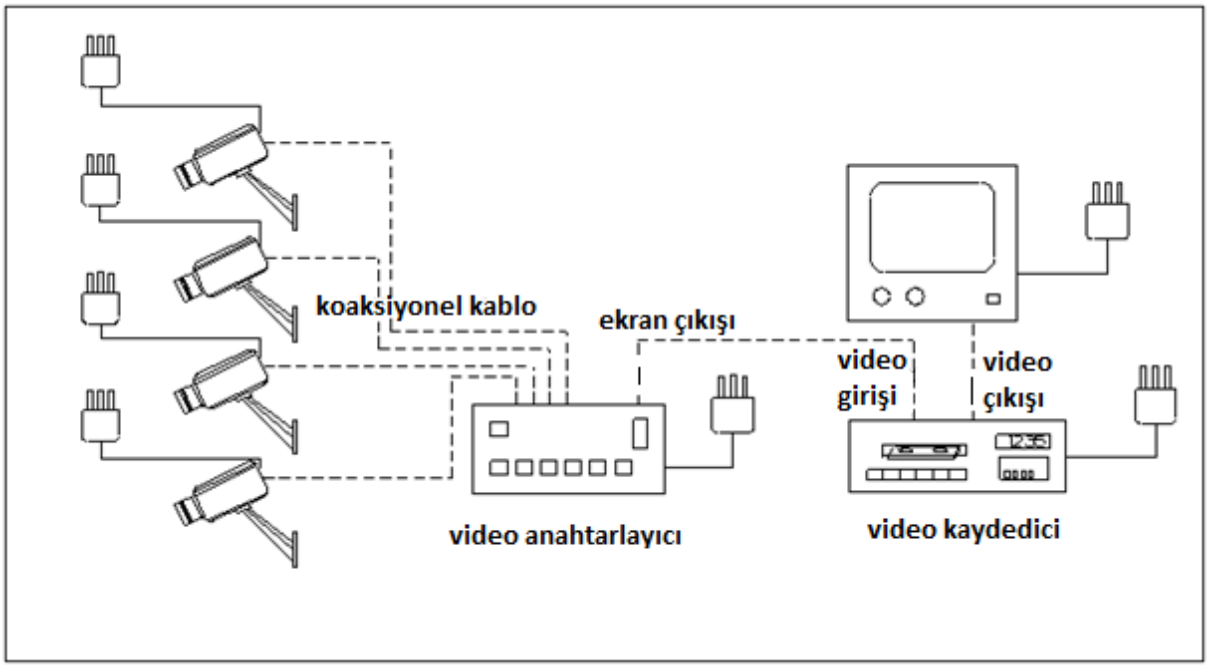
Şekil-11.5 *Basit ve Hat enerjili kamera sistemi [2]*



Şekil-11.6 *CCTV sistemler için özel kablo gerekmektedir [2]*



Şekil-11.7 *Dörtlü ve hat enerjili kamera sistemi [2]*



Şekil-11.8 *Çoklu ve şebeke enerjili kamera sistemi [3]*

Görüntüleri kamera sayısı ve ihtiyaca göre farklı şekillerde takip edebiliriz. Bu izleme türleri swich, quad, multiplexer 'dir.

- *Swich: Seçilen kamerayı izleme*
- *Quad: Ekranda dörtlü ya da sekizli izleme*
- *Multiplexer: Ekranda dokuzlu ya da onaltılık izleme*

11.3.3 Kullanım Alanlarına Göre CCTV Kameralar

CCTV Güvenlik Kameraları: Kameraların kullanım amacı çeşitli nedenlerle görülmesi istenilen bir bölgenin görüntüsünü video sinyaline çevrilerek direk veya endirekt (anahtarlama üniteleri üzerinden) olarak monitöre aktarmaktır. Siyah-beyaz ve renkli olmak üzere iki kategoriye ayrılan kameraların, kullanım amaçlarına göre de birçok tipi bulunmaktadır.



Şekil-11.9 *Gece görüş özelliğine sahip kamera [1]*

11.3.3.1 Renkli Kameralar

Güvenlik kameralarının bu modeli Alışveriş merkezleri, mağazalar, marketler, döviz büroları gibi halka açık ve yoğunluğun fazla olduğu, ışık oranlarının da gözle görülebilir seviyede veya fazla olduğu mekânlarda kullanılır. Burada amaç kişiyi renk ve kıyafetlerine göre tespit etmek, ürün takibini ve reyonları renklerine göre ayırt edebilmektir. Bu nedenle halka açık yerlerde renkli sistemlerin kullanılmasında yarar vardır.

11.3.3.2 Siyah/Beyaz Kameralar

Daha ağırlıklı dış alan gözetimi, garaj, depo gibi loş alanlarda kullanılır. Ayrıca renkli kameraların kullanılabileceği bütün alanlarda kullanılabilir. Siyah/Beyaz kamera sistemleri renk ayrımı ihtiyacı hissetmediğinden renkli sistemlere oranla daha az ışığa ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzden ışık oranının az olduğu noktalarda Siyah/Beyaz kameralar tercih edilir.

Günümüzde artık renksiz siyah beyaz güvenlik kamerası bulmak neredeyse imkânsız durumdadır. Gece görüş performansları nedeni ile aranan bu siyah beyaz kameraları bulmak imkânsız gibidir.



Şekil-11.10 *Siyah-beyaz kamera [1]*

11.3.3.3 Gece/Gündüz Kameralar (Gece görüşlü kameralar)

Adından da anlaşılabileceği gibi gündüzleri renkli, hava kararmasından sonra ise (ışık seviyesinin belli bir lüks (lux) değerinin altına düşmesinden sonra) siyah/beyaz konumuna geçen kameralardır. Hem iç hem dış mekân uygulamaları için idealdir. Kalite ve görüntü kalitesi bakımından çok iyi durumda olan kameraların kullanılmasını tavsiye edilir. Günümüzde Day/Night Denilen kameralar bu kameralardır.

11.3.3.4 Dome ve Kart Kameralar

Az yer kaplayan yapıdadırlar. Dome kamera yarım bir fanus içindedir. Üzerindeki lens ile (Genel olarak 2.8, 3.6, 4mm Lens bulunur.) montaja hazır haldedir. Montaj ayağı gerekmez. Aşağıda resmi bulunan dome kamera daha kubbeye benzeyen bir yapıya sahip oldukları için dome kamera adını almışlardır.



Şekil-11.11 *Dome kameralar [1]*

Kart kameralarda ise devre açıktadır ya da ufak bir kutunun içinde olabilir. Hassas cihazlardır. Pinhole lensli ya da normal lensli olarak piyasada bulunabilir. Gizli izlemeler genelde bu kameralar ile yapılmaktadır. Her iki üründe genel olarak adaptör ile kullanılır. Bahse konu bu iki kamera modeli daha ziyade ofis ortamları gibi nem, su, toz vb. dış etkenlerin az olduğu bölgelerde kullanılır. Günümüzde kart kameralar neredeyse hiç kullanılmamaktadırlar.

11.3.3.5 Speed Dome Kameralar

Fanus içinde yüksek hızda hareket edebilen, alternatif oranlarda optik ve dijital zoom yapabilen özel kameralardır. Geçen her gün boyutları daha da küçülmektedir ve estetik görünümlüdür. Özellikle alışveriş merkezleri, mağazalar, süper marketler gibi halka açık ve yoğunluğun fazla olduğu alanlarda kullanılır. Programlanabilir yapıları ile hareket nokta ve turları ayarlanabilir. Ayrıca belirli noktalara sabitlenmiş ve zoomlanmış görüntü pozisyonları preset olarak hafızaya yüklenmekte ve istenilen kamera otomatik olarak bu noktalara odaklanmaktadır.

Günümüzde bu kameralara mobese sistemlerinde çok kullanıldığından dolayı halk arasında daha çok mobese kamerası da denilmektedir. Aşağıda bir speed dome kameranın resmini görebilirsiniz.



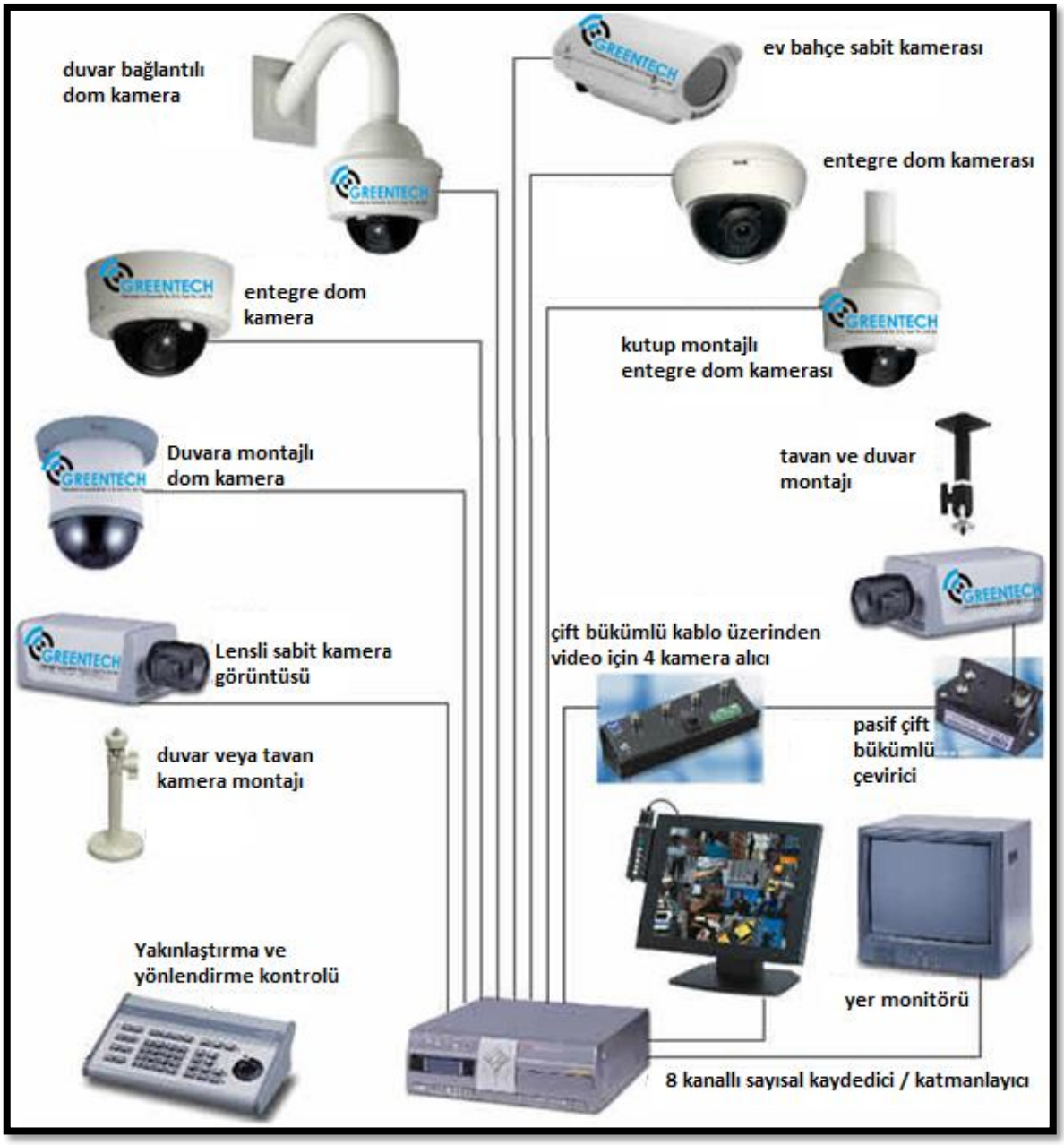
Şekil-11.12 *Speed Dome Kameralar [1]*

11.3.4 Basit Bir CCTV Güvenlik Kamera Sistemi Kurulumu İçin Gerekli Parçalar

Basit bir CCTV Kamera Sistemi Kurulması İçin Gerekli parçalar;

- *Güvenlik kamerası*
- *Güvenlik kamerası lensi*
- *Güvenlik kamerası adaptörü*
- *Güvenlik kamerası BNC jak'ı*
- *Güvenlik kamerası power jak'ı*
- *Görüntü kayıt kartı veya dijital kayıt cihazı (DVR, DMR)*
- *İç ortam veya dış ortam muhafazası*
- *İç ortam veya dış ortam muhafaza ayağı*
- *Alınan ölçüler doğrultusunda kablo*

Kapalı devre TV dünyada birçok gelişmiş ülkede kamu ve işletmelere büyük ölçüde güvenlik ve emniyet faydaları olan yaygın uygulamadır. Kameralar konut ve ticari özellikleri için tesis edilebileceği gibi, her biri kamu binalarına için uygun farklı türleri de mevcuttur.



Şekil-11.13 *CCTV çalışma diyagramı [1]*

11.3.5 Kapalı Devre TV Sistemleri Güvenlik Yazılımları

Video Yönetimi Yazılımı, kapalı devre TV Sistemlerinin tamamını yönetmekte kullanabilen çok yönlü bir yazılımdır. Ağda herhangi bir yerden, uzaktan, düşük bant genişlikli WAN bağlantısı ile dahi ulaşılabilen bir çözüm olmasının yanında aynı zamanda, Yangın alarm ve kartlı geçiş sistemlerinin yanı sıra ATM ve POS terminalleri de dâhil diğer tüm güvenlik altyapılarıyla arabirim işlevi görecek bir çözümdür.

HD geniş ekran da dâhil olmak üzere 2048 x 1536 piksele (3MP) kadar bütün çözünürlüklerde canlı görüntüleme ve kaydı destekler. Ölçeklendirilebilir, kullanıcı dostu GUI ile birden fazla uzak istasyondan alınan görüntüler tek bilgisayardan (uzaktan izleme ve yönetim istasyonu) görüntülenebilir; böylece güvenlik yöneticileri, WAN bağlantılı uzak istasyonlar üzerinden dahi çeşitli konumları eşzamanlı olarak izleyebilir. Sistem, alarmlara yanıt verecek, daha yüksek kalitede kayıt yapacak ve görüntü veya mesajları doğrudan güvenlik personeline gönderecek şekilde programlanabilmektedir.



Şekil-11.14 *Kapalı devre TV sistemi yazılımları [4]*

Grafik zaman kontrolü kullanan arama ve gezinme işlevleri sayesinde kayıttan izleme oldukça kolaydır. Farklı istasyonlardan farklı kayıtları aynı anda ve tek bir arabirimde senkronize edilmiş biçimde izlenebilmektedir. Kayıtlar güvenli bir şekilde arşivlenebilir ve video klip olarak alınabilir, ayrıca, harici disk dizileri ve NAS (Ağa Bağlı Depolama Alanı) gibi çeşitli depolama aygıtları üzerine yedeklenebilmektedir.

11.3.6 Kapalı Devre TV Sistemleri (CCTV) ve Video Kontrol

Kameralar ve bunlara bağlı kayıt/kontrol donanımları çeşitli maksatlarla izlenmek istenilen mahallerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Video sistemlerinin en önemli amacı gelişen olayları izleyerek veya alarm sistemleri vasıtasıyla anında tespit etmek ve müdahale etmek olmakla birlikte yapılan kayıtları izleyerek daha sonradan olaylardan haberdar olmak ve delil elde etmek de mümkündür.

Yaygın olarak bilinen adıyla Kapalı Devre Televizyon (CCTV) sistemlerine bilgisayar ve network teknolojisinin devreye girmesiyle birlikte özel kablo ve kontrol donanımları kullanılması gereği ortana kalkmış ve açık bir platform haline dönüşmüştür. Video sistemlerinin diğer güvenlik, geçiş kontrol sistemleri ve bina kontrol sistemleriyle entegrasyonu kolaylaşmış hatta talep edilir hale gelmiştir.

Kameralar sadece videonun izlenmesi ve kaydedilmesi ile kalmayıp bir takım yazılım ve donanımların eklenmesiyle operatör müdahalesine gerek kalmadan alarmlar üretebilir, çeşitli obje ve plakaları tespit edebilir hale gelmiştir. Kameraların değişik sektörlerde güvenlik ve güvenlik dışı maksatlarla kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır:

- *Akıllı Video İçerik Analizi Sistemleri*
- *İnsan Sayma ve Raporlama Sistemleri*
- *Plaka Tanıma Sistemleri*



Şekil-11.15 *Plaka tanıyan kamera uygulaması [1]*

11.4 ÇEVRE GÜVENLİK SİSTEMLERİ

Korunmak istenen bölgenin en dış bölgesine kurulan çevre güvenlik kontrol sistemleri, bu sayede geniş bir güvenli alan oluşmasını sağlar. Bahçe, duvar veya çit gibi alanın en dış sınırını belirleyen hat boyunca kurulan bu sistem, izinsiz giriş için kişinin yapıya kadar gelmesine izin vermez ve tehdidin en uzak noktada fark edilmesini sağlar. Diğer elektronik güvenlik sistemleriyle uyumlu olarak kullanılabilen çevre güvenlik sistemler, böylelikle izinsiz giriş yapan kişi veya kişilerin eşzamanlı izlenmesine ve görüntülerin kayıt altına alınmasına imkân tanır. Şüpheli herhangi bir durumun sonradan incelenebilmesi için kayıtların arşivlenmesini sağlayan uyumlu sistemler, çevre güvenliğinin en düzeye çıkmasına yardımcı olur. Yangın algılama sitemleriyle birlikte; analog adresli, akıllı (intelligent) adresli ve konvansiyonel uygulamalarla uyumlu olarak çalışabilir.

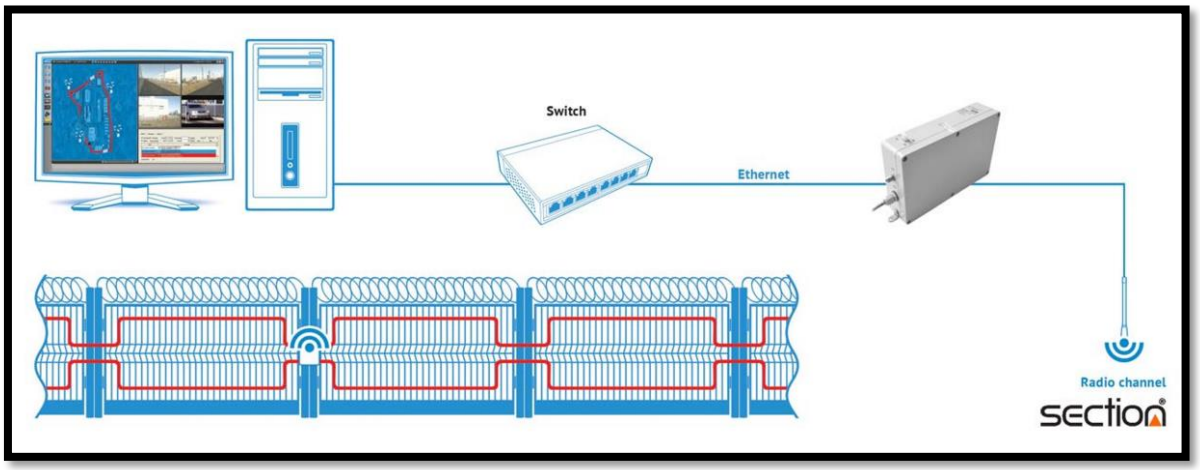
Özel mülkiyet sınırlarının korunmasını sağlayan çevre güvenlik sistemleri muhtemel sızma ve hırsızlık gibi girişimlerin eşzamanlı bir şekilde algılanmasını ve girişim tehdit boyutu kazanmadan önlenmesini sağlar. Sistemin kapalı devre görüntüleme sistemleriyle uyumlu olarak kullanılması halinde sınırın izinsiz aşılması ile kameralar sayesinde olayın kayıt altına alınması da mümkün olur. İhtiyaca bağlı olarak birçok farklı sistem bir arada, tek veya ikili olarak kullanılabilir.

İstenen bölgenin uzaktan, etkin bir şekilde ve eşzamanlı olarak denetlenmesine olanak tanıyan çevre güvenlik sistemleri; enerji santralleri, havalimanları, askeri tesisler, müstakil araziler, rafineriler, depolar, fabrikalar, petrokimya tesisleri ve tüm diğer endüstriyel tesislerde kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistemlerin otopark ve parklarda da açık hava şartlarından etkilenmeden kullanılması mümkündür. Açık alan korumasında ideal seçim oldukları söylenebilir.

Toprak altına, çevre çit ve duvarına kurulan algılayıcı elemanlar sayesinde verinin kontrol merkezine ulaşmasını sağlayan çevre güvenlik sistemlerinin istenen bilgisayarlara bağlanarak kullanımı da mümkündür. Kurulum yapılacak arazinin bitki örtüsü, iklimsel şartlar, hava koşulları ve yapıların fiziksel niteliklerine göre üç farklı sistem seçeneği bulunmaktadır.

Profesyonel çevre güvenlik sistemleri, çevresinde fiziki güvenlik önlemi alınmış (Duvar, tel çit, demir parmaklık vb.) ve çevre güvenliğinin ön plana çıktığı tüm taşınmaz mülklerde (Villa kentlerde, villalarda, toplu konutlarda, fabrika, depo, askeri karargâh, sınır karakollarında, cezaevlerinde, konsolosluklarda vs.) kurulabilir.

Eski sistemde çevre güvenlik sistemlerinde en küçük bölge 300 metre uzunluğundaydı ve bu bölgeler tamamen donanım maliyeti ile oluşturulmaktaydı.



Şekil-11.16 *Çevre Güvenlik Sistemi [5]*

Davetsiz misafirler taciz ettiği nokta yerine, 300 metre gibi geniş bir alanda içinde aranmak durumunda kalıyordu. Mutlu sonuca ulaşan genellikle davetsiz misafirler oluyordu.

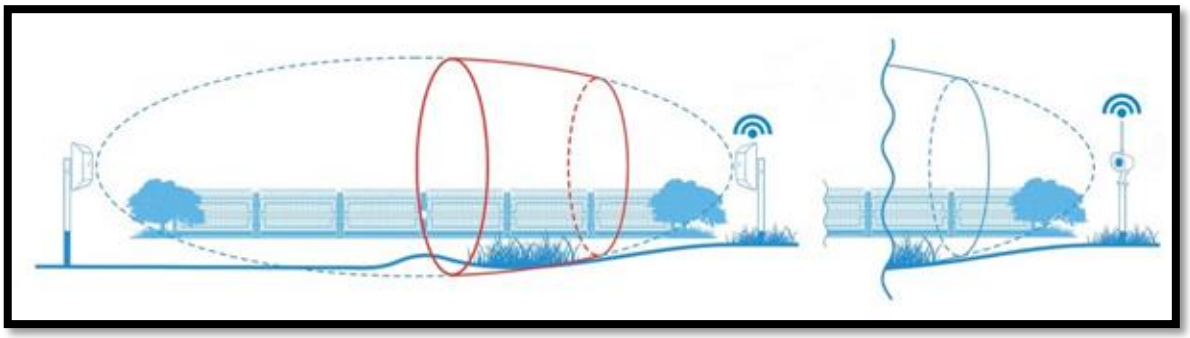
Günümüzde çevre güvenlik sistemi en küçük bölgeyi dahi kontrol altına almayı başarmış ve dünyada çok tercih edilen çevre güvenlik sistemleri bulunmaktadır.

Çevre güvenlik sistemi, fiziki çevre güvenlik sistemi (Duvar, tel çit, demir parmaklık vb.) yerleştirilen akıllı duyargalar ve akıllı kablo aracılığıyla kesmeye, tırmanmaya ve izinsiz geçişlere yönelik hareketleri algılamaya yarayan bir erken uyarı sistemdir.

Davetsiz misafirin taciz ettiği nokta çevre güvenlik sistemi monitörü üzerinde kurulu sanal haritadan (görsel ve ses ile) en fazla 3 metre yanılgı payı ile alarm olarak alınır.

Aynı anda bu sisteme uyumlu kurulmuş olan kamera sistemi sayesinde olay mahalline en yakın kamera, gelen alarm ile otomatik tetiklenerek sorun olan noktaya zoom yapar. Davetsiz misafirler CCTV monitöründe net bir şekilde görüntülenirken aynı zamanda dijital ortamda otomatik olarak 24 saat arşivli kayıt tutulur.

Çevre Sistemleri Network tabanlı olduğundan dünyanın herhangi bir yerinden izleme yapılabilir. Hassasiyet ayarları sayesinde sistem, insanları hayvanlardan ayırabildiği gibi, kendisine uygulanan kuvvetin yerini bulabilir. Sisteme istendiğinde ses anonsu ve ışıkla ikaz eklenebilir



Şekil-11.17 *Çevre güvenlik sistemi algılama alanı [5]*

11.4.1 Aktif Kızılötesi Işın (Infrared Beam) Bariyer Uygulaması

Alıcı ve verisi olarak aktif iki ünitenin bulunduğu kızılötesi ışın bariyer uygulamalarında, iki ünite arasında bir kızılötesi ışın demeti kullanılır. Vericiden gönderilen ışının devamlı olarak alıcı tarafından takip edildiği bu sistemlerde, araya giren bir cisim ve canlı sebebiyle ışın demetinin kesilmesi alarmı aktive eder. Işın

demetinin ne kadar süreyle kesintiye uğradığında sistemin alarmı devreye sokacağı yani alarm hassasiyeti ayarlanabilir.

Bu sistemlerin efektif bir şekilde kullanılması, kızılötesi alıcı ve vericiler arasında bitki veya duvar gibi ışın demetlerini engelleyecek engeller olmamasına bağlıdır. Küçük işletmeler ve konutlar için ideal seçim olan kızılötesi bariyer uygulamalarının engel olarak sayılabilecek dezavantajı, yoğun sisli havalarda ve şiddetli kar yağışlarında alarm verebilmesidir. Pencere tipi ve dış ortam bariyerleri olmak üzere iki çeşit aktif ışın bariyeri bulunmaktadır.

11.4.2 Duyarga Kablo Uygulaması

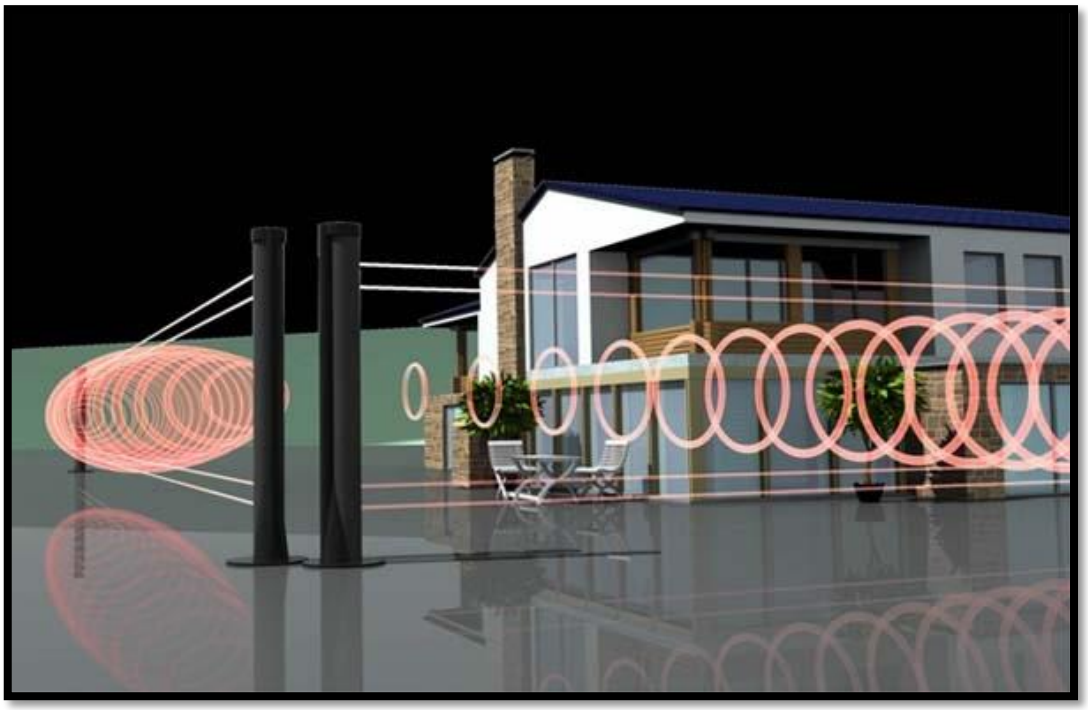
Tel örgü üzeri ve toprak altı fiber optik teknolojisi olarak uygulanan duyarga sistemleri, özel kabloların döşenmesiyle kullanılır. Tel örgünün üstüne veya toprak altına döşenen özel kablolar sayesinde tel örgünün üstünden veya altından geçildiğinde; toprak altı uygulamadan duyargaların üzerinden geçildiğinde alarm aktive olur.

Tel örgülerin gergin ve belirli bir yüksekliğe sahip olması tel örgü üzeri uygulamalar için önemliyken, toprak altı özel kablo uygulamalarında da yeterli boşluğun bırakılması mühimdir.

Toprağa basılmasıyla birlikte alarmın aktive olabildiği toprak altı duyarga uygulamalarında, alarmı aktive eden özel kablonun içinden geçen ışın demetlerinin kesilmesidir. Belirlenen bir sarsıntı limitinin aşılması ve/veya özel kablolara basınç uygulanması, özel kablo içinden iletilen ışınların kesintiye uğramasına ve dolayısıyla alarm verilmesine yol açar. Bu basıncının veya sarsıntının limiti, çevresel faktörlere göre ayarlanabilir ve bu sayede küçük bir canlının geçmesi veya rüzgârla küçük bir taşın yuvarlanması gibi durumlarda alarmın devreye girmesi önlenebilir. İklim ve fiziksel şartlara göre hassas ayarların yapılabilmesi, bilhassa profesyoneller tarafından en çok tercih edilen güvenlik sistemi olmalarını sağlamıştır.

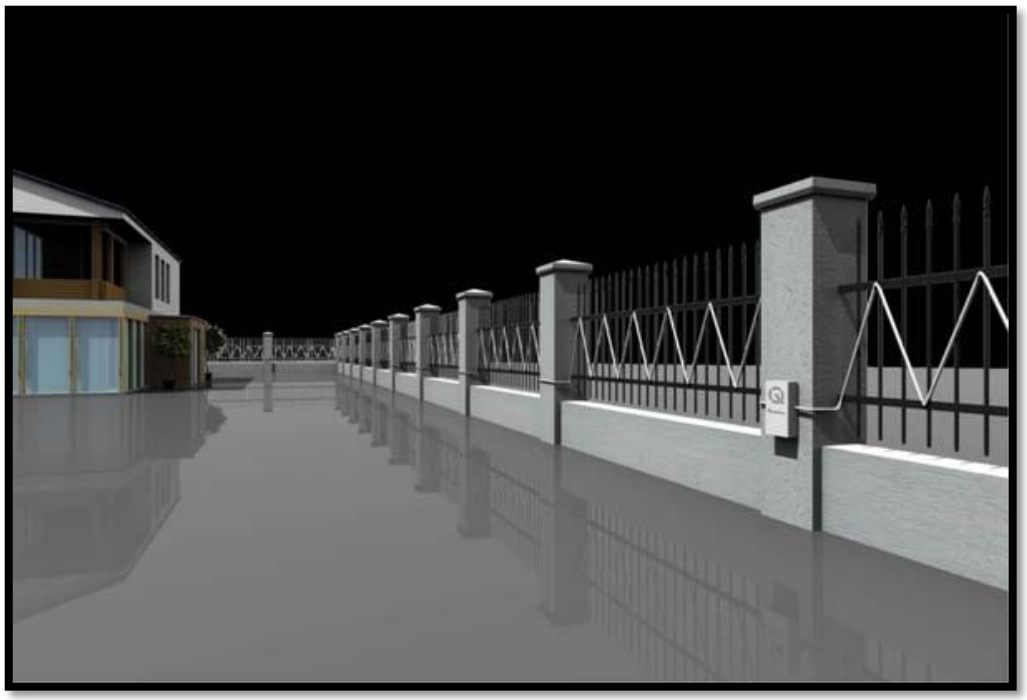
11.4.3 Akıllı Video Analizi

Önceden istenen şekilde tanımlanan tehdit risklerine karşı maksimum seviyede güvenlik önlemi sunan akıllı video analiz sistemleri, görüntü işleme ve yapay zekâ kullanımında modern teknolojinin ulaştığı en son nokta olarak tanımlanabilir. Eşzamanlı olarak sistem dâhilinde onlarca ve hatta yüzlerce kameradan gelen görüntü bile analiz edebilen bu sistemler; fabrika, askeri tesisler, havalimanları, demiryolları gibi stratejik açıdan güvenliği önem arz eden yerlerde ilk tercih haline gelmiştir.



Şekil-11.18 *Mikrodalga ve infrared kolonlar [6]*

Standart CCTV güvenlik sistemlerinin "akıllı" hale gelmesini sağlayan sistem; özel güvenlik yazılımı, hırsızlık tespiti, sahipsiz paket, izinsiz giriş gibi istenen modüllerle ihtiyaca göre kullanılabilir. Kurulu olan her türlü kamera sistemine uyumlu edilebildiği için kurulum maliyetini düşür ve yazılım güvencesiyle insan kaynaklı hata paylarının ortadan kalmasını sağlar.



Şekil-11.19 *Mikrofonik kablo-çit üstü algılayıcı [6]*



Şekil-11.20 *Mikrodalga duyargalar [6]*



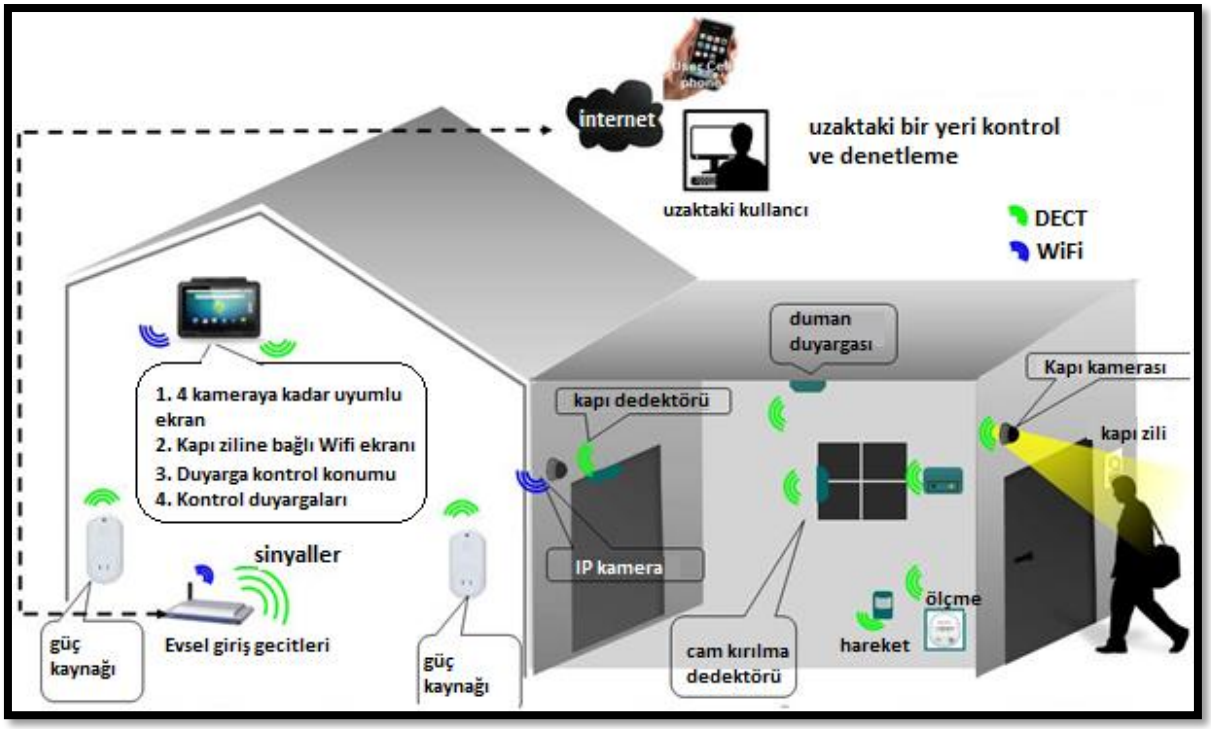
Şekil-11.21 *Yer altı duyarga kablo algılama sistemi [6]*



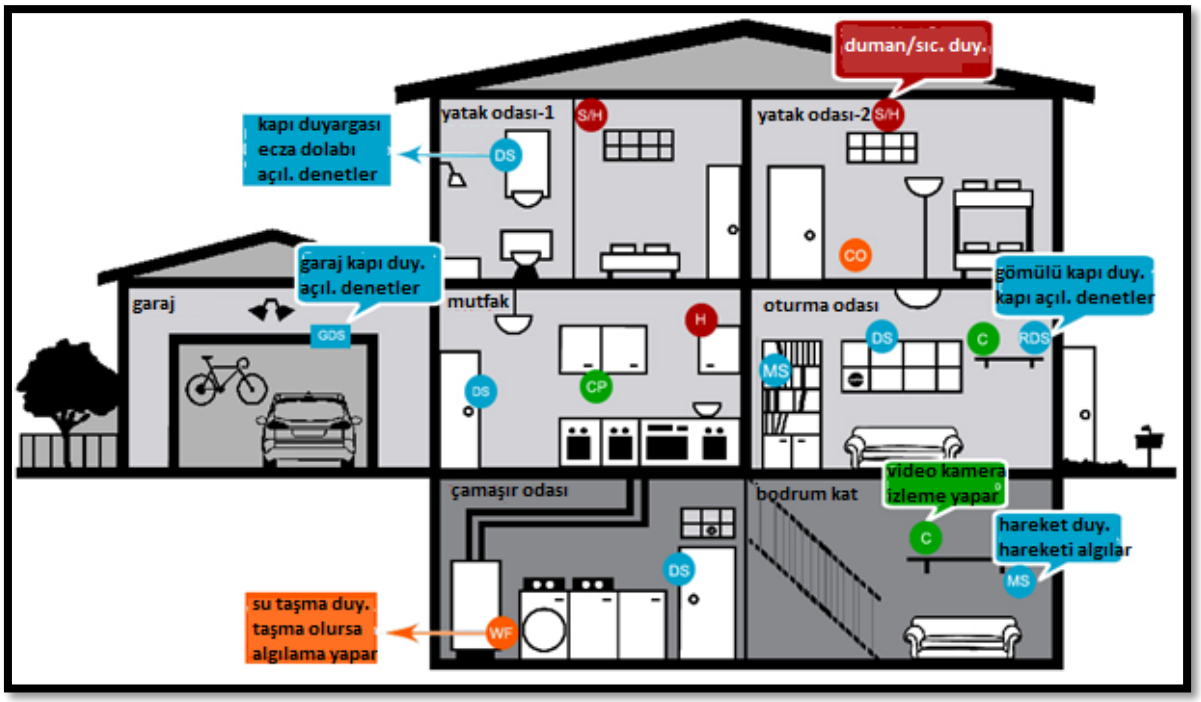
Şekil-11.22 *Tel çit üstü duyarga kablo sistemi [6]*



Şekil-11.23 *Gece görüş kameraları [7]*



Şekil-11.24 *Akıllı bina uygulamaları [8]*



Şekil-11.25 *Kombine ev güvenlik sistemi [9]*

11.5 FİZİKSEL GÜVENLİK

Coğrafik giriş kontrolü bir personel tarafından (örnek olarak sınır koruyucusu, fedai, bilet kontrolcüsü) veya turnike gibi bir cihazla güçlendirilebilir. Bu giriş kontrolü engellemeyi önlemek için çitler olabilir. Tam anlamıyla

bir alternatif giriş kontrolü (fiziksel kontrollü giriş) yetkilendirilmiş bir kimsenin varlığıdır, örnek olarak ulaşımda bilet kontrolcüsü verilebilir. Bir mağazadan veya ülkeden alternatif bir çıkış kontrolü olabilir.

Giriş kontrolü kavramı yetkili kişiler tarafından bir binaya veya bir odaya girişte sınırlandırılma özelliği anlamına gelir. Fiziksel giriş kontrolü; kilit ve anahtarlar, ya da bir kapan gibi giriş kontrol sistemleri gibi teknolojik araçlarla mekanik yollarla veya bir insan (bir bekçi, fedai veya resepsiyon elemanı) tarafından elde edilebilir. Bu ortamlar içinde, fiziksel anahtar yönetimi de bir başka yönetme vasıtasıyla mekanik anahtarlı bölgelerde veya bazı küçük ortamlara giriş izlemesi olarak kullanılabilir.

Fiziksel giriş kontrolü, kim, nerede ve ne zaman meselesidir. Bir giriş kontrol sistemi girip çıkmak için izin verildiğini, nereden ve ne zaman girip çıktığını belirler. Tarihsel olarak, bu kısmen anahtarlar ve kilitler ile gerçekleştirildi. Bir kapı kilitli olduğunda, bir anahtarla sadece birisinin kilidi nasıl yapılandırıldığına bağlı olarak, o kapıdan girebilirsiniz. Mekanik kilitler ve anahtarlar belirli zamanlar veya tarihler için anahtar sahibinin kısıtlamasına izin vermez. Mekanik kilitler ve anahtarlarda özel kapıda kullanılan anahtar kayıtlarını vermeyin ve anahtarlar kolaylıkla kopyalanabilir veya yetkisiz bir kişiye transfer edilebilir. Mekanik bir anahtar kaybolursa veya anahtarlıkta bulunmazsa artık korunan alanın kullanım yetkisi kalmaz, kilitlerin değiştirilmesi gerekir.



Şekil-11.26 *Fabtronusa şirketi tarafından üretilen optik düşen kollu turnike ortam kontrolü [6]*

Elektronik giriş kontrolü, mekanik kilit ve anahtardaki kısıtlamaları çözmek için bilgisayarları kullanır. Kimlik bilgileri çok çeşitli mekanik anahtarlar yerine kullanılabilir. Elektronik giriş kontrol sistemi geçici olarak sunulan kimliğe dayalı giriş sağlar. Geçiş izni alındığında, kapı önceden belirlenmiş bir süre için kilidi ve işlemi kaydedilir. Giriş reddedildiği zaman, kapı kilitli kalır ve giriş teşebbüsü kaydedilir. Kapı açılmaya zorlandığında veya kilidi açıldıktan sonra çok uzun süre açık tutulması durumunda kapı izlenecek ve alarm devreye girecektir.



Şekil-11.27 *New York metro sistemine yeraltı girişi [6]*



Şekil-11.28 *Bir el geometrisi tarayıcı ile fiziki güvenlik giriş kontrolü [6]*



Şekil-11.29 *Bir ACT okuyucu kullanarak fob bazlı giriş kontrolü örneği [6]*

11.6 KARTLI GEÇİŞ SİSTEMLERİ

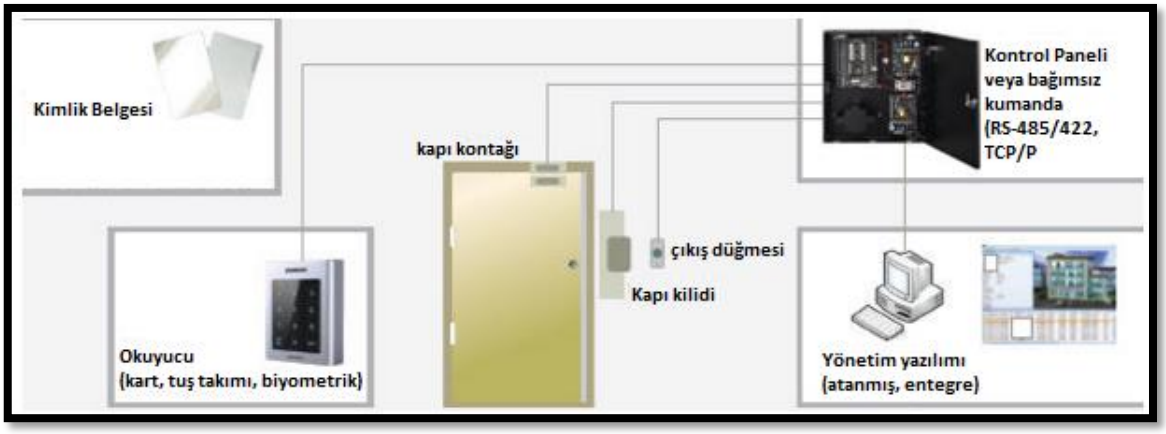
Güvenlik ve puantajlama alanında önemli bir uygulama haline gelen kartlı geçiş sistemleri iş verimliliği ve düzenin oluşturulmasına ilişkin hizmet özellikleriyle de öne çıkmaktadır.

Uyumlu elektronik güvenlik sistemlerinin, vazgeçilmez bir parçası olan Kartlı Geçiş Sistemleri, kamusal binalarda, çeşitli işletme, hastane, okul, yurt, laboratuvar, fabrika ve özel alanlarda, rezidans, alışveriş merkezleri vb., insanların yoğun olduğu alanlarda giriş-çıkışların denetlenmesi, yetkili olmayan kişilerin engellenmesi, yüksek güvenliğin sağlanması ve bu bilgilerin elektronik ortamda raporlanabilmesi amacı ile oluşturulmuştur. Bu sistemler, binanın güvenilirliğini arttırırken, çalışma saatlerinin değerlendirilmesiyle çalışma disiplininin oluşması açısından da somut veriler sunmaktadır.

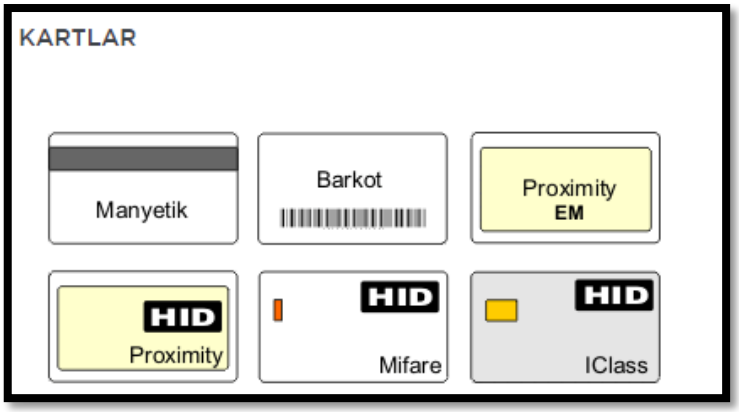
Bilgisayar tabanlı veya bilgisayara bağlı olmaksızın, güvenlik düzeyine ve önemine bağlı olarak kartlı ve biyometrik sistemlerle uygulanan kartlı geçiş sistemleri aynı zamanda izleme sistemleriyle de uyumlu olabilme özelliklerine sahiptir.



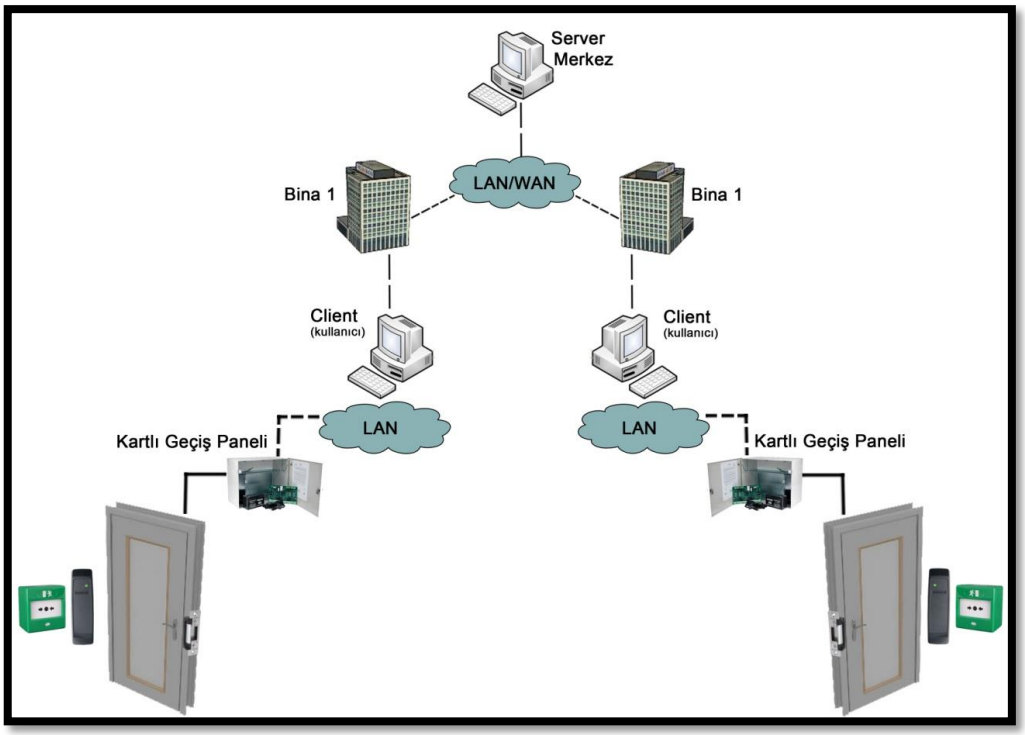
Şekil-11.30 *Kartlı geçiş kontrol sistemleri [10]*



Şekil-11.31 *Kartlı geçiş sistem şeması [11]*



Şekil-11.32 *Kart çeşitleri [11]*



Şekil-11.33 *Kartlı geçiş sistem mimarisi [1]*

Kartlı geçiş sistemlerinde, güvenlik amaçlı kullanımda daha çok yaklaşım (proximity) olmak üzere, manyetik, barkodlu ve üzerine kredi yüklenebilen akıllı okuyucular, hiç karta gerek duymadan şifre yöntemi ile çalışan cihazlar, biyometrik okuyucular kullanılır. Bir merkezden yazılım vasıtası ile kontrol edilebildikleri gibi bağımsız çalışabilen modelleri de vardır.

11.7 BİYOMETRİK GEÇİŞ SİSTEMLERİ

Özellikle son yıllarda Geçiş Sistemleri konfigürasyonları içine giren biyometrik sistemler, uyumlu veya bağımsız olarak kullanılabilen, insanın ölçülebilir fiziksel ve davranışsal karakteristik özelliklerini tanıyarak kimlik saptamak ve doğrulamak üzere geliştirilmiş çözümlerdir.

Kart kullanımında olabilecek güvenlik açıkları nedeniyle geliştirilen biyometrik çözümler, bilgi olarak bireyin fiziksel ve davranışsal karakteristiklerini tanıyarak geçiş kontrole izin verir. Başta temassız sistemler olmak üzere, fiziksel özelliklerden tespit eden parmak izi, el, avuç içi damar, yüz, iris, ses tanıma vb. ölçülmesi gibi biyometrik uygulamalar artık daha çok tercih ediliyor.

Biyometrik sistemlerin diğer geçiş kontrol sistemlerine göre başlıca iki avantajı; daha yüksek bir güvenlik düzeyine sahip olması ve pratik kullanımıdır. Kaybedilme, unutulma ve başkasının kullanımına izin verme riski taşımaması yüksek güvenlik düzeyinde oldukça önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, yoğun kullanılan geçişlerde daha hızlı bir sürede daha çok insana geçiş kontrolü sağlaması ve kaybedebilecekleri "kart gibi" veya unutabilecekleri "şifre gibi" bir girdi olmadığı için kullanımda kullanıcı için de pratik bir çözüme dönüşmektedir.

11.7.1 Parmak İzi Tanıma Sistemleri

Günümüz dünyasında parmak izi tanıma sistemleri, güvenlik olgusunun en önemli öğelerinden biri haline gelmiştir. Güvenlik birimlerinde, geçiş ve personel kontrol sistemlerinde, elektronik kilitlerde kullanılan parmak izi tanıma sistemleri gelişen teknoloji ile birlikte güvenlik açıklarını dengeleme noktasında başarı örneği oluşturmaktadır. Güvenlik birimlerinin işini kolaylaştıran bu sistemler, özellikle kimlik tespitinde vazgeçilmezlik boyutuna ulaşma aşamasındadırlar. Parmak izi tanıma sistemli kasaların, bilgisayarların hatta otomobillerin varlığı göz önüne alındığında parmak izi tanıma sistemlerinin gelecekteki yerini şimdiden sağlamlaştırmıştır.



Şekil-11.34 *Parmak izi tanıma sistemi [6]*

Parmak izi tanıma sistemlerinin çalışma prensipleri, genel olarak parmak yüzeyi optik okuyucu üzerindeki cam plakaya yerleştirildiğinde tarayıcının optik, biyometrik veya üreticilerin firmaları üzerine patentli kendilerine özgün farklı tarama sistemleriyle parmak yüzeyini taraması, cihaz verisindeki kayıtlı parmak izleriyle girdiyi karşılaştırması ve buna göre geçiş izni verip vermemesine dayanmaktadır.



Şekil-11.35 *Parmak izi okuma sistemi tanıma yöntemi [12]*

Parmak izi tanıma sistemlerinin diğer geçiş kontrol sistemlerine göre başlıca iki avantajı olarak daha yüksek bir güvenlik düzeyine sahip olması ve pratik kullanımı sayılabilir. Pratik kullanımın getirisi olarak ise, daha yoğun kullanılan geçişlerde "süpermarketler gibi" kişi/süre mantığıyla, daha hızlı bir sürede daha çok insana geçiş kontrolü sağlaması söylenebilir. Bunun yanı sıra kişilerin parmak izleri kaybedebilecekleri "kart gibi" veya unutabilecekleri "şifre gibi" bir girdi olmadığı için kullanımda kullanıcıya ek bir külfet getirmeyen pratik bir çözüme dönüşmektedir. Kaybedilme ve unutulma riski taşımaması yüksek güvenlik düzeyinde oldukça önem taşımaktadır.

11.7.2 Yüz Tanıma

Geçiş Kontrol Sistemi üzerinden veya bağımsız olarak çalışmaktadır. Giriş güvenliğinin önemli olduğu yerlerde kullanılan yüz tanıma sistemi son yıllarda oldukça yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Cihaz, insan yüzünün belli kısımlarını analiz etmekte ve veri tabanında kayıtlı verilerin karşılaştırılmasını yapmaktadır. Yüz tanıma 2D ve 3D boyutlu algılama yapmaktadır. Üç boyutlu algılama sayesinde fotoğraf göstererek giriş yapmaya çalışanı yetkisiz kişiler engellenmektedir. Son yıllarda teknolojinin ilerlemesi ile kilo alıp verme, gözlük, şapka, bıyık vb. değişikliklerden doğan hata oranları ciddi oranda azalmıştır.



Şekil-11.36 *Yüz tanıma sistemi [12]*

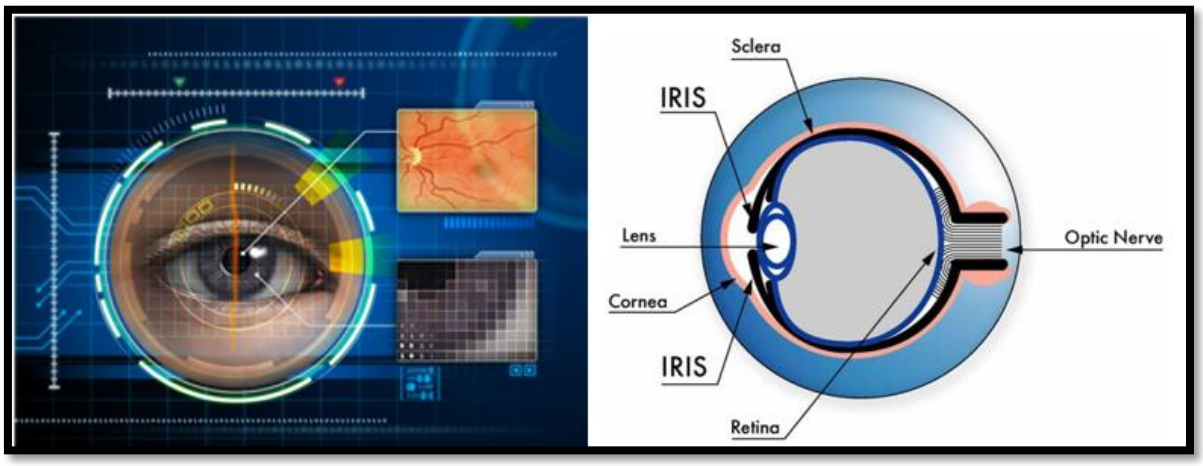
11.7.3 El, Avuç İçi Damar Tanıma

Geçiş kontrolünde kullanılan bir diğer cihaz, Palm (avuç içi) Damar tanıma cihazıdır. Diğer teknolojilere göre en büyük avantajı elin kesilmesi, zedelenmesi durumlarında damar yapısı etkilenmeyeceği için çalışmaya devam etmesidir. Avuç içi damar tanıma teknolojisi, avuç içinde bulunan kan damarlarının her insanda farklı olmasından yola çıkılarak keşfedilmiş bir teknolojidir.



Şekil-11.37 *Avuç içi damar tanıma [12]*

11.7.4 İris Tanıma Sistemleri



Şekil-11.38 *İris tanıma sistemi ve gözün yapısı [13]*

İris, göz bebeğimizin etrafında yer alan renkli halkaya verilen isimdir. Genellikle retina ile karıştırılır. Ancak resimden de göreceğiniz üzere iris ve retina arasında çok büyük fark vardır. Bu durum iris tanıma ile retina taraması arasındaki farkı da açıklar.

Halk arasında göz tanıma sistemleri dendiğinde "retina ve göz bebeği" akla gelmesine rağmen iris, gözün bu sayılanlardan farklı bir kısmını ifade eder. Göz İrisinin biyometrik teknolojilerden biri olarak kullanılmasının sebepleri olarak şunlar sayılabilir;

- *Dünya üzerinde bulunan her insan gözü eşsizdir. Dünyada aynı irisin olma olasılığı 1/1078'dir.Tek yumurta ikizleri aynı DNA yapısına fakat farklı iris yapısına sahiptir. Göz irisi genetik oluşumlardan en az derecede etkilenir. Göz irisi kalıtımsal hastalıklardan etkilenmez. Irk, cinsiyet, renk gibi demografik özellikler irisi etkilemez. Gözle görülebilen ve hassasiyet ile ölçülebilen bir organdır. Ömür boyu değişmeyen tek organdır.*

- *İnsanın doğumunun 16.ayından itibaren ölümüne kadar değişmez. Göz oluşumu itibari ile muhafaza edilen, doğal içgüdüler ile refleks olarak korunabilen ve insanın yaşamını yitirmesinin ardından canlılığını en çabuk (3 saniye) kaybeden organdır.*

11.7.5 İris Tanıma Sistemi Nasıl Çalışır?

1. ***İris'in dijital görüntüsü alınır***

   İris tanıma sistemi kamerası insan gözü irisinin siyah-beyaz bir resmini çeker. Bu resim en son dünya standartlarına uygun ve günlük hayatta kullanılan video teknolojileri ile aynı teknoloji kullanılarak çekilir. Kullanıcının izni olmadan çalışmayan bu sistem, kullanıcının kendi isteği ile kameraya bakmasını gerektirir. Mevcut teknoloji, otomatik izleme yapabilme kapasitesine sahip olmasına rağmen bu şekilde çalışması temin edilmekte ve kullanıcı istemediği takdirde sistem devreye girmemektedir.

2. ***Analiz için görüntünün işlenmesi***

   Çekilen resim bir yazılım yardımı ile işlenir. Bu işlem esnasında çekilen resimden iris ayırt edilerek sağlıklı bir analizin yapılabileceği kısımlar haricinde kalan kısımlar çıkartılır.

3. ***IrisCode ® Oluşturulması***

   Karmaşık bir algoritma içeren başka bir yazılım ise "demodulasyon" adı verilen bir işlem ile iris resminden DNA dizgisine benzer bir kod üretir. Demodulasyon işlemi "2D Gabor wavelets" adı verilen bir fonksiyonu kullanarak bu dizgiyi, resmin boyutları ve içerdiği parametre sayısından bağımsız olarak 512 byte gibi küçük bir boyuta indirger. Bu işlem neticesinde oluşan kodun adı IrisCode® olup büyük veri tabanlarında diğer IrisCode®'lar ile hızlı karşılaştırma yapılmasına izin verir. Bütün bu işlemler sırasında IrisCode® şifrelenmiştir ve başka şekillerde kullanılması imkânsız hale getirilmiştir.

4. ***Kimlik Belirleme***

   Canlı gözden anlık oluşturulan IrisCode® daha önceden kaydedilmiş milyonlarca başka IrisCode® içeren veri tabanından birkaç saniye içerisinde eşleştirme yapabilir. Güvenlik eşiği veri tabanı büyüklüğüne göre yanlış bir eşleştirme olmaması için otomatik olarak ayarlanır. Eğer IrisCode® üzerindeki herhangi bir veya birden fazla bit herhangi bir şekilde zarar görmüşse veya yanlış ise (ör: ışık yansıması, kontak lens kenarları vb.) sistem bunu anlayacak ve sadece geçerli olanları karşılaştırabilecek yeteneğe sahiptir.

İris Tanıma sisteminin diğer biyometrik teknolojilere göre en büyük avantajı veri tabanı büyüklüğünden bağımsız ve hata oranlarından ödün vermeksizin çoklu arama (1 to N) yapabilmesidir. Bu sayede kullanıcı kendini tanıtmak üzere kart ve benzeri bir materyal taşımak zorunda olmadığı gibi şifre ve PIN gibi bilgileri de ezberlemek zorunda değildir. Bu durum ulusal bazlı projelerde (ör: elektronik pasaport, kimlik ve ehliyet, havaalanlarında hızlı yolcu geçiş sistemleri vb.) iris tanıma sisteminin neden tercih edildiğini açıklamaya yeterlidir.

Neden İris Tanıma Sistemi?

- *Tanıtım kartı, anahtar gibi kaybolma, çalınma, bozulma riski olan araçlara gerek yoktur.*
- *Şifre, pin numarası gibi unutulma ve paylaşılma riski olan bilgilere gerek yoktur.*
- *Kullanıcının bütün yapması gereken 10-25 cm mesafeden kameraya bakmasından ibarettir.*
- *Sistemin hatalı kabul olasılığı 1/1042'dir.*
- *Diğer biyometrik sistemler ile karşılaştırıldığında doğrudan temas olmadığı için hijyeniktir.*
- *Göze hiçbir zararı olmadığı hem uluslararası hem de ulusal otoriteler tarafından raporlar ile tespit edilmiştir.*
- *Gözlük, lens ve hatta güneş gözlüğü ile kullanılabilir.*
- *Steril ortamlarda veya koruyucu özel giysilerin giyilmesi gereken ortamlarda kullanılabilen tek biyometrik sistemdir. Örneğin nükleer tesisler, laboratuvarlar, ameliyathaneler.*
- *Göz rengi belirleyici bir faktör olarak kullanılmamaktadır.*
- *İris tanıma sistemi canlılık testi yapabilen yegâne biyometrik teknoloji olduğu için insanın ölümünün hemen ardından kullanılamaz.*
- *Ulusal çapta, çok sayıda kullanıcının kayıtlı olacağı, yüksek güvenliğin söz konusu olduğu uygulamalarda kullanılabilecek bir biyometrik teknolojidir.*

11.8 HIRSIZ ALARM SİSTEMLERİ

Konut ve şirketlerde beklenmeyen tehditlere karşı; hırsızlık, su baskını, doğal gaz kaçağı vb. durumlar için kullanılan hırsız alarm sistemleri yaşam ve çalışma alanlarındaki can ve mal güvenliğinin maksimum düzeyde korunmasını sağlamaktadır.

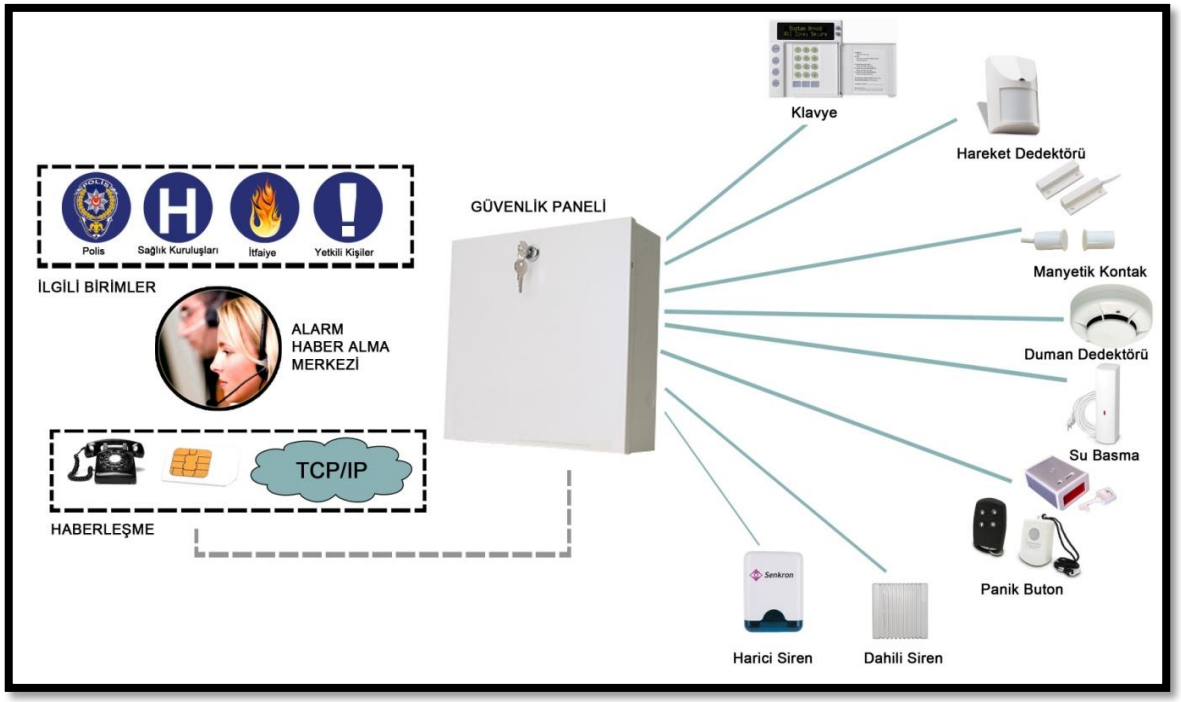
Ev ve işyerlerinin güvenliği için, en gelişmiş ve en güvenilir kablolu/kablosuz Hırsız Alarm Sistemleri, istenirse çözüme uygun diğer elektronik algılama ve otomasyon sistemlerine uyumlu edilerek tesis edilmektedir.



Şekil-11.39 *Bina giriş güvenlik sistemi [14]*

Hırsız Alarm Sistemleri, korunacak mekânlarda; can ve mal güvenliğinin temini için birden fazla sistem çözümü ile projelendirilebilir. Örneğin; bahçe duvar ve çitleri ile çevrilmiş müstakil bir evde güvenlik çözümü, çevre güvenlik sistemi kullanılarak projelendirilir, korunacak mekânın daire veya ofis olması durumunda ise, evin/ofisin içinde uygun güvenlik duyargaları kullanılarak çözüme ulaşılabilir.

Hırsız Alarm Sistemleri, can ve mal güvenliğinin yanı sıra konfor ve kolaylık içerecek şekilde; uzaktan giriş, cep telefonu ile kontrol, akıllı paneller kullanılarak ev otomasyonu; havalandırma, ısıtma, soğutma, perde/elektrikli kepenk kontrolü, havuz alarmı, su baskını ve algılama entegrasyonları sağlamaktadır.



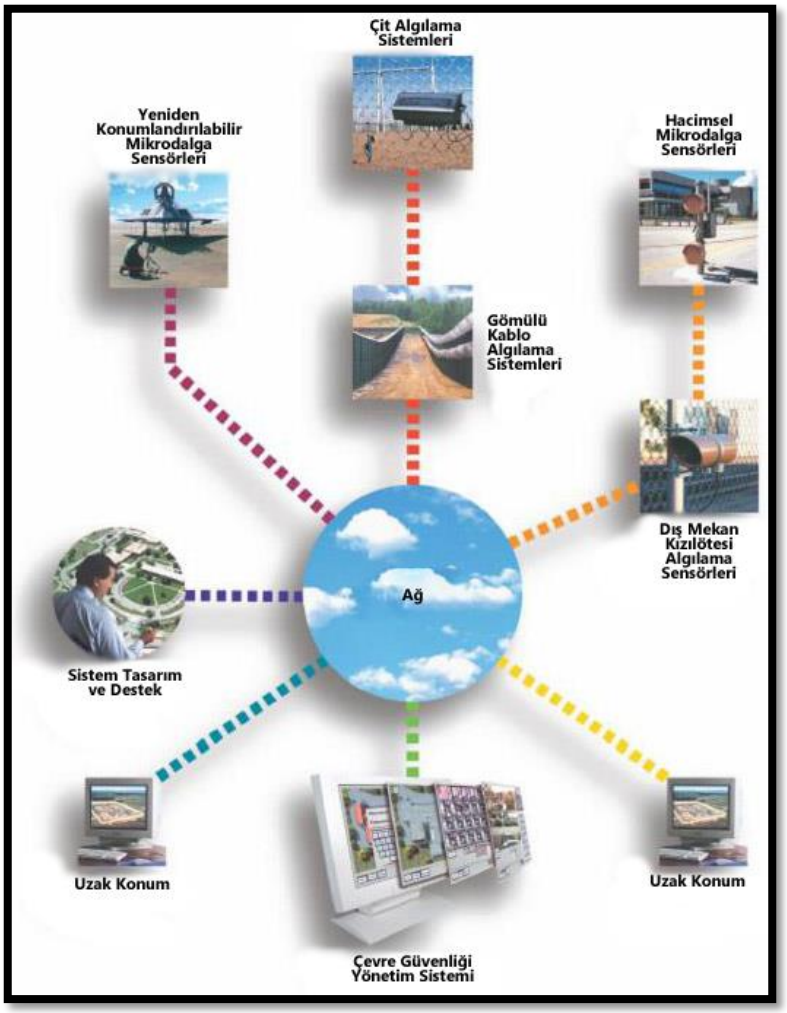
Şekil-11.40 *Hırsız alarm sisteminin mimarisi [15]*

11.9 ÇEVRE GÜVENLİK SİSTEMLERİ

Özel mülkiyet sınırlarının hırsızlık amaçlı girişimlere karşı korunması ve tehdidin en dış çevrede algılanmasına yönelik oluşturulan bir güvenlik önlemidir. Aktif Kızılötesi Bariyer, Harici Pır ve Mikrodalga Dedektörlerinin yanı sıra Çevre Çit Algılama bu alandaki en önde gelen sistemlerdendir.



Şekil-11.41 *Çit algılama sistemi [16]*



Şekil-11.42 *Çevre güvenlik sistemi mimarisi [17]*

Elektronik güvenlik sistemlerinin, en dış halkası olan, Çevre Güvenlik Sistemleri, korunacak mekânların mümkün olan en dış bölgesini (bahçe, duvar, çit gibi) çevreleyen hat boyunca, diğer elektronik güvenlik sistemlerine uyumlu edilerek tesis edilir. Böylece, tehdidin izleme ve kayıt altına alınabilmesi, belirlenen

sınırların izinsiz olarak aşıldığı noktaya otomatik olarak yönlendirme yapılması ve şüpheli durumların incelenebilmesi için geçmişe dönük alarm kayıtlarının operatör bazında arşivleme yapılabilmesi sağlanır.

Çevre güvenliği ve fiziksel izinsiz giriş tespiti, kritik altyapı ve büyük ölçekli ticari binalar için hayati önem taşımaktadır. İster resmi ve askeri tesisler olsun ister ticari-endüstriyel alanlar olsun önemli tüm bölgelerde güvenilir ve verimli, riskleri ortadan kaldıran bir sisteme sahip olunması artık zorunludur. Video izleme benzeri diğer teknolojilerle birlikte, otomatik kamera izleme, zoom, nesne sınıflandırması, genel haritalar üzerinde görselleştirme ve benzerleri sayesinde otomatik, gelişmiş doğrulama ile bir araya getirilmiş çok yüksek tespit kalitesi elde etmek mümkündür. Kritik altyapı bölgelerinde daha iyi güvenlik sağlamanın yolu, birden fazla güvenlik teknolojisini bir araya getirmektir. Gelişmiş uyarı amacıyla iç mekân tespit sistemleri çevre koruma ile genişletilebilirken çit ve aktif IR, çit ve mikrodalga, hareket ve video izleme veya bunların kombinasyonu gibi birden fazla teknoloji çevre güvenliğinde bir araya getirilebilmektedir.

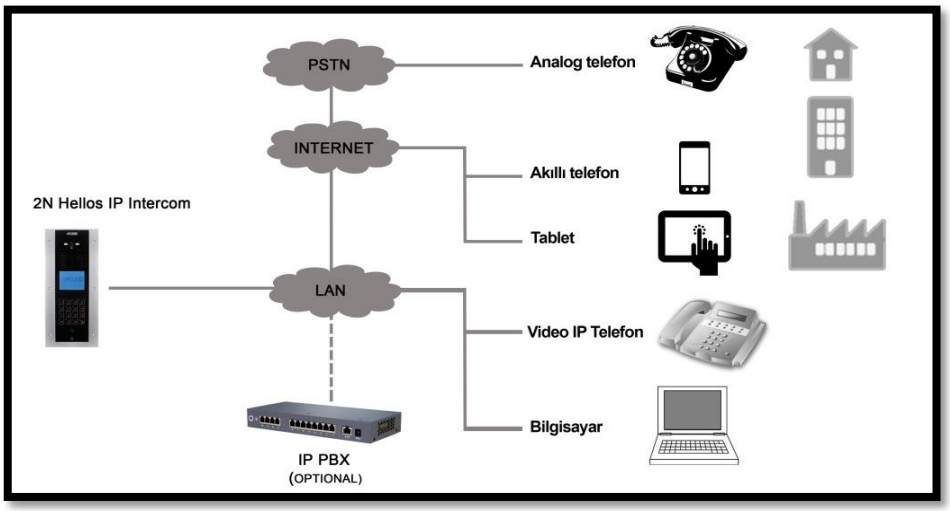
11.10 VİDEO İNTERKOM SİSTEMLERİ

Küçük ev sistemlerinden, rezidans, iş merkezleri gibi çok katlı binalara kadar bina girişlerinde, ihtiyaca göre sesli ve görüntülü olarak kişilerin tanınmasına yönelik kullanılan sistemlerdir. Ziyaretçi ile ev sahibi, görevli personel veya güvenlik noktası ile iletişim sağlanabilmektedir.



Şekil-11.43 *Video-interkom sistemi [18]*

Video Interkom Sistemleri, giriş güvenliği temin edilecek mekânlarda; set halinde kullanılabildiği gibi çoğunlukla mekânın girişleri ve mekânda bulunan konfirmasyonu sağlayacak kullanıcıların yapısı ve sayısına göre; alt yapının analog veya dijital olmasına göre farklılıklar içerecek şekilde dizayn edilirler. Yapılan sistem konfigürasyonuna göre; evlerde ziyaretçi ile ev sahibi arasında, apartmanlarda daire sakinleri, görevli ve ziyaretçi arasında, sitelerde daire sakinleri, güvenlik ve ziyaretçi arasındaki iletişimi; seçeneklere ve bütçeye bağlı olarak projelendirilmektedir.



Şekil-11.44 *Video-interkom sisteminin mimarisi [19]*

11.11 OTOPARK & GÜVENLİK BARİYERLERİ, YOL KESİCİLER VE HIZLI KAPILAR

Bina, site, yerleşke vb. alanların giriş/çıkışlarının; kartlı geçiş, RFID vb. kontrol ve yönetim sistemleriyle giriş yetkileri olan araçların beklemeden geçişlerinin sağlanması amacıyla; otopark bariyerleri, elektromekanik veya hidrolik yol kesiciler, mantar bariyerleri ve kurt kapanlarıyla uyumlu kullanılmaktadır.

20 yıldır araç kontrol sistemi içerisinde yer alan hızlı kapılar, özellikle yüksek güvenlik gerektiren bina ve tesislerde kullanılmaktadır. Güvenlik önlemi olarak kullanılmasının yanı sıra, günümüzde şık tasarımları ve yüksek teknolojik özellikleri ile hem araç ve yayaların hem de şirketlerin güvenliğini garanti altına almaktadır.



Şekil-11.45 *Otopark giriş bariyeri [20]*

11.12 ARAÇ PLAKA TANIMA, RFID VE ARAÇ ALTI GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ

Otopark girişlerinde ve Karayolları üzerinde seyreden araçları plakaları vasıtasıyla tanımlamaya yarayan görüntü işleme teknolojisidir. Otopark araç kontrolü, çalıntı araç tespiti, sınır araç kontrolü gibi birçok değişik amaçla kullanılabilmektedir.

Otoyol trafik güvenliğinin sağlanması, güvenlik güçlerinin; çalıntı araç, kaçakçılık amacıyla kullanılan araçların takibi, trafiği etkileyen hız ve şerit ihlallerinin tespiti ve bu araçların yakalanmasına yönelik olarak, bu sistemin yaygın olarak kullanıldığı ve efektif sonuçların alındığı ve özellikle güvenlik güçleri tarafından talep edilen sistemlerdir.



Şekil-11.46 *Araç plaka tanıma sistemi [20]*

11.13 METAL KAPI & EL DEDEKTÖRLERİ / X-IŞINLI KONTROL CİHAZLARI

11.13.1 Metal Kapı & El Detektörleri

Korunacak bina veya mekânların girişlerindeki insan sirkülasyonun aksatılmadan ve aynı zamanda ulusal ve uluslararası bazda belirlenen güvenlik seviyelerinin sağlanması amacıyla kişi, çanta, bavul ve paket kontrolü için kullanılmaktadır.

Bu cihazlar, özel programları sayesinde iki veya daha fazla ters özellikli metalin, birbirinin sinyalini yok ederek algılanmasını önleyen "Masking Effect" girişimine karşı özel tasarımlı devreler ile her türlü metali doğru tespit etmekte ve aynı zamanda alarm seviyesi yüksek geçişleri, dijital kayıt cihazına bir kamera vasıtasıyla kaydederek veri tabanına almaktadırlar.



Şekil-11.47 *Metal kapı dedektörü ve X ışınlı geçiş kontrolü [21]*

11.13.2 X-Işınlı Kontrol Cihazları

X-Ray cihazı kullanımı genel olarak çanta, bavul, koli, paket, zarf gibi cisimlerin güvenliği tehdit edici bir içerik taşıyıp taşımadığı ve ne tür bir içerik taşıdığının tespit edilmesinde kullanılan cihazlardır. Bagajı açmadan, içerisinde tehlikeli madde olup olmadığını, bagajın üzerinden X ışını geçirerek ekranda görevli tarafından izlenmesini sağlayan ve düşük radyasyonla çalışan cihazın kullanımı operatör eğitimi gerektirmekte olup, eşyaların kontrolünde kullanılan aletlerin başında gelir.

Son teknoloji ürünü X-ray cihazları organik ve inorganik maddeleri ayırt etmekte mükemmel resim kalitesi sunabilen, sahip oldukları ileri X-RAY teknolojisi ve geliştirilmiş bilgisayar resim programları ile resim kalitesinde kesin netlik sağlayabilen, böylelikle bomba, silah, uyuşturucu gibi maddelerin tespitini rahatça yapabilen cihazlardır.

X-Ray Cihazları X-Ray cihazları, nesnelerin sabit bir X-ışını kaynağından geçirilerek içeriği hakkında bilgi veren cihazlardır. X-Ray cihazlarında bir X-ışını kaynağı ve bu kaynağın karşısında ışınları algılayan bir detektör grubu bulunmaktadır. Eşyalar bu ışınların yolu üzerine konulmakta ve eşyalardan geçen ışınlar detektörler (foto diyotlar) tarafından algılanmaktadır. Foto diyot çıkış sinyallerinin uygun yükseltme ve filtreleme işlemlerinden sonra, sinyal işleme ve görüntü oluşturma teknikleri kullanılarak dilim görüntüler oluşturulmakta, sonrasından bu dilimler birleştirilmekte, sonuç olarak oluşturulan görüntü monitör bir siluet olarak yansıtılmaktadır.

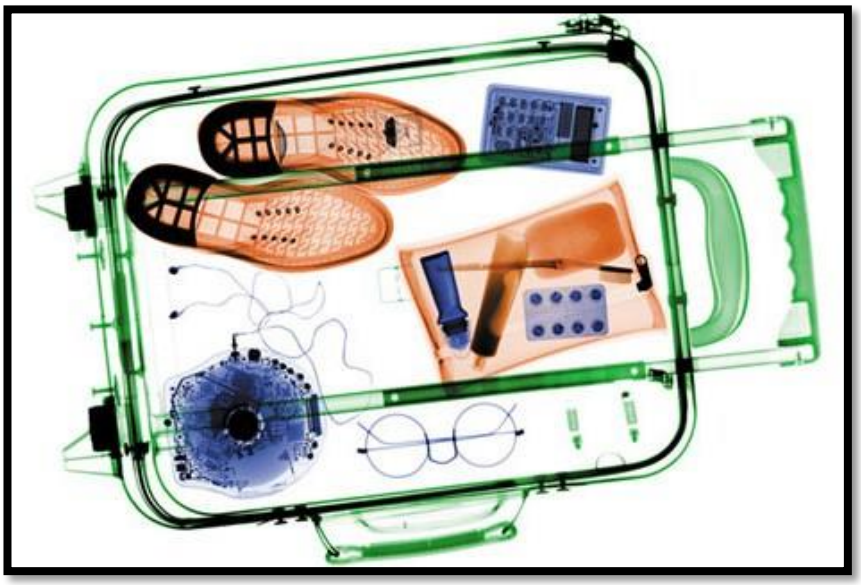
Bagajlar X-Ray cihazının tünelinden geçerken maruz kaldıkları X-ışınları bagajı bir uçtan öbür uca tarar. Taranan her kesit, içerdiği maddenin atom ağırlığıyla ilgili olarak detektör grubunda bir sinyal oluşturur. Tarama sonunda bu sinyallerin toplamı taranan maddenin içerdiği nesnelerin görüntüsüdür. X-ışınlı çanta paket kontrol sistemleri ilk kullanılmaya başladığında siyah beyaz görüntü verebilen basit cihazları ve buradan sadece malzemenin, çantanın içindekilerin fiziksel şekli hakkında bilgi alınabilmekteydi.

Daha sonra 90'lı yılların başlarında sadece fiziksel şeklin ne olduğunun bilinmesi pek yeterli olmamaya başladı. Üreticiler bir adım daha ileriye giderek çanta paket içerisindeki nesnelerin kimyasal yapısı hakkında da bilgi verebilecek yani onların organik ya da inorganik maddeler olup olmadıklarının belirlenebileceği teknikler üzerinde çalışıp kullanıcılara bu bilgileri verebilecek multi enerjili sistemler geliştirdiler.

Bu tema, oluşturulan görüntü üzerinde operatörlerin madde tanımlamasını kolaylaştırıcı bazı uygulamaları içermektedir. Bu tanımlamada malzemelere renk kodlaması uygulanmakta. Örneğin; titanyum, krom, demir, çelik, kalay, kurşun, bakır, gümüş, altın gibi atom numarası 18'den büyük olan ağır elementler (inorganik maddeler) mavi renklendirme ile alüminyum gibi atom numarası 10 ile 18 arasında 22 olan orta ağırlıktaki elementler (karışık grup) yeşil renklendirme ile atom numaraları 10'un altında olan hidrojen, karbon, nitrojen, oksijen, nitrogliserin, akril, kâğıt, tekstil ürünleri, tahta ve su gibi organik maddeler turuncu ile görünmektedir.90'lı yılların ikinci çeyreğinden sonra ise bu cihazlarda daha büyük gelişmeler yaşanmaya başlandı ve 3. çeyrekte artık operatörlere çantaların şüpheli olup olmadığı hakkında karar vermesinde yardımcı olmaya çalışan ve görüntüler üzerine şüpheli olabilecek bölgelere işaretler atan sistemler geliştirilmeye başlandı.



Şekil-11.48 *X-Ray cihazı [22]*



Şekil-11.49 *X-Ray cihazından görünüm [22]*

11.14 TURNİKE VE YÜKSEK GÜVENLİKLİ TAM BOY KABİNLER



Şekil-11.48 *Turnike geçiş sistemi [23]*

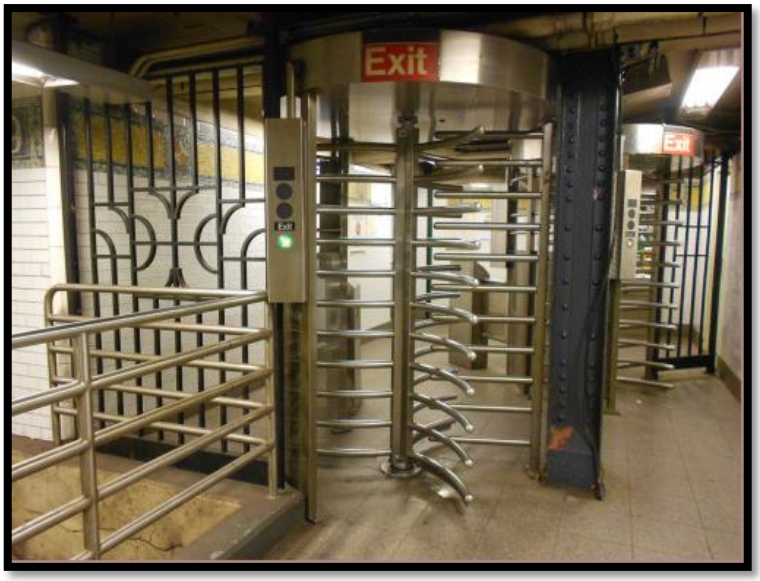
11.14.1 Turnike Sistemi

Elektronik güvenlik sistemlerinden biri olan geçiş kontrol sistemleriyle kullanılmaktadır. Turnikeler dâhili ve harici alanlarda kullanılabilmekte orta ve yüksek düzeyde kontrollü geçişler sağlamaktadır. Yüksek yoğunlukta giriş/çıkış yapılan kapılara haiz; bankalar, iş yerleri, fabrikalar, toplu taşıma istasyonları kullanım yerleri arasındadır. Yarım boy ve tam boy turnikeler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadırlar. Tam Boy turnikeler daha çok stadyumların ve cezaevlerinin girişlerinde kullanılmaktadır.

Elektronik güvenlik Sistemlerinden biri olan geçiş kontrol sistemlerinin vazgeçilmez parçası olan ve Turnikeler genel başlığı altında pek çok üründen oluşan bu cihazlar, birden fazla amaca uygun olarak, binalarda müşteri tarafından talep edilen işletme senaryosuna, firmamız mühendisleri tarafından tespit edilen risk analizine göre tasarlanmakta ve optimum cihaz konfigürasyonu ile anahtar teslim çözümlerle uygulanmaktadır.

11.14.2 Yüksek Güvenlikli Tam Boy Kabinler

Yüksek Güvenlikli Tam Boy Kabinler; bilgi işlem merkezleri, bankaların kıymetli arşiv ve kasa daireleri, kredi kartı basım ve saklama merkezleri, AR-GE departmanları, enerji üretim tesislerinin kontrol odaları, askeri tesis ve arşivler, havalimanı uçuş kontrol merkezleri, sistem odaları, veri merkezi, önemli arşiv odaları gibi yüksek güvenlik öngörülen mekânların giriş ve çıkışında kullanılabilmektedir.



Şekil-11.49 *Boy tipi turnikeler [24]*

Özellikle maksimum güvenlik girişleri için öngörülen Yüksek Güvenlikli Tam Boy Kabinlerde, kişi tüpe giriş yapmadan önce kartlı geçiş sistemine kartını okutur, metal kapı dedektörü ile tüpe giren kişinin silah taraması yapılır, dijital kamera veya biyometrik duyargalar ile kişinin veri tabanından kimlik bilgileri taranır, aynı anda zemindeki basınçlı taban ile kişinin ağırlığı ölçülür, giriş bilgileri kontrol edilir ve onaylanarak kişinin mekâna girişi sağlanır.

11.15 ACİL ANONS VE SESLENDİRME SİSTEMLERİ

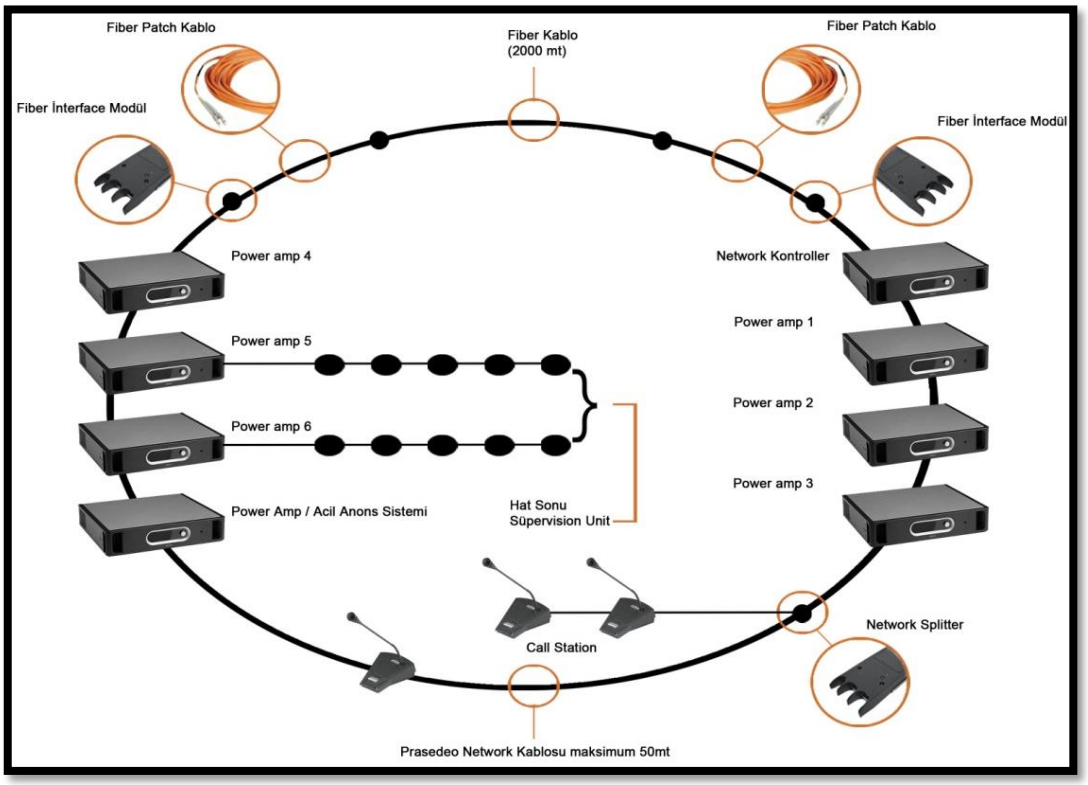
Acil anons sistemleri, işyerlerinden çok katlı bina, alışveriş merkezleri ve fabrikalara kadar her türlü işletmede, acil durum senaryolarının işletme içinde hayata geçirilmesi, çalışanların ve ziyaretçilerin doğru ve hızlı biçimde bilgilendirilmeleri, haberleşmenin sağlanması ve geri plan müzik yayını amacıyla kullanılır.

Yangın veya herhangi bir acil durumda alarm mesajlarının iletimi veya genel amaçlı anons iletimi ile sürekli fon müziği yayınlaması amacıyla ileri teknolojinin gereklerini yerine getiren sistemlerdir. Acil anonsta amaç insanların güvenli bir şekilde ortamdan tahliye edilmesini sağlamaktır. Sistemlerin kurulacağı yerlerin büyüklüğü ve zone sayıları, sistemin yapısını belirlemektedir.



Şekil-11.50 *Acil anons sistemi [25]*

Kurulan sistemler, yangın alarm gibi sistemlerle uyumlu olarak çalışabilmektedir. Seslendirme sistemlerinde amaç sadece müzik yayını ve anons yapılabilmesini sağlamak değil, yayının anlaşılabilir, güvenli ve sürekli olmasını da sağlamaktır.



Şekil-11.51 *Acil anons sistemi mimarisi [26]*

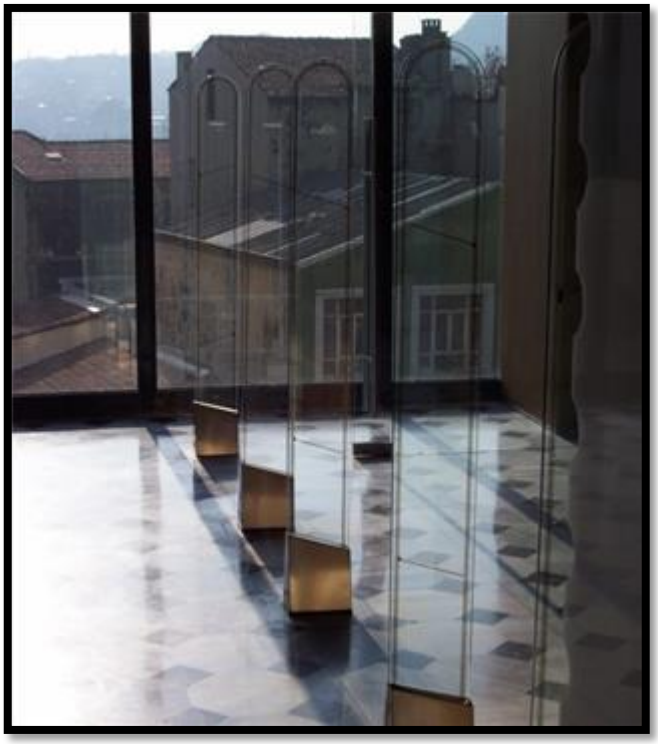
11.16 ELEKTRONİK ÜRÜN GÖZETLEME SİSTEMİ (EAS)

Mağazadaki ürünlerin güvenliğinin sağlanması amacıyla kullanılan; ürün gözetleme/ürün güvenlik/ürün koruma sistemleri, teşhirdeki ürünlerin kontrolü en zor olan açık raf sistemi ile perakende satış yapılan mağazalarda ürün hırsızlığını azaltarak karı ve satışları arttıran bir tür elektronik sistemdir.

Elektronik duyargalar, deaktivatörler ve ürün etiketlerinden oluşan bu sistemlerde, elektronik duyargalar mağaza çıkışına konumlandırılırlar. Verici ünite alıcıya mağaza çıkışında "Ürün Koruma Bölgesi" oluşturacak şekilde belli bir frekansta kendine özgü bir sinyal gönderir. Bir ürünle birlikte aktif etiket veya tag duyargalar arasından hareket ettirildiğinde duyargalar alarm verir.

Elektronik ürün gözetleme sistemlerinden biri olan "Radyo Frekans"lı sistemde güvenlik için kurulan ürün güvenliği duyargaları düşük değerde olan dünya standardı 8.2 Mhz radyo dalgaları yaymaktadır. Bu yayınlar karşılıklı duran ürün gözetleme duyargaları arasında bir bölge oluşturur. Oluşan bu bölge tek başına ürün gözetleme sistemini oluşturmaz. Tamamlayıcı ürün alarm etiketlerinin algılanmasıyla Mağaza güvenlik sistemi duyargalarının ışıklı ve sesli uyarı vermesini sağlayarak ürün güvenliği sağlanmış olur.

Bir diğer mağaza ürün koruma sistemi de "Akusto Manyetik" sistemlerdir. Ürün güvenliğinde istenen geniş mağaza girişlerinin korunmasını sağlamaktır. Alarm etiketlerinin kullanılan teknoloji sayesinde daha yüksek güvenliğin sağlanması amacıyla, plastik etiketlerin özel bir kilit mekanizması ile manyetik olmayan farklı bir deaktivatöre (açıcıya) ihtiyaç duymasıdır.

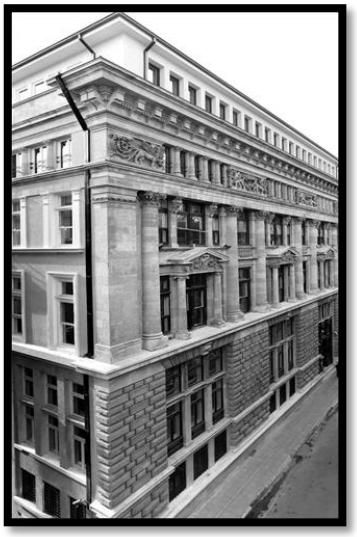


Şekil-11.52 *[27]*

Loop alarm sistemleri ise farklı girişlere sahiptir. Ürün yelpazenizdeki cihazlara göre çeşitli tip ve büyüklüklerde duyargalar aracılığı ile ana ünitelere bağlantıları sağlanır. Duyargalara takılan bir aparat ve şarj adaptörleri sayesinde teşhirdeki ürünlerin devamlı olarak çalışır halde tutulmasını sağlar. Kurulumları basit olmasından dolayı üniteler herhangi bir ek sisteme bağlanmaya gerek duymaksızın kendi içerisinde lokal olarak çalışabilmektedir.

11.17 SANAT ÜRÜNLERİ KABLOSUZ GÜVENLİK SİSTEMİ

Kablosuz alarm ve izleme sistemi olan bu sistemler, müze ve ilgili personelin güvenlik ihtiyaçlarını karşılayacak; sismik ve manyetik (Resimler için), Kızılötesi (Heykeller ve Resim arkaları için), Ultrason (Sergileme kabinleri ve küçük odalar için), titreşim ile aktif hale geçen Sismik ve manyetik (Resimler için), ısı ve nem algılama (kapalı alanların, belirlenen aralıktaki ısı ve nem takibi için), hareket (odaların izlenmesi için) vb. dedektörleri ile kullanılır.



Şekil-11.53 *[28]*

Sistem; değerli eşyaların, gereksiz camekân ve duvarların arkasında sergilenmesine gerek kalmadan, müzedeki objelerin ziyaretçilere en uygun inceleme koşullarında sergileme imkânı sağlar.

Objelerin uygun mahallerde sergilenmesi ve ayrı ayrı aktive edilebilmesi sayesinde, sistem bakımları yetkili personelce kolaylıkla yapılabilmektedir. Sistem; yöneticisine çoklu seviyede yetkilendirme imkânı sağlamakla birlikte, güvenlik nedeni ile tüm alarm ve ilgili faaliyetleri kayıt altına alır.

Tehdidin meydana gelmesi durumunda alarmlar, alarma maruz objenin görüntüsü, kat planındaki konumu ile birlikte güvenlik operatörüne sesli ve görsel ikaz verir. Kat planı üzerindeki konum tespiti, tehdit karşısında önemli zaman tasarrufu sağlanmasına yardımcı olur.

Kapalı Alanların, ısı ve nem değerlerinin sürekli izlenmesi için kullanılan, ısı ve nem algılama dedektörü ile tüm ölçümler sisteme gönderilir ve burada bilgisayar üzerinden grafik ve tablo olarak gösterilmesi sağlanarak, fazla nem veya ısı durumunda alarm verecek eşikler tespit edilir.

Mevcut bir alarm sistemine bağlanarak Kapalı Devre TV ve çağrı sistemleri ile uyumlu edilen bu sistemlerde, alarm bildirimi, GSM modülü kullanılarak da SMS ile yapılabilmektedir.

11.18 ERİŞİM KONTROL SİSTEMİNİN İŞLETİMİ

Bir okuyucuya kimlik bilgileri gösterildiğinde okuyucu, genellikle bir numara olan kimlik bilgilerini, yüksek seviyede güvenilir bir işlemci olan kontrol paneline gönderir. Kontrol paneli, kimlik bilgilerinin numarasını giriş kontrol listesi ile karşılaştırır, iletilen talebi onaylar ya da reddeder ve işlem günlüğünü veri tabanına gönderir. Giriş kontrol listesine dayanarak giriş reddedildiğinde kapı kilitli halde kalır. Eğer kimlik bilgileri ile giriş kontrol listesi arasında bir eşleşme varsa, kontrol paneli, kapının kilidini açacak olan röleyi çalıştırır. Kontrol paneli aynı zamanda alarm çalmasının önlenmesi için kapı açık sinyalini de göz ardı eder. Genellikle okuyucu, reddedilen giriş için yanıp sönen kırmızı LED ışığı ve onaylanan giriş için yanıp sönen bir yeşil LED ışığı şeklinde geri bildirim sağlar.

Yukarıdaki tanım, tek faktörlü bir işlemi göstermektedir. Kimlik bilgileri, elden ele geçebilir ve dolayısıyla giriş kontrol listesi alt üst edilebilir. Örneğin Alice'in sunucu odasına giriş hakkı var ama Bob'un yok. Ya Alice, kendi kimlik bilgilerini Bob'a verir ya da Bob, bu kimlik bilgilerini alır ve artık sunucu odasına girişi vardır. Bunu önlemek için iki faktörlü kimlik denetimi kullanılabilir. İki faktörlü işlemde, girişin onaylanması için kimlik bilgilerinin gösterilmesi ve ikinci faktörün uygulanması gereklidir; ikinci faktör bir PIN numarası, ikinci kimlik bilgileri, operatör müdahalesi ya da biyometrik bir girdi olabilir.

Bilgilerin doğrulanması için üç yol (faktör) vardır:

- *Kullanıcının bildiği birşey, örn. şifre, parola ya da PIN*
- *Kullanıcının sahip olduğu bir şey, örn. akıllı kart ya da anahtarlık*
- *Kullanıcıya ait bir şey, örn. biyometrik ölçüm ile doğrulanan parmak izi*

Şifreler, bilgi sistemlerine girişin verilmesinden önce kullanıcının kimliğini doğrulayan bir yaygın bir araçttır ayrıca günümüzde dördüncü doğrulama faktörü de bilinmektedir: tanıdığınız biri vasıtasıyla sizi tanıyan biri, sistemlerin benzer senaryolarına izin vermesi için kurulmuş(ayarlanmış) durumlarda, insan ögeleri doğrulamayı sağlayabilir. Örneğin bir kullanıcını şifresi olabilir ama akıllı kartını unutmuştur. Böyle bir senaryoda eğer kullanıcı, belirlenen grup tarafından tanınıyorsa, gruplar, söz konusu olan kullanıcının mevcut faktörü ile birlikte kendi akıllı kartlarını ve şifrelerini verebilirler ve dolayısıyla girişe imkan vermek için üç faktörü de sağlayarak kartını unutan kullanıcı için iki faktör sağlanmış olur.

11.18.1 Kimlik Bilgileri

Kimlik bilgileri, bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerine ya da fiziksel bir tesise bireysel girişi sağlayan fiziksel/maddi bir nesne, bilgi parçası ya da kişinin fiziksel görüşünümü ile ilgilidir. Tipik olarak kimlik bilgileri, bir kişinin bildiği bir şey (numara ya da PIN), kişinin sahip olduğu bir şey (giriş kartı), kişiye ait bir şey (biyometrik özellik) ya da bunların kombinasyonları şeklinde olabilir. bu, çok faktörlü doğrulama olarak bilinir. Tipik kimlik bilgileri bir giriş

kartı ya da anahtarlıktır ve daha yeni yazılımlar da kullanıcıların akıllı telefonlarını giriş cihazlarına dönüştürebilir.

Manyetik şeritler, barkodlar, Wiegand, 125 kHz yakınlık, 26-bit kart okuyucu, kontakt akıllı kartlar ve temassız akıllı kartlar da dahil olmak üzere bir çok kart teknolojisi vardır. Aynı zamanda ID kartlarından daha kompakt olan ve bir anahtara takılabilen anahtarlıklar da vardır. Biyometrik teknolojiler; parmak izini, yüz tanımayı, iris tanımayı, retinal taramayı, ses ve el geometrisini içerir [4]. Daha yeni akıllı telefonlarda bulunan uyumlu biyometrik teknolojiler, aynı zamanda mobil cihazlarda çalışan giriş yazılımı ile birlikte kimlik bilgileri olarak da kullanılabilir [5]. Daha eski ve daha geleneksel olan kart giriş teknolojilerine ilaveten Yakın alan iletişimi (NFC) ve düşük Bluetooth enerjisi gibi daha yeni teknolojiler de sistem ya da bina girişi okuyucuları için kullanıcının kimlik bilgileri ile iletişim kurma potansiyeline sahiptir.

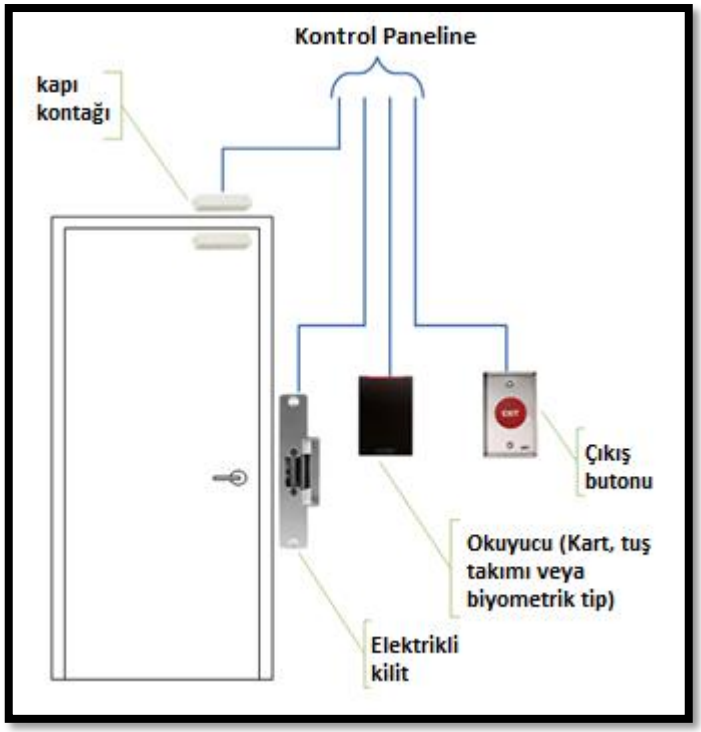
11.19 GİRİŞ KONTROL SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

Bir kapı, döner kapı, park yeri, asansör ya da diğer fiziksel bir bariyer olabilen giriş kontrol noktasında girişin sağlanması elektronik olarak kontrol edilebilir. Tipik olarak giriş noktası bir kapıdır. Elektronik giriş kontrol kapısı, birkaç elemanı içerebilir. En temel şekilde bağımsız bir elektrikli kilit vardır. Kilit, bir anahtar ile oepratör arafından açılır. Bunu otomatik hale getirmek için operatör müdahalesi, bir okuyucu ile değiştirilir. Okuyucu, bir kodun girileceği bir tuş takımı olabilir, bir kart okuyucu olabilir ya da biyometrik bir okuyucu olabilir. okuyucular genellikle giriş kararı vermezler ama kart numarasını, bir giriş listesine istinaden numarayı doğrulayan giriş kontrol paneline gönderirler. Kapının pozisyonunu görüntülemek için manyetik bir kapı anahtarı kullanılabilir. konsept olarak kapı anahtarı, araç kapıları ya da buzdolapları üzerinde olanlardan farklı değildir. Genel olarak yalnız giriş kontrol edilir ve çıkış, kontrolsüzdür. Çıkışın da kontrol edildiği durumlarda kapının ters tarafında ikinci bir okuyucu kullanılır. Çıkışın kontrolsüz olduğu durumlarda yani serbest çıkış durumunda, request-to-exit (çıkış talebi) (REX) isimli bir cihaz kullanılır. Request-to-exit cihazları, bir buton ya da bir hareket detektörü olabilir. butona basıldığında ya da hareket detektörü, kapıda bir hareket olduğunu belirlediğinde, kapı açıldığında kapı alarmı geçici olarak göz ardı edilecektir. Elektriksel olarak kapı kilidinin açılmadığı durumlarda bir kapıdan çıkış, mekaniksiz çıkış olarak adlandırılır. Bu, önemli bir güvenlik özelliğidir. Kilidin, elektriksel olarak çıkışta açılması gerektiği durumlarda, request-to-exit cihazı da kapının kilidini açacaktır.

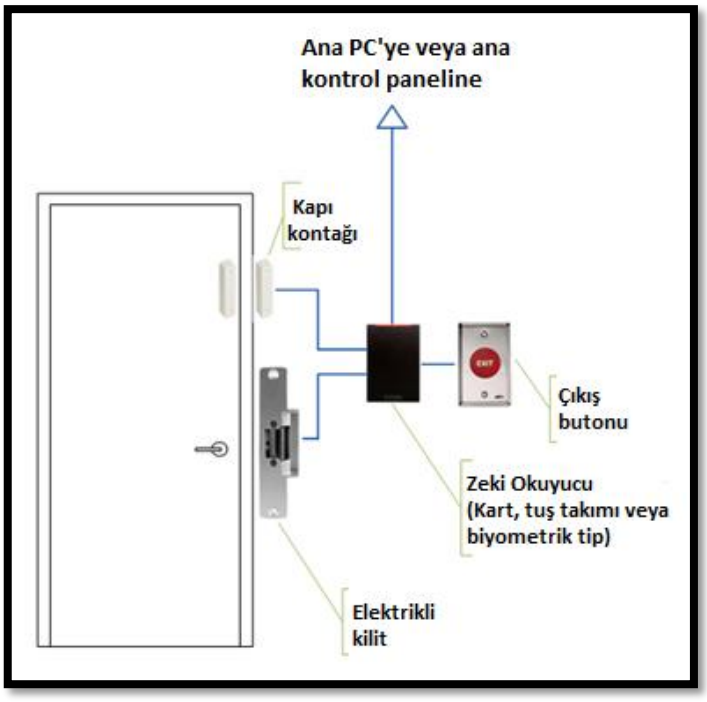


Şekil-11.53 *Kontrol sistemi bileşenleri, New York gibi büyük şehirlerde bulunabilir [29]*

11.20 GİRİŞ KONTROLÜ TOPOLOJİSİ



Şekil-11.54 *Tipik giriş kontrol kapısı kablo diyagramı [30]*



Şekil-11.55 *Akıllı okuyucuları kullanırken giriş kontrol kapısının kablo diyagramı [30]*

Giriş kontrol kararları, bir giriş kontrol listesi ile kimlik bilgilerinin kıyaslanması ile yapılır. Bu inceleme, bir sunucu ya da ana bilgisayar tarafından, giriş kontrol paneli tarafından ya da bir okuyucu tarafından yapılabilir. Giriş kontrol sistemlerinin gelişimi, merkezi ana bilgisayardan sistemin kenarına ya da okuyucuya doğru sürekli bir arama sağlar. Tahminen 2009 yılındaki en etkili topoloji; bir göbek ve göbek olarak kontrol paneli ile tekerlek teli ve tekerlek teli olarak okuyuculardır. Arama ve kontrol fonksiyonları, kontrol paneli tarafından

gerçekleştirilir. Teller, genellikle RS-485 olmak üzere seri bağlantı yoluyla iletişim sağlarlar. Bazı üreticiler, kapıya bir kontrolör yerleştirerek kenar kısımlarında karar vermeyi sağlarlar. Kontrolörler, IP-desteklidir ve standart ağları kullanarak bir ana bilgisayara ve veri tabanına bağlanırlar.

11.21 OKUYUCU TİPLERİ

Giriş kontrol okuyucuları, gerçekleştirebildikleri eylemlere göre sınıflandırılabilirler:

- *Temel (akıllı olmayan) okuyucular: basit olarak kart numarasını ya da PIN'i okur ve kontrol paneline iletir. Biyometrik tanıma olması halinde bu okuyucular, kullanıcının ID numarasını çıkarır. Tipik olarak RS-232, RS-485 ve Saat/Veri gibi diğer seçenekler yaygın değildir. Bu, giriş kontrol okuyucularının en popüler olanıdır. Bu tür okuyucular için örnekler RF Tiny by RFLOGICS, ProxPoint by HID ve P300 by Farpointe Data'dır.*
- *Yarı akıllı okuyucular: kapı donanımını kontrol etmek için (kilit, kapı kontağı, çıkış butonu) gerekli olan tüm girdi ve çıktılara sahiptir ama giriş kararı vermez. Bir kullanıcı, bir kart okutursa ya da PIN girerse okuyucu, bilgileri ana kontrolöre gönderir ve yanıt için bekler. Eğer ana kontrolör bağlantısı kesintiye uğrarsa, bu okuyucular çalışmaz ya da düşük modda çalışır. Genellikle yarı akıllı okuyucular, RS-485 veri yolu ile kontrol paneline bağlanırlar. Bu tür okuyucular için örnekler InfoProx Lite IPL200 by CEM Systems ve AP-510 by Apollo'dur.*
- *Akıllı okuyucular: kapı donanımını kontrol etmek için gerekli olan tüm girdi ve çıktılara sahiptir; aynı zamanda hafızaları vardır ve giriş kararlarını bağımsız olarak vermek için gerekli olan işletim gücüne sahiplerdir. Yarı akıllı okuyuculara benzer şekilde bir RS-485 veri yolu ile kontrol paneline bağlanırlar. Kontrol paneli, konfigürasyon güncellemelerini gönderir ve okuyuculardan, olayları geri alır. Bu tür okuyucular için örnekler InfoProx IPO200 by CEM Systems ve AP-500 by Apollo'dur. Aynı zamanda "IP okuyucuları" olarak bilinen yeni bir akıllı okuyucu jenerasyonu da vardır. IP okuyucuları olan sistemler genellikle geleneksel kontrol panellerine sahip değillerdir ve okuyucular doğrudan ana bilgisayar olarak hareket eden bir bilgisayarla iletişime geçerler. Bu tür okuyucular için örnekler Foxtech FX-50UX, FX-632 Parmak İzi Okuyucu/Kontrolör Giriş Kontrol Sistemi PowerNet IP Okuyucu by Isonas Security Systems,[9] ID 11 by Solus (kullanıcı dostu olması için uyumlu bir web hizmeti vardır), Edge ER40 reader by HID Global, LogLock ve UNiLOCK by ASPiSYS Ltd, BioEntry Plus reader by Suprema Inc. ve 4G V-Station by Bioscrypt Inc.'dir.*

Bazı okuyucular, LCD ya da veri toplama amacıyla fonksiyon butonları (yani katılım raporları için giriş/çıkış saati), interkom için kamera/hoparlör/mikrofon, ve akıllı kart okuma/yazma desteği gibi ilave özelliklere sahiptir.

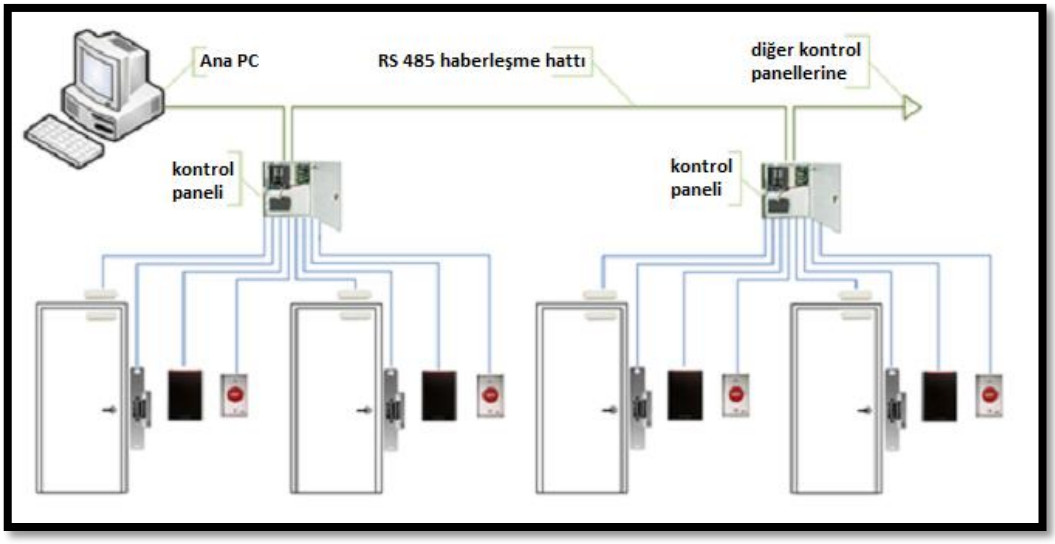
Giriş kontrol okuyucuları aynı zamanda kimlik tespiti teknolojilerinin tipine göre de sınıflandırılabilirler.

11.22 ERİŞİM KONTROL SİSTEMİ TOPOLOJİLERİ

1. Seri kontrolörler. *Kontrolörler, seri RS-485 iletişim hattı yoluyla ana bilgisayara bağlanır (ya da bazı eski sistemlerde 20 mA akım döngüsü yoluyla). Standart bilgisayarların RS-485 iletişim portları olmadığından ötürü harici RS-232/485 dönüştürücüleri ya da dahili RS-485 kartlarının takılması gerekmektedir.*

Avantajları:

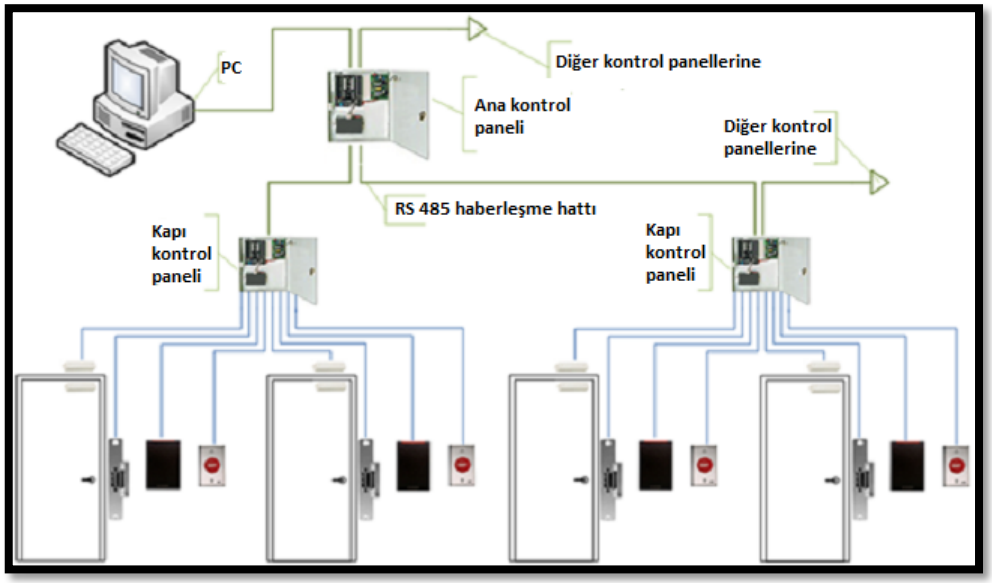
- *RS-485 standardı, 4000 feet'e (1200 m) kadar uzun kablolamaya imkan sağlar*
- *Nispeten kısa tepki süresi. RS-485 hattı üzerindeki maksimum cihaz sayısı 32 ile sınırlıdır yani ana bilgisayar, her cihazdan sıklıkla durum güncellemelerini talep edebilir ve neredeyse gerçek zamanlı olarak olayları görüntüler.*
- *İletişim hattının başka sistemlerle paylaşılmamasından ötürü yüksek güvenilirlik ve güvenlik.*



Şekil-11.56 *Seri kontrolörleri kullanarak giriş kontrol sistemi [31]*

Dezavantajları:

- *RS-485, dağıtıcı kullanılmadığı sürece Star-tip kabloların kullanılmasına izin vermez*
- *RS-485, büyük miktarlarda verinin iletilmesi için uygun değildir (yani konfigürasyon ve kullanıcılar). En yüksek olası iletim, 115.2 kbit/sn'dir, ancak çoğu sistemde güvenilirliği arttırmak için 56.2 kbit/sn olarak ya da daha düşük bir değere indirilmiştir.*
- *RS-485, ana bilgisayarın, eş zamanlı olarak aynı porta bağlanan birden fazla kontrolör ile iletişim kurmasına izin vermez. Bu nedenle büyük sistemlerde, konfigürasyon aktarımları ve kontrolörler için kullanıcılar, normal işlemlerle çalışarak uzun süre alabilir.*
- *Kontrolörler; bir alarm durumunda iletişimi başlatamazlar. Ana bilgisayar, RS-485 iletişim hattında yönetici olarak hareket eder ve kontrolörler, tarama yapılıncaya kadar beklemek zorundadırlar.*
- *Artık ana bilgisayar kurulumu oluşturmak için özel seri anahtarlar gereklidir.*
- *Mevcut olan ağ alt yapısını kullanmak yerine ayrı RS-485 hatları oluşturulmalıdır.*
- *RS-485 standartlarını karşılayan kablo, normal Kategori 5 UTP ağ kablosundan daha pahalıdır.*
- *Sistemin işletimi, temel olarak ana bilgisayara bağlıdır. Ana bilgisayarın arızalanması halinde kontrolördeki olaylar alınamaz ve kontrolörler arasında etkileşim gerektiren fonksiyonlar (örn. anti-pass back) çalışmaz.*



Şekil-11.57 *Seri ana ve alt kontrolörleri kullanan giriş kontrol sistemi [32]*

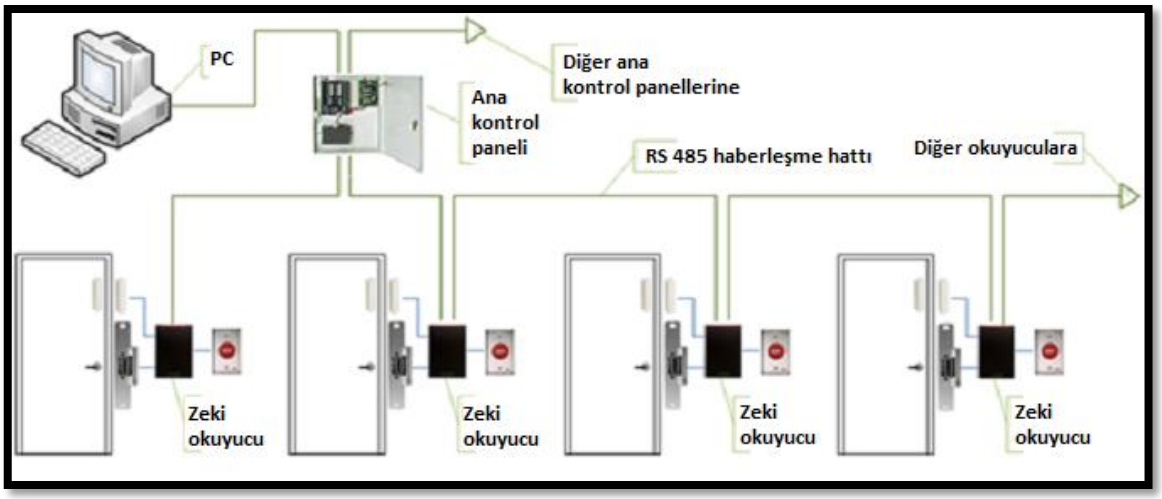
2. Seri ana ve alt kontrolörler. *Tüm kapı donanımı, alt kontrolörlere bağlıdır (a.k.a. kapı kontrolörler ve kapı arayüzeyleri). Alt kontrolörler genellikle giriş kararları vermez ve bunun yerine tüm talepleri ana kontrolörlere iletir. Ana kontrolörler genellikle 16-32 alt kontrolörü destekler.*

Avantajları :

- *Ana bilgisayar üzerindeki iş yükü önemli ölçüde azalır çünkü yalnızca az sayıda ana kontrolör ile iletişim kurması gerekir.*
- *Sistemin genel maliyeti düşüktür öyle ki alt kontrolörler genellikle basit ve ucuz cihazlardır.*
- *İlk paragrafta belirtilen diğer tüm avantajlar geçerlidir.*

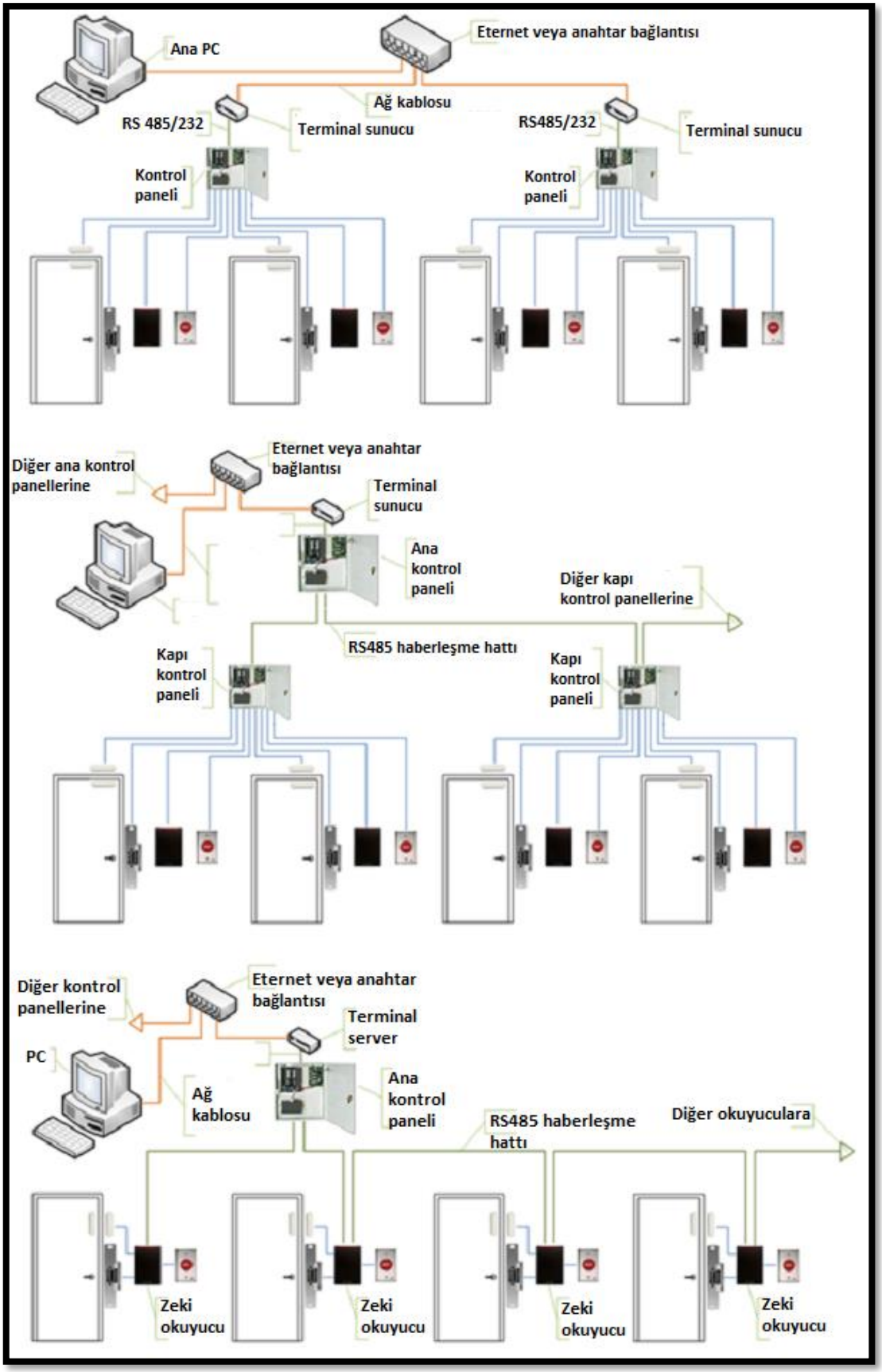
Dezavantajları:

- *Sistemin işletimi temel olarak ana kontrolörlere bağlıdır. Ana bilgisayarın arızalanması halinde kontrolördeki olaylar alınamaz ve kontrolörler arasında etkileşim gerektiren fonksiyonlar (örn. anti-pass back) çalışmaz.*
- *Bazı alt kontrolör modelleri (genellikle düşük maliyetli olanlar), bağımsız olarak giriş kararı vermek için hafızaya ya da işlemci gücüne sahip değildir. Eğer ana kontrolör arızalanırsa alt kontrolörler, kapıların tamamen kilitleneceği ya da açılacağı düşük moda geçiş yaparlar ve hiçbir olay kaydedilmez. Bu tür alt kontrolörlerin kullanımından kaçınılmalıdır ya da yalnız yüksek güvenlik gerektirmeyen alanlarda kullanılmalıdırlar.*
- *Ana kontrolörler nispeten pahalıdır bu yüzden bu tür bir topoloji, az sayıda kapısı olan çoklu uzaktan lokasyonları olan sistemler için uygun değildir.*
- *İlk paragrafta RS-485'e ilişkin olan diğer tüm dezavantajlar geçerlidir.*



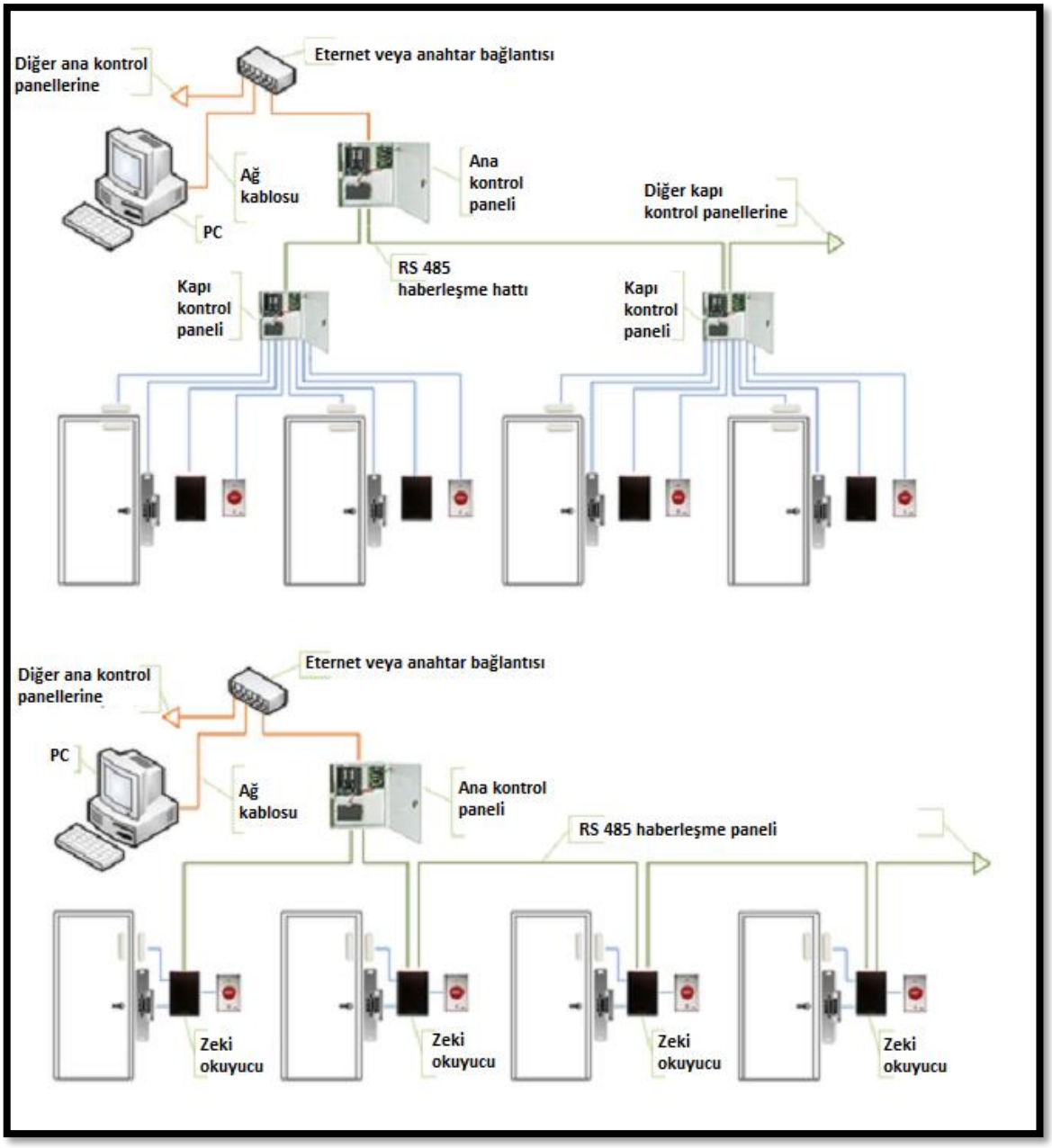
Şekil-11.58 *Seri ana kontrolör ve akıllı okuyucuları kullanan giriş kontrol sistemi [33]*

3. Seri ana kontrolörler ve akıllı okuyucular. *Tüm kapı donanımı, doğrudan akıllı ya da yarı akıllı okuyuculara bağlıdır. Okuyucular genellikle giriş kararları vermezler ve tüm talepleri ana kontrolöre iletirler. Yalnız ana kontrolör bağlantısı olmadığında okuyucular, giriş kararlarını vermek ve olayları kaydetmek için kendi dahili veri tabanlarını kullanacaklardır. Veri tabanı olmayan ve ana kontrolör olmadan çalışmayan yarı akıllı okuyucu, yalnız yüksek güvenliğin gerekli olmadığı alanlarda kullanılacaktır. Ana kontrolörler genellikle 16-64 okuyucuyu desteklerler. Tüm avantajları ve dezavantajları, ikinci paragrafta açıklananlar ile aynıdır.*



Şekil-11.59 *Seri kontrolörleri ve terminal sunucularını kullanan giriş kontrol sistemleri [34]*

4. Terminal sunucular ile seri kontrolörler. *Bilgisayar ağlarının hızlı gelişimine ve artan kullanımına rağmen giriş kontrol üreticileri, eski kafalı kalmışlardır ve ağ-destekli ürünleri ortaya çıkarmak için acele etmemektedirler. Ağ bağlantısına sahip çözümler konusunda baskı yapıldığında çoğu, daha az çaba gerektiren seçeneği seçmiştir: bir terminal sunucusunun, yani LAN ya da WAN yoluyla seri verilerini iletim için dönüştüren bir cihazın, eklenmesi.*



Şekil-11.60 *Ağ-destekli ana kontrolörleri kullanan giriş kontrol sistemi [35]*

Avantajları:

- *Sistemin ayrı segmentlerini bağlamak için mevcut ağ alt yapısının kullanılmasını sağlar.*
- *RS-485 hattının kurulmasının zor ya da imkansız olduğu durumlarda geçerli bir çözüm sunar.*

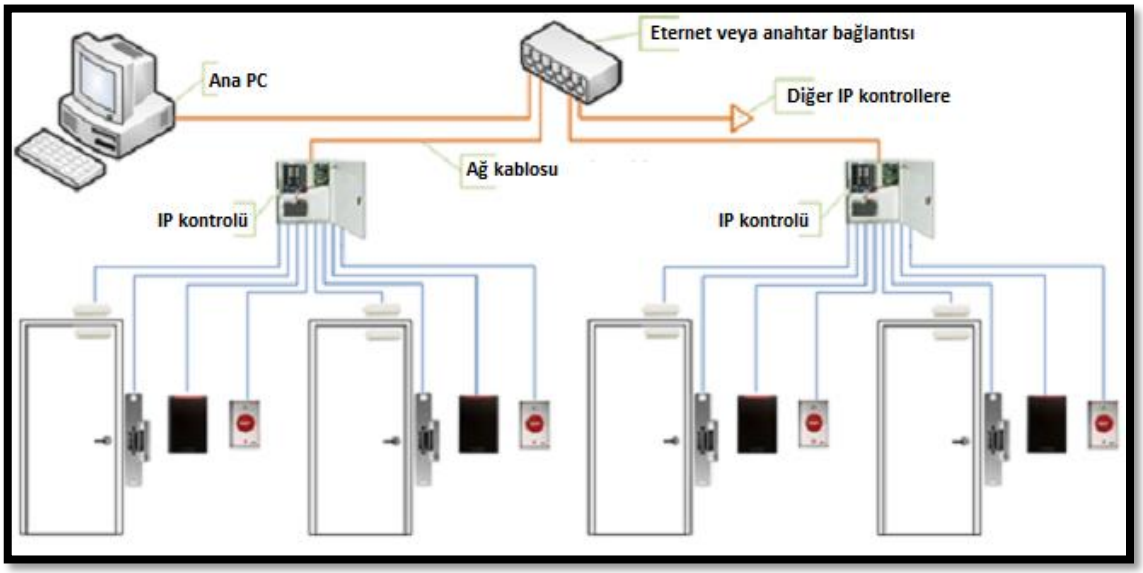
Dezavantajları:

- *Sistemin karmaşıklığını arttırır.*
- *Kurulumu yapanlar açısından ilave çalışma yapılmasına neden olur: genellikle terminal sunucularının bağımsız olarak ve giriş kontrol yazılmının arayüzeyi dışında konfigüre edilmeleri gerekir.*
- *Kontrolör ile terminal sunucu arasındaki seri iletişim bağlantısı, bir darboğaz olarak hareket eder: ana bilgisayar ile terminal sunucusu arasındaki veriler, 10/100/1000Mbit/sn ağ hızında dolaşırken*

dahi, 112.5 kbit/sn ya da daha düşük seri hızına yavaşlatılmaları gerekir. Aynı zamanda seri ve ağ verileri arasındaki dönüştürme işlemine ilave gecikmeler de dahil olacaktır.

RS-485'ye ilişkin avantajlar ve dezavantajlar da geçerlidir.

5. Ağ-destekli ana kontrolörler. *Topoloji, neredeyse ikinci ve üçüncü paragraflarda açıklananlar ile aynıdır. Aynı avantajlar ve dezavantajlar geçerlidir ancak yerleşik ağ arayüzeyi, bazı değerli gelişmeler sunar. Konfigürasyon ve kullanıcı verilerinin ana kontrolörlere iletimi daha hızlıdır ve paralel olarak gerçekleştirilebilir. Bu da sistemi daha hassas hale getirir ve normal işlemler kesintiye uğramaz. Artık ana bilgisayar kurulumunu sağlamak için özel bir donanım gerekli değildir: ilk ana bilgisayarın arızalanması halinde ikinci ana bilgisayar, ağ kontrolörlerini taramaya başlayacaktır. Terminal sunucuları tarafından ortaya çıkan dezavantajlar da (dördüncü paragrafta açıklanmıştır) ortadan kaldırılır.*



Şekil-11.61 *IP kontrolörlerini kullanan giriş kontrol sistemi [35]*

6. <u>IP kontrolörleri</u>. *Kontrolörler, Ethernet LAN ya da WAN yoluyla ana bilgisayara bağlanır.*

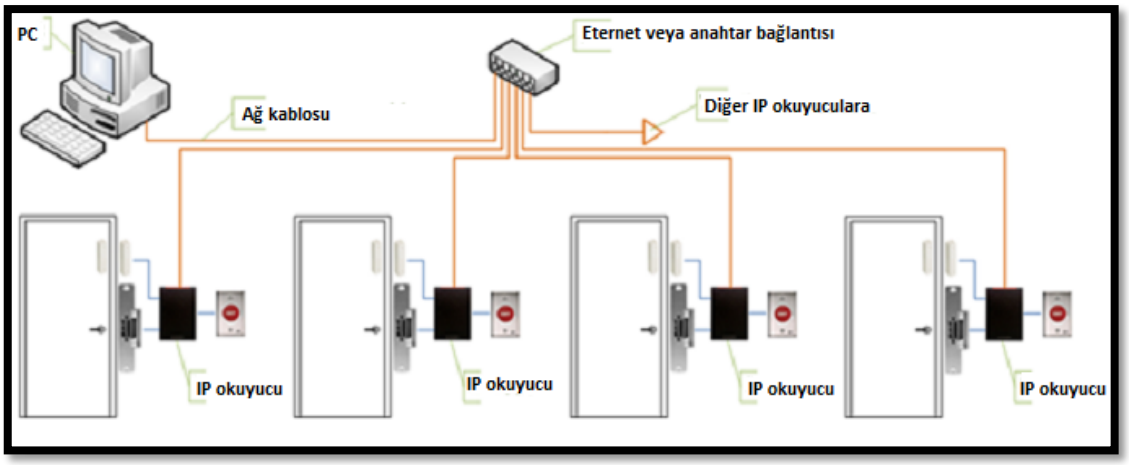
Avantajları:

- *Tamamen mevcut ağ altyapısı kullanılmıştır ve yeni iletişim hatlarının kurulmasına gerek yoktur.*
- *Kontrolörlerin sayısına istinaden bir kısıtlama yoktur (RS-485 durumunda hat başına 32).*
- *Özel RS-485 kurulumu, sonlandırma, topraklama ve sorun giderme bilgileri gerekli değildir.*
- *Kontrolörler ile iletişim, çok sayıda verinin iletimi için önemli olan şekilde tam ağ gerçekleştirilebilir (binlerce kullanıcıya sahip veri tabanları, biyometrik kayıtlar da dahil).*
- *Bir alarm durumunda kontrolörler, ana bilgisayara bağlantı sağlayabilirler. Bu imkan, büyük sistemlerde önemlidir çünkü gereksiz tarama işlemlerinden kaynaklanan ağ trafiğini azaltır.*
- *Uzun mesafelerle ayrılan çoklu sahaları içeren sistemlerin kurulumunu basitleştirir. Uzak lokasyonlarda bağlantının sağlanması için temel bir internet bağlantısı yeterlidir.*
- *Çeşitli durumlarda bağlantıyı sağlamak için geniş standart ağ ekipmanları seçimi mümkündür (fiber, kablosuz, VPN, dual path, PoE)*

Dezavantajları:

- *Sistem; yoğun trafik ve ağ ekipmanı arızaları durumundaki gecikmeler gibi ağa ilişkin sorunlara duyarlı hale gelir.*
- *Giriş kontrolörler ve çalışma istasyonları, organizasyon ağının iyi korunmaması durumunda bilgisyar korsanları tarafından erişilebilir hale gelebilir. Bu tehdit, fiziksel olarak giriş kotnrol ağının organizasyon ağından ayrılması ile ortadan kaldırılabilir. Aynı zamanda belirtilmelidir ki çoğu IP kontrolörü, ya Linux platformunu ya da tescilli işletim sistemlerini kullanırlar ki bu da bilgisayarların hacklenmesini zorlaştırır. Standart endüstri veri şifreleme de kullanılır.*

- *Bir göbekten ya da bir anahtardan kontrolöre kadar olan maksimum mesafe (bakır kablo kullanılıyorsa) 100 metredir (330 ft).*
- *Sistemin işletimi, ana bilgisayara bağlıdır. Ana bilgisayarın arızalanması durumunda kontrolördeki olaylar alınamaz ve kontrolörler arasında etkileşim gerektiren (yani anti-passback) fonksiyonlar çalışmaz. Ancak bazı kontrolörler, ana bilgisayara olan bağımlılığı azaltmak amacıyla uçtan uca iletişim seçeneğine sahiptir.*



Şekil-11.62 *IP okuyucuları kullanan giriş kontrol ssitemleri [35]*

7. <u>IP okuyucuları</u>. *Okuyucular, Ethernet LAN ya da WAN yoluyla ana bilgisayara bağlanırlar.*

Avantajları:

- *Çoğu IP okuyucu, PoE-yeterlidir. Bu özellik, kilitler ve çeşitli detektör tiplerini de (varsa) içeren şekilde tüm sisteme yedekli batarya gücünü sağlamayı kolaylaştırır.*
- *IP okuyucuları, kontrolör kasalarına olan ihtiyacı da ortadan kaldırır.*
- *IP okuyucularını kullanırken harcanan kapasite yoktur (örn. 4 kapılı kontrolör, yalnız 3 kapıyı kontrol ettiğinde %25 kullanılmamış kapasiteye sahip olacaktır).*
- *IP okuyucu sistemleri kolaylıkla ölçeklenir: yeni ana ya da alt kontrolörlerin kurulmasına gerek yoktur.*
- *Bir IP okuyucusunun arızalanması, sistemdeki diğer okuyucuları etkilemez.*

Dezavantajları:

- *Yüksek güvenlikli alanlarda kullanılmak üzere IP okuyucuları, giriş kilidi ve/veya çıkış butonu kabloları yoluyla intrüzyon olasılığını ortadan kaldırmak için özel girdi/çıktı modülleri gerektirirler. Tüm IP okuyucu üreticileri, bu tür modüllere sahip değildir.*
- *Temel okuyuculardan daha sofistike olarak IP okuyucuları aynı zamanda pahalı ve hassastır bu nedenle, dış mekan kullanımı için spesifik olarak tasarlanmış olmadıkları sürece, sert hava koşullarına sahip olan alanlara ya da yüksek vandallık olasılığı olan dış mekanlara kurulmamalıdır. Bu tür modelleri az sayıda üretici yapmaktadır.*

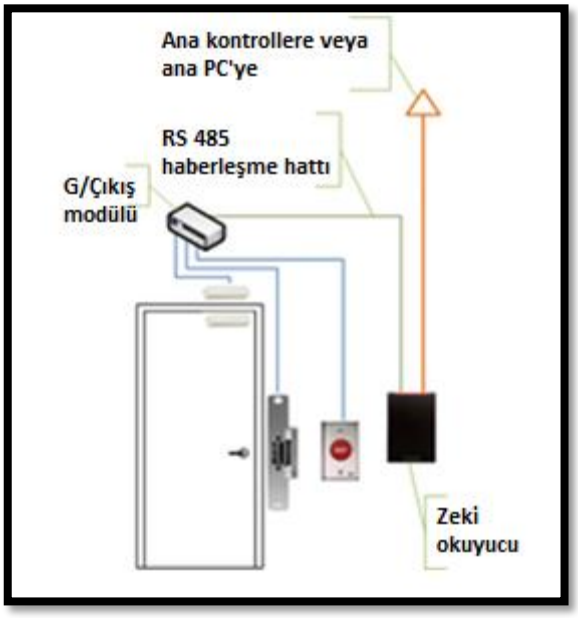
IP kontrolörlerin avantajları ve dezavantajları, IP okuyucuları için de geçerlidir.

11.23 GÜVENLİK RİSKLERİ

Bir giriş kontrol sistemi yoluyla en yaygın olan intrüzyon güvenlik riski, temel olarak onaylı bir kullanıcının bir kapıdan çıkışını izler ve bu durum "tailgating (yakından izleme)" olarak bilinir. Genellikle onaylı olan kullanıcı, izinsiz giren kişi için kapıyı açık tutacaktır. Bu risk, kullanıcı popülasyonunun güvenlik farkındalığı eğitimi verilmesi ile ya da turnikeler gibi daha aktif araçlar ile azaltılabilir. Çok yüksek güvenlik uygulamalarında bu risk, bazen bir güvenlik holü ya da tuzak olarak da adlandırılan bir çıkış kapısı kullanılarak azaltılabilir ve burada geçerli kimlik bilgilerinin doğrulanması açısından operatörün müdahalesi gereklidir.

En yaygın ikinci risk, bir kapının kaldırılması ile açık bırakılmasıdır. Bu durum şaşırtıcı bir şekilde basit ve bir çok kapıda etkilidir. Kaldıraç, bir tornavida kadar küçük ya da bir levye kadar büyük olabilir. Tam anlamıyla uygulanan giriş kontrol sistemleri, zorlanan kapı izleme alarmlarını içerir. Bunlar etkinlik açısından farklılık gösterirler ve genellikle yüksek yanlış pozitif alarmlardan, zayıf veri tabanı konfigürasyonundan ya da aktif intrüzyon izleme eksikliğinden ötürü başarısız olurlar.

Kaldırma işlemine benzer olan başka bir durum ise ucuz bölme duvarların kırılmasıdır. Paylaşımlı kullanıcı alanlarında bölme duvarlar hassastır. Aynı hat üzerindeki hassaslık, yandan gelen ışıkların kırılmasıdır.



Şekil-11.63 *Akıllı okuyucular ve IO modülünü kullanırken giriş kontrol kapısının kablo diyagramı [36]*

Yanıltıcı kilitleme donanımı, basit bir donanımdır ve kaldırma işleminden daha zekicedir. Elektrikli kilitli donanımdaki solenoid kontrol cıvataları, güçlü bir mıknatıs ile idare edilebilir. Avrupa'da ABD'de olduğundan daha yaygın olan motor kilitleri de, halka şeklinde bir mıknatıs kullanarak bu saldırıya karşı hassastır. Aynı zamanda akım ekleyerek ya da çıkararak kilit gücünün manipüle edilmesi de mümkündür.

Giriş kartlarının, sofistike saldırılara karşı hassas oldukları kanıtlanmıştır. Girişimci bilgisayar korsanları, kullanıcının yakınlık kartından kart numarasını yakalayan taşınabilir okuyucular yapmışlardır. Bilgisayar korsanı basit bir şekilde kullanıcı ile birlikte yürür, kartı okur ve daha sonra kapıyı koruyan okuyucuya numarayı iletir. Bu durum, kart numaralarının açık bir şekilde gönderilmesinden ve herhangi bir şifreleme kullanılmamasından ötürü mümkündür.

Son olarak çoğu elektrikli kilitleme donanımları, yük devretme için halen mekanik anahtarlara sahiptir. Mekanik anahtarlı kilitler, darbelere karşı hassaslardır.

11.24 BİLİNMESİ GEREKEN İLKESİ

Bilinmesi gereken ilkesi, kullanıcı giriş kontrolleri ve yetkilendirme prosedürleri ile mecbur kılınabilir ve amacı, yalnız yetkili olan bireylerin, görevlerini yürütmeleri amacıyla gerekli olan bilgilere ya da sistemlere girişlerini sağlamayı garanti etmektir. bkz. en düşük giriş hakkı ilkesi.

11.25 BİLGİSAYAR GÜVENLİĞİ

Bilgisayar güvenliğinde genel giriş kontrolleri; yetkilendirmeyi, doğrulamayı, giriş onayını ve denetlemeyi içeirr. Giriş kontrolünün daha dar tanımı yalnız giriş onayını içerebilir ki burada sistem, kişinin giriş hakkına dayanarak daha önceden onaylanan bir bireyden gelen giriş talebini kabul etme ya da reddetme kararını verir. Yetkilendirme ve giriş kontrolü genellikle tek bir işlemde birleştirilir böylece giriş, başarılı yetkilendirmeye dayanarak ya da isimsiz giriş göstergesine dayanarak onaylanır. yetkilendirme yöntemleri ve göstergeler;

şifreleri, biyometrik taramaları, fiziksel anahtarları, elektronik anahtarları ve cihazları, gizli yolları, sosyal bariyerleri ve insanlar ve otomatik sistemler tarafından görüntülenmeyi içerir.

Herhangi bir giriş konrol modelinde sistem üzerinde işlem yapabilen varlıklar, özne olarak ve girişin kontrol edilebileceği kaynakları temsil eden varlıklar ise nesneler olarak adlandırılır (bkz. aynı zamanda Giriş Kontrol Matrisi). Özneler ve nesneler birlikte, insan kullanıcılardan ziyade, yazılım varlıkları olarak göz önüne alınabilir: bir insan kullanıcı, yalnız kontrol ettikleri yazılım varlıkları yoluyla sistem üzerinde bir etkiye sahip olabilir.

Bazı sistemlerin, kullanıcı IDleri ile özneleri dengelemesine ve bu nedenle varsayılan olarak bir kullanıcı tarafından başlatılan tüm işlemlerin aynı yetkiye sahip olmasına rağmen bu kontrol seviyesi, en düşük giriş ilkesini yerine getirecek kadar ince taneli değildir ve muhtemelen bu tür sistemlerde kötü amaçlı yazılımların yaygın olmasından da sorumludur (bkz. bilgisayar güvensizliği).

Bazı modellerde, örneğin nesne-kabiliyeti olan model, herhangi bir varlığı, hem özne hem de nesne olarak hareket edebilir.

2014 yılından bu yana giriş-kontrol modelleri, aşağıda belirtilen iki sınıftan birine girmektedir: kabiliyetlere dayananlar ve giriş kontrol listelerine (ACL) dayananlar.

- *Kabiliyete dayalı modelde, unutulmayacak bir referansın ya da kabiliyetin bir nesnede tutulması, nesneye giriş sağlar (kabaca bir kişinin ev anahtarının kişinin evine nasıl giriş sağlayacağının belirtilmesine benzer); giriş, güvenli bir kanal yoluyla bu tür bir kabiliyetin iletilmesi ile diğer tarafa aktarılır*
- *ACL-dayalı modelde, öznenin bir nesneye girişi, kimliğinin, nesneye ilişkin listede olup olmamasına dayanır (kabaca özel bir partide bir korumanın, kişinin misafir listesinde adının olup olmadığını belirlemek için kişinin ID'sini nasıl kontrol edeceğinin belirtilmesine benzer); giriş, listenin düzenlenmesi ile sağlanır. (Farklı ACL sistemleri, listenin düzenlenmesinden kimin ya da neyin sorumlu olduğuna ve nasıl düzenleneceğine ilişkin farklı konvansiyonlara sahiplerdir.)*

Hem kabiliyete dayalı hem de ACL'ye dayalı modeller, özne grubunun tüm üyelerine giriş haklarının verilmesini sağlayacak mekanizmalara sahiplerdir (genellikle grubun kendisi, bir özne olarak modellenir).

Giriş kontrol sistemleri, temel onaylama, tanımlama ve yetkilendirme (I&A), giriş onayı ve sorumluluk hizmetleri sunar öyle ki:

- *Onaylama, bir öznenin neler yapabileceğini*
- *Tanımlama ve yetkilendirme, yalnız izinli olan öznelerin sisteme giriş yapabileceğini garanti etmeyi*
- *Giriş onayı, yetkilendirme politikasına dayanarak giriş izni verilen kaynaklarla kullanıcıların ilişkilendirilmesi yoluyla işlemler esnasında giriş verilmesini ve*
- *Sorumluluk ise bir öznenin ne yaptığının tanımlanmasını sağlar (ya da bir kullanıcıya ilişkin tüm öznelerin).*

11.26 ERİŞİM KONTROLÜ

Hesap girişi, bir çok kontrol tipi ile sağlanabilir.

1. ***Zorunlu Giriş Kontrolü (MAC)***

   MAC'de kullanıcılar, dosyalarına kimin girişinin olabileceğini belirlemek için çok fazla serbestliğe sahip değillerdir. Örneğin kullanıcıların güvenlik izni ve verilerin sınıflandırması (gizli, özel ya da çok özel olarak), güven seviyesini tanımlamak için güvenlik etiketleri olarak kullanılır.

2. ***İsteğe Bağlı Giriş Kontrolü (DAC)***

   DAC;'da veri sahibi, spesifik kaynaklara kimin erişebileceğini belirler. Örneğin bir sistem yöneticisi, belirli izinlere dayanarak erişilebilecek olan bir dosya hiyerarşisi oluşturabilir.

3. ***Rol Tabanlı Giriş Kontrolü (RBAC)***

   RBAC, iş unvanına dayanarak giriş sağlar. Örneğin bir insan kaynakları uzmanı, ağ hesapları oluşturma iznine sahip değildir; bu işlem, ağ yöneticileri için belirlenen bir roldür.

4. ***Kurala Dayalı Giriş Kontrolü***

   Bunun örneği, günün belirli bir kısmında yalnız laboratuvarı kullanan öğrencilere izin verilmesi olabilir.

5. ***Kimlik bilgilerine dayalı giriş kontrolü***

Bunu kullanarak ağ yöneticileri, bireysel ihtiyaçlara dayanarak daha etkin şekilde faaliyetleri ve girişleri yönetebilir.

6. *Organizasyona dayalı giriş kontrolü (OrBAC)*

OrBAC modeli, politika tasarımcısının, uygulamadan bağımsız bir güvenlik politikasını tanımlamasını sağlar

7. *Sorumluluğa dayalı giriş kontrolü*

Bir aktör ya da rol olarak tayin edilen sorumluluklara dayanarak bilgiye erişilir

8. *Niteliğe dayalı giriş kontrolü*

Giriş haklarının, nitelikleri bir araya getiren politikaların kullanımı yoluyla kullanıcılara verildiği yeni bir giriş kontrol paradigması

11.27 TELEKOMÜNİKASYON

Telekomünikasyonda giriş kontrolü terimi, aşağıdaki anlamlara sahip olarak A.B.D. Federal Standardı 1037C'de tanımlanmışır:

1. *Bir iletişim sisteminin bileşenlerinin kullanımına izin vermek ya da reddetmek için kullanılan bir servis özelliği ya da teknik.*
2. *Bir saklama cihazına verileri aktarmak ya da cihazdan verileri almak için kişilerin ya da uygulama programlarının haklarını tanımlamak ya da kısıtlamak için kullanılan bir teknik.*
3. *Bir saklama cihazına verileri aktarmak ya da cihazdan verileri almak için kişilerin ya da uygulama programlarının haklarının tanımı ya da kısıtlanması.*
4. *Yetkili kullanıcılar, programlar, işlemler ya da diğer sistemlere bi AIS (Otomatikleştirilmiş Bilgi Sistemi) kaynaklarına girişin kısıtlanması işlemi.*
5. *Kullanıcı taleplerini yerine getirmek için sistem kaynaklarını tahsis eden kaynak kontrolörü ile uygulanan bir fonksiyon.*

Bu tanım, Federal Standart 1037C'den çeşitli diğer teknik terimlere dayanır.

11.28 KAMU POLİTİKASI

Kamu politikasında sistemler içerisinde bir davranışı izlemek ya da takip etmek ("sorumluluk") için ya da sistemlere girişi kısıtlamak ("onaylama") için giriş kontrolü, güvenlik ya da sosyal kontrol için güvenilir sistemleri kullanan bir uygulama özelliğidir.

11.BÖLÜM KAYNAKLARI

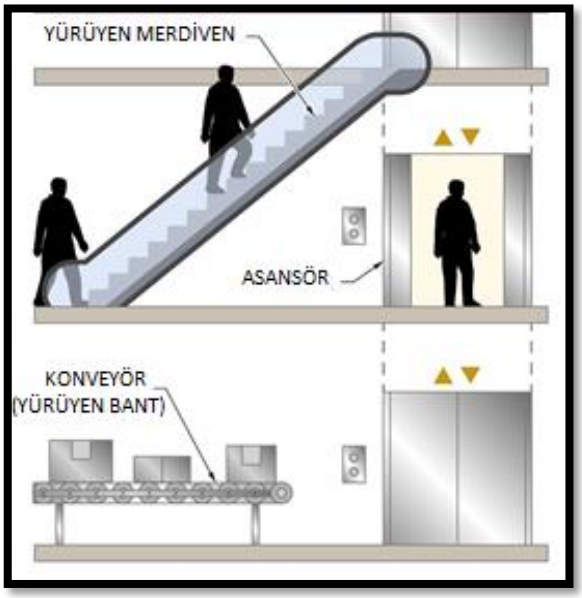
1. *http://www.senkronguvenlik.com.tr/tr/default.aspx*
2. *RFC 4949*
3. *Federal Financial Institutions Examination Council (2008). "Authentication in an Internet Banking Environment" (PDF). Retrieved 2009-12-31.*
4. *"MicroStrategy's office of the future includes mobile identity and cyber security". Washington Post. 2014-04-14. Retrieved 2014-03-30.*
5. *Biometric access control technology overview*
6. *"iPhone 5S: A Biometrics Turning Point?". BankInfoSecurity.com. 2013-09-16. Retrieved 2014-03-30.*
7. *"NFC access control: cool and coming, but not close". Security Systems News. 2013-09-25. Retrieved 2014-03-30.*
8. *"Ditch Those Tacky Key Chains: Easy Access with EC Key". Wireless Design and Development. 2012-06-11. Retrieved 2014-03-31.*
9. *"Kisi And KeyMe, Two Smart Phone Apps, Might Make House Keys Obsolete". The Huffington Post. The Huffington Post. Retrieved 2 September 2015.*
10. *isonas.com*
11. *http://www.evolllution.com/media_resources/cybersecurity-access-control/*
12. *http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=8,984,620.PN.&OS=PN/8,984,620&RS=PN/8,984,620*
13. *http://orbac.org*
14. *http://ceur-ws.org/Vol-599/BUISTAL2010_Paper5.pdf*
15. *http://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/other/a.pdf*
16. *U.S. Federal Standard 1037C*
17. *U.S. MIL-STD-188*
18. *U.S. National Information Systems Security Glossary*
19. *Harris, Shon, All-in-one CISSP Exam Guide, 6th Edition, McGraw Hill Osborne, Emeryville, California, 2012.*
20. *"Integrated Security Systems Design" - Butterworth/Heinenmann - 2007 - Thomas L. Norman, CPP/PSP/CSC Author*
21. *Government Open Source Access Control—Next Generation (GOSAC-N)*
22. *NIST.gov - Computer Security Division - Computer Security Resource Center - ATTRIBUTE BASED ACCESS CONTROL (ABAC) - OVERVIEW*
23. *https://en.wikipedia.org/wiki/Access_control*
24. *http://www.techiestuffs.com/a-guide-to-access-control-systems-for-buildings/*
25. *http://www.digiplatform.com/Alarm.asp*
26. *http://www.eec.com.tr/kurdugumuz-sistemler.2.cctv-ve-video-kontrol-sistemleri.aspx*
27. *http://www.eec.com.tr/kurdugumuz-sistemler.3.gecis-kontrol-ve-guvenlik-sistemleri.aspx*
28. *http://www.emo.org.tr/ekler/b4fb2786f4659f5_ek.pdf*
29. *http://www.ergosis.com.tr/iris-tanima-teknolojisi.html*
30. *http://www.essed.com.tr/cevre-guvenlik-sistemleri/*
31. *http://www.guvenlikdanismanlik.com/kitaplar/kamera-sistemleri-baglantilari.pdf*
32. *http://www.ozelguvenlikdunyasi.com/yonetim-binalarinda-fiziki-guvenlik-tedbirleri.html*
33. *http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/cctv-nedir-nerelerde-kullanilir/8013#ad-image-0*
34. *http://www.enson.biz/index.php?MenuID=78*
35. *http://www.greentechguvenlik.com.tr/hizmetlerimiz/guvenlik-kamera-sistemleri/*
36. *http://bilmak.com.tr/erisim-kontrol-sistemleri/*
37. *http://www.perkotek.com/parmak-izi-okuma-sistemi?gclid=CLetqoHolcoCFUETGwodOtsJMg*
38. *http://www.section.com.tr/cevre.html*
39. *http://teta.com.tr/cevre-guvenlik-sistemleri*
40. *http://www.vizyontech.com.tr/proje/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=612*
41. *http://bilmak.com.tr/blog/x-ray-cihazi-nedir-kullanim-alanlari-nerelerdir.html*

BÖLÜM-12
ASANSÖR SİSTEM KONTROLLERİ

Hazırlayanlar
Ayhan ONAT, Hüseyin BULGURCU

12.1 TAŞIMA SİSTEMLERİ

Taşıma sistemleri insanları veya malzemeleri yapılarda birimler arası taşıma sistemidir (Şekil-12.1). Ticari yapılardaki en çok kullanılan taşıma sistemi tipi asansördür.



Şekil-12.1 *Taşıma sistemleri yapıların bölümleri arasında insan veya materyalleri otomatik olarak taşıyan sistemleri kapsar [1]*

12.2 ASANSÖR TİPLERİ

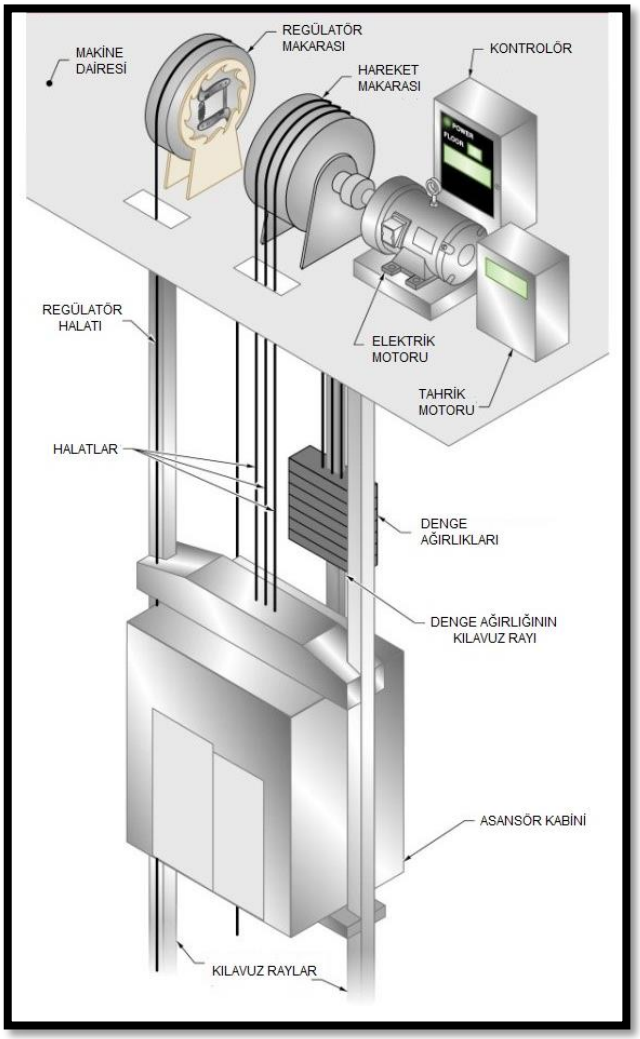
Asansörler temel işlevlerinden başka, belirlenmiş kullanım şekillerine göre özelleştirilmiş farklı tipte asansör sistemleri vardır. Asansör tipleri işlevlerine göre yolcu asansörleri, teknik servis asansörleri, yük kapasiteli asansörler, servis (yemek sevisi) asansörleri vb. olarak sıralanabilir (Şekil-12.2).



Şekil-12.2 *En çok kullanılan asansör tipi yolcu asansörleridir. Diğer asansör çeşitleri farklı amaçlarda kullanılmak için özel olarak tasarlanır [1]*

12.3 HALATLI ASANSÖRLER

En yaygın asansör çeşididir. Bir elektrik motorunun, kablolar yardımıyla asansör kabinini alçaltan ve yükselten sistemlerdir. Çoğu tasarımlarda kalınlıkları farklı bir takım asansör kabloları kullanılır. Kabloların her bir ucu asansörün üstünde birleşir. Diğer uçlar bir tahrik kasnağı üzerine sarılır ve denge ağırlığına üst kısmından bağlanır. Kasnağın çapı yaklaşık 2ϕ ile 4ϕ arasındadır. Kasnak üzerinde kabloların yukarı ve aşağıya hareketlerinde kabloları kavrayan oyukları vardır. Makara elektrik motoru doğrudan ya da dolaylı olarak bir şanzıman ile çalışır. Halatlı asansörlerde sonsuz vida ve sonsuz vida dişli redüktörler kullanılırken istenilen asansör konumlarına göre hassas ayarlanırlar. Bu şekilde asansörün dikey hızı belirlenir. Sıradan bir vitesli asansörün dikey hızı 0,63m/s ile 2,54m/s dir. Vitessiz asansörler 2,54m/s den daha büyük hızlarda çalışabilir.



Şekil-12.3 *Halatlı asansörler asansör boşluğundaki elektrik motoru ile çalışan kablolar yardımıyla alçalıp yükselir [1]*

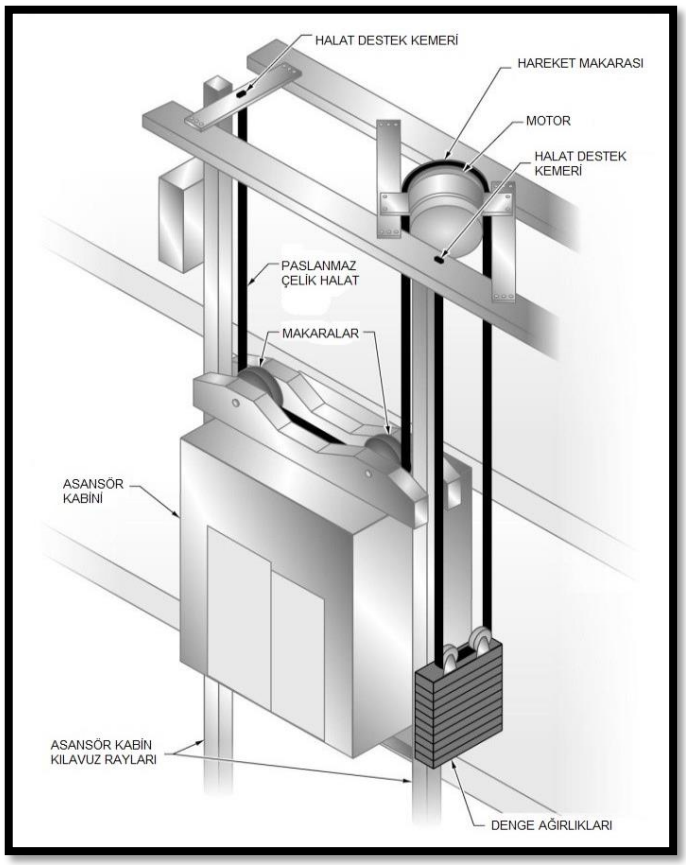
12.4 MAKİNE DAİRESİ

Yüksek torklu asansörlerin makine dairesine ihtiyacı vardır. Makine dairesi asansör boşluğunun yukarısında ana makineyi, makaraları ve asansör kumandalarının bulunduğu yerdir (Şekil-12.4).



Şekil-12.4 *Halatlı asansörler çalışırken en çok ihtiyacı duyulan ekipmanların içinde bulunduğu makine dairesi asansör boşluğunun en üstündedir [1]*

12.5 MAKİNE DAİRESİZ ASANSÖRLER



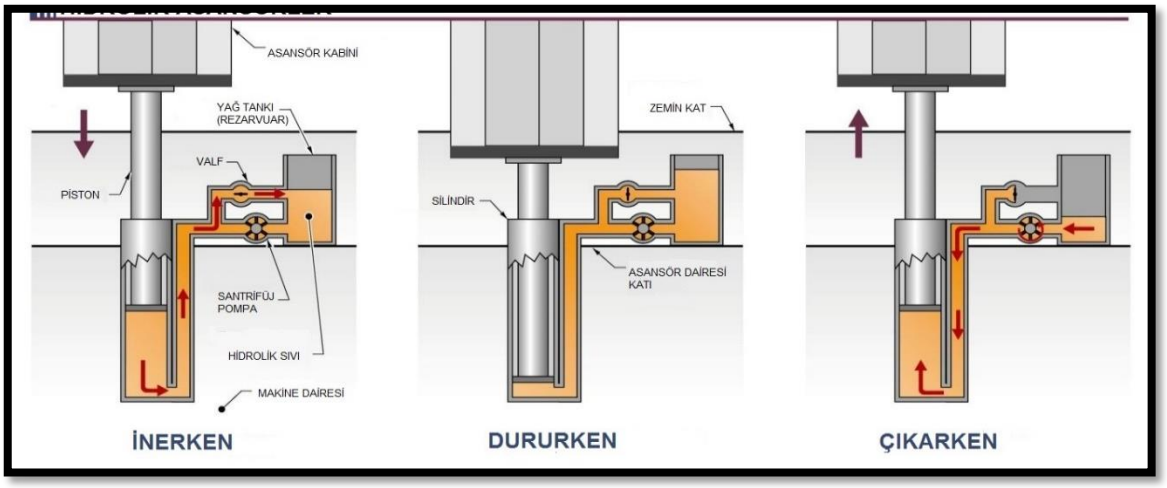
Şekil-12.5 *Makine dairesiz asansörlerde tork ekipmanının boyutunu yeterince azaltan bir tasarım kullanılır. Böylece makine dairesine ihtiyaç kalmaz [1]*

Asansör tasarımındaki yenilikler makine dairesiz asansörleri de üretti. Makine dairesiz halatlı asansör sistemlerinde kullanılan özel malzemeler ve geliştirilmiş elektrik motorları az yer kapladığından makine

dairesi ihtiyacı ortadan kalkar (Şekil-12.5). Bu asansör tasarımında kullanılan düz poliüretanla kaplanmış çelik kemerler, bilinen kablolardan oldukça küçüktür. Kullanılan makaralar ve kasnaklar da küçük olduğundan kontrol ve bakımlar binanın müsait alanlarında yapılabilir. Makine dairesiz asansör sistemleri kat aralığı 2 ile 30 arasındaki uygulamalarda uygundur. Bilinen halatlı asansör sistemleri ile karşılaştırıldığında enerji kullanımı açısından yaklaşık %40 daha verimlidir.

12.6 HİDROLİK ASANSÖRLER

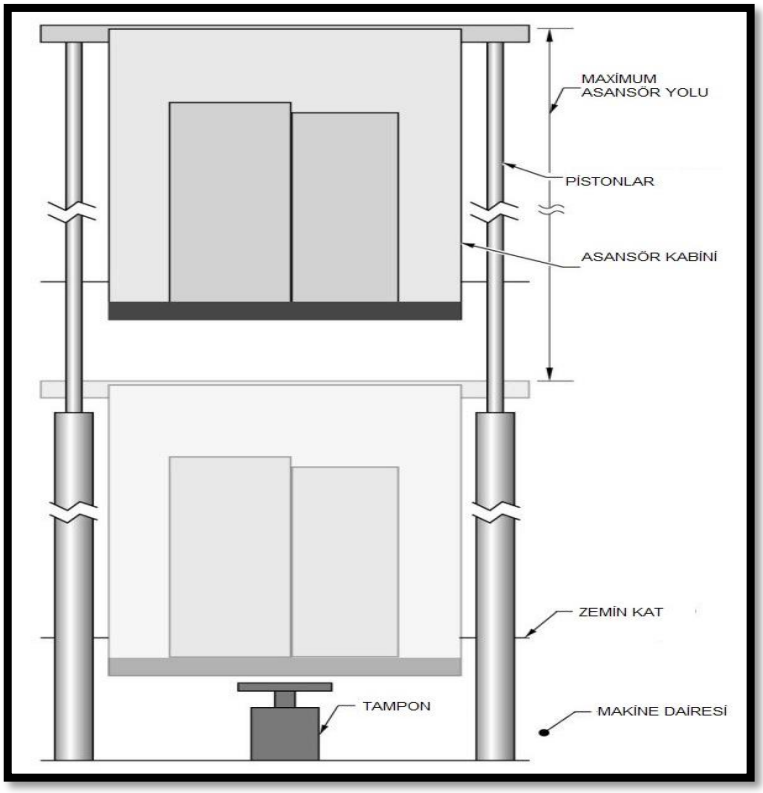
Hidrolik asansör, asansör kabininin altından hidrolik iticiler kullanılarak kaldırma yapan asansörlerdir Şekil-12.6). Hidrolik itici akışkan basıncı ile içi boş bir silindir içine ya da dışına tahrik edilen bir pistondur. Elektrik motoru silindir içine sıvı pompalarsa asansör kabini yükselir. Kabin hedefe ulaştığında pompa durur ve silindir içindeki basınç asansör kabininin bulunduğu konumunu korur. Hidrolik sıvının fazlası makine dairesinde depolanır ve bir valf yardımıyla kartel içindeki ve dışındaki sıvı miktarı kontrol edilir. Asansör alçalırken valf açılır ve hidrolik akışkanın kartelden rezervuar haznesine geçişine izin verilir. Kabinin istenilen konuma geldiğinde valf kapatılır ve kabin gerekli pozisyonda durur. Sıradan bir hidrolik asansör 0,76 m/s hızda hareket edebilir.



Şekil-12.6 *Hidrolik asansörler akışkanla dolu pistonlar ile yükselip alçalır [1]*

12.7 ÇUKURSUZ HİDROLİK ASANSÖRLER

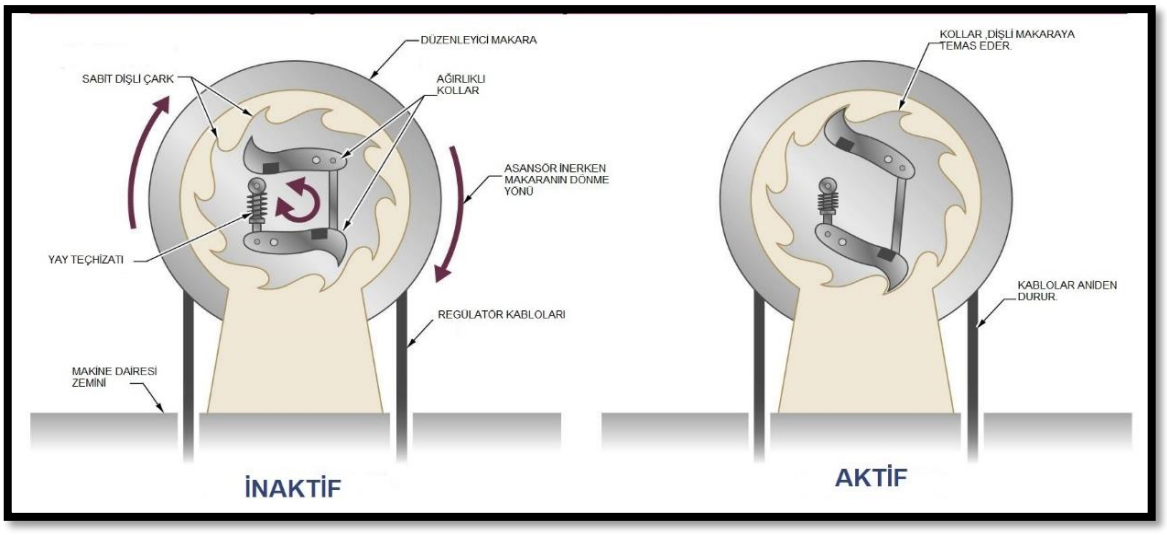
Sıradan hidrolik asansörlerde, asansörün ulaşabileceği en üst mesafeye çıkarılabilmesi için eşit derinlikte toprak altında hidrolik piston gerekir. Genellikle uygulama sınırları 2 ile 7 kat arasındadır. İç içe geçmiş birden fazla silindir profilleri daha sığ çukurlar için imkân sağlar. Diğerlerine göre iki kat daha küçük, iç içe geçmiş pistonlar, asansörün çelik desteklerinin yanından direkt olarak birleştirilerek düşük asansör seviyesinin altındaki alan ihtiyacının önemli derecede azaltır. Özellikle yüksek su seviyelerinde veya günümüz inşaat yapılarında kullanımı uygundur.



Şekil 12.7 *Çukursuz asansörlerde asansörün yanlarındaki hidrolik pistonları yeniden şekillendirmek asansör boşluğunun altındaki ekipman ihtiyacını azaltır [1]*

12.8 KLAVUZ KASNAK

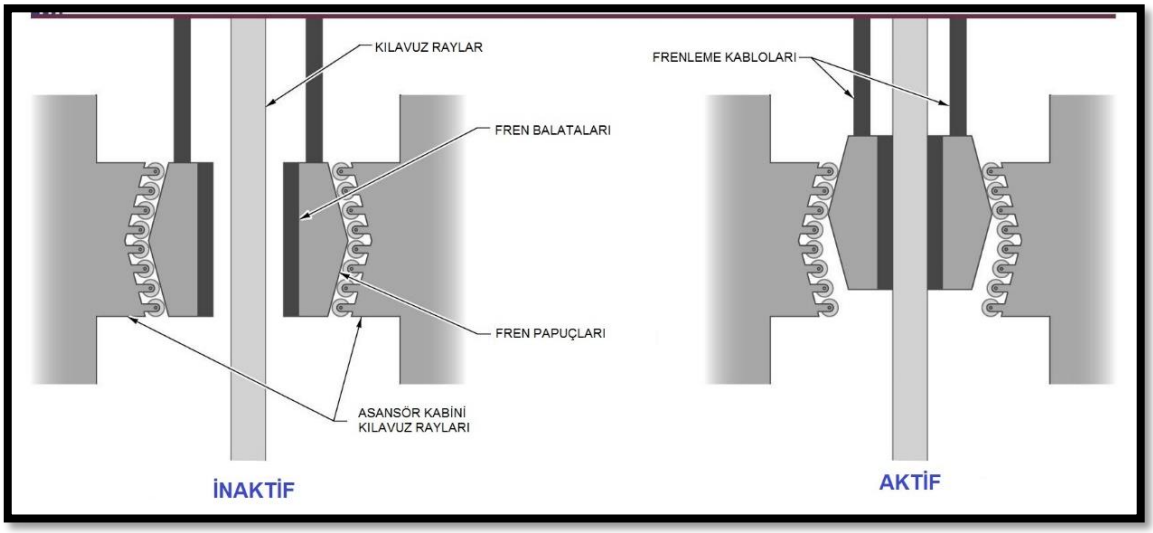
Regülatör sistemi, makine dairesinde bulunan ayrı bir kasnak üzerine kurulur. Asansör kabini düzenleyici makara ve asansör milinin altındaki diğer makaralara bağlıdır. Kabin yukarı, aşağı hareket ettiğinde kablolar düzenleyici makarasını döndürür. Düzenleyici makarasının ön yüzünde bir çift kancalı ağırlık kolu bulunur. Normal kullanımda sararken ağırlık kolları kasnağın merkezine yakınlaşır. Çünkü makaranın devri nispeten yavaştır. Ancak asansörün hızı kabul edilebilir maksimum hıza ulaştığında hızlıca dönen ağırlık kollarını merkez kaç kuvvetine bağlı olarak dışarıya doğru açar. Böylece kanca kolları dişli çark üzerinde çarkın bir yöne dönmesine izin verir. Maksimum hız geçildiğinde asansör fren sistemine bağlı düzenleyici kabloları, kasnağı aniden kilitler ve acil frenleme sistemi olarak çalışır (Şekil-12.8).



Şekil-12.8 *Regülatör makarası asansör maksimum hızı geçtiğinde acil frenleme sistemi olarak kullanılır [1]*

12.9 ASANSÖR FRENLERİ

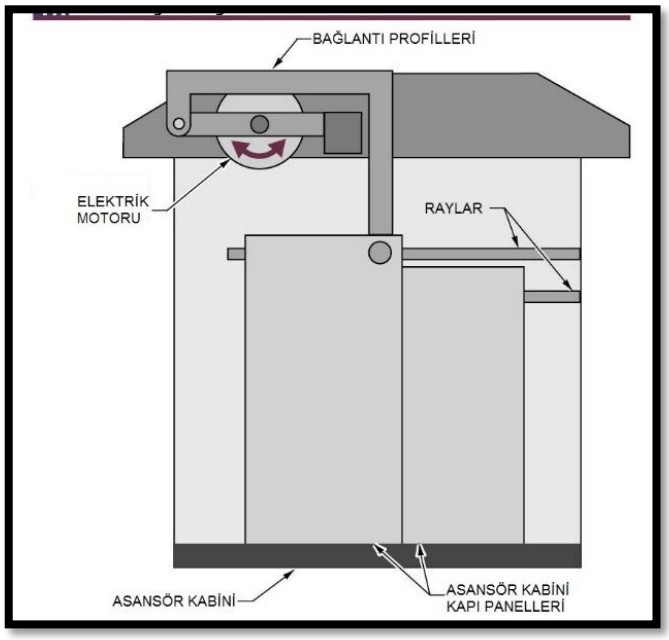
Asansör kabininin üstündeki frenler, kabini yavaşlatmak ve durdurmak için fren balatalar karşısındaki kılavuz raylarla sıkışarak çalışır. Balatalar aracın her iki yanında kama biçimli blok setler üzerine monte edilmiştir. Normalde kılavuz raylar ve balatalar arasında boşluklar vardır. Ancak düzenleyici kabloları, ani bir şekilde durduğunda asansör milindeki bağlantı, kabin fren düzeneğini yukarı çeker. Böylece balatalar, kılavuz raylara karşı takozlanır. Bu mekanizma asansör kabinini eş zamanda, eş kuvvette kontrollü olarak durdurabilmesi için asansör kabininin her iki tarafında da tasarlanmıştır.



Şekil-12.9 *Asansör çalışırken acil asansör balataları kılavuz raylar ile sıkışarak asansör kabinini yavaşça durdurur [1]*

12.10 KAPI İŞLETİM SİSTEMLERİ

Asansör kabininin kapıları asansörün kabinin üstüne montelenmiş bir bağlantı düzeneği ve bir elektrik motoruyla çalışır (Şekil-12.10). Asansör doğru konumdayken motor 180^0 derece dönerek bir çift kolu hareketlendirir. Bu hareketlenen kollar kapıyı çekerek açar. Kapıların her biri raylar üzerinde sürülür ve kapılar iki ayrı panelden oluşabilir.



Şekil-12.10 *Asansör doğru konumdayken kapı hareket sistemi çalışır. Asansörün ve asansör boşluğunun kapılarını açar [1]*

12.11 ASANSÖR KONTROL SİSTEMİ

Bir asansör kontrolü asansörleri kontrol eden bir sistem olup manuel veya otomatik olabilir.

Bir kontrol cihazı 12ila 24 V arasında gerilim gerektirirken motor üç faz beslemeye ihtiyaç duyar. Düşük gerilim kontrol gerilimi kontrol elemanları ve asansör kontrol donanımları için gereklidir (Yukarıda açıklanan motor dışında tek faz besleme gerilimi kullanılır).

12.11.1 Manuel Kontrollü Asansör

İlk asansörlerde otomatik iniş konumlandırma yoktu. Asansörler asansör kullanıcı tarafından motor kontrolü ile gerçekleştirilirdi. Bu tip asansör kontrollerinde çok sayıda röle kullanılmazdı. Bazı eski yük asansörleri çekilen halatlar yardımıyla kontrol edilmekteydi. Emniyet kilitleri asansör hareket etmeden önce iç ve dış kapılar kapanması gereklidir.

Daha sonra üretici firmalardan biri otomatik seviye ayarlı manuel kontrollü asansörleri tanıttı. Operatör hala hızı kontrol etmekteydi fakat kat seviyesine geldiğinde hafifçe yavaşlayıp durmaktaydı. Bu tam otomatik asansörlere doğru ilk adımdı.

12.11.2 Sinyal İşletmeli Asansör

Sinyal işletmeli asansörler hala bir operatöre ihtiyaç duymakta fakat çalıştırmak için daha az çaba gerektirmekteydi. Sinyal işletmeli asansörü çalıştırmak için ilk olarak çıkmak istediğiniz kat yönündeki butona daha sonra kat butonuna basmanız gerekliydi. Kat butonları basmalı butonlardır. Üst ve alt katlarda kat butonları yoktur. Şayet en üst ve en alt kata gidecekseniz düğmeye basmanıza gerek yoktur. Sonra bir kavrama mevcut olup bu kavrama çekilerek serbest bırakıldığında hareket başlar. Asansör hareketi başlayıncaya dek kavrama çekili kalır. Kapılar kapanır, sonra asansör hareket eder. Muhtemelen kapı duyargası olmadığından herkes asansör içerisine girinceye dek kapıları kapatmayın. Bir kat çağrısı yoksa asansör çağrı olan kata doğru hareket eder ve kata ulaşır, asansör kata gelince otomatik olarak durur. Asansör durduğunda kapıları açmak için anahtarı çekin ve tamamen açılıncaya kadar o şekilde tutun. Panelde bir çağrı anonsu bulunabilir, manuel kontrollü asansörde olduğu gibi, kullanıcıya hangi kata geldiğini söyler.

12.11.3 Otomatik Kontrollü Asansör

Röle Kontrollü

Otomatik asansörler 1920'lerin başlarında görülmeye başlamıştır. Bu elektromekanik sistemler asansörün hızını ve konumunu ayarlamada karmaşayı arttıran röleli mantık sistemlerini kullanmaktaydı. Röle mantık kontrollü asansörler "seçici" adı verilen bir cihaza sahiptir. Mekanik seçiciler analog kontrolleri kullanırlar ve asansör arabasının konumunu belirlemek için çok sayıda hareketli parça kullanılır. Arabanın üzerine monte edilen seçici manyetik bantlar kullanılır. Asansör hareket edip aralık hizasına geldiğinde mekanik seçici dişli hareket eder.

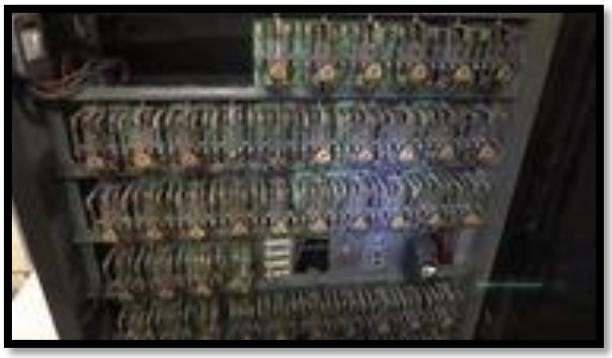
Otis firması dünyanın tam otomatik röle mantık kontrollü asansör sistemini 1924'te "sinyal kontrolü" olarak tanıttı. Daha sonra 1937 yılında Otis firması yüksek talep periyotları esnasında asansör servisini otomatik olarak programlayan "Pik Periyot Kontrolünü" tanıttı. Bu kontrol bina asansörlerinin hareketini düzenleyerek bekleme zamanının azalmasına yardımcı oldu.

Otomatik asansörler 1940'larda araba hızını ayarlayabilmekte, trafik yoğunluğuna bağlı programlama ayarı yapabilmekte ve tam dolu olduğunda diğer katları baypas edebilmekte idi. Buna bir örnek Otis firmasının "Ototronik Asansör" sistemi olup 1948 de tanıtıldı. Benzer bir sistem Westinghouse firması tarafından 1950'lerde "selektomatik" adıyla keşfedildi, 1960'ların başında Dover firması "Komputomatik" asansör sistemini devreye soktu.

Röle kontrollerinin mikro denetleyicili sistemlere göre güvenli çalışabilme avantajı bulunmakta olup mikro denetleyici sisteminde bir donanım ve yazılım arızası olduğunda tüm sistem çökmektedir. Ayrıca binlerce röle 50-60 yıl boyunca mükemmel çalışarak güçlü bir yapı oluşturur. Anahtar dezavantajı boyut ve enerji tüketimidir. Kat sayısına bağlı katlanarak artan çok sayıda röle ihtiyacı vardır. Röle kontrollü sistemler çok sayıda hareketli parçaya sahiptir ve çok fazla bakım gerektirir. Bu nedenle mikro denetleyici temelli asansör kontrolleri 1980'lerden bu yana göreceli olarak röle temelli sistemlerin yerine geçmektedir.



Şekil-12.11 *Röle mantık kontrol panosu (sol altta görünen mekanik kat seçicidir) [2]*



Şekil-12.12 *Eski bir Otis röle panosu [2]*



Şekil-12.13 *1970'lerden Schindler asansör röle panosu [2]*



Şekil-12.14 *1970'lerden Schindler kat seçici*



Şekil-12.15 *Westinghouse hidrolik asansör röle mantık kontrolü*



Şekil-12.16 *General halatlı asansör röle mantık kumandası*



Şekil-12.17 *Express firmasının röle mantık kontrolü*

Mikro Denetleyici Kontrolü

Mikro denetleyicili asansörler ilk olarak 1979 yılında Otis firmasının "Elevonic 101" asansörü ile piyasaya girdi. Bu asansör sistemi asansör çalışma işlevlerinin her özelliğini kontrol eden mikro denetleyici kullanmaktaydı. Daha sonra 1981'de Otis firması tamamen bilgisayar kontrollü bir diğer asansör sistemi "Elevonic 401"i tanıttı.

Yolcu etkileşiminin ötesinde bir dizi duyargalar, kontrolörler, yolcu talep dengeleyici ve araba kullanılabilirliği için çalışma ve gerçek zamanlı hesaplamalar veya algoritma dizileri vardır. Asansör duyargaları (bazıları bant kafasını kullanıyor) araba konumlarını, araç hareket yönünü, yükleri, kapı durumunu, kat çağrılarını, araba çağrılarını, yukarıya veya aşağıya davet çağrılarını, çalışır durumdaki arabaları, alarmları, vb. bilgileri sağlar. Asansör kontrolleri tipik Programlanabilir Lojik Kontrolörler (PLC) olabilir, birden fazla araba veya durak sayısına göre kontrol ve izleme arayüzleri, ses dengeleyici, vb. düzenlemelere sahip olabilir. Kontrolörler ayrıca asansörü kapatmadan bir denetleme yapabilme yeteneğine sahiptir.

Mikro denetleyici temelli kontroller oldukça kompakt ve eski elektromekanik röleli kontrollere göre çok düşük enerji tüketimine sahiptirler. Çok sayıda asansör bulunan yüksek binalarda tek bir pano, tamamen röleli ve yardımcı ekipmanlı çoklu pano yerine takılabilir. Bu durum asansör makine dairesinin oldukça küçülmesine imkân verir.



Şekil-12.18 *Modern bir mikro denetleyici kontrol panosu [2]*



Şekil-12.19 *1980'lerde Schindler mikro denetleyici [2]*



Şekil-12.20 *PLC cihazı (Mitsubishi üretimi) [2]*



Şekil-12.21 *Modern bir asansör mikro denetleyici panosunun içi [2]*

Asansör Uzaktan İzleme Sistemi

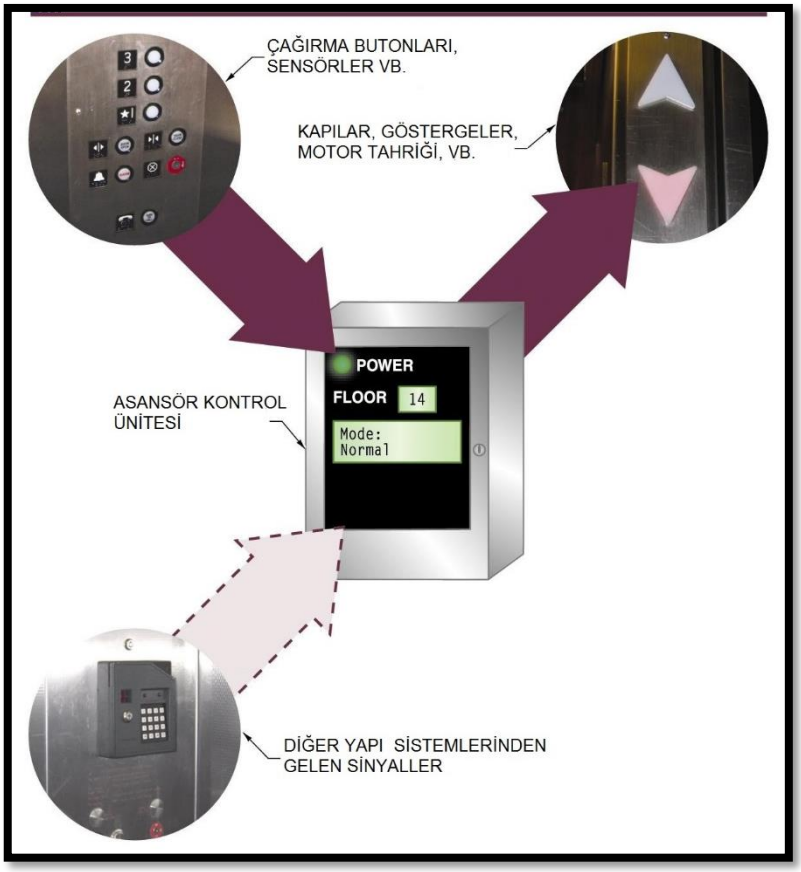
Kontroller ile ilgili verilerin çoğu araba aktiviteleri ile ilgilidir: Araba konumu, yönü, araba yükü ve kapı durumu. Bir iş istasyonu ve üretici firma yazılımından oluşan bir yönetim sisteminden alınan veriler, kapıların toplam açılma sayısı, her arabanın çağrılma sayısı, üst ve alt katlardan çağırma, vb. gibi ölçümlemeler oluşturabilir. Bu anahtar performans göstergelerinin bazıları tesis yöneticilerinin "pik zamandaki bekleme zamanı" veya "alt kattan üst kapa arabanın ulaşma zamanı" gibi yolcuları kapsayan ölçümler olabilir. Bu ölçümler uygunsuz kontrolleri, yanlış düzenlemeleri veya cihaz arızalarını gösterebilir.

Asansör üreticilerinin birçoğu cihazları uzaktan izleme yazılımları temin etmektedir. İzlemelerde, arızalar veya anormal çalışma parametreleri ve bir teknisyen veya bina sahiplerine bu bilgileri gönderir. Bazı üreticiler müşteri tuş takımı üzerinden web tarayıcıya bağlanabilir ve bina sahiplerine performans özetleri ve bakım tarihleri gibi bilgileri sunabilir. Bu durum bu alanda bilgi sahibi olamayan bina sahiplerini için iyi bir çalışma olabilir.

Uzaktan izleme sistemleri üreten bazı önemli firmalar ThyssenKrupp Vista, Otis REM, Schindler Servitel, Kone KoneXion, Mitsubishi MelEye, vb.

12.12 ASANSÖR KONTROL ÜNİTELERİ

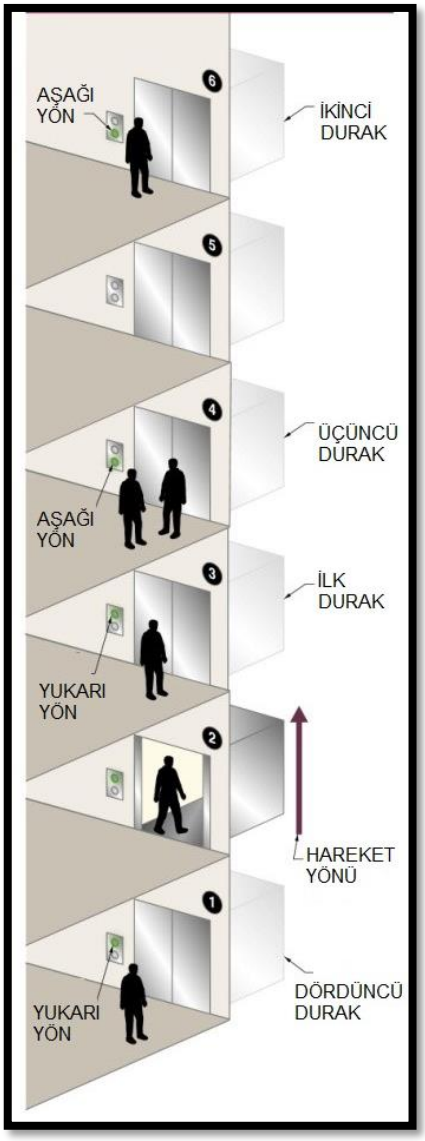
Diğer bina sistemlerinden veri almak ve paylaşmak için bina otomasyon ağına denetleyiciler eklenebilir. Bu entegrasyon asansör kontrol ünitesine ek çağrı sinyalleri gönderilerek asansör ulaşım kontrolü ve asansörün çalışma modu değişimi incelenebilir (Şekil-12.22). Örneğin belli bir kat için asansöre ulaşım kontrol sistemi gerekebilir veya yangın alarm sistemi güvenlik sebeplerinden dolayı asansör sistemini yolcu kullanımı için devre dışı bırakabilir.



Şekil-12.22 *Asansör sistemi; erişim kontrolü, asansör işletim modu değişimi ve diğer yapı sistemlerinden gelen sinyallere cevap verebilir [2]*

12.13 ÇAĞRI SİSTEMLERİ

Asansörün belli bir konumda durabilmesi ya da yolcu alıp indirebilmesi için komutlar gerekir. Komutlar genellikle asansörün içinden verilir. Binen yolcular inmek istedikleri katın butonuna, asansör lobilerinde bekleyen yolcularda gitmek istedikleri yöndeki butonlara basarlar. Asansör kontrolörü kabinin konumunu izler ve kontrol sistemlerinden gelen komutları önceden programlanmış bir algoritmaya göre asansörün hareket yönünü ve duraklarını kontrol eder (Şekil-12.23). Algoritmalar sorunlara karşı en iyi sonuçları üreten talimatlar dizisidir. Bu asansörün optimum şekilde kullanımı, asansörü bekleyen ve asansöre binen tüm yolcular için bekleme süresini minimize eder.



Şekil-12.23 *Asansör sisteminin normal çalışma algoritması yolcuların bekleme süresini en aza indirmek için en iyi durak sıralamasını belirler [1]*

12.14 ASANSÖR GİRİŞ KONTROL SİSTEMLERİ

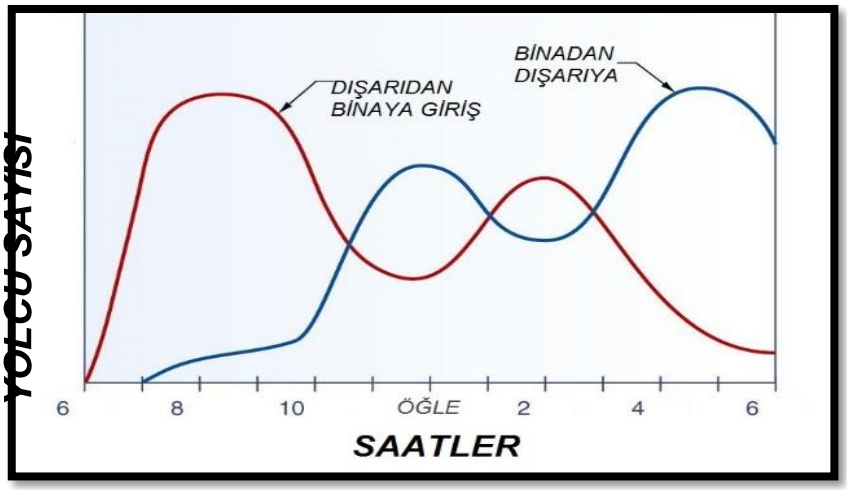
Asansör sayısı az olan küçük yapılarda özel durum kullanımları için asansör tahsis edilmeyebilir. Sadece nadiren kullanılan alanlarına ulaşımı için bir asansör kullanılsaydı asansör çoğu zamanında kullanılmayacak olup bina kaynakları için önemli bir israf olurdu. Bu nedenle bir veya birden fazla asansör, normal katlar arasında kullanılırken aynı zamanda yetkili kişilerin güvenli katlara ulaşımı sağlamak için bir cihaz konulabilir. Bu durumda ulaşım kontrol sistemi asansörün içinde yer almaktadır (Şekil-12.24). Güvenli katı seçen yolcunun, ulaşım kontrol cihazının çalışması için gerekli anahtar, kod veya başka yetki araçlarını kullanması gerekir. Bu sistemin düşük güvenlikli alanlarından asansör yardımıyla, yolcuların sadece yetkili kişilerin izni ile güvenli katlara çıkabilir. Böylece güvenli alanlarda kullanılan aynı asansörlerin yetkisiz yolcularla meşgul edilmemesi kolaylığını sağlar.



Şekil-12.24 *Asansör erişim kontrolü veya asansör durak kontrolü kullanılarak binanın istenilen alanlarına kontrollü erişim sağlanabilir [1]*

12.15 ASANSÖR YOLCU ULAŞIMI

Bu özel modlar çeşitli şekillerde çalıştırılabilirler. Bazılarını anahtar kontakları gibi el ile etkinleştirmek gerekebilir. Bazıları da asansör kontrol sistemi içindeki otomatik yollarla etkinleştirilebilir. Örneğin; Kontrolör yolcu komutları ve konumlarını model analiz ederek farklı bir moda geçmek için programlanmış olabilir ya da günün belirli saatlerinde modlar arasında geçiş için programlanmış olabilir (Şekil-12.25). Alternatif olarak ulaşım kontrol sistemi veya yangın alarmı sistemi gibi asansör sistemlerinden başka sistemlerde bazı özel asansör çalışma modlarını çalıştırabilir.



Şekil-12.25 *Bazı asansör işletme modları günün belli zamanlarında asansör sisteminin yolculara daha verimli hizmet vermesine yardımcı olur [2]*

12.16 ÇİFT FAZLI KONTAKLAR

İtfaiye görevlileri, bulunan koşullar altında asansörün güvenli olduğuna karar verirlerse devre dışı olan asansörü devreye alabilir. Çift fazlı modun birinci modu kurtarma personeli tarafından el ile aktifleştirilen asansör çalışma sistemi modudur. Bu modda asansör kabininin içindeki özel anahtar kontağı itfaiye personelince kullanılır (Şekil-12.26). Kapı otomatiği gibi otomatik fonksiyonlar normal çalışmaz. Örneğin; kapıyı açmak için kapıyı açma butonuna kapı tamamen açılana kadar basılması gerekir. Aynı şekilde kapatırken de uygulanır. İtfaiye asansörün güvenli bir yerde kullanılmasını istiyorsa kontak anahtarı

"BEKLET" pozisyonuna alır. İtfaiyeci, kat eski durumuna geri döndüğünde isterse çift fazlı anahtar kontağını kolayca kapatabilir.



Şekil-12.26 *Çift fazlı yangın servisi modunun fonksiyonları genelde asansörün içinde bulunan anahtar kontağından çalıştırılır [2]*

12.17 ASANSÖR KONUM KONTROLÖRÜ

Asansörün normal kullanım sırasında tüm dur-kalk kararlarını inceleyen özel asansör kontrolörüdür. Bu yüzden bina otomasyon sistemlerinde normal çalışma sistemini yöneltmeye gerek yoktur. Asansör kontrolörü içinde; çıkış aygıtlarını, özellikle elektrikli motor ve asansör hareket yönünü kontrol eden, kullanım modları ve algoritmalarına bağlı kontrol kararları veren mikro denetleyiciler, duyargalar ve butonlardan gelen verileri incelemek için cihazlar bulunur (Şekil-12.27). Kontrolörler asansörün gerekli kata yaklaştığındaki hızını ayarlar, asansörün istenilen rotasını, yönünü değiştirir. Her Bir asansörün yerini gösterir ve en yüksek kullanım olasılığını belirlediği yerlere kabini gönderir.



Şekil 12.27 *Asansör kontrolörüne ayrı ayrı asansör sistemlerini çalıştırmak için çok sayıda özel asansör kontrol cihazı bağlanır [2]*

12.18 KOMUT BUTONLARI

Binanın genelinde asansör kontrolörüne çeşitli komut butonları bağlanır. Çağrı düğmesi asansör kontrolörü için bir komut sinyali gönderen, kullanıcı tarafından çalıştırılan veri giriş cihazıdır. Asansör çağrı düğmeleri katlarda bekleyen yolcular için istenilen ulaşım yönüne uygun şekilde hizmet verir. Çağrı butonları üreticisi fark etmeksizin fonksiyonları ve görünüşleri hep aynıdır.



Şekil-12.28 *Komut düğmeleri yolcuların gitmek istediği kata veya yönü seçmeleri için sıradan bir yöntemdir [2]*

12.19 ASANSÖR KABİN TELEFONLARI

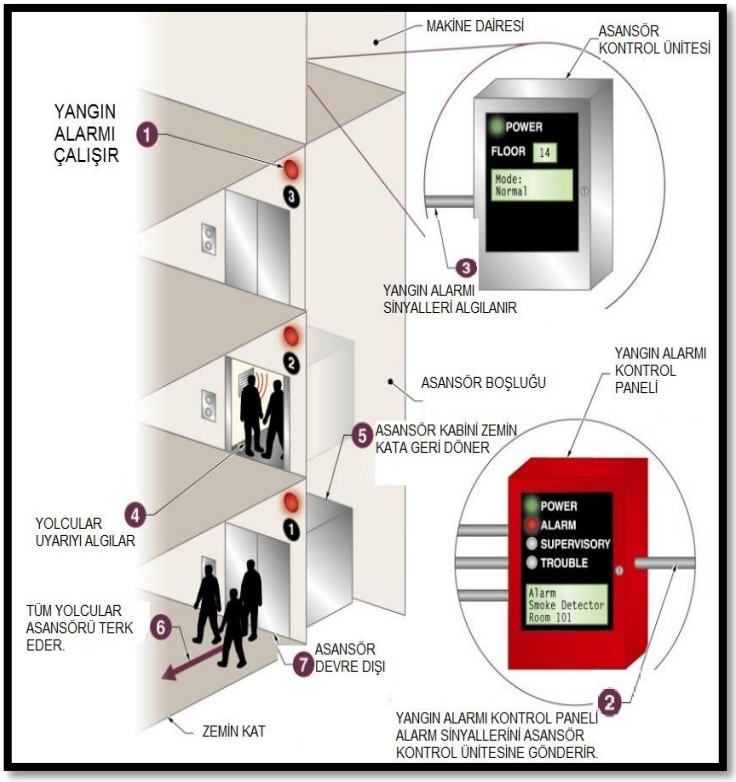
Asansörde sorun yaşandığında özellikle asansör kat arasında kaldığında yolcunun dış dünya ile iletişimini sağlayan bir sistem gerekir. Bu yüzden asansör kabinlerinde yapı içindeki ve dışındaki güvenlik, bakım personellerine otomatik erişebilen bir telefon vardır. Telefonlar asansör kabininin içine gömülü veya telefon hattına dijital iletişim sağlayıcısıyla bağlı olabilir. Telefon bağlantısı varsa ahize kullanılarak ya da "Yardım Çağrısı" butonuna basılarak sağlanabilir (Şekil-12.29).



Şekil-12.29 *Telefonlar veya bunu gibi çift yönlü iletişim araçları asansör kabinine acil durumlar için monte edilmiştir [2]*

12.20 ASANSÖR ACİL DURUM ÇAĞRILARI

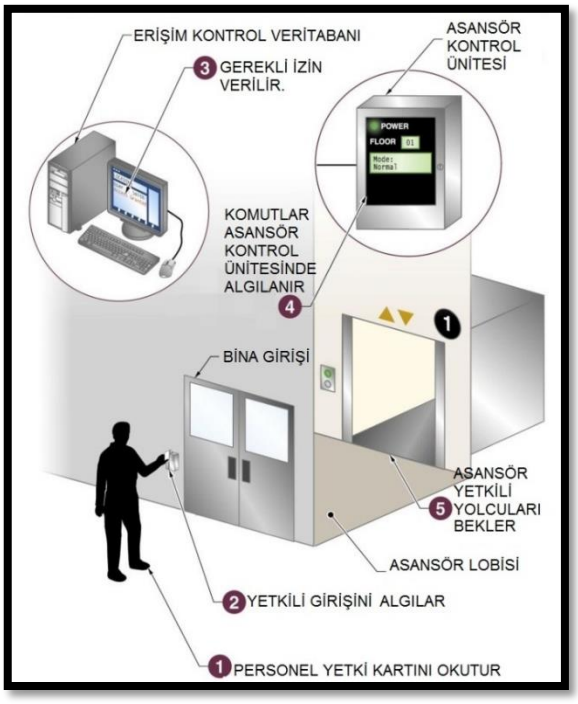
Acil durum asansör çağrıları yangın alarm sistemi ile asansör sistemine entegre edilmiş olup can güvenliğinin ciddi olduğu durumlarda asansörün normal kullanımını geçici olarak iptal eder. Yangın alarm kontrol panelinden gelen sinyaller asansörün birinci fazda çalışmasını sağladığında tüm asansör kabinlerini uygun katlara çağırır. İtfaiye personeli çift fazlı modu kullandığı sürece asansörler kullanıma kapalıdır.



Şekil-12.30 *Yangın alarm kontrol sistemi acil durumlarda asansör kabinini belirlenen kata çağırmak için asansör kontrolörüne sinyaller gönderir [1]*

12.21 OTOMATİK ASANSÖR ÇAĞRILARI

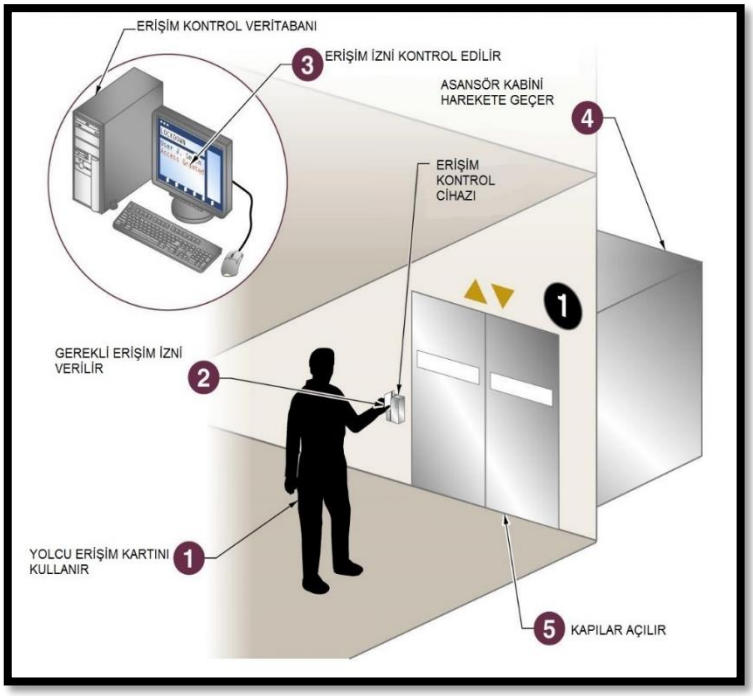
Asansör çağrılarını tahmin edebilmek için diğer yapı sistemlerinden veri alınması gerekir. Erişim kontrolü veya güvenlik sistemleri gibi sistemlerde asansörlerin yakın alanlarına yolcu girişlerini kontrol edebilirsiniz.



Şekil.12.31 *Bekleyen yolcu tahminini yapmak ve belirlenen katlara otomatik asansör çağırmak için erişim kontrol sisteminden gelen veriler asansör kontrolörü tarafından kullanılabilir [1]*

12.22 ASANSÖR GİRİŞ KONTROLLERİ

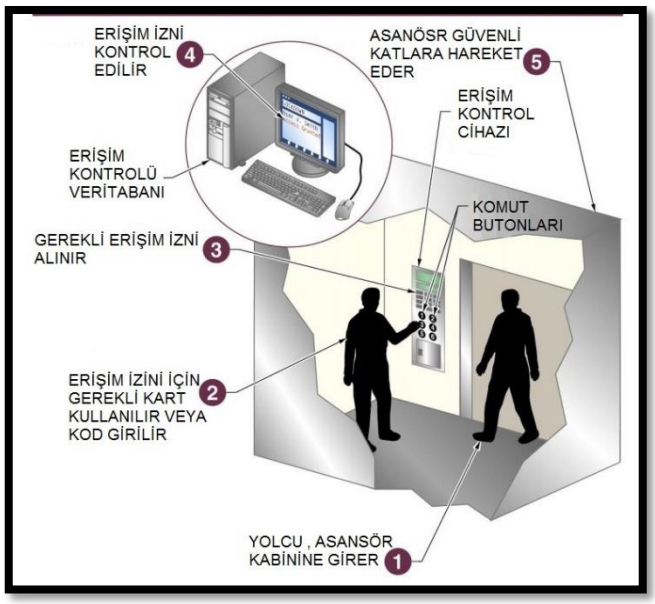
Bazı katlara yetkilendirilmiş girişler yapılabilmesi için bina giriş kontrolleri ile asansör sistemi yaygın olarak entegre edilir. Bu işlem asansör kabini ve/veya kumanda odasından yapılabilir (Şekil-12.32).



Şekil-12.32 *Erişim kontrol sistemleri binanın güvenli alanlarında sadece yetkili personele hizmet etmek için kullanılır [1]*

12.23 GİZLİ KATLARA GİRİŞ KONTROLÜ

Bu uygulamalarda erişim kontrol cihazı yetkili kullanıcıyı doğrulamak ve istenen zemin veya hareket yönü için asansör kontrolörüne komutlar gönderilir (Şekil-12.33).



Şekil-12.33 *Erişim kontrol sistemi kullanıldığı özel güvenlikli bina katlarında asansörün içinden gerekli katların düğmelerine yetkili girişi entegre edilebilir [2]*

12. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *http://www.atplearning.com/cd/BA1/FINAL/BA1_cdrom.htm*
2. *http://elevation.wikia.com/wiki/Elevator_control_system*

BÖLÜM-13
ENERJİ İZLEME KONTROLLERİ

Hazırlayan
Hüseyin GÜNERHAN

13.1 GİRİŞ

Enerji yönetim ve denetim sistem (EYDS) teknolojisi, pnömatik ve mekanik cihazlardan ve dijital kontrol veya bilgisayar temelli kontrol sistemlerinden itibaren son 30 yıldır değişikliğe uğramıştır. Günümüzün EYDS yapıları tanecik yapılı işlemciler ve iletişim yetenekli yapıları taşıyan elektronik aksamları içermektedir.

Gücün yaygın kullanımı, tanecik yapılı işlemcilerin maliyet azlığı, standart bağlantı kullanımı ve standart iletişim anlaşmalarına uyumluk EYDS'nin gelişmesine olanak sağlamıştır. Çoğu modern EYDS, alan panellerinde bulunan güçlü tanecik yapılı işlemcilere ve ilave olarak yakın zamanda içine yerleştirilecek algılayıcıları içeren denetim ünitelerine sahiptir.

Sonuç olarak, ucuz maliyetle daha iyi görev yapılabilirliği desteklemenin yanı sıra, EYDS ilave olarak süreç ve kontrol fonksiyonlarını panellere ve kontrol ünitelerine merkezi bir kontrol mekanizması olmaksızın tüm fonksiyonlarda hesaba katmaktadır. Yeni bir EYDS kuruluşu standart uygulamalar (örneğin BACnet, LonWorks ve MODBUS) ile ağ tabanlı veya ağ tabansız, internet veya intranet ile birleştirilebilen kontrol ağları içerisinde düşünülmelidir.

Son zamanlarda BACnet ve LonWorks, makina ve insan arayüzünde doğru bir şekilde kullanıma açık veya ön-son veya daha az birbiri üzerine binmiş kullanıcı ile sağlanmaktadır. MODBUS geniş olarak yönetici kontrol sistemlerinde ve bilgi elde etme veya sistemin fayda tarafı olarak kullanılmaktadır. Eğer verimsizlikleri toplamak veya bitkileri elektrikli monitörden faydalanarak sulamak isterseniz, MODBUS ana çalışma sahası EYDS operasyonlarını getirmede kullanılabilir. Bunun sonrasında daha uzak kontrol ve bir parça içerisinde farklı bölümleri olan sistemler arasında bütünleşik operasyonlara izin verilir.

Açık veya kapalı protokol kullanıp kullanılmayacağı belirleneceği zaman, gerçek uygulamaya ve nerde uygulanacağına bakılmalıdır. Açık protokoller tek satıcıya bir kontrol edici yöneticiyle iletişime geçmesi için ve temel noktasal bilgilerin paylaşımı için müsaade eder. Bu durum yeniden veri girişi yapılmasına ve iki farklı satıcı arasında oluşan program görevlerinde değişiklik yapmaya müsaade etmez. A yazılımı ile B yazılım denetçisini kullanamayabilirsiniz. Her bir yazılım için programlamak veya bir kontrol edici içerisinde bulunan program içerisinde değişiklik yapmak için tescilli/özel araç kullanmak zorunluluğu vardır. Bu kısım insan-makina arayüzünün veya başlangıç-son kısımlara uygulanamaz. Bazı ön-son ve kullanıcı iş istasyonları değişken veri değişimi (DDE), OPC veya diğer bilgi paylaşım protokollerini paylaşabilirler. Eğitimsel ve uygulamaya dönük gereksinimlerden dolayı birden fazla insan-makina arayüzü veya başlangıç-son sitesi genellikle istenmeyecektir. Bir diğer alternatif, hiçbir sistemle çalışılmak istenmiyorsa eğer, web tabanlı sistemlerdir. Bu sistemler bilgi sayfalarını göstermek amacıyla standart web tarayıcılarını kullanabilir. Bunlar son zamanlarda eski sistemlerden daha fazla programlama ve kapasite limitlerine sahiptir. Bazı yüklemelerde alana ihtiyaç duyulabilir. Bir web tabanlı sistemi yüklemeye başlayacağınız zaman daha fazla güvenlik düşüncesi rol oynar. BACnet için iyi bir uygulama örneği bir EYDS sistemi için bir Trane chiller arayüzü olabilir. Yetersiz bir örnek var olan yapı içerisinde ve bir veya iki BACnet cihazı işleyen bağımsız sisteme eklenmelidir. İlave olarak, eğitim karar verme içinde güçlendirilmelidir. Birden fazla satıcıdan ürün alınması durumunda, eğer yazılım bakımı yapmanız gerekirse, birden fazla satıcının eğitim almasına gereksinim duyulabilir. Yeni bir EYDS yüklenmesi düşünüldüğü zaman veya var olan EYDS nin değiştirilmesi planlandığı zaman detaylı bir plan gereklidir. Planlamada aşağıda verilen durumlara dikkat edilmelidir:

1. Kullanılan EYDS sistemi
- *a) Yazılım*
- *b) İş istasyonu, kullanıcı arayüzü*
- *c) İletişim*
- *d) Çoklu kullanım*

e) Kurtarılabilir hava veya kanal altyapısı

2. Planlanmış yükleme

3. Analiz

a) Maliyet Konuları

b) Sözleşme limitleri ve gereksinimler

c) Standart/açık sözleşme faktörü

d) Kesinlik gereksinimi

e) Günümüzde kullanılan sistem

f) Gelecek ihtiyaç gereksinimleri

g) Eğitim gereksinimleri

h) Görev gereksinimleri

4. Dâhili/İçsel sorunlar

5. Yerel denetim bayilerinin yetenekleri

a) Üretim

b) Kaynaklar (Yetişmiş eleman, tepki zamanı)

6. Standart gereksinimleri

a) Özellikler

b) Diziler

7. Var olan temel EYDS altyapısı ve uyumluluğu

Rapor istenilen EYDS ve arzu edilen her bir kısa tanımlamayı destekleyen kapasite ve fonksiyonları listeler. İlave olarak, aynı zamanda takip edene; algılayıcılar, yapısı, ortak kullanılabilirlik, EYDS'nin ısıtmayla olan bütünleşmesi, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerindeki kontrol, güvenlik, EYDS'nin görevlendirilmesi, kullanıcı eğitimleri ve bakım durumları.

13.2 ENERJİ İZLEME VE ENERJİ VERİ YÖNETİM SİSTEMİ ÇÖZÜMLERİ

Enerji izleme ve enerji veri yönetim sistemleri bütün formlardaki enerji tüketimlerinin şeffaf hale getirilip izlenmesi ve bu sayede enerji tasarruf potansiyelinin açığa çıkarılmasında büyük bir rol oynamaktadır.

Enerji izleme ve enerji veri yönetim sistemleri endüstriyel tesislerde kurulmalıdır çünkü

- *Ölçülemeyen değerler kontrol de edilemez.*
- *Sahadan gerekli bilgiyi toplama sürekli tekrarlanan, zor ve zaman harcanması gereken bir iştir.*
- *Elde edilen veriyi anlamlı bilgiye dönüştürme gerçek bir problem olabilir.*
- *Enerji yönetimi kaynakları sınırlıdır.*
- *Enerji verimliliği konusunda yatırım kararları için gerekli bilgiler toplanır.*
- *Hedef koymak ve performansı kontrol etmek için gereklidir.*

Birçok firma tarafından enerji verimliliği grubu olarak enerji izleme ve enerji veri yönetim sistemleri kurulumu ile ilgili profesyonel çözümler sunulmaktadır.

Enerji izleme ve enerji veri yönetim sistemleri 3 seviyede konfigüre edilmeli ve kurulumu gerçekleştirilmelidir;

Seviye 0 - Saha ölçümleri

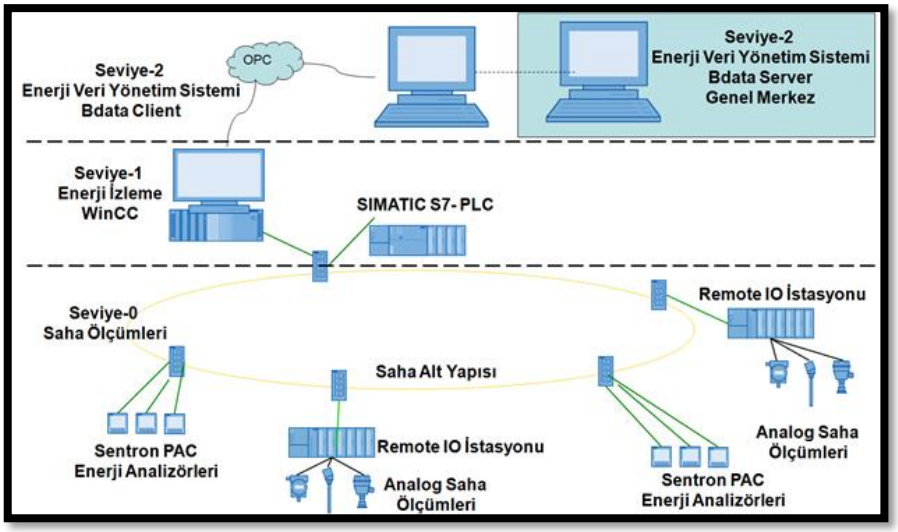
Saha ölçümleri fabrikaların ihtiyaçlarına göre belirlenmektedir. Saha ölçümleri kapsamında enerji analizörleri ile elektrik ölçümleri, uygun enstrümanlarla doğalgaz, su, basınçlı hava, vb. diğer tüketimlerin ölçümlenmesi sağlanmalıdır. Yeni ölçüm ekipmanları tedarik edilebileceği gibi haberleşme protokolleri (Profibus, Profinet, Modbus TCP, Modbus RTU,..) veya sinyal çıkışları uygun analog ölçüm ekipmanları (0-10 V, 4-20 mA,..) yeni kurulacak enerji izleme sistemine entegre edilebilmektedir. Saha ölçümlerinin çeşitliliğine göre S7 ailesinden uygun bir PLC seçilerek sistemin genişletilebilirliği ve esnekliği sağlanmaktadır. PLC tercih edilmemesi durumunda ölçüm ekipmanlarından gelen değerler WinCC Scada'ya doğrudan aktarılması gerçekleştirilir.

Seviye 1 – Enerji İzleme Sistemi – WinCC Scada

Endüstryel tesislerde enerji izleme sistemi olarak WinCC Scada esnekliği, genişletilebilir olması, yaygın kullanımı ve teknik birçok özelliği (Arşivleme, Trend, Alarmlar, Redundancy) sayesinde tercih edilmektedir.

Seviye 2 – Enerji Veri Yönetim Sistemi – Simatic B.Data

Saha tüketimlerinin bir enerji izleme sistemine aktarılması sonrasında profesyonel bir raporlama ihtiyacı oluşmaktadır. Simatic B.Data ile enerji yönetimi konusunda bütün ihtiyaçları karşılayacak enerji veri yönetim sistemleri kurulmaktadır.



Şekil-13.1 *Enerji veri izleme ve enerji veri yönetim sistemlerinin sınıflandırılması [1]*

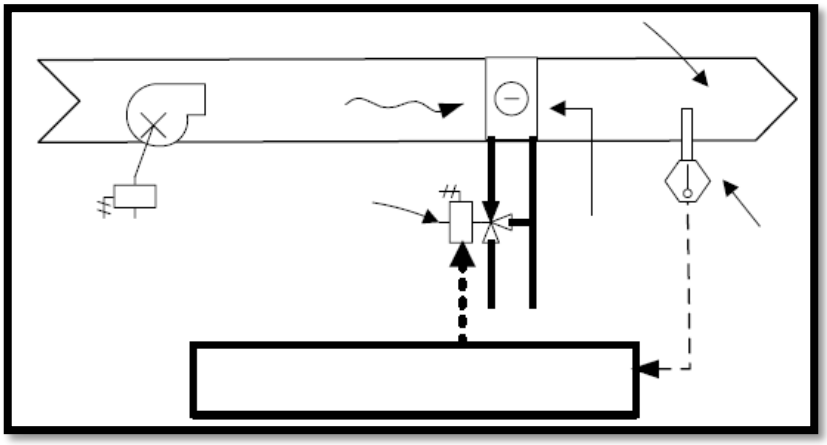
13.3 ENERJİ YÖNETİM KONTROL SİSTEMLERİNİN YETENEK VE GÖREVLERİ

Bir EYDS sistemi değişik adlarla bilinebilir. Örneğin; bina kendi kendine kontrol sistemleri (BAS), bina yönetim sistemleri (BMS), enerji yönetim sistemi (EMS), kolaylık/destek yönetim sistemleri (FMS).

Bu bilgi notunda, EYDS açık bir şekilde algılayıcı, iletici/dönüştürücü, veri eldesi ve kullanıcı tarafından binalarda uygulanan veri işleme süreci ilave olarak kontrol sistemli daha yaygın programları içerir.

EYDS daha yüksek düzeydeki görevleri yerine getirmek için dünya çapında bir yöneticiye sahip olabilir (örnek olarak bina içerisindeki sıcaklık değerinin ayarlanması, açma kapa zamanları gibi). Donanım genellikle sistem boyunca yerleştirilmiş stratejik akıllı kontroller ile dağıtılmış çevresel bir bilgisayardan oluşur. Farklı ağ istasyonlarına veya bilgisayarlar bir makine insan arayüzünü desteklemek için bu istasyonlara tutturulmuş olabilir. Bir EYDS'nin sergileyebileceği geniş çeşitliliği olan görevler bulunmaktadır.

En alt seviye olarak, EYDS kontrol değişkenlerini (Sıcaklık, akış oranı vb.), kontrol çıkış değerlerini üretebilecek ve mantıksal kapasiteli bir denetleme birimi, denetim sinyallerini kabul eden ve hareketi sergileyen (valf, damper vb. gibi) kontrol edilen donanım (Şekil-13.2'de ifade edilmiştir).



Şekil-13.1 *Denetim döngüsünün şeması [2]*

Arayüz sistemi daha düşük düzeyde paketlenmiş parçaları bütünleştirmek için kullanılır. Bu tiplerin EYDS parçalarını bütünleştirme veya bağlama ve parçacık (mikro)işlemci tabanlı denetim sistemine sahip işletme kolaylık donanımlarını iletişime geçirmek/bağlantılı olmak işlemlerinde yetenekleri vardır.

Farklı satıcılarda donanımların tipleri, bu modüllerden kazan, soğutma grubu, değişken hız sürücüsü, güç ölçme donanımı, kesintisiz güç ünitesi (UPS) vb. ve parçacık işlemci tabanlı diğer paket iklimlendirme donanımlarını bağlamaktadır. Bu arayüzler tüm yapının etrafını saran küresel bir yönetim yöntemi vermektedir.

Bölgesel alan ağlarından oluşan denetim arayüzleri ve düşük seviye bağlantıları bina içerisindeki kolaylık tesisi boyunca mantıklı olarak yerleştirilmelidir. Bu parçalar dizüstü bilgisayarlara ve daha düşük seviyedeki bütün destekçilere doğrudan erişime müsaade edecektir.

Yazılım Windows'dan yararlanılarak geliştirilmelidir, kullanıcılar vasıtasıyla kullanıcıların erişim sağlayabilmesi ve el ile bilgilerin kütlesel/fiziksel miktarlarını ayarlanabilmesi için çoklu pencere açılabilmelidir. Pencere bölümleri sistem tasarımı ile birleştirilmelidir, örnek olarak fare noktası ve tıklama operasyonları gibi.

13.4 MERKEZİ BİLGİ İŞLEME VE DENETİM İSTASYONLARI

Bir EYDS için kullanıcı is istasyonu, orta veya daha yüksek özelliklerde Pentium veya daha iyi ve "Microsoft Windows" tabanlı normal bir masaüstü bilgisayardır. İş istasyonları doğrudan LAN veya herhangi bir denetim paneline bağlanmalıdır. Radyo denetimli bir dizüstü bilgisayar bölümü taşınabilir bakım ve operasyon personeli için sistemlere tam erişimin sağlanmasının desteklenmesi için bir radyo kontrollü modem ilave olarak bağlanılabilir.

13.4.1 Günlük Yönlendirmeler

Günlük yönlendirme ve çevresel koşulların denetimi (Sıcaklık, nem, hava akışı) kolaylık tesis yöneticilerine uzaktan erişim, her bir yapıda çevresel bilgilerde veya EYDS'nin parçası olan donanımlarda sınırsız erişime olanak sağlar. Bu erişim sistem durumlarına uzaktan denetim, hızlı teşhis ve arıza aramaya olanak tanır.

Doğrudan tasarım ile birleştirilmiş EYDS sayısal denetimli binalarda sıcaklık, nem, ilave ve çıkış atık boru durağan basınçları ile hava akışı, donanımların çalışma zamanı, özel durumların incelenmesi ve diğer binaya özel yapı için EYDS ile bütünleştirilmiş çevresel durumların ayarlanmasına müsaade edilir.

Çoğu EYDS içeren tesisler normal süreçte meydana gelen hata ihtimaline karşılık bu hataları düzeltmek amacıyla mekanik veya elektrikli sistemlerden oluşan otomatik düzeltme sistemleriyle tasarlanmıştır. Kullanıcının müdahil olmadığı ve hata meydana geldiğinde bu sistem devreye girer. Çoğu olayda, otomatik kurtarma sistemi hatalara günlük olarak müdahale edilmesini engeller. Bu olaylar arka planda herhangi bir müdahale olmaksızın, alarm ve dikkat çekici unsurların meydana gelmesiyle gösterilir. Bu otomatik denetim sistemleri, harcanan zaman, geri bildirim/rapor zamanları ve çevresel kazalar dikkate alındığında önemsizdir, geleceğin EYDS sistemlerinin en iyi yatırım yönüdür.

Tesisler tam olarak, uzaktan denetimli ve binada gerçekleşecek bir kurtarma durumu tehlikesi ihtimaline karşılık izlenebilir olmalıdır. Bu tehlikeli durumlara maruz kalan çalışanları sınırlandırır.

EYDS savunma bölümleri için yeni bir kavram değildir. 1970'ten beri, çoğu tesiste uygulanan tutarlı olmayan EYDS çalışması bulunmaktadır. Çeşitli sistemlere uygulanarak denenmiş problemler şunları içermektedir;

- *Doğru bir EYDS tasarımı özellikli bir tasarım bilgisine ve deneyime gereksinim duyar.*
- *Hatalı yüklemeler, sistemin denetiminin sağlamadan yönetimsel ve görevsel yaklaşım: Yaygın bir şekilde bulunan EYDS sistemi ve donanımlara bina tipiyle birlikte, istendiği şekilde çalışması için ve bir sistemin doğru bir şekilde yüklendiğinden emin olunmalıdır.*
- *Bağdaşmayan/Uygun olmayan EYDS sistemleri: A EYDS sistemi C ile bağlantılı olmayan B sistemiyle bağlantısızdır.*

- *Etkin ayrık sistemlerin çeşitli kullanımını sağlayamama, enerji, bakım tasarrufu ve geliştirilmiş tesis çevre koşulları; Öğrenme tam ve tek sistemlerde zordur. Öğrenme, çoklu bir sistemde tam kullanım zordur ama imkânsız değildir.*
- *EYDS donanım ve sistemlerinde bakımsızlık. Yetersiz bakım bağlı sistemlerde işletimsel sorunları meydana getirecektir.*
- *İklimlendirme sistem kullanıcılarında ve diğer personelde eğitim eksikliği: Eğitim eksikliği sıklıkla sistem tipi ve teknolojisinin çokluğundan kaynaklanır.*

Eski bir denetimcinin söylediklerinden bir not "bir denetim sistemi en az eğitilmiş teknik personeli uzaklaştıracaktır". Temel olarak bunun anlamı eğer sizin teknisyeniniz EYDS sisteminin bakımı konusunda eğitilmemişse, sistemi çalıştırmak için ne biliyorsa onu kullanacaktır. Kısa bir süre içerisinde, sistem tasarlandığı şekilde denetlenemeyecek/kullanılamayacaktır ve bina sakinlerinden gelen şikâyetler artacaktır. İyi ayarlanmış bir EYDS sistemi %75 den daha fazla oranda olumsuzlukları bertaraf eden bir sistemle şikâyetleri yok edecektir.

Yaygın bir inanış, tekrarlanan bu problemlerin kök-sebep incelemesi çabuk/basit çözümleri destekler. EYDS sistemlerinde başarılı olmak için aşağıdaki takip eden hususlar gereklidir;

- *Doğru uygulama ve tasarımı sağlamak için tecrübeye ve gerekli teknik bilgiye sahip çekirdek bir insan topluluğu, doğru yükleme ve kabuller, doğru bakım ve uygulama ve doğru eğitim: Bir proje çalışma grubu çekirdek grubun oluşturulması için mükemmel bir organizasyon yapısıyla desteklenir. Normal olanı çok küçük bir grup, belki tek üyesinin olduğu, fakat bu tek kişi geniş yapıda her şeyin denetimine sahip, bütünü birleştiren ve çalıştıran olmalıdır.*
- *Yaygın iletişim anlaşmaları ile EYDS'ye geniş yaklaşım, yaygın insan arayüzü ve bütün bağlantılı EYDS cihazlarına bağdaşmayı gerçekleştirecek sistem arayüzü: Sistem kampüs ihtiyaçlarına uygun tasarlanmaya ihtiyaç duyar ve sadece iklimlendirme sistemlerinin ihtiyaçlarına göre tasarıma değil.*
- *EYDS çekirdek grubu geniş alandaki EYDS sisteminin istenildiği şekilde bakımının yapıldığını ve kullanıldığını garanti etmek zorundadır: bir veya iki çalışma üyesi tam olarak eğitilmeye ve gelişimi muhafaza etmek ve uygun mevsimsel operasyonları sağlamak için yeniden göreve almak için günlük olarak çalışmalıdır. Bu alt yükleniciler için genellikle en iyi şekilde sergilenir.*
- *EYDS çekirdek grubu geniş kullanımlı EYDS sisteminin verimli kullanımında iklimlendirme teknisyenleri ve diğer operatörlerin eğitimli olmalarını ve uzmanlaşmalarını sağlamak zorundadır.*
- *Eğitim ve tazeleme eğitimi bir EYDS uzmanının görevlerinin günlük bir parçasıdır. Değişimler ve iyileştirmeler uygun operasyonları sisteme sağlarken, bu değişimler bakım ve operasyon çalışanlarına yayılmak zorundadır.*
- *Bütün uygun tekrarlayan iş bakım tanımlamaları düzeltilmiş bakım gereksinimlerini, EYDS inceleme ve kontrolünden kaynaklanan birleştirilmiş azaltılan maliyetleri yansıtmak için tekrar yazılmalıdır.*

Arzu edilen enerji yönetim sistemi ve denetim fonksiyonları geniş olarak üç kısımda sınıflandırılmıştır:

1) *Temel*
2) *Orta ve*
3) *İleri*

Yaygın olan temel fonksiyon verimli operasyonlar için oldukça tavsiye edilmektedir. Çoğu temel ve bazı orta seviye enerji yönetim fonksiyonları satışlarda bulunabilen günümüzde EYDS sistemlerinin çoğunda bulunmaktadır. İleri seviye fonksiyonlar, çokça istenmesine rağmen, bina denetim üreticilerinin bir önceliği değildir. Geliştirilmiş ileri fonksiyonlar milli laboratuvarlar ve üniversiteler tarafından yapılmıştır.

Orta seviye fonksiyon kontrol mantığı genellikle çoğu EYDS sistemlerine uygulanmamıştır. Fakat kurum içi ihtiyaç duyulan veya üçüncü şahıslar tarafından geliştirilen ana temel yapılar sağlanmış, uygulanmış ve birleştirilmiştir. Ayrıca, orta seviye gruptaki çoğu fonksiyon için gerekli talep edilen maliyetler toplam enerji maliyetlerinden %20 daha büyüktür.

Mevcut durumda ileri düzeydeki fonksiyonlar genellikle EYDS sistemleri tarafından desteklenmemektedir ve yakın gelecekte (gelecek 5 yılda) desteklenmesi de mümkün görünmemektedir. Kurum içi ihtiyaç duyulan veya üçüncü şahıslar tarafından geliştirilen orta seviye grup fonksiyonları gibi ileri düzeydeki grup fonksiyonları da uygulanmış ve birleştirilmiştir.

Gerekli fonksiyonlar ve yapabilirlikleri Tablo-13.1'de özetlenmiştir.

Tablo-13.1 *Gerekli EYDS fonksiyonları ve yapabilirliklerinin özeti [2]*

Tür	*Fonksiyon/Yapabilirlik*	*Mevcut olma*	*Öneri*
TEMEL	*Programlama*	*M*	*R*
	Soğutulmuş ve ısıtılmış suyu yeniden ayarlama	*M*	*R*
	Tedarik edilen hava sıcaklığını yeniden ayarlamak CAV1	*M*	*R*
	Tedarik edilen hava sıcaklığını yeniden ayarlamak VAV2	*NS*	*NR*
	Termostat Kontrolü	*M*	*R*
	Başlatma-Durma Optimizasyonu	*M*	*R*
	Ekonomizer Kontrolü	*M*	*R*
	Alarm verme	*M*	*R*
	Dış veri duyarga ve veri kontrolcüsü	*L*	*R*
ORTA SEVİYE	*Talep edilen sınırlayıcı/Yük azaltma*	*P*	*CR veya AI*
	Yük değişmesi	*P*	*CR veya AI*
	Çalışma çevrimi	*P*	*CR veya AI*
	Olay başlama kontrolü	*P*	*CR veya AI*
	Isıtma ve soğutmayı aynı anda izleme	*NS*	*R&AI*
İLERİ DÜZEY	*En uygun sıralanmış çoklu soğutucular/kazanlar*	*NS*	*R veya AI*
	Yükü birleştirme	*NS*	*CR veya AI*
	Otomatik uzaktan hata tespiti ve kontrolü	*NS*	*R veya AI*
	Enerji kullanımını izleme	*NS*	*CR veya AI*
	Tüm yapıyı en uygun seviyeye getirme	*NS*	*FR veya AI*

1CAV: Sabit hava hacimli sistem

2VAV: Değişken hava hacimli sistem

M: Çoğu EYDS bu fonksiyonu destekler

R: Şiddetle tavsiye edilen

L: Çoğu EYDS sistemi sistem günlüğünü destekler fakat bir kaçı diğer veri formlarını (DDE/OLE, BACnet, LonWork) destekler.

P: Çoğu EYDS sistemi gerekli temel fonksiyonları sağlar, fakat bu fonksiyonları uygulamak için önemli bir kurum içi geliştirme gereklidir.

CR: Şartlı tavsiye, eğer maksimum enerji maliyetleri enerji faturasının önemli bir bölümü ise

NS: Desteklenmiyor

NR: Önerilmiyor

AI: Üçüncü şahıslar tarafından ek birleştirme ve geliştirme önemlidir.

FR: Gelecekte tavsiye edilir.

13.5 TEMEL FONKSİYONLAR

Temel grup fonksiyonlarının bir yapıyı işletmesi için gerekli minimum belirlenmiş özellikler; programlama, soğutulmuş ve ısıtılmış suyu yeniden ayarlama, tedarik edilen hava sıcaklığını yeniden ayarlama, termostat kontrolü, başlatma-durma optimizasyonu, ekonomizer kontrolü, alarm verme, sorunsuz bir şekilde dış veri duyargasını ve üçüncü şahısların yazılım uygulamaları için ekipmanların performans verilerini uygulayabilme.

13.5.1 Pogramlama Fonksiyonu

Bir EYDS'nin en önemli fonksiyonu önemli ekipmanların (örneğin soğutucular, kazanlar, oda tipi klima cihazları, ısı pompaları ve ışıklar) çalışmasını programlama yeteneğidir. Bir binada günün 24 saati klima, havalandırma ve aydınlatmaya gerek yoktur. Bunu sağlamak sadece enerji tasarrufu değil, aynı zamanda ekipmanların gereksiz yıpranma ve aşınmasından kaynaklanan planlanmamış bakım maliyetlerinin oluşmamasını sağlar. Buradaki amaç bakım maliyetlerini planlamak, bozulma olmadan önce kontrol sistemi ile sinyal almaktır.

Bu fonksiyonun olması ekipman ömrünün uzaması ile sonuçlanır. Kısa ve uzun vadede müşterinin para tasarrufu yapması ile sonuçlanır. Önemli ekipmanların düzenli kontrol edilmemesi veya kullanılmaması gereken sürelerde ekipmanların kullanılması enerji tüketimini önemli ölçüde (%15 veya daha fazla) arttırmaktadır.

Yıl süresince yüksek nem seviyeli alanlarda, geceleri sınırlı çalışma ihtiyacı olabilir. Sistem yoğunlaşma noktasına yaklaştığında ve duvarlar veya soğuk nesneler üzerinde yoğuşma ile su oluşmaya başladığında içerdeki duyargaların bilgisi olması gerekmektedir. Kuru zamanlar süresince, sistem kapalı kalabilir.

Özel durumları ele almak için, eğer bir bina normal çalışma saatlerinin de ötesinde meşgul ise birçok EYDS sistemi geçici programlama sağlamalı veya normalde programlanan işlemi devre dışı bırakmak için geçersiz kılma özelliği olmalıdır. Eğer geçersiz kılma özelliği devreye sokulmuş ise bu geçici olduğu bir şekilde uygulanmalıdır, yani, programlama otomatik olarak birkaç saat içinde veya bir sonraki gün normal işlemlerine geri döner. Eğer geçersiz kılma özelliği geçici değil veya bir sonraki gün kendi kendini yenileme özelliğine sahip değil ise bina içindeki büyük ekipmanlar çalışmaması gereken zamanlar süresince çalışarak enerji israfı meydana getireceklerdir. Eğer sistem otomatik olarak normale dönmezse, sonrasında uygun olduğu zaman tüm geçersiz kılmaları iptal etmek için prosedür olarak bir hatırlatma işlemi olmalıdır.

Programlama fonksiyonu hafta sonları, tatiller ve yaz saati uygulaması için özel olarak planlanmış programı takip etmek zorundadır. Programlama kapsamında yararlanılan ekipmanlar ve nihai kullanımlar: havalandırma, egzoz ve besleme fanları (iç ve dış) ve güvenlik ışıkları, HVAC ekipmanları, soğutucular, kazanlar, klima ekipmanları ve diğer çeşitli HVAC ekipmanları. Bu ekipmanlardan bazıları gün boyunca kapalı ve yalnızca gece açık olabilir veya istenilen süre boyunca kullanılır. Ekipmanların çoğu tesis kullanılmadığı zamanlarda kapalı olacaklardır.

***Tavsiye:** Programlama fonksiyonu binanın etkin bir şekilde işletilebilmesi için en önemli fonksiyonlardan birisidir ve bu nedenle şiddetle tavsiye edilir.*

13.5.2 Soğutulmuş Su Sıcaklığını Yeniden Ayarlama

Bilindiği şekilde, tedarik edilen soğutulmuş su sıcaklığı 3 °C ve 7 °C sıcaklıkları arasında sabit tutulmaktadır. Bu durum tam yükte veya tam yüke yakın çalışma şartlarında kabul edilir. Fakat soğutucular genellikle çalışma sürelerinin önemli bir bölümünde kısmi yük koşullarında çalışırlar. Tedarik edilen soğutulmuş suyun sıcaklığını yeniden ayarlamanın gerçek bina soğutma yüküne uygulanması enerji tasarrufuna yol açar. Genellikle her bir sıcaklık artışı için %2 oranında etkinliği arttırır. Sağlanan suyun sıcaklığı dış hava sıcaklığına bağlı olarak yeniden ayarlanabilir, yani, sağlanan suyun sıcaklığı dış hava sıcaklığı düştükçe arttırılabilir. Sıra ile optimum tedarik edilen soğutma suyu sıcaklığı günün koşullarındaki klima santrali (AHUs) valfleri ve tedarik edilen hava sıcaklığına bağlı olarak hesaplanabilir. Bu uygulamaların detayları HVAC uygulamaları için 2003 ASHRAE kitapçığından (Bölüm 41) temin edilebilir. Ek olarak soğutucunun enerji kullanımını azaltmak için, tedarik edilen soğutulmuş suyun sıcaklığını yeniden ayarlayarak çok bölgeli çevrelerin yeniden ısıtılması için kullanılan enerjinin miktarı genellikle azaltılır. Nemli iklimlerde, tedarik edilen soğutulmuş suyun sıcaklığı önemli miktarda arttırılmamalı veya nem kontrolü ile birlikte yapılmalıdır. Soğutulmuş su için gerçek bir üst sınır gizli soğutma kapasitesi gereksinimleri ve diğer ASHRAE kitapçığında özetlenmiş kriterler temel alınarak yapılmasına rağmen genellikle nemli iklimlerde (örneğin orta bölge ve güney U.S.) yaklaşık 10 °C'dır. Kuru iklimlerde (örneğin batı U.S.) sıcaklık 10 °C'den biraz yüksek (13 °C) olabilir.

Yeniden ayarlama kontrol stratejisini kullanırken, uygun örnekleme aralıkları kullanımı kontrolünde dalgalanmalar ve kararsızlıktan kaçınmak kritik öneme sahiptir. Genel kural yeniden ayarlama komutları arasında örnekleme aralığı kontrol döngüsünün yerleşme zamanından daha büyük olmasıdır. Eğer yeniden

ayarlama basamakları varsa (yani tedarik edilen soğutma suyu ve tedarik edilen hava sıcaklığı yeniden ayarlanıyor) yeniden ayarlama komutları arasındaki örnekleme zamanı yavaş kontrol döngüsü yerleşme zamanından daha büyük olmalıdır. Yeniden ayarlanan tedarik edilen soğutulmuş su sıcaklığından tasarruf %5 ila %20 aralığında olabilir (2003 ASHARAE El kitapçığı HVAC Uygulamaları, Bölüm 41, sayfa 41.7.).

Tavsiye: Kısmi yük koşulları süresince yeniden ayarlanan (arttırılan) soğutulmuş su sıcaklıklarının soğutma enerji kullanımı kaydedilebileceği için bu fonksiyon tavsiye edilmektedir.

13.5.3 Isıtılmış Su Sıcaklığını Yeniden Ayarlama Fonksiyonu

Tedarik edilen soğutulmuş su sıcaklığı gibi, tedarik edilen ısıtılmış su sıcaklığı kazan kısmi yük koşullarında çalışırken enerji tüketimini azaltmak için yeniden ayarlanabilir. Yükü karşılamak için kullanılan enerji azaltılmasının yanında ısıtılmış su sıcaklığını yeniden ayarlamanın başka yararı kazan ve boru sistemlerinin bekleme kayıplarını azaltmaktır. Asit oluşumundan dolayı oluşan kazan hasarını ortadan kaldırmak için minimum yeniden ayarlama sıcaklığı uygulanmalıdır. ASHRAE' de belirtildiği üzere, 2003 el kitapçığı HVAC Uygulamaları, Bölüm 41, sayfa 41.5, "Baca gazlarının yoğuşmasını ve asit oluşması sonucunda kazanda meydana gelecek zararı minimize etmek için ısıtılmış suyun sıcaklığı kazan imalatçısı tarafından önerilen sıcaklıktan daha aşağı ayarlanmamalıdır (Genellikle 60 °C). Benzer şekilde, büyük ısıtma yüklerini sağlamak için tedarik edilen basıncın gerekli minimum seviyede tutulması ile buharlı ısıtma sistemlerinde enerjiden tasarruf edilebilir".

Kaynak [1] 2003 ASHRAE El kitapçığı HVAC uygulamaları, Amerikan ısıtma-soğutma ve klima mühendisleri birliği, A.Ş., Atlanta, Georgia, Bölüm 41 s. 41.1 – 41.39.

***Tavsiye:** Kısmi yük koşulları süresince ısıtılmış suyun sıcaklığını yeniden ayarlama (azaltma) ile ısıtma işleminde enerji tasarrufu yapılabileceği için bu fonksiyon tavsiye edilmektedir.*

13.5.4 Tedarik Edilen Hava Sıcaklığını Yeniden Ayarlama Fonksiyonu

Sabit hava hacimli (CAV) klima santrali için tedarik edilen hava sıcaklığı bölge koşullarına bağlı olarak yeniden ayarlanabilir. Bölgeler "hafif" yük koşulunda olduğu zaman tedarik edilen hava sıcaklığını yeniden ayarlamak soğutma ve yeniden ısıtma için gereken enerji tüketimini azaltabilir. Genellikle, değişken hava hacimli (VAV) sistemlere tedarik edilen hava sıcaklığı sabit tutulur. Çünkü havanın hacmi bölge yükünü karşılayacak şekilde ayarlanmıştır. Fakat son çalışmalar göstermiştir ki denetim sırası daha karmaşık olmasına rağmen değişken hava hacimli sistemlerde (VAV) ilave olarak tedarik edilen hava yeniden ayarlanabilir.

***Tavsiye:** Kısmi yük koşulları süresince tedarik edilen hava sıcaklığını yeniden ayarlayarak enerji tasarrufu yapılabilir. Bu nedenle, bu fonksiyon sabit hava hacimli sistemler için tavsiye edilir. Bir değişken hava hacimli sistem için fan ve ısıtma/soğutma enerjisi arasında takas vardır. Ayrıca kontrol algoritması daha karmaşıktır. Bölgeye özel ayrıntılı analiz yapılmadıkça ve sonuçlar olumlu olmadıkça değişken hava hacimli sistemler için bu yöntem tavsiye edilmemektedir.*

13.5.5 Statik Basınç Yeniden Ayarlama Fonksiyonu

Değişken hava hacimli (VAV) klima santrali için tedarik edilen hava statik basıncı bölge koşullarına bağlı olarak yeniden ayarlanabilir. Bölgeler "hafif" yük koşulunda olduğu zaman tedarik edilen hava statik basıncını yeniden ayarlamak soğutma ve yeniden ısıtma için gereken enerji tüketimini azaltabilir. Genellikle, değişken hava hacimli (VAV) sistemlere tedarik edilen hava basıncı sabit tutulur. Çünkü havanın hacmi bölge yükünü karşılayacak şekilde ayarlanmıştır. Fakat son çalışmalar göstermiştir ki en yüksek sönümlendirici koşullardaki bölgelere bağlı olarak statik basıncın yeniden ayarlamasıyla büyük miktarda enerji tasarrufu yapılabilir. Bazı sistemlerin 1 ila 2 inç arasında normal istenen değerine kıyasla daha hafif yüklerde çalıştırmak için 0,25 inçten daha düşük olduğu görülmüştür.

Tavsiye: Kısmi yük koşulları süresince tedarik edilen hava statik basıncını yeniden ayarlayarak enerji tasarrufu yapılabilir. Bu nedenle, bu fonksiyon değişken hava hacimli sistemler için tavsiye edilir.

13.5.6 Termostat Kontrolü

Konfor koşullarının kontrolü için termostatlar kullanılır. Ticari binalarda, tipik bir HVAC bölgesi alt bölgelerin yalnızca birinde bulunan tek bir termostat tarafından kontrol edilen tek bir ısıtma veya soğutma birimi tarafından servis edilmiş bir takım alt bölgelere sahiptir. İç yükler (örneğin mekândaki ekipmanlar,

apartman sakinleri sayısı, vb.) ve dış kaplama yükler (örneğin, dış duvarlar aracılığıyla ısı kazancı veya kaybı) tek bir HVAC bölgedeki tüm odalarda tek tip ise tek bir termostat odalara konforu sağlamak için yeterlidir. Fakat birçok durumda yükler bölge genelinde tek tip değildir. Sıcak veya soğuk noktalardan kaçınmanın bir yolu bölge genelinde (her odada bir) birkaç sıcaklık duyargası (kablolu veya kablosuz) kurmak ve sonrasında bölgedeki kontrol HVAC ekipmanları için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalamasını kullanmaktır.

Merkez EYDS iş istasyonu tarafından termostatları uzaktan yeniden ayarlayabilme yeteneğine sahip olmak çok önemlidir. Bu durum boş yaz dönemleri süresince ısı ayarını ve boş kış dönemleri süresince sıcaklığın azalmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda tedarik sıkıntısı sırasında veya talep sınırlayıcı dönemlerde yükü boşaltan bir mekanizma sağlayacaktır. Termostatın kurulması ve ayarlanabilmesi ile fanlara, ekipmanlara, soğutuculara, kazanlara ve hava işleyicilerine sağlanan enerji tüketimi azalacaktır.

Hafif yük koşulları iki şekilde tanımlanabilir: 1) Tüm bölgelerden geri dönen hava sıcaklığını takip ederek (eğer geri dönen hava sıcaklığı tedarik edilen hava sıcaklığına yakın ise bölge yükü küçüktür); veya 2) Terminal birimlerinin her birinin kontrol çıkışı takip edilerek [Kaynak 2].

***Tavsiye:** Uzaktan izleme ile termostat kontrolü ve ayar noktası kontrolünün EYDS sistemleri ile birleştirilmesi şiddetle tavsiye edilmektedir.*

13.5.7 Başlatma-Durma Optimizasyonu

Başlatma/durma optimizasyonu veya sıcaklık/zaman optimizasyonu bazen basit kurulum / terslikler üzerinde bir gelişmeyi işaret eder. Başlatma/durma optimizasyon stratejisi dış hava koşullarını hesaba katarken ve HVAC sistemi işlemini ne zaman devreye alma ve bu işlemde terslikler olduğu zaman bina hacmine ısıl depolama dahil edebilirken kurulum/terslikler günün belirli bir saatine bağlıdır.

Optimize edilmiş durma zamanı meşgul sürelerin (örneğin, 10 ila 15 dakikalar arasında) bitmesinden önce kapatılabilmesi için belirli HVAC sistemlerine (örneğin, soğutucular ve kazanlar) izin verir ve bölge sıcaklığını kabul edilebilir konfor seviyeleri içinde ayarlanmasına olanak sağlar. Benzer şekilde optimize edilmiş başlatma zamanı bölge koşullarının kabul edilebilir aralıklara ulaşması için belirli HVAC sistemlerinin (örneğin, kazanlar ve soğutucular) tam vaktinde başlaması için izin verir.

Tavsiye: Optimum başlatma/durma fonksiyonu binaların 24 saat meşgul olmadığı zamanlarda arzu edilir. Hatta günde 24 saat haftada 7 gün çalışan binalarda bile genellikle günün bazı saatlerinde enerji kullanımını azaltmak için kapatılabilen birkaç saat dilimi vardır.

13.5.8 Ekonomizer Kontrolleri

Soğutma modunda, dış ortamın havası dönüş hava akımından daha soğuk olduğu zamanlar için saat sayısı vardır. Dış hava koşulları elverişli olduğunda kullanılan serbest soğutma kullanımı, hava sahasının ön ısıtması olarak adlandırılır. Bir ekonomizer çevrimi klima santrallerinin yerleşiminde paketlenmiş montaja hazır ürün olarak kullanılabilirler, genellikle en üst çatı ürünü olarak bilinirler. Klima santrali yerleşimi için, pek çok paketin ekonomizer çevrimi ve yerleşik ekonomizer kontrol donanımı ile geldiğinde enerji yönetim kontrol sistemi gerekli bir dizi işlemi ekonomizer çevrimi için sağlanması gerekir.

Ekonomizer çevrimi kullanımından %15 den %50 ye kadar soğutma enerjisi tasarrufu sağlanabilir; Tasarrufların kesin olarak bilinmesi kullanılan ekonomizer çevrim tipine ve bulunduğu iklim bölgesine bağlıdır.

1. *En sık kullanılan ekonomizer kontrol stratejileri;*
2. *Diferansiyel kuru termometre sıcaklığı merkezli,*
3. *Diferansiyel entalpi merkezli,*
4. *Üst sınır denetimli kuru termometre sıcaklığı merkezli ve*
5. *Üst sınır denetimli entalpi merkezli*

Farklı kontrol stratejileri ile dış hava koşulları dönüş hava koşulları ile karşılaştırılır. Dış hava koşulları daha uygun olduğu sürece dış hava soğutma ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılamak için kullanılır. Dış hava kuru termometre sıcaklığının geri dönüş hava sıcaklığından daha az olması, kuru termometre sıcaklığı

kontrolü ile elverişli koşul örneği olabilir. Eğer dış hava tek başına soğutma ihtiyacını karşılayamazsa, mekanik soğutma bu soğutma yükünün karşılanmasında kullanılır.

Üst sınır denetimi stratejisi ile dış hava koşulları bir tek istenen değer ya da sabit istenen değer ile karşılaştırılır, genellikle bu üst sınır olarak bilinmektedir. Eğer dış hava koşulları istenen değerin altında ise sonrasında dış hava soğutma ihtiyacının bir kısmı veya tamamı dış hava ile karşılaştırmaya kullanılır; geri kalan soğutma yükü mekanik soğutma tarafından sağlanır.

Ekonomizer kontrol görünümünün basit olması için olan işlemler dizisine rağmen alan içerisinde hata oranı oldukça yüksektir. Ekonomizer çevriminde bir hata veya yanlış işlemin tespit edilmesi zordur. Çünkü ısıtma soğutma sistemlerindeki hatalar genellikle mekanik ısıtma veya soğutma ile karşılanır ve hiçbir kullanıcı tarafından fark edilemez.

***Tavsiye:** Uygun şekildeki ekonomizer kontrol işlemi önemli miktarda soğutma tüketimini kurtarabilir ve son derece önemli bir tavsiyedir. Nemli havalarda (örneğin ABD'nin orta batı ve güneyinin çoğunda) entalpi merkezli kontrol tercih ediliyor iken kuru havalarda (örneğin ABD'nin Batısının çoğunda), Kuru sıcak diferansiyel ekonomizer tercih edilir.*

13.5.9 Alarm-Uyarı

Enerji yönetim kontrol sistemi mevcut sistemlerin merkez konumuna doğrudan bağlanması için uyarı anonsunu ve yayınlanmasını sağlar. Bu kritik arıza erken tespit etme uyarısı normal ve değişimin olmadığı saatlerde sağlanır. Değişimin olmadığı saatlerde, yani insan gücünün büyük ölçüde azaldığı vakitlerde, enerji yönetim kontrol sistemi alarm bildirimi ve merkezi konumu bildirimi ve tepki değeri göz ardı edilemez.

Bu sistemin kullanıcılara önemli bir faydası kritik binaların ve yardımcı işlevlerin etkin bir biçimde izlenmesidir. Bir bina veya bütün kampüsü kapsayacak biçimde bütün işlemlerin bileşenleri için gereklidir. Bu her bir binayı korur ve tehlikeye atılmamasını sağlar bu işlem her binayı ya da yardımcı işlevlerin arızasını ani ve hızlı yanıt sistemi tarafından sağlanır. Alarmlar binalarda anormal durumların tespitinde kullanışlıdır. Örneğin, ortamın sıcaklığını izlemek ve bir alarm oluşturma yeteneği koşullar kabul edilebilir aralıktan saptığı zaman kiracıların şikâyetinden önce problemlerin azaltılmasında kullanışlı olabilir. Tüm modern enerji yönetim kontrol sistemleri birçok alarm fonksiyonu sağlar.

Tavsiye: Alarmlar kuvvetle tavsiye edilir. Onlar hem günden güne olan aktivitelerde ve hem de bina ve tesislerin bakımında yararlıdır. Alarmın alan bilgisayar veya istasyonda insan olmasına gerek yoktur alarmlar uygun personele çağrı veya e-posta yoluyla otomatik olarak iletilir.

13.5.10 Ekipman Performans Verilerine ve Duyargalara Erişim

Her binada enerji yönetim kontrol sistemi olması tesis yöneticisi ve operatörün artan ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli değildir. Aşağıdaki bölümde tarif edilen ileri ve orta fonksiyonların birçoğu genellikle birçok enerji yönetim kontrol sisteminde mevcut değildir. Onlar ve evlerde entegre edilmesi veya bir üçüncü taraf yazılımı sağlayıcısı tarafından geliştirilmesi gerekir, çünkü enerji yönetim kontrol sistemi satıcılarının yakın gelecekte bu işlevselliği sağlamaları olası değildir. Bu fonksiyonların başarılı bir şekilde uygulanmasının anahtarı duyargasına kolay erişimdir, Bir kontrol ağında yönetilen tesis boyunca dağıtılan kontrolör ve ekipmanları performans verileri enerji yönetim kontrol sistemine bağlı olan işletmenin geri kalanı (internet veya intranet) ile enerji yönetim kontrol sistemi ve ağları tarafından sağlanır. Bu dağıtılabilir tesis yönetim sistemlerine yeni nesil sağlayacaktır. Verilere kolay erişim olmadan ve dağıtılabilir tesis yönetiminin tüm faydaları gerçekleştirmek zor olacaktır. Bu faydalar şunlardır;

- *Düşük enerji giderleri,*
- *Daha az kiracı şikâyeti ve sorunlarını daha hızlı çözümleme,*
- *İç hava kalitesi konulara ilişkin azaltılmış yükümlülük ve dava giderleri*
- *Kiracılara daha iyi bir iç ortam amacıyla geliştirilmiş performans*

Veri toplama ayrıntıları türüne ve desteklediği protokollere bağlı olsa da birçok enerji yönetim kontrol sistemleri coğrafi olarak dağıtılmış tesislerden verilere erişmek için bazı standart yöntemler sağlar. Birçok enerji yönetim kontrol sistemi üreticisi DDE/OLE Doğrudan Veri Değişimi/Nesne bağlantısı ve veri alışverişini kolaylaştırmak için kontrolörleri/cihazlar arasında gömülü sunucuları ve yazılım uygulama

programlarını sağlar. Standart bir veri alışverişi yöntemini destekleyen bir enerji yönetim kontrol sistemi olması (örneğin, DDE, OLE, BACnet, LonTalk) başarıyı garanti etmez. Örneğin, standart bir veri alışverişi yöntemi kullanan bir enerji yönetim kontrol sisteminden başka bir enerji yönetim kontrol sistemiyle veri alabilen üçüncü taraf uygulama her iki enerji yönetim kontrol sistemi aynı standardı desteklemesine rağmen işe yaramayabilir.

Birçok enerji yönetim kontrol sistemi üreticisi genellikle standart bir formatta olmayan duyarga, kontrolör ve ekipman verileri için yönelim kayıtlarını destekler. Yönelim kayıtları yararlı olmasına rağmen, doğrudan üçüncü parti uygulamalar ile kullanılabilmekten önce bazı ön işlemler gerektirir. Ek olarak, kayıtlar genellikle gerçek zamanlı olarak mevcut değildir ve bu yönelim verilerini kullanarak işlevlerini otomatikleştirmek için zordur. Bu nedenle, Standart iletişim kullanımı yoluyla duyargasına, kontrolör ve ekipman verilerine veya veri Değişim protokollerine (DDE / OLE, BACnet veya LonWorks) eğilim kayıtları ile gerçek zamanlı doğrudan erişim karıştırılmamalıdır.

Tavsiye: Enerji yönetim kontrol sistemi tarafından doğrudan desteklenmeyen işlevlerin uygulanması için veri ayıklama yeteneği şarttır. Bu nedenle, sadece standart veri değişimi yöntemlerini (DDE / OLE veya BACnet) destekleyen bu enerji yönetim kontrol sistemlerini dikkate alınmalıdır. Bu işlevler kritiktir. Enerji yönetim kontrol sistemi sayacı, çalışma süresini veya diğer veri toplamayı ve başka bir yazılım paketine aktarmayı planlar. Bu bakım isteği izleme paketleri ya da yararları faydaları izleme paketleri olabilir.

13.5.11 Ara İşlemler

Ara grupta düşme işlemleri şunlardır: sınırlama talep (yük atma ya da yük haddeleme), değişken yük, çalışma çevrimi, durum başlatılan kontroller ve eşzamanlı ısıtma ve soğutma izlenmesi.

Talebi Sınırlamak (Yükü Boşaltmak/Yük Yuvarlama)

Ülkenin bazı bölgelerinde, ihtiyaç masrafları, elektrik maliyetlerinin önemli bir kısmını olabilir. Talebi sınırlamak aşırı talep ücretlerini kısıtlamanın bir yoludur. Binanın maksimum talebi önceden belirlenmiş bir seviyeye yaklaştığında elektrik yükünün sistematik olarak azaltmasını sağlar. Birçok soğutucunun tetiklendiğinde kompresör gücünü sınırlamaya talep sınırlama özelliği vardır. Bu aynı zamanda enerji yönetim kontrol sisteminde uygulanabilir. Talep sınırlayıcı denetleyici kontrolleri istenen ihtiyaç sınır aşılmadığında ay veya sezon boyunca herhangi bir zamanda güvence altına almalıdır. Klima santrali veya soğutucu kullanım talep sınırlayıcı dönemlerde sınırlandığında binanın ön soğutma ve ön ısıtması gibi bazı gelişmiş kontrol özellikleri, rahatsız edici koşulları hafifletmeye yardımcı olabilir.

Örneklendirme amaçlı aşağıdaki örnek dikkate alalım: Bir tesisin otomatik olarak yürütebildiğini bağımsız yük atma yazılım şeması olan bir enerji yönetim kontrol sistemi vardır. Sıralı olarak baz sayacı elektrik akımı oranı verileri ve yayınları bağımsız ağ üzerinden binalar için talep seviyeleri takip etmek için okunur. Talep seviyeleri talebi maliyetlendirme için baz kullanım oranı yapısı takip edilir. Tesis oranı yapısında şu üç pik süreler vardır: Pik yükte, kısmi yükte ve kullanım dışı olduğu zamanlarda.

Pikler aşağıdaki gibi tanımlanır:

Yaz ayları, Mayıstan Ekim'e kadar:
1.Pik Yükte: öğlen 12 akşam 6:00 arası, Pazartesi-Cuma, tatiller hariç

2. Kısmi-pik: 08:30 öğlen 12 arasında ve akşam 6 arasında 9:30 arasında, Pazartesi-Cuma, tatiller hariç

3. Kullanım dışı düşük yük: akşam 09:30 saat sabah 8:30 arasında, Cumartesi, Pazar ve tüm tatil günleri dâhil sabahın 11'inden başlayarak, enerji yönetim kontrol sisteminden düşüş başlar böylece sistemler pik yük zaman diliminin başında set değerini elde edebilir. Pik yük zaman dilimi içinde, enerji yönetim kontrol sistemleri pik yük için belirlenmiş kilovat (kW) değerini maksimum talep limiti ayar noktası kontrol edecektir. Kısmi-pik periyotlar sırasında enerji yönetim kontrol sistemi belirlenmiş kısmi pik KW talep set değerini kontrol eder. Diğer tüm gün ve saatlerde enerji yönetim kontrol sistemi kullanım dışı zamanlar için belirlenmiş kW maksimum ayara kontrol edecektir.

Kış ayları, Kasım'dan Nisan'a kadar:

1. Pik Yükte: bulunmamaktadır

2. Kısmi-pik, Sabah 08:30'dan Akşam 9:30'a kadar, Pazartesi-Cuma, tatiller hariç

3. Kullanım dışı düşük yük: Akşam 09:30'dan Sabah 08:30'a kadar hafta içi artı Cumartesi, Pazar ve tüm günleri

Kısmi pik zaman dilimi boyunca, enerji yönetim kontrol sistemi kısmi pik kW talep set değerini kontrol edecek. Diğer tüm gün ve saatlerde (Kullanım Dışı zamanlarda) sırasında, enerji yönetim kontrol sistemi kullanım dışı için belirlenmiş kW ayarını kontrol edecek.

Her üç talep zaman aralıklarına karşılık gelen maksimum kW set değeri vardır. Bu ayar "aşmayacak şekilde" olacaktır. Buna örnek;

1. *Sayaç tahsisi 12.6 Megawat olması*
2. *Tüm zaman dilimlerinde 12 megavat olması için ayar noktası geçmeyecek.*

Ana yük boşaltma yazılımı 10 ayrı grup ve 4 kontrol aşamalarını sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bunlar aşağıda tanımlandığı gibidir;

Binalar, öncelik sırasına göre,1 grubu ile en az önemli (çevresel değişim dayanabilen en yetenekli ve en önemlisi olan 10 grup (çevresel değişim dayanabilen az yetenekli) olacak şekilde belirli gruplara ayrıldı.

Grup 1 ilk yük boşalma işini yürütür ve grup 10 ise son yük boşaltmayı yürütür. KW seviyesinde artan yük artması sebebiyle, Grup 1, evre 1 yük sınırlama işlemini yürütür ardından Grup 2 vb. ta ki tüm gruplarda kadar evre 1 devreye girene kadar. Sonrasında tüm gruplar evre 1'i yürütür ve talep seviyesi tırmanmaya devam eder. Grup 1 tarafında 2.Evre yürütülmeye devam eder ardından grup 2 vb. ta ki tüm gruplar evre 2 yi yürütene kadar bu işlemleri sırasıyla evre 3 ve evre 4 takip eder.

Dikkat, Pik yük ayarlarına sistemleri dengelemek yükleri uyum içine getirmeye kademeli rampa olarak aşağı doğru bir ayar noktası olmalıdır.

Ana Yük Dağılımı / Değişken Yük Grubu Ayarları:

Tablo-13.2 *[2]*

Hedef Baz Yükü			12000 kW	
	1.Evre	2.Evre	3.Evre	4.Evre
Grup 1	11600	11700	11800	11900
Grup 2	11610	11710	11810	11910
Grup 3	11620	11720	11820	11920
Grup 4	11630	11730	11830	11930
Grup 5	11640	11740	11840	11940
Grup 6	11650	11750	11850	11950
Grup 7	11660	11760	11860	11960
Grup 8	11670	11770	11870	11970
Grup 9	11680	11780	11880	11980
Grup 10	11690	11790	11890	11990

Bina Yükü Boşaltma Evreleri Tanımlama/Şema:
Her bir tesis için bir grup numarası tahsis edilecektir. Örneğin, tesis 333 için 6. grup atanmış olabilirdi, bu öncelik şeması ortasına yakın boşaltılan yük olacağını anlamına gelir. Binada enerji yönetim kontrol sistemi ana cihazından talep seviyesinin yayınını dinler ve aşağıdaki her kontrol dizisini değiştirir.

TALEP SEVİYE # 1: *Geçerli ayar noktalarından 0,5 ° C istenen değeri dışında termostatı sıfırlar*

TALEP SEVİYE # 2: *Termostatı 1 °C ayar noktalarına sıfırlar ve orijinal ayar noktasından ve Soğuk su vanaları tam açık bir yeteneği %75 olarak sınırlar.*

TALEP SEVİYE # 3: *Termostatı 2 °C ayar noktalarına sıfırlar ve nominal değerler ve açık kapasitesinin Soğuk su vanalarını %25 sınırlar.*

TALEP SEVİYE 4: *Yük boşaltması/ yük çevrimi (genellikle çalışma çevrimi olarak adlandırılır) ana soğutucu veya doğrudan genleşme A / C ünitesi kapalıdır. Soğutma grubu ve fanların kapanma süresi ve kısa çalışma süreleri izlenecektir. Serbest zaman çalışması için kapalı döngü tekrarlanmadan önce bir birimin çalışmasına önceden belirlenmiş bir miktarda izin verilecektir. Üniteler sadece belirlenmiş bir miktarda kapalı tutulmaya izin verecektir.*

Tavsiye: Talep ücreti toplam enerji maliyetinin önemli bir yüzdesi olduğunda (%20'den fazla) ya da diğer sürücüler kapatmak veya pik enerji kullanımını azaltmak yeteneği gerektirir ve bu fonksiyon geniş bir pik tüketimi ve kontrol yüklerin düşürmek için yararlı olduğu için tavsiye edilir. Bu işlev birçok enerji yönetim kontrol sisteminde halihazırda mevcut değildir ve bir üçüncü taraf hizmet sağlayıcının yardımı ile entegre evin içinde olarak gelişmektedir.

Görev Çevrimi (Yüklü Yüksüz Oranı)
Görev çevrimi, konfor şartlarını koruyarak, oluşan en yüksek enerji tüketimini kontrol etmek için cihazları açık veya kapalı konuma çevirir. Görev çevrimi (örneğin toplam çevrim süresinin ilgili periyoda oranı) talep sınırlamak için bir yaklaşımdır ve açık/kapalı kontrollü cihazların (örnek bireysel klimalar, ısı pompaları, fırınlar) görev çevrimini değiştirmek veya kontrol etmek için bir araçtır. FEMP Technology Focus makale 3'te bahsedildiği gibi çalışma çevrimini uygulamak için birkaç yol vardır.

Makaleden alıntı;
"Geçmişte, ısıtma ve soğutma cihazlarında, çalışma çevrimini uygulamak için çeşitli yöntemler kullanıldı. Bu karmaşık optimizasyon yöntemleri basit sabit zaman tabanlı stratejiler arasında değişiyordu. Bu yöntemlerin tümünde, belirli bir zaman aralığında (genellikle 15 ya da 30 dakika) veya dinamik olarak sıcaklık ölümlerine göre, periyodun sonunda sabit kalabilir ya da ayarlanabilir. Bu öncelikle çevrim ile kontrol altında bir cihazın çalışma çevriminin bozulmasına neden olur; yani, termostatın "doğal" görev çevrimini geçersiz kılar."

Tavsiye: *Bu fonksiyon sadece pik yapan tüketimi azaltmak için yararlı olduğu için, yalnızca talep edilen ücret toplam enerji maliyetinin önemli bir yüzdesi (yüzde 20'den daha büyük) olduğunda tavsiye edilir. 3FEMP Technology Focus: Duty Cycling Controllers Revisited – May 1998, http://www.eere.energy.gov/femp/pdfs/DutyCycling-TF.pdf*

Bu işlev birçok EYDS sistemlerinde mevcut olmayabilir, evin içine bütünleşmiş veya bir üçüncü taraf hizmet sağlayıcının yardımı ile geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Olay Başlatmalı Kontroller
Olay başlatmalı kontroller, kontrol sırasında belirli bir dış olay meydana geldiğinde talep sınırlayıcı kontrollere benzer. Örneğin, tesis bazı kamu kuruluşları tarafından sunulan acil bir talebe yanıt olarak veya yük azaltma programına katılıyor ise, EYDS'ye doğrudan sinyal gönderebilir veya bina operatörüne mesaj gönderebilir. Eğer sinyal EYDS'ye doğrudan giderse eylemler otomatik olarak takip etmekteyken, bina operatörüne mesaj giderse ancak çağrı cihazı bildirimi kullanılması durumundan dış olaylar başlar. Başka bir örnek, özel etkinlikler (Bir spor salonu, lise ya da spor tesisi) dışında normalde boş olan bir tesis olay başlatabilir.

Tavsiye: *Bu fonksiyon sadece pik yapan enerji tüketimini azaltmak için yararlı olduğu için, sadece talep ücreti enerji tüketiminin önemli bir oranını (yüzde 20'den fazla) aştığı zaman tavsiye edilir. Bu işlev birçok EYDS sistemlerinde hazır olarak mevcut olmayabilir, evin içine bütünleşmiş veya bir üçüncü taraf hizmet sağlayıcının yardımı ile geliştirilmesine ihtiyaç var.*

Yük Değiştirme

Yük değiştirme, genellikle zaman kullanım oranları veya gerçek zamanlı fiyatlandırmadan yararlanmak için, yükü tüketimde hiç pik yapmayan peridot ile pik yapan periyot arasında değiştirerek, başka bir talep tarafı yönetim sürecidir. Bu yükler değişiklikle artan faydaların kapsamlı bir analizini gerektirir. Çoğu EYDS sistemleri, elektrik yükleri değiştirmek için programlanmış olabilir, ancak tesis yöneticisi veya operatör şu anda yükler ne kadar değiştirilebilir elle hesaplamak zorundadır. Teknoloji önümüzdeki birkaç yıl içinde otomatik olarak bu tür kararları yürütmek için kullanılabilir hale gelmelidir.

Tavsiye: Bu fonksiyon sadece pik yapan enerji tüketimini azaltmak için yararlı olduğu için, sadece talep ücreti enerji tüketiminin önemli bir oranını (yüzde 20'den fazla) aştığı zaman tavsiye edilir. Bu işlev birçok EYDS sistemlerinde hazır olarak mevcut olmayabilir, evin içine bütünleşmiş veya bir üçüncü taraf hizmet sağlayıcının yardımı ile geliştirilmesine ihtiyaç var.

13.4.12 Gelişmiş Fonksiyonlar

Gelişmiş gruba dahil düşme fonksiyonları şunlardır: Optimum sıralama, yüklenen çoklu soğutucu ve kazanlar, Yük dağılımı, otomatik uzaktan arıza tespiti, bina sistemlerinin ve alt sistemlerin kontrolü, enerji kullanımının izlenmesi ve bina ve bina gruplarının son kullanımları, bütün bina optimizasyonu, çoklu ve bireysel binaların arasında optimizasyon.

Sıralı ve Yüklü Olan Çoklu Soğutucular / Kazanlar

Çoklu soğutuculara sahip ve soğutucuları yüklenen bir tesiste genellikle soğutma yüküne, erişilebilen kapasiteye ve çok kez çalıştırılmak isteğine bağlı olarak erişilebilen bütün birimler için yapılır. Fakat bu yaklaşım minimum enerji tüketimini sağlamak için gerekli değil. Online soğutucuların başlama sırası toplam güç tüketimini minimize etmeye dayalı olmasına rağmen, pompalar ve soğutma kulesi ve kondansatör fanlar dâhil, mümkün olduğunca çalışma sürelerine korumayı göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Soğutucuların en uygun sıralaması kısmi yük performansı bilgisi gerektirmektedir, sadece soğutucular için değil pompalar ve soğutma kuleleri içinde gerekli, çünkü amaç toplam enerji tüketimini azaltmak (örneğin soğutucular, pompalar, soğutma kuleleri). %30'dan daha düşük yüklerde, pompalar ve soğutma kulesi fanlarının enerji tüketimi soğutuculardan daha büyük olabilir.

Çoklu kazan sistemlerinde kazanların en uygun sırası, toplam enerji tüketimini gerekli termal yükleri karşılamak için minimize ettiğimiz durumlarda soğutuculara benzerdir. Bugün erişilebilen EYDS sistemleri kazan veya soğutucuların en uygun sırasını belirlemek için kontrol algoritmalarını sağlamaz.

Tavsiye: Bugün ki EYDS sistemleri kazan veya soğutucuların en uygun sırası için yararlı olmazlar çünkü algoritmalar karmaşık ve bütün bağlı ekipmanların karakteristiklerine bağlı: soğutucular, pompalar, soğutma kuleleri. Eğer fabrikada çoklu kazan veya soğutucular varsa özel kod ve üçüncü parti araçları ya da algoritmalar sıra ekipmanları için ciddi bir şekilde düşünülmelidir.

Yük Toplama

Verimli oran ve tarifeleri müzakere etmek için, hem de sözleşme sınırlarını aşmamayı sağlamak için, bireysel binaların toplam yük ve talep profilleri, tüm dağıtım tesisi içi gereklidir. Toplama, sonraki analiz için gerçek zamanlı veri olarak, operatörler veya diğer yapı personeli tarafından mevcut gelir sayacı veya duyargası bağlanarak kolaylaştırılır. Bina / tesisler arasında gerçek zamanlı veri izleyerek ve toplayarak ve aynı anda her bina / tesisin son kullanımlarını izleme, eğer talep anlaşılan limiti aşmaya yaklaştıysa, nerede enerji kullanımının azaltılması gerektiğini tanımlamada yardımcı olabilir. EYDS sistemleri genelde bu fonksiyonları sağlamamasına rağmen, mevcut kontrol ağları toplam ölçüm okumalarına yardımcı olmak için iyi olabilir.

Tavsiye: *Bugün ki EYDS sistemleri bina ve tesisler arasında yükleri izleme ve toplama fonksiyonu sağlamazlar. Çünkü bu fonksiyon yalnızca bina veya tesislerde pik yapan enerji tüketimini yönetmek için kullanışlıdır. Sadece, talep şarjı toplam enerji tüketiminin önemli bir oranını (%20'den büyük) aşarsa önerilir. Bu fonksiyon üçüncü taraf bir hizmet sağlayıcının yardımı ile ev ile entegre edilerek geliştirilebilir.*

Otomatik Arıza Tespiti

Bina sistemlerinin arıza tespitlerinin verimli kullanımı, tesis yöneticilerine yardımcı olabilir ve operatörler yolcuların konfor ve güvenliklerini geliştirerek, tüketimi ve operasyon masraflarını azaltırlar. Bina sistemleri ve ekipmanları için devam eden arıza tespitleri devamlı ve otomatik sistem performans problemleri belirlenerek ve bina operatörlerinin dikkatlerini çekerek binaların verimsiz çalışması ile ilişkili bazı problemlere çare olmaya yardımcı olabilecekler. Bu problemlerin bazıları (örneğin aynı anda ısıtma ve soğutma) aksi halde fark edilmeden devam edebilir. Gelişmiş arıza tespit cihazları problemlerin sebeplerini önerebilirler ve problemi çözmek için öner yapabilirler ve bir problemin çözülmemesinin maliyetini tahmin edebilirler.

Arıza tespiti birkaç yıldır aktif araştırma konularına sahip olmasına rağmen, bugün sadece birkaç yazılım uygulamalarına erişmek mümkün. Yeterli miktarda ve kaliteli verilerin değerlendirilmesinde iyi tanımlanmış bir altyapı eksiklikleri ve zorlukları yavaş bir başlangıç nedenlerinden ikisidir. Kontrol üreticileri henüz EYDS sistemleriyle arıza tespiti araçlarını başlatmadılar. Şu an arıza tespit cihazları bağımsız bir üçüncü parti uygulamaları olarak kullanılıyor.

Tavsiye: Bugün ki EYDS sistemleri arıza tespiti ve belirleme için fonksiyon sağlamazlar. 5 yıl içinde bunu yapması olası değil. Fakat otomatik arıza önleme ve arıza tespit etme kapasiteleri bir şirketin bakımını ve işletmesini artırabilir. Araştırmacıların çoğu bu genel alanda çalışmasına rağmen, ticari miktarda cihazlar erişilebilir değil. Mevcut cihazlar mümkün olan yerlerde kullanılabilir ve değerlendirilebilir ve üçüncü taraf servis sağlayıcılarla birlikte ek kapasiteler geliştirilebilir ve entegre edilebilir.

Eşzamanlı Isıtma ve Soğutma İzleme

Eşzamanlı ısıtma ve soğutma, kasıtlı veya kasıtlı olmayan bir binada meydana gelebilir. Çoklu bölge sisteminde eğer bölgelerden biri ısıtma için uyarılırsa ve diğer kalanlarda soğutma için uyarılırsa, bölgenin havası önce soğutulacaktır sonra ısıtılacaktır. Bu genellikle sistemde soğutma baskın yükte ve bir merkez soğutucu cihaz tarafından sağlandığında meydana gelir. Havanın yeniden ısınması genellikle uygun hava hacminde veya sabit hava hacmi, her bir alanda deşarj etmek için hava sıcaklığının doğru sıcaklığa getirildiği terminal kutularında meydana gelir. Bu mümkün olduğunca önlenebilir veya minimize edilebilir. Arızalı hava işleme ünitesi (AHU) denetimleri veya sızdıran vanalar sebebi ile aynı anda ısıtma ve soğutma işlemleri meydana gelebilir. Çoğu durumda, böyle arızalı kontroller önlenemez ve önlenemeyecektir çünkü onlar kullanıcı rahatsızlıkları ile ilgili değil. Isıtma bobininde bir sıcak su vanası su sızdırdığında, o az veya hiç kullanıcı rahatsızlığı ile birlikte soğutma yükünü artırır. Eğer sızdırma az değilse (%50'nin altında), o önleyemez çünkü soğutma bobini sızıntıyı dengeler. Böyle hatalı işlemleri tespit etmek için gerekli mantık genellikle EYDS sistemleri ile donatılmış değildir. Bu problemleri otomatik tespit etmek için algoritmalar geliştirme aşamasında ama onlar birkaç yıldır EYDS sistemlerinde mevcut değil.

Tavsiye: Bugün ki EYDS sistemleri aynı anda ısıtma soğutmayı tespit etmek için bir mekanizma sağlamaz. Sistemlerin koşullarına ve tiplerine bağlı olarak, aynı anda ısıtma ve soğutmanın etkilerini önlemek zor ve önemli olabilir. Özel kodlar ve üçüncü taraf cihazlar veya algoritmalar aynı anda ısıtma ve soğutma işleminin oluşmasını önlemek için ciddi bir şekilde düşünülebilir. Bu işlevi yönetme EYDS sistemlerinin operasyonu ve enerji kullanımı için sorumlu olan EYDS uzmanlığı gerektirir.

Enerji Kullanımı İzleme

Enerjinin izlenmesinin büyük ekipmanlar için kullanılmasının birkaç yararı olmasına rağmen, genellikle EYDS aracılığı ile yapılmaz. Önemli son kullanılanların enerji tüketimini izlemek için EYDS sisteminin altyapısından yararlanmak son tüketim datalarını toplamak için bağımsız sistemleri kurmaktan daha az pahalı olabilir. Enerji son kullanımının izlenmesinin yararları büyük bir kampüsün tesis yöneticisi için dağıtılmış tesisleriyle birlikte, benzer bina veya tesisler arasında tarihsel kıyaslama, son kullanım tüketimini (örneğin hava, boy, satış ile ilgili) normalleştirme yeteneği içerir. Kıyaslama ile birlikte karşılaştırma, operasyonel yetersizliklerle beraber binaların tanınmasında yardımcı olur:

- *Enerji alım planlarını düzenleyebilme ve enerji bütçelerini tahmin edebilme yeteneği*
- *Performans sözleşmesinden gelen enerji izleme tasarrufu yeteneği*
- *Kontrol arıza sorunu gibi, ekipmanların planlanmayan faaliyetlerini, rasgele programlanmayı veya manuel geçersiz olan denetimleri tespit etme yeteneği. Askeri tesisler enerji kullanımını yönetmek, kullananlar için yararlı kullanımı tahsis etmek için, geleneksel yararlı ölçüler kullanırlar. Askeri tesisler federal hükümetler içinde tektir, bu tesisler kampüs tipi alan içinde sayısız sanayi, idari konut ve destek*

binalarına sahiplerdir. Bir veya daha fazla ana ölçüt, enerji tüketimi, kullanım zamanının talep edilmesi ve güç faktörü ölçüleri bu kampüslere hizmet eder. Bu askeri tesislerin oldukça büyük olmalarından dolayı, genellikle 1000 binayı aşar, her bir bina ölçütü için maliyet etkin değildir. Yerine, alt ölçü noktalarında, büyük yararlı kullanıcılarda veya kiracıların talepleri üzerine savunma bileşenleri alt ölçüleri uygulanır. Küçük enerji kullanımından dolayı, ölçütlerle donatılmamış binalar, mühendislik hesaplamalarına dayalı kullanım için tahsis edilir. Karşılaştırıldığında, çoğu diğer federal kurumların binaları genellikle küçük kompleksler içinde, bireysel yapılar veya çoklu federal kurumlardan oluşur. Bu yapılar kolayca tek tek ölçülebilir, ama bina içindeki kiracılar arasında kullanım durumu sorunuyla karşı karşıya gelinebilir.

Ağustos 2001'de, Temsilciler Meclisi, tüm federal binaların elektrik ölçüm gerekliliğe ilişkin hükümler içeren Securing America's Future Act (SAFE) 2001 olarak bilinen Bill HR 4 yasasını onayladı. Nisan 2002'de senato ölçümleri gerektiren S517'i onayladı. Bu ölçüm gerekliliklerinde kongrenin maksadı, enerji tasarrufu teşvik etmek yönetim kararlarını etkileyebilecek gerçek zamanlı yarar, kullanımı artan farkındalık kullanmaktır. Savunma bölümünün dokümanları tamamen etkin maliyetli enerji kullanımını yönetmek için ölçü kullanımını destekliyor. Ölçümler, izlenmekte olan enerji kullanımına ait yükleme, bakım ve sayaç okuma maliyetinin uygun olduğu yerlerde uygulanmalıdır. Bu maliyet-fayda analizi konağın özel ihtiyaçlarına göre ve böyle özel bir kiracı ölçümleri, operasyonel gereksinimleri olarak uygulanabilir. Hizmet elektrik şirketinin kullanım zamanına dayanan aralık tarifeleri kurduğu durumlarda, savunma bileşenleri sürekli olarak elektrik talebi izlemelidir. Bu yönetim, normalde otomatik sayaç okuma sistemi, denetim, kontrol ve veri toplama (SCADA) sistemi veya Enerji İzleme ve Kontrol Sistemi (EYDS) üzerinde yazılım yoluyla yapılabilir. Her durumda, teknoloji geliştirme ve personel kısıtlamaları uzaktan sayaç okumanın maksimum kullanımı ile dikte edilebilir. Kongrede kabul edilen enerji yasası, izleme ve ölçüm için 50 kW'tan daha büyük tüketimler için geçerli.

***Tavsiye:** Bugün ki EYDS sistemleri ekipman ve binalardaki enerji kullanımını izlemek için bir fonksiyon sağlamaz. Eğer kongrede görüşülen enerji tasarısı yasa olursa, son kullanımları izlemek gerekli olacak; aksi halde enerji izleme temelsiz kalacak.*

Tüm-Yapı Optimizasyonu

Kurallara uymayan yararsız çevrelerde, Tesis yöneticileri ve operatörler için maliyet azaltan fırsatların en büyüklerinden bir tanesi tesisisin enerji tüketimini kontrol ve optimize etme yeteneğidir. Gerçek zamanlı fiyatlandırma oranları ve zaman kullanım oranlarına benzer, Bazı araçlar gün içinde saatlik ve hafta içinde günlük oranlar sunar. Zamanla değişen oranlardan yararlanmak için, tesislerin gelişmiş kontrol stratejilerine ihtiyaçları vardır. Bu stratejiler soğutucular, termal depolama, tedarik ve bölge sıcaklıkları, fanlar ve pompalar için HVAC yük atma, yük değiştirme, ön soğutma ve termal depolama, gaz ve yağ için yakıt değiştirme içerir. Bu stratejiler sadece duyargalar ve ölçümler tarafından elde edilen datalar ve ekipman performanslarını izlemek için değil, merkezi bir konumdan kontrol ekipmanlarının kapasitesi içinde gereklidir.

Kural konulmuş alanlarda, enerji sorumluluğuna ek olarak, çoğu kamu kurumu kW'ı 25 dolar veya daha fazla talep yüküne sahiptir. Bazı durumlarda, en yüksek dönemler yararlı sistem genelindeki en yüksek orana bağlıdır. Bazı durumlarda da 2 veya 3 saatlik pik yapması beklendiği sırada sistemin pik yaptığını tahmin etmek ve yük kontrolü ölçümleri uygulamak şirketin (bazı askeri yerler gibi) talep ücretlerinin önemli bir miktarını kurtaracaktır. Bazı gelişmiş kontroller ve kampüs geneli optimizasyon araçları hala gelişme evresindeler, bu yüzden EYDS satıcıları yakın gelecekte de bunu sağlamaları olası değil.

***Tavsiye:** Şu anda, EYDS sistemleri bu işlevselliği sağlamıyor ve yakın gelecekte de bunu yapacağı olası değildir. Bu fonksiyonun önemli derecede ev içi ya da üçüncü parti geliştirme çabası gerektirdiğinden ihtiyacı adım adım değerlendirilmelidir.*

Mevcut bilgi teknolojisi (BT) ortamında tam Site Optimizasyonu, Entegrasyon artı Güvenlik birçok bilgisayarlı sistemler doğrudan tesis yerel ağa (LAN) bağlanmak için ilan edilir. Bu, tüm EYDS sistemleri için de geçerlidir. Birçok konularda LAN bir EYDS sistemini bağlamadan önce ele alınması gerekir. LAN Güvenliği birincil önceliklidir. Açık üs LAN sisteme bağlanılırsa, baz BT operasyonları personelinin güvenlik gereksinimlerini ele alıp ve takip edilmesi gerekecektir. EYDS sistemine erişim bu tesisin LAN gereklerine sınırlı olacaktır. Bunların çoğu modem, internet erişimi ve bağlı bilgisayarlar üzerinde çalışan yazılım türleri

gibi dış dünya ile bağlantıları yapmak zorunda kalacaktır. Çoğu ön Windows platformları veya Windows tabanlı işletim sistemleri üzerinde çalışacak EYDS sistemleri için yürütülür. Alanında ekipman normalde küçük satıcı işletim sistemine sahip olacaktır ve genellikle normal dışı yollarla gelen saldırılara maruz değildir. Ön uçları yangın duvarları ve virüs koruma yazılımı ile saldırılara karşı sertleştirilmiş olması gereklidir. Çoğu virüs ve aksamalar e-posta fonksiyonları vasıtasıyla geldiği için e-posta hesapları ve EYDS yazılımı aynı kritik ön uç bilgisayarlarda faaliyete geçmesi tavsiye edilmez. Alarmlar ve taban çapında kontrol şemaları tam bir EYDS sistemi operasyonları için kritik önem taşır. LAN herhangi bir nedenle aşırı yüklendiyse, bu alarmlar zamanında amaçlanan alıcıya bunu yapmayabilir. Bu temel LAN sistemindeki EYDS sahip başka dezavantaj olabilir.

Telefon-in yeteneği herhangi bir EYDS sistemine destek için çok iyi bir bakım aracıdır. Yazılım, şifreleme ve erişim gereksinimlerine bağlı olarak, bu bağlantılar satıcıları veya baz personeli uzak, dışarıdan hizmet için kurulum olabilir.

***Öneri:** Bu taban EYDS sistemleri baz bağımsız LAN'a bağlı olması tavsiye edilir. Bu gerçek bir bağımsız ağ veya başka bir ağ problemleri ve kesintileri onu yalıtır bir mantıksal ağ olabilir. Sistem bağımsız ağ üzerinde ise, o zaman telefon desteği uygulamak için çok daha kolay ve güvenli bir seçenek haline gelir. Bir bağımsız ağı web erişimi olasılığını açılır.*

Duyargalar

Yıllardır, tesis ve binalarda duyargaların kullanılması onların kurulum maliyeti ile sınırlı olmuştur. EYDS sistemlerinin işlevselliği son üç yılda önemli ölçüde artmıştır rağmen, kontrol satıcıları hala sadece inşaat maliyetleri kontrol etmek binalarda en temel duyargalar yükleyin. Talihsiz sonucu gerekli veriler olmadığından sağlanabilir kontrolleri, araçları, operasyonel sorunları tespit ve onları teşhis ve personel bina enerji ve diğer performans ölçümlerini sağlamak için gerekli bilgi, genellikle sınırlı olmasıdır. Bu raporda açıklanan orta ve ileri fonksiyonların birçok ek duyargalar gerektirir. Ek duyargalar olan Faydaları uzak duyargaların monte maliyeti ağır basmaktadır. Kablosuz duyargalar yakında bina kontrolleri onların yol yapım başlamalıdır ve mevcut binalarda ek kablosuz duyargalar takmanın maliyeti kablolu duyargalar önemli ölçüde daha düşük kurulum maliyeti olacaktır.

Tavsiye: Yeni bir EYDS yüklemesi veya yükseltilmesi ile karşılaştığında, bilgi gereksinimlerinin dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Her bir binada biraz daha eklenmesi tanıma amaçlı toplanan ve gözlemlenen verilerin yararlılığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ek duyarga gereksinimleri için üçüncü bir tespit gerekebilir. Eklenen duyargalar neresi uygunsa yüklenebilir. Duyargaların minimal seti bir kontrol şeması kurulacaktır. Bu ek duyargalar tesis bakım personelinin uzaktan izleme ve teşhis kolaylaştırmak için yüklü olması tavsiye edilir. Bu ek duyargalar operasyon durumunu doğrulamak için kayıp gezileri elemine ederek haftalar içerisinde geri döndürür. Bazı duyargalar normal yüklenmez ama önerilen geri dönen hava sıcaklığını gözlemleyen duyargalardır.

13.5.13 Altyapı Sorunları

EYDS'nin artan işlevselliği ve dağıtılmış işlem yeteneklerine ek olarak, açık iletişim standartları son gelişmeler, internet ve intranet teknolojileri yaygın kullanımı, sahipleri ve dağıtılmış tesislerin operatörleri için yeni seçenekler oluşturdu. Intranet LAN ve geniş alan ağları (WAN- internet) kontrol üreticileri bir dizi standart protokoller ve yerel alan ağları ile kontrol ağlarını entegre bir yeteneği destekleniyor.

WAN ve LAN kontrol ağlarının birçok faydaları bulunmaktadır. Orta ve İleri EYDS fonksiyonları bir dizi uzaktan izleme yeteneği ve verimli kontrol sistemlerine güvenilmektedir. Bu değişikliklerden yarar sağlamak için, tesis yöneticileri, sahipleri, operatörler ve enerji servis sağlayıcıları daha iyi bir yönetim için yeni yetenekler ve kaynakları kazanmalarına geliştirmelerine fayda sağlar. LAN ve WAN ile kontrol ağlarının entegrasyonu daha iyi dağıtılmış olan tesisler için yönetim kolaylığı sağlasa da bu ek güvenlik önlemleri gerektirir. Yangın duvarları ve diğer güvenlik teknolojileri (Örnek: sanal özel ağlar) kullanılması gerekli güvenlik önlemini sağlayabilir. Birçok kurulumlarda kontrol ağı sadece LAN'a maruz kalmaktadır. Bu LAN üzerindeki ağ kontrolü için yetkili kullanıcılar tarafından Lan üzerinden erişim için mekanizma sağlarken, LAN erişimi internet trafiğini engelleyen bir duvar olması kaydı işe yalnızca bu bilgisayarlara kontrol ağına erişimi kısıtlar. Web etkin kontrolcüleri ile çoğu kontrol satıcıları şifre girişi için koruma ve daha fazla güvenliği ona kapalı aktarılan veri şifreleme ile sağlamaktadır. Bu yetenekleri her EYDS satıcısı ve içeri bilgi teknolojisi personeli ile araştırılmalıdır.

Birlikte İşlerlik Sorunları

Bir EYDS tesis yöneticisi operatörünün karşılaştığı en büyük zorluklardan bazıları, programlama, ayar yapılandırma ve kontrolleri, duyargalar ve aktüatörlerdir. Bu süreç, sadece hata eğilimli ve zaman alıcı bir iş değil aynı zamanda yetenekli bir tekniker ya da mühendis gerektirmektedir. Cihazların, ayrıca farklı üreticilerin, bu tür BACnet veya ve LonWorks gibi standart iletişim protokollerini karşılamak ve hatta farklı üreticiler tarafından sağlanan gerekli farklı yazılım araçları ve benzeri cihazlar programlamaları yükleme işlemini zorlaştırmaktadır.

Standart protokoller, cihazlar arasındaki bilgi paylaşımı için yöntemleri ve fonksiyonel gereksinimleri tanımlar. Ancak özel programlama dilleri ve araçları, standartlara uygun aygıtları bile yapılandırmak ve programlamak için gereklidir. Bu nedenle, farklı üreticilerin cihazları nadiren kullanılmaktadır. Ayrıca, eğer bir cihazın değiştirme ihtiyacı varsa, standart iletişim protokollerini destekleyen devlet-sanat EYDS sistemleri kullanılarak bile, fazla değil, tek bir cihaz asıl üreticisinden değiştirmek pratik değerlendirmelerle zorlanır. Farklı bir üreticiden daha düşük bir maliyetle bir cihaz kullanmış olabileceklerine rağmen, bina operatörleri ve sahipleri cihazın yapılandırma ve programlama gereksinimlerine aşina olduğundan aynı üreticinin yedek parçaları kullanmayı tercih eder. Bu anlamda, birçok geleneksel devlet-sanat sistemleri gerçek anlamda açık değildir (hatta standart protokollere dayalı olanlar bile). Açık olmak gerekirse, bir cihaz yalnızca diğer cihazlarla işlevsel olarak eşdeğer ve bilgi paylaşabilir değil, açık bir yapılandırma arayüzü de sağlamalıdır; böylece diğer üreticilerin ve yazılım şirketleri tarafından yapılan araçlara kolayca kurulabilir ve yapılandırılabilir.

EYDS ile HVAC Sistemlerinin Entegrasyonu

Soğutucular, kazanlar ve dağıtılmış üretim donanımları gibi bir dizi büyük HVAC sistemlerinin üreticileri, sistemi işletmek ve kontrol etmek için kendi bireysel denetleyicilerini sağlamaktadır. Ekipman üreticisi tarafından sağlanan sistem denetleyicileri bağımsız kipte çalışabilir olsa da çoğu zaman küresel parametreleri (ayar noktaları, dış hava sıcaklıkları, programları) temin etmek için EYDS sistemlerine güvenmektedir.

Tavsiye: *Yeni bir EYDS sistemine yatırım yapmadan önce mevcut HVAC donanımları ile iletişim yeteneğine sahip olup olmadığından emin olun.*

Maliyete Karşı Sağlanan Faydalar

Genel anlamda, maliyete karşı yararlarını konuşmak zordur. Çünkü dikkat edilmesi gereken birçok konu vardır. Bu bölümde, farklı işletim planlarının maliyet avantajları ve tasarruf hesaplama yöntemlerini tartışılacaktır. Bu, terimlerin tanımını içerir. Temel tasarruf "başparmak kuralları": Bazı EYDS fonksiyonları sadece en yüksek tüketimini azaltmak için yararlı olduğundan, sadece talebin şarj enerji maliyeti anlamlı bir yüzde olduğu durumlar (%20'den fazla), bu işlevleri eklemek için tavsiye edilir. Mühendislik değerlendirmeleri buna bir istisna sağlayabilir. Ekonomizer döngüsünün kullanılması soğutma enerji tasarrufunu %15 ile %50 arasında değiştirmektedir, net tasarruflar ekonomizer istihdam çemberine ve iklim konumunun türüne bağlıdır. İstenilen soğutulmuş su sıcaklığı sıfırlama tasarrufu %5-%20 aralığında olabilir (HVAC Uygulamaları El Kitabı, Bölüm 41).

13.5.14 Örnek Tasarruf Hesaplama Metodu:

Örnek tesisin enerji kullanımı raporları, enerji faturaları ve diğer ölçü kaynaklarının geniş bir değerlendirmeden sonra, aşağıdaki veriler kullanılarak hesaplanır:

- *Örnek EYDS Projesi başlangıcına dayanarak, FY 2000 temel yıl olarak kullanılmıştır. Tesis konut maliyetleri dâhil edilmemiştir.*
- *Enerji kullanımının en iyi göstergesi derece gün başına düşen feet kare başı Btu'dur. Bu durumun nedeni örnek tesisin enerji maliyetinin, talep ücretlerinin sürekli değişim halinde olması ve hatta foot kare alan ölçüsünün bile yer değiştirmesidir.*

Tablo-13.3 *Temel yıl 2000 için enerji tasarrufu [2]*

	Ortalama	Ortalamadan Sapma	Feet kare başına tasarruf, BTU/Derece gün	Toplam derece gün	Tasarruf edilen BTU	Tasarruf edilem mBTU	Yıllık $/mBTU	Referans yılına göre tasarruf ($)
FY2000	30,2126							
FY2001	24,507	5,70861498	15277926	4519	69040949018	69040,95	$1,00486x10^{-5}$	693 761,63
FY2002	24,4943	5,72127141	15603795	4146,6	64702384964	64702,38	$9,45254x10^{-6}$	611 601,83
							İki yıllık tasarruf	1305 363,56

2002 yılında tasarruf edilen mBTU 64702384,96
2002 yılında tasarruf edilen para 611 601,84 $
2002 yılında % para tasarrufu %18,9

Feet kare başına enerji kullanımı 2002 temel yılında 30,22 ortalama Btu / ft^2 / aa değerinden 24,49 Btu / $feet^2$ / aa değerine düştü. Bu temel alınan yıl da 5.72 Btu / ft^2 / dd veya %18,9 oranında azalmadır. Bu EYDS ve diğer enerji tasarrufu önlemlerine dayandırılabilir. 2002 yılında 2000 K feet kare'den 2727 K feet kare'ye, %15,5'lik artış oldu. Enerji talebi düz bir oran kullanılarak, işte bu alınan enerjinin azaltılması önlemleri olmasaydı örnek tesis bu dönemde enerji kullanımında %15,5 bir artış olurdu.

Bu azalma için dolar değeri koymak çünkü aydan aya fiyat dalgalanmalarından çok daha zordur. Baz yıl için ortalama maliyet kullanmak ve geçerli yıl için birim mBTU için geçerli toplam maliyet kullanmak gerçek tasarrufu hesaplar, numaralar aşağıda belirtilmiştir. Tasarruf o yıl için Btu başına azaltma x dolar hesaplanır, Z'nin kare görüntüleri (azaltılmış x $ / Btu / Z2 ft).

Bu tarihe kadar, bu sadece enerjiden kaçınılan maliyet taban yılda biriken tasarruf miktarı 1,3 milyon dolar tutarındadır. Emek tasarrufu için hiçbir kredi alınmamıştır. 2001 ve 2002 tasarruf göstermek sadece yıldır, 2 tam yıl süreyle çalışma olmuştur.

13.5.15 EYDS'nin Devreye Alınması

EYDS devreye alınması ve tamamlanması olmadan, amaçlandığı gibi fonksiyonların ve özelliklerin çalışacağına dair hiçbir garanti yoktur. Çoğu zaman yeni sistemler EYDS eksiklik ve verimsizlikten dolayı çalışmaya yeterli değildir. EYDS'in amaçlandığı gibi çalıştığından emin olmak için yüklendikten sonra yeterli kaynak tahsis edilmelidir.

Genellikle yükleme sırasında, donanım anahtar parçaları kayıp, yüklenmemiş ya da kusurlu olabilir. Diğer yaygın sorunlar 1. yanlış yerlerde duyargaları ve termostatlar kurulum ve / veya ekipman kontrollerin dizisinin 2. yanlış kodlama içerir. Bu ve diğer sorunlar iyi bir kontrol sistemi devreye alma süreci tarafından tespit edilir ve düzeltilir.

Tavsiye: Tüm kontrol sistemlerinin EYDS sistemlerine göre olması gerektiğini tavsiye ederiz ve aynı şekilde sahada çalışan teknisyenlerinde EYDS sistemlerine göre hareket etmeleri gerekmektedir.

13.5.16 Operatör Vasıfları ve Eğitim

Bina yapım ve bakım operasyonlarının ve bu binaların yapımında belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesinin kilit noktası iyi eğitilmiş operatör ve yöneticilerdir. İyi eğitilmemiş operatörler ve fazla operatör sirkülasyonu etkisiz bina yapımı ve bakımına katkı sağlar. Performans problemleri, karmaşık binaların ısıtma soğutma sistemlerin hatalı montajı ve kontrolü sonucu ortaya çıkar. Buna ek olarak, problemler daha karmaşık olmaya başladıkça istenen ne etkinlik düşüyor ve HVAC sistemlerinin yüksek seviyelerdeki enerji etkinliğini korumak gittikçe zorlaşıyor. Doğru kişiler ve düzgün bir eğitim verilmeden operatörler ve yöneticiler en iyi EYDS sistemiyle bile bir binayı en uygun bir şekilde yönetemezler. Etkili bir bina yapımı için iyi bir kontrol sisteminin yanında aşağıda sıralanan maddeler de gereklidir:

1. Operatörlerin ve bakım ekibinin yetenek seviyesi yükseltilmeli. Bu, bina operatörlerine düzenli eğitimler verilerek ve performansa bağlı ödül sistemi getirilerek yapılabilir.
2. Operasyon ve bakım aksiyonlarını gerçekleştiren teknisyenlerin temel süreçleri yerine getirdiklerine dair mühendis gözetimi altında tutulmaları.
3. Operatörlere sistem performansıyla ilgili geri bildirim yapılmalı. Bu sadece EYDS vasıtasıyla raporlanan alarmlarla değil, düzgün olmayan operasyonlardan kaynaklanan problemleri düzeltmek kolay kullanılabilir sistem bilgisi ile ve maliyet etkilerini anlayarak da yapılabilir.

4. *Problemleri çözmeye yönelik özendirme çalışmaları. Operatörler arasında bir problem çıktığında problemin kök nedenini bulma konusunda genel bir isteklendirme kaybı yaşanıyor. Sıklıkla operatörler kök neden analizi yapmak yerine problemi ayar ya da kontrol değişiklikleri yaparak çözmeye çalışırlar.*
5. *Etkinlik hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalı. Genellikle bina operatörleri belirlenen bir hedefi gerçekleştirmek adına çok çalışırlar, operatörler azaltılmış enerji bütçesiyle ödüllendirilirler ve bu da yeni düşük tüketim seviyesine tekabül eder. Bütçedeki bu azalma mühendis ve operasyon personeli tarafından çalışanların şevkini kırdığı düşünülür. Bunun aksine iyi performans için operatörlere pozitif geri bildirimler yapılmalıdır.*
6. *Enerji ve ilişkili sistemlerin planlamasını, bütçelenmesini, satın almasını ve tasarımını etkileyen herkese eğitim verilmeli.*

13.5.17 Kontrol Sistem Bakımı

Kontrol sistem işletmeye geçirildikten sonra bakım işlemi uygulanması performansı test etmek için önemli bir kriterdir. İşletmeye geçirilirken ilk çalıştırma işleminin uygulanması bir sonraki çalıştırılmanın düzgün bir şekilde çalışmasını garanti eder. Birçok faktör kontrol sisteminin performansının düşmesine neden olabilir:

- *Genellikle müşteri şikâyetleri yüzünden operasyon personelinin otomatik kontrolleri fazla yapması*
- *Duyargaların düzgün çalışmaması*
- *Aktüatörün düzgün çalışmaması*
- *Aşınmış teller ve tel bağlantıları*
- *Çalışma saatlerinin kontrol edilebilmesi için yanlış değişiklikler (geçici değişikliklerin kalıcı olması)*
- *Kontrol aletlerinin parçalanması ya da arızalanması*

Bu problemler sadece iyi çalışma ve bakım pratiği ile önlenebilir, örneğin tüm geçersiz kılınan sistemlerin raporlanması, kontrol sisteminin periyodik olarak yeniden göreve alınması ve kontrol sisteminin ve çalışan fiziksel parçaların bakımı gibi. Bu dokümanda daha önceden bahsedildiği gibi otomatik hata tespiti ve tanı aracı, alarmlar, yönelim verilerinin grafiği ve hedef takip sisteminin bakımı, performans düşüşü, hatalar ve bakım için gerekenlerin tespiti için kullanılabilir. Fakat bu ekipmanlar bile kontrol sisteminin uygun şekilde çalışmasını garanti edemez.

Tavsiye: *Biz öneriyoruz ki kontrol sisteminin şartnameleri, bakım dokümanları için gerekenler ve bakım planını içerir. Ayrıca tesis bakım desteği için sözleşme düşünmelidir eğer kurum içinden sağlanmazsa. Tedarik bakım desteğinde, organizasyon bakım anlaşması gereklerinde bakımın tüm kontrol ve kontrol aletlerinin devamlı veya yaklaşık devamlı uygun çalışma biçiminden emin olmalıdır. Bu sık, periyodik muayene, test ve sistemlerin ve donanımların değerlendirilmesini takiben tespit edilen kusurların düzeltilmesini gerektirir. Sistem incelemesi, test ve değerlendirmesi devamlı gözleme donanımlarıyla otomatikleştirilebilir.*

13. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *http://www.siemens.com.tr/web/2373-18606-1-1/siemens_urunler___cozumler/servis/endustri_servisleri/enerji_izleme_ve_enerji_veri_yonetim_sistemleri*
2. *http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-15074.pdf*

BÖLÜM-14
AKILLI EVLER

Hazırlayanlar
Gül Nihal GÜĞÜL, Hüseyin BULGURCU

14.1 GİRİŞ

Akıllı Ev, sakinlerinin hayatlarını kolaylaştıran ve daha güvenli, daha konforlu ve daha tasarruflu bir yasam sunan evlerdir. Akıllı Ev mevcut elektrik kabloları kullanarak elektrikle çalışan bütün cihazlarınızın kontrolünü sağlar.

Akıllı evin; sıcaklık, nem, ışık durumu ve ortamındaki diğer durumları zeki bir biçimde kontrol altına alması gerekir. Akıllı ev kavramında, kullanıcılara kullanışlı ve evdeki bütün elektrikli aletlerin kontrolünü tamamen ellerinde tutabilecekleri bir imkân sağlanır ve kullanıcılar, daha önceden el ile kontrol gerektiren islerden kurtarılırlar [1, 7].

14.2 AKILLI EV SİSTEMİ

Akıllı ev, ev teknolojileri endüstrinin birçok alanında kullanılan kontrol sistemlerinin gündelik hayata uyarlanması; ev otomasyonu da bu teknolojilerin kişiye özel ihtiyaç ve isteklerine uygulanmasıdır. Akıllı ev tanımı, bütün bu teknolojiler sayesinde ev sakinlerinin ihtiyaçlarına cevap verebilen, onların hayatlarını kolaylaştıran ve daha güvenli daha konforlu ve daha tasarruflu bir yasam sunan evler için kullanılmaktadır. Akıllı evler, otomatik fonksiyonları ve sistemleri kullanıcı tarafından uzaktan kontrol edilebilen cihazları içerirler [6].

14.3 AKILLI EV NEDİR?

Akıllı ev sistemleri geliştirilirken göz önünde bulundurulan temel unsurlardan biri, bu sistemlerin kişisel bilgisayarlarla tam uyumlu olarak çalışabilmesidir.

Kişisel bilgisayarlar artık çağdaş bir evin standartları arasına girmiş ve birçok insanın haberleşme, eğlence gibi birçok alandaki alışkanlıklarına yenilikler getirmiştir. Bu süreçte artık bazı evlerde birden fazla kişisel bilgisayar bulunması ve bunlar arasında bir ev içi bilgisayar ağı kurulması da bunun en etkili kanıtlarından biridir. Bu değişimler göz önüne alındığında görülüyor ki bir sonraki adım, bu bilgisayarların ev yaşantısını da değiştirmesidir. Bu değişim de bir evdeki cihazların ve ışıkların bilgisayarlarca kontrol edilmesiyle gerçekleşecektir. Birçok ev otomasyon sisteminin içerdiği ana kontrol sistemi de bu isler için özelleşmiş ve kullanımı çok basit olan bir bilgisayardır.

Endüstride otomasyona geçilmesinin en önemli nedeni verimliliği arttırmak ve enerji tasarrufu sağlamaktır. Ev otomasyonunda da durum aynıdır. Normal bir ailenin enerji giderlerini arttıran ve gereksiz enerji tüketimine neden olan en büyük etkenler, gereksiz yere açık bırakılan ışıklar, yüksek seviyelerde çalıştırılan ısıtma ve soğutma sistemleri, evin kullanılmayan bölgelerinin ısıtılması, gün ışığından gerektiği kadar faydalanamama, açık bırakılan cihazlar ve benzeri durumlardır. Isıtma sistemlerinin otomasyonla denetimi bir evin ısı enerjisi tüketimini %10, gereksiz ışıkların söndürülmesi, yakılan ışıkların %90 parlaklıkta yakılması, cihazların ucuz tarife zamanlarına göre programlanması gibi yöntemler ise elektrik enerjisi tüketimini %30'a varan oranda azaltabilir.

Konfor sağlanmasındaki mantık, kişiye gereksiz yere zaman kaybettiren işlemlerin otomasyon sistemi ile yerine getirilmesi ve normal koşullarda kullanıcı tarafından gerçekleştirilemeyecek işlemlerin yerine getirilmesidir.

Akıllı evlerin en büyük kolaylığı, ev otomasyon sistemlerinin birçok komutu arka arkaya yerine getirmek suretiyle gerçekleştirdiği "senaryolandırma" seçeneğini sağlamasıdır. Örneğin, tüm perdelerin kapanması, ışıkların kısılması, alt katta alarmın devreye girmesi, televizyonun bir saat sonra kapatılması gibi normalde zaman kaybettirecek işlemler tek bir komutla yerine getirilebilir.

Hareket algılayıcılar, kapı ve pencerelere yerleştirilen manyetik duyargalar tüm evi gözetim altında tutabilir. Akıllı bir evin sağlayacağı güvenliğin klasik alarm sistemlerine kıyasla en büyük avantajı, hırsızlık, yangın veya su baskını gibi olayların gerçekleşmeden önlenebilmesidir. Tatilde iken eve yaklaşan birisi olduğunda senaryolar yardımı ile ışıklar, müzik seti veya TV gibi cihazlar çalıştırılıp evin dolu olduğu izlenimi verilebilir ve hırsız uzaklaştırılır.

Evlerde çıkan yangınların en büyük nedenleri elektrik kontakları, fişte unutulan cihazlar ve ısıtma sistemlerinde oluşan problemlerdir. Otomasyon sistemleri tüm elektrik şebekesi ve cihazları kontrol ettiğinden bu riskler minimuma indirildiği gibi herhangi bir yangın tespit edildiğinde otomatik olarak gaz vanaları ve havalandırmalar kapatılıp yangının büyümesi engellenir ve alarm merkezine haber verilir.

Akıllı evlerin güvenlik konusunda tanıdığı bir diğer büyük avantaj ise, sadece alarm istasyonlarını değil önce de belirlenmiş telefon numaralarını da arayabilmesidir.

Akıllı Ev Sistemleri'nin "Aktif Caydırıcı Etki"ye sahip olmaları, dolayısıyla tehlikeyi uzakta tutmaya çalışmaları, tehlike yaklaştığında diğer alarm sistemlerinden eksik kalacakları anlamına kesinlikle gelmez. Tüm önlemlere karsı yaklaşan tehlikede yine en sağlam sistemler, bu sistemlerdir. Herhangi bir alarm sisteminin yapacağı siren çalma, alarm servis merkezlerini arama, telefonları arayarak durumu haber verme gibi temel işlevleri vardır.

Akıllı ev kavramı birçok farklı yerde kullanılmaktadır, ancak gerçek anlamda akıllı evin ne olduğunu anlamak için öncelikle evleri sınıflandırmak gerekir. Teknolojik evler gelişmişlik sırasına göre üç ana baslık altında toplanabilir:

14.3.1 Kontrol Edilebilir Evler

Kontrol edilebilir evler mevcut cihaz ve sistemlerin çeşitli kumanda sistemleri ile kolaylıkla kontrol edildiği evlerdir. Bu tür evlerde programlamadan ve ev ile etkileşim söz konusu değildir.

Bu tip evlerde perdeler, ışıklar ve diğer cihazlar uzaktan kumanda ile kontrol edilebildiği gibi odaya girince ışıkların yanması, el çırpınca veya ses komutu ile de kontrol edilebilir. Yani ev sadece o anda komut alarak o an istenilen durumu oluşturur.

14.3.2 Programlanabilir Evler

Programlanabilir evler, kontrol edilebilir evlere göre daha gelişmiş bir sınıftır. Bu sınıftaki evler iki gruba ayrılabilir.

1. *Zamana ve duyargalara tepki veren programlanabilir evler: Bu evlerde tüm sistem ve cihazlar zamana göre programlanabildiği gibi çevredeki duyargalar yardımıyla bilgi alıp tepki verebilir. Bu tür evlerde, aydınlatma sistemi programlanabilir, ayrıca bu tür evler duyargalar yardımıyla havanın karardığını anlar ve ışıkları yakar, yağmur yağarken sulama sistemini çalıştırmaz. Oluşturulan senaryolar ile evdeki birçok ayar tek dokunuşla yapılabilir.*
2. *Zamana göre programlanabilmenin, duyargalara göre tepki verebilmenin yanında koşul ve durumlara göre hareket edebilen evler: Şu anda Dünya'da ve Türkiye'de teknolojide gelinen son asama bu tür evlerdir. Bu evler programlama ile evde yasayan insanların daha önceden girdiği eylem zincirine tepki verebilen evlerdir.*

14.3.3 Yapay Zekâya Sahip Evler

Programlanabilir evler ile benzerlik gösterir, fakat programlanabilir evlere göre daha gelişmişlerdir. Programlanabilir evlerde senaryolar insan yardımı ile hazırlanmakta iken bu evlerde senaryo girişi yapılmaz. Bu evlerin öğrenme yeteneği vardır. Bu evler, kendi kendine inceleyip, buna göre kendi ayarlarını ve senaryolarını yaratabilen evlerdir. Bunun için öğrenme yeteneğine sahip yazılımlar, yani yapay zekâ gereklidir. Bu evler, evde yasayanların gün içindeki hareketlerini izlerler, tekrar eden hareketleri, ortaya çıkarırlar ve o durum için yapması gerekeni belirler ve bir daha o davranış ile karşılaşıldığında uygun ayarlamaları yapar.

Bu evlerin dezavantajları vardır. Söyle ki, insan davranışlarına göre senaryo oluşturmaya çalışıldığından insan ruh halinin karmaşıklığı, her zaman aynı davranmayacağı göz ardı edilmiş olunur. Şimdilik hayal

gücünde öteye geçmemiştir ne Türkiye'de ne de yurt dışında bu kapsamda uygulanan bir akıllı ev sistemi yoktur.

Farklı gelişmişlik sırasına sahip akıllı evler olduğu gibi, farklı amaca hitap eden akıllı evler de mevcuttur. Mesela, yaslı insanlar için veya fiziksel engeli olan insanlar için akıllı evler tasarlanmıştır.

14.3.4 Engelli İnsanlar İçin Akıllı Evler

Akıllı evler yaslı insanların bağımsız hayatı ve fiziksel engelli insanlar için çok iyi düşünülmüş bir alternatiftir. Eve yerleştirilmiş birçok akıllı cihaz, ev sakininin hem hareket etmesinde yardımcı olur hem de 24-saat sağlık kontrolü altında tutabilir.

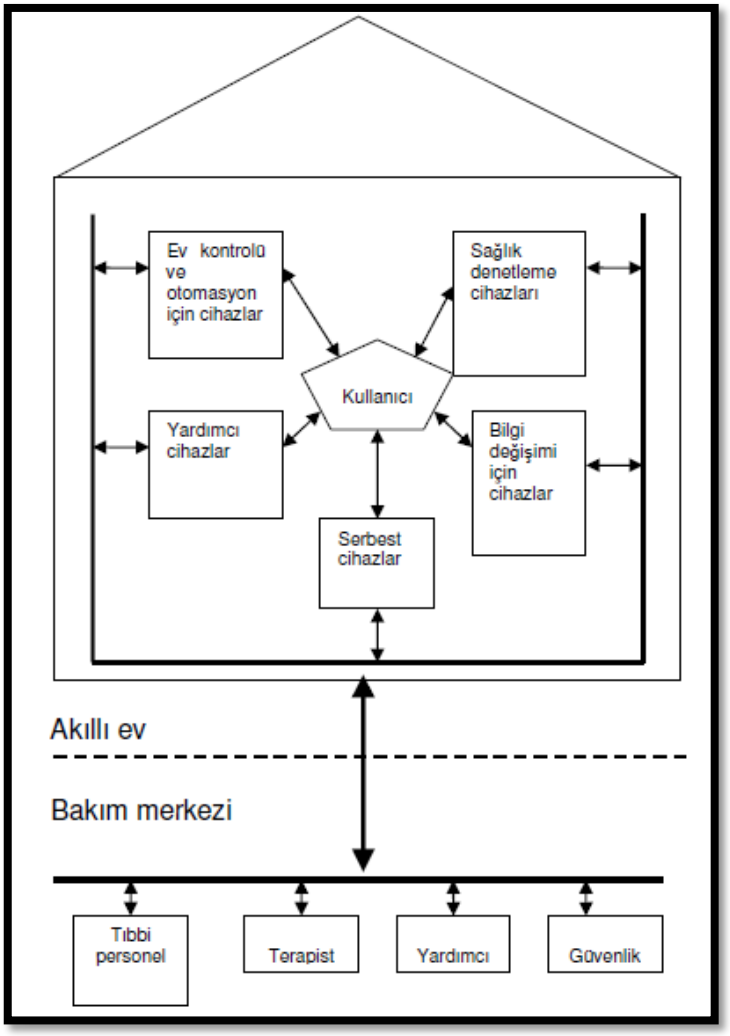
Son zamanlardaki istatistikler, fiziksel engeli olan insanların sayısında ve günlük hayatlarında dışarıdan yardıma ihtiyacı olan yaslı insanların sayısında bir artış olduğunu gösteriyor. Bu problemlerle bas etmenin yolunun bu insanlara yardımcı bulmak olmadığı çok bellidir. Bu bakış açısı ile yeni bir terim "yaslılar için teknoloji (gerontechnology)" kavramı Graafman tarafından yaşlılık bilimi ve yaslılar için teknoloji kavramlarını birleştirmek için oluşturuldu. Fiziksel engeli olan insanların akıllı evlere olan ihtiyacını anlamak için iki yaklaşım göze çarpıyor:

1. *Hareket ve fiziksel engeli olan insanların ihtiyaçlarını karşılamak için özel mimari çözümler uyarlanması.*
2. *Kullanıcıların hayatını kolaylaştıran hususi teknolojik buluşlar. Mesela harekete yardımcı olan aletler ve kişinin sağlığını sürekli gözleyen cihazlar yaparak akıllı ev kişilerin ihtiyaçlarını tamamlıyor.*

Akıllı ev düşüncesi genelde özel ihtiyaçları olan insanlar için uygulanmıştır ve birçok akıllı ev çeşidi geliştirilmiştir. Her model kullanıcının özel ihtiyacını karşılamak ve fiziksel engelini gidermek için tasarlanmıştır. Akıllı evler tiplerine göre ve kurulan cihazların düzenlenmesine göre değişkenlik gösterirler. Hareket engeli olan insanlar için, yaslı insanlar için, görme engeli olan insanlar için, duyma kaybı olan insanlar için ve bilinç kaybı olan insanlar için akıllı evler mevcuttur.

Hareket engeli olan bir insan için tasarlanan akıllı evdeki temel unsur, hareket ve kullanım yardımı için gerekli cihazların kurulmasıdır. Yaslı insanlar için tasarlanan akıllı evlerde ise yaslı insanların organik fonksiyonlarındaki bazı değişiklikler de göz önüne alınmalıdır. Görme ve duyma kaybı olan insanlar için tasarlanan akıllı evler, iletişim için özel ara yüzlerle donatılmışlardır. Bilinç kaybı yasayan insanlar için tasarlanan akıllı evler, evdeki günlük aktivitelerini desteklemek için gerekli cihazlarla donatılmıştır.

Bazı insanların birden fazla teknolojiye ihtiyacı olabilir. Mesela hem hareket hem de görme problemi olan bir insan hem görme ara yüzlerine hem de hareket desteğine ihtiyaç duyar [6].



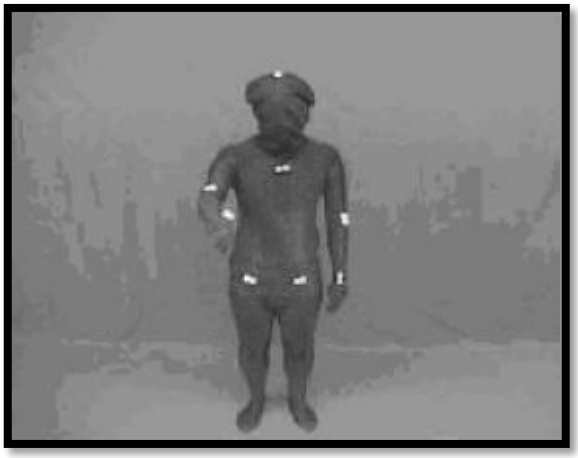
Şekil-14.1 *Engelli insanlar için akıllı ev*

Engelli insanlar için kurulmuş bir akıllı ev örneği yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekil-14.1'de, akıllı ev ağı, akıllı evdeki birçok cihaz arasındaki veri değişimini sağlamak için, sistemin bir parçasıdır [6].

14.3.5 Vücut Hareketlerini Kullanarak Akıllı Ev Kontrolü

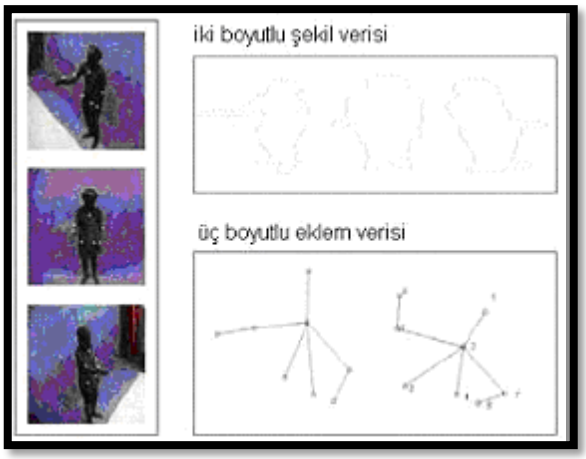
Akıllı evdeki kontrolün sağlanmasının diğer bir yolu da insanın vücut hareketlerini kullanmaktır. Burada vücut hareketinden kasıt, vücudumuzun bir kısmı, yüzümüz ve ellerimizle yaptığımız bir maksadımızı açıklayan bir harekettir. İki çeşit vücut hareketi vardır: doğal ve yapay hareketler. Doğal hareketler, anlamsız ve belirsiz hareketlerdir. Ama yapay hareketler, önceden tanımlanan işaretleri kullanarak çeşitli anlamları ifade edebilirler. İşaretleri tanımanın önemli bir kısmı anlamlı bir hareketi bölümlere ayırmaktır. Başka bir deyişle, hareketin başlangıç ve bitiş noktalarının tespit edilmesi gerekmektedir (Şekil-14.2).

Bir akıllı evin ışıklarını ve perdelerini kontrol etmek için, insan vücudunun üst kısmının hareketlerini kullanarak hareketi bölümlendirme ve tanıma metodu kullanılabilir. Bunun için, insan vücut hareketlerinin iki boyutlu sekil verisi ve üç boyutlu eklem verisi işaretleyiciler sayesinde oluşturulur.



Şekil-14.2 *İşaretleyicilerin yapıştırıldığı kişi*

Daha sonra, hiyerarşik SOM'u (Self-Organizing Map) kullanarak iki boyutlu şekil verisinden üç boyutlu eklem verisine, yardımcı bir harita oluşturulur (Şekil-14.3) [7].



Şekil-14.3 *İki boyutlu şekil ve üç boyutlu eklem verisi*

İki boyutlu sekli ona ait olan üç boyutlu eklem verisiyle birleştiren, hızlı bir hesaplama modeli, iki boyutludan üç boyutluya birleştirme haritası oluşturulur. İki boyutlu sekil ve üç boyutlu eklem verisi SOM (Self-Organizing Map) tarafından birleştirilir. Daha önce test edilen ve sisteme algılanacak hareket olarak yüklenen harekete en yakın olan üç boyutlu eklem verisi algılanır ve akıllı evde yapılması istenen komut faaliyete geçirilir [7].

14.4 AKILLI EVLERİN KISA TARİHÇESİ

"Akılı Ev" fikri ilk olarak 1980'lerin basında ortaya çıktı. İlk uygulamalarda, sıradan herhangi bir fiziksel engeli olmayan insanların ev konforu düşünülmüştü [6]. Üreticiler, bir sistemi bütününü entegre etmeyi amaçlamamışlardı. Ancak, bireysel olarak kontrol edilebilecek birçok ürün çeşidi ortaya çıktı (enerji kontrol ünitesi, güvenlik sistemi, ışık kontrolcüleri, vs.) [1].

Günümüzde ise, ev teknolojileri, bizlerin hiç de yabancı olmadığı bir konu haline gelmiştir. Mikserler, kahve makineleri ve mutfak robotları, televizyonlar, müzik setleri, DVD oynatıcılar, videolar; buzdolapları, çamaşır ve bulaşık makineleri, otomatik garaj kapıları, ışık seviyesi ayarlanabilir lambalar, telsiz telefonlar, elektrik süpürgeleri ve daha bunlar gibi birçok cihaz ile hayatımızın ayrılmaz bir parçası olmuştur.

Daha sonraları bu cihazlar, yine gelişen teknolojiyle hayatlarımızı kolaylaştırmak için birçok değişim geçirdi; televizyonlar, müzik setleri ve hatta garaj kapıları için uzaktan kumandalar; kahve makineleri için zamanlayıcılar, kullanıcıya birçok seçenek sunan çamaşır ve bulaşık makineleri, buzdolapları geliştirildi.

Bu sürecin bir sonraki adımı, tüm evin tek bir noktadan kontrol edilmesine imkân veren ve programlama imkânlarıyla bu kontrolü kendiliğinden sağlayan ev otomasyon teknolojilerini tüketicilerin hizmetine sunmaktadır.

2010 yılı itibariyle ise, evler yeni bir cihazla donatılacaklar: ev içerisindeki birçok fonksiyonu birleştiren bir kontrol işlemcisi [8].

14.5 EV OTOMASYON SİSTEMİ

Programlanmaya elverişli bir ev otomasyon sistemi, aşağıdaki örneklerde bahsedilen kontrollerden hepsini, daha fazlasını veya bazılarını gerçekleştirebilir:

- *Sabah uyandığınızda, ayarladığınız saatte, panjurlarınız istediğiniz kadar açılabilir. Odalar istediğiniz sıcaklığa getirilir. Sabah çayınız, kahveniz, müziğiniz, haberleriniz istediğiniz saatte hazırlanabilir. Balkonunuzdaki veya bahçenizdeki tente güneş ısınlarına göre açılıp, rüzgâr şiddeti arttığında kapanır.*
- *Biz yokken evimiz ayarladığınız sıcaklıkta kalır. İstersek telefon veya internet üzerinden sıcaklığı değiştirebiliriz. Biz dışarıdayken evimiz boşa enerji harcamaz.*
- *Işık duyargası ile günesin batısı algılanır ve perdelerin kapanması, evde istediğiniz ışıkların açılması sağlanır.*
- *Alarm harekete geçmişse, hareket duyargası ile güvenlik ışıklarının yanması ve alarmın tetiklenmesi sağlanır.*
- *Uzun seyahatlerimizde panjur ve pencereler açılarak ev gümüşlendirilir veya havalandırılır, bahçe sulama sistemi çalıştırılır, aksam belli saatlerde ışıkları yakılarak evde birilerinin olduğu izlenimi verilebilir.*
- *Biz evimizde değilken ya da uyurken alarm sistemleri kendiliğinden aktif konuma geçer ve evimiz koruma altına alınır. Hırsız girmesi durumunda kameralar kayıta geçer, alarm sistemi, ses ile ya da ışıkları açarak uyarır ve polis merkezini telefon ile arayarak otomatik mesaj gönderir. Yangın durumunda, evdeysek iç sirenle dışarıdaysak bizi telefonla arayarak uyarır, itfaiyeyi arar, gaz vanalarını ve havalandırma sistemini kapatır, belirli bölgelerde ışıkları yakarak evden çıkışımıza yardımcı olur.*
- *Duman duyargası ile yangın algılanır ve alarm çalışır, bize telefonla bilgi verilir.*
- *Geceleyin ışıklar bizim bulunduğunuz yerlerde otomatik olarak yakılır olmadığınız bölgelerde ise söndürülür.*
- *Bahçedeki çimlerin yağmur durumuna göre, belirli aralıklarla sulanması sağlanır.*
- *Tek bir komutla, perdeleri indirip, ışıkları kısıp, mısır patlatma makinesini çalıştırıp, telefonu sessiz konuma alıp DVD oynatıcısını ve Televizyonu açarak ev sinema keyfi yasatır.*
- *Telefonla verilen komutlarla ev içinde mümkün olan tüm kontrolleri gerçekleştirir.*
- *Çocuklar okuldan eve geldiğinde bizi telefonla arayıp haber verebilir.*
- *Evdeki cihazlar ve ışıklar uzaktan kumandayla kontrol edilebilir.*
- *Evdeki tüm lambaların ışık seviyesi ayarlanabilir.*
- *Günün belirli bir saatinde veya istenildiği anda bizi ya da çocuklarımızı uyandırır.*
- *Çocukların televizyonunu her gün aksam belirli bir saatte kapatabilir.*
- *Telefon çaldığında televizyon veya müzik setinin sesini kapatabilir.*
- *Telsiz telefonumuzu evi tamamen kontrol edebilecek bir kumandaya dönüştürür.*
- *Hareketi kısıtlı kişiler, uzaktan kumandayla çevrelerini çok daha rahat kontrol edebilir ve gerektiğinde yardım çağırabilirler.*
- *Şüpheli bir durumda evimizdeki iç ve dış tüm ışıklar tek düğme ile açılabilir.*
- *Çamaşır makinesi gibi fazla elektrik tüketen cihazların, akıllı sayaçlarla uyumlu olarak, indirimli saatlerde çalışması sağlanabilir.*
- *Lambaları tam parlaklıkları yerine daha düşük (%90) parlaklıkta yakarak, ampullerin ömrünü arttırır ve de enerji tüketimlerini %30 oranında azaltır.*

14.6 AKILLI EVLERİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Avantajları

- *Güvenlik sağlar.*
- *Konfor sağlar.*
- *Zaman ve enerji tasarrufu sağlar.*
- *Fiziksel veya zihinsel rahatsızlık yasayan insanların hayatını kolaylaştırır.*
- *Sorumlulukları azaltır*

Dezavantajları

- *Uzaktan erişimle sisteme dâhil olunma ihtimali, bizim kontrolümüzde olan evimizin kontrolünün, başkalarına geçmesine sebep olabilir.*
- *Sistemin kontrolünde oluşabilecek aksaklıklar beklenmedik sonuçlar doğurabilir. Örneğin, nem duyargasının hasar görmesi ile bahçeniz gereğinden fazla sulanabilir ya da susuz kalabilir.*
- *İnsanı tembelliğe itip daha monoton bir hayat yasamasına sebep olabilir. Sorumlulukları azaltırken insanı düşünmemeye itebilir.*
- *Sesle verilen komutlarda aksaklıklar oluşabilir. Örneğin, el çırparak perdeleri açan bir ev sistemin, televizyondaki bir sesten ya da müzikten etkilenebilir ve ev sahibinin isteği dışında perdeler açılabilir.*
- *İnsanın mekanikleşmesine sebep olabilir.*

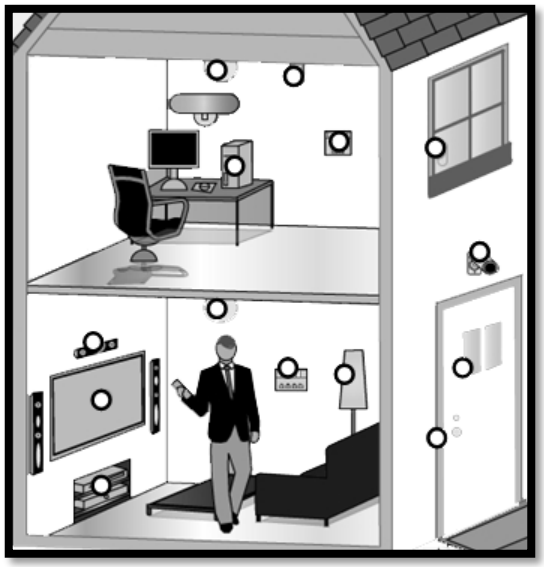
14.7 AKILLI EVLERDEN BEKLENTİLER

- *Genel olarak akıllı evlerdeki sistemlerden beklentiler beş ana baslık altında toplanabilir:*
- *Güvenlik ve emniyetin artırılmasına yönelik olması,*
- *Konfora yönelik olması,*
- *Basitlik ve kullanım kolaylığı olması,*
- *Enerji tasarrufuna yönelik sistemler olması ve*
- *Fiziksel engelli insanlara yönelik sistemler olması beklenmektedir.*

14.8 AKILLI EVLERDE KULLANILAN MANTIK VE TEKNOLOJİLER

Tüm cihazlar ve alıcı cihazlardır ve uzaktan kumandalar veya tuş takımı gibi sistemi kontrol etme araçları vericilerdir. Başka bir odada bulunan bir lambayı kapatmak istiyorsanız, verici aşağıdakileri içeren sayısal bir kodda bir mesaj yayınlar:

- *Sisteme bir komut verdiği konusunda bir uyarı,*
- *Komutu alması gereken cihaz için bir tanımlama ünitesi numarası ve*
- *Gerçek komutu içeren, örneğin "kapat" gibi bir kod.*



Şekil-14.4 *Noktalar ev ağı sisteminde bağlantı yapılacak yerleri göstermektedir*

Bütün bunlar bir saniyeden daha kısa bir sürede gerçekleşecek şekilde tasarlanmıştır, ancak X10'un bazı sınırlamaları vardır. Elektrik hatları üzerinden iletişim kurmak her zaman güvenilir değildir, çünkü hatlar diğer cihazlara güç sağlamaktan "gürültülü" olur. Bir X10 cihazı, elektronik paraziti bir komut olarak yorumlayabilir ve tepki verebilir veya komutu hiç alamayabilir. X10 cihazları hâlâ kullanılır durumda iken, ev ağı sistemi için rekabet edebilecek diğer teknolojiler ortaya çıkıyor. Enerji hatlarına girmek yerine, bazı sistemler iletişim için radyo dalgalarını kullanıyor ve bu da WiFi ve cep telefonu sinyallerinin çalışması gibidir. Bununla birlikte, otomasyon komutları kısa mesaj olduğundan ev otomasyon ağlarının, bir WiFi ağının tüm detaylarına ihtiyacı yoktur. Ev otomasyonunda en dikkat çeken iki radyo şebekesi ZigBee ve Z-Wave'dir. Bu teknolojilerin her ikisi de örgü ağlardır, yani mesajın hedefine ulaşması için birden fazla yol var demektir.

14.8.1 Bulanık Mantık (Fuzy Logic)

Klasik var ya da yok mantığına değişik bir bakış açısı getiren bulanık mantık, kontrol ünitelerinde ara değerler tanımlamamıza imkân sağlar ve gerçek dünya koşullarına daha yakın kararlar verme imkânı verir. Örneğin, 20 ˚C'nin altı soğuk, 20 ile 25 ˚C'yi normal, 25 ˚C'den dereceden yukarısının sıcak tanımlanmasına imkân verir. Bu sayede akıllı evimizdeki klima belirli sıcaklık aralıklarında değişik hızlarda çalışarak sıcaklığı sabit tutar. Lambaları, tam parlaklık yerine %90 gibi bir değerde çalıştırarak, tasarrufu sağlayabilir ve lambaların ömrünü de arttırabilir.

Bulanık mantık, bulanık dizileri kullanarak akıl yürütmeler yapar. Meslek dizileri, erkek bayan dizilerinden farklıdır. Erkek dizisi bayan dizisiyle kesişmez. Bir insan ya erkektir ya da bayan, ikisi birden olamaz (ya A veya A-değil). Ancak çoğu insan isinden hem memnun hem memnun değildir (hem A hem de A- değil). Çok az insan %100 memnun veya %100 memnun değildir.

Söyle bir uyumsuzluk problemi mevcuttur: Kâinattaki gerçeklerin çoğu gri, ama bilimsel tanımların çoğu siyah-beyazdır. Modern bilimin iki değerli mantık anlayışı, dış dünyadaki gri gerçekleri görmezlikten gelmekte veya inkâr etmekte veya siyah ya da beyaza boyamaktadır. Bu taktik de paradokslara ve tenakuzlara yol açmaktadır. (Aslında, nispi mantık, harici gerçeklerle, zihni gerçeklerin telifinde büyük bir adimdir) .

Bulanık mantık, makineleri daha "zeki" yapmaktadır. Birçok ürünün ve üretim sürecinin makine zekâsı bu sayede artmıştır. Kâinatta, gerçek hakikatlerden çok bulanık hakikatler mevcuttur. Bu yüzden eşya ve hadiseler, nispetler perspektifinde ele alındıkça, çok daha doğru ve verimli sonuçlar elde edilebilir. Madde, zaman ve enerji kullanımını minimuma düşürmek için bu mantıktan yararlanılabilir.

Bulanık mantık ile aşağıdakilerin yapılması mümkündür:

- *Ev içindeki dolaşan insanları algılama ve tepki verme (Kişinin yürüdüğü yöndeki ışığı açmak, kapıları açmak gibi)*
- *İnsanların yasayışına göre alışkanlıklarını öğrenmek ve bazı şeyleri önceden yapmak (Her gün saat 18.00'da eve gelindiğinde, evin 1 saat önceden ısıtılmaya başlaması gibi).*
- *Dış çevreye göre otomatik yapılacak eylemler (Işık seviyesinin ayarlanması, ısının ayarlanması gibi).*

14.8.2 Telemetri

Telemetrinin sözlük anlamı uzaktan izlemedir, Sistem ya da tesisin uzaktan kablolu veya kablosuz olarak izlenmesidir, ancak günümüzde Telemetri denilince Kablosuz (Wireless) haberleşme anlaşılmaktadır. Bunların en yoğun kullanılanları Radyo modem cihazları, GSM GPRS, VSAT uydu sistemleridir.

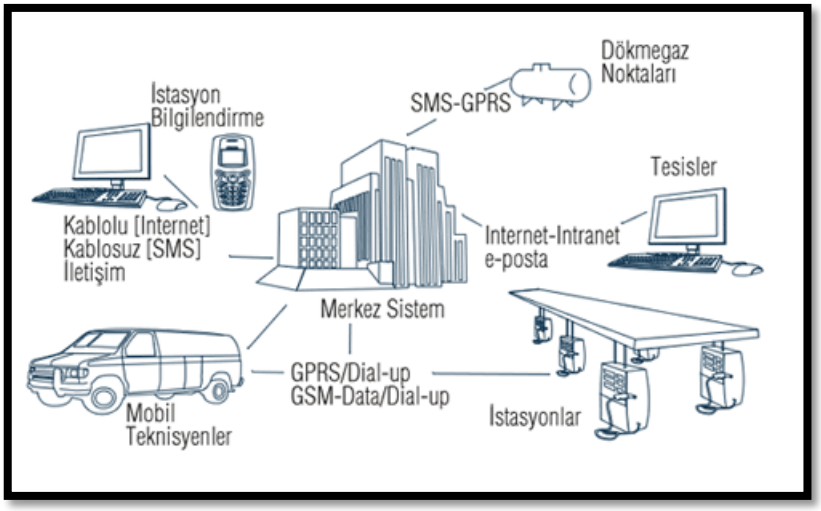
Telemetri sayesinde, kablosuz ağlar ya da radyo linkleri üzerinde cihazlara birtakım komutlar göndermek, cihazın durumu hakkında merkeze bilgi iletmek, cihazla merkez arasında bilgi alışverişinde bulunmak mümkündür.

Telemetri uygulamalarının yaygın kullanım alanı bulmasının bazı sebepleri şunlardır:
Ucuz ve yaygın iletişim ağları olması bu sebeplerden birisidir. Çift yönlü mesajlaşma, telemetri iletişimleri için idealdir. GPRS ve SMS de telemetri için uygun teknolojilerdir. Mobil bir şebekenin kontrol kanalı için telemetri mesajları genellikle kısa, seyrek ve kolay idare edilebilir durumdadır.

Masaüstü Yönetim Arabirimi (Desktop Management Interface) ve elektronik ısı denetleyicilerinde kullanılan PC'ler gibi bazı akıllı cihazlar, ne durumda oldukları bilgisini verebilmektedirler. Kablosuz bir bağlantı ile servis sağlayıcılar ya da evden bir kullanıcı, onları uzaktan yönetebilir.

Telemetri uygulamalarına çeşitli endüstrilerde rastlanabilmektedir. Akıllı ve hizmet yönelimli işletmeler telemetrinin avantajlarını kullanarak; harcamaları azaltabilirler (Şekil-14.5). Sayaç kendisini okuyup sonucu kablosuz ya da sabit bir şebeke üzerinden gönderebiliyorsa, bu sayaç okuma görevlisine ihtiyaç olmaz.

Evdeki birçok araç dışarıdan kontrol edilerek, birtakım ihtiyaçlarımız, biz evde olmadan da kontrol edebilir.



Şekil-14.5 *Telemetrinin endüstriyel uygulaması*

14.8.3 Telemetri ve GPRS

GPRS, GSM tabanlı sistemler dâhilinde kullanılmak üzere geliştirilmiş, paket anahtarlamalı bir veri iletişim servisidir. Mobil şebeke abonelerine paket tabanlı veri hizmetleri sağlayan GPRS, ilave paket anahtarlama düğümleri kullanarak mevcut GSM altyapısı bünyesinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu da GPRS kapsama alanının hızlı ve kolay bir şekilde elde edilebilmesi anlamına gelir. GPRS'te önemli veri iletişim protokollerinin çoğu desteklenecek ve bir mobil terminalden (mesela bir cep telefonu) dünya üzerindeki hemen hemen tüm veri kaynaklarına direkt olarak erişim imkânı sağlanacaktır.

14.8.4 X10 Teknolojisi

İlk olarak 1978'de kurulan X10 teknolojisi, evde bulunan elektrik kablolarını kullanarak, evdeki uyumlu cihazların iletişimi sağlayan bir iletişim dilidir. Diğer uzaktan kontrol ürünlerine göre bu teknolojinin bazı avantajları vardır:

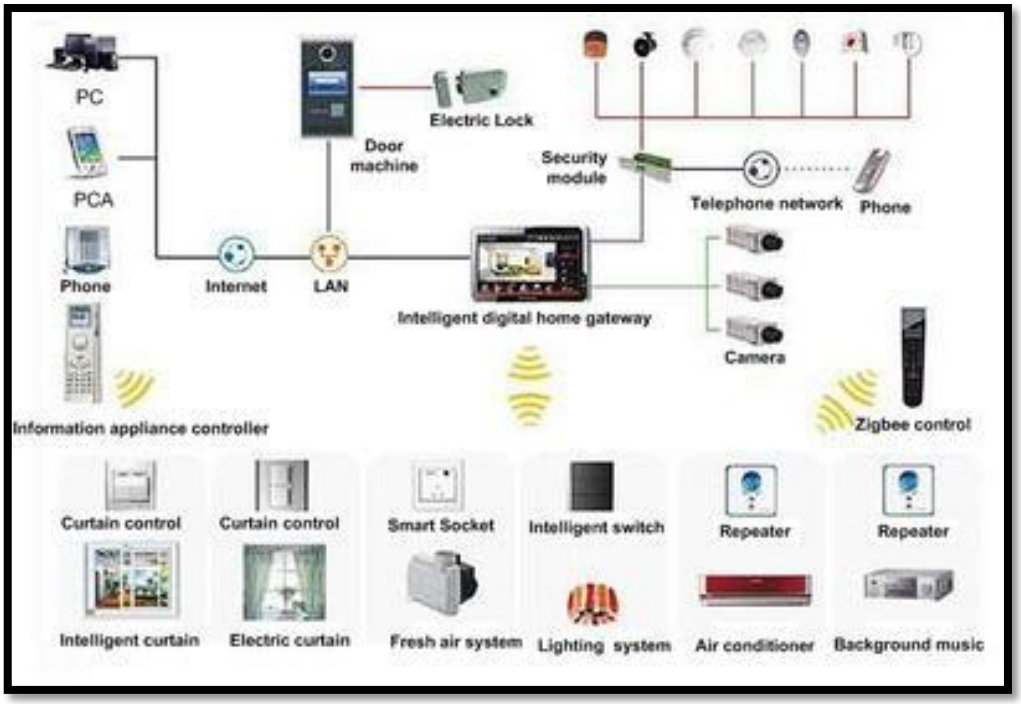
- *Pahalı değildir*
- *Yeni bir kablolama gerektirmez*
- *Kurulumu kolaydır*
- *Yüzlerce ürünle uyumludur*
- *256 tane ışık ve cihazı kontrol edebilir*
- *Zamanla kanıtlanmıştır, yaklaşık 20 yıldır kullanılmaktadır*

Taşımakta çok kolay olduğundan gittiğimiz her yere götürebiliriz. Bu teknoloji kendimizin kurup çalıştırabileceğimiz bir tasarıma sahiptir. X10'un, ışıkları ve cihazları kumanda edebilmek için verici ve alıcılardan oluşan basit bir mantığı vardır [9].

Vericiler elektrik kabloları üzerinden alıcılara sinyal gönderirler. Tam bir X10 sinyali iki veri taslağından oluşur. Bütün veri taslakları bir başlangıç kodu ile baslar; sonra A, B, C gibi ev kodları ile devam eder (4 bit); ve bir sonraki kod da yorum kodu veya birim kodudur. X10 veri taslağının son biti yorum kodunun bir parçası gibi görünür ama aslında o bir fonksiyon bitidir.

Fonksiyon biti "0" iken, bu bir birim kodu olduğunu, diğer durumda ise yorum kodu olduğunu gösterir [9].

Başlangıç kodu 1110'dır. Fonksiyon kodu da bir başlangıç koduyla baslar.



Şekil-14.6 *Akıllı evler için X10 uygulaması*

Alıcılar bu sinyali yorumlayarak ne yapacak olduklarına karar verirler. Örneğin Aç, Kapa, Kıs, Parlaklığı arttır gibi. Vericiler, uzaktan kumanda cihazları, ayarladığınız saate göre komut gönderen zamanlayıcılar, sesiniz, bilgisayar arabirimi olabilir.

Tablo-14.1 *X10'un ikili kodlamaları*

Ev kodları			
A=0110	B=1110	C=0010	D=1010
E=0001	F=1001	G=0101	H=1101
I=1110	J=1111	K=0011	L=1011
M=0000	N=1000	O=0100	P=1100
Birim Kodları			
1=001100	2=11100	3=00100	4=10100
5=00010	6=10010	7=01010	8=11010
9=01110	10=11110	11=00110	12=10110
13=00000	14=10000	15=01000	16=11000
Yorum Kodları			
ON=00101	OFF=00111	DIM=01001	
BRIGHT=01011	ALL ON=00011	ALL OFF=00001	

Alıcılar ise kendilerine gönderilen sinyallere göre kendilerine bağlı cihazlara açma, kapama, kısma gibi kumandaları uygularlar. Alıcılar prizlere takılabilen portatif modüller olabilirler [9].

14.8.5 Z-Wave Teknolojisi

Z-Wave, mesajlar için en hızlı rotayı belirlemek için bir Kaynak Yönlendirme Algoritması kullanır. Her Z-Wave cihazı bir kodla gömülür ve cihaz sisteme takıldığında, ağ denetleyicisi kodu tanır, yerini belirler ve ağa ekler. Bir komut geldiğinde, denetleyici mesajın nasıl gönderileceğini belirlemek için algoritmayı kullanır. Bu yönlendirme bir ağda çok fazla bellek harcayabileceğinden, Z-Wave aygıtlar arasında bir

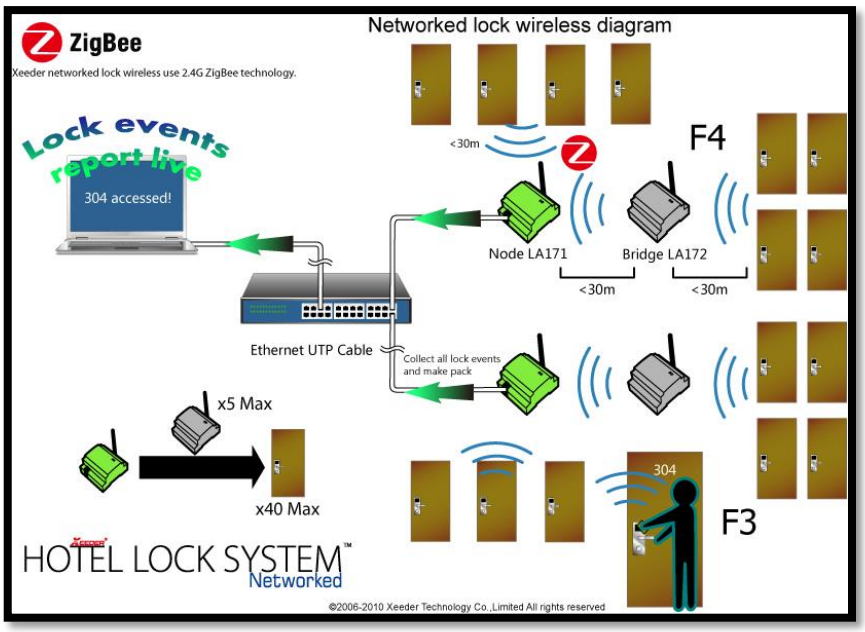
hiyerarşi geliştirmiştir: Bazı denetleyiciler iletileri başlatır ve bazıları "yardımcı" dir, bu da yalnızca iletileri taşıyabildiği ve yanıtladığı anlamına gelir [10].



Şekil-14.7 *Z-Wave teknolojisi ile ev otomasyonu*

14.8.6 ZigBee

ZigBee'nin adı örgü ağ konseptini göstermektedir, çünkü vericiden gelen mesajlar, arı gibi zikzak yaparak alıcıya giden en iyi yolu arıyor. Z-Wave, sistemini çalıştırmak için tescilli bir teknoloji kullanırken, ZigBee'nin platformu, kablosuz kişisel ağlar için Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) tarafından belirlenen standarda dayanıyor. Bu, herhangi bir şirketin arkasındaki teknoloji için lisans ücreti ödemeksizin ZigBee uyumlu bir ürün oluşturabileceği ve bunun sonucunda ZigBee'ye pazarda avantaj sağlayabileceği anlamına geliyor. Z-Wave gibi ZigBee de tam işlevli cihazlara (veya mesajı yönlendirecek cihazlara) ve azaltılmış fonksiyon cihazlarına (ya da olmayan cihazlara) sahiptir [10].



Şekil-14.8 *ZigBee uygulaması: Otel kilit sistemi*

14.8.7 Insteon

Kablosuz bir ağ kullanmak, cihaz yerleştirirken daha fazla esneklik sağlar, ancak elektrik hatları gibi parazitlere neden olabilir. Insteon, ev ağınız için hem elektrik telleri hem de radyo dalgaları üzerinden iletişim kurarak çift telli bir ağ oluşturmanızı sağlar. Mesaj bir platformda dolaşmıyorsa diğerini deneyecektir. Mesaj yönlendirmek yerine bir Insteon cihazı mesajı yayınlar ve tüm cihazlar mesajı alır ve komut gerçekleştirilinceye kadar yayınlar. Cihazların biri tetikleyici, diğeri ise bir reseptör görevi görürken, akranlar gibi davranıyor. Bu, bir ağa kurulan Insteon cihazlarının sayısı ne kadar fazla olursa mesaj da o kadar güçlü olur [10].

14.9 AKILLI EVİN KURULMASI

Z-Wave, X10, Insteon ve ZigBee sadece akıllı ev iletişimi için teknolojiyi sunuyor. Üreticileri, teknolojiyi kullanan ürünleri yaratmak için bu sistemler ile ittifaklar kurdular. Akıllı ev ürünlerine ve işlevlerine bazı örnekler:

- *Kameralar, evin dışını dışarıda siperli olsa bile izleyecektir.*
- *Masaüstü lambanızı duvar prizi yerine dimmer'e takın; bir düğmeye basarak parlaklaştırın ve karartın.*
- *Bir video kapı telefonu, bir kapı zili daha fazlasını sunar, kimin kapıda olduğunun bir resmini alırsınız.*
- *Hareket duyargaları evinizin çevresinde hareket olduğunda bir uyarı gönderir ve hatta evcil hayvan ile hırsız arasındaki farkı söyleyebilir.*
- *Kapı kolları, taranmış parmak izleriyle veya dört basamaklı bir kodla açılabilir, böylece ev anahtarları için dolandırıcılık yapma ihtiyacı ortadan kalkar.*
- *Ses sistemleri, müziği stereo cihazınızdan hoparlörlü herhangi bir odaya dağıtır.*
- *Kanal modülatörleri, bir güvenlik kamerasından en sevdiğiniz televizyon istasyonuna kadar herhangi bir video sinyali alır ve evdeki her televizyonda görüntülenebilir hale getirir.*
- *Uzaktan kumandalar, tuş takımları ve masa üstü denetleyicileri akıllı ev uygulamalarını etkinleştirmenin araçlarıdır. Aygıtlar, çevrimiçi olarak bilgilerine erişmenize izin veren dâhili web sunucuları ile birlikte gelir.*

Uzaktan tuş takımı, lambanıza bir mesaj gönderecektir. Bu ürünler ev geliştirme mağazalarında, elektronik mağazalarında, teknisyenlerden veya online olarak internet üzerinden temin edilebilir. Satın almadan önce, hangi teknoloji ile ilişkili olduğunu kontrol edin. Aynı teknolojiyi kullanan ürünler farklı üreticilere rağmen birlikte çalışmalıdır, ancak X10 ve Z-Wave ürünlerini birleştirmek için bir köprüleme aygıtı gerekir.

Akıllı bir ev tasarımı yaparken, istediğiniz kadar veya daha az ev otomasyonu yapabilirsiniz. Bir ışıklandırma başlatma seti ile başlayabilir ve daha sonra üzerine güvenlik cihazları ekleyebilirsiniz. Daha büyük bir sistemle başlamak isterseniz, özellikle yeniden kablolama veya yenileme gerekeceği takdirde, evin nasıl yapılacağını dikkatle tasarlamak iyi bir fikirdir. Buna ek olarak, kablosuz ağların düğümlerini stratejik olarak yerleştirmek isteyeceksiniz, böylece iyi bir yönlendirme aralığı elde edersiniz. Akıllı bir ev maliyeti, evin ne kadar akıllı olduğuna bağlı olarak değişir. Bir inşaatçı, müşterilerinin çok ileri sistemler için 10.000 ila 250.000 dolar harcadığını tahmin ediyor. Akıllı evi yavaş yavaş inşa ederseniz, basit bir aydınlatma sisteminden başlayarak, yalnızca birkaç yüz dolara mal olabilir. Daha ileri bir sistem on binlerce dolar olacak ve ev sineması sistemlerinin unsurları bir sistemin maliyetini yüzde 50 civarında artıracaktır [10].

14.10 MİKROİŞLEMCİLER

Mikroişlemcilerin bu adı almasının sebebi hem yaptığı işlemlerin süresinin mikro saniyelerde olması hem de içindeki elektronik devrelerin ve bölümlerin mikron boyutlarında olmasıdır. Aynı zamanda, mikroişlemciler bir bilgisayarın beyni, esas işi yapan kısmı olarak isimlendirilebilir. Bir dijital bilgisayar üç temel kısımdan oluşmaktadır:

1. *Merkezi İşlem Birimi- M_B (Central Processing Unit – CPU)*
2. *Program ve Veri Hafızaları (Program and Data Memory)*
3. *Giriş – Çıkış Birimleri (Input – Output Units)*

Merkezi İşlem Biriminde (CPU), verileri isleme ve sistemi oluşturan çeşitli birimler arasındaki bilgi akısını kontrol etme işlemleri gerçekleştirilir. Veri islemenin büyük çoğunluğu Merkezi İşlem Biriminde yer alan Aritmetik Lojik Birim üzerinde gerçekleştirilir. İste bu merkezi işlem birimini oluşturan çeşitli alt birimlerin tek bir entegre devre üzerinde gerçekleştirilmiş haline Mikroişlemci (Microprocessor) adı verilir.

Adından da anlaşılacağı gibi mikroişlemci matematiksel işlemleri yapabilen bir elektronik yongadır. Boyutları çok küçük olmasına rağmen içinde binlerce, yüz binlerce veya milyonlarca elektronik devre elemanı bulunduran mikroişlemciler aslında matematiksel işlemleri, elektriğin var olması ya da olmaması temelinden yararlanarak hesaplarlar.

Mikroişlemciler aslında sadece toplama işlemi yapar. Mikroişlemci için, toplama işlemini çok hızlı yapan bir elektronik devredir de diyebiliriz.

Mikroişlemciyi mikroişlemci yapan matematiksel işlemleri çok kısa bir zamanda hatasız olarak gerçekleştirebilmesidir. Saniyede milyonlarca işlem yapabilir.

Bir mikroişlemci kullanılarak hazırlanmış bilgisayarlara da mikrobilgisayar denilmektedir. Hafıza ve giriş-çıkış birimlerinin miktarı, türü ve kapasitesi uygulamaya bağlı olarak değişir.

Mikroişlemcilerin tarihsel gelişimine kısaca bir göz atmak gerekirse, ilk mikroişlemcinin bir hesap makinesinde kullanılmak üzere INTEL firması tarafından 1971 de I4004 adıyla üretilen 4 bitlik bir işlemci olduğu görülür. Bu tarihten önce, bilgisayarların merkezi işlem birimleri elektron tüpleri ve röleler, daha sonraki dönemde ise transistorlar ve çeşitli elektronik devreler kullanılarak hazırlanıyordu. Çok büyük yer kaplayan ve çok güç tüketen bu eski bilgisayarlar ortam şartlarına karsı da çok duyarlıydılar. İşlem kapasitelerinin çok kısıtlı olmasına rağmen sürekli bakım gerektiriyorlardı.

1945'te Pennsylvania Üniversitesinde tamamlanan ENIAC isimli ilk bilgisayar 30 metre boyu ve 30 ton ağırlığındadır. 18,000 radyo tüpünden oluşan cihaz 100 kW güç harcamaktaydı.

1971 deki, bilgisayarın temel elemanı kabul edilen merkezi işlem biriminin tek bir entegre devre içine sığdırılarak üretimini, yarı-iletken teknolojisinde, transistorun keşfi gibi bir sıçrama gerçekleştirmiştir.

INTEL, özel sipariş üzerine geliştirdiği 4 bitlik I4004 (1971) ve 8 bitlik I8008 (1972) entegre devrelerine ilk müşterilerinden başka bir ilgi beklemediği için üretim hattını düşük kapasitede tutmuştu. Ancak aksine bu işlemciler büyük bir ilgi gördü ve 1974 de genel amaçlı ilk 8 bitlik MIB olan I8080 işlemcisini üretti.

Bu işlemciye büyük bir talep oldu ve kısa bir zamanda I8080, endüstri standardı oldu. İki yıl sonra 1976 da daha gelişmiş bir model olan I8085 üretildi. Bu arada 1975 yılında sektörün ikinci önemli ismi olan Motorola firması da MC6800 adındaki işlemciyi piyasaya sürdü.

Mikroişlemcilerin sınıflandırılmasında önemli bir ölçü olan bit sayısı işlemcinin üzerinde işlem yapabildiği en uzun verinin bit sayısını gösterir. Bu değer, aynı zamanda işlemcinin saklayıcılarının ve veri yolunun genişliğini de gösterir. Ancak bazen harici ve dâhili veri yolları farklı genişliklerde olabilir.

1978 yılında ilk 16 bitlik işlemcisi olan 8086'yı üreten INTEL bir yıl sonra 1979 da harici veri yolu genişliği 8 bit olmanın dışında 8086 ile aynı yapıya sahip olan 8088 i piyasaya sürdü. 8088, 1981 de üretilmeye başlanan IBM PC (Personel Computer – Kişisel Bilgisayarların) ilk işlemcisi olmuştur.

16 bitlik işlemcilerde endüstri standardı olan 8086 / 8088 günümüze kadar gelen çeşitli ürünlerle X86 ailesi diye isimlendirilen mikroişlemci ailesinin çekirdeği (core) olmuştur.

PIC (Peripheral Interface Controller) Serisi mikroişlemciler, MICROCHIP firması tarafından geliştirilmiş ve üretim amacı çok fonksiyonlu uygulamaların hızlı ve ucuz bir Mikroişlemci ile yazılım yoluyla karşılanmasıdır. İlk olarak 1994 yılında 16 bitlik ve 32 bitlik büyük işlemcilerin giriş ve çıkışlarındaki yükü azaltmak ve denetlemek amacıyla çok hızlı ve ucuz bir çözüme ihtiyaç duyulduğu için geliştirilmiştir. Çok geniş bir ürün ailesinin ilk üyesi olan PIC16C54 bu ihtiyacın ilk meyvesidir. PIC işlemcileri RISC- benzeri işlemciler olarak anılır.

PIC serisi tüm işlemciler herhangi bir ek bellek veya giriş/çıkış elemanı gerektirmeden sadece 2 adet kondansatör, 1 adet direnç ve bir kristal ile çalıştırılabilmektedir. Tek bacaktan 40 mA akim çekilebilmekte ve entegre toplamı olarak 150 mA akım akıtma kapasitesine sahiptir. Entegrenin 4 Mhz osilator frekansında çektiği akım çalışırken 2 mA, bekleme durumunda ise 20µA kadardır. PIC 16CXX ailesinin elektronikçiler arasında en çok tanınan ve dünyada üzerinde en çok proje üretilmiş olan bireyi, PIC16C84 veya yeni adıyla PIC16F84'tür. PIC 16F84'ün bu kadar popüler olması onun çok iyi bir işlemci olmasından ziyade program belleğinin Eeprom (Elektrikle silinip yazılabilen bellek) olmasından kaynaklanmaktadır [11].

14.11 PROGRAMLANABİLİR MANTIKSAL DENETLEYİCİLER (PLC)

*Programlanabilir Mantıksal Denetleyici, (**P**rogrammable **L**ogic **C**ontroller) fabrikalardaki imalat hatları veya makinelerin kontrolü gibi işleçlerin denetiminde kullanılan özel bilgisayardır.*

Genel kullanımlı bilgisayarların aksine PLC birçok girişi ve çıkışı olacak şekilde düzenlenir ve elektriksel gürültülere, sıcaklık farklarına, mekanik darbe ve titreşimlere karşı daha dayanıklı tasarlanırlar. PLC'lere denetleyeceği sistemin işleyişine uygun programlar yüklenir. PLC programları, giriş bilgilerini milisaniyeler mertebesinde hızla tarayarak buna uygun çıkış bilgilerini gerçek zamanlıya yakın, cevap verecek şekilde çalışırlar.

İçinde bir mikroişlemcisi olup karmaşık sistemlerin programlanmasında kullanılabilir. PC'lerden en temel farkı sinyal girişlerinin ve çıkışlarının (İng: Input/Output) çalışma ve işlenme şeklinde ortaya çıkmaktadır. PLC'ler ilk olarak karmaşık röle sistemlerinin yükünü hafifletmek için çıkarılmış basit mantıksal (lojik) işlemleri yapan cihazlardı.

14.11.1 PLC Özellikleri

Günümüzde diğer programlanabilir bilgisayarlarla arasındaki farklılıklar giderek azalmaktadır. PLC bir bakıma monitörü ve klavyesi bulunmayan bir bilgisayar gibidir. Bir diğer fark ise işletilecek verilerin gerçek ortamdan gelmesi ve sonuçların yine gerçek ortama analog veya sayısal (dijital) olarak gönderilmesidir.

Mikroişlemcilerin maliyeti daha düşük olmasına rağmen, PLC'lerin tercih edilmelerinin sebebi; elektronik tasarım için harcanacak zamanı en aza indirmesidir. Aynı zamanda endüstriyel ortamların sahip olduğu zor koşullardan (manyetik alan, büyük sıcaklık farkları, toz vb.) etkilenmeden çalışabilen hazır çözümler olmalarıdır.

Bir fabrikanın tüm otomasyon işlerini yüklenebilecek kadar Giriş/Çıkış sayısına sahip PLC'ler bulunmaktadır. Günümüzde geliştirilen modüler yapıdaki PLC'lere gerektiğinde ek giriş-çıkış modülleri, RS232, RS485, modem, ethernet gibi haberleşme modülleri eklenebilmektedir. Bu gibi özelliklerle mevcut yapı geliştirilebilmektedir. Ayrıca birçok modelde proses kontrolüne yönelik hazır ON-OFF (AÇ-KAPA), PID, Fuzzy (Bulanık) vb. tiplerdeki kontrolörler standart olarak bulunmaktadır.

14.11.2 Programlama Yazılımı

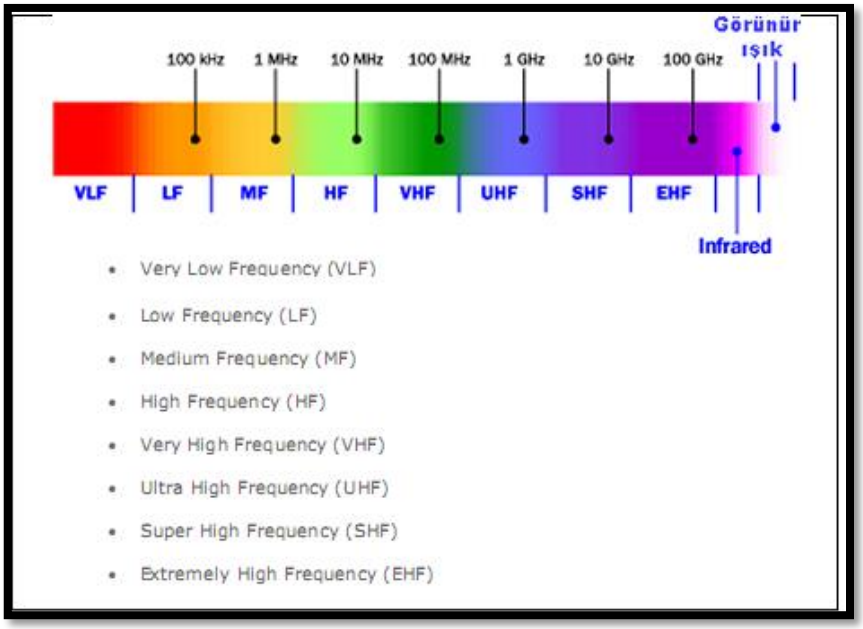
PLC'ler sahadan ya da herhangi bir sistemden aldıkları bilgileri çalıştırdıkları yazılım aracığıyla değerlendirerek sahaya ya da bağlı oldukları sisteme çıkış sağlayan cihazlardır. Günümüzde en yoğun olarak kullanılan PLC yazılımı LADDER'dır. Bu yazılım ile elektrik şemasına benzer bir yapıda sistemin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Piyasada bulunan farklı marka PLC'lerin Ladder yazılımları kendilerine özgü olmakla birlikte genel işleyiş mantıkları benzerdir. Ladder dışında kullanılan PLC yazılımlarını da ST (Structured text), FBD (Function block diagram), SFC (Sequential function), IL (Instruction list) olarak sıralayabiliriz. Günümüzde ise 5 farklı yazılımı da içeren IEC61131-3 standartlarına uygun yazılım paketi kullanıcılara kolaylık sağlamaktadır.

Endüstride oldukça fazla kullanım alanı olan PLC'lerin hafızaları ve işlem kapasiteleri karmaşık prosesler karşısında yetersiz kalabilmekte, bu yüzden de gelişen teknoloji ile birlikte daha güçlü yapıya sahip endüstriyel PC'lere geçiş söz konusu olmaktadır. Günümüzde artık Endüstriyel PC olarak imal edilen PLC ler mevcuttur. Bunlar hem dokunmatik paneli üzerinde montajlı olan aynı zamanda bilgisayar aracılığı ile veya kendi üzerindeki kontrol üniteleriyle programlanabilmektedir.

14.12 KABLOSUZ İLETİŞİM (RF) TEKNOLOJİSİ

14.12.1 Tanım

Kablosuz İletişim (RF) Teknoloji 3 Hz ile 300 GHz spektrum içerisinde elektromanyetik dalgaların işletilmesidir. Elektromanyetik dalgaların varlığı ilk olarak 1864 yılında James Maxwell tarafından öne sürüldü. 1887 yılında Heinrich Hertz tarafından varlığı kanıtlandı. 1895 yılında Guglielmo Marconi tarafından icat edilen radyo ile birlikte iletişim için kullanılabilecek bir teknoloji olduğu ortaya çıktı.



Şekil-14.9 *Haberleşme uygulamalarında kullanılan bazı yayın bantları*

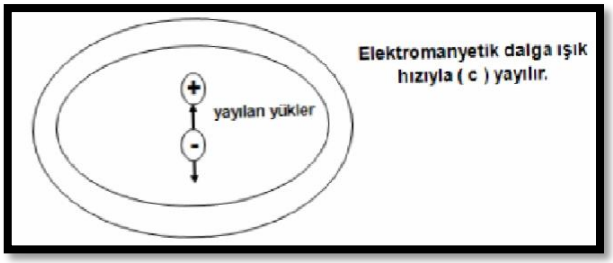
Ev ve Bina otomasyonlarında kablosuz iletişim teknikleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalar yardımıyla iki nokta arasında bilginin kablosuz olarak taşınması sağlanır. Bir akıllı ev otomasyonunda örneğin aydınlatma anahtarına yan komutunun gönderilmesi gerekir bunun fiziksel olarak 2 yolu vardır kablolu ve kablosuz, kablosuz haberleşme de ise En sık kullanılan teknik RF dir.

Bunun için de havada ya da boşlukta uzun mesafeler boyunca yol alabilecek bir tür taşıyıcı dalga kullanılması gereklidir. Bu taşıyıcı dalga olarak dalga spektrumundaki çok geniş bir bant aralığı kullanılabilir. Fakat en çok tercih edilenleri kızıl ötesi (infrared), lazer ve radyo dalgalarıdır:

- *AM yayın aralığı MW (530~1610 kHz)*
- *Kısa dalga aralığı SW (5.9-26.1 MHz)*
- *Televizyon istasyonları (7-13 MHz)*
- *FM yayın aralığı (88~108 MHz)*
- *Uçak trafik kontrol aralığı (108~136 MHz)*

14.12.2 RF Teorisi

Kapalı bir sitemin elektrik enerjisiyle yüklenmesi sonucu oluşan statik bir elektrik alanda, bir değişim söz konusu olduğunda, elektromanyetik dalga oluşur. Bu dalganın şiddeti (E), ana kaynaktan olan mesafesinin karesi ile ters orantılı (E ά R-2) bir zayıflama ile yayılır.



Şekil-14.10 *Elektromanyetik dalga*

Yükleme sisteminin, oluşan alanın bilgi taşıyabilmesi için düzgün aralıklarla elektromanyetik dalga oluşturabilecek şekilde modüle edilmesidir.

Bu dalgaların başka bir kapalı sisteme ulaştıklarında, o sistem içerisinde oluşturdukları değişimin algılanmasıdır.

RF kablosuz ve yüksek frekans sinyallerle eş anlamlıdır. RF, 535kHz ile 1605 kHz AM radyo frekanslarından 2.4 GHzlik yerel ağ (LAN) frekanslarına kadar tanımlanır. RF normalde birkaç kHz'den kabaca 1GHz'e kadar tanımlanır. Eğer mikrodalga frekansları da düşünülürse bu aralık 300 GHz'e kadar ulaşır. Aşağıdaki tabloda radyo frekansının frekans spektrumu gösterilmektedir.

Tablo-14.2 *Frekans spektrumu*

f	λ	Band	Description
30–300 Hz	10^4–10^3 km	ELF	Extremely low frequency
300–3000 Hz	10^3–10^2 km	VF	Voice frequency
3–30 kHz	100–10 km	VLF	Very low frequency
30–300 kHz	10–1 km	LF	Low frequency
0.3–3 MHz	1–0.1 km	MF	Medium frequency
3–30 MHz	100–10 m	HF	High frequency
30–300 MHz	10–1 m	VHF	Very high frequency
300–3000 MHz	100–10 cm	UHF	Ultra-high frequency
3–30 GHz	10–1 cm	SHF	Superhigh frequency
30–300 GHz	10–1 mm	EHF	Extremely high frequency (millimeter waves)

Yukarıdaki tabloda radyo dalgalarının elektromanyetik spektrum üzerindeki frekans dağılımları ve isimlendirilmiş bant aralıkları gösterilmiştir. Haberleşme uygulamalarında bu bantların sadece belirli bölümleri kullanılmaktadır. Bunlardan ISM (Industrial Scientific Medical Aralık) aralığı birçok ülkede telsiz iletişimi için sertifika veya lisansa gerek olmadan belirli bir çıkış gücü sınırlamasına uyarak, üzerinden yayın yapılabilen bir banttır. Ülkemizde ISM aralığının yaygın olarak kullanılan frekansları 315MHz, 418 MHz, 433,93 MHz, 868 MHz, 915 MHz ve 2.5 GHz frekanslarıdır. Bina otomasyonlarında genellikle 433,93 veya 868 MHz kullanılır.

Yukarıdaki şekilden frekans ile dalga boyu arasındaki ilişkide gözlemlenebilmektedir. Dalga ya da sinüsoidal tamamen dalga boyu ya da frekansı ile tanımlanabilir. Dalga boyu ile frekans arasında ters orantılıdır ve normal ortamda hızları ışık hızıyla orantılıdır. Bu ilişkiyi gösteren denklem aşağıdaki gibidir.

*C= f*λ dır.*

Burada c ışık hızıdır. Dalga boyu ile frekansın arasındaki ters orantıdan dalga boyu arttıkça frekans azalmaktadır.

Tablo-14.3 *Mikrodalga frekansları harf bant dağılımı*

f (GHz)	Letter Band Designation
1–2	L band
2–4	S band
4–8	C band
8–12.4	X band
12.4–18	Ku band
18–26.5	K band
26.5–40	Ka band

14.12.3 Kablosuz İletişimin Avantajları

RF modüller belirli sabit bir frekansta çalışacak şekilde üretilmişlerdir ve alıcı verici çiftleri halinde satılmaktadır. Kullanımları kolaydır. Yapıya sadece bir panel ve uygulama modülü örneğin panel – anahtar eklenerek çalıştırılabilir. Ayrıca bir diğer avantajı ise düşük güç tüketmesidir. Bu sayede taşınabilen sistem

uygulamalarında kullanışlıdır. Kablo çekmenin zor olduğu ya da hazır yapılmış binalarda tadilat yapılmak istenmiyorsa RF kullanılabilir.

Kablosuz olduğu için kablo maliyetinde avantaj yaratır.

14.12.4 Kablosuz İletişimin (RF) Dezavantajları

Kablosuz çalışan otomasyon sistemlerinin geneli ~433 veya ~866 MHz gibi frekansları kullanırlar. Dalga girişimi (enterferans) konusunda sorunlar çıkabilmektedir.

<u>Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar</u>

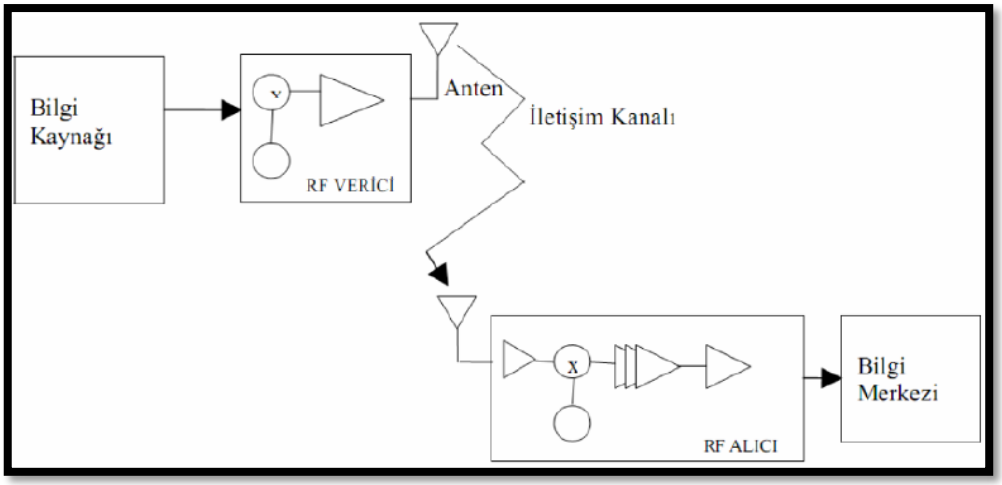
Sistemlerin EMI/EMC, Lvd testleri var mıdır dikkat edilmeli. Ce sertifikasyonun olmasına dikkat edilmelidir.

Not: Gerçek bir test raporu ve nasıl yapıldığı, hangi bilgilerinin olduğuna dair raporu; http://setcombt.com/emc.pdf adresinden indirebilirsiniz.

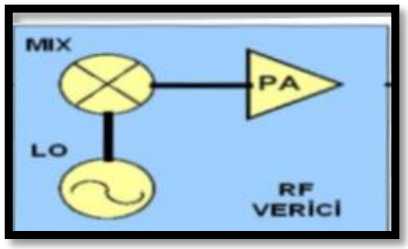
14.12.5 Kablosuz İletişimin (RF) Genel Yapısı ve Birimleri

Radyo frekansı ile kablosuz olarak çalışmanın temel yapısı aşağıdaki blok diyagramda özetlenmiştir. Bilgi kaynaktan çıkar RF vericiden anten yardımıyla gönderilir. Bilgi havada ilerledikten sonra alıcı kısımdaki anten yardımıyla alınır ve istenen hedefe bilgi ulaştırılır.

RF verici, girişine verilen dijital bilgiyi transfer edebilmek için işareti elektromanyetik dalgaya dönüştürür. Buradaki RF verici kısmı şu şekildedir.



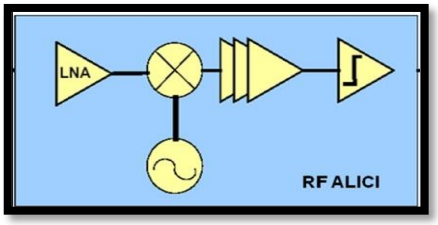
Şekil-14.11 *RF haberleşme genel yapısı ve bileşenleri*



Şekil-14.12 *RF verici*

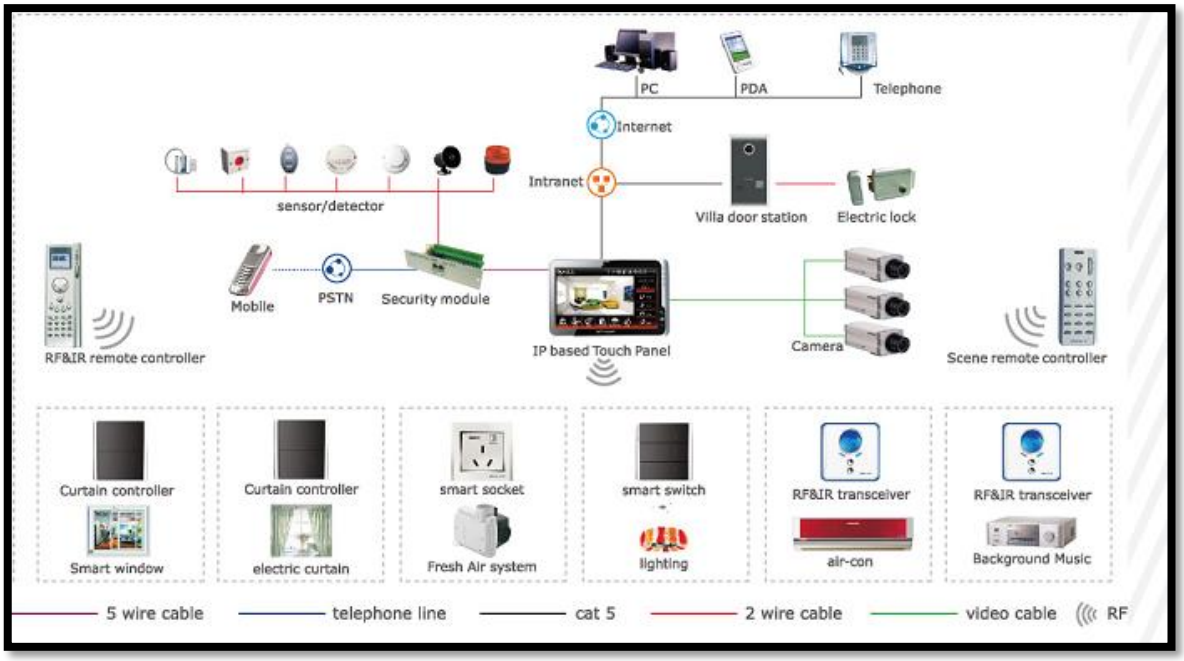
Yukarıdaki şekilde gösterilen "LO" ile ifade edilen osilatördür, frekans üretir. "MIX" modülatördür. Kullanılan RF modüle göre bu projede frekans kaymalı anahtarlama yapmaktadır. "PA" ise kuvvetlendiricidir.

RF alıcı ise modüle edilerek gönderilen elektromanyetik dalgayı alır ve demodüle ederek verici girişine verilen orijinal forma dönüştürür.



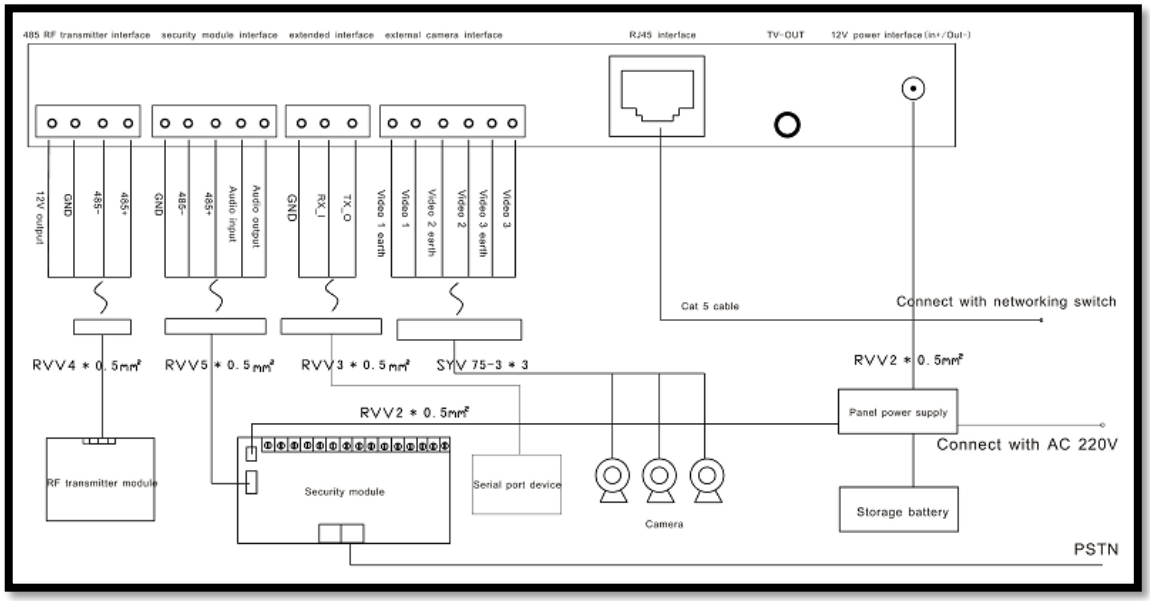
Şekil-14.13 *RF alıcı*

Yukarıdaki şekilde gösterilen "LNA" düşük gürültülü kuvvetlendiricidir. Gelen sinyal çözüldükten sonra integral alıcı devreye gönderilir ve işaret ilk formatına çevrilerek hedefe iletilir.



Şekil-14.14 *RF çalışan bir akıllı ev uygulamasının şeması*

Yukarıdaki şekilden de görüldüğü üzere perde kontrolü, aydınlatma kontrolü, elektrikli cihazların kontrolü RF ile sağlanmaktadır.



Şekil-14.15 *RF çalışan akıllı ev panelinin bağlantı şeması arkadan görünümü*

Dikkat edilirse haberleşmede RS485 standardı kullanılmakta ev cihazları ile haberleşmek için RF Transmitter Modülü bulunmaktadır.

14.13 KNX (KONNEX) SİSTEMLER

EIB kısaltmasının anlamı şudur: "European Installation Bus". 1990 yılında 15 farklı üreticinin bir araya gelerek birlikte oluşturduğu, birçok farklı ürünün aynı dili konuşabildiği akıllı bina yönetim sistemi protokolüdür. Bu ifade, farklı üreticilere ait ürünlerin, söz konusu BUS sistemine bağlandıkları takdirde birbirleri arasında "iletiler" alıp gönderebilmesini sağlayan Avrupa'da geçerli bir standardı tanımlamaktadır. Bu nedenden dolayı EIB sistemindeki çeşitli cihazlar birbirleriyle sorunsuz bir şekilde anlaşabilmektedir. EIB protokolü, 2006 yılında "KONNEX (KNX) İş Ortaklığı" adını almıştır. Böylelikle EIB kısaltması bir anlamda içerisinde bulunan "Avrupa"ya özel kullanım şeklini, dünya çapında uluslararası bir standart haline taşımıştır.

KNX 150 den fazla imalatçı üyesi olan, 4500' den fazla onaylanmış malzeme grubu bulunan, dünya üzerinde 10 milyondan fazla monte edilmiş, 50.000 den fazla lisans satmış kalıcı bir bina otomasyon sistemidir. KNX Bina Otomasyon Sistemi, dünya üzerinde 35.000 den fazla elektrik projeci ve uygulamacı tarafından kullanılmıştır.

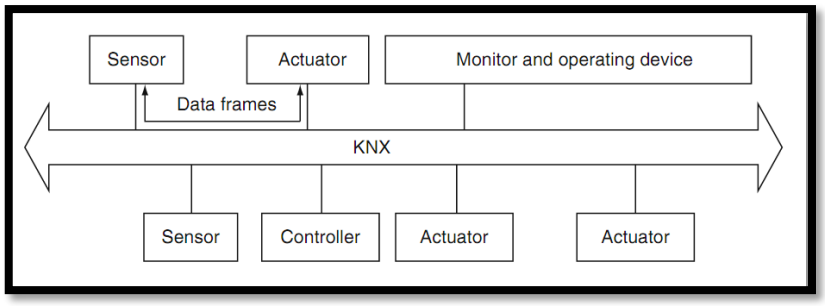
***Tablo-14.4** KNX Frame (telgraf) açıklaması ve bit yapıları*

octet 0	1	2	3	4	5	6		7	8	..	N - 1	N ≤ 22
Control Field	Source Address		Destination Address		Address Type; NPCI; length	TP CI	AP CI	data /AP CI	data			Frame Check

Detaylı bilgi için: www.knx.org adresi ziyaret edilebilir.

- *Aşağıdaki fonksiyonlar sağlanabilir.*
- *Aydınlatma Kontrolü*
- *Perde/Panjur veya Jalûzi Kontrolü*
- *Isıtma/ Soğutma ve İklimlendirme Kontrolü (Split Klima, VRF, Fan Coil, Yerden Isıtma, Kalorifer vb.)*
- *Alarm ve Uzaktan Sistem Kontrolü (İnternet üzerinden kontrol vb.)*
- *Multimedya Sistem Kontrolü (Audio/ Video vb.)*
- *Yük Kontrolü ve Yönetimi*

***Not:** Bunların Dışında çeşitli dönüştürücü ve ara cihazlar vasıtasıyla farklı fonksiyonları sunabilir. CCTV, multimedya, interkom gibi elektriksel sistemlere de entegre edilebilir.*



***Şekil-14.17** KNX Sistem elemanları*

Sistem iki telli bir BUS Hattı (24V DC) ve bu hatta güç veren bir güç kaynağı ile bağlanan duyarga (algılayıcı, anahtar vb.) ve aktüatör (sürücü) elemanlarından oluşmaktadır.

Sitem çalışmasında merkezi bir işlemci veya bir bilgisayara ihtiyaç duyulmamaktadır.

Sistem elemanları, bağlı oldukları BUS hattı üzerinden birbirlerine ileti göndererek merkezi bir kontrol ünitesi olmaksızın bağımsız olarak işlevlerini yerine getirir.

Bu da sistem üzerinde çok yaygın bir otomasyon imkânı sağlamaktadır. Basit an lamda herhangi bir algılayıcı (on/off anahtarı, ışık seviye duyargası, ısı duyargası vb.) sistemin durumunu yayınlar; bu bilgileri alan sürücüler de (açma kapama ünitesi, dimmer, solenoid vana, fan-coil vb.) programları dâhilinde aldıkları komutları/işlevleri yerine getirir.

Kablolama
Kablolamada 2x2x0,8mm2 kesitinde özel olarak imal edilen yeşil renkte EIB-BUS kablosu kullanılır. Tedarik etmenin güç olduğu durumlarda benzer özellik gösteren yangın kablosu kullanılabilir.

Sistemde kablo altyapısı oldukça basittir. Genelde tüm otomasyon ürünlerine (duyargalar, sürücüler vb.) giden bir BUS hattı seri bir şekilde tüm cihazlara bağlanır. Bunun dışında sürücülere birbirinden bağımsız olarak kullanılacak yüklerin enerji bağlantıları yapılır.

EIB sistemler genel olarak kablo ile haberleşen sistemler olmasına rağmen, üretici firmaların, altyapının elverişsiz olduğu durumlar için üretmiş olduğu kablosuz RF sistem ile haberleşebilen ürünleri de mevcuttur.

KNX standardına uygun ürünlerde KNX logosu bulunmak zorundadır.



Şekil-14.18 *KNX Logosu*

14.13.1 Sistemin Temel Elemanları

Algılayıcılar (Duyargalar)
KNX Sistemler temelde algılayıcılar ve sürücü elemanlarından oluşur. Algılayıcılar yani duyargalar; hareket duyargaları, gaz-duman duyargaları, ısı/sıcaklık duyargaları, çeşitli alarm duyargaları veya merkezi kontrol sunan dokunmatik otomasyon anahtarları ve dokunmatik otomasyon panelleri vb. olarak sıralanabilir. Sistem gerek BUS hattına bağlanabilen duyargalardan verileri alabilir, gerekse birtakım otomasyon ürünleri vasıtasıyla konvansiyonel duyargalardan gelen kuru kontak, röle çıkış, 0-10 V, 1-10 V, 0-20 mA veya 4-20 mA gibi bilgileri okuyabilir.

Örneğin basit bir giriş senaryosu dâhilinde istenirse tek bir tuşla ya da bina içerisinde girdiğiniz zaman sizi algılayan bir varlık duyargası vasıtasıyla, ortamdaki ışık yeterlilik düzeyine göre aydınlatmalar ve panjurlar açılır, sıcaklık durumuna göre ise klima ayarlanan bir şekilde çalışmaya başlar, müzik yayın sistemi çalışır ve sisteminin istenen konumu alması sağlanmış olur. Binadan çıkışlarda ise, binadaki tüm elektrikli cihazlarınızın enerjisi kesilebilecek aydınlatmalar, klimalar ve perde-panjurlar kapanabilecek, ısıtma /soğutma sistemini kontrol edebilecek senaryolar da yapılabilir.

Tablo-14.5 *SetComBt KNX Otomasyon 8 in 1 duyarga açıklaması*

	***KNX Hareket Duyargası*** *Sıcaklık algılama, LUX algılama, Master & Slave kontrolü, lojik kontrol vb. işlevleri ile gömülüdür. Çeşitli veri noktaları gönderme fonksiyonuna sahiptir ve pek çok farklı KNX cihazını kontrol etmek için kullanılabilir.*
Parametreleri *Çalışma gerilimi (BUS ile besleme) 21-30 VDC* *Akım tüketimi EIB / KNX (çalışıyor) <20 mA* *Statik akım: <5 mA*	***İşlev*** *1-Anahtar* *2-Merdiven lambası* *3-Ana-bağımlı kontrol* *4 perde* *5-Deklanşör* *6-Sahne kontrolü* *7-Mutlak karartma* *8-Sıcaklık* *9-Mantıksal kontrol* *10-Kombinasyon kontrolü* *11- Durum raporu*

Sürücüler (Aktüatör)

Sürücüler, duyargalardan aldıkları verilere ve programlarına göre işlevleri gerçekleştiren genellikle açma-kapama yapan ürünlerdir. Bu ürünleri genel anlamda mekanik otomasyonda kullanılan bütünleşik röle-kontaktör ikilisine benzetebiliriz.

Farklı üreticilerin farklı yük tiplerini kontrol eden, kontak sayısı, akım kapasitesi, program parametreleri değişiklik gösteren birçok sürücüsü bulunmaktadır. Sadece tek bir veya birden farklı işlevi gerçekleştiren sürücüler de bulunabilmektedir. Sürücüler genellikle, din-ray'e montajlı pano tipi ürünler olduğu gibi, buat ya da anahtar kasalarına sığabilecek boyutlarda az yer kaplayan saha tipi ürünler de olabilir.

İşlevlerine göre sürücüleri (aktüatör) sınıflandırırsak;

- *Açma-kapama sürücüsü*
- *Dimmer sürücüsü*
- *Panjur/ Jalûzi sürücüsü*
- *Isıtma sürücüsü*
- *Fan Coil sürücüsü*
- *Analog sürücüler olarak sıralanabilir.*

Tablo-14.6 *SetComBt KNX otomasyon 4 kanal 16 Amper aydınlatma röle ürünü açıklaması*

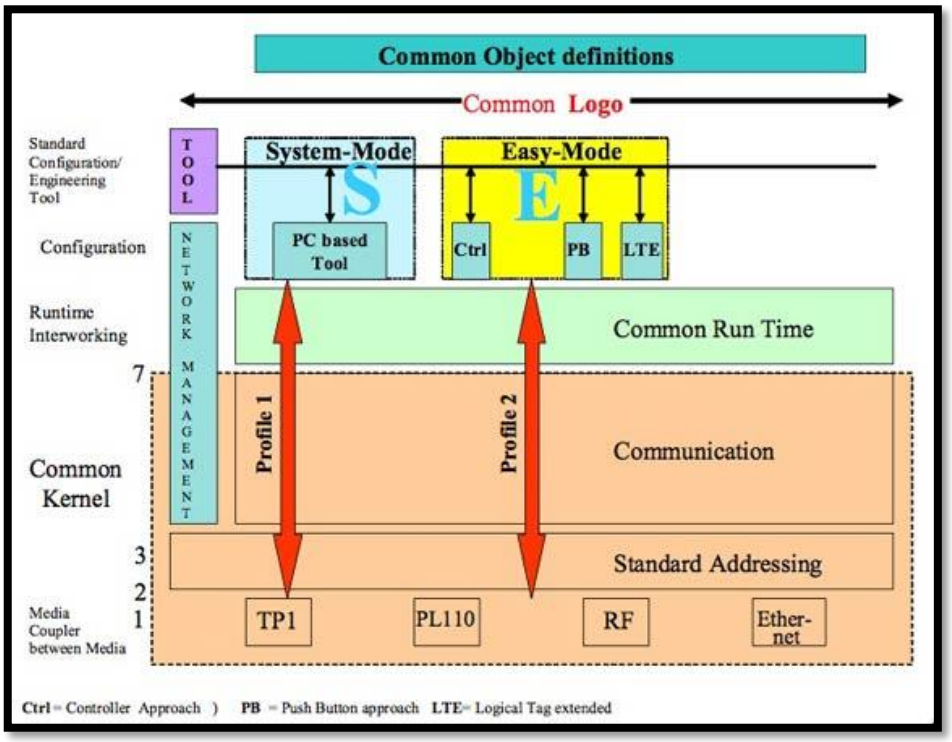
	***Açıklama*** *4 Kanal 16A Röle Modülü HDL KNX serisi Anahtarı Avrupa güvenlik standartlarına ve KNX protokolüne uyan aktüatörler.* *16A serisi Switch Aktüatörler 50A yüksek güçlü manyetik kilit rölesi kullanır, sıfır güç tüketimi, uzun ömür, düşük güç kaybı verir. NO / OFF kontrolü için herhangi bir lokasyonda kullanılabilir.*
Parametreler *1- Çalışma Gerilimi (Güç Tüketimi): 21-30V DC* *2- Dinamik Akım: <15mA* *3- Statik Akım: <5mA* *4- Dinamik Güç Tüketimi: <450mW* *5- Statik Güç Tüketimi: <150mW* *6- Çıkış Akımı: 16A* *7- Maksimum çıkış akımı: 20A* *8- Nominal gerilim: 250V AC (50 / 60Hz)* *9- Çıkış Kanalı: 4 geçiş kanalı* *10- Elektrik ömrü:> 10000* *11-Mekanik ömrü:> 100000*	***İşlev*** *1-Kanalın çalışma süresi için istatistiksel fonksiyonlar* *2 Kanallı durum yanıtı* *3-1-Açma / kapatma durumu, Kapatma veya Açma işlemi sırasında ayarlanabilir* *4 Zamanlayıcı İşlevi* *5-Sahne Kontrolü* *6-Eşik İşlevi* *7-Perde Kontrol fonksiyonu* *8-Mantık Fonksiyonu: Veya, Xor, Kapı* *9-Isıtma fonksiyonu: PWM kontrol çıkışı*

14.13.2 KNX Adresleme ve Yazılım

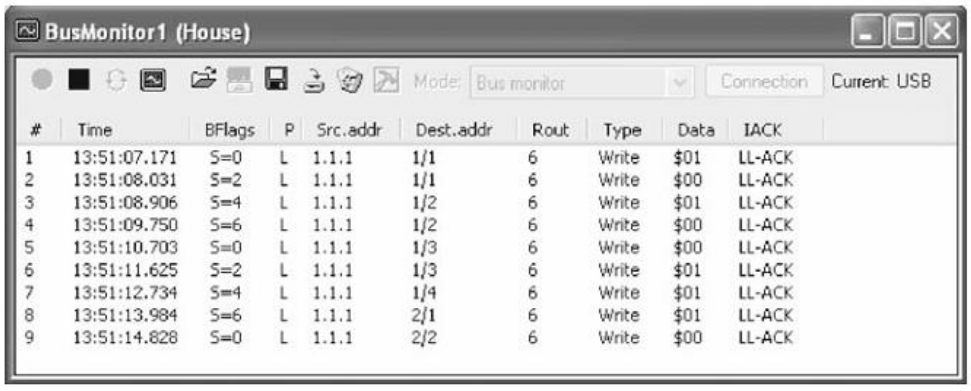
KNX sistemlerinde her cihazın bir id(numarası) si olması gereklidir (güç kaynakları hariç). KNX gövdesinde (frame) adresleme için 16 bit ayrılmıştır.
-4 bit area (bölge)
-4 bit line (hat)
-8 bit her hattaki cihaz sayısı.

Buradan hareketle şunları söyleyebiliriz.
15 bölge adresleyebiliriz (1–15)
12 hat her bölgede adreslenebilir (1–12)
64 cihaz her hatta adresleyebiliriz. (1–63)
Sonuç olarak maksimum 63x12x15=11.340 (duyarga, aktör) + 12x15=180 hat ve en fazla 15 bölge adreslenebilir.

KNX sistemleri yapılandırırken ETS adı verilen program kullanılır güncel olarak ETS v.4 'ü KNX web sitesinden indirebilirsiniz. ETS ile sadece konfigürasyon değil aynı zamanda sistemin sorun giderme ve test işlemlerini de gerçekleştirebilirsiniz.



Şekil-14.19 *KNX mimarisi*



#	Time	BFlags	P	Src.addr	Dest.addr	Rout	Type	Data	IACK
1	13:51:07.171	S=0	L	1.1.1	1/1	6	Write	$01	LL-ACK
2	13:51:08.031	S=2	L	1.1.1	1/1	6	Write	$00	LL-ACK
3	13:51:08.906	S=4	L	1.1.1	1/2	6	Write	$01	LL-ACK
4	13:51:09.750	S=6	L	1.1.1	1/2	6	Write	$00	LL-ACK
5	13:51:10.703	S=0	L	1.1.1	1/3	6	Write	$00	LL-ACK
6	13:51:11.625	S=2	L	1.1.1	1/3	6	Write	$01	LL-ACK
7	13:51:12.734	S=4	L	1.1.1	1/4	6	Write	$01	LL-ACK
8	13:51:13.984	S=6	L	1.1.1	2/1	6	Write	$01	LL-ACK
9	13:51:14.828	S=0	L	1.1.1	2/2	6	Write	$00	LL-ACK

Şekil-14.20 *SetComBt Kanada 480 Daire Centramen Residans aydınlatma test ekranı*

14.13.3 KNX Avantajları

KNX kontrol ve otomasyon sistemi dünya çapında 120'nin üzerinde imalatçı ortağı olan, binlerce onaylanmış malzeme grubu bulunan ve en istikrarlı akıllı ev ve bina otomasyon sistemi haline gelmiştir. Diğer kendine has kablolama ve altyapısı sunan kapalı kaynak otomasyon sistemlerine nazaran; açık kaynaklı oluşu, farklı sistemlere kolaylıkla uyum sağlaması, geniş üretici ve ürün yelpazesi ile en az bakım gerektiren, sorunsuz bir sistem olması, çoğu zaman birçok projede tercih sebebi olmasını sağlamıştır. Dolayısıyla EIB protokolüyle altyapısı hazırlanan bir projede, tek bir üretici ve markaya bağımlı kalmaksızın bu protokolü destekleyen birçok farklı markada ürün grupları bir arada rahatlıkla kullanılabilir.

14.13.4 KNX Dezavantajları

KNX Dezavantajları olarak ETS Programının kurulum ve yapılandırılmasının zor oluşundan bahsedilebilir. Bunun Yanında diğer sistemlere göre az da olsa kablo maliyetinden söz edilebilir.

14.14 ZİGBEE NEDİR?

- *IEEE'nin 802.14.4 koduyla standartlaştırdığı bir kablosuz iletişim protokolüdür.*
- *868 MHz-20kb/s, 915 MHz-40kb/s ve 2.4 GHz-250kb/s olarak 3 farklı hızda çalışır.*
- *10 – 75 metre mesafeyi destekler.*
- *6 Ay – 2 Yıl arası batarya ömrü vardır.*
- *Güçlü bir şifreleme kullanır. (AES–128)*
- *Maliyeti düşüktür.*
- *Kurulumu kolaydır.*

Tablo-14.7 *IEEE 802.15.4'ün temel karakteristikleri*

Özellik	Aralık
Data Hızı	868 MHz-20kb/s, 915 MHz-40kb/s, 2.4 GHz-250kb/s
Ünite Sayısı/Ağ	255
Mesafe	10 - 75 m
Karmaşıklık	Mevcut standartlardan daha az karmaşık
Batarya Ömrü	6 Ay – 2 Yıl
Kanal Sayısı	868, 915 MHz – 11 Kanal, 2.4 GHz – 16 Kanal
Adres	8 bit veya 64 bit
Sıcaklık	-40 … 85 °C

<u>Tarihçesi</u>

Mayıs 2003: IEEE 802.15.4 tarafından tamamlandı
Aralık 2004: ZigBee özelliği onaylandı.
Haziran 2005: Kullanıma sunuldu.

14.14.1 ZigBee'nin Tanıtımı

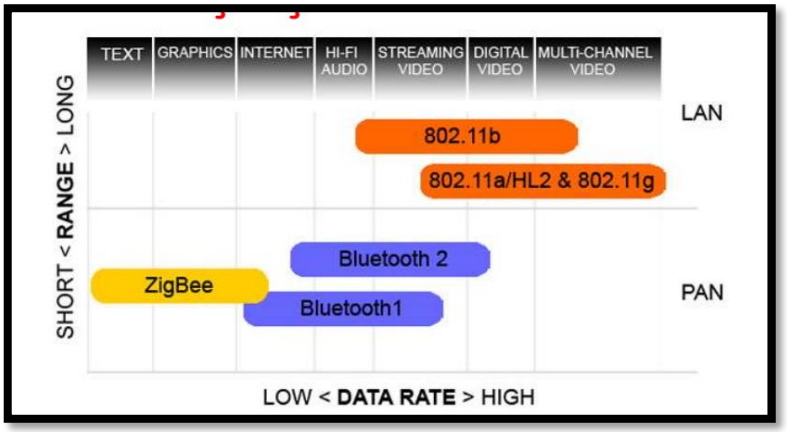
IEEE 802.15.4 standardı çoklu ağ topolojisine sahiptir. Bu ağ topolojileri yıldız bağlantı ve noktadan noktaya bağlantı şekillerini içermektedir. Şekil 1 ZigBee'nin ağ bağlantı biçimlerini göstermektedir.

Güvenilir olması, düşük maliyeti ve enerji tasarrufu gibi avantajları göz önüne alındığımızda ZigBee, PC girdi aygıtları gibi duyarga ve yönetim ürünlerinin kablosuz bağlantıları için kullanılabilmektedir. ZigBee, kablosuz iletişim kanallarının otomatik olarak aranmasına ve çok sayıda kablosuz ağın bir arada var olmasına imkân tanımaktadır.

ZigBee teknolojisi ürünleri, dünya çapında kullanıma açık olan 2,4 GHz frekans aralığını kullanmaktadır. Buna ek olarak, Amerika kıtasında 915 MHz ve Avrupa'da 868 MHz de kullanılabilmektedir. 2,4 GHz frekansında on kanal ile 250 kbps, 915 MHz frekansında altı kanal ile 40 kbps ve 868 MHz frekansında bir kanal ile 20 kbps hızlarına erişilebilmektedir.

Ürünlerin erişim mesafesi iletim gücü ve çevre etkilerine bağlı olarak 10 ile 75 metre arasında değişmektedir.

Dosyaların akışına bağlı olarak ZigBee aygıtları derin uykuya dalarak enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu sayede saatler süren uyku devreleriyle birlikte bataryanın kullanım süresi, ideal bağlantı tekniği ile birlikte aylarca (hatta 1 yıla kadar) dayanabilmektedir.



Şekil-14.21 *ZigBee çalışma frekansı*

14.14.2 Kullanım Alanları

- *Akıllı ev, akıllı bina sistemlerinde kullanılır. (ışık kontrolü, pencere ve kapı kilitleri, ısıtma, soğutma, panjur kontrolü, perde kontrolü)*
- *Medikal alanlarda takip sistemleri haberleşmesinde kullanılır.*
- *Endüstriyel sistemlerde duyargaların ve cihazların haberleşmesi için kullanılır.*
- *Bankacılık alanında hızlı ödeme sistemlerinde ve benzer alanlarda kullanılır.*

ZigBee'nin Diğer Kablosuzlardan Farkı

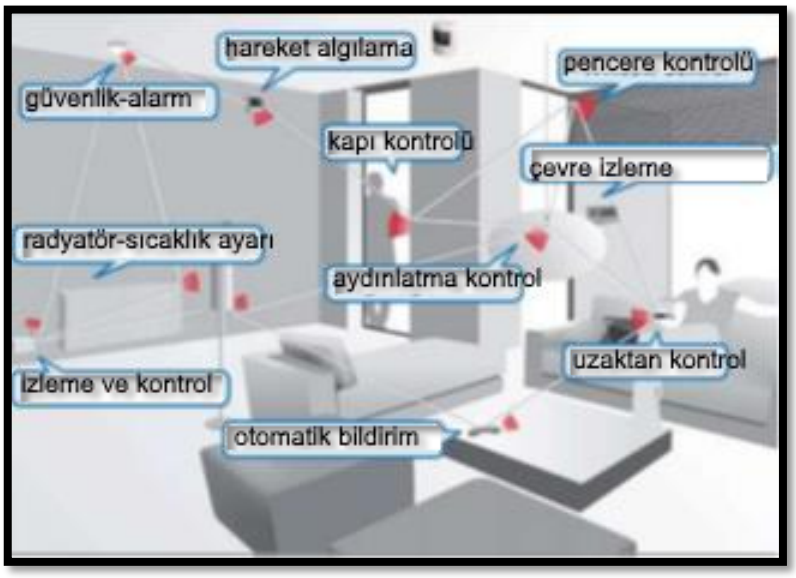
ZigBee'nin amacı sık kullanılmayan ama uzaktan kullanımı da gerekebilen cihazlara ya da nokta algılayıcılara bir kablosuz ağ protokolü sunmak. Bu konudaki en tanınmış rakibi aslında Bluetooth fakat onla aynı pazara hitap etmediklerinden ancak 1/6 hızında ve kapsama alanı bluetooth dan daha fazla. Farkı ise inanılmaz az enerji harcaması ve büyük olasılıkla tekrar şarj edilmeyecek piller ile kullanılacak olması. ZigBee'nin kullanım alanı o kadar çok ki bunlar ev aygıtlarından, arabaların çeşitli parçalarına kadar birçok yer olabilir. Sonuçta size bilgi gelmesini isteyeceğiniz her nokta ZigBee için uygun bir sistem ayrıca kablosuz ve ucuz olduğundan kablolama maliyetlerini de düşürebilir. Hatta bazı sürümleri kendi enerjilerini üretecek şekilde bile tasarlanabilir.

Tablo-14.8 *ZigBee ile farklı kablosuz ağların karşılaştırılması*

	ZigBee	GPRS/GSM	Wi-Fi	Bluetooth
Odaklanma alanı	İzleme ve Kontrol	Geniş alan ses ve veri	Web, email, Video	Kablo yerine
Sistem Kaynağı	4-32 Kb	16 Mb+	1 Mb+	250Kb+
Pil Ömrü (gün)	100- 1000+	1-7 Gün	0.5-5	1-7
Ağ Boyutu	Sınırsız 2^{64}	16 Mb+	32	7
Ağ veri genişliği (kb/sn)	100- 1000+	64 - 128+	11000-54000	720
Kapsama Alanı (metre)	1 - 100+	1000+	1-100	1-10+
Başarı alanları	Dayanıklılık, maliyet, güç tüketimi	Ulaşılabilirlik, kalite	Hız, esneklik	Maliyet, rahatlık

İncelediğimizde ZigBee 802.15.4 standardının veri yoğunluğu bakımından biraz zayıf kaldığı görülebilir. Ancak topoloji (yapı), range (menzil) ve güç bakımından üstünlük sağlamaktadır.

Ayrıca düğüm sayısı diğerlerinin düğüm sayısından çok çok fazladır ve bu özelliği ile kablosuz ağ alanında birçok uygulama alanında kullanılabileceği konusunda kendini kanıtlamıştır.



Şekil-14.22 *ZigBee Kullanılan örnek bir akıllı ev uygulaması*

14.15 SMARTBUS-RS485 SİSTEMLER

Akıllı ev ve Bina sistemlerinde yaygın kullanılan haberleşme protokolü RS485 dir burada veri iletimi için ise BUS kablosu kullanılmaktadır.

RS232 maksimum 20 kbps veri iletim hızında sadece 2 cihaz arasında haberleşmeyi sağlayan seri haberleşme standardıdır, bu iki cihaz arasındaki maksimum kablo uzunluğu 15 metre olabilir. Son yıllarda haberleşmesi gereken düğüm sayısı ve kablo mesafelerinin daha uzun olması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı;

- *Daha uzun mesafede haberleşme*
- *Birden fazla DTE bağlama*
- *Daha hızlı haberleşme*

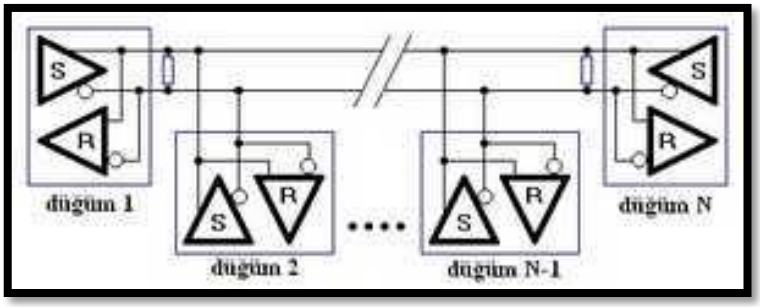
RS485 EIA tarafından tanımlanmış seri bir haberleşme standardıdır. Birden fazla cihazın birbirleriyle haberleşmesi gereken veri işleme ve kontrol uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılır.

RS232 nin en temel problemi sinyal hattı üzerindeki gürültüden kolay etkilenir olmasıdır.

RS232 protokolü alıcı ve verici arasındaki veri ve anlaşma hattı voltajlarını ortak bir toprak hattı kullanarak karşılaştırır. Toprak hattındaki herhangi bir voltaj artımı felaket sonuçlar doğuracaktır. Bu yüzden RS232 tetikleme seviyesi +/- 3volta ayarlanmıştır. Bu nedenle mesafe arttığında gürültü hızla artar. RS485 standardında ise sinyal referansı için ortak sıfır kullanılmaz. Bu sebeple RS485 alıcı ve verici ünite arasındaki voltaj seviye farkı bir problem oluşturmaz. RS485 sinyalleri değişkendir ve her bir sinyal Sig+ ve Sig- hatları üzerinde iletilir.

RS485 alıcısı sinyal hattı üzerindeki kesin voltaj seviyesi yerine iki hat arasındaki voltaj farkını karşılaştırır. Bu sayede birçok haberleşme sorunun temeli olan toprak döngüsü önlenmiş olur.

RS485 in network yapısı veri işleme ve kontrol uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılmasının ana nedenidir. 12 kohm giriş direnci ile networke 32 cihaza kadar bağlantı yapılabilir. Daha yüksek giriş direnciyle bu sayı 256 ya kadar çıkarılabilir. RS485 tekrarlayıcıları ile bağlanabilecek cihaz sayısı birkaç bine, haberleşme mesafesi de birkaç kilometreye çıkabilir. RS485 bunun için ayrıca bir donanım istemez yazılım kısmı da RS232 den zor değildir.



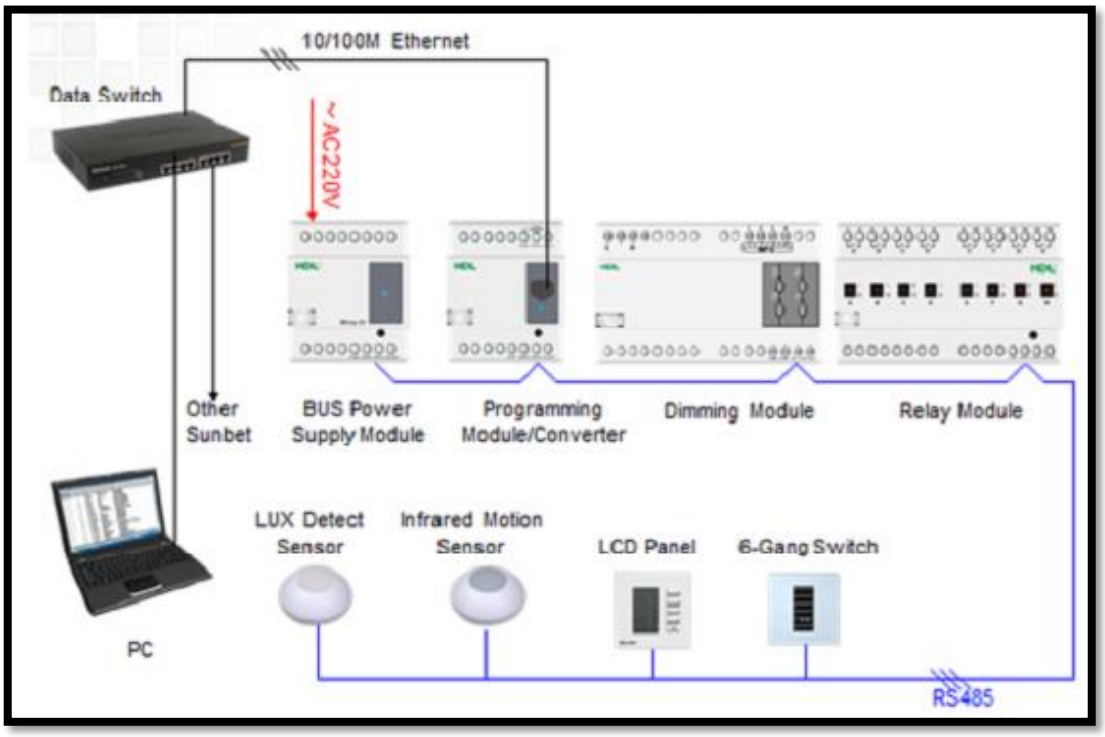
Şekil-14.23 *RS485 ağ yapısı*

Yukarıdaki resim RS485 network yapısını göstermektedir. N kadar düğüm çok noktalı RS485 networkuna bağlanmıştır. Hattın iki ucundaki R dirençleri 100 ohm seçilerek yansıma önlenmiş olur böylece daha yüksek hız ve daha uzun mesafeye erişilmiş olur.

RS485'in Belli Başlı Teknik Özellikleri

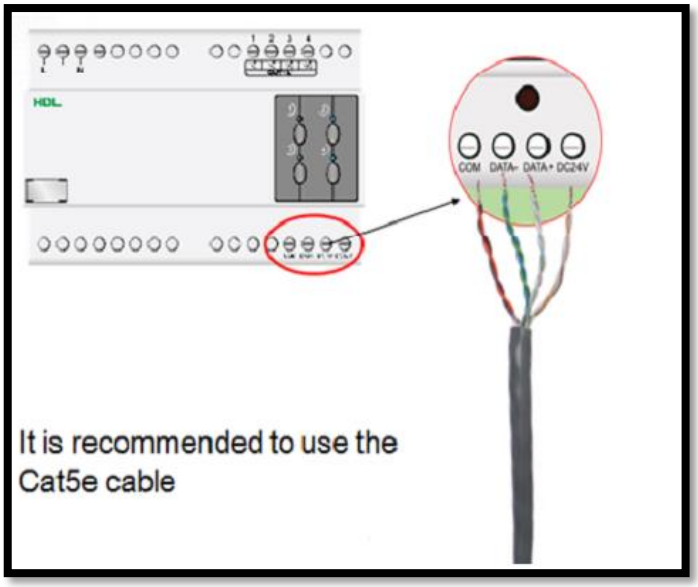
- *Maksimum sürücü sayısı: 32*
- *Maksimum alıcı sayısı: 32*
- *Çalışma şekli: Half Duplex*
- *Network Yapısı: Çok noktalı bağlantı*
- *Maksimum Çalışma Mesafesi: 1200 metre*
- *m kablo uzunluğunda maksimum hız: 35 Mbps*
- *1200 m kablo uzunluğunda maksimum hız: 100 kbps*
- *Alıcı giriş direnci: 12 kohm*
- *Alıcı giriş duyarlılığı :+/- 200 mvolt*
- *Alıcı giriş aralığı : -7…12 volt*
- *Maksimum sürücü çıkış voltajı : -7…12 volt*
- *Minimum sürücü çıkış voltajı (yük bağlı durumda) : +/- 1.5 volt*

14.15.1 Sistem Şematiği



Şekil-14.24 *SetcomBt Smart BUS Sistem şematiği*

Şekilde de görüldüğü üzere akıllı ev bina otomasyonunda kullanılan modüller yukarıda açıklanan RS485 ile haberleşmektedirler.



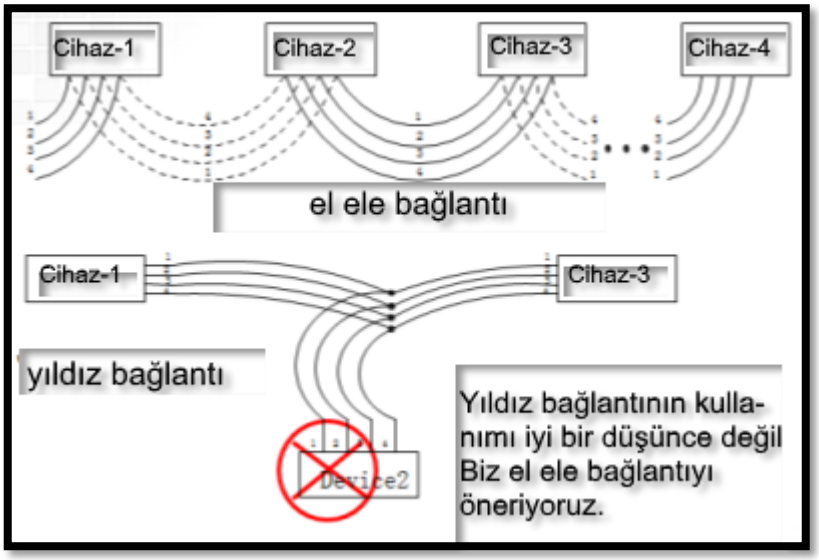
Şekil-14.25 *Haberleşme için kullanılan kablo ve çıkışlar*

Yukarıda görüldüğü üzere sistemde kontrol ve programlama modülleri mevcuttur. Bu Modüller BUS adı verilen topoloji ile birbirlerine bağlanırlar. Her modülde şekilde görüldüğü üzere Com, Data+, Data-, DC24 V çıkışları vardır bir cat5 kablo ile birinden çıkıp diğerine girecek şekilde sistem modülleri arasındaki iletişim sağlanır.

14.15.2 Smart BUS Topolojisi

Sistemde BUS topoloji kullanılır bunun anlamı ortak tek hat üzerinden cihazların haberleşmesidir basit bir anlatım kablo bir cihazdan çıkıp diğerine geçer ve böylece haberleşme hattı oluşturulmuş olur.

Sistem ethernet switch ve PC kullanarak yapılandırılır. PC sadece yapılandırmak için gereklidir, bu işlemden sonra sistemde olma mecburiyeti yoktur.



Şekil-14.26 *SmartBus cihazların BUS hattına dâhil edilmesi*

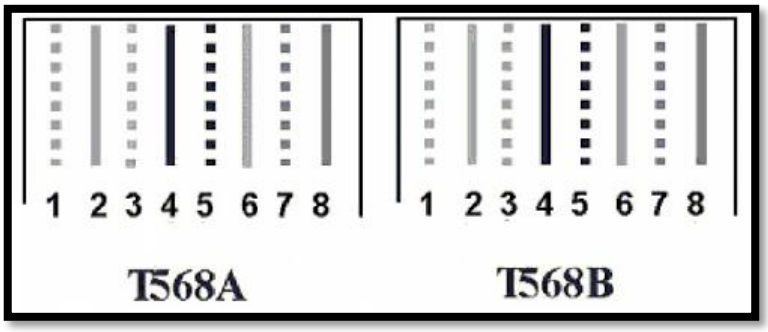
14.15.3 Smart BUS Kurulum

Sistemde dairenin genelde girişine ya da uygun bir lokasyona bir pano koyulur modüller bu panoya yerleştirilip kolayca kablolaması gerçekleştirilir. Ayrıca kontrol edilecek anahtar, perde, RF, detektörler, duyargalar, ses sisteminden bu panoya kablo çekilir.



Şekil-14.27 *Örnek pano*

14.15.4 Smart BUS Kablo Yapımı

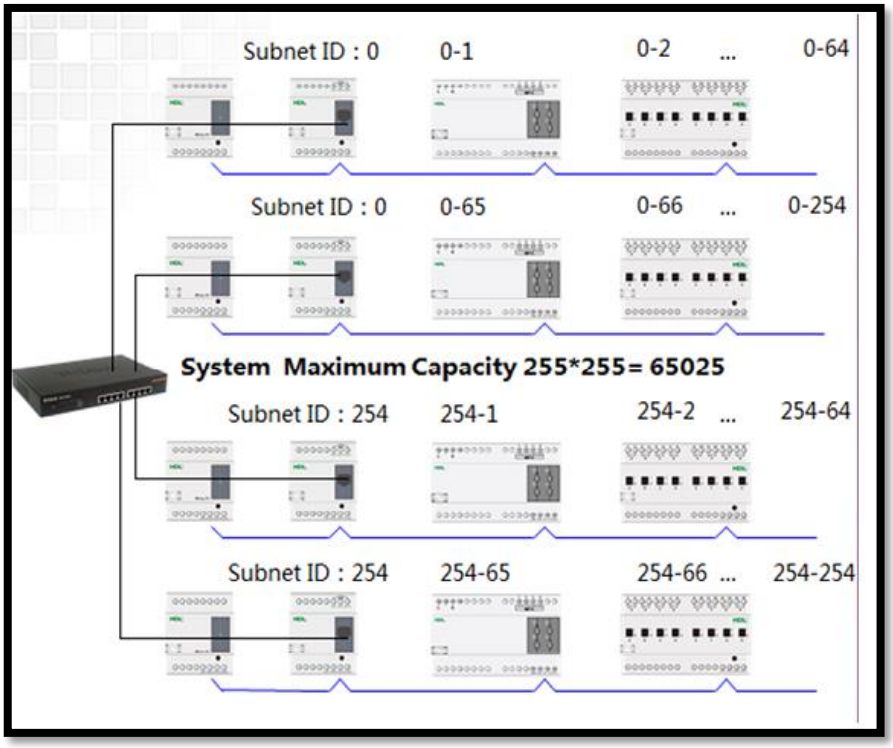


Şekil-14.28 *Kablolama*

<u>Standard 568A:</u>
Yeşil beyaz-1, Yeşil-2, Turuncu Beyaz-3, Mavi-4, Mavi Beyaz-5, Turuncu-6, Kahverengi Beyaz-7, Kahverengi-8
<u>Standard 568B:</u>
Kahverengi Beyaz -1, Kahverengi-2, Yeşil Beyaz-3, Mavi-4, Mavi Beyaz-5, Yeşil-6, Kahverengi Beyaz-7, Kahverengi-8

14.15.5 Smart BUS Sistem Sınırları

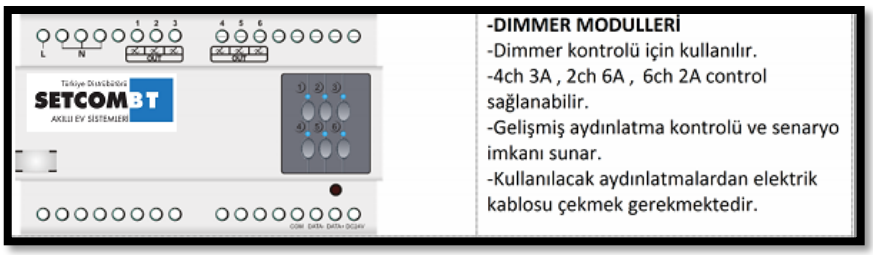
- *Bu sistemde maksimum bir subnette (daire denilebilir) 64 tane kontrol modülü olabilir. Bu kontrol edilecek cihaz sayısı değildir sistemin kendi kontrol modülleridir örneğin en üst segment ve full konfigürasyonda 25 cihaz kullanılmıştır.*
- *Her subnet arası maksimum 1200 metre olabilir.*
- *Elektrik kablosu ile BUS kablosu paralel çekilmek istenirse arada minimum 50 cm olmalı.*
- *Bir sistemde kullanılacak maksimum modül sayısı aşağıda görüldüğü üzere 65.025'tir.*



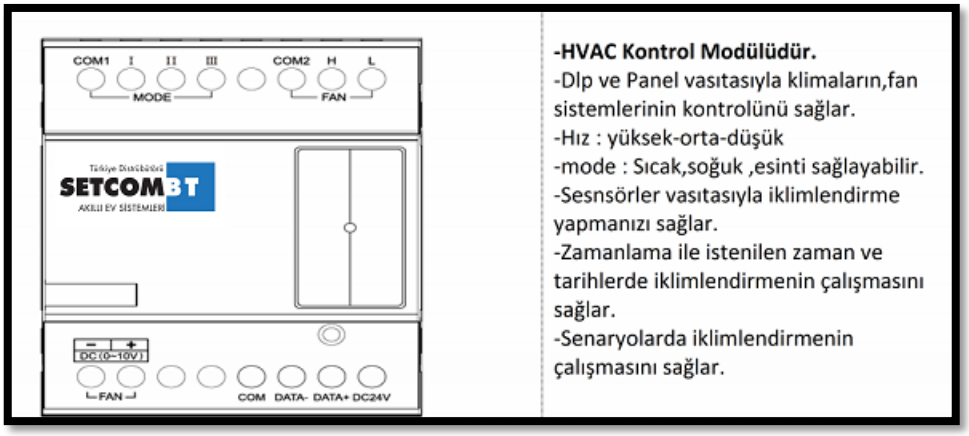
Şekil-14.29 *Sistem limitleri ve topolojisi*

14.15.6 Sistemin Başlıca Özellikleri

- *Aydınlatma, perdelerinizi kontrol edebilir, çeşitli senaryolarda kullanabilirsiniz. Duyargalar ile örneğin "Saat 7 den sonra hareket algılandığında ışıklarım yansın" şeklinde yapılandırılabilir.*
- *Merkezi müzik sistemi ile SD karttan, USB'den, bilgisayardan listeler oluşturabilir dilediğiniz odada dilediğiniz müziği dinleyebilirsiniz. Radyo dinleyebilirsiniz.*
- *Sisteme gaz, duman, hareket, nem vb. duyargalar bağlayıp güvenliği ve emniyeti sağlayabilirsiniz.*
- *Havalandırma, ısıtma soğutma, fan sistemi ve klimalarınızı kontrol edebilir senaryolar oluşturabilir, zamanlayabilir, duyargalara bağlı olarak çalıştırabilirsiniz.*
- *TV, DVD gibi cihazlarınızı kontrol edebilirsiniz.*
- *Gelişmiş zamanlama ve senaryo, programlama özellikleri mevcuttur.*
- *10 inch taşınılabilir panelden tüm kontrollerinizi sağlayabilirsiniz.*
- *Ipad ve Iphone üzerinden kontrol sağlanabilir.*
- *Cep telefonu ve SMS ile evinizi kontrol edebilirsiniz.*



Şekil-14.30 *Örnek bir dimmer röle ve özellikleri*



Şekil-14.31 *Örnek HVAC modülü ve özellikleri*

14.15.7 Smart BUS-RS485 Sistemlerin Avantajları

- *RS485 Geniş bir kullanım alanına ve desteğe sahiptir.*
- *Veri Hızı ve güvenliğinde iyi bir performans sağlar.*
- *Kullanılan modüllerin fazla olması ve otomasyona uygunluk*
- *Sisteme yeni modül eklenmesinin kolay olması*

14.15.8 Smart BUS-RS485 Sistemlerin Dezavantajları

- *Kablo kullanımı ve kablo maliyeti*
- *Programlamanın zor olması*

14.16 AKILLI BİNA UYGULAMA ALANLARI

Özel Konut ve Rezidanslarda Otomasyon

Konut Projelerinde, hususi evlerde otomasyonun çeşitli fonksiyonları vardır bunlardan başlıcaları ısıtma-soğutma yani iklimlendirmenin kontrol edilmesi, aydınlatmaların kontrol edilmesi, perdelerin kontrol edilmesi, evdeki elektrikli cihazların belirli senaryolar dâhilinde kontrol edilmesidir. Standart evlerde dahi artık termostat kontrolü, hareket detektörü ile ışıkların yanması, gün ışığına göre aydınlatma seviyesinin belirlenmesi gibi özellikler mevcuttur.

Tam bir otomasyonda ise şöyle bir düzenleme yapmak mümkündür "Sabah eğer evin sıcaklığı 26 ˚C'nin altındaysa klimaları çalıştır, perdeleri aç, kahve makinasını çalıştır, salondaki hareket detektörünü pasif hale getir". Özel Binalarda güvenlik ve konfor için otomasyon tercih edilmektedir.

Ticari Binalarda Otomasyon

Ticari binalarda otomasyon daha çok enerji yönetimi, tasarrufu, güvenlik ve iklimlendirme sistemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Hastaneler, iş merkezleri, fabrikalar, teşhir salonları, bankalar, alışveriş merkezleri genelde kullanmaktadır.

14.17 AKILLI EV İLE NELER YAPILABİLİR?

14.17.1 Güvenlik

- *Kontrol Panele entegre çalışan güvenlik modüllerine, hareket, duman, gaz vb. duyargalar entegre edilebilir.*
- *Güvenlik senaryolara dâhil edilebilir internetten kontrol edilebilen bir sistemdir.*
- *Şöyle ki; Acil durum adında bir senaryo hazırladınız bu senaryoda perdeler açılacak, ışıklar yanacak ve TV + Ses sistemi devreye girecek, siz evde yokken hareket detektörü bir hareket algıladığında bu senaryo otomatik olarak devreye girecektir.*
- *Sistemde bulunan detektörler algılama yaptığında sistem fotoğraf çeker ve size gönderir. Şöyle ki; Akıllı Ev sistemimizde 2 numaralı detektör çalıştığında 1 numaralı kamera 4 adet fotoğraf çeksin diyebilirsiniz, zaten sistem size telefon ile bu algılamayı bildirecek siz de internetiniz varsa o an çekilmiş*

fotoğrafları görebilirsiniz ya da evinize geldiğinizde akıllı dokunmatik panelden bu fotoğrafları görebilirsiniz.

- *Tüm sistem internet ile kontrol edilebilir detektörlerin algılama zamanları, kayıtlar… vs. Bunları internetten görebilirsiniz. Örneğin tatile çıktınız güvenlik modülünü aktif hale getirmeyi unuttunuz hemen cep telefonu ya da internetten evinizdeki detektörleri açık hale getirebilirsiniz.*
- *Akıllı Evin zamanlama fonksiyonu vardır. Şöyle ki; Her gün şu saate şunlar olsun diyebilirsiniz. Tatile gidiyorsunuz her akşam 21:00–24:00 arasında evimin ışıkları yansın kapansın diyebilirsiniz. Ya da sabah perdelerim açılsın akşam 19:00 da kapansın diyebilirsiniz.*
- *Sadece güvenlik değil merkezi yönetim. Standart güvenlik sistemleri size telefon ile haber verir. Akıllı ev sistemi size standartların dışına çıkma olanağı sunar. Şöyle ki; Evde yoksunuz gaz kaçağı mevcut ve sizin de şarjınız bitti telefonla haber alamayacak bir konumdasınız ya da su baskını mevcut ya da evde hırsız var, site yönetimi kontrol merkezi yardımıyla bundan haberdar olabilir gerekli önlemleri alır. Sistem görevliye derki 2. bloktaki 4. kattaki 8 numaralı dairenin mutfağındaki detektör gaz algıladı. Standart sistemlerde yapılacak bir şey yoktur. Su bastıktan, yangın çıktıktan ya da haberdar olursunuz.*
- *Sisteme entegre edilen kameraları kolayca internetten izler hatta iş yerinizdeki bilgisayara kayıt yapabilirsiniz. Çocuğunuzun yemek vakti evdeki bakıcı yemeğini veriyor mu ya da uyku saatine uymuş mu? Görebilirsiniz…*



Şekil-14.32 *Örnek güvenlik kartı modülü*

14.17.2 Sesli-Görüntülü İletişim

- *Giriş ile sesli görüntülü konuşabilme*
- *Ziyaretçilere mesaj bırakabilme*
- *Tüm dairelere ile sesli görüntülü konuşabilme*
- *Yaşam alanındaki istenilen yerle sesli görüntülü konuşma yapabilme*

14.17.3 Senaryolar

- *Sınırsız senaryo üretebilirsiniz.*
- *Örneğin Film senaryosunda perdeler kapanır, ışık parlaklıkları artar, klima 20 ˚C'ye gelir TV, DVD Player ve ses sistemi devreye girer.*
- *Siz evden çıkarken tüm ışıkları kapatır güvenlik modülünü aktif hale getirebilirsiniz.*

14.17.4 Mobil ve İnternet Kontrolü

- *Telefonunuz ile evinizdeki TV, DVD Player, Klima, vb. cihazlarınızı kontrol edebilme*
- *Tasarlanan senaryolar ile güvenlik sistemini kontrol edebilme*
- *Evinizdeki tüm sistemi ve cihazları internetten kontrol edebilme*

14.17.5 Site Yönetimi

- *Yönetici tüm dairelere duyuru, ilan ve anket gönderebilir.*
- *Anket sonuçlarını, kimlerin cevap yazdığını görebilir.*

14.17.6 Aydınlatma – Işık Kontrolü

- *Tek bir dokunuşla evinizin tüm aydınlatmasını kontrol altında, panel, akıllı kumanda veya interneti kullanarak tüm ışıklarınızı kontrol edebilirsiniz.*

- *Güvenlik ve diğer senaryolara ekleyebilirsiniz. Örneğin film senaryosunda, ortamın aydınlatmasını otomatik olarak ayarlayabilirsiniz.*
- *Işık seviyelerini de ayarlayabilirsiniz.*

14.17.7 Elektrikli Cihazlar

- *Tüm cihazları kontrol edebilir, senaryolara dâhil edebilirsiniz.*
- *Tüm cihazları internetten kontrol edebilirsiniz.*
- *TV, DVD, Klima, Ses Sistemi, Jakuzi, Buzdolabı, Çamaşır, Bulaşık Makinası vb. tüm elektriksel cihazlarınız.*



Şekil-14.33 *Örnek Bir akıllı ev prizi*

14.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *Douligeris, C., "Intelligent home systems", IEEE Communications Magazine, 52-61 (1993).*
2. *Koyuncu, B., "PC remote control of appliances by using telephone lines", IEEE Transactions on Consumer Electronics, 41 (1): 201-209 (1995).*
3. *Coskun, İ., Ardam, H., "A remote controller for home and Office appliances by telephone", IEEE Transactions on Consumer Electronics, 44 (4): 1291-1297 (1998).*
4. *Park, M. J., Lee, S. J., Yoon, D. H. "Signal detection and analysis of DTMF receiver with quick fourier transform", The 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Korea, 2058- 2064 (2004).*
5. *Jiang, L., Liu, D. Y.,Yang, B., "Smart home research" , Proceedings of the Third International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Shanghai , 659-663 (2004).*
6. *Stefanov, D. H., Bien, Z., Chul Bang, W., "The smart house for older persons and persons with physical disabilities", IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 12 (2): 228-250 (2004).*
7. *Internet: IEEE Xplore "An intelligent smart home control using body gestures" http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/4021173/4021174/04021249.pdf?isnumber=4021174&prod=CNF&arnumber=4021249&arSt=439 &ared=446&arAuthor=Daehwan+Kim%3B+Daijin+Kim (2006).*
8. *Skrzypczak, C. S., "The intelligent home of 2010", IEEE Communications Magazine, 25 (12): 81-84 (1987).*
9. *Yuejun, Z., Mingguang, W., "Design of wireless remote module in X-10 intelligent home", IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1349-1353 (2005).*
10. *Molly Edmonds "How Smart Homes Work - Setting Up a Smart Home" http://home.howstuffworks.com/home-improvement/energy-efficiency/smart-home1.htm*
11. *"Akıllı Bina Teknolojilerinde Kullanılan Teknoloji ve Sistemler" SetComBt Kitabı, http://drive.kontrolkalemi.com/#/view/file/61wqay1ccwrlibde6xog/Modul1.pdf.rar*

BÖLÜM-15
BYS UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Hazırlayanlar:
Hüseyin BULGURCU, Burak BALKIN

15.1 GİRİŞ

Bina Otomasyon Sistemi (BYS), birbirleriyle iletişim özelliği olan, ancak bağımsız olarak da çalışabilen dijital programlanabilir kontrol cihazları, giriş/çıkış modülleri, bilgisayar sistemi, grafik kullanıcı arabirim yazılımı ile enerji yönetimi, ekipman/sistem izleme ve kontrolü işlevlerini gerçekleştiren tam entegre bir yönetim sistemidir.

Bina Otomasyon Sistemi aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır:

- *Saha ekipmanları (Duyargalar/duyar elemanlar, vana-damper motorları vb.)*
- *Bağımsız çalışabilir (Stand alone) Programlanabilir DDC Kontrol Üniteleri*
- *Uygulama/ekipman özel kontrolörler (FCU kontrol üniteleri vb.)*
- *Merkezi Bina Otomasyon Sistemi Bilgisayarı: Grafik tabanlı merkez kullanıcı arabirimi yazılım ve donanımı*

KAPSAM

"……." Bina Otomasyon Sistemi projesi, merkezi bir bilgisayar üzerinden binadaki tüm mekanik sistemlerin kontrol edilmesini kapsamaktadır.

"……" Bina Otomasyon Sistemi ile kontrol edilen mekanik sistemler şunlardır:

1) HAVALANDIRMA SİSTEMİ

- *KS-1: BODRUM VE ZEMİN KAT KLİMA SANTRALİ*
- *KS-2: 1.NORMAL KAT KLİMA SANTRALİ*
- *KS-3: 2.NORMAL KAT KLİMA SANTRALİ*
- *KS-4: MUTFAK TAZE HAVA SANTRALİ*
- *EF-1: BULAŞIKHANE EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-2: HAMUR HAZIRLIK EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-3: BODRUM KAT WC EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-4: ÖN MUTFAK DAVLUMBAZ EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-5: BÜYÜK MUTFAK DAVLUMBAZ EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-6: KÜÇÜK MUTFAK DAVLUMBAZ EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-7: IZGARA EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-8: PİZZA FIRINI EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-9: FAST FOOD EGZOZ ASPİRATÖRÜ*
- *EF-10: GENEL WC EGZOZ ASPİRATÖRÜ*

2) ISITMA SİSTEMİ

- *KAZAN*
- *HWP01.1/2: KAZAN SİRKÜLASYON POMPALARI 2 ADET*
- *HWP02.1/2: KS ISITMA SİRKÜLASYON POMPALARI 2 ADET*
- *HWP03.1/2: BOYLER SİRKÜLASYON POMPALARI 2 ADET*
- *HWP04.1/2: FCU ISITMA SİRKÜLASYON POMPALARI 2 ADET*

3) SOĞUTMA SİSTEMİ

- *CHILLER (SOĞUTMA GRUBU) – 1/2*
- *CWP01.1/2/3: CHILLER SİRKÜLASYON POMPALARI 3 ADET*
- *CWP02.1/2: KS ISITMA SİRKÜLASYON POMPALARI 2 ADET*
- *CWP03.1/2: FCU ISITMA SİRKÜLASYON POMPALARI 2 ADET*

4) FAN COIL SİSTEMİ

- *BODRUM KAT FAN COIL ÜNİTELERİ 8 ADET*
- *ZEMİN KAT FAN COIL ÜNİTELERİ 10 ADET*
- *1.KAT FAN COIL ÜNİTELERİ 23 ADET*
- *2.KAT FAN COIL ÜNİTELERİ 11 ADET*

5) YANGIN POMPALARI VE HİDROFOR SİSTEMİ

- *HİDROFOR*
- *YANGIN POMPALARI*
- *SU TANKI SEVİYESİ*

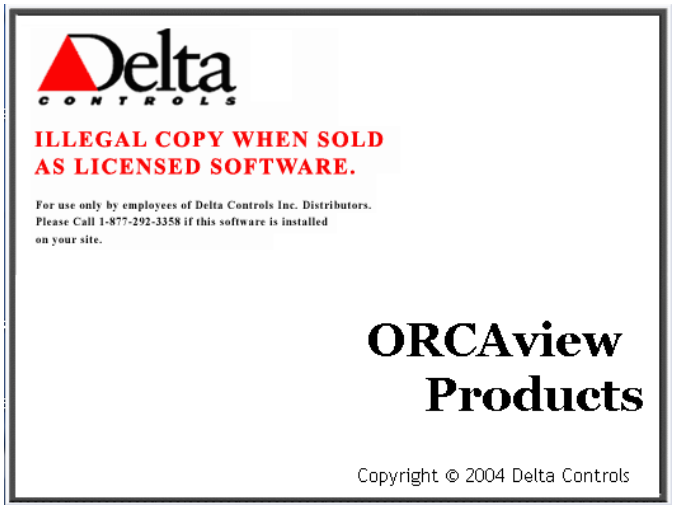
Fan Coil Sistemi dışında tüm sistemlere ait bilgiler, ilgili programlanabilir kontrol ünitelerinin bulunduğu "Kazan Dairesi Otomasyon Panosu" ve "Çatı Katı Otomasyon Panosu"nda toplamıştır. Fan Coil Sistemi için ise her fan coil ünitesi için bağımsız bir programlanabilir kontrol ünitesi ve sıcaklık kontrol ünitesi fan coil ünitesinin içine monte edilmiştir.

15.2 BİNA OTOMASYON SİSTEMİ PROGRAMI'NA GİRİŞ

"……."'nde kurulu olan Bina Otomasyon Sistemi programının adı "ORCA3.30" dur. Merkezi otomasyon bilgisayarının üzerinde bulunan "ORCAview 3.30" logosuna tıklandığında önce;

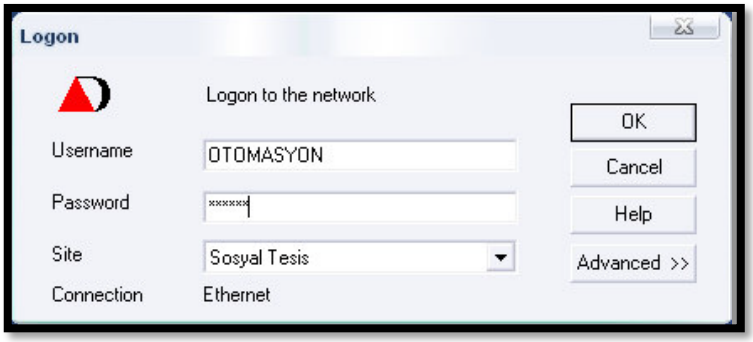


Şekil-15.1 *ORCAview logosu*



Şekil-15.2 *ARCAview açılış ekranı*

penceresi açılır ve program çalışmaya başlar. Daha sonra kullanıcı girişi için kullanıcı adının (username) ve kullanıcı şifresinin (password) girildiği pencere açılır:



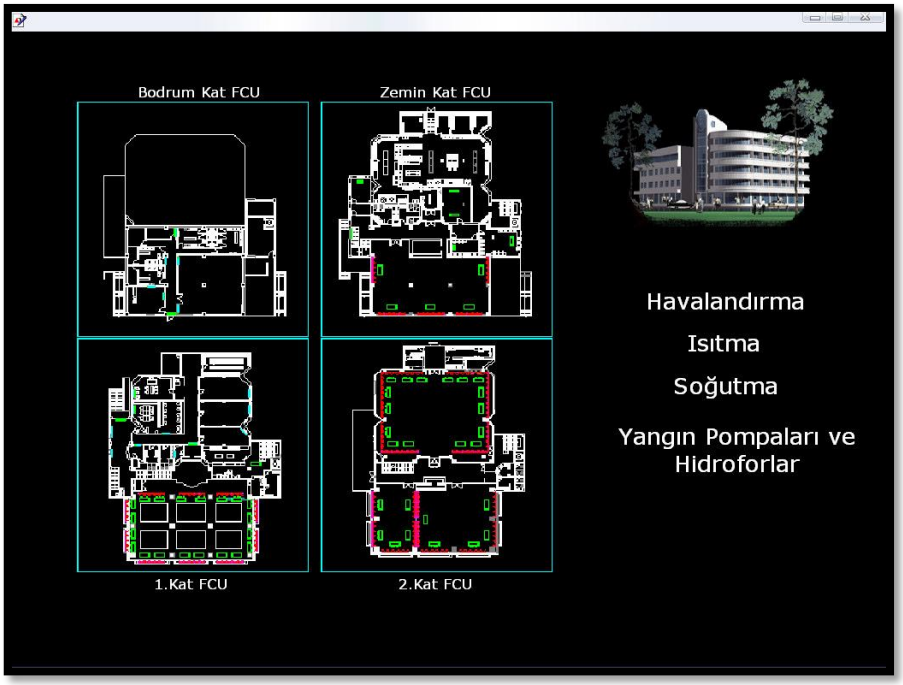
Şekil-15.3 *Kullanıcı adı ve şifre giriş ekranı*

Burada, en yüksek seviyedeki yönetici kullanıcının tanımladığı operatör kullanıcı ismi ve şifresi girilerek "OK" tuşuna basılır ve programa giriş yapılır. Kullanıcı hatalı 5 defa hatalı giriş yaptığında o kullanıcıya ait isim ve şifre 1 gün süre ile kilitlenerek bir daha giriş yapması engellenir.



Şekil-15.4 *Açılış ekranı*

Açılış ekranı sadece bir geçiş ekranıdır. Fare ile ekran üzerinde yazan "Bina Otomasyon Sistemi" yazısının üzerine gelindiğinde bir "el" şekli çıkar. Bu işaret buradan başka bir grafik sayfaya geçiş yapılabileceğini gösterir. Buraya tıkladığımızda sisteme ait "Ana Sayfa" ekranı açılır:



Şekil-15.5 *Ana ekran*

Bu sayfa üzerinde tüm bina ya da kontrol ettiğimiz sistemlere ait başlıklar bulunmaktadır. Örneğin; "Havalandırma" sistemine ait grafiklere gitmek istiyorsak fare imlecini "Havalandırma" yazısının üzerine getirip tıklamamız gereklidir:

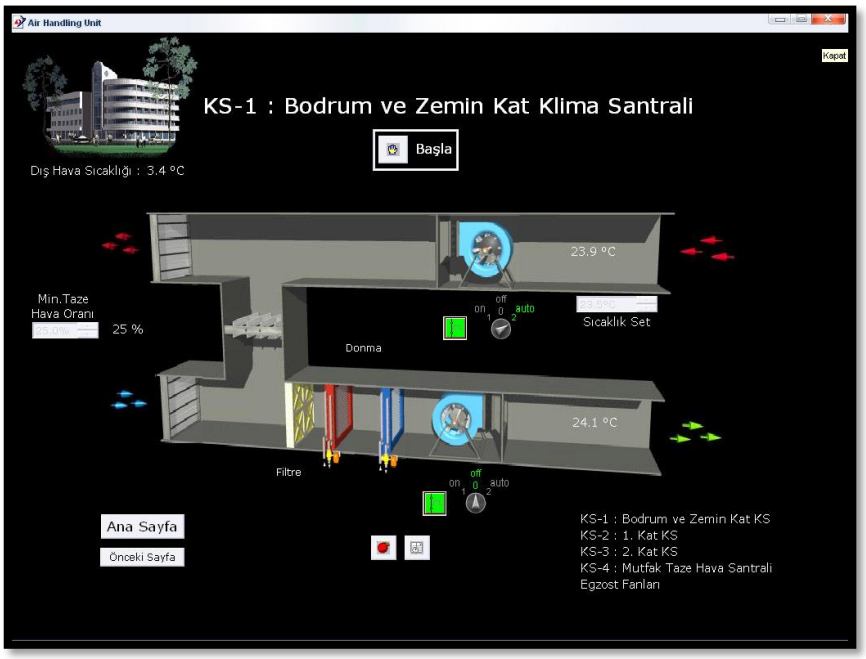


Şekil-15.6 *Havalandırma Sistemi ana ekranı*

Bu sayfa üzerinden de ayrıca diğer sistemlere ait grafiklere geçiş aynı şekilde yapılabilmektedir. "Havalandırma" sistemi ekranında sistemde bulunan havalandırma cihazlarının açıklamaları ve bu açıklamaların sol tarafındaki "lamba" şekli ile de o havalandırma cihazının çalışıp çalışmadığı izlenebilmektedir.

15.3 KLİMA SANTRALİ KONTROLÜ

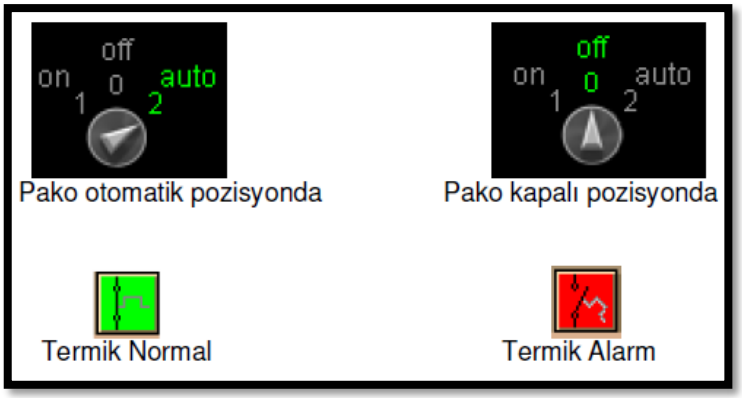
Örneğin "Havalandırma" ana sayfasında fare ile "KS-1: Bodrum ve Zemin Klima Santrali" yazısı üzerine gelip tıkladığımızda bu havalandırma cihazına ait ekran açılır:



***Şekil-15.7 KS-1** Bodrum ve zemin kat klima santrali grafik ekranı*

"KS-1 Bodrum ve Zemin Kat Klima Santrali" grafik ekranında bu klima santralinin ait grafiksel gösterimi, bu santral üzerindeki otomasyon cihazlarının algıladığı değerler, kullanıcının vereceği set değerleri, "başlat-dur" kumanda butonları, "zaman programı butonu", alarm sayfası butonları bulunmaktadır.

Grafik ekranda filtre kirlendiğinde "Kirli" yazısı, donma termostatı alarm verdiğinde "Alarm" yazısı ile kullanıcı uyarılır. Bununla birlikte ekranda termik ve pako bilgileri değiştiğinde grafiksel olarak da kullanıcı bilgilendirilir. Fanlar çalıştığında ekranda fanlar animasyon olarak dönerek kullanıcıya görsel olarak da fanların çalıştığı bilgisi verilir.



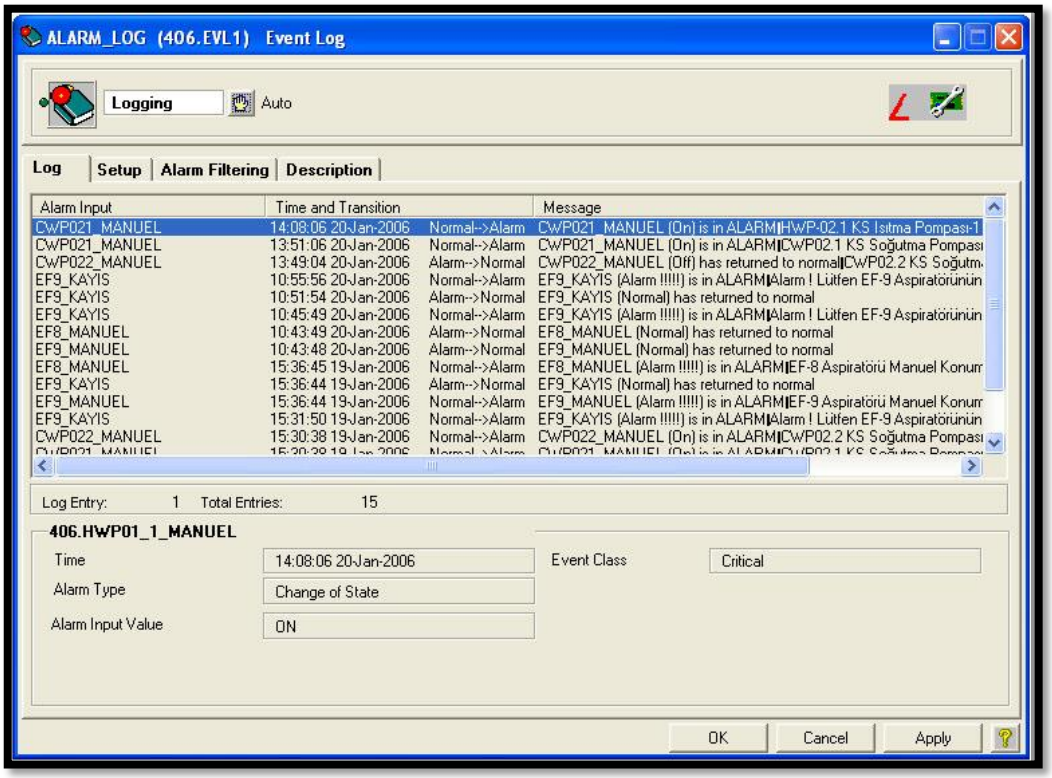
***Şekil-15.8** Pako şalter ve termik konumları*



Şekil-15.9 *Donma Alarmı ile ilgili alarm mesajı*

Kullanıcı alarmı görüp onayladığı (Acknowledge butonuna basarak) anda sistemin alarm bilgisi alarm listesine aktarılır. Alarm normale döndüğünde ekranda yine aynı şekilde bir pencere açılır ve kullanıcıya alarmın normale döndüğü bildirilir.

Alarm listesini kontrol etmek için ekrandaki "alarm"  *butonuna basıldığında aşağıdaki pencere ekranda açılır:*



Şekil-15.10 *Alarm listesi*

Kullanıcı; alarm listesi ekranında, sistemde oluşan tüm alarmları, normale dönen alarm bilgilerini açıklamaları ve detaylı tarihleri görebilir.

Bununla birlikte kullanıcı bu sayfadan klima santralinin çalışmasını başlatıp durdurabilir:



Fare ile "el" işaretinin üzerine gelip 1 defa tıkladığımızda sisteme "dur" komutunu göndermiş oluruz ve el işareti ile "Başla" yazısı aşağıdaki gibi değişir:



Böylece santrali durdurmuş oluruz. Klima santralinin damper açıklık oranını değiştirmek için;



grafiği üzerinden yukarı ve aşağı butonlarına basarak istediğimiz minimum açıklık oranlarını değiştirebilir veya direkt olarak set değerinin üzerine gelip klavye üzerinden istediğimiz değeri girip "Enter" tuşuna basabiliriz.

Aynı şekilde istediğimiz sıcaklık set değerini girmek için;



grafiği üzerinde yukarı ve aşağı butonlarına basarak istediğimiz set değerini girebilir veya direkt olarak set değerinin üzerine gelip klavye üzerinden istediğimiz değeri girip "Enter" tuşuna basabiliriz.

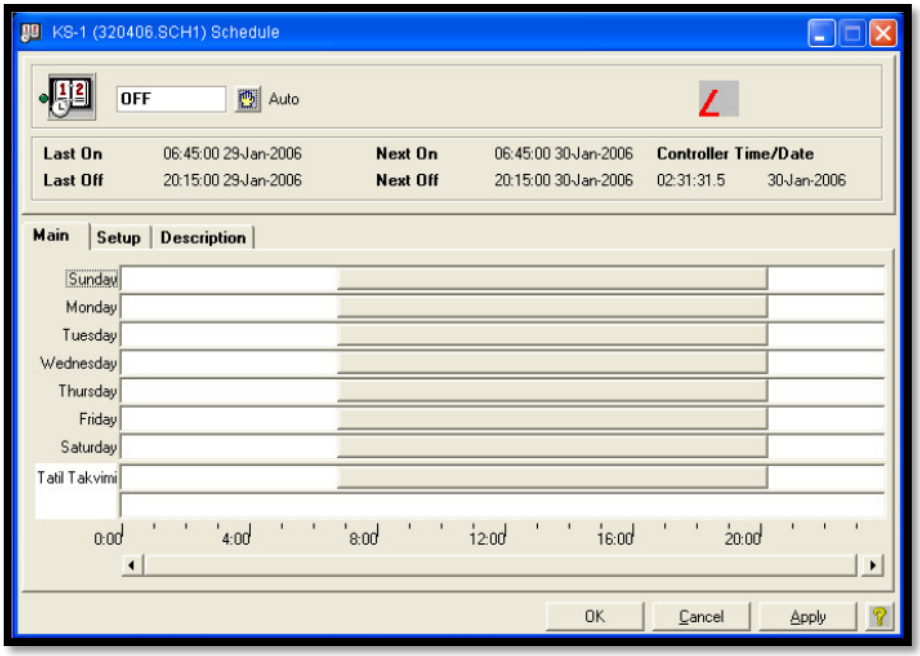
Klima santralinin çalışma senaryosu şu şekildedir:

- *Sistemin çalışabilmesi için öncelikle "Zaman Programı"nın aktif olması gerekmektedir. Yani klima santrali kullanıcının zaman programında belirlediği gün ve saatler arasında çalışacaktır.*



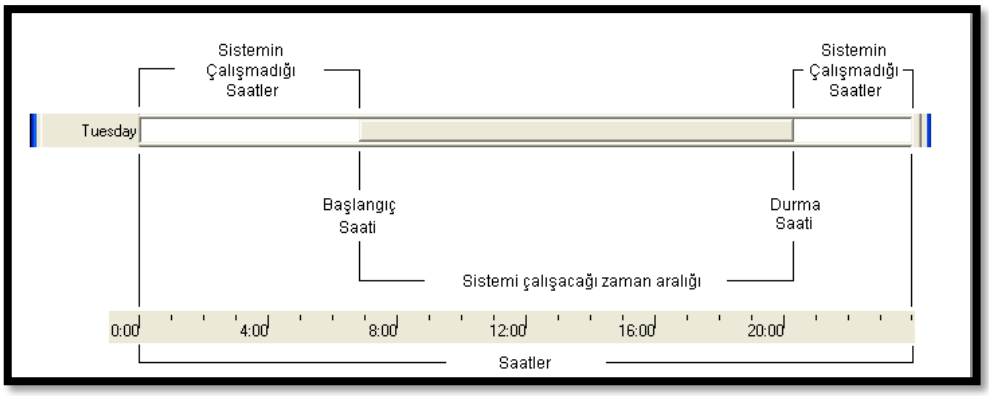
Şekil-15.11 *Zaman Programı butonu*

Kullanıcı ekrandaki "zaman programı" butonuna bastığında;



Şekil-15.12 *Zaman programı ekranı*

Zaman programı ekranında kullanıcı tarafından hangi gün ve saatler arasında sistemin çalışacağı belirlenir.



Şekil-15.13 *Zaman programlama ekranı*

Örneğin salı günü (Tuesday) sistemin çalışacağı saatleri seçmek için günü belirten satırın üzerine gelinir sistemin başlangıç saatini belirten hizaya gelinir ve fare sol butonuna basılır. Fare sol butonuna basılı tutarak gri alan sağa doğru genişletilerek sistemin hangi saatte duracağını belirten hizada fare sol butonu serbest bırakılır. Böylece sistemin hangi saatten hangi saate kadar çalışacağı (ON durumu) belirlenir.

İkinci yöntem olarak da istenen günün üzerine gelinerek fare sol butonuna iki defa tıklanır ve aşağıdaki pencere açılır. Bu pencerede başlangıç saati (Start Time) ve bitiş saati (End Time) bilgisayarın klavyesinden el ile girilerek sistemin çalışma saatleri zaman programına girilmiş olur.



Şekil-15.14

- *Sistemin çalışabilmesi için kullanıcının ekran üzerinde aç-kapa butonunu "Başla" konumuna getirmesi gerekmektedir. Başlangıçta tüm fanlar ve damperler kapalıdır.*



- *Klima Santralinin çalışabilmesi için "donma" alarmının gelmemesi gerekmektedir. Eğer "donma" alarmı sinyali gelirse sistem ısıtma ve soğutma serpantinlerindeki suyun donarak serpantini patlatmasına engel olmak için klima santralini durdurur, damperlerin tam kapatır.*
- *Klima santrali çalışmaya başladığında, damper motorları minimum taze hava oranında belirtildiği yüzde kadar açıklık oranında açılır. İstenen sıcaklık set değerine bağlı olarak ısıtma veya soğutma ihtiyacı doğduğunda, sistem dış hava sıcaklığını kontrol ederek ısıtma veya soğutma ihtiyacını dış hava ile karşılamak üzere damper motorlarını gerekli oranlarda açar veya kapar.*
- *Vantilatör ve aspiratörlerin kayış durumlarını kontrol etmek için klima santralleri üzerine monte edilen fark basınç anahtarları ile de "fan kayış koptu" alarm bilgisi kontrol edilir.*

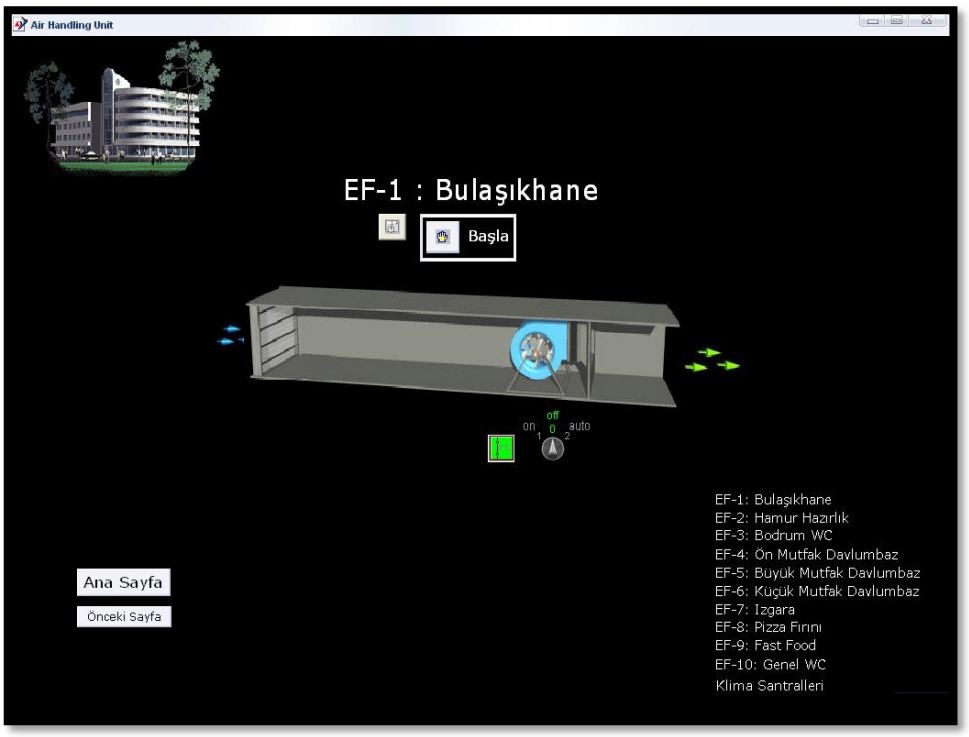
15.4 EGZOZ FANLARI KONTROLÜ

"Havalandırma" ana sayfasında tüm egzoz fanlarının listesi bulunmaktadır. Örneğin Fare ile "EF-1: Bulaşıkhane" yazısı üzerine gelip tıkladığımızda bu havalandırma cihazına ait ekran açılır (Şekil-15.15):

Bu sayfa üzerinde aynen klima santrali sayfasında olduğu gibi bir "Başla" / "Dur" butonu ve "Zaman Programı" butonları bulunmaktadır. Buradan kullanıcı egzoz fanını çalıştırıp durdurabilir.

Egzoz fanına ait termik, pako, çalışma durumları ekran üzerinde sembollerle belirtilmiştir.

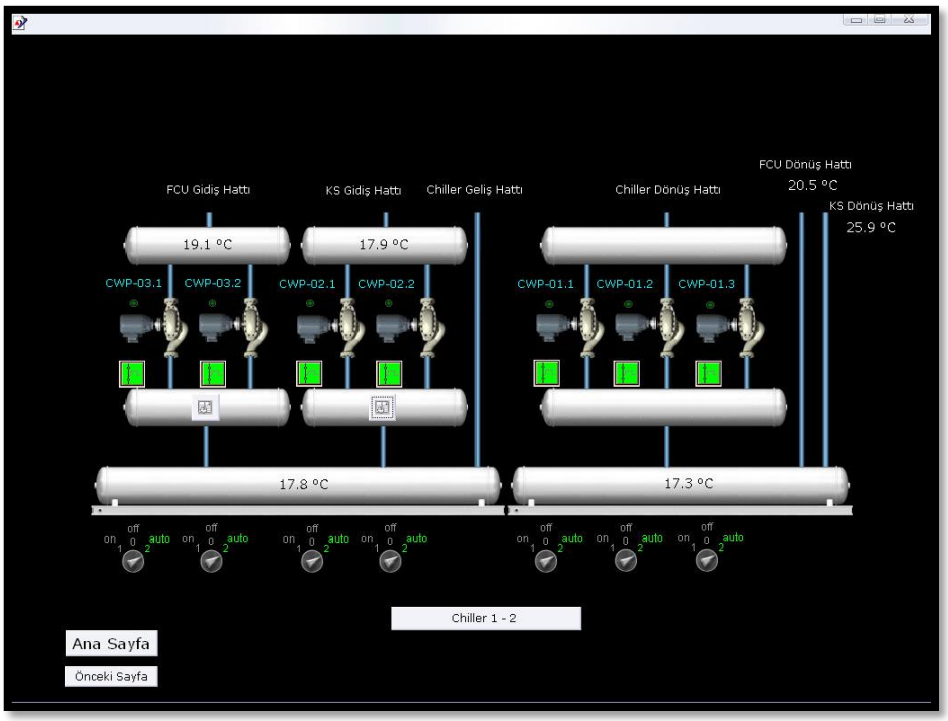
Egzoz fanına ait damper motoru başlangıçta kapalıdır. Sistem devreye girdiğinde damper motoru da, damperi %100 açık hale getirir.



Şekil-15.15 *Egzoz fanı grafik sayfası*

15.5 SOĞUTMA SİSTEMİ KONTROLÜ

Ana sayfadan "Soğutma" yazısına basıldığında soğutma sistemi pompalarına ait grafik sayfaya geçiş yapılır. Bu sayfada sistemde bulunan tüm pompalara ait durum, pako ve termik arıza bilgileri ile birlikte fan coil sistemine ve klima santralleri soğutma serpantinlerine giden ve bu sistemlerden dönen su sıcaklık bilgileri, soğutma gruplarından (chiller) gelen ve soğutma gruplarına dönen su sıcaklıkları da izlenebilmektedir.



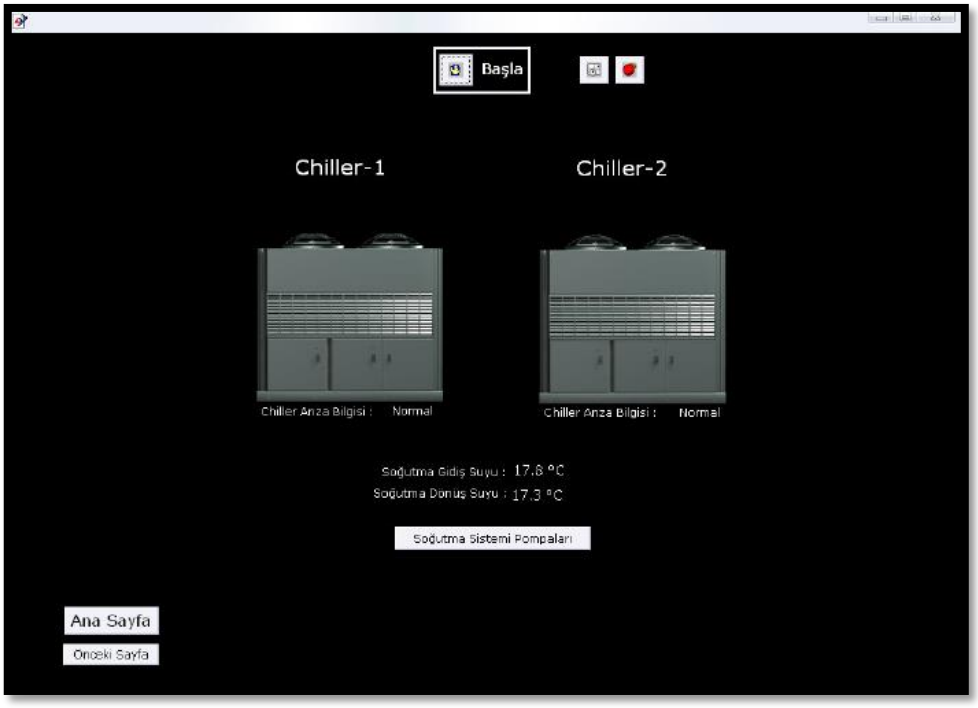
Şekil-15.16 *Soğutma Sistemi grafik sayfası*

2'li pompalar için 1 asıl + 1 yedek programı, 3'lü pompalar için ise 2 asıl 1 yedek programı çalışmakta, böylece eşit yaşlandırma yapılarak sistemdeki pompa çalışma ömürlerinin uzaması sağlanmaktadır.

Kullanıcı asıl ve yedek pompa seçimini 2'li pompalar için, o pompa grubuna ait kolektör grafiğinin üzerinde bulunan "zaman programı" seçiminden yapmaktadır. Burada seçili günlerde 1.pompa asıl, seçili olmayan günlerde ise 2.pompa asıl olarak çalışmaktadır. Asıl pompada oluşacak herhangi bir arıza veya asıl pompanın pakosunun kapalı konumuna alınması durumunda sistem alarm mesajı verecek, yedekte bekleyen pompa derhal devreye girecektir. Arıza düzeltildikten sonra asıl pompa tekrar devreye girmektedir.

3'lü pompalar için ise programda her ay 1 pompa yedek olarak kalmakta, her ayın başında yedek sırası diğer pompaya geçmektedir. Aynı şekilde asıl pompalardan birinde arıza oluştuğunda yedek pompa devreye girmektedir.

Bu sayfada "Chiller 1-2" yazısına basıldığında, Chiller'lere ait grafik ekran açılır.

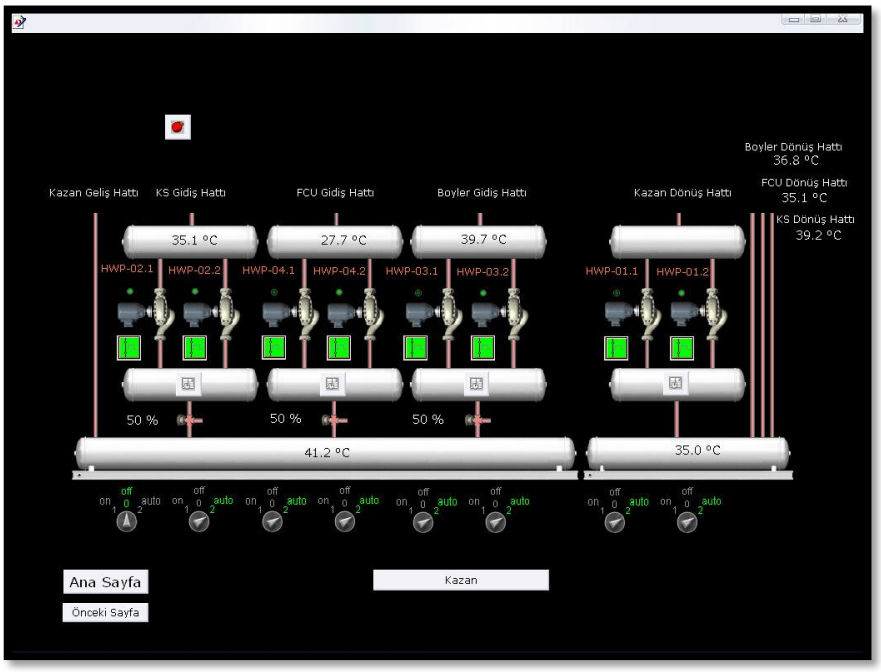


Şekil-15.17 *Soğutma Grupları*

Chiller ekranında her iki chillere ait durum ve arıza bilgileri, soğutma kolektörü gidiş ve dönüş su sıcaklıkları izlenmektedir. Soğutma sistemine "başla" ve "dur" komutu bu sayfadaki "Başla-Dur" butonu ile verilmektedir. Sistemin çalışabilmesi için "zaman" programının aktif olması gerekmektedir.

15.6 ISITMA SİSTEMİ KONTROLÜ

Ana sayfadan "Isıtma" yazısına basıldığında ısıtma sistemi pompalarına ait grafik sayfaya geçiş yapılır. Bu sayfada sistemde bulunan tüm pompalara ait durum, pako ve termik arıza bilgileri ile birlikte fan coil sistemine ve klima santralleri ısıtma serpantinlerine giden ve bu sistemlerden dönen su sıcaklık bilgileri, kazandan gelen ve kazana dönen su sıcaklıkları da izlenebilmektedir.

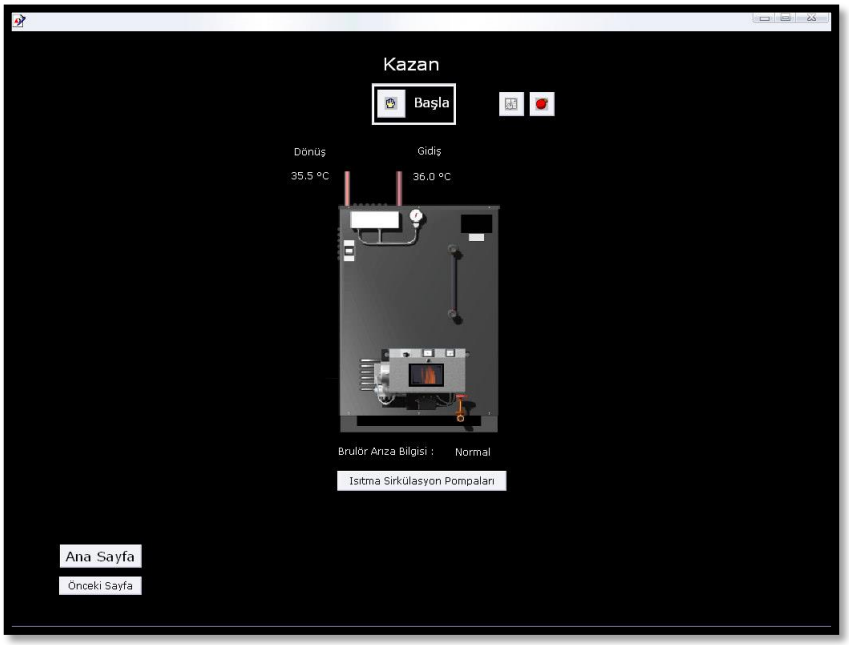


Şekil-15.18 *Isıtma Sistemi grafik sayfası*

2'li pompalar için 1 asıl + 1 yedek programı çalışmakta, böylece eşit yaşlandırma yapılarak sistemdeki pompa çalışma ömürlerinin uzaması sağlanmaktadır.

Kullanıcı asıl ve yedek pompa seçimini 2'li pompalar için, o pompa grubuna ait kolektör grafiğinin üzerinde bulunan "zaman programı" seçiminden yapmaktadır. Burada seçili günlerde 1.pompa asıl, seçili olmayan günlerde ise 2.pompa asıl olarak çalışmaktadır. Asıl pompada oluşacak herhangi bir arıza veya asıl pompanın pakosunun kapalı konumuna alınması durumunda sistem alarm mesajı verecek, yedekte bekleyen pompa derhal devreye girecektir. Arıza düzeltildikten sonra asıl pompa tekrar devreye girmektedir.

Bu sayfada "Kazan" yazısına basıldığında, kazana ait grafik ekran açılır.

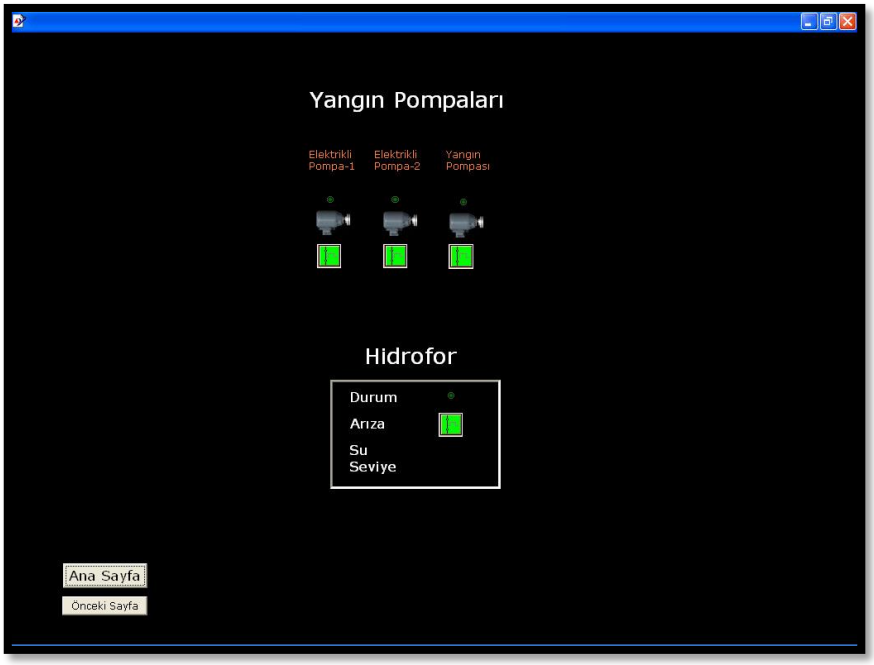


Şekil-15.19 *Kazan grafik sayfası*

Kazan ekranında kazana ait durum ve arıza bilgileri, ısıtma kolektörü gidiş ve dönüş su sıcaklıkları izlenmektedir. Isıtma sistemine "başla" ve "dur" komutu bu sayfadaki "Başla-Dur" butonu ile verilmektedir. Sistemin çalışabilmesi için "zaman" programının aktif olması gerekmektedir.

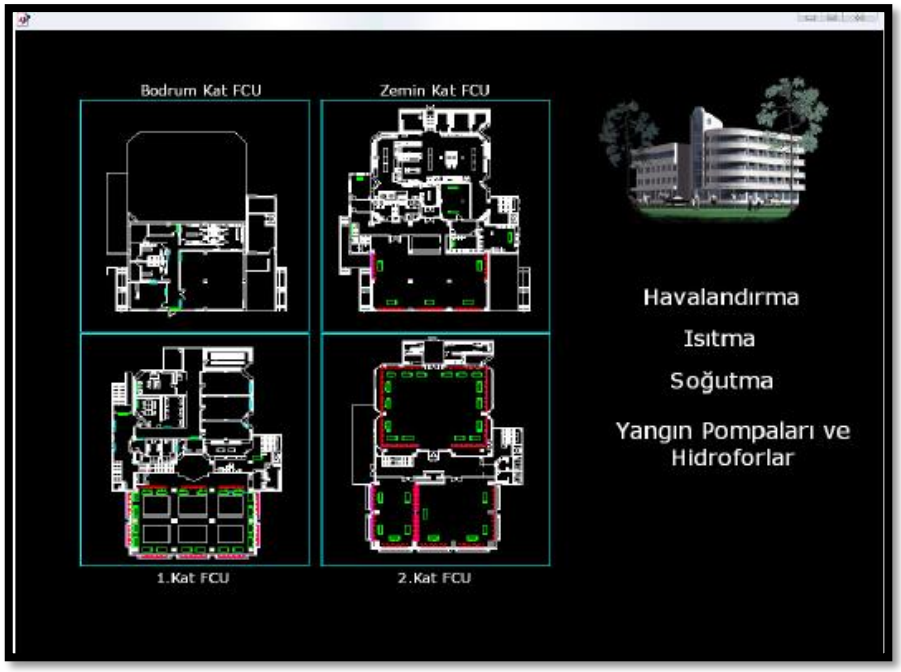
15.7 YANGIN POMPALARI, HİDROFOR VE DEPO SU SEVİYE

Ana sayfadan "Yangın Pompaları ve Hidrofor" yazısına basıldığında bu sistemlere ait grafik sayfa ekrana gelir. Burada yangın pompaları ve hidrofora ait durum ve arıza bilgileri ile depo alt su seviye bilgisi izlenebilmektedir.



Şekil-15.20 *Yangın Pompaları ve Hidrofor grafik sayfası*

15.8 FAN COIL SİSTEMİ



Şekil-15.21 *Ana sayfa üzerinde kat egzozları*

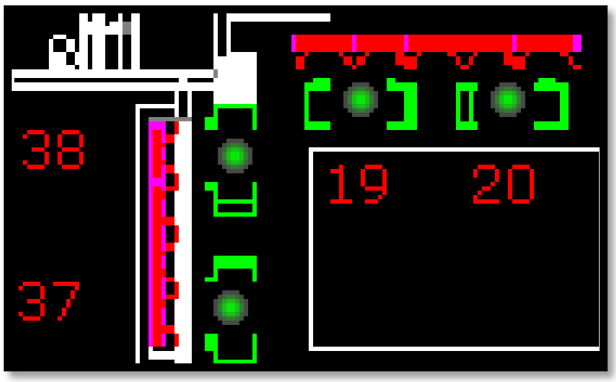
Ana sayfada binadaki Bodrum, Zemin, 1.Kat ve 2.Kat grafikleri görülmektedir. Herhangi bir kata ait fan coil sistemini kontrol etmek için o kata ait yazının üstüne tıklanır.



Şekil-15.22 ***1*** *Kat Egzozu – Fan Coillerin dağılımı*

Örneğin 1.Kat'ın grafiğine gittiğimizde bu kata ait tüm kat egzozu, fan coillerin çalışma durum bilgileri, oda isimleri ve fan coillerin adresleri görülmektedir. Bu sayfadaki "1.Kat FCU Kumanda" butonundan tüm kata ait fan coiller çalıştırılıp durdurulabilir.

İstenen fan coilin detaylarını görebilmek, set değeri ayarı, fan coil hız ayarı yapabilmek için o fan coili belirten numaraya fare ile tıklamak yeterlidir.

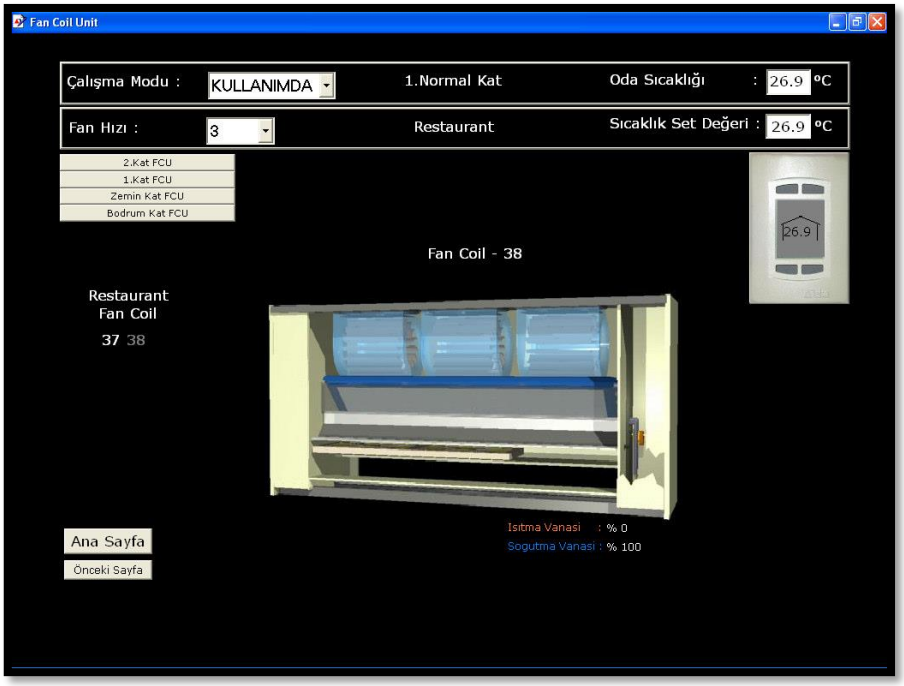


Şekil-15.23 *Fan Coil numaraları ve çalışma durum grafiği*

Bu sayfada kullanıcı fan coili kullanımda veya kapalı olarak ayarlayabilir, istediği sıcaklık set değerini belirleyebilir. Ayrıca fan coilin kaçıncı hızda çalışacağını da (1,2,3. hız veya OFF – kapalı) kullanıcı belirleyebilir.

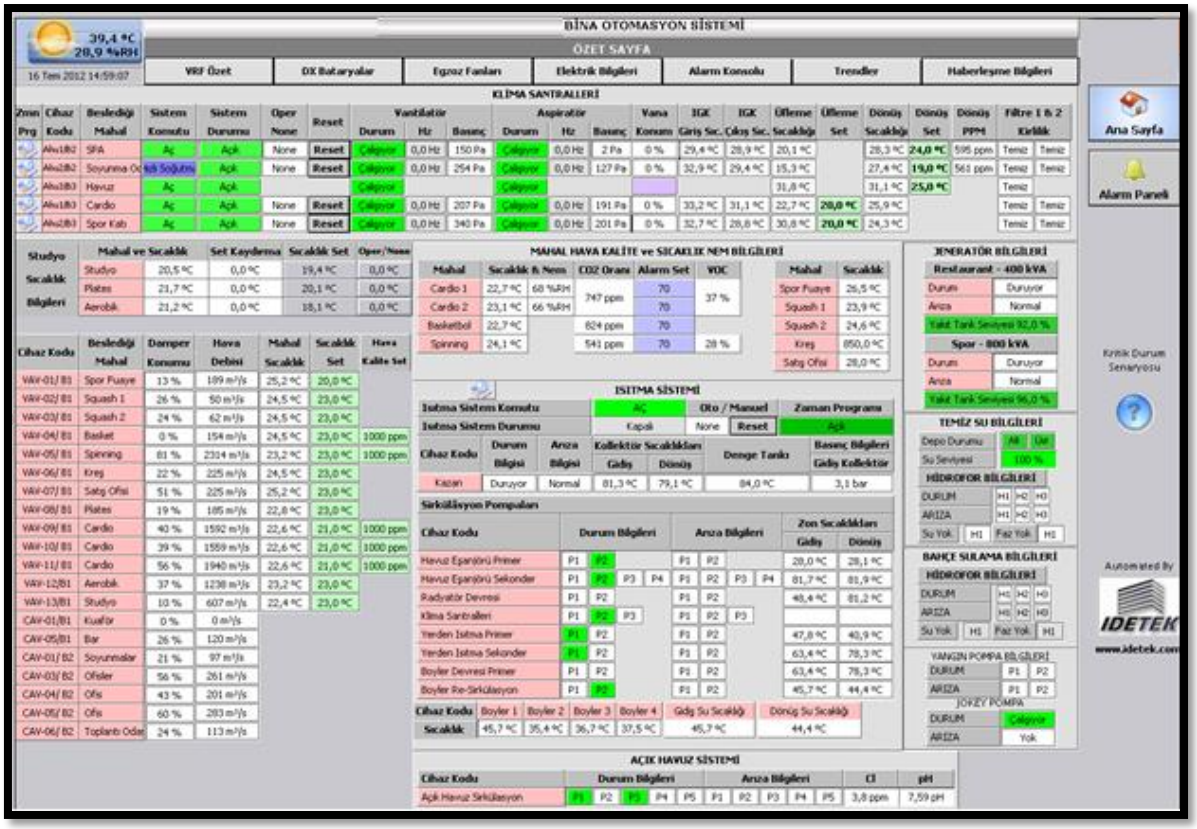
Sıcaklık duyargasından algılanan değer, verilen set değerinin altında ise ısıtma vanası %100 açar, soğutma tam kapanır.

Sıcaklık duyargasından algılanan değer, verilen set değerinin üzerinde ise soğutma vanası %100 açar, ısıtma tam kapanır.



Şekil-15.24 *Fan Coil Ünitesi grafik ekranı*

15.9 UYGULAMA ÖRNEĞİ-1



Şekil-15.25 *Özet sayfa*

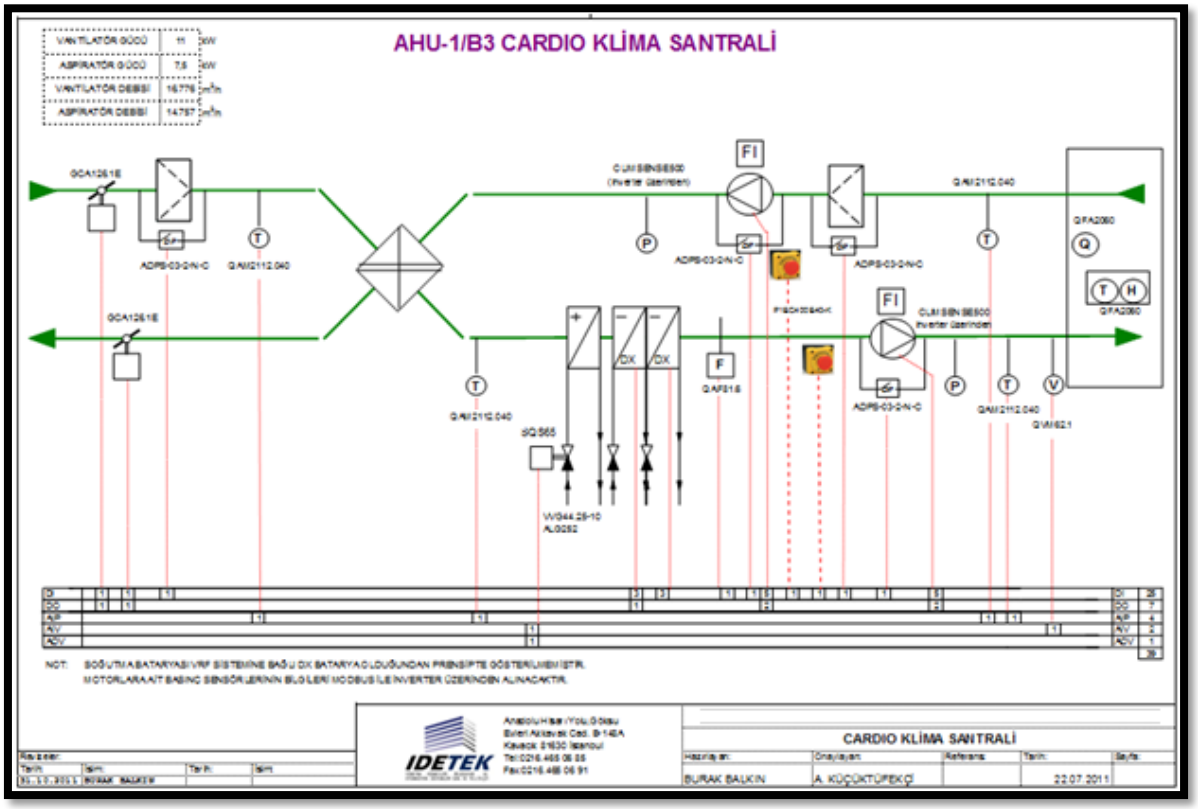
Bütün Sistemler ile ilgili özet bilgi veren sayfadır. Bu sayfada sistemlerin komutları, sistem durumları, herhangi bir noktaya operatör müdahalesi olup olmadığı, sahadan manüele alınma durumu, önemli set değerleri ve gerçek değerleri gözükmektedir.

Bu resimden tüm cihazlara dallanmak ve tüm resimlerden bu özet tabloya dönmek mümkündür.

Tablo-15.1

AKSİYON	*RENK KODU*
Kapalı	
Açık	
Arıza	
Operatör müdahalesi	
Filtre kirlilik durumu	

15.9.1 AHU-1/B3 Cardio Klima Santrali



Şekil-15.26

BULUNDUĞU YER: "3. BODRUM KAT SPOR TESİSAT ODASI"

HİZMET VERDİĞİ BÖLGE ve KULLANIM ŞEKLİ: CARDIO / Şartlandırılmış taze hava sağlamak.

ÇALIŞMA SAATLERİ: 06:00-21:45 / 07:00-20:45 zaman programına bağlı veya işletmeciler tarafından çalıştırılıp durdurulacak.

ÇALIŞMA MODLARI:

KAPALI MODU: Fanlar, taze hava ve egzoz damperleri tam kapalı durumdadır. Isıtıcı vananın minimum kapaması dış havaya bağlı olarak, +5 °C'de %15 olacak bir eğri ile belirlenmektedir.

AÇIK MODU: Sistem komutundan ilk başlangıç izni verildiğinde aşağıdaki adımlar başlar.

DAMPER TESTİ: Klima ilk çalışmaya damper testi ile başlar. Damperlere %100 hareket etmesi için komut verilir; yani besleme ve egzoz damperi %100 açılır. Damper motoru üzerindeki 'damper açık' limit anahtarlarından bilgi geldiğinde klima santrali çalışma moduna geçer ve vana regülâsyonuna başlar.

Eğer limit anahtar bilgisi gelmeyen damper olursa sistem arızaya geçer ve sistem durumu sekmesinde arızanın türü belirir.

NORMAL ÇALIŞMA:
▪ Damper test başarılı olarak sonuçlandıktan 15 sn sonra ilk önce vantilatör fanı üfleme kanalındaki basınç değerine göre frekans inverteri üzerinden sürülür. Vantilatör fanı çalıştıktan 30 sn sonra aspiratör fanı devreye girer.

▪ Mahaldeki ihtiyaca göre konumlanan VAV'ler kısma işlemi gerçekleştirdiğinde kanaldaki fark basınç duyargası ile değişim algılanarak fan motorlarının çalışma frekansı değiştirilir.

▪ Soğutma modunda üfleme havası set değeri 16 °C ile 22 °C arasında işletmeci tarafından belirlenir. Verilen set değeri sonrasında bağımsız VRF sistemine bağlı DX batarya kontrol ünitesi istenilen üfleme sıcaklığını yakalamaya çalışır.

▪ Isıtma modunda Bina Otomasyonu (BOS) üzerinden set değeri girilir. Isıtma vanası, üfleme havasının set edildiği değeri sağlamak için ayar yapar. Üfleme havası set değeri 18 °C ile 24 °C arasında işletmeci tarafından belirlenir.

HIZLI ISITMA MODU:
▪ Bu modda VRF-DX soğutma batarya ünitesi devre dışı bırakılır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri % 100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve ısıtma vanası %100 açar. Mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitlemeyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

HIZLI SOĞUTMA MODU:
▪ Isıtma vanası kapalı konumdadır. VRF- DX ünitesinin devreye girmesi sağlanır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri % 100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

NEGATİF ÇALIŞMA MODU: Sadece Egzoz fanı çalışır.

POZİTİF ÇALIŞMA MODU: Normal çalışma modunun fonksiyonları ile aynıdır. Ancak egzoz fanı kapatılır sadece vantilatör fanı çalışır.

SERVİS MODU: Damper anahtarları veya fark basınç duyargalarında sorun yaşandığında sorunun hızla düzeltilememesi durumunda ilgili kontroller yapıldıktan ve işletmeci ilgili sorunu giderene kadar klimayı bu modda çalıştırabilecektir fakat tüm arıza bilgilerinin program tarafından göz ardı edildiğini bilecektir.

Bu modda sistem Klimayı çalıştırırken damper testi yapmayacak, damperini tam açık yaparak vana regülâsyonuna başlayacaktır.

ARIZA MODLARI:

JENERATOR DEVREDE YA DA AŞIRI YÜKTE: Jeneratör koruma modu aktif ise elektrik kesildiğinde ve jeneratör çalışma durum bilgisi alındığında klima bu moda sokularak durdurulur, jeneratör devreden çıktığında resetlenerek bulunması gereken moda geri döner. Jeneratörden aşırı yük alarmı geldiğinde bu cihaz çalıştırılmaz. Jeneratör koruma modu aktif değilse jeneratör devreye girdikten 30 sn sonra otomatik olarak çalışmaya devam eder.

MANUEL ARIZASI: Herhangi bir fanın MCC panosu üzerinden manüele alınması sonunda klima santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava damperleri, egzoz damperleri, vanalar ve fanlar programdan kontrol edilmez.

LİMİT ANAHTAR ARIZASI: Damper Testi sonunda belirlenen sürenin (180 sn) aşılmasına rağmen herhangi bir limit anahtarından geri besleme gelmemesi sonucunda klima santralı bu arıza moduna girer. Bu arıza sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

INVERTER ALARMI: Fanlarda bulunun frekans inverterlerinden gelen alarmlar sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı durur ve sistem durumunda ilgili arızanın açıklaması belirir. İlgili motor ekran resmi üzerindeki baypas anahtarlama komutu ile çalıştırılabilir.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR GERİ BESLEME ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin geri besleme bilgisini gösteren kontaktör durum bilgilerinin alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava ve egzoz damperleri kapatılır, fanlar durdurulur, ısıtıcı soğutucu vana regülesi durdurulur.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR KAYIŞ ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin hava akış bilgisini gösteren fark basınç anahtarlarından, ilgili fanın çalışmasına rağmen bilgi alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava ve egzoz damperleri ile vanalar kapatılır, fanlar durdurulur.

DONMA ALARMI: Isıtıcı serpantinden sonra bulunan donma termostatı ile alınan donma tehlikesi ikazına karşı klima santralının girdiği arıza modudur. Damperler ve fanlar kapatılır, ısıtma vanası %100 açılır, sirkülâsyon pompaları çalıştırılır. Donma termostatından donma alarmı kalkmasına rağmen sistem operatör tarafından resetleninceye kadar DONMA modunda kalır.

YANGIN ALARMI: Yangın sisteminden gelen yangın alarmı sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

ÇALIŞMA SENARYOLARI:

SICAKLIK KONTROLÜ:

▪ *Cardio mahallinde iki adet sıcaklık & nem duyargası ve iki adet VAV (Variable Air Volume) değişken hava debi kontrolü sağlayan ünitelerden bulunur. Klima santralinden sabit sıcaklıkta şartlandırılmış hava gönderilir. Geri kalan ihtiyaç Mitsubishi VRF sistemi tarafından karşılanır. Ayrıca Mitsubishi VRF sistemi ile entegre olduğundan bu sisteme ait sıcaklık duyargaları üçüncü bir sıcaklık duyargası olarak kullanılır.*

Tablo-15.2

Mod seçimi ve Sıcaklık Limitleri	*Minimum sıcaklık*	*Maksimum sıcaklık*
Soğutma Modu	*16°C*	*22°C*
Isıtma Modu	*18°C*	*24°C*

Sabah saatlerinde (08:00-12:00) mahal sıcaklık set değeri 23^oC, öğleden sonra ise (12:00-21:45) 21^oC olarak ayarlanır.

HAVA KALİTE KONTROLÜ:

▪ *CO_2 (karbondioksit) bazlı ölçüm yöntemi ile kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için CO_2 hissedicileri kullanılmaktadır ve Cardio mahallinde bir adet hava kalite duyargası bulunur. Bu duyarga 0-2.000 PPM ölçüm aralığına sahiptir.*

Spor mahallerinde karbondioksit oranının 1.000 PPM (*) üzerine çıkmaması istenir. Mahaldeki CO_2 oranı belirlenen seviyenin üzerine çıktığında VAV'ler maksimum debiye doğru yönelir. Tersi durumda da VAV'ler minimum konumlanırlar.

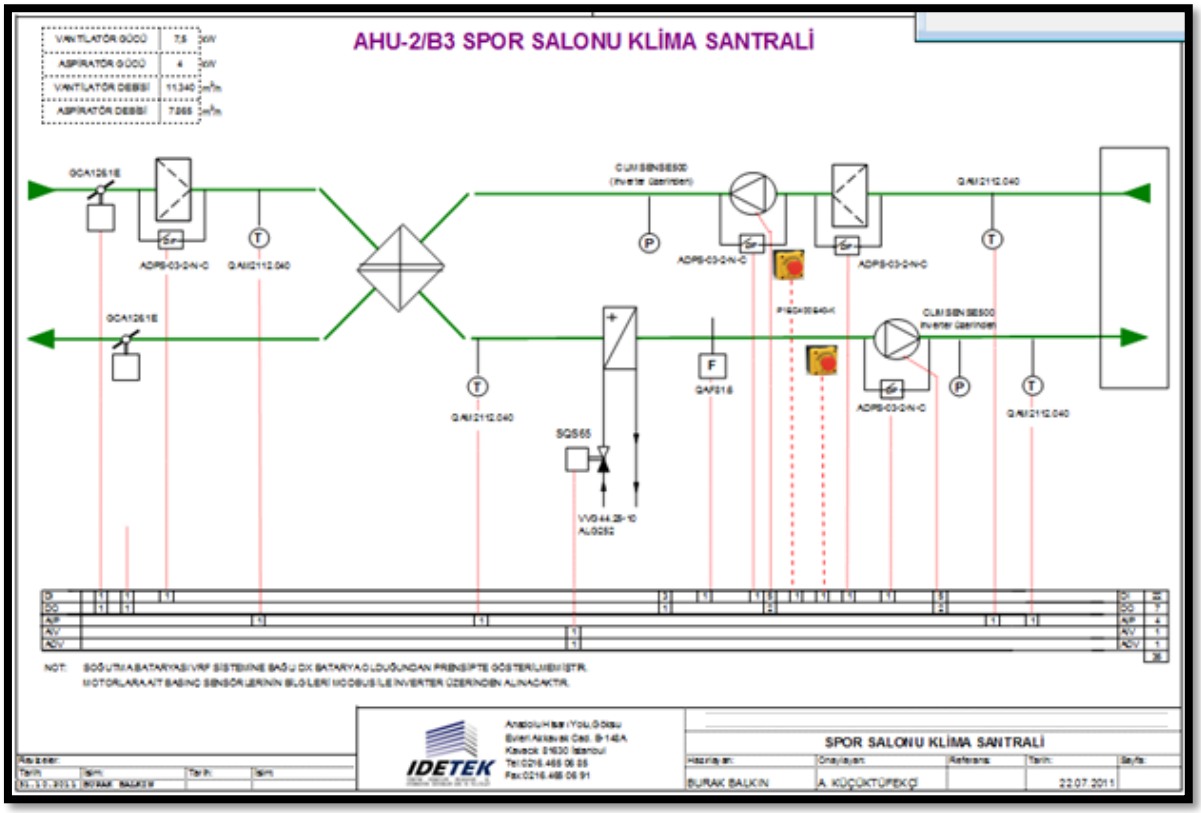
VAV (Variable Air Volume - değişken hava debisi) ünitelerinin açıklık oranı ortamdaki karbondioksit seviyesine bağlı olarak belirlenir.

(*) Karbondioksit insanların nefes alıp vermeleri sırasında açığa çıkar. Bu yüzden de belirli bir mahalde bulunan insanların sayısının artması ile CO_2 konsantrasyonu orantılı olarak artar, dış havanın mahalle verilmesi ile de göreceli olarak düşer. Doğal olarak atmosferde bulunan CO_2'nin varlığı bu işlem sırasında odadaki CO_2'nin oranının sıfırlamasını gerektirmez.

ASHRAE 62-1989 Standardında CO_2 'nin konsantrasyonu normal bir çalışma günü için 1.000 ppm olarak vermektedir. Bu miktarın altındaki mahallerdeki havanın kabul edilebilir iç hava kalitesi olduğu kabul edilmektedir. Burada diğer gazların konsantrasyonlarının belirli seviyelerde kaldığı varsayımı vardır.

▪ *VAV cihazlarının minimum konumlanması durumunda üfleme kanal basıncı artacağından vantilatör fan devri frekans inverteri ile düşürülerek ihtiyaç oranında hava debisi sağlanacak aynı zamanda enerji tasarrufu da yapılacaktır.*

15.9.2 AHU-2/B3 Spor Salonu Klima Santrali



Şekil-15.27

BULUNDUĞU YER: "3. BODRUM KAT SPOR TESİSAT ODASI"

HİZMET VERDİĞİ BÖLGE ve KULLANIM ŞEKLİ: SPOR MAHALLERİ / Şartlandırılmış taze hava sağlamak

ÇALIŞMA SAATLERİ: 06:00-21:45 / 07:00-20:45 zaman programına bağlı veya işletmeciler tarafından çalıştırılıp durdurulacak.

ÇALIŞMA MODLARI:

KAPALI MODU: Fanlar, taze hava ve egzoz damperleri tam kapalı durumdadır. Isıtıcı vananın minimum kapaması dış havaya bağlı olarak, +5 °C'de %15 olacak bir eğri ile belirlenmektedir.

AÇIK MODU: Sistem komutundan ilk başlangıç izni verildiğinde aşağıdaki adımlar başlar.

DAMPER TESTİ: Klima ilk çalışmaya damper testi ile başlar. Damperlere %100 hareket etmesi için komut verilir; yani besleme ve egzoz damperi %100 açılır. Damper motoru üzerindeki 'damper açık' limit anahtarlarından bilgi geldiğinde klima santralı çalışma moduna geçer ve vana regülâsyonuna başlar.

Eğer limit anahtar bilgisi gelmeyen damper olursa sistem arızaya geçer ve sistem durumu sekmesinde arızanın türü belirir.

NORMAL ÇALIŞMA:
▪ Damper test başarılı olarak sonuçlandıktan 15 saniye sonra ilk önce vantilatör fanı üfleme kanalındaki basınç değerine göre frekans inverteri üzerinden sürülür. Vantilatör fanı çalıştıktan 30 saniye sonra aspiratör fanı devreye girer.

▪ Mahaldeki ihtiyaca göre konumlanan VAV'ler kısma işlemi gerçekleştirdiğinde kanaldaki fark basınç duyargası ile değişim algılanarak fan motorlarının çalışma frekansı değiştirilir.

▪ Soğutma modunda üfleme havası set değeri 18 °C ile 23 °C arasında işletmeci tarafından belirlenir. Verilen set değeri sonrasında bağımsız VRF sistemine bağlı DX batarya kontrol ünitesi istenilen üfleme sıcaklığını yakalamaya çalışır.

▪ Isıtma modunda Bina Otomasyonu (BOS) üzerinden set değeri girilir. Isıtma vanası, üfleme havasının set edildiği değeri sağlamak için ayar yapar. Üfleme havası set değeri 20 °C ile 25 °C arasında işletmeci tarafından belirlenir.

HIZLI ISITMA MODU:
▪ Bu modda VRF-DX soğutma batarya ünitesi devre dışı bırakılır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri % 100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve ısıtma vanası %100 açar. Mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

HIZLI SOĞUTMA MODU:
▪ Isıtma vanası kapalı konumdadır. VRF- DX ünitesinin devreye girmesi sağlanır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri % 100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

NEGATİF ÇALIŞMA MODU: Sadece Egzoz fanı çalışır.

POZİTİF ÇALIŞMA MODU: Normal çalışma modunun fonksiyonları ile aynıdır. Ancak egzoz fanı kapatılır sadece vantilatör fanı çalışır.

SERVİS MODU: Damper anahtarları veya fark basınç duyargalarında sorun yaşandığında sorunun hızla düzeltilememesi durumunda ilgili kontroller yapıldıktan ve işletmeci ilgili sorunu giderene kadar klimayı bu modda çalıştırabilecektir fakat tüm arıza bilgilerinin program tarafından göz ardı edildiğini bilecektir.

Bu modda sistem Klimayı çalıştırırken damper testi yapmayacak, damperini tam açık yaparak vana regülâsyonuna başlayacaktır.

ARIZA MODLARI:

JENERATOR DEVREDE YADA AŞIRI YÜKTE: Jeneratör koruma modu aktif ise elektrik kesildiğinde ve jeneratör çalışma durum bilgisi alındığında klima bu moda sokularak durdurulur, jeneratör devreden çıktığında resetlenerek bulunması gereken moda geri döner. Jeneratörden aşırı yük alarmı geldiğinde bu cihaz çalıştırılmaz. Jeneratör koruma modu aktif değilse jeneratör devreye girdikten 30 saniye sonra otomatik olarak çalışmaya devam eder.

MANUEL ARIZASI: Herhangi bir fanın MCC panosu üzerinden manüele alınması sonunda klima santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava damperleri, egzoz damperleri, vanalar ve fanlar programdan kontrol edilmez.

LİMİT ANAHTAR ARIZASI: Damper Testi sonunda belirlenen sürenin (180 saniye) aşılmasına rağmen herhangi bir limit anahtarından geri besleme gelmemesi sonucunda klima santralı bu arıza moduna girer. Bu arıza sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

INVERTER ALARMI: Fanlarda bulunun frekans inverterlerinden gelen alarmlar sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı durur ve sistem durumunda ilgili arızanın açıklaması belirir. İlgili motor ekran resmi üzerindeki baypas anahtarlama komutu ile çalıştırılabilir.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR GERİ BESLEME ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin geri besleme bilgisini gösteren kontaktör durum bilgilerinin alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava ve egzoz damperleri kapatılır, fanlar durdurulur, ısıtıcı soğutucu vana regülesi durdurulur.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR KAYIŞ ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin hava akış bilgisini gösteren fark basınç anahtarlarından, ilgili fanın çalışmasına rağmen bilgi alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava ve egzoz damperleri ile vanalar kapatılır, fanlar durdurulur.

DONMA ALARMI: Isıtıcı serpantinden sonra bulunan donma termostatı ile alınan donma tehlikesi ikazına karşı klima santralının girdiği arıza modudur. Damperler ve fanlar kapatılır, ısıtma vanası %100 açılır, sirkülâsyon pompaları çalıştırılır. Donma termostatından donma alarmı kalkmasına rağmen sistem operatör tarafından resetleninceye kadar DONMA modunda kalır.

YANGIN ALARMI: Yangın sisteminden gelen yangın alarmı sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

ÇALIŞMA SENARYOLARI:

SICAKLIK KONTROLÜ:

▪ *Klima santrali spor mahallerinde VAV (Variable Air Volume) değişken hava debi kontrolü sağlayan ünitelerden bulunur. Klima santralinden sabit sıcaklıkta şartlandırılmış hava gönderilir. Geri kalan ihtiyaç Mitsubishi VRF sistemi tarafından karşılanır. Ayrıca Mitsubishi VRF sistemi ile entegre olunduğundan bu mahallere ait sıcaklık bilgileri ekrandan izlenebilir.*

Bazı mahallerde bulunan VAV'ler sıcaklık kontrolünde de rol almaktadır. Mahal için verilen set değer istenen değere getirilmek istendiğinde VAV hava debisi arttırılır ya da azaltılır.

Tablo-15.3

Mod seçimi ve Sıcaklık Limitleri	*Minimum sıcaklık*	*Maksimum sıcaklık*
Soğutma Modu	*18°C*	*23°C*
Isıtma Modu	*20°C*	*25°C*

HAVA KALİTE KONTROLÜ:

▪ *CO_2 (karbondioksit) esaslı ölçüm yöntemi ile kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için CO_2 hissedicileri kullanılmaktadır ve Cardio mahallinde bir adet hava kalite duyargası bulunur. Bu duyarga 0-2.000 PPM ölçüm aralığına sahiptir.*

Spor mahallerinde karbondioksit oranının 1.000 PPM (*) üzerine çıkmaması istenir. Mahaldeki CO_2 oranı belirlenen seviyenin üzerine çıktığında VAV'ler maksimum debiye doğru yönelir. Tersi durumda da VAV'ler minimum konumlanırlar.

VAV (Variable Air Volume - değişken hava debisi) ünitelerinin açıklık oranı ortamdaki karbondioksit seviyesine bağlı olarak belirlenir.

(*) Karbondioksit insanların nefes alıp vermeleri sırasında açığa çıkar. Bu yüzden de belirli bir mahalde bulunan insanların sayısının artması ile CO_2 konsantrasyonu orantılı olarak artar, dış havanın mahalle verilmesi ile de göreceli olarak düşer. Doğal olarak atmosferde bulunan CO_2'nin varlığı bu işlem sırasında odadaki CO_2'nin oranının sıfırlamasını gerektirmez.

ASHRAE 62-1989 Standardında CO_2 'nin konsantrasyonu normal bir çalışma günü için 1.000 ppm olarak vermektedir. Bu miktarın altındaki mahallerdeki havanın kabul edilebilir iç hava kalitesi olduğu kabul edilmektedir. Burada diğer gazların konsantrasyonlarının belirli seviyelerde kaldığı varsayımı vardır.

▪ *VAV cihazlarının minimum konumlanması durumunda üfleme kanal basıncı artacağından vantilatör fan devri frekans inverteri ile düşürülerek ihtiyaç oranında hava debisi sağlanacak aynı zamanda enerji tasarrufu da yapılacaktır.*

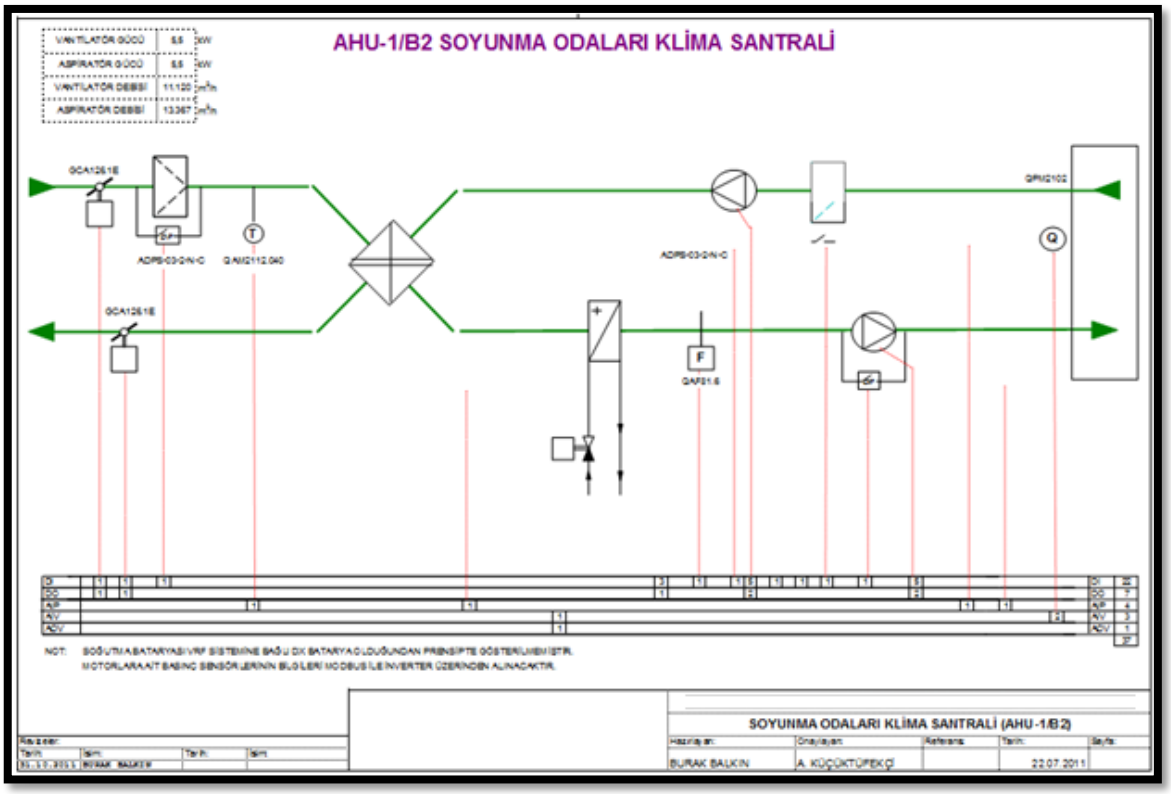
ZAMANA veya SENARYOYA GÖRE KONTROLLER:

Bazı spor mahallerinde karbondioksit oranına göre kontrolün yanı sıra harekete göre de kontrol mantıkları geliştirilmiştir. Örneğin bir stüdyoda ultrasonik hareket duyargasından 'meşguliyet bilgisi' gelmiyorsa buradaki sıcaklık ve karbondioksit set değeri otomatik olarak yükseltilerek enerjinin verimli kullanılması amaçlanır.

Tablo-15.4

Mahalin durumu ve prosesi	*Sıcaklık set değeri*	*Hava kalite set değeri*
Mahal dolu (soğutma)	*22°C*	*900 ppm*
Mahal boş (soğutma)	*24°C*	*1100 ppm*
Mahal dolu (ısıtma)	*23°C*	*900 ppm*
Mahal boş (ısıtma)	*21°C*	*1100 ppm*

15.9.3 AHU-1/B2 Soyunma Odaları Klima Santrali



Şekil-15.28

BULUNDUĞU YER: "2. BODRUM KAT SPOR TESİSAT ODASI"

HİZMET VERDİĞİ BÖLGE ve KULLANIM ŞEKLİ: SOYUNMA ODALARI / Şartlandırılmış taze hava sağlamak

ÇALIŞMA SAATLERİ: 06:00-21:45 / 07:00-20:45 zaman programına bağlı veya işletmeciler tarafından çalıştırılıp durdurulacak.

ÇALIŞMA MODLARI:

KAPALI MODU: Fanlar, taze hava ve egzoz damperleri tam kapalı durumdadır. Isıtıcı vananın minimum kapaması dış havaya bağlı olarak, +5 °C'de %15 olacak bir eğri ile belirlenmektedir.

AÇIK MODU: Sistem komutundan ilk başlangıç izni verildiğinde aşağıdaki adımlar başlar.

DAMPER TESTİ: Klima ilk çalışmaya damper testi ile başlar. Damperlere %100 hareket etmesi için komut verilir; yani besleme ve egzoz damperi %100 açılır. Damper motoru üzerindeki 'damper açık' limit anahtarlarından bilgi geldiğinde klima santralı çalışma moduna geçer ve vana regülâsyonuna başlar.
Eğer limit anahtar bilgisi gelmeyen damper olursa sistem arızaya geçer ve sistem durumu sekmesinde arızanın türü belirir.

NORMAL ÇALIŞMA:
▪ Damper test başarılı olarak sonuçlandıktan 15 sn sonra ilk önce vantilatör fanı üfleme kanalındaki basınç değerine göre frekans inverteri üzerinden sürülür. Vantilatör fanı çalıştıktan 30 saniye sonra aspiratör fanı devreye girer. Dönüş havası sıcaklık durumuna göre fan motorlarının çalışma frekansı değiştirilir.

▪ Soğutma modunda bina otomasyonu (BOS) üzerinden dönüş havası sıcaklık set değeri girilir.

Üfleme havası minimum sıcaklık set değeri 18 °C , maksimum sıcaklık set değeri 28 °C arasında program tarafından belirlenir. Verilen set değeri doğrultusunda bağımsız VRF sistemine bağlı DX batarya kontrol ünitesi istenilen sıcaklığı yakalamaya çalışır.

Isıtma modunda Bina Otomasyonu (BOS) üzerinden dönüş havası sıcaklık set değeri girilir. Isıtma vanası, dönüş havasının set edildiği değeri sağlamak için üfleme havası set değerini minimum 20 °C maksimum 30 °C arasında otomatik olarak ayarlanır.

HIZLI ISITMA MODU:
▪ Bu modda VRF-DX soğutma batarya ünitesi devre dışı bırakılır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri %100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve ısıtma vanası %100 açar. Mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

HIZLI SOĞUTMA MODU:
▪ Isıtma vanası kapalı konumdadır. VRF- DX ünitesinin devreye girmesi sağlanır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri %100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

NEGATİF ÇALIŞMA MODU: Sadece Egzoz fanı çalışır.

POZİTİF ÇALIŞMA MODU: Normal çalışma modunun fonksiyonları ile aynıdır. Ancak egzoz fanı kapatılır sadece vantilatör fanı çalışır.

SERVİS MODU: Damper anahtarları veya fark basınç duyargalarında sorun yaşandığında sorunun hızla düzeltilememesi durumunda ilgili kontroller yapıldıktan ve işletmeci ilgili sorunu giderene kadar klimayı bu modda çalıştırabilecektir fakat tüm arıza bilgilerinin program tarafından göz ardı edildiğini bilecektir.

Bu modda sistem Klimayı çalıştırırken damper testi yapmayacak, damperini tam açık yaparak vana regülâsyonuna başlayacaktır.

ARIZA MODLARI:

JENERATOR DEVREDE YADA AŞIRI YÜKTE: Jeneratör koruma modu aktif ise elektrik kesildiğinde ve jeneratör çalışma durum bilgisi alındığında klima bu moda sokularak durdurulur, jeneratör devreden çıktığında resetlenerek bulunması gereken moda geri döner. Jeneratörden aşırı yük alarmı geldiğinde bu cihaz çalıştırılmaz. Jeneratör koruma modu aktif değilse jeneratör devreye girdikten 30 saniye sonra otomatik olarak çalışmaya devam eder.

MANUEL ARIZASI: Herhangi bir fanın MCC panosu üzerinden manüele alınması sonunda klima santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava damperleri, egzoz damperleri, vanalar ve fanlar programdan kontrol edilmez.

LİMİT ANAHTAR ARIZASI: Damper Testi sonunda belirlenen sürenin (180 saniye) aşılmasına rağmen herhangi bir limit anahtarından geri besleme gelmemesi sonucunda klima santralı bu arıza moduna girer. Bu arıza sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

INVERTER ALARMI: Fanlarda bulunun frekans inverterlerinden gelen alarmlar sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı durur ve sistem durumunda ilgili arızanın açıklaması belirir. İlgili motor ekran resmi üzerindeki baypas anahtarlama komutu ile çalıştırılabilir.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR GERİ BESLEME ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin geri besleme bilgisini gösteren kontaktör durum bilgilerinin alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza

modudur. Taze hava ve egzoz damperleri kapatılır, fanlar durdurulur, ısıtıcı soğutucu vana regülesi durdurulur.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR KAYIŞ ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin hava akış bilgisini gösteren fark basınç anahtarlarından, ilgili fanın çalışmasına rağmen bilgi alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava ve egzoz damperleri ile vanalar kapatılır, fanlar durdurulur.

DONMA ALARMI: Isıtıcı serpantinden sonra bulunan donma termostatı ile alınan donma tehlikesi ikazına karşı klima santralının girdiği arıza modudur. Damperler ve fanlar kapatılır, ısıtma vanası %100 açılır, sirkülâsyon pompaları çalıştırılır. Donma termostatından donma alarmı kalkmasına rağmen sistem operatör tarafından resetleninceye kadar DONMA modunda kalır.

YANGIN ALARMI: Yangın sisteminden gelen yangın alarmı sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

ÇALIŞMA SENARYOLARI:

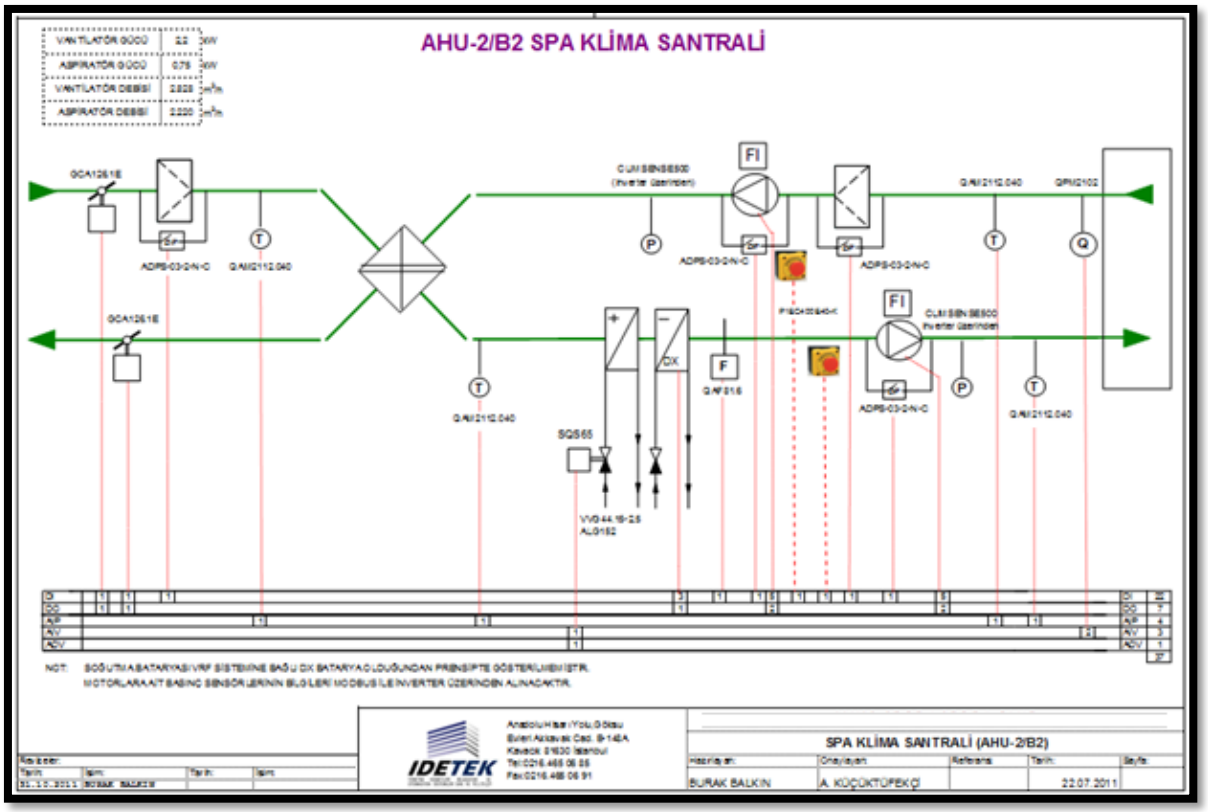
SICAKLIK KONTROLÜ:
Klima santralinden sabit sıcaklıkta şartlandırılmış hava gönderilir. Geri kalan ihtiyaç Mitsubishi VRF sistemi tarafından karşılanır. Ayrıca Mitsubishi VRF sistemi ile entegre olunduğundan bu mahallere ait sıcaklık bilgileri ekrandan izlenebilir.

Bu klima santralinde dönüş havası sıcaklığına kontrol yapılmaktadır. Dönüş havasına verilen set değeri ve gerçek dönüş hava sıcaklığı kıyaslanarak üfleme havasının sıcaklığı ayarlanır. Sıcaklık limitlerine ait bilgileri içeren tablo aşağıdaki gibidir.

Tablo-15.5

Mod seçimi ve Sıcaklık Limitleri	*Minimum sıcaklık*	*Maksimum sıcaklık*
Soğutma Modu	*18°C*	*26°C*
Isıtma Modu	*22°C*	*32°C*
Geçiş Modu	*19°C*	*25°C*

15.9.4 AHU-1/B2 Soyunma Odaları Klima Santrali



Şekil-15.29

BULUNDUĞU YER: "2. BODRUM KAT SPOR TESİSAT ODASI"

HİZMET VERDİĞİ BÖLGE ve KULLANIM ŞEKLİ: SPA ODALARI / Şartlandırılmış taze hava sağlamak

ÇALIŞMA SAATLERİ: 06:00-21:45 / 07:00-20:45 zaman programına bağlı veya işletmeciler tarafından çalıştırılıp durdurulacak.

ÇALIŞMA MODLARI:

KAPALI MODU: Fanlar, taze hava ve egzoz damperleri tam kapalı durumdadır. Isıtıcı vananın minimum kapaması dış havaya bağlı olarak, +5 °C'de %15 olacak bir eğri ile belirlenmektedir.

AÇIK MODU: Sistem komutundan ilk başlangıç izni verildiğinde aşağıdaki adımlar başlar.

DAMPER TESTİ: Klima ilk çalışmaya damper testi ile başlar. Damperlere %100 hareket etmesi için komut verilir; yani besleme ve egzoz damperi %100 açılır. Damper motoru üzerindeki 'damper açık' limit anahtarlarından bilgi geldiğinde klima santralı çalışma moduna geçer ve vana regülâsyonuna başlar.
Eğer limit anahtar bilgisi gelmeyen damper olursa sistem arızaya geçer ve sistem durumu sekmesinde arızanın türü belirir.

NORMAL ÇALIŞMA:
▪ *Damper test başarılı olarak sonuçlandıktan 15 saniye sonra ilk önce vantilatör fanı üfleme kanalındaki basınç değerine göre frekans inverteri üzerinden sürülür. Vantilatör fanı çalıştıktan 30 saniye sonra aspiratör fanı devreye girer. Dönüş havası sıcaklık durumuna göre fan motorlarının çalışma frekansı değiştirilir.*

▪ *Soğutma modunda bina otomasyonu (BOS) üzerinden dönüş havası sıcaklık set değeri girilir.*

Üfleme havası minimum sıcaklık set değeri 22 °C , maksimum sıcaklık set değeri 28 °C arasında program tarafından belirlenir. Verilen set değeri doğrultusunda bağımsız VRF sistemine bağlı DX batarya kontrol ünitesi istenilen sıcaklığı yakalamaya çalışır.

▪ Isıtma modunda Bina Otomasyonu (BOS) üzerinden dönüş havası sıcaklık set değeri girilir. Isıtma vanası, dönüş havasının set edildiği değeri sağlamak için üfleme havası set değerini minimum 23 °C maksimum 32 °C arasında otomatik olarak ayarlanır.

HIZLI ISITMA MODU:
▪ Bu modda VRF-DX soğutma batarya ünitesi devre dışı bırakılır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri % 100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve ısıtma vanası %100 açar. Mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

HIZLI SOĞUTMA MODU:
▪ Isıtma vanası kapalı konumdadır. VRF- DX ünitesinin devreye girmesi sağlanır.
▪ Vantilatör motoru frekans değeri % 100, egzoz havası frekansı %75 yapılır ve mahal sıcaklık değerlerinin ortalaması istenen set değerini yakalayana kadar üflemeden limitle meyi dikkate almaz, istenen mahal sıcaklığı yakalandığında otomatik olarak NORMAL çalışma moduna geçer.

NEGATİF ÇALIŞMA MODU: Sadece Egzoz fanı çalışır.

POZİTİF ÇALIŞMA MODU: Normal çalışma modunun fonksiyonları ile aynıdır. Ancak egzoz fanı kapatılır sadece vantilatör fanı çalışır.

SERVİS MODU: Damper anahtarları veya fark basınç duyargalarında sorun yaşandığında sorunun hızla düzeltilememesi durumunda ilgili kontroller yapıldıktan ve işletmeci ilgili sorunu giderene kadar klimayı bu modda çalıştırabilecektir fakat tüm arıza bilgilerinin program tarafından göz ardı edildiğini bilecektir.

Bu modda sistem Klimayı çalıştırırken damper testi yapmayacak, damperini tam açık yaparak vana regülâsyonuna başlayacaktır.

ARIZA MODLARI:

JENERATOR DEVREDE YADA AŞIRI YÜKTE: Jeneratör koruma modu aktif ise elektrik kesildiğinde ve jeneratör çalışma durum bilgisi alındığında klima bu moda sokularak durdurulur, jeneratör devreden çıktığında resetlenerek bulunması gereken moda geri döner. Jeneratörden aşırı yük alarmı geldiğinde bu cihaz çalıştırılmaz. Jeneratör koruma modu aktif değilse jeneratör devreye girdikten 30 saniye sonra otomatik olarak çalışmaya devam eder.

MANUEL ARIZASI: Herhangi bir fanın MCC panosu üzerinden manüele alınması sonunda klima santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava damperleri, egzoz damperleri, vanalar ve fanlar programdan kontrol edilmez.

LİMİT ANAHTAR ARIZASI: Damper Testi sonunda belirlenen sürenin (180 saniye) aşılmasına rağmen herhangi bir limit anahtarından geri besleme gelmemesi sonucunda klima santrali bu arıza moduna girer. Bu arıza sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

INVERTER ALARMI: Fanlarda bulunun frekans inverterlerinden gelen alarmlar sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı durur ve sistem durumunda ilgili arızanın açıklaması belirir. İlgili motor ekran resmi üzerindeki baypas anahtarlama komutu ile çalıştırılabilir.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR GERİ BESLEME ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin geri besleme bilgisini gösteren kontaktör durum bilgilerinin alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza

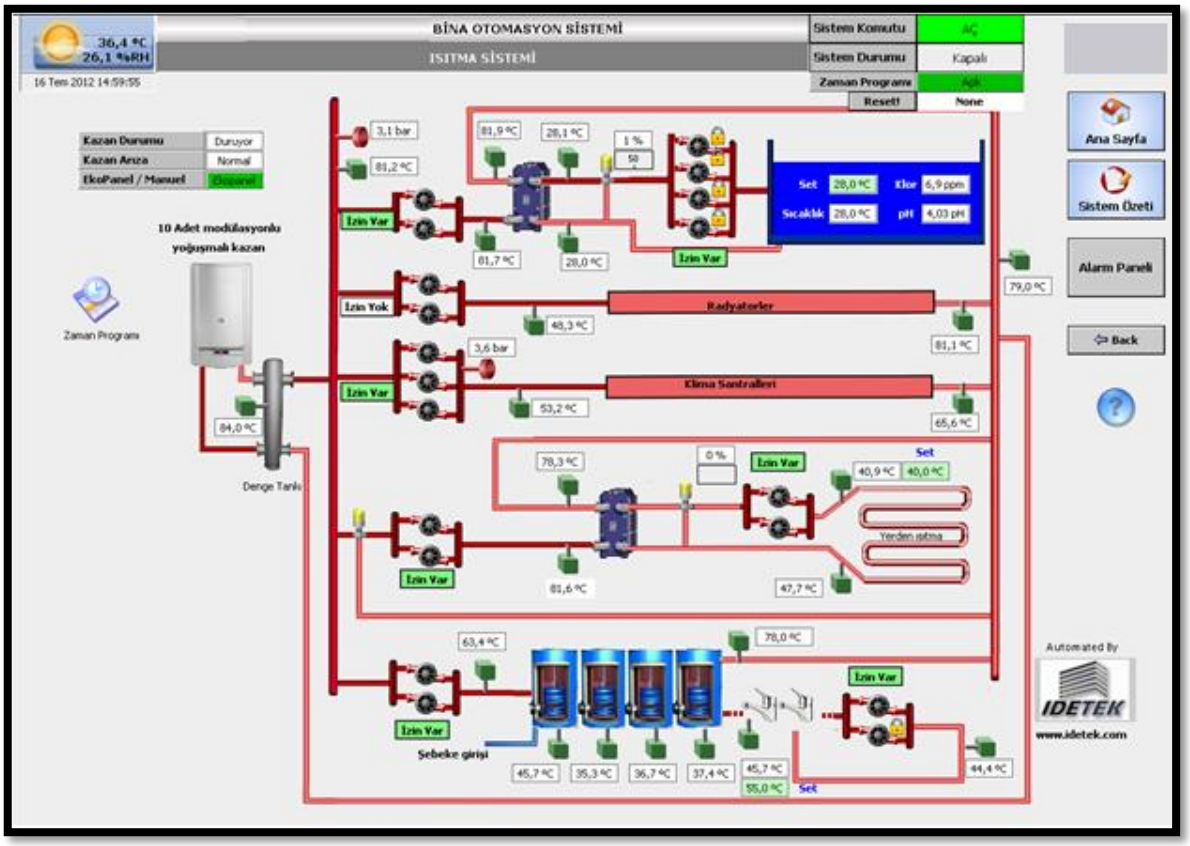
modudur. Taze hava ve egzoz damperleri kapatılır, fanlar durdurulur, ısıtıcı soğutucu vana regülesi durdurulur.

VANTİLATOR veya ASPİRATÖR KAYIŞ ARIZA ALARMI: Vantilatör veya aspiratörlerin hava akış bilgisini gösteren fark basınç anahtarlarından, ilgili fanın çalışmasına rağmen bilgi alınmaması sonucunda klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur. Taze hava ve egzoz damperleri ile vanalar kapatılır, fanlar durdurulur.

DONMA ALARMI: Isıtıcı serpantinden sonra bulunan donma termostatı ile alınan donma tehlikesi ikazına karşı klima santralının girdiği arıza modudur. Damperler ve fanlar kapatılır, ısıtma vanası %100 açılır, sirkülâsyon pompaları çalıştırılır. Donma termostatından donma alarmı kalkmasına rağmen sistem operatör tarafından resetleninceye kadar DONMA modunda kalır.

YANGIN ALARMI: Yangın sisteminden gelen yangın alarmı sonucunda klima santralı bu moda girer. Bu alarm sonucunda klima santralına çalışma izni verilmez ve klima santralı KAPALI modundaki gibi davranır.

15.9.5 Isıtma Sistemi



Şekil-15.30

BULUNDUĞU YER: Spor Kazan Dairesi (2. Bodrum Kat)

HİZMET VERDİĞİ BÖLGE: Spor Tarafı

ÇALIŞMA SAATLERİ: İşletmeci tarafından belirlenir.

ÇALIŞMA MODLARI:

KAPALI MODU: Tüm pompalar ve Vanalar kapalıdır. Dış hava 6°C'nin altına indiğinde DONMA KORUMA sekmesi aktif durumdaysa sistem kendini açar ve sistem komutu DONMA KORUMA moduna geçer.

AÇIK MODU:
Isıtma sistem komutuna AÇIK komutu verildiğinde ihtiyaç olan pompa gruplarına sıcak su servis edilir.
** Kazanların sıralı anahtarlamaları bina otomasyon sisteminin kapsamında değildir.*

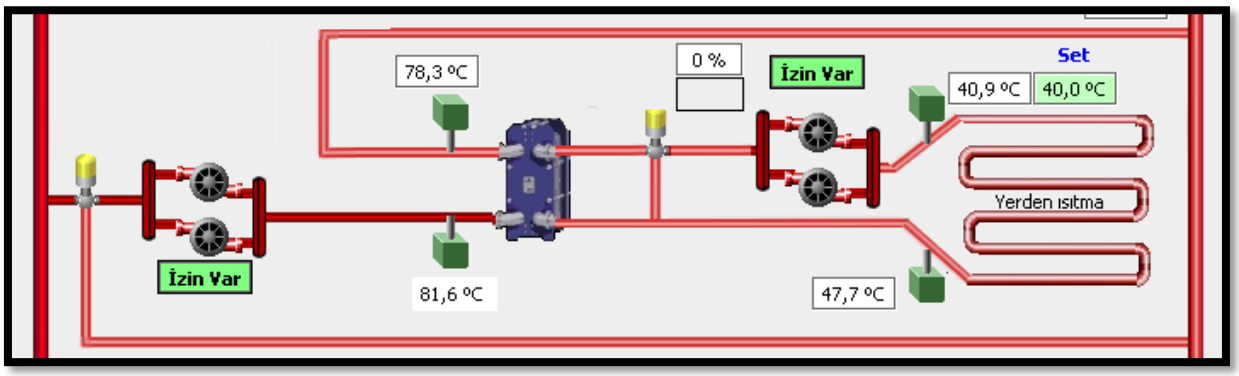
DIŞ HAVA KOMPANZASYONU:
Klima Santral devrelerine giden suyun sıcaklığının dış havanın sıcaklığı ile belirlenmesi demektir. Uygulanan eğri; Dış hava 5°C de gidiş suyu 90°C, +22°C ve yukarısında 55°C olacak şekildedir.
*** Bu eğriyi kazan sistemine ait olan firma belirler. Bu ayarlamalar bina otomasyon sisteminin kapsamında değildir.*

NORMAL ÇALIŞMA: İzni olan devreye ait sirkülâsyon pompası çalışır, izni olmayan devre çalışmaz.

ZON DEVRELERİ:
Pompalardan bir tanesi izin durumlarına göre devamlı çalışmaktadır. Devre bir asıl bir yedek şeklinde pompa grubundan oluşmakta olup, basınç kontrolü uygulanacak zonlar kendi içerisinde frekans inverterli olarak tasarlanmıştır. Sirkülâsyon pompaları belirlenen çalışma saatlerine, eşit yaşlanma sıralarına ve arıza durumunda yedek pompayı çalıştıracak şekilde programlanmıştır.

KLİMA DEVRELERİ: İlgili devrede bulunan klima santrallerinin vana açıklık oranları ekran resimlerinde toplu olarak gösterilir, eğer klima santrallerinde ihtiyaç talep edilmezse pompanın çalışma izni olsa dahi ilgili zon ait kapalı konuma geçirilecektir.

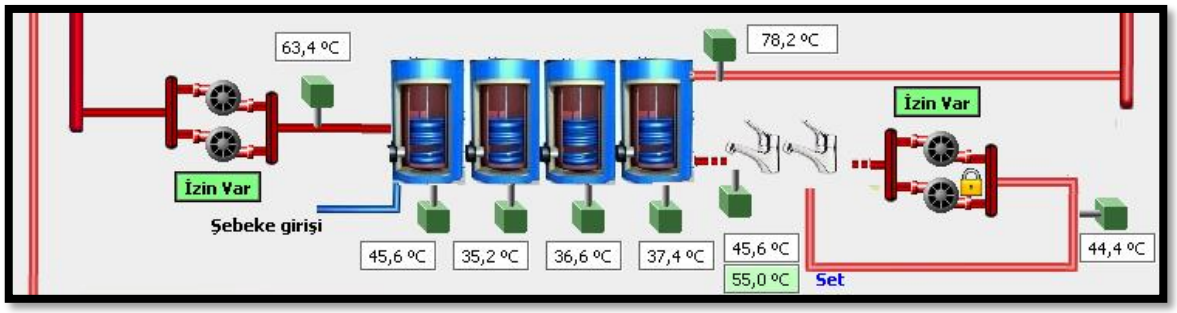
15.9.6 Eşanjörler



Şekil-15.31

NORMAL ÇALIŞMA:
İzini olan devrelerin pompaları çalışır, eşanjör vana motorları set değerini tutturacak şekilde çalışır. İzni olmayan devrelerin pompası durur vanası kapalıdır.

15.9.7 Boyler Devresi



Şekil-15.32

NORMAL ÇALIŞMA:

Boyler sirkülâsyon pompalarının çalıştırılması KAZAN EKOPANEL'i tarafından yapılmaktadır. Bina otomasyon sistemi ile pompaların sadece çalışma durum ve arıza bilgileri izlenmektedir.

Isıtma sistemi AÇIK durumdayken tesisata gidiş su sıcaklığı 40°C altına indiğinde SMS ve e-mail ile uyarı yapılmaktadır.

LEJYONER KORUMASI: Lejyoner hastalığına neden olan 'Legionellaceae ailesinden L. Pneumophilia' adlı bakterinin boyler tankları içerisinde üremesinin engellenmesi için her hafta Pazar günü saat 02:00'de boyler sıcaklıkları kazan tarafından 70°C yapılacaktır. Bu koruma Bina otomasyon sistemi dışında KAZAN firmasının sistemi tarafından yapılmaktadır.

15.9.8 Klima Santral Soğutma Sistemi (VRF-DX)

BULUNDUĞU YER: Açık havuz

HİZMET VERDİĞİ BÖLGE: Spor Tarafı

ÇALIŞMA SAATLERİ: İşletmeci tarafından belirlenir.

ÇALIŞMA MODLARI:

Klima santrallerinde bulunan soğutucu bataryalar VRF sistemine bağlı DX bataryalar olup, sadece çalışma izin bilgileri BOS üzerinden verilmektedir.

KAPALI MODU: İzin bilgisi BOS üzerinden verilmemişse sistem devre dışı kalır.

AÇIK MODU: İzin bilgisi BOS üzerinden verildiğinde sistem kendisi çalışmaya başlayacaktır.

ARIZA KODLARI: Bu üniteler sisteme BACNET ile entegre edilmiş olup tüm bilgilerine bu açık protokol ile erişilebilmektedir.

GENEL BİLGİLER:

1) VAV ve hava kalite kontrolü;
VAV ile primer hava üflemesi yapılan yerlerde hava kalite (CO_2 ve VOC) değerleri belirlenen set değerlerini geçtiğinde VAV'ler taze hava sağlamak için %100'e doğru gideceklerdir.

Spor mahallerinde karbondioksit (CO_2) üst sınır değeri 1.000 ppm, VOC kirlilik sınır değeri %35 olarak belirlenmiştir.

2) Isıtıcı pompaların don koruma modunda çalışması;

Dış hava sıcaklığı 6 °C 'nin altında ise eş yaşlanma durumuna göre bir adet pompa devamlı şekilde çalışır.

3) BYS programında kalan giderilmiş motor arıza durumlarının resetlenmesi;
Arıza durumlarında bilgisayar sistemi kilitleyeceğinden sistemin tekrar çalışması için bilgisayardan resetlemek gerekir. Aksi takdirde sorun geçmiş olsa bile sistem çalışmaz;

Ana Bilgisayar arıza yaptığında veya çalıştırılmadığında RESET işlemi, sahadan MCC panosu üzerinden (vantilatör, pompa) pako şalteri 0'a getirilip tekrar 2'ye otomasyona alınması yoluyla da yapılabilir.

4) Sistemlerin senkronize çalışması;
Genel olarak taze hava ve konfor ihtiyaçları klima santralleri ile sağlanmaya çalışılacak olup, iç mahallerdeki değişken talep VRV'ler ile sağlanacaktır.

5) Haberleşen mahal sıcaklık termostatları;
Spor stüdyolarında ders programı türüne göre sıcaklık ayarlaması bilgisayar üzerinden yapılabileceği gibi spor hocaları tarafından +/- 5 derece aralıklarında değiştirilebilecek şekilde olacaktır.

Sabit sıcaklık 22°C derece olacak olup; 17°C ile 27°C aralıklarında istenildiği gibi set değeri değiştirilebilecektir. Ayarlanan set değerine göre VAV ve VRV sistemi devreye girecek ve istenen sıcaklık yakalanacaktır.

6) Önemli alarm bildirimleri;
Su deposunun seviye izlemesi oransal olarak yapılacak olup seviye ile ilgili izleme yapılan sayfada;

%60 ve üzerinde yeşil,
%60-50 arasında sarı,
%40 ve altında kırmızı renk ile görsel uyarı verecek şekilde programlanacaktır.
Ayrıca %40 olan kritik seviyede mail + sms yolu ile bilgilendirme olarak ilgililere gönderilecektir.

7) Yangın senaryosu;
Yangın senaryosu YANGIN DANIŞMANI tarafından belirlenecek olup, yangın bilgisi BOS'a alındığında ilgili senaryolar gerçekleştirilecektir.

8) Jeneratör çalışma modu;
Jeneratör çalışma bilgisi alındığında; kesinti nedeniyle durmuş olan cihazların aynı anda devreye girerek aşırı akım çekmemesi için sistemlerin sıralı olarak devreye girmesi sağlanır. Jeneratör üzerinden alınacak aşırı akım bilgisi ile koruma senaryoları gerçekleştirilecektir.

Ayrıca jeneratörün devreye girmesinden sonra sistemlerin aniden devreye girerek demeraj akımı oluşturmamaları için SIRALI DEVREYE ALMA senaryoları uygulanmıştır.

15.9.9 Sıcaklık Kontrolü
Klima santralinden sabit sıcaklıkta şartlandırılmış hava gönderilir. Geri kalan ihtiyaç Mitsubishi VRF sistemi tarafından karşılanır. Ayrıca Mitsubishi VRF sistemi ile entegre olunduğundan bu mahallere ait sıcaklık bilgileri ekrandan izlenebilir.

Bu klima santralinde dönüş havası sıcaklığına kontrol yapılmaktadır. Dönüş havasına verilen set değeri ve gerçek dönüş hava sıcaklığı kıyaslanarak üfleme havasının sıcaklığı ayarlanır. Sıcaklık limitlerine ait bilgileri içeren tablo aşağıdaki gibidir.

Tablo-15.6

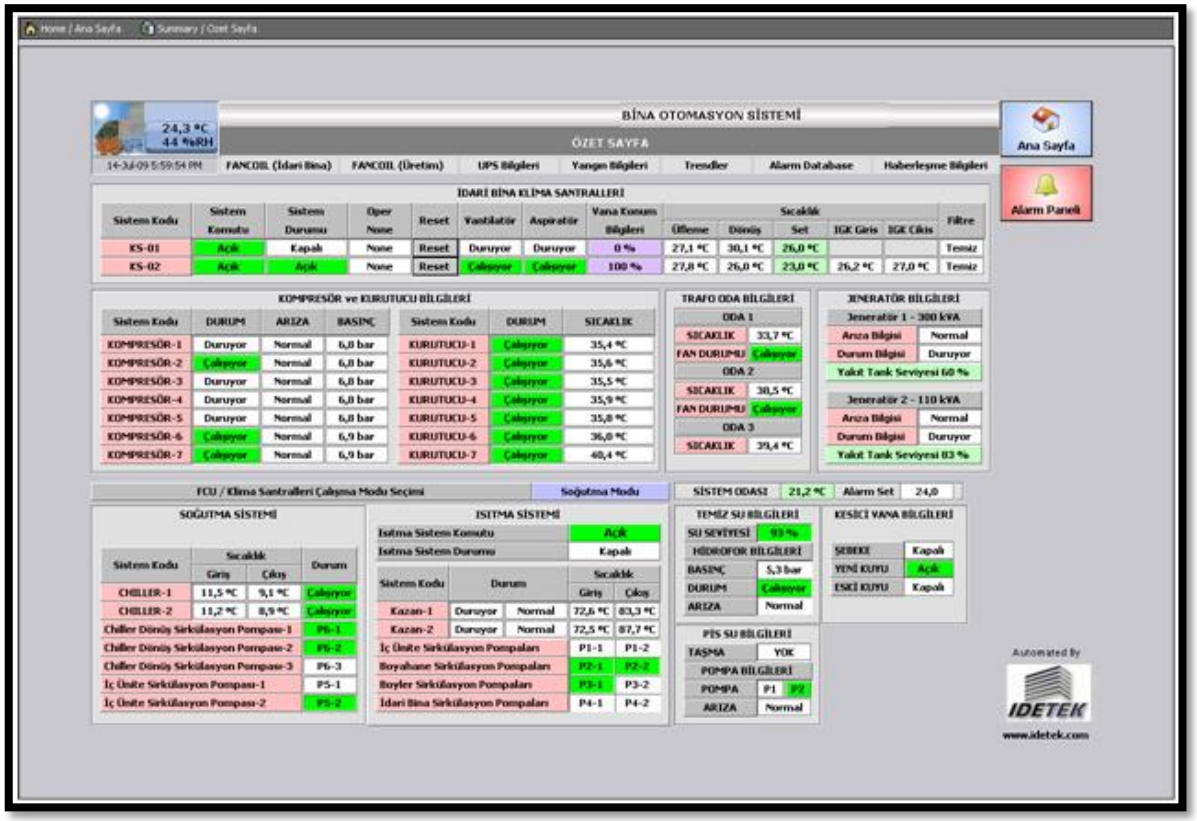
Mod seçimi ve Sıcaklık Limitleri	*Minimum sıcaklık*	*Maksimum sıcaklık*
Soğutma Modu	*22°C*	*28°C*
Isıtma Modu	*23°C*	*32°C*
Geçiş Modu	*20°C*	*26°C*

Proje sorumlusuna ait notlar:

- *Stüdyo mahallerinde RCW ile set değeri değiştirildiğinde ilgili mahalle ait VRF'de aynı set değerine gelecektir.*
- *Stüdyo mahallerinde harekete bağlı izleme yapıldığında 'mahal boşken' ekonomi modlarına geçiş yapılacaktır. Sıcaklıklar uygun mertebede kaydırılacaktır.*
- *Tesisin yoğun olarak kullanılmadığı zamanlarda klima santrallerinde EKONOMİ MODU seçenek olarak bulunacak olup operatör tarafından aktif-pasif seçimi yapılmak suretiyle ayarlanabilecektir. (08:00-11:00 saatleri arasında maksimum motor frekans değerleri 40Hz yapılması gibi)*
- *Squash kortlarında hareket duyargaları ile alınan bilgiler doğrultusunda aydınlatmalar 1/3 oranında azaltılacak ve mahal kullanılmıyorken sıcaklık set değerleri EKONOMİ MODU doğrultusunda kaydırılacaktır.*
- *Isıtma sistemi çalışıyorken boyler su sıcaklık değeri 40°C altına düşerse SMS ve e-mail ile bilgilendirme yapılacaktır.*

(*) Senaryoya bağlı olarak belirlenen eylemler bina sahibinin ve proje sorumlusunun yorumuna göre değişiklik gösterebilir. Yüklenici firma adı konmamış konularda esnek senaryo uygulama hakkını saklı tutar.

15.10 BİR FABRİKA BİNASINA AİT MEKANİK TESİSAT KONTROLÜ



Şekil-15.33 *Özet kontrol sayfası*

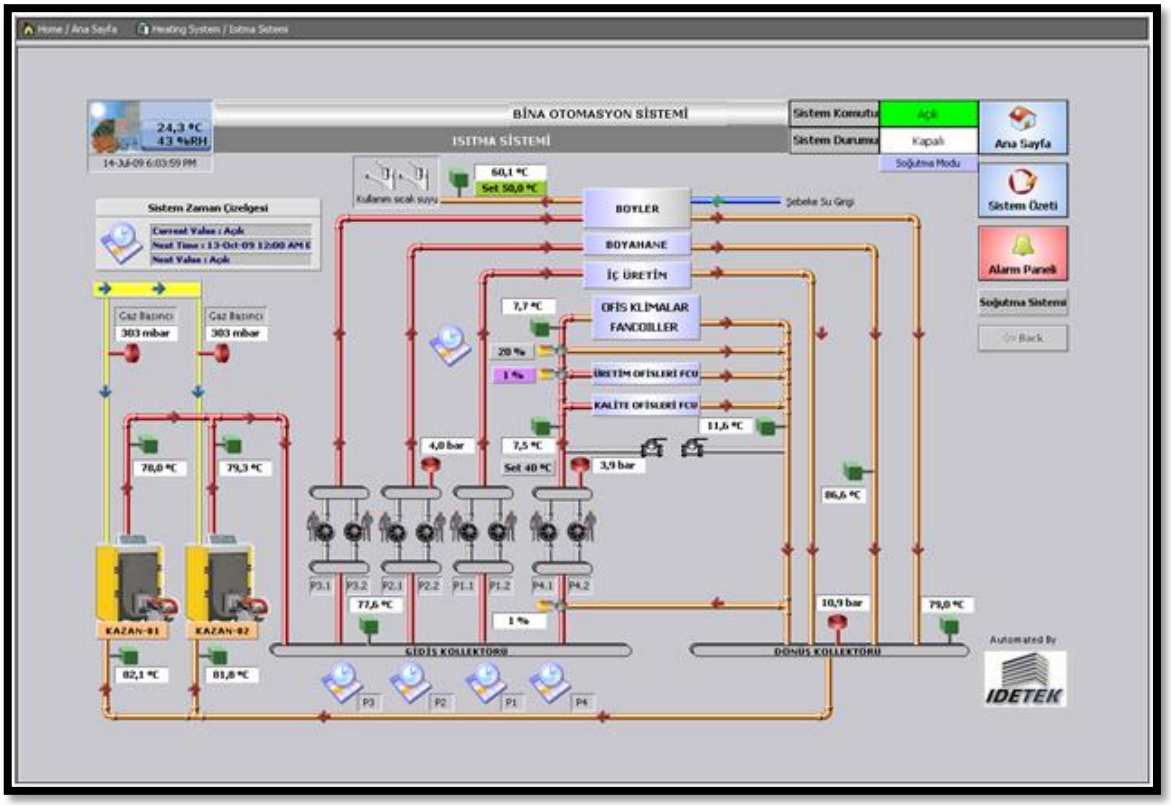
Bütün Sistemler ile ilgili özet bilgi veren sayfadır. Bu sayfada sistemlerin komutları, sistem durumları, herhangi bir noktaya operatör müdahalesi olup olmadığı, sahadan manuele alınma durumu, önemli set değerleri ve gerçek değerleri gözükmektedir.

Bu resimden tüm cihazlara dallanmak ve tüm resimlerden bu özet tabloya dönmek mümkündür.

Renk Kodları:

İzlemesi ve kontrolü yapılan sistemlerde;

Beyaz renk duruyor / kapalı,
Yeşil renk çalışıyor / açık,
Kırmızı renk / arıza şeklinde tanımlıdır.



Şekil-15.34

Bulunduğu Yer : Üretim Katı Bodrum Kat
Hizmet Verdiği Bölge : Bütün Tesis
Çalışma Dönemi : Yaz / Kış
Çalışma Saatleri : İşletmeci Tarafından Zaman Programı ile belirleniyor.

ÇALIŞMA MODLARI

Kapalı Modu: *Sistem bu durumda kapalıdır. Bütün pompalar ve vanalar yani sistem komutu ve sistem durumu beyaz renktedir.*

Sistem komutunun veya Sistem Zaman Programının kapalı konuma alınması durumunda sistem çalışmamaktadır. Sistem kapalı konumda olsa dahi, dış hava sıcaklık değerinin 5 derecenin altına düşmesi ile kazanlar ve pompalar otomatik olarak çalışmaktadır.

Açık Modu: *Sistem komutunun açık konumunda olması ve sistem zaman programının devrede olması durumunda seçilen sisteme göre çalışma yapılmaktadır.*

Sistem komutunun açık olması ve sistem zaman programının devrede olması durumunda; kazanlar çalışmaktadır.

Zaman Programı Modu: *Sistem Komutunun açık olması durumunda seçilen sistem zaman programına göre otomatik olarak çalışıp kapanabilmektedir.*

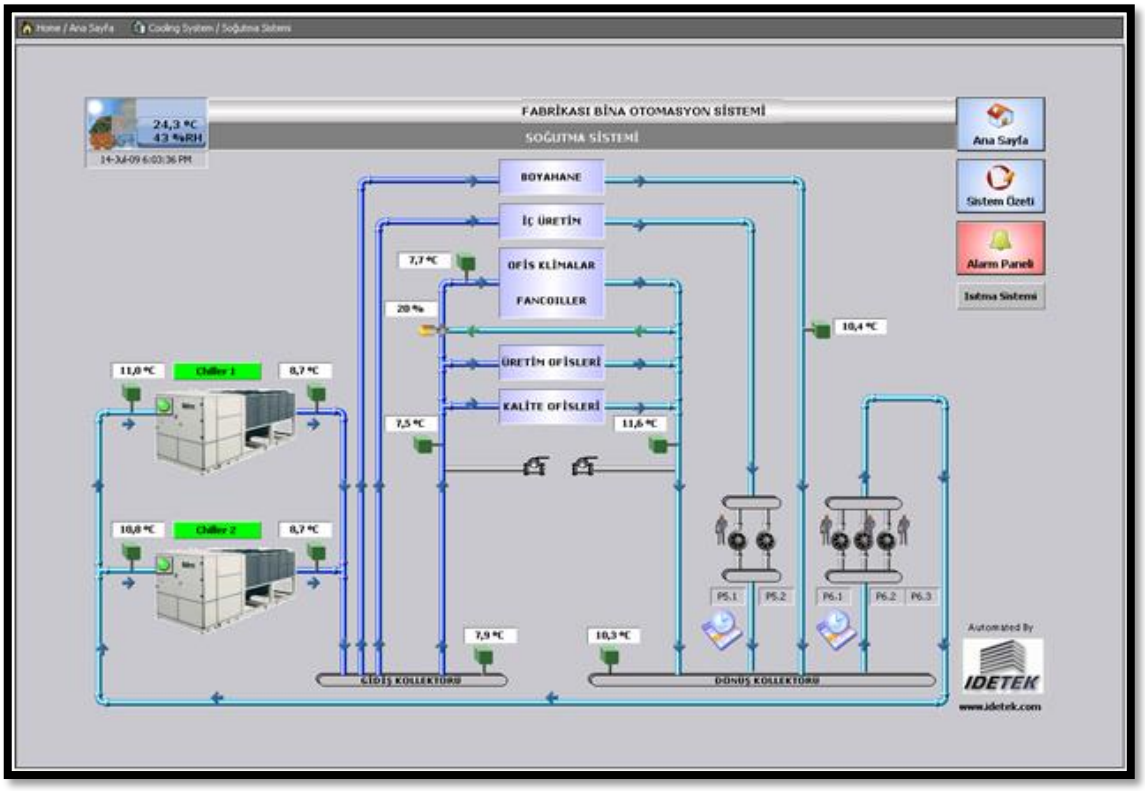
Normal Çalışma: *Her devrenin bir adet pompası otomatik olarak çalışır. Program tarafından asıl olarak devreye alınan pompa herhangi bir nedenden dolayı 2 dakika içerisinde devreye girmezse, program ikinci pompayı devreye alır.*

Pompalar; zaman programı ve kullanıcıların komutlarına göre çalışmaktadır. Pompalar eşit yaşlanma programı ile çalışma saatlerine göre sıralı olarak çalıştırılmaktadır.

Dış Hava Kompanzasyonu*: FCU devrelerine giden suyun sıcaklığının dış havanın sıcaklığı ile belirlenmesi anlamına gelir. Uygulanan eğri; Dış hava 10°C ve altında ise gidiş suyu 60°C, +15°C ve yukarısında ise 45°C olacak şekildedir.*

FCU Devreleri: *Dış hava kompanzasyonu ile belirlenmiş set değerini yakalamak için; İdari Bina gidiş hattında bulunan üç yollu motorlu vana konumlandırılır. Isıtma ihtiyacında vana açar, aksi taktirde vana kapatır. Pompalardan bir tanesi devamlı çalışmaktadır. Devre bir asıl bir yedek şeklinde bir pompa bir vanadan oluşan set olarak tasarlanmıştır ve çalışma saatlerine göre haftada bir sıraları, az çalışmış olan çalıştırılacak şekilde değiştirilir.*

FCU'ların mevsimsel sıcaklık kontrolü için "FCU / Klima Santralleri Çalışma Mod Seçimi" ısıtma, soğutma ve özet sayfada bulunan ilgili kısımlardan yapılabilmektedir.



Şekil-15.35

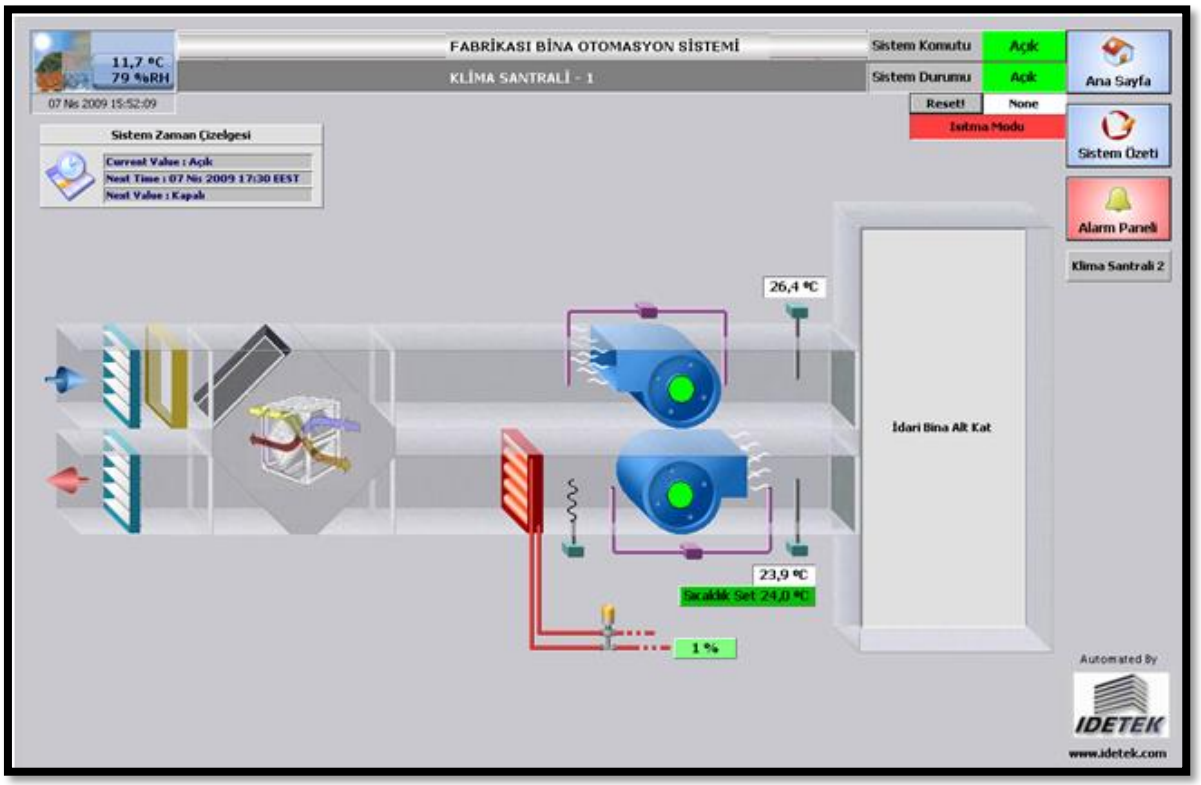
Bulunduğu Yer : Üretim Binası
Hizmet Verdiği Bölge : Bütün Tesis
Çalışma Dönemi : Yaz
Çalışma Saatleri : İşletmeci Tarafından Belirleniyor.

Soğutma Sistemi:
Soğutma gruplarının anahtarlaması otomasyon sistemi tarafından yapılmamaktadır. Grupların sadece durum ve arıza bilgilerinin izlemesi yapılmaktadır. Grupların çalıştırılması işletmeci tarafından yapılmaktadır.

Normal Çalışma: *Her devrenin bir adet sirkülasyon pompası otomatik olarak çalışır. Program tarafından asıl olarak devreye alınan pompa, herhangi bir nedenden dolayı 2 dakika içerisinde devreye girmezse, program ikinci pompayı devreye alır.*

Pompalar; zaman programı ve kullanıcıların komutlarına göre çalışmaktadır. Pompalar eşit yaşlanma programı ile çalışma saatlerine göre sıralı olarak çalıştırılmaktadır.

15.10.1 Klima Santrali- 1



Şekil-15.36

Bulunduğu Yer: İdari Bina Çatı Kat
Hizmet Verdiği Bölge: Yönetim Binası Alt Kat Ofisler
Çalışma Dönemi: Yaz / Kış
Çalışma Saatleri: 07:30 / 18:30 (Konfor)

ÇALIŞMA MODLARI

Kapalı Modu: *Sistem komutunun veya Zaman Programının kapalı olması durumunda klima santrali kapalı mod'a geçer. Klima santrali kapalı konumda iken donma alarmı gelmesi durumunda, eğer sistem ısıtma konumunda ise ısıtma vanası %100 açık konuma geçer.*

Açık Modu: *Klima santralinin normal çalışma modudur. Sistem komutu ve Zaman programının devrede olması durumunda sistemde bir arıza yok ise 2 dakikalık süre içinde sistem önce damper motorlarını açar, 2 dakikalık sürenin geçmesinden sonra önce vantilatör daha sonra aspiratör çalışmaya başlar. Vantilatörün çalışmasından sonra vana motoru istenilen set değerine göre regülasyon yapar.*

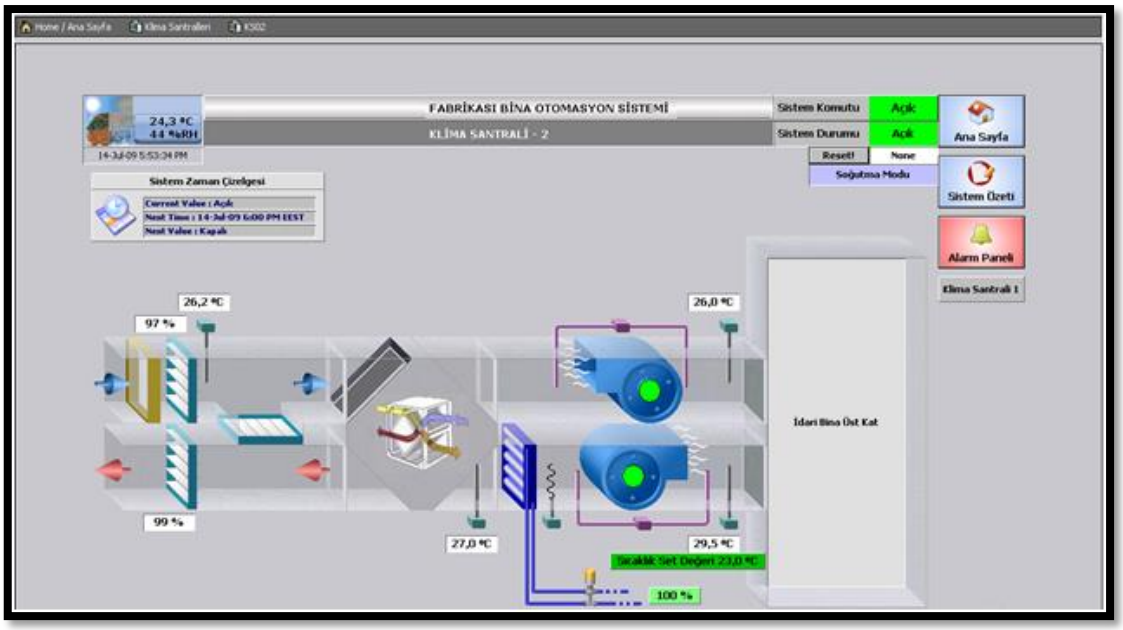
Arıza Modları: *Klima santralinin arızaya geçmesi durumunda gelen arıza bilgisinin türü sistem durumunda belirir. Ayrıca alarm paneli üzerinde gelen arıza bilgisi ile ilgili ayrıntılar görülebilir.*

Vantilatör veya Aspiratör Kayış Alarmı: Vantilatör veya Aspiratörün hava akış bilgisini gösteren Fark basınç anahtarlarından, ilgili fanın çalışmasına rağmen bilgi alınmaması sonucunda Klima Santralının girmiş olduğu arıza modudur.

Kayış alarmına neden olan sorunların giderilmesi durumunda klima santrali RESET butonuna basılarak klima santrali tekrar devreye alınabilir.

Donma Alarmı: *Klima santrali taze hava kanalı sıcaklığının 5˚C'nin altına inmesi durumunda, donma termostatı tarafından oluşturulan arıza modu'dur. Sistemin ısıtma modu'nda olması durumunda donma alarmı gelir. Sistemin soğutma durumunda olması durumunda donma alarmı gelmez. Sistemin ısıtma modu'nda olup, donma alarmı gelmesi durumunda vantilatör ve aspiratör durur, damper motorları kapanır ve ısıtma vana motoruna %100 açık komutu gönderilir. Donma durumunun kalkması durumunda önce donma termostatı daha sonra klima santrali RESET butonuna basılarak klima santrali tekrar devreye alınabilir.*

15.10.2 Klima Santrali- 2



Şekil-15.37

Bulunduğu Yer : İdari Bina Çatı Kat
Hizmet Verdiği Bölge: Yönetim Binası Üst Kat Ofisler
Çalışma Dönemi: Yaz / Kış
Çalışma Saatleri: 07:30 / 18:30 (Konfor)

ÇALIŞMA MODLARI

Kapalı Modu: *Sistem komutunun veya Zaman Programının kapalı olması durumunda klima santrali kapalı mod'a geçer. Klima santrali kapalı konumda iken donma alarmı gelmesi durumunda, eğer sistem ısıtma konumunda ise ısıtma vanası %100 açık konuma geçer. Sistemin soğutma konumunda olması durumunda donma alarmı gelmez.*

Açık Modu: *Klima santralinin normal çalışma modudur. Sistem komutu ve Zaman programının devrede olması durumunda sistemde bir arıza yok ise 3 dakikalık süre içinde sistem önce damper motorlarını açar, 3 dakikalık sürenin geçmesinden sonra önce vantilatör daha sonra aspiratör çalışmaya başlar. Vantilatörün çalışmasından sonra vana motoru istenilen set değerine göre regülasyon yapar.*

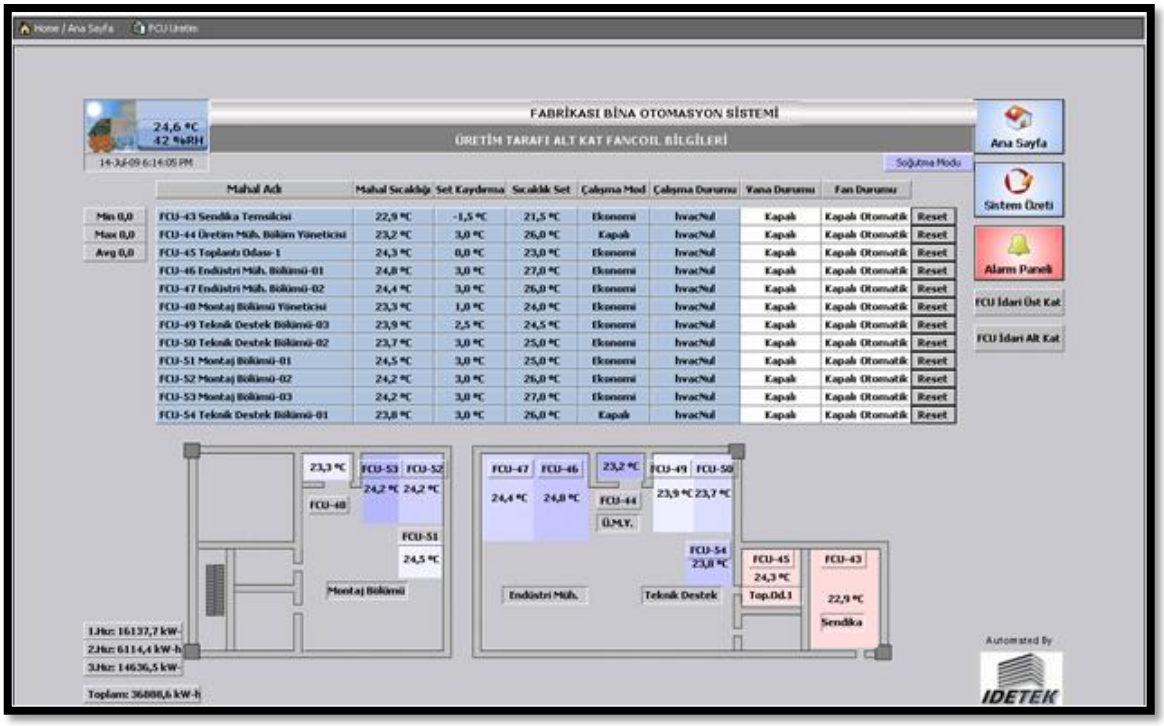
Damper motorları ise, dönüş havası ile dış hava bilgisinin entalpisine göre avantajlı durumuna göre minimum-maksimum taze hava oranını ayarlayarak çalışır.

Arıza Modları:
Klima santralinin arızaya geçmesi durumunda gelen arıza bilgisinin türü sistem durumunda belirir. Ayrıca alarm paneli üzerinde gelen arıza bilgisi ile ilgili ayrıntılar görülebilir.

Vantilatör veya Aspiratör Kayış Alarmı:
Vantilatör veya Aspiratörün hava akış bilgisini gösteren Fark basınç anahtarlarından, ilgili fanın çalışmasına rağmen bilgi alınmaması sonucunda klima santralinin girmiş olduğu arıza modudur. Kayış alarmının giderilmesi durumunda klima santrali RESET butonuna basılarak klima santrali tekrar devreye alınabilir.

Donma Alarmı:
Klima santrali taze hava kanalı sıcaklığının 5˚C'nin altına inmesi durumunda, donma termostatı tarafından oluşturulan arıza modudur. Sistemin ısıtma modunda olması durumunda donma alarmı gelir. Sistemin soğutma durumunda olması durumunda donma alarmı gelmez. Sistemin ısıtma modunda olup, Donma alarmı gelmesi durumunda Vantilatör ve Aspiratör durur, Isıtma vana motoruna %100 açık komutu gönderilir. Taze hava ve egzoz damperleri kapanır, karışım damperi %100 açık konuma geçer. Donma durumunun kalkması durumunda önce donma termostatı daha sonra klima santrali RESET butonuna basılarak klima santrali tekrar devreye alınabilir.

15.10.3 Üretim Katı Alt Kat Fan-Coil Bilgileri



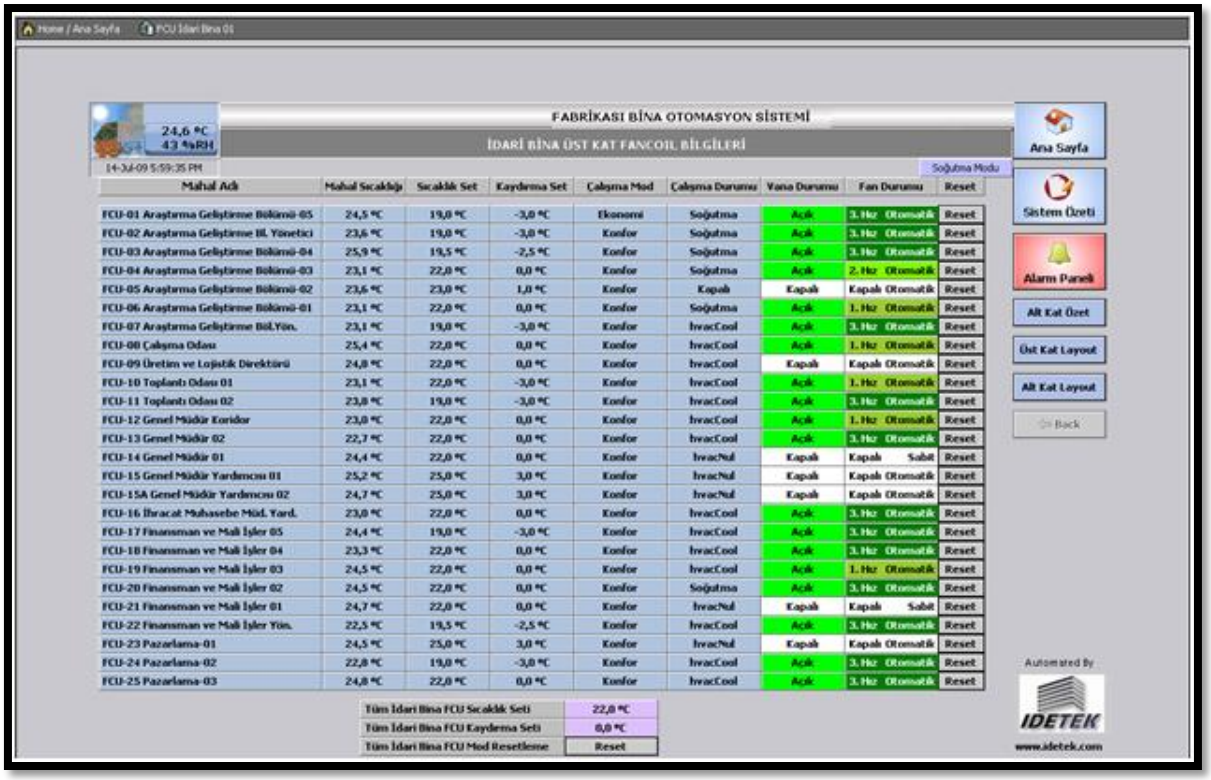
Şekil-15.38

Hizmet Verdiği Bölge: Üretim Binası Ofisler
Çalışma Dönemi: Yaz / Kış
Çalışma Saatleri: 07:30 / 18:30 (Konfor)

Üretim katında bulunan fan-coillerin izleme ve kontrolünün yapıldığı sayfadır. Bu sayfa üzerinden fan-coil'lerin detay sayfalarına gidilebilir, plan görünümünde yerleşimleri izlenebilir.

FCU'ların mevsimsel sıcaklık kontrolü için Isıtma/soğutma mod seçimi, sayfada bulunan ayar butonu yapılabilmektedir.

15.10.4 İdari Bina Üst Kat Fan-Coil Bilgileri



Mahal Adı	Mahal Sıcaklığı	Sıcaklık Set	Kaydırma Set	Çalışma Mod	Çalışma Durumu	Vana Durumu	Fan Durumu	Reset
FCU-01 Araştırma Geliştirme Bölümü-05	24,5 °C	19,0 °C	-3,0 °C	Ekonomi	Soğutma	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-02 Araştırma Geliştirme Bl. Yönetici	23,6 °C	19,0 °C	-3,0 °C	Konfor	Soğutma	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-03 Araştırma Geliştirme Bölümü-04	25,9 °C	19,5 °C	-2,5 °C	Konfor	Soğutma	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-04 Araştırma Geliştirme Bölümü-03	23,1 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	Soğutma	Açık	2.Hız Otomatik	Reset
FCU-05 Araştırma Geliştirme Bölümü-02	23,6 °C	23,0 °C	1,0 °C	Konfor	Kapalı	Kapalı	Kapalı Otomatik	Reset
FCU-06 Araştırma Geliştirme Bölümü-01	23,1 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	Soğutma	Açık	1.Hız Otomatik	Reset
FCU-07 Araştırma Geliştirme Bil.Yön.	23,1 °C	19,0 °C	-3,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-08 Çalışma Odası	25,4 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	1.Hız Otomatik	Reset
FCU-09 Üretim ve Lojistik Direktörü	24,8 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Kapalı	Kapalı Otomatik	Reset
FCU-10 Toplantı Odası 01	23,1 °C	22,0 °C	-3,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	1.Hız Otomatik	Reset
FCU-11 Toplantı Odası 02	23,8 °C	19,0 °C	-3,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-12 Genel Müdür Koridor	23,8 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	1.Hız Otomatik	Reset
FCU-13 Genel Müdür 02	22,7 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-14 Genel Müdür 01	24,4 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacNul	Kapalı	Kapalı Sabit	Reset
FCU-15 Genel Müdür Yardımcısı 01	25,2 °C	25,0 °C	3,0 °C	Konfor	hvacNul	Kapalı	Kapalı Otomatik	Reset
FCU-15A Genel Müdür Yardımcısı 02	24,7 °C	25,0 °C	3,0 °C	Konfor	hvacNul	Kapalı	Kapalı Otomatik	Reset
FCU-16 İhracat Muhasebe Müd. Yard.	23,0 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-17 Finansman ve Mali İşler 05	24,4 °C	19,0 °C	-3,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-18 Finansman ve Mali İşler 04	23,3 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-19 Finansman ve Mali İşler 03	24,5 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	1.Hız Otomatik	Reset
FCU-20 Finansman ve Mali İşler 02	24,5 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	Soğutma	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-21 Finansman ve Mali İşler 01	24,7 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacNul	Kapalı	Kapalı Sabit	Reset
FCU-22 Finansman ve Mali İşler Yön.	22,5 °C	19,5 °C	-2,5 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-23 Pazarlama-01	24,5 °C	25,0 °C	3,0 °C	Konfor	hvacNul	Kapalı	Kapalı Otomatik	Reset
FCU-24 Pazarlama-02	22,8 °C	19,0 °C	-3,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset
FCU-25 Pazarlama-03	24,8 °C	22,0 °C	0,0 °C	Konfor	hvacCool	Açık	3.Hız Otomatik	Reset

Şekil-15.39

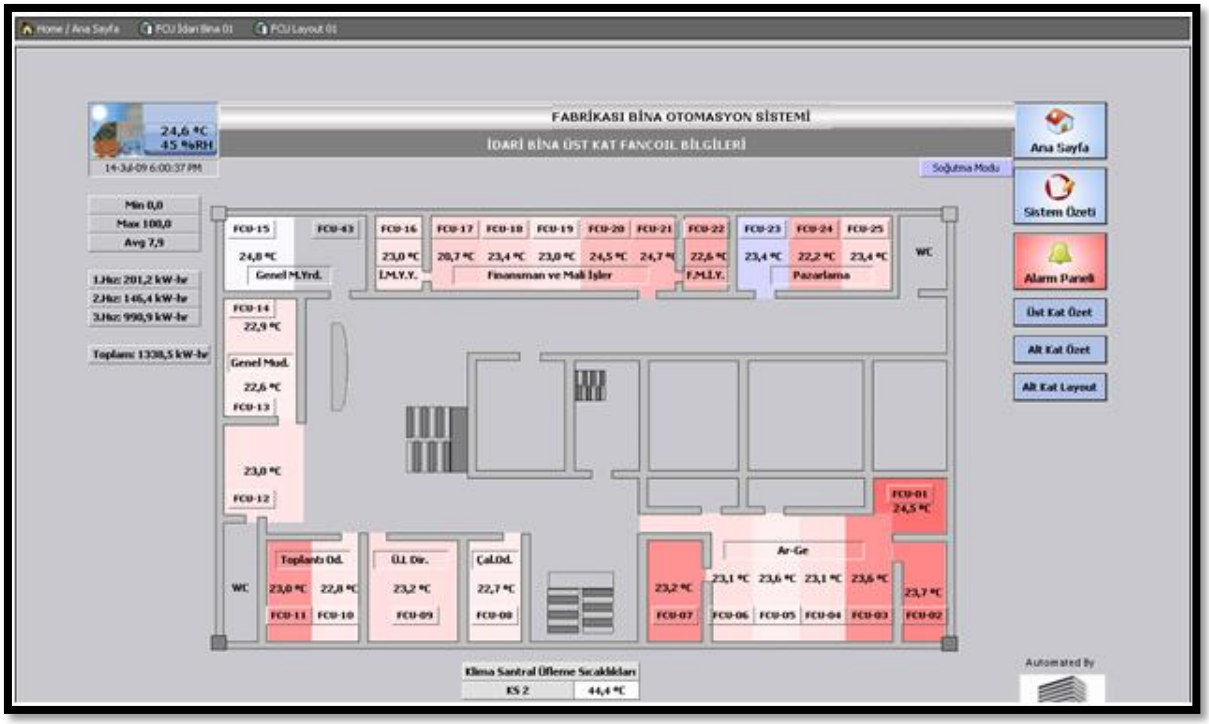
Hizmet Verdiği Bölge: Yönetim Binası Üst Kat Ofisler
Çalışma Dönemi: Yaz / Kış
Çalışma Saatleri: 07:30 / 18:30 (Konfor)

İdari Bina Üst katında bulunan fan-coillerin izleme ve kontrolünün yapıldığı sayfadır. Bu sayfa üzerinden plan sayfasına ve fan-coil'lerin detay sayfalarına gidilebilir, yerleşimleri izlenebilir.

FCU'ların mevsimsel sıcaklık kontrolü için Isıtma/soğutma mod seçimi, sayfada bulunan ayar butonu yapılabilmektedir.

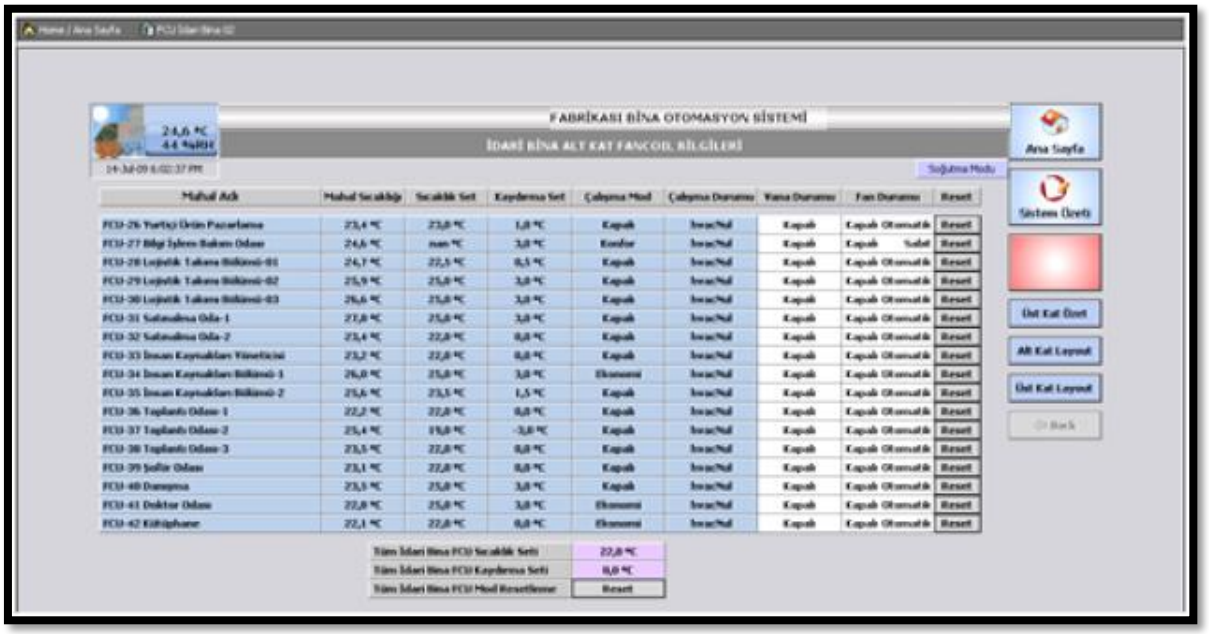
Sayfanın alt tarafındaki üç adet set düğmesi ile idari binaya ait tüm fan-coil'lerin;

- *Sıcaklık set,*
- *Kaydırma set ve*
- *Çalışma mod'larının resetlenmesi mümkündür.*



Şekil-15.40 *Yönetim binası üst kat ofisler plan görünümü*

15.10.5 İdari Bina Alt Kat Fan-Coil Bilgileri

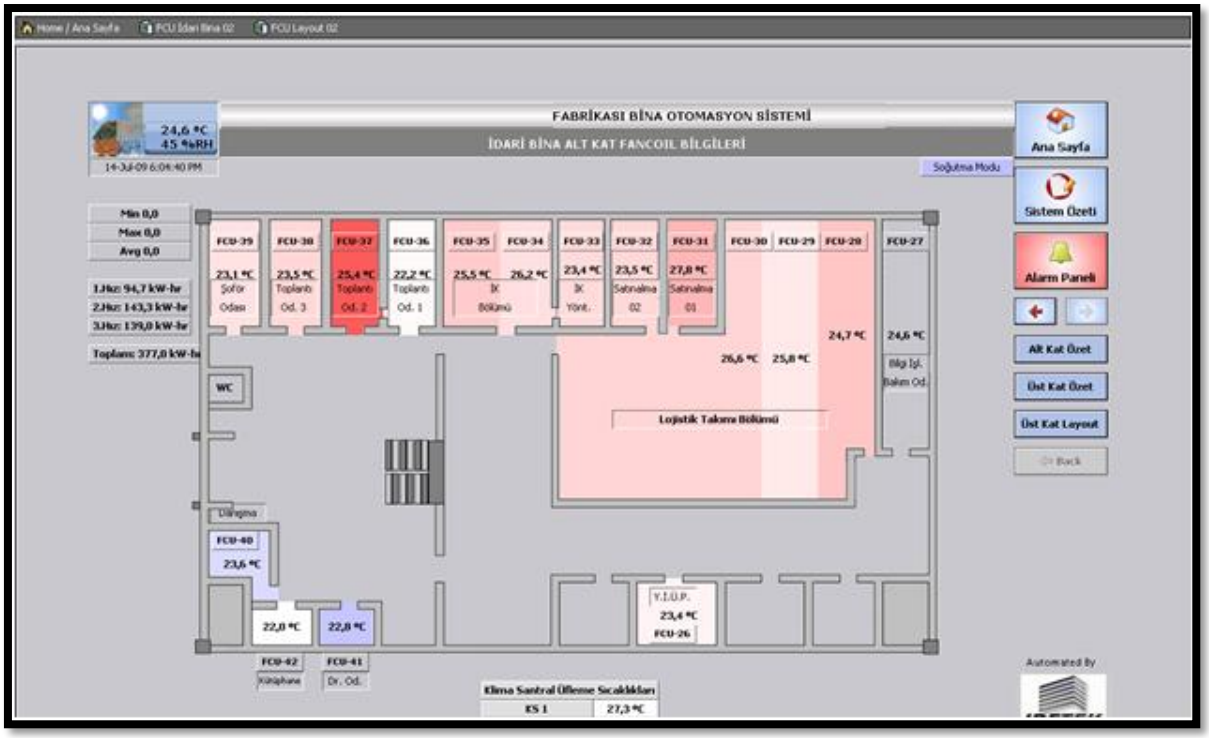


Şekil-15.41

Hizmet Verdiği Bölge: Yönetim Binası Alt Kat Ofisler
Çalışma Dönemi: Yaz / Kış
Çalışma Saatleri: 07:30 / 18:30 (Konfor)

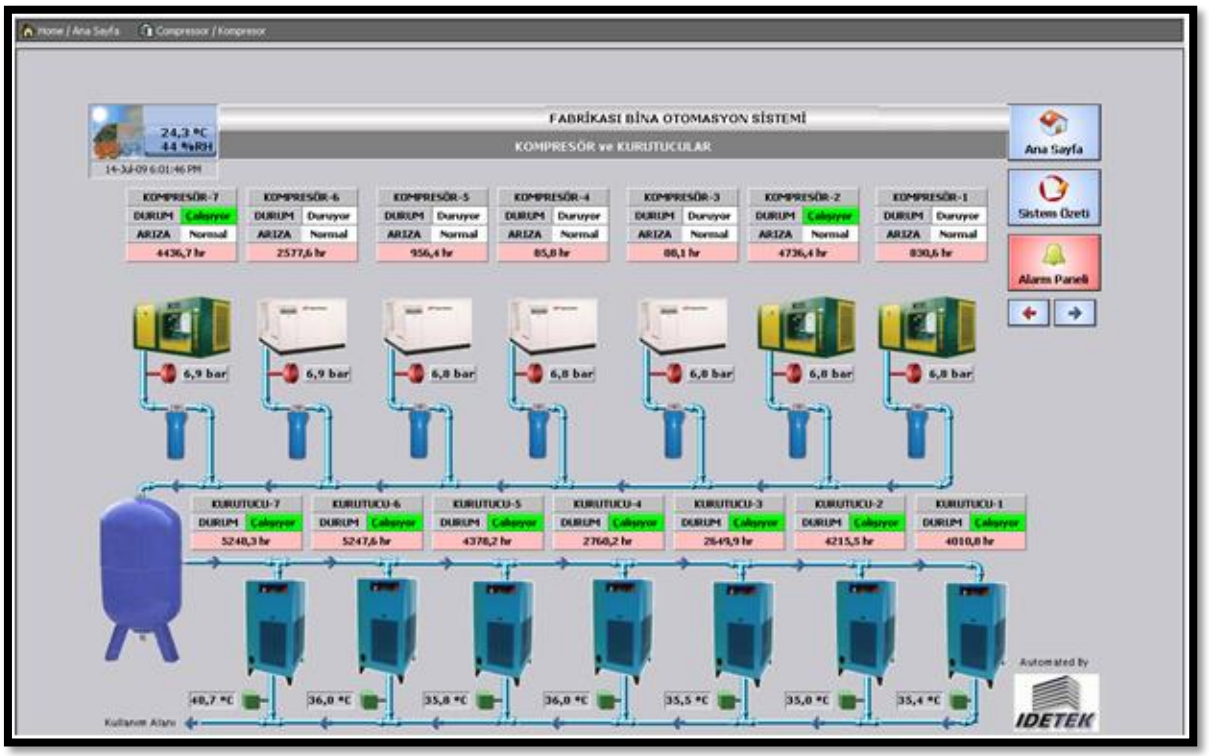
İdari Bina Alt katında bulunan fan-coillerin izleme ve kontrolünün yapıldığı sayfadır. Bu sayfa üzerinden plan sayfasına ve fan-coil'lerin detay sayfalarına gidilebilir, yerleşimleri izlenebilir.

FCU'ların mevsimsel sıcaklık kontrolü için Isıtma/soğutma mod seçimi, sayfada bulunan ayar butonu yapılabilmektedir.



Şekil-15.42 *Yönetim binası alt kat ofisler plan görünümü*

15.10.6 Kompresör ve Kurutucu Bilgileri



Şekil-15.43

Bulunduğu Yer: Üretim Binası Kompresör Dairesi

Kompresörlerin basınçları, çalışma ve arıza bilgilerinin izlemesi,

Kurutucuların çalışma durumları ve sıcaklıklarının izlemesi yapılmaktadır.

Cihazların çalışma saatlerinin program tarafından sayımı yapılarak "servis-bakım" takibinin yapılması sağlanmıştır.

15.10.7 Jeneratör Durumları ve Mazot Tank Seviye Bilgileri

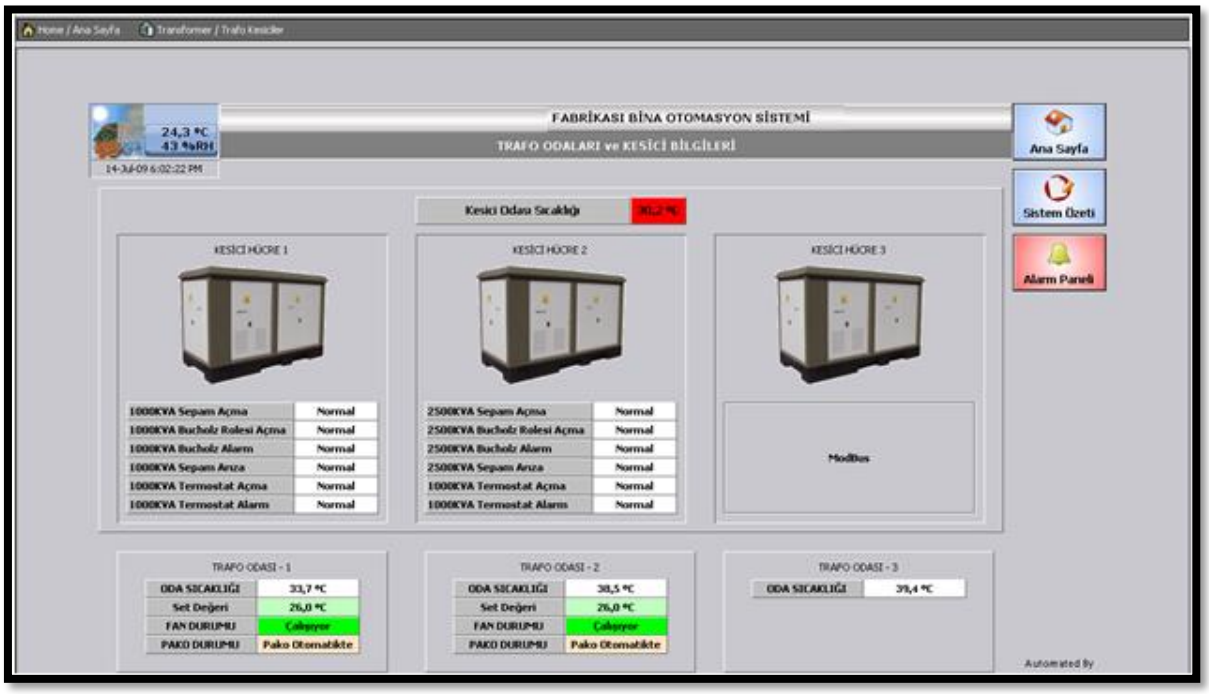


Şekil-15.44

Tesiste bulunan iki adet jeneratörün durum, arıza ve çalışma bilgileri bu sayfadan izlenmektedir.

Jeneratörlere ait yakıt (mazot) tanklarının seviye izlemesi oransal olarak yapılmakta olup; seviye ile bağlantılı olarak:
%60 ve üzerinde yeşil,
%60-50 arasında sarı,
%40 ve altında kırmızı renk ile görsel uyarı verecek şekilde programlanmıştır.
Ayrıca %40 olan kritik seviyede mail ve SMS yolu ile uyarı gönderilecektir.

15.10.8 Trafo Kesicileri ve Trafo Odalarına Ait Bilgiler



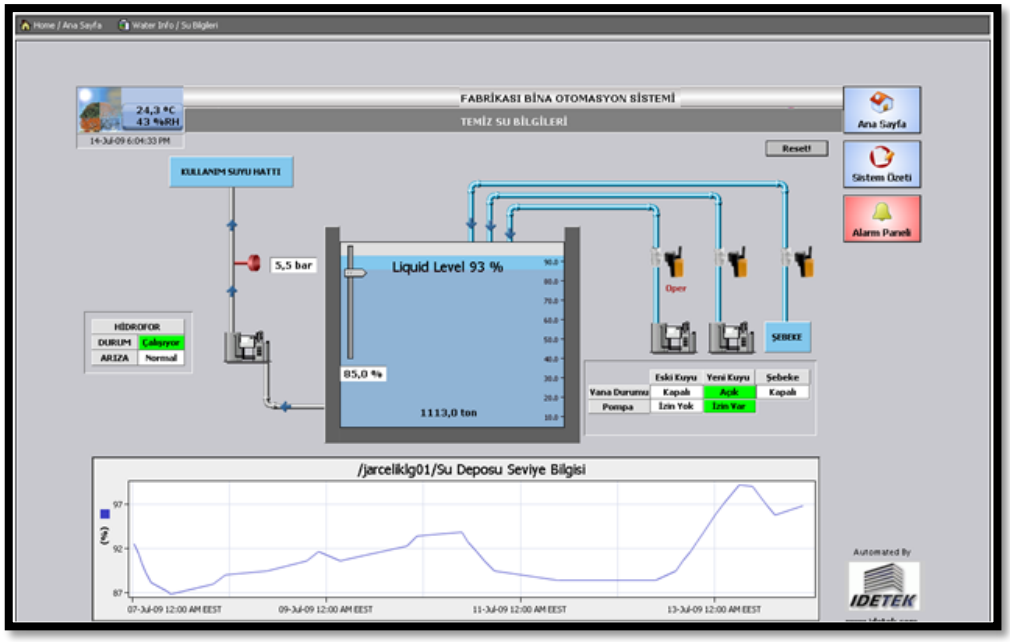
Şekil-15.45

Tesise ait trafo kesici odası sıcaklık bilgisi ile kesicilerden alınan bilgileri izlemesinin yapıldığı sayfadır.

Trafo odalarında bulunan fanların anahtarlaması otomasyondan ve sahadan manuel olarak yapılabilmektedir. Fanlar, verilen sıcaklık set değerini altında ise devreden çıkar, set değerini geçtiğinde otomatik olarak devreye girer.

Oda sıcaklığının 38°C ulaşması durumunda, sayfada görsel olarak gösterilecek olup ilgili kişilere e-mail ve SMS yolu ile bildirimini de otomatik olarak yapacaktır.

15.10.9 Temiz Su Bilgileri



Şekil-15.46

Tesise ait su depolarına yerleştirilen 'ultrasonik duyarga' ile seviye izlemesi oransal olarak yapılabilmektedir.

Kullanma su sistemine ait hidroforun çalışma durum ve arıza bilgisi ile basma hattı basıncının bilgileri izlenebilmektedir.

Seviye ile bağlantılı olarak:
%60 ve üzerinde yeşil,
%60-50 arasında sarı,
%40 ve altında kırmızı görsel uyarı verecek şekilde programlanmıştır.

Su seviyesinin durumuna ve verilen set değerine göre program kuyu / şebeke sistemi ile su deposunun dolmasını sağlayacaktır. İlk tercih kuyu vanaları ile doldurma işlemidir, şayet kuyu vanaları yetersiz kalırsa verilen kaydırılabilir set değeri ile şebeke vanası devreye girecektir.

Görsel uyarının yanında uyarı sistemi ile kritik seviye alarmının bildirimini ilgili kişilere mail ve SMS yolu ile otomatik olarak yapılacaktır.

Su seviyesinin kontrolü depo seviyesi setine göre yapılacak; vanalar kapatılacak ve pompaların çalışma izni verilmeyerek sistem kontrol edilecektir. Kuyuların pompalarına ÇALIŞMA İZİN durumu olarak bilgiyi otomasyon verecektir.

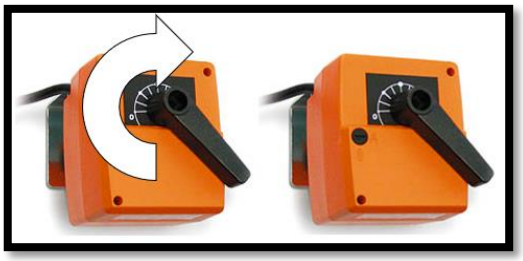
Su seviyesi;

- *%70 in üzerindeyse eski ve yeni kuyu basma hattında bulunan 2 yollu vanalar açılacak, şebekeye ait vana devreyi kapatacaktır.*
- *Kuyu hatlarına ait vanalar devredeyken su seviyesi % 70'e inerse, şebeke vanası devreye girecektir.*
- *Su seviyesi kaydırma çubuğu ile set edildiği değerde olduğunda bütün vanalar akış devrelerini keseceklerdir.*

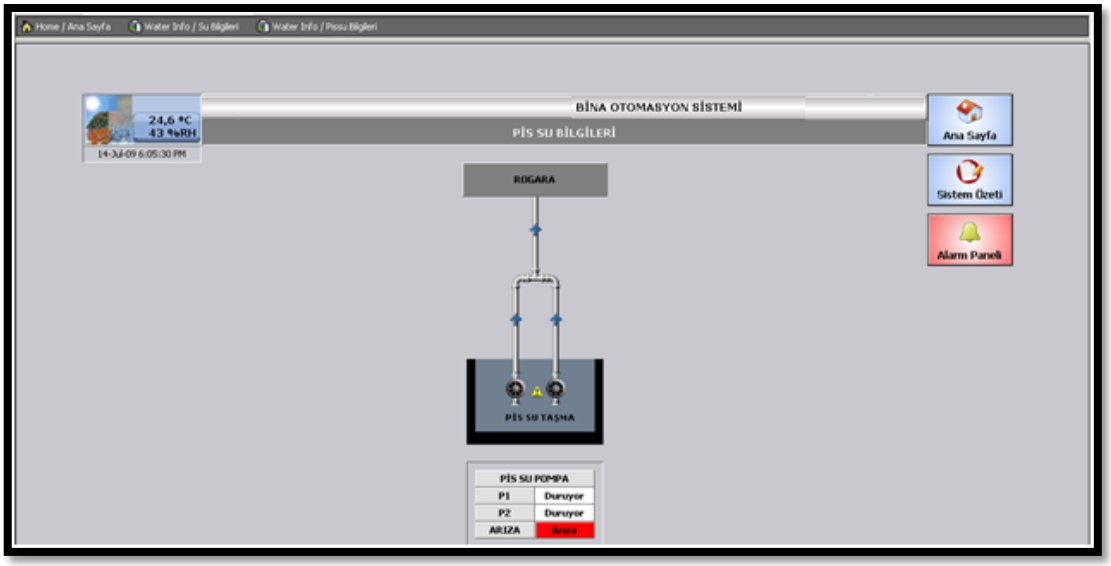
Pompa Çalışma İzin Durumu:
Kuyu vanalarına aç komutu verildikten 150 saniye sonra pompaların çalışması için izin verilecektir.

Vanalara Müdahale Edilmesi:
Herhangi bir elektriksel kesinti durumunda vanaların pozisyonları en son konumlandığı durumda kalmaktadır.

Vanalara manuel olarak müdahale edilmek gerektiğinde;
otomatik / manuel ayar yerini, manuel kısmına getirip kolu hareket ettirmek suretiyle istenilen konuma getirilebilir.



15.10.10 Pis Su Çukuru Bilgileri

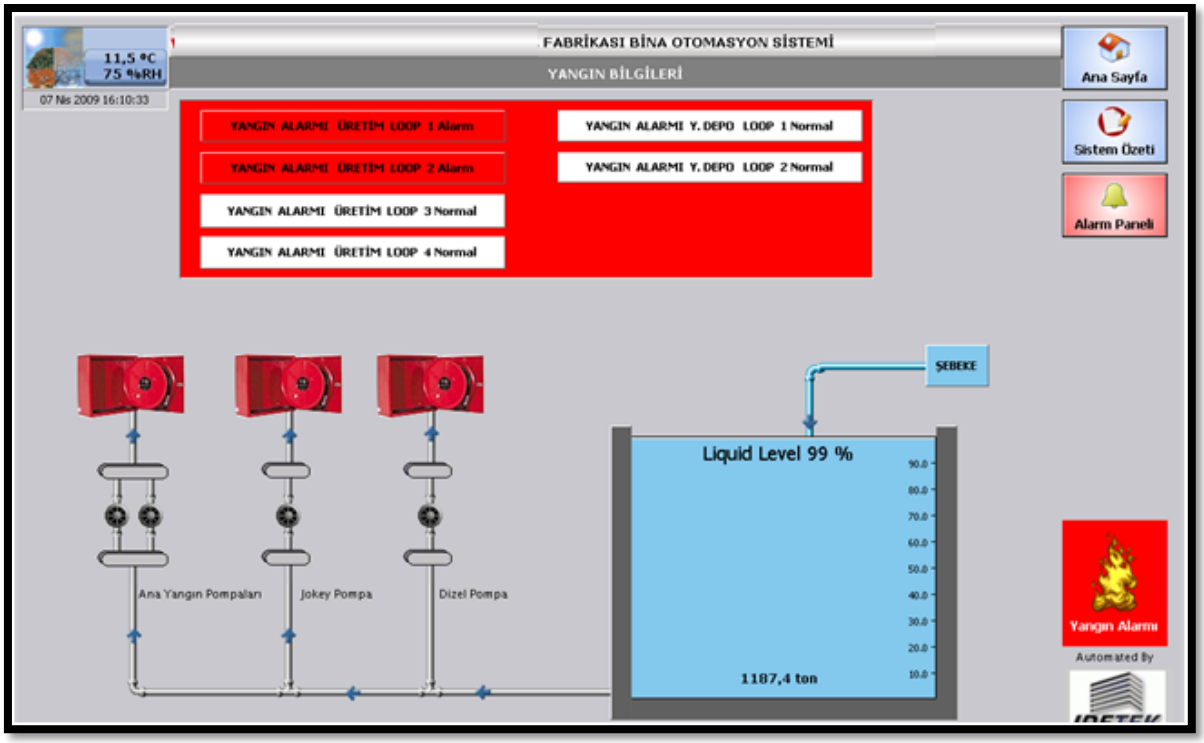


Şekil-15.47

Tesise ait pis su pompalarının çalışma durumu, arıza bilgileri ve taşma bilgileri izlenebilmektedir.

Pompalarda meydana gelebilecek bir sorun nedeniyle taşma olması ihtimaline karşı, seviye duyargasından gelecek alarm sayfada görsel olarak gösterilecek olup ilgili kişilere e-mail ve SMS yolu ile bildirimi otomatik olarak yapılacaktır.

15.10.11 Yangın Bilgileri



Şekil-15.48

<u>Yangın panosundan</u> alınan zon bilgilerinin izlendiği sayfadır.

Yangın pompalarının çalışma durumu, su deposunun seviye durumu ve yangın luplarından alınan bilgilerin izlemesi yapılır.

Yangın sisteminden gelen bilgilerin görsel bildiriminin yanında, SMS ve mail yolu ile yetkili kişilere alarm bildirimi yapılmaktadır.

15.BÖLÜM KAYNAKLARI

1. *http://www.matrikstr.com/Resimler/SiteIcerik/BINAOTOMASYONSSTEM_ornekproje_20090813_094119.pdf*
2. *İdetek Yön.Hiz. Bilg.ve Otomasyon Sist. San. ve Tic. A.Ş firma dokümanları, Mayıs 2016*

ISBN: 978-975-8476-04-6

© 2020
Teknik Sektör Yayıncılığı A.Ş.