

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PLC İLE ISITMA HAVALANDIRMA VE SOĞUTMA
SİSTEMLERİNİN OPTİMUM DENETİMİ**

Ekrem YILDIZ

Tez Yöneticisi:
Doç.Dr.Hasan ALLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2006

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PLC İLE ISITMA HAVALANDIRMA VE SOĞUTMA
SİSTEMLERİNİN OPTİMUM DENETİMİ**

Ekrem YILDIZ

Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu teztarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından
oybirliği/oyçokluğu ile başarılı/başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman:

Üye:

Üye:

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun...../...../...tarih
vesayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŐEKKÜR

Bu tezin hazırlanması sırasında gerekli yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Doç.Dr.Hasan ALLİ'ye, Arş. Gr. Servet SOYGÜDER'e, Arş. Gr. Ömür AYDOĞMUŐ'a ve Arş. Gr. Oğuz YAKUT'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İçindekiler.....	I
Şekil listesi.....	V
Özet.....	1
Abstract.....	2
1.GİRİŞ.....	3
2. HVAC KONTROL SİSTEMLERİNİN YAPISI.....	5
2.1.YÖNETİM SEVİYESİ.....	6
2.1.1.İşletmenin Kontrolü ve Yönetimi.....	6
2.1.1.1. Zamana Göre Anahtarlama Yazılımı (Günlük, Haftalık, Tatil)	6
2.1.1.2. Tepkiyle Çalışma Yazılımı	6
2.1.1.3. Sıralı Devreye Alma Yazılımı	6
2.1.1.4. Çalışma Saatlerine Göre Öncelik Değiştirme Yazılımı.....	6
2.1.1.5. Süreli Çalıştırma Yazılımı.....	7
2.1.1.6. Cihaz Koruma Yazılımı	7
2.1.1.7. Klima Santrallerinin Çalışma Yazılımı.....	7
2.1.2. İşletmenin Denetimi	7
2.1.2.1. Nokta Durum Raporu.....	8
2.1.2.2. Alarm Raporu	8
2.1.2.3. Geçmiş Veri Grafikleri ve Eğilim (Trend) Raporu.....	8
2.1.2.4. Cihaz Genel Durum Raporu	9
2.1.2.5. Ayar Değerleri Raporu.....	9
2.1.2.6. Adres Raporları	9
2.1.2.7. Sistemin Kendisi İle İlgili Durum Raporu.....	9
2.2. OTOMASYON SEVİYESİ.....	9
2.2.1. DDC Ünite Donanımı.....	10
2.2.1.1.Kompak DDC Üniteler.....	10
2.2.1.2.Modüler DDC üniteler.....	11
2.2.2. DDC Ünitelerin Optimizasyon Fonksiyon –Yazılımları.....	12
2.2.2.1. Serbest Enerji Bandı (Zero Energy Band/Load Reset) ve Dış Hava Soğutması (Free Outside Cooling).....	12

2.2.2.2. Gece Kullanım Optimizasyonu (Night Set Back -Cycle Program).....	13
2.2.2.3. Gece Besleme Programı (Night Purge Program).....	13
2.2.2.4 Optimum Çalıştırma-Durdurma.....	14
2.2.2.5 Entalpi Optimizasyonu-Kontrolü.....	14
2.2.2.6 Döngüsel Kumanda Programı (Duty Cycling Program).....	15
3. HVAC KONTROL SİSTEMİNİN PARÇALARI.....	16
3.1. Kontrol Cihazları.....	16
3.2. Duyar Elemanları.....	16
3.3. Son Kumanda Elemanları.....	16
3.1. Kontrol Cihazları.....	17
3.1.1. Yakıt Tasarruf Paneli.....	17
3.1.2. Kontrol Paneli	18
3.1.2.1. Oransal sıcaklık kontrol paneli.....	18
3.1.2.2. İki konumlu sıcaklık kontrol paneli.....	19
3.1.2.3. Oransal sıcaklık kontrol paneli, tek girişli, yaz kış anahtarlı.....	19
3.1.2.4. Oransal sıcaklık kontrol paneli, dış hava denkleştirmeli.....	20
3.1.2. Sıcaklık Kontrolü Paneli.....	20
3.1.3. Oda Kontrolü	21
3.1.3.1. Fan coil termostatları.....	21
3.1.3.2. Don termostatları.....	22
3.2. Duyar Elemanları.....	23
3.2.1. Sıcaklık Duyar Elemanları.....	23
3.2.1.1.Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı.....	23
3.2.1.2. Yüzey tipi sıcaklık duyar elemanı.....	23
3.2.1.3. Daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı.....	24
3.2.1.4. Oda tipi sıcaklık duyar elemanı.....	24
3.2.2. Nem Duyar Elemanları.....	25
3.2.2.1. Kanal tipi nem duyar elemanı.....	25
3.2.2.2. Dış hava tipi nem duyar elemanı.....	25
3.2.3.Basınç Duyar Elemanı.....	27
3.2.4. Diğer Duyar Elemanlar.....	28
3.2.4.1. Hava akış hızı duyar elemanı.....	28

	Sayfa
3.2.4.2. Kanal tipi hava kalitesi duyar elemanı.....	28
3.2.4.3. Oda tipi hava kalitesi duyar elemanı.....	29
3.3. Son Kumanda Elemanları.....	30
3.3.1. Kontrol Vanaları.....	30
3.3.1.1. İki yöllü kontrol vanası.....	30
3.3.1.2. Üç yöllü küresel kontrol vanası.....	31
3.3.1.3. İki yöllü küresel kontrol vanası.....	32
3.3.1.4. Üç yöllü kontrol vanası.....	33
3.3.1.5. Fan Coil vanaları.....	33
3.3.1.6. Motorlu kontrol vanaları.....	34
3.3.2. Vana Motorları.....	35
3.3.2.1. Yüzer kontrol vana motorları.....	35
3.3.2.2. Yay geri dönüşlü yüzer kontrol vana motorları.....	36
3.3.2.3. Oransal kontrol vana motorları.....	37
3.3.2.4. Yay geri dönüşlü oransal kontrol vana motorları.....	38
3.3.3. Damper Motorları.....	39
3.3.3.1. İki konumlu damper motoru.....	39
3.3.3.1. Oransal damper motoru.....	40
3.3.3.2. Yay geri dönüşlü damper motoru.....	41
4. HVAC SİSTEMİNİN MODELLENMESİ.....	43
4.1. Farklı İki Zona Sahip HVAC Sisteminin Matlab / Simulink ile Benzetimi.....	48
4.2. Simulasyon Ortamında Elde Edilen Sonuçlar.....	51
5. SİSTEMİN LABORATUAR ŞARTLARINDA DİZAYNI.....	57
5.1. Sistemin PLC ile Scada Ekranında Kontrolü.....	58
5.2. Deneysel Sonuçlar.....	61
6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	66
KAYNAKLAR.....	70

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller	Konu	Sayfa
Şekil 1.1.	Hvac kontrol sistemlerinin yapısı.....	5
Şekil 2.1	Kompak ddc ünitede c ünite.....	11
Şekil 2.2	Modüler ddc ünite.....	11
Şekil 2.3	Sıfır enerji bandında fan kontrolü.....	12
Şekil 2.3	Entalpi seçim diyagramı.....	15
Şekil 3.1	Yakıt tasarruf paneli.....	17
Şekil 3.2	Oransal sıcaklık kontrol paneli.....	18
Şekil 3.3	İki konumlu sıcaklık kontrol paneli.....	19
Şekil 3.4	Oransal sıcaklık kontrol paneli, dış hava denkleştirmeli.....	20
Şekil 3.5	Sıcaklık kontrol paneli.....	20
Şekil 3.6	Fan coil termostatları.....	21
Şekil 3.7	Donma termostatu.....	22
Şekil 3.8	Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı.....	23
Şekil 3.9	Yüzey tipi sıcaklık duyar elemanı.....	23
Şekil 3.10	Daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı.....	24
Şekil 3.11	Oda tipi sıcaklık duyar elemanı.....	24
Şekil 3.12	Kanal tipi nem duyar elemanı.....	25
Şekil 3.13	Dış hava tipi nem duyar elemanı.....	25
Şekil 3.14	Oda tipi nem duyar elemanı.....	26
Şekil 3.15	Basınç duyar elemanı.....	27
Şekil 3.16	Hava akış hızı duyar elemanı.....	28
Şekil 3.17	Kanal tipi hava kalitesi duyar elemanı.....	28
Şekil 3.18	Oda tipi hava kalitesi duyar elemanı.....	29
Şekil 3.19	İki yöllü küresel kontrol vanası.....	30
Şekil 3.20	Üç yöllü küresel kontrol vanası.....	31
Şekil 3.21	İki yöllü kontrol vanası.....	32
Şekil 3.22	Üç yöllü kontrol vanası.....	33
Şekil 3.23	Fan coil vanaları.....	33
Şekil 3.24	Motorlu kontrol vanası.....	34
Şekil 3.25	Yüzer kontrol vana motorları.....	35

Şekiller	Konu	Sayfa
Şekil 3.26	Yay geri dönüşlü yüzer kontrol vana motorları.....	36
Şekil 3.27	Oransal kontrol vana motorları.....	37
Şekil 3.28	Yay geri dönüşlü oransal kontrol vana motorları.....	38
Şekil 3.29	İki konumlu damper motoru.....	39
Şekil 3.30	Oransal damper motoru.....	40
Şekil 3.31	Yay geri dönüşlü damper motoru.....	41
Şekil 4.1	İki zonlu Hvac sisteminin şematik gösterimi.....	44
Şekil 4.2	Soğutma ünitesinin şematik gösterimi.....	48
Şekil 4.3	İki farklı zonun farklı sıcaklıklardaki denetiminin gerçekleştirildiği blok diyagram.....	49
Şekil 4.4:	Matlab / Simunlink ile yapılan HVAC sisteminin benzetim modeli.....	50
Şekil 4.5	Zone1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici).....	52
Şekil 4.6	Zone1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici).....	52
Şekil 4.7	Zone2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici).....	54
Şekil 4.8	Zone2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici)....	54
Şekil 4.9	Zone1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (P Denetleyici).....	55
Şekil 4.10	Zone1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici).....	55
Şekil 4.11	Zone2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (P Denetleyici).....	56
Şekil 4.12	Zone2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici).....	56
Şekil 5.1	Laboratuar ortamında kurulan deneysel set.....	57
Şekil 5.2	Dokunmatik ekran scada paneli.....	59
Şekil 5.3	Dokunmatik ekran scada panelinde grafiklerin oluşturulması.....	59
Şekil 5.4	PID parametrelerinin dokunmatik ekran scada panelinden girilmesi.....	60
Şekil 5.5	Zone1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (P Denetleyici).....	62
Şekil 5.6	Zone1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici).....	62
Şekil 5.7	Zone2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (P Denetleyici).....	63
Şekil 5.8	Zone2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici).....	63
Şekil 5.9	Zone1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici).....	64
Şekil 5.10	Zone1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici).....	64
Şekil 5.11	Zone2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici).....	65
Şekil 5.12	Zone2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici).....	65

Şekil 6.1: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici).....	
Simulasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması.....	68
Şekil 6.2: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici).....	
Simulasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması.....	68
Şekil 6.3: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici).....	
Simulasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması.....	69
Şekil 6.4: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici).....	
Simulasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması.....	69

Tablo Konu**Sayfa**

Tablo1 Sembol Listesi.....	46
----------------------------	----

Ekler Konu

Ek-1 Ladder Diyagramı.....	72
----------------------------	----

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PLC İLE ISITMA HAVALANDIRMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN OPTİMUM DENETİMİ

Ekrem YILDIZ

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

2006, Sayfa : 73

Bu çalışmada değişken hava debili iklimlendirme sisteminin modellenmesi simülasyonu ve kontrolü yapılmıştır. Yapılan modelde göz önüne alınan iki zon , soğutucu serpantin, soğutucu ünitesi, damper, fan, thermocupol ve kanallar için bünye denklemleri çıkarılarak alt modeller oluşturulmuş ve değişken hava debili iklimlendirme sisteminin tüm modeli elde edilmiştir. Modellerin bilgisayar ortamına aktarılmasında Matlab/Simulink programlama dili kullanılmıştır. Matlab/Simulink program dilinde modellere ve kontrol sistemine ait blok diyagramlar oluşturularak bir bilgisayar programı hazırlanmış, oluşturulan blok diyagramları birbiri ile ilişkilendirilerek tüm sistem modelinin bilgisayara aktarımı gerçekleştirilmiştir. Sistem zamana bağlı anlık çözümleri, her zonun ve modelde göz önüne alınan her iklimlendirme sistemi cihazının giriş ve çıkış değerlerinin, belirlenen konfor şartlarına göre kontrolü göz önüne alınarak elde edilmiştir. Simülasyon sonucunda sistemde, her noktada her zaman adımında sıcaklık değerleri, hava debileri, ve zonlardaki konfor şartlarının sağlanması için gerekli damper açıklık oranları bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar grafikler halinde sunulmuştur. Aynı zamanda deney setinden alınan değerlere bağlı olarak elde edilen grafikler ile teorik çalışmada elde edilen grafikler karşılaştırılarak sonuçlar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklimlendirme, Denetim, Simulasyon.

ABSTRACT

Master Thesis

OPTIMAL CONTROL OF HVAC SYSTEMS USED THE PLC

Ekrem YILDIZ

Firat University

Department of Mechanical Engineering

2006, Page : 73

In this study, the modeling, simulation and control of a variable-air flow rate HVAC (Heating, Ventilations and Air Conditions) system have been presented. There are two zones, cooler unit, fan, dampers and thermocouples in this model. MATLAB / SIMULINK Program has been used for simulation of the system. The block diagrams of each unit have been connected to each other. The simulation results have been presented in graphical form. In order to control the system for obtaining the desired temperatures, the damper gap has been found for each time step. In addition, the experimental set up has been designed. Finally, the experimental and theoretical results have been compared by using the obtained graphics.

Key Words: HVAC System, Control, Simulation

1.GİRİŞ

Kontrol işlemlerine günlük hayatın hemen her anında rastlanır. Bilinçli ya da bilinçsiz olarak kontrol işlemleri uygular, kontrol işlemleri içinde davranırız. Kontrol işlemlerinin birçoğu otomatik olarak insan girişimi olmadan gerçekleştirilir[1]. Örneğin merdiven otomatiği, ilgili alanlardaki aydınlatma sisteminin çalışmasını ve belli bir süre sonra kendi kendine kapanmasını sağlar. Termosifon, şofben ya da fırın sıcaklığının belirli bir değer etrafında tutulması, su basıncının hidrofor sistemleri yardımıyla ayarlanması ve yine depo seviyelerinin şamandıralı açma-kapama vanaları ile kontrolü günlük hayatta her zaman çevremizde görebileceğimiz benzer uygulamalardır. İnsan bedeninde ise fazla miktarda, daha karmaşık ve oldukça hassas kontrol işlemleri gerçekleşmektedir. Fizyolojik kontrol olarak ta adlandırılabilir bu işlemlerden ilk akla gelenleri belirtmek gerekirse : Kandaki şeker konsantrasyonunun sağlıklı insanlarda her zaman sabit belli bir değerde tutulması (ki bu sistemin bozulması diabet olarak adlandırılmaktadır). Vücut sıcaklığı çevre sıcaklığının artması durumunda terleme (sıvı buharlaşmasının soğutma etkisiyle) yoluyla, çevre sıcaklığı azaldığı zaman ise kıl dibi kaslarının kasılması (ürperme) daha da ötede kasların titremesi vasıtasıyla vücutta üretilen ısı ile çevre sıcaklığının değişmelerine karşı kontrol edilir. Göze giren ışık şiddetinin göz bebeğinin (pupilla) açılıp kapanması ile ayarlanır. Acı duyulduğu zaman geri çekilme refleksi, göz kas koordinasyonu (yazı yazma), uyuma ve uyanık kalma süreleri (biyolojik saat), hareket miktarı ile kalp atışlarının doğru orantılı olması, insan vücudunda örnek verilebilecek başlıca fizyolojik kontrol örnekleridir. Toplumsal yaşamı doğrudan etkileyen konularda da kontrol uygulamalarına rastlanır:

Binalarda da her türlü iklim koşulunda ısı konforunun sağlanması için ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemlerinin iyi kontrol edilmesi gerekir. Ancak HVAC (Heating, Ventilations and Air Conditions) sistemlerin kontrol stratejilerini belirlemek çoğu zaman oldukça zordur. Esas olan, ısı konforu ve iç hava kalitesini sağlarken, enerji giderlerini en aza indirerek, çevre kirleticileri en alt düzeyde tutmaktır[2].

HVAC Kontrol Sistemlerinden tüm işletme dönemi boyunca iyi sonuçlar alınması için sistem tasarımı aşamasında nesnel ve sistematik bir yaklaşım gereklidir[3]. Bu yaklaşım, ancak, yatırımcı, işletmecisi ve yüklenici arasındaki eşgüdüm ile sağlanabilir.

Türkiye’de mevcut HVAC Kontrol Sistemindeki yetersizliklerin çoğu, tasarım aşamasındaki eşgüdüm eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Binalarda enerji tüketimindeki en büyük payı, binayı konfor değerlerinde tutmaya çalışan, HVAC ve aydınlatma sistemleri alır. Binalardaki toplam enerji tüketiminin bina kullanım amacına bağlı olarak %10 ile %60 arasındaki oranının HVAC cihazlarınca tüketildiği belirlenmiştir.

Konutlarda ve ticari binalarda tüketilen enerji, toplam tüketimin %36’sını oluşturmaktadır. Bu rakam, Türkiye’de konutlarda ve binalarda enerji giderlerini azaltmaya yönelik çalışmaların önemini vurgulamaktadır.

Enerji tüketimini azaltması nedeniyle, günümüzde Değişken Hava Debili İklimlendirme Sistemleri (DHDS) önem kazanmıştır. Özellikle, mühendislik uygulamalarında bilgisayarın yaygınlaşması ile birlikte, Değişken Hava Debili İklimlendirme Sistemlerinin bilgisayar ortamında analizine yönelik çalışmalar artmıştır. Fakat, bu konudaki çalışmalar daha ziyade ısıl analiz yönünde olmakta, sistemin konfor şartlarına uygun kontrolünü de içeren çalışmalara uluslararası literatür de dahil olmak üzere çok fazla rastlanmamaktadır. Ancak bu tip sistemlerin bilgisayar ortamında modellenmesi, simülasyonu, analiz ve geliştirme çalışmaları, ilk yatırım ve işletme maliyetinin azaltılmasına, inceleme, deneme ve geliştirme sürecinin kısaltılmasına ve böylece daha verimli sistemler tasarlanmasına yol açacaktır.

Değişken hava debili iklimlendirme sistemlerinin modellenmesi ve kontrolünün yapılabilmesi için HVAC sistemlerinin kontrol yapılarının genel olarak bilinmesi gerekir.

Bu çalışmada:

İkinci bölümde; HVAC kontrol sistemleri yapı olarak; yönetim seviyesi (kontrol senaryoları ve bunları gerçekleştirebilecek yazılımlar), otomasyon seviyesi (yerel kontrol ve gözetleme (DDC-PLC) üniteler)) ve sahada yerel uygulama elemanlarından oluşmaktadır.

Üçüncü bölümde; HVAC kontrol sisteminin ekipmanları; kontrol cihazları, duyar elemanları ve son kumanda elemanlarının tanıtımı yapılmış ve işlevleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde; PLC ile PID kontrolün iki zonlu sisteme uygulanması ile farklı referans değerlerinde sistem kontrol edilmiş PID kontrol ile P kontrol karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölümde; Sistemin dizaynı ve modellenmesi yapılarak, sistem PLC ile SCADA ekranında kontrolü yapılmış ve elde edilen sonuçlar grafikler halinde sunulmuştur.

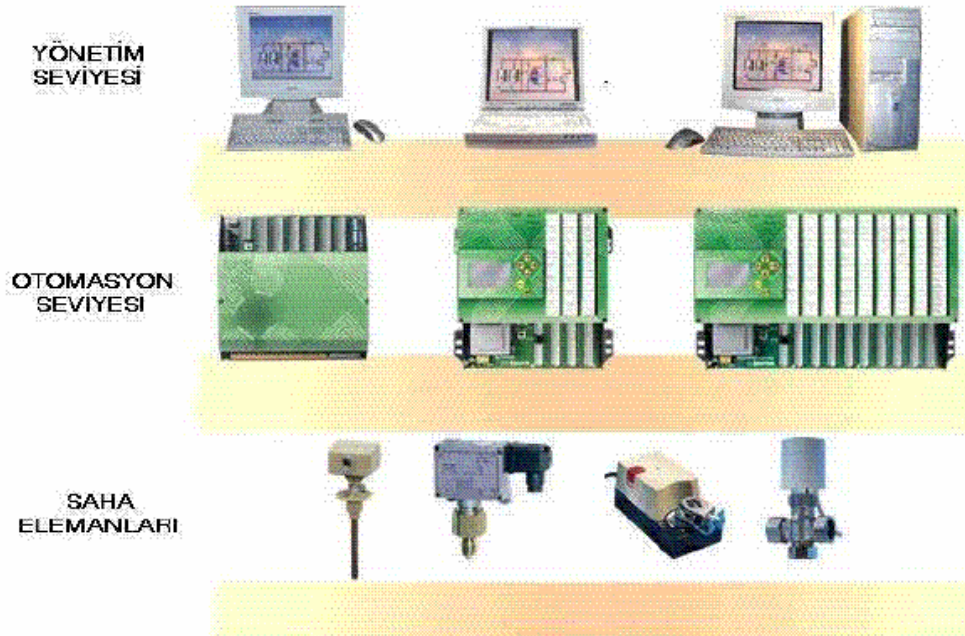
Altıncı bölümde; Dizayn edilen sistem ile sıcaklık kontrolü yapılmış ve sonucunda elde edilen grafikler hakkında değerlendirme yapılmıştır.

2. HVAC KONTROL SİSTEMLERİNİN YAPISI

HVAC Kontrol Sistemleri, esas itibariyle üç kademeli bir mimari yapıdan oluşur.

Bunlar:

1. Yönetim seviyesinde merkezi denetleme ve veri değerlendirme,
2. Otomasyon seviyesinde yerel kontrol ve gözetleme (Doğrudan Sayısal Kontrol Programlanabilir Mantık Kontrolörü (DDC-PLC) üniteler) ve
3. Sahada yerel uygulama elemanlarıdır.



Şekil 2.1 Hvac kontrol sistemlerinin yapısı

Bu üç kademedeki, DDC (Doğrudan Sayısal Kontrol) üniteler hızlı gelişimiyle önem kazanmıştır. DDC ünitelerinin bina otomasyonundaki görevi; otomasyonun sevk ve idaresinin kendiliğinden ek bir kontrole gerek duymadan yerine getirmesidir [4]. Özellikle yarı iletkenlerin küçültülmesi ve daha hızlı-ucuz yeni tekniklerin bulunması ile mikro işlemcilerin kullanımı yaygınlaşmıştır.

2.1.YÖNETİM SEVİYESİ

2.1.1.İşletmenin Kontrolü ve Yönetimi

Tüm işletmenin bir veya birden çok merkezden kontrolünü ve yönetimini sağlar. Bu işlevleri yerine getirebilmek için uygun kontrol senaryoları ve bunları gerçekleştirebilecek yazılımlara ihtiyaç vardır. Bu yazılımlardan sık kullanılanlar, aşağıda verilmiştir.

2.1.1.1. Zamana göre anahtarlama yazılımı (günlük, haftalık, tatil)

Yazılım, sistemdeki cihazların belli bir zaman programına göre (günlük, haftalık, tatil gibi) çalıştırılıp, durdurulmasını sağlar. Sistemler gerektiği zaman çalıştırılıp durdurabileceği için enerji tüketimi azalacaktır.

2.1.1.2. Tepkiyle çalışma yazılımı

Zamana göre anahtarlama yazılımı gibi çalışır. Farklı olarak burada anahtarlama ya da kontrol işlemindeki değişiklikte, neden zaman değil, sistemin çalışmasında oluşan bir değişikliktir. Örneğin; Klima Santrali (KS)'nin fanı durduğunda, tüm vanalar tam kapalı konuma gelecektir ve böylece taze hava damperi kapanacaktır. Bununla birlikte, donma bilgisi geldiğinde, ısıtma vanası tam açıp taze hava damperi tam kapanacaktır.

2.1.1.2. Tepkiyle çalışma yazılımı

Bu yazılım ile elektrik enerjisinin kesilmesi durumunda, jeneratör devreye girdikten sonra ve/veya enerjinin geri gelmesi durumunda, şebekeye ve jeneratöre fazla yük bindirmemek için, motorların ve cihazların, kademeli olarak devreye alınması mümkün olacaktır.

2.1.1.4. Çalışma saatlerine göre öncelik değiştirme yazılımı

Birden çok cihazın birlikte veya yedekli çalışması durumunda (Soğutma grupları, pompalar, vb.'leri), cihazlar her hafta çalışma saatlerine göre yeniden sıralanacaktır. En az çalışan 1 numaraya, daha az çalışan 2 numara vs. gelecektir. Böylece, elemanların süreli

bakımlarında bir aksaklık olmayacak ve düzenli bakım sağlayacak bir yöntem sağlanacaktır.

Bu yazılım aynı zamanda cihazlardan bir tanesinin arızalanması durumunda, yedek cihazı kendiliğinden devreye sokar ve elle bir müdahaleyi gerektirmez.

2.1.1.5. Süreli çalışma yazılımı

Bu yazılımla, HVAC ile ilgili tesisatlar, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla süreli olarak çalıştırılır. Yazılım uygulanırken ortamın konfor şartları, ortamın gerçek sıcaklığı, dış sıcaklık ve en kısa durdurma süreleri parametre olarak kullanılır. Bu yazılımla ilgili ayrıntılı açıklama 2. bölümde yapılacaktır.

2.1.1.6. Cihaz koruma yazılımı

Bu yazılımla, uzun süre kullanılmayan mekanik cihazların haftada bir kez belli sürelerde ve aralıklarda çalıştırılması ile cihazların ömürlerinin uzatılması sağlanır. Örneğin; ısıtma dönemi boyunca çalışmayan soğutma vanasının milinin korozyon nedeniyle kullanılamaz duruma gelmesi bu yolla önlenir. Donma termostatından donma bilgisi geldiğinde, ısıtıcı vana tam açılır ve böylece serpantin korunmuş olur.

2.1.1.7. Klima santrallerinin çalışma yazılımı

Bu yazılımlar, KS'nde kullanım amaçlarına göre konforu sağlamak veya istenen sıcaklık ile nem ayar değerlerini sağlamak görevini üstlenirler. Ortam (veya dönüş havası) sıcaklığının veya neminin kontrol edildiği, üfleme havasında sınırlama yapılan KS'nde, oransal sınırlama ve kaskad kontrolü yapılır. Bu kontrol için; üfleme havası ile ortam (veya dönüş) havasında birer duyar eleman bulunmalıdır. Kontrolün temeli, üfleme havası değerlerini (sıcaklık veya nem) ortam değerine bağlı kontrol ederek, istenen ortam ayar değerinin en hızlı biçimde yakalanmasına dayanmaktadır.

2.1.2. İşletmenin Denetimi

İşletmenin denetimi rapor yazılımları yardımı ile yapılır. Denetim, işletmenin yönetiminde ve bakımında kilit unsurdur. Denetim altında bulunan bütün sistemlerin

çalışma süreleri sırasında olabilecek her türlü bilgi aynı anda veya belirli aralıklarla veya isteğe bağlı olarak okunabilir ve yazıcı ile yazdırılabilir. En sık kullanılan rapor yazılımları aşağıdaki gibidir:

2.1.2.1. Nokta durum raporu

Sisteme bağlı bütün noktaların durumlarını belirten bilgilerin (çalışıyor – çalışmıyor bilgisi, otomatikte – elde bilgisi, (sıcaklık, nem, basınç gibi), vana ve damper (klape) motorlarının yüzde olarak konumları, sistemlerin enerji tüketim değerleri, depo seviyeleri vs.) alınmasını sağlar.

2.1.2.2. Alarm raporu

Sisteme alarm olarak tanıtılmış tüm noktaların bilgilerinin alınmasını sağlar. Alarm kontağının açılması veya ölçülmüş bir değerin sınır değerlerini aşması durumunda; yazılım bu hareketi alarm olarak algılar ve senaryosuna bağlı olarak çalışması gereken işlevleri harekete geçirir. Oluşan alarm, alarmın kullanıcı tarafından görülüp görülmediği yazılımın veri tabanında saklanır ve saat-tarih değerleri ile birlikte istenildiği zaman çıktı alınabilir. Alarm noktaları sınıflara ayrılabilir, böylece hataların hızlı ve diğer olaylardan arındırılmış olarak değerlendirilmesine olanak tanınır.

2.1.2.3. Geçmiş veri grafikleri ve eğilim (trend) raporu

Eğilim (trend) işlevi, kontrolü kritik olan noktalardaki sıcaklık, nem, basınç gibi fiziksel büyüklüklerdeki sapmaların gözlenmesi ve tespiti için belirli bir zaman dilimi içinde meydana gelen değişiklikleri gösteren rapordur. Bu işlev sayesinde, gerçek zamandan başlayarak, belirlenmiş çok kısa zaman aralıklarında (saniye gibi) geçmişe doğru, ölçülen fiziksel büyüklüğe ait değerler görülebilir, yazılı çıkış alınabilir, sistemin nasıl çalıştığı ve performansı hakkında detaylı çözümleme yapılmasına olanak tanınır. Eğilim veri tabloları ile geçmiş veri tabloları farklı veri dosyaları üzerinden takip edilir ve genelde bu iki fonksiyon birbirinden anlam ve zamansal yapı olarak farklıdır.

2.1.2.4. Cihaz genel durum raporu

Cihaz durum raporlarıyla, bir cihazın o an hangi durumda bulunduğu kolayca anlaşılabilir (açık, kapalı, donma, gece havalandırması, yangın vb). Cihaz durum raporları, nokta raporlarına göre en az 10 kat hızlı okuma ve anlama yeteneği vermektedir. Ayrıca, cihaz durum raporları, sadece arızalı veya sadece belirli arıza seviyesindeki gibi, özel süzölmüş raporlar şeklinde de verilebilir.

2.1.2.5. Ayar değerleri raporu

Sistemdeki tüm noktaların ayar değerlerini gösteren rapordur. Bu raporda ayar değerleri ile ölçülen değerler arasındaki sapmalar gözlenerek sistemdeki problemliler belirlenir.

2.1.2.6. Adres raporları

Sisteme bağlı noktaların kullanıcı ve teknik adreslerini gösteren raporlardır. Sistemdeki teknik yerleşimlerin ortak sınıflara ayrılması, yerleşimlere ait noktalardan benzer olanlarının durumunun hızlı, güvenli ve detaylı olarak görülmesi açısından sınıflar oluşturma işlevi çok önemlidir.

2.1.2.7. Sistemin kendisi ile ilgili durum raporu

Sistem genelinde kullanılan saha bilgisayarlarının, giriş/çıkış modüllerinin arızaları ve durumları, mikroişlemcilerin sürüm numaraları, haberleşme hızları hakkında da bilgi veren rapordur.

2.2. OTOMASYON SEVİYESİ

2.2.1. DDC Ünite Donanımı

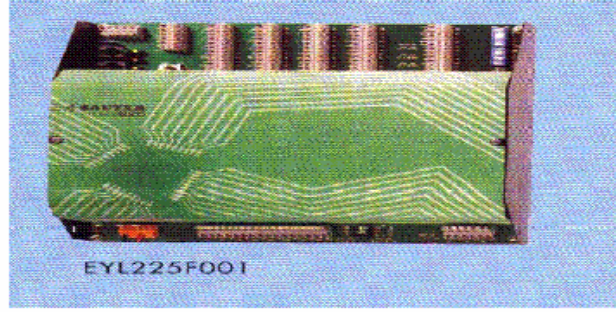
Ticari binalarda ve endüstriyel tesislerde HVAC, ısıtma ve soğutma sistemleri vb. mekanik ve elektrik tabanlı sistemlerin kontrolünde orta kontrol kademesini oluşturan ve DDC olarak isimlendirilen mikroişlemciler, mikrokontrolörler ve mikrokomputerler; algılayıcılardan gelen sinyalleri okur, belleğinde depolar, yazılımları üzerinden tanımlanmış kontrol döngülerini gerçekleştirir ve nihai tahrik elemanları için uygun çıktı komutlarını üretirler. Başka bir deyişle; DDC üniteler bilginin depolandığı ve değerlendirildiği ilk ve en

önemli mikroişlemcili basamaktır. DDC ünitelerde depolanan ve işlenen yerleşimlere ait bilgiler, bilgi iletim şebekesi üzerinden veri merkezine aktarılır. DDC üniteler kendi mikro işlemcilerine uygun yazılımlar vasıtasıyla, yerleşime ait bütün bilgileri izleme, alarm seviyeleri tanımlama, bağlı tüm tahrik ünitelerini kontrol-kumanda edebilme yeteneğine veri merkezinden bağımsız olarak sahiptir. En basit uygulamalar için gerekli 1 veya 2 kontrol döngüsü (loop) yeteneği yanı sıra daha karmaşık ve büyük yerleşimler için 30 veya 40 kontrol döngüsüne sahip DDC üniteler mevcuttur. Klasik pnömatik veya elektronik lokal kontrol cihazları yerine daha sık kullanılmaya başlayan bu ünitelerin en önemli özelliği doğrudan sayısal kontrol performansına sahip olmasıdır. DDC (Direct Digital Control); verilmiş kontrol algoritmalarına ve ölçülmüş kontrol değişkenlerinin fonksiyon ve ayar değerleri gibi işlemleri dijital (sayısal) metotlarla periyodik olarak yapabilen bir kontrol döngüsü olarak tanımlanabilir[5].

ASHRAE 1987 Systems and Applications Handbook'taki DDC tanımı şöyledir: Bir DDC ünite, algılayıcılardan gelen elektrik sinyalleri alır, sayılara dönüştürür ve hesaplayıcı sayesinde bu sayılardan matematiksel işlemler gerçekleştirir. Hesaplayıcı çıkışı sayısal formda olup, elektrik ve pnömatik sinyale dönüştürülür. Hesaplayıcı ; girdileri periyodik olarak okur, yeni girdilere göre tekrar hesaplar ve buna bağlantılı olarak çıktıyı yeniden düzenler. Bu ifadelerden kolayca anlaşıldığı gibi DDC, temelde sayısal bir hesaplayıcıdır. Kontroldeki, mikroişlemci hesaplama işlemlerini gerçekleştirir. Girdi/çıkıtı ekipmanlarından gelen-tüm algılayıcı girdileri ve tahrik üniteleri çıktıları analog sinyaldir-analog sinyalleri A/D (Analog/Digital) ve D/A (Digital/Analog) dönüştürücülerle sayısal formata çevirir. Her farklı yerleşim için, ayrı kullanılması tavsiye edilen DDC üniteler iki farklı yapıda üretilirler.

2.2.1.1. Kompak ddc üniteler

Girdi-çıkıtı elemanları bağlantı kutusu, mikroişlemci ünitesi, besleme ve girdi-çıkıtı modüllerinin ve gerekli tüm donanımın tek bir kasa üzerine monte edilmesi sonucu oluşturulmuş kompak yapıdaki DDC üniteler fabrika çıkışlı sabit girdi-çıkıtı kapasiteye sahiptir.

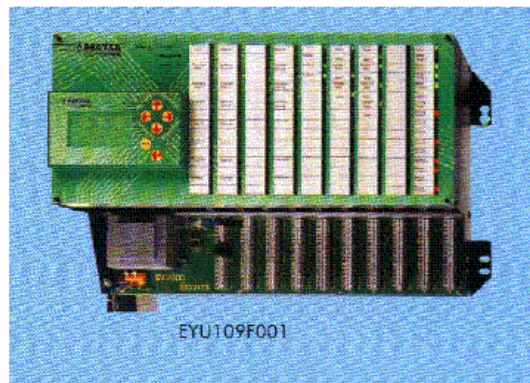


Şekil 2.2 Kompak ddc ünite

2.2.1.2. Modüler ddc üniteler

Girdi-çıkıtı kapasitesi belli sınırlar dahilinde kullanıcı tercihleriyle değiştirilebilen ve düzenlenebilen modüler DDC üniteler;

- * Modül taşıyıcı kasa (sistem bağlantı arayüzü ve girdi-çıkıtı elemanları bağlantı klemensleri)
- * Merkezi işlemci modülü
- * Güç besleme modülü
- * Genel amaçlı veya özel amaçlı, tek veya çoklu girdi-çıkıtı modülleri
- * Efendi/köle girdi-çıkıtı modülleri; gibi özelliklere sahiptir.



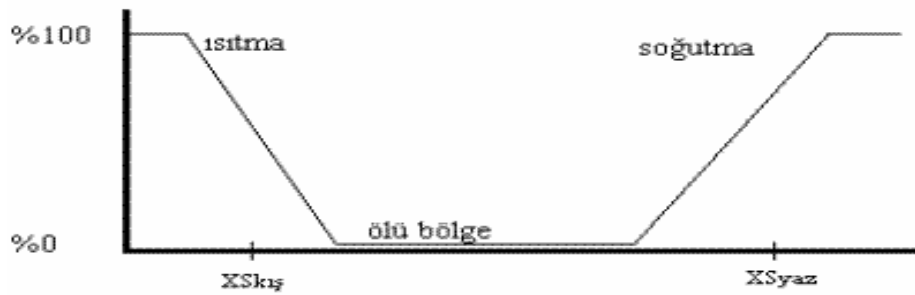
Şekil 2.3 Modüler ddc ünite

2.2.2. DDC Ünitelerin Optimizasyon Fonksiyon –Yazılımları

DDC sistemleri geçmişteki geleneksel cihazlardan ayıran en önemli özelliği, sistemi oluşturan yerleşimlere ait enerji dağılımını optimize edebilecek ve kullanılan-harcanan enerjiyi minimumda tutacak ve dolayısıyla yatırımın geri dönüşünü hızlandıracak optimizasyon fonksiyonlarına sahip olmasıdır[6]. Isıtma/Soğutma optimizasyonu, Serbest dış hava soğutması, Serbest Enerji Bandı Kontrolü, Entalpi Optimizasyonu, Optimum Çalıştırma-Durdurma vb. gibi optimizasyon fonksiyonları sayesinde enerjinin gerçek kullanım talebi gözlenerek ve bu gözlemlere bağlı olarak enerji üretimi-kullanımı maliyetinde ekonomi sağlanabilir.

2.2.2.1. Serbest enerji bandı (zero energy band/load reset) ve dış hava soğutması (free outside cooling)

Serbest enerji bandı kontrolü, ısıtma ve soğutma fonksiyonlarının iki ayrı bağımsız ayar değerinde çalıştırıldığı her türlü (ister HVAC ünite lokal kontrolünde ister tesisteki sistemler bütününde) uygulamada kullanılabilen bir optimizasyon fonksiyonudur. Sistemde üç işletme bölgesi; Isıtma -Ölü Bölge(Serbest enerji bandı)-Soğutma bölgeleri mevcut olup ortam sıcaklığı kış konfor değeri ($X_{Skış}$) altına düştüğünde ısıtma kontrolü yapılmakta, yaz konfor değeri (X_{Syaz}) üstüne çıktığında soğutma kontrolü yapılmakta, bu iki değer arasında ise ne ısıtma ne de soğutma kontrolü yapılmamakta ve ortam sıcaklığının bu iki değer arasında gezinmesine izin verilmektedir.



Şekil2.4 Sıfır enerji bandında fan kontrolü

Ortam sıcaklığının, *Xs kış* set değeri alt sınırı altındaki koşullarında ısıtma ihtiyacı maksimum (%100) konumdadır. *Xs kış* set değeri alt ve üst sınırları arasındaki koşullarda ise ortam ısı ihtiyacına bağlı olarak ısıtma kapasitesi %0 ile %100 arasında konumlanır ki bu fonksiyon **yük ayarı** veya **yük kontrolü** olarak tanımlanır. Isıtma üst sınır değeri ile soğutma alt sınır değeri arasındaki ortam sıcaklığı koşullarında (ki bu bölge **ölü bölge** veya **serbest enerji bandı** olarak isimlendirilir) ne ısıtma ne de soğutma yapılır. Dış hava koşulları-sıcaklığı uygun ise bu bölgede soğutma enerjisinden tasarruf yapmak için dış hava alınabilir. Cebri soğutma enerjisi kullanılmadan soğutma işlemi yapıldığından buna **serbest dış hava soğutması** denir. *Xs yaz* set değeri alt ve üst sınırları arasındaki koşullarda ise ortam ısı ihtiyacına bağlı olarak soğutma kapasitesi %0 ile %100 arasında konumlandırılır.

2.2.2.2. Gece kullanım optimizasyonu (night set back -cycle program)

Endüstriyel uygulamalar dışındaki konfor uygulamalarının çok büyük bölümünde ısıtma ve soğutma sistemleri kullanım zamanları (özellikle geceleri) dışında tamamen durdurulmaktadır. Kısa süreli sistem durma periyotlarında sistemin tam kapalı tutulması yerine, sistem daha düşük sıcaklık değerlerinde tutulursa enerji tüketimi azaltılır. Isıtma sezonu boyunca gece sıcaklık düşümü programı ile; sistem taze hava girişi kapatılır, ortam normal sıcaklık değerlerinden 4-6 °C daha düşük sıcaklık değerinde olacak şekilde ısıtma kontrolü yapılır. Benzer işlem yaz sezonu boyunca soğutma sistemleri için daha yüksek ortam sıcaklık değerleri için uygulanır. Gece sıcaklık düşümü programı, aynı zamanda ortam konfor şartlarının kısa süreli durma zamanlarında bozulmasını (kışın donma korunması, aşırı nemlenme ve soğuma vb) önler. Program, kullanıcının tanımlayacağı limit değerlerine bağlı olarak ısıtma, soğutma ve varsa nemlendirme sistemlerini durma zamanlarında gerektiğinde çalıştırarak ortam konfor şartlarının korur.

2.2.2.3. Gece besleme programı (night purge program)

Çoğu iklim kuşaklarında yaz ve geçiş mevsimi boyunca sabah saatlerinde dış hava sıcaklığı ortam sıcaklığından daha düşük olabilmektedir. Dolayısıyla sabah binayı veya kompleksi soğutma sistemini çalıştırmadan bu serin ve soğuk dış hava ile beslemek veya

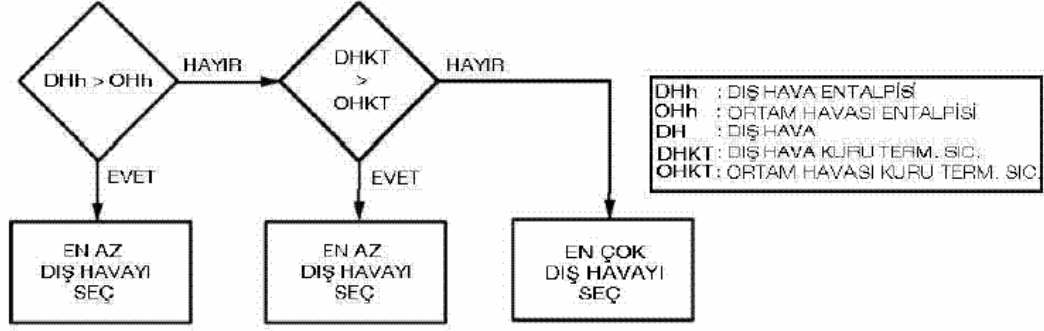
değiştirmek enerji kullanımını açısından oldukça önemli tasarruflar getirmektedir. Program, sabah gece dış havasını eğer sıcaklığı müsaitse ön soğutma havası olarak kullanır.

2.2.2.4. Optimum alıştırma-durdurma

Optimum alıştırma ve durdurma programı, ısıtma ve soğutma sistemlerinin gerçek kullanım zamanları öncesi ve sonrasının hazırlanmasıdır. Isıtma ve soğutma sistemleri çok erken çalıştırılırsa enerji gereksiz yere tüketilir ve çok geç çalıştırılırsa konfor şartlarında bozulmalar oluşur. Optimum alıştırma durdurma programları ya dış hava sıcaklığı, ortam akış sıcaklığı ve kullanım zaman tabloları gibi verilerle yada sistemlerin açılma-kapanma zamanlarındaki bina ısıtma/soğutma karakteristiğinin tespiti yöntemi ile oluşturulur. Optimum alıştırma programı, sistemlerin en geç çalıştırılma zamanlarını hesaplayarak enerji kullanımını minimumda tutar. Optimum durdurma programı; kullanım süresinin bitiminden -durma sürecindeki sıcaklık değişiminin zamansal ve değersel hesaplanması sonucu- belli bir süre önce sistemleri, konfor şartları alt limit değerlerinde olacak şekilde durdurur. Isıtma/soğutma sistemlerini optimum zamanda kapatmak için dış hava ve ortam sıcaklık değerleri, konfor sıcaklık aralığı ve sistem ısıtma/soğutma karakteristiğinden yararlanılarak durma zamanı hesaplanır.

2.2.2.5. Entalpi optimizasyonu-kontrolü

İ ve dış havanın toplam ısısını (entalpisini) karşılaştırılarak en az entalpisi olan kaynak seçilir. Seçilen kaynak en az dönüş havası veya dış ve dönüş karışım havasıdır. Eğer dış hava entalpisi ölçülemiyorsa, dış havanın entalpisi sabit bir değer kabul edilebilir (63.96 kJ/kg kuru hava). Ancak, bu durumda dış hava seçimi sağlıksız olabilir. Çünkü, genelde dönüş havası (ortam) entalpisi daha kararlıdır. Bu stratejinin sağlıklı işleyebilmesi için, yüksek kaliteli, en fazla % 3 sapmalı nem algılayıcısı kullanılmalıdır. Dış hava seçim kararı için ise, tipik dönüş havası entalpisi atamak gerekir. Entalpi ile dış hava seçimi (Şekil.2.2), yaz dış hava koşullarının kuru termometre sıcaklığının yüksek, fakat bağıl nem değerlerinin düşük olduğu iklim bölgelerinde kuru tip soğutucu batarya kontrolünde ve nemlendirici havuz suyunun soğutulduğu sistemlerde dış hava ve soğutucu akışkan kullanma koşullarının belirlenmesinde ana kriter olarak kullanılır.



Şekil 2.5 Entalpi seçim diyagramı

2.2.2.6. Döngüsel kumanda programı (duty cycling program)

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

3. HVAC KONTROL SİSTEMİNİN PARÇALARI

3.1. Kontrol Cihazları

- Yakıt Tasarruf Panelleri
- Kontrol Panelleri
- Oda Kontrolü
- Muhtelif Kontrol Cihazları

3.2. Duyar Elemanları

- Sıcaklık/Nem Duyar Elemanları
- Basınç Duyar Elemanları
- Diğer Duyar Elemanları
- İki Konumlu Cihazlar (Presostat)

3.3. Son Kumanda Elemanları

- Flanşlı Kontrol Vanaları
- Vana Motorları
- Küresel Motorlu Vanalar
- Fan Coil Vanaları
- Damper Motorları

3.1. Kontrol Cihazları

3.1.1. Yakıt tasarruf paneli



Şekil 3.1 Yakıt tasarruf paneli

Yakıt tasarruf paneli, binalarda merkezi ısıtma sistemlerinin en verimli şekilde kontrol etmek üzere geliştirilmiştir. Türkçe menü yapısı sayesinde kullanımı çok kolaydır. Bu kontrol paneli radyatörlü ve yerden ısıtılmalı sistemlerde iki kademeli brülör, 3 ya da 4 yollu karışım vanası, sirkülasyon pompası, kullanım sıcak su pompası ve şönt pompaya kumanda edebilir. Kullanılmayan bir çıkış varsa bu çıkış ek program (güvenlik aydınlatması, bahçe sulama gibi) için kullanılabilir. Yakıt tasarruf paneli bina sistemleri için yeterli giriş çıkış kapasitesi yanı sıra çok sayıda gelişmiş yazılım özelliğine sahiptir. **Otomatik eğri seçimi** işlevi sayesinde, bu kontrol paneli binanızın ısı şartlarına en uygun ısıtma eğrisini otomatik olarak bulur. **Ön ısıtma** programı, binanın istenilen saatte konfor sıcaklığına ulaşmasını, konfor saatlerinden belirli bir süre önce **şok ısıtma** yaparak sağlar. Oda sıcaklık duyar elemanı kullanılan sistemlerde şok ısıtma süresi oda sıcaklığına göre binanıza uygun olarak düzenlenir (**Optimum start**). Oda duyar elemanının bulunmadığı sistemlerde şok ısıtma süresi dış hava sıcaklığına bağlı olarak hesaplanır. Şok ısıtma öncesinde gerçekleşen **Yavaş start** işlevi, kalorifer borularındaki ısı genleşmeden kaynaklanan gürültüleri en aza indirir. Haftalık **sterilizasyon** programı sayesinde kullanım sıcak suyu sisteminde oluşabilecek mikrop ve bakteri üremeleri engellenir. Bu kontrol paneli; ısıtma devresi, kullanım sıcak suyu ve ek programa ayrı ayrı **zaman programı** yapılması imkanı tanır. **Bir kez sıcak su** programı sayesinde sistemden, zaman programının dışında herhangi bir anda sıcak

sağlaması istenebilir. **Tatil programı**, sistemin tatilden dönüş gününe kadar kapalı kalmasını sağlar. Otomatik **yaz/kış geçişi** işlevi, gün ağırlıklı dış hava sıcaklığı kullanıcının belirlediği ayar değerini geçtiği takdirde ısıtma sistemini kapatır. **Vana ve pompa egzersiz programı**, ısıtma dönemi dışında vana ve pompaları haftada bir çalıştırarak sıkışmalarını önler. **Donma koruması** tüm sistemi donma tehlikesine karşı izler ve gerekli önlemleri alır. Yakıt tasarruf paneli **yaz saati/kış saatini** yılda iki kere otomatik ayarlar. Türkçe menü yapısı, yakıt tasarruf panelinin bütün işlevlerinin ve ayarlarının kolayca değiştirilmesini sağlar. Şifre koruması sayesinde ayarların yetkisiz kişiler tarafından değiştirilmesi önlenir. Yukarıdaki programlardan bazıları isteğe bağlı olarak devre dışı bırakılabilir. Yakıt tasarruf paneli standart 35mm klemens rayı ile duvara monte edilebildiği gibi pano montajına da uygundur.

3.1.2. Kontrol paneli

3.1.2.1. Oransal sıcaklık kontrol paneli

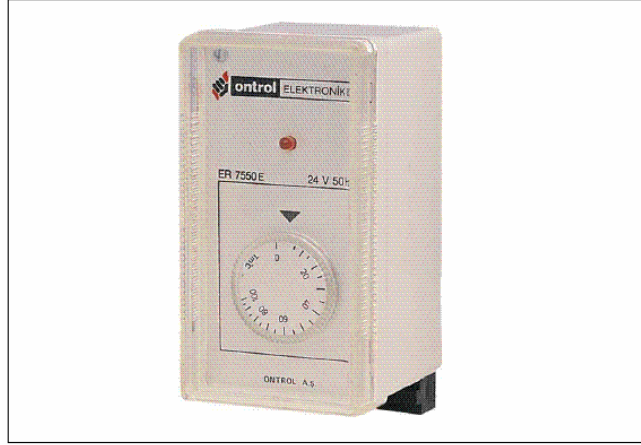


Şekil 3.2 Oransal sıcaklık kontrol paneli

Sıcaklık kontrol paneli daldırma tipi, kanal tipi veya oda tipi duyar elemanları ile algıladığı sıcaklığı kendi ayar değeri ile karşılaştırarak 24 V AC ile çalışan oransal servomotorlar vasıtasıyla 2 veya 3 yollu vanayı veya damperleri konumlandıran bir

elektronik kontrol cihazıdır. En yaygın kullanım, karışım sıcaklığına göre karışım damperlerinin kontrol edilmesidir.

3.1.2.2. İki konumlu sıcaklık kontrol paneli



Şekil 3.3 İki konumlu sıcaklık kontrol paneli

Sıcaklık kontrol paneli sıcak su sistemlerinde yüzey veya daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı ile algıladığı sıcaklığı kendi ayar değeri ile karşılaştırarak 24V AC ile çalışan denge rölesiz, yay geri dönüşlü veya yay geri dönüşsüz, iki konumlu servo motorlar vasıtasıyla 2 veya 3 yollu vanayı veya damperleri konumlandıran bir elektronik kontrol cihazıdır.

3.1.2.3. Oransal sıcaklık kontrol paneli, tek girişli, yaz kış anahtarlı

Sıcaklık kontrol paneli oda, kanal veya daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı ile algıladığı sıcaklığı kendi ayar değeri ile karşılaştırarak 24 V AC ile çalışan, yüzer kontrollü servo motorlar vasıtasıyla 2 veya 3 yollu vanayı veya damperleri konumlandıran bir elektronik kontrol cihazıdır. Yaz-kış anahtarı sayesinde ısıtma ve soğutma sistemi kumandası sağlanabilir. En yaygın kullanımını, mahal veya dönüş havası sıcaklığından ısıtma/soğutma serpantin vana motorunun kontrol edilmesidir.

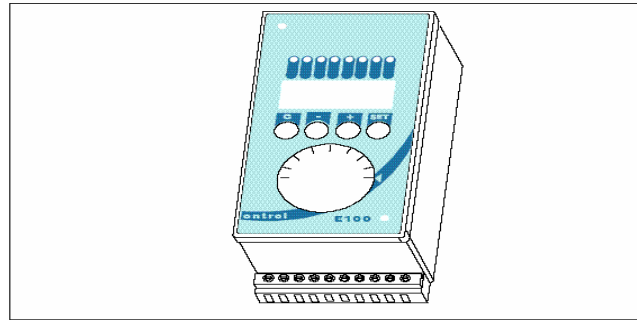
3.1.2.4. Oransal sıcaklık kontrol paneli, dış hava denkleştirmeli



Şekil 3.4 Oransal sıcaklık kontrol paneli, dış hava denkleştirmeli

Dış hava denkleştirmeli (kompanzasyon) sıcaklık kontrol paneli oda, kanal, veya daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı ile algıladığı sıcaklığı kendi ayar değeri ile karşılaştırarak 24 V AC ile çalışan yüzer kontrollü servo motorlar vasıtasıyla 2 veya 3 yollu vanayı veya damperleri konumlandırarak bir elektronik kontrol cihazıdır. Ayar sıcaklığını dış hava sıcaklığına bağlı olarak değiştirmek mümkündür. En yaygın kullanımı, mahal veya dönüş sıcaklığından soğutma serpantini vana motorunun kontrol edilmesidir. Ayrıca dış hava sıcaklığına bağlı olarak ayar değeri yükseltilmektedir. (Yaz kompanzasyonu.) Dış hava sıcaklığı arttıkça mahalde için ayarlanan sıcaklığı arttırarak soğutma giderlerinde önemli tasarruf sağlamaktadır.

3.1.2. Sıcaklık kontrol paneli

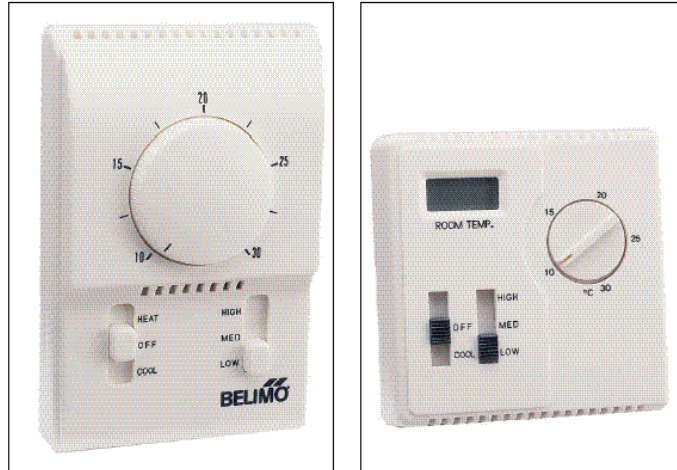


Şekil 3.5 Sıcaklık kontrol paneli

Sıcaklık kontrol paneli, dijital kontrol teknolojisi ile ısıtma soğutma havalandırma (I.S.H.) sistemlerinin daha hassas ve verimli çalıştırılabilmesini sağlar. En üstün sistem performansına ulaşmak için çeşitli kontrol stratejileri seçilebilir. Konfigürasyonu belirleyen parametrelerin nakil öncesi ayarlanabilir olması, cihazların montaj yerine çalıştırılmaya hazır olarak, konfigürasyonu yapılmış biçimde gönderilebilmesine imkan tanır. Çağdaş ve estetik tasarım, kullanımı kolay tuş takımı ve LCD gösterge, hem devreye alma hem de kullanımda esneklik ve rahatlık sağlar. Ölçülen sıcaklık değerleri, anlık çıkış yüzdeleri ve ayar değerleri göstergeden izlenebilir, tüm parametrelerde değişiklik yapılabilir. Oransal ya da oransal+integral kontrol özellikleri mevcuttur. Dış hava kompanzasyonu, alt ya da üst limitleme, kaskad kontrol gibi gelişmiş otomatik kontrol stratejileri bir kaç parametre ayarı ile devreye sokulabilir. Ardışık kontrol sayesinde ısıtıcılar, karışım damperleri ve soğutucuları sıralı olarak çalıştırmak mümkündür. Dış hava sıcaklığına bağlı olarak karışım damperleri optimum şekilde konumlandırılır. İlave kontak girişleri sayesinde sistem devre dışı kaldığında vana ve damper motorları tam kapalı konuma geçer; donma tehlikesi durumunda ısıtma vanası açar.

3.1.3. Oda kontrolü

3.1.3.1. Fan coil termostatları



Şekil 3.6 Fan coil termostatları

Fan coil termostatları, ısıtma soğutma ve havalandırma sistemlerinde oda kontrolü için kullanılmaktadır. İki-borulu fan-coil ünitelerinde oda sıcaklığına bağlı olarak vana kontrolü için kullanılan bu cihazlar, yaz/kış anahtarı sayesinde hem ısıtma hem de soğutma amaçlı olarak hizmet verebilir. Sıkıştırılmış gazlı körük prensibi ile çalışan algılayıcı eleman, 0.8 derecenin altında tutulmuş dar anahtarlama aralığı ile hassas oda sıcaklığı kontrolü sağlar. Kademeli bir anahtar manuel olarak fan hızının seçimini sağlar. Yaz/kış anahtarının “OFF” konumu hem vanayı kapatmakta hem de fanın enerjisini kesmektedir (diğer iki konumda fan sürekli çalışmaktadır). Fan coil termostatlarının üzerindeki hassas dijital sıcaklık göstergesi, kullanım kolaylığını arttırmaktadır.

3.1.3.2. Donma termostatları



Şekil 3.7 Donma termostatu

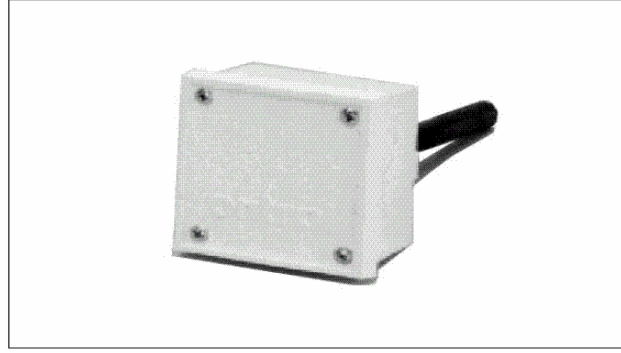
Donma termostatlarının temel kullanım alanı, ısıtma soğutma- havalandırma sistemlerinde ısıtma serpantinlerinin donma riskine karşı korunmasıdır. 6 metrelik algılayıcılar kapiler boru boyunca herhangi bir 30 cm’lik alanın ayar değerinin altına düşmesi, cihazın uyarı durumuna geçmesi için yeterlidir. Tipik olarak kapiler boru, ön ısıtıcı bataryasının hava çıkış tarafına (taze hava tarafına değil) yüzey alanının tamamını kapsayacak şekilde klipslerle tutturularak monte edilir. Gerekli elektriksel ya da otomatik kontrol bağlantıları ile donma termostatının uyarı vermesi durumunda fanın durdurulması, taze hava damperlerinin kapanması ve ısıtma bataryasının vanasının açık konuma gelmesi sağlanmalıdır. Donma koşulları oluşup termostat uyarı durumuna geçtikten sonra koşullar normale dönse bile çıkışlar alarm durumunda kalır. Sistemin tekrar çalışır hale gelmesi için

termostatın üzerindeki “reset” tuşuna basılmalıdır (manuel reset işlevi). Genelde elektriksel temassızlık ve kablo kopması gibi durumlara karşı önlem olması açısından termostatın normalde kapalı kontaklarının kullanımı tercih edilmektedir. Termostat gövde sıcaklığının soğuk hava koşullarına maruz kalacağı durumlarda kullanımı önerilmez.

3.2. Duyar Elemanları

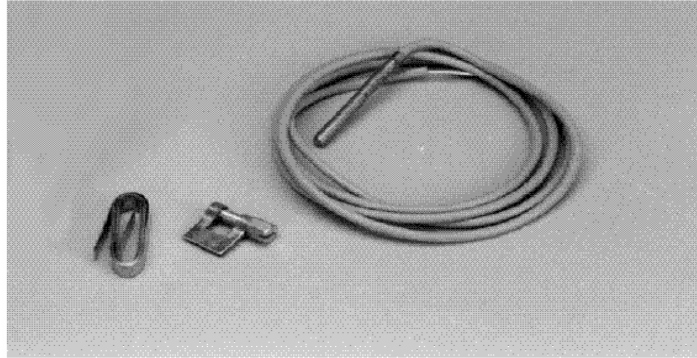
3.2.1.Sıcaklık duyar elemanları

3.2.1.1.Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı



Şekil 3.8 Kanal tipi sıcaklık duyar elemanı

3.2.1.2. Yüzey tipi sıcaklık duyar elemanı

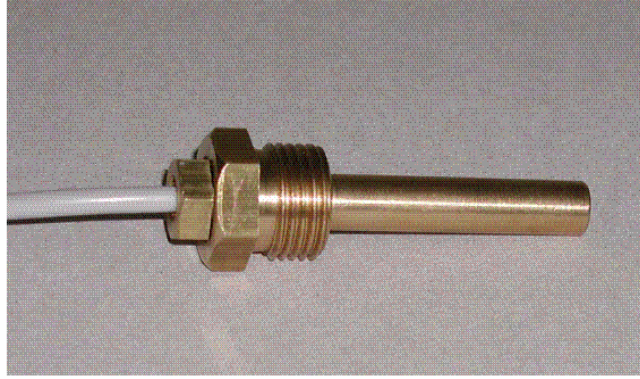


Şekil 3.9 Yüzey tipi sıcaklık duyar elemanı

Özellikler

- Geniş ölçüm aralığı
- Yüksek hassasiyet
- Çeşitli kontrol panelleri ile uyumlu
- Özel kelepçe seti ile kolay montaj

3.2.1.3. Daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı

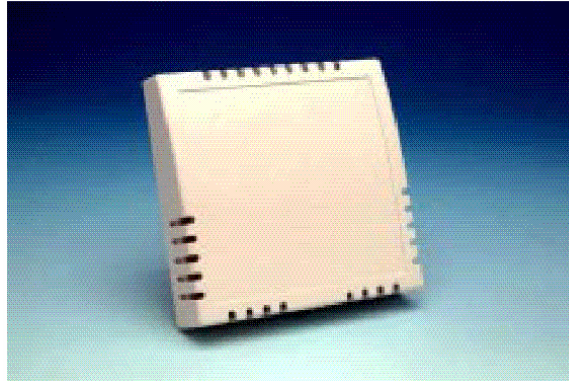


Şekil 3.10 Daldırma tipi sıcaklık duyar elemanı

Özellikler

- Geniş ölçüm aralığı
- Yüksek hassasiyet
- Çeşitli kontrol panelleri ile uyumlu.

3.2.1.4. Oda tipi sıcaklık duyar elemanı



Şekil 3.11 Oda tipi sıcaklık duyar elemanı

Oda tipi duyar elemanlar, I.S.H. sistemlerinde ortam sıcaklık ölçümü için kullanılmaktadır. Alternatif olarak farklı marka ve tip kontrol panelleriyle uyumlu çalışır.

3.2.2. Nem duyar elemanları

3.2.2.1. Kanal tipi nem duyar elemanı



Şekil 3.12 Kanal tipi nem duyar elemanı

Kanal tipi nem duyar elemanları ısıtma-soğutma-havalandırma (I.S.H.) sistemlerinde ortam nem ve sıcaklık ölçümü için kullanılır. Nem algılayıcı eleman için temin edilmiş olan filtre, yalnızca duyar elemanın kirli havaya maruz kalacağı durumlarda kullanım içindir.

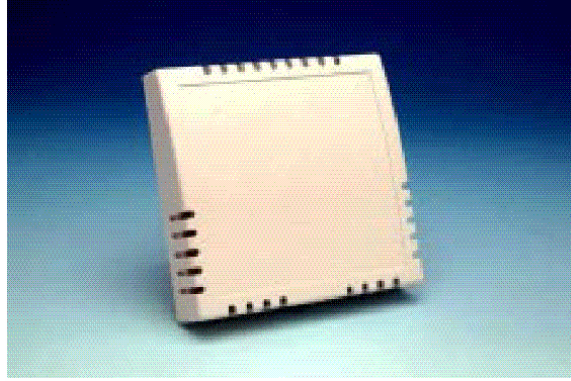
3.2.2.2. Dış hava tipi nem duyar elemanı



Şekil 3.13 Dış hava tipi nem duyar elemanı

Dış hava tipi nem duyar elamanları ısıtma-soğutma-havalandırma(I.S.H.) kontrol ve bina otomasyonu sistemlerinde dış hava nem ve sıcaklık ölçümü için kullanılır.Nem algılayıcı eleman için temin edilmiş olan filtre yağ ya da toz nedeniyle tıkanması durumunda değiştirilebilir.

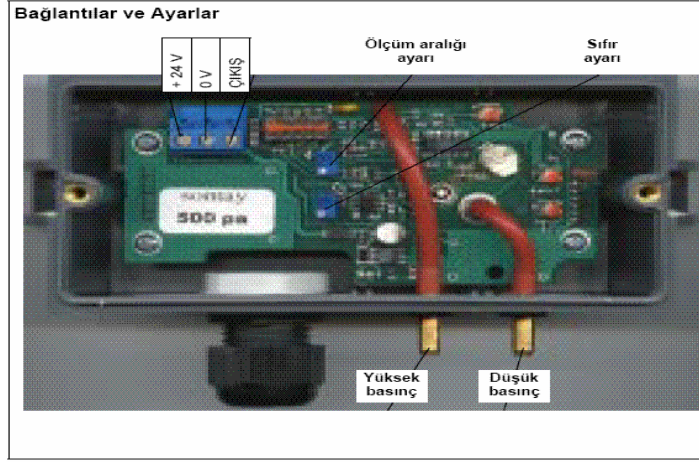
3.2.2.3 Oda tipi nem duyar elemanı



Şekil 3.14 Oda tipi nem duyar elemanı

Oda tipi nem duyar elamanları ısıtma-soğutma-havalandırma(I.S.H.) sistemlerinde mahal içi nem ve sıcaklık ölçümü için kullanılır. Nem algılayıcı eleman için temin edilmiş olan filtre, yalnızca duyar elemanın kirli havaya maruz kalacağı durumlarda kullanım içindir.

3.2.2.4. Basınç duyar elemanı



Şekil 3.15 Basınç duyar elemanı

Basınç duyar elemanları, ısıtma-soğutma havalandırma (I.S.H.) sistemlerinde hava basıncı ölçümü için kullanılmaktadır. Bu cihazlar artı-basınç, eksi basınç ya da fark basıncı ölçümünde kullanılabilir. Ölçülecek olan basınç farkının paslanmaz çelik diyaframda yol açtığı hareket, kapasitans ölçümü ve özel bir elektronik devre ile hassas çıkış sinyaline dönüştürülür. Kullanılan gelişmiş tasarımlı kapasitif ölçüm elemanı sayesinde tamamen lineer bir sinyal ve sıfır noktasının kararlılığı sağlanabilmektedir. Ölçüm aralığı 0-25 Paskala kadar inen modeller, pitot tüp prensibiyle hava akış hızı ve debi ölçümünde yüksek hassasiyet sağlar. Cihaz ile birlikte 2 metre plastik boru, 2 adet kanal bağlantı parçası ve gerekli vidaların temin edilmiş olması, montajda kolaylık sağlar.

3.2.4. Diğer duyar elemanlar

3.2.4.1. Hava akış hızı duyar elemanı



Şekil 3.16 Hava akış hızı duyar elemanı

Hava akış hızı duyar elemanları, ısıtma-soğutma havalandırma (I.S.H.) sistemlerinde hava kanallarında noktasal olarak hava akış hızı ölçümü için kullanılmaktadır. Kalometrik ölçüm ilkesine göre çalışan cihazlar ısıtılan bir termistör elemanının sıcaklığını takip ederek ısı kaybından hava akış hızını hesap eder.

3.2.4.2. Kanal tipi hava kalitesi duyar elemanı

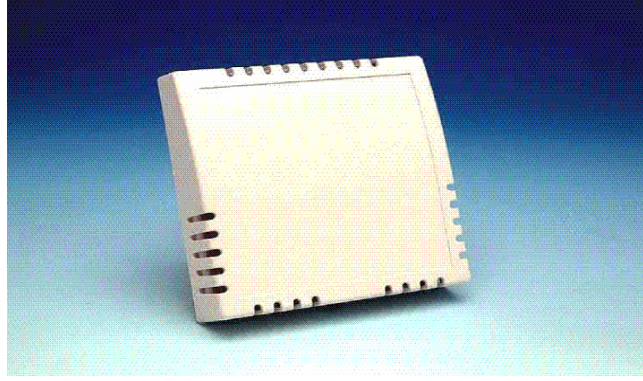


Şekil 3.17 Kanal tipi hava kalitesi duyar elemanı

Hava kalitesi duyar elemanı, ısıtma-soğutma havalandırma (I.S.H.) sistemlerinde hava kanallarında hava kalitesinin ölçümü için kullanılmaktadır. Hava kalitesi ölçümündeki temel amaç, havalandırma için dışarıdan alınacak taze havanın miktarının anlık olarak belirlenmesidir. Karışım damperlerinde sabit bir minimum konum belirlenmesi yerine

dönüş kanalındaki havanın kirliliğine bağlı olarak damperlerin kısılması, önemli miktarda enerji tasarrufu sağlar. Benzer şekilde frekans invertörlü fanlara da hava kirliliğine bağlı olarak kumanda verilebilir. Bu tür kontrol senaryoları, özellikle, kullanım yoğunluğunun çok değişken olduğu mahallerde (sinemalar, toplantı salonları, restoran mahalleri gibi) büyük avantaj sağlamaktadır. Bu cihaz, ısıtılmış bir kalay yüzeyin üzerindeki oksidasyonu izleyerek, havanın barındırdığı kirletici gazların oranını ölçer. Bu duyar eleman ağır kokulara, dumana, solvent gazlara ve geniş bir yelpazedeki benzer kirleticilere hassastır. Karışımın gaz yoğunluğuna bağlı oransal bir çıkış sinyali vermektedir. Temel kirleticinin insan soluması olduğu mahallerde karbondioksit duyar elemanları tercih edilebilir.

3.2.4.3 Oda tipi hava kalitesi duyar elemanı



Şekil 3.18 Oda tipi hava kalitesi duyar elemanı

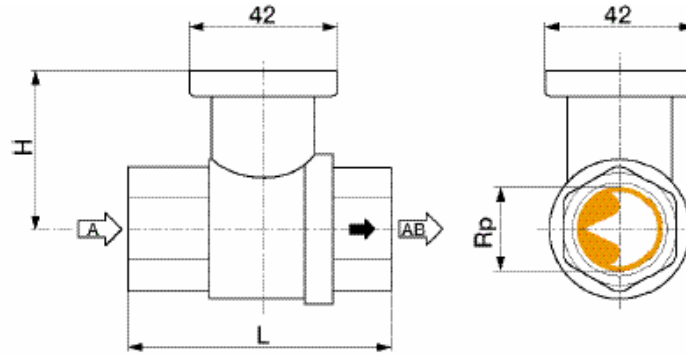
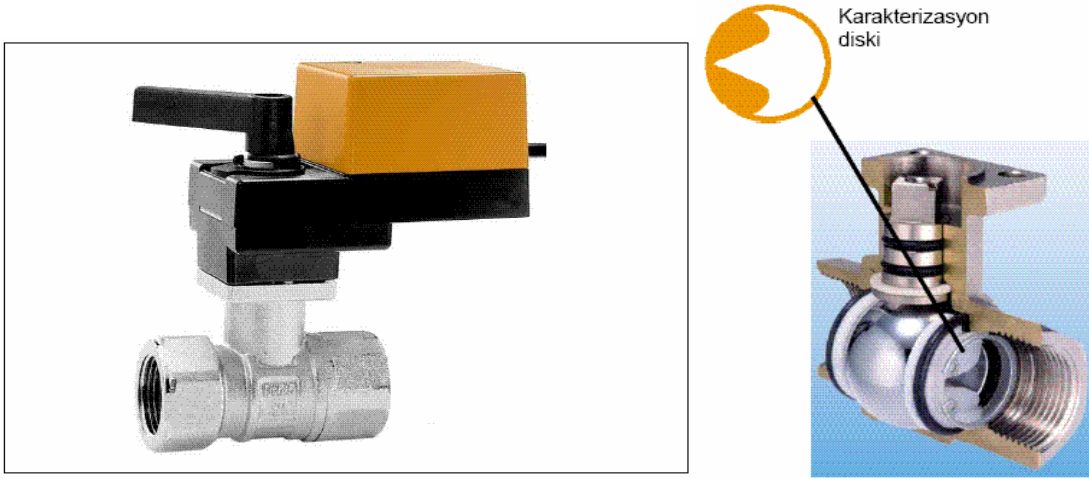
Hava kalitesi duyar elemanı, ısıtma-soğutma havalandırma (I.S.H.) sistemlerinde ortam hava kalitesi ölçümü için kullanılmaktadır. Hava kalitesi ölçümündeki temel amaç, havalandırma için dışarıdan alınacak taze havanın miktarının anlık olarak belirlenmesidir. Karışım damperlerinde sabit bir minimum konum belirlenmesi yerine mahal içindeki havanın kirliliğine bağlı olarak damperlerin kısılması, önemli miktarda enerji tasarrufu sağlar. Benzer şekilde frekans invertörlü fanlara da hava kirliliğine bağlı olarak kumanda verilebilir. Bu tür kontrol senaryoları, özellikle kullanım yoğunluğunun çok değişken olduğu mahallerde (sinemalar, toplantı salonları, restoran mahalleri gibi) büyük avantaj sağlamaktadır. Bu cihaz, ısıtılmış bir kalay yüzeyin üzerindeki oksidasyonu izleyerek, havanın barındırdığı kirletici gazların oranını ölçer. Bu duyar eleman çoğu ağır kokulara,

dumana, solvent gazlara ve geniş bir yelpazedeki benzer kirleticilere hassastır. Karışımın gaz yoğunluğuna bağlı oransal bir çıkış sinyali vermektedir.

3.3. Son Kumanda Elemanları

3.3.1. Kontrol vanaları

3.3.1.1. İki yöllü küresel kontrol vanası



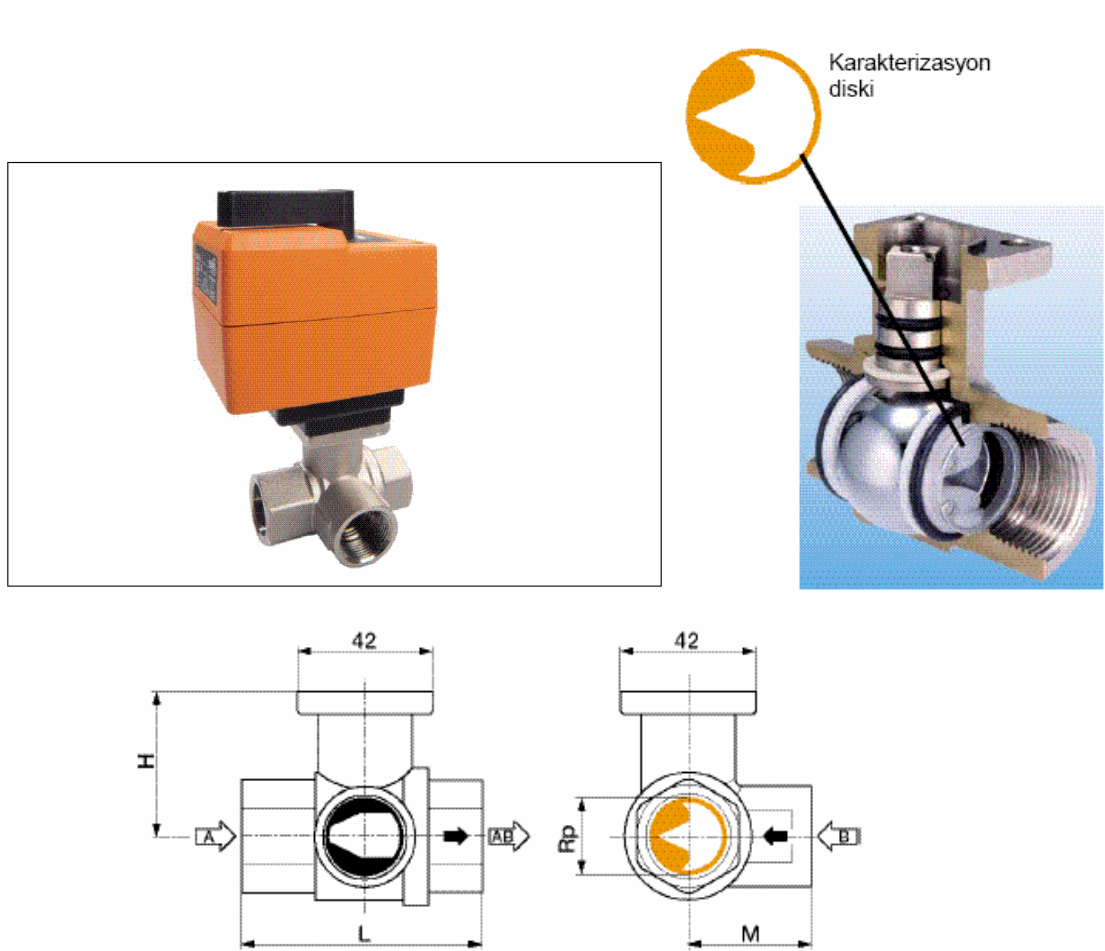
Şekil 3.19 İki yöllü küresel kontrol vanası

Özellikler

- Karakterizasyon diski ile gerçek eşit-yüzdesel akış eğrisi
- Tam kapalıdan açılmada “sıçramasız” yumuşak akış profili

- Yarı yüklerde mükemmel kontrol özellikleri
- Pratik motor montajı :
 - Tek bir merkezi vida ile akuplaj
 - Motor dört farklı yönde takılabilir
 - Tüm çaplarda boyutu aynı bağlantı plakası
- Paslanmaz çelik küre ve mil
- Uzun hizmet ömrü için milde çift conta
- Motor ile gövde arasında termal, yalıtım

3.3.1.2. Üç yollu küresel kontrol vanası



Şekil 3.20 Üç yollu küresel kontrol vanası

Özellikler

- Karakterizasyon diskisi ile gerçek eşit-yüzdesel akış eğrisi
- Tam kapalıdan açılmada “sıçramasız” yumuşak akış profili
- Yarı yüklerde mükemmel kontrol özellikleri
- Pratik motor montajı :
 - Tek bir merkezi vida ile akuplaj
 - Motor dört farklı yönde takılabilir
 - Tüm çaplarda boyutu aynı bağlantı plakası
- Paslanmaz çelik küre ve mil
- Uzun hizmet ömrü için milde çift conta
- Motor ile gövde arasında termal yalıtım

3.3.1.3. İki yönlü kontrol vanası

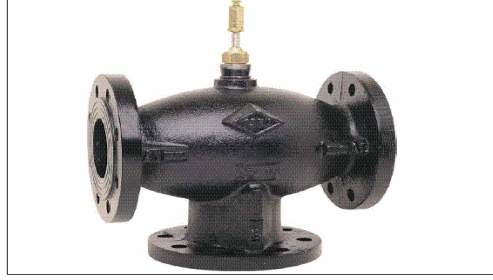


Şekil 3.21 İki yönlü kontrol vanası

Özellikler

- Glob tipi iki yönlü kontrol vanası
- Eşit yüzdesel kontrol eğrisi
- Flanşlı, pik döküm veya sfero döküm gövde
- Paslanmaz çelik oturma yüzeyi, mil ve klape
- Üstün sızdırmazlık
- Doğrusal mil hareketi

3.3.1.4. Üç yollu kontrol vanası

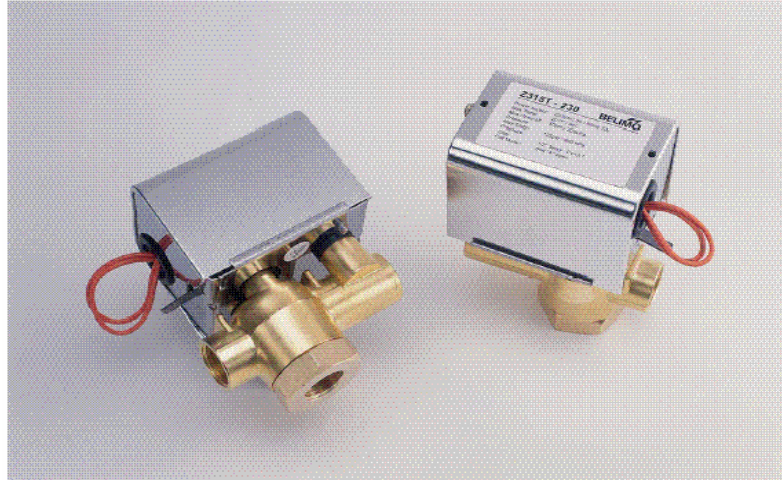


Şekil 3.22 Üç yollu kontrol vanası

Özellikler

- Glob tipi üç yollu karıştırma vanası
- Eşit yüzdesel kontrol eğrisi
- Flanşlı, pik döküm veya sfero döküm gövde
- Paslanmaz çelik mil ve klape
- Üstün sızdırmazlık
- Doğrusal mil hareketi

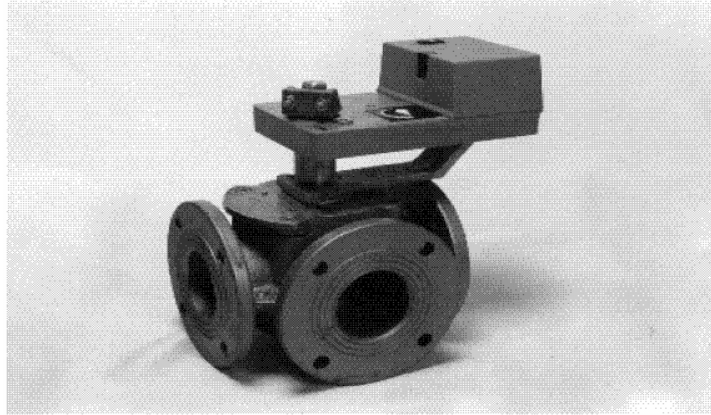
3.3.1.5. Fan coil vanaları



Şekil 3.23 Fan coil vanaları

Motorlu vanalar, ısıtma soğutma ve havalandırma sistemleri bünyesinde fan-coil ve benzeri paket terminal kontrol ünitelerinde oda sıcaklık kontrolü için kullanılmaktadır. 0°C'den 94°C'ye kadar ısıtma ya da soğutma su hatlarında kullanılabilir. Vana gövdesi döküm bronzdur. Motor gövdesi ise paslanmaz çelik kaide ile alüminyum kapaktan oluşmaktadır. Vanalar normalde (enerjisizken) kapalıdır. Su akış yönünü belirleyen özel lastik flap, tam sıkı kapamayı sağlayabilmektedir. Montaj sırasında vana gövdesinde belirtilen su akış yönüne dikkat edilmelidir. Enerjisiz durumda elle kurma kolu sayesinde vana açık konuma getirilebilir. Bu özellik, devreye alma öncesinde sistemin test ve ön çalışmalarının yapılabilmesi için büyük kolaylık sağlar. Motor enerjilendiği anda kendiliğinden otomatik çalışmaya döner. Talep halinde 24 VAC ve 110 VAC motorlar da temin edilebilmektedir.

3.3.1.6. Motorlu kontrol vanaları



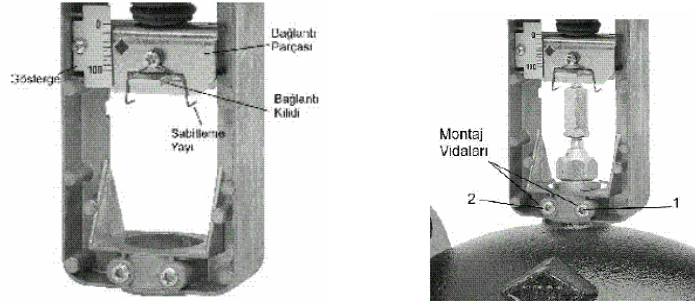
Şekil 3.24 Motorlu kontrol vanası

Özellikler

- Her marka panel ile uyumlu
- Elle kumanda imkanı
- Yüksek kapatma gücü

3.3.2. Vana motorları

3.3.2.1. Yüzer kontrol vana motorları



Şekil 3.25 Yüzer kontrol vana motorları

Yüzer kontrol vana servo motorları, ısıtma havalandırma iklimlendirme sistemlerinde üç yollu ya da iki yollu kontrol vanalarının konumlandırılması için kullanılır. İki konum (açık-kapalı) ya da üç konumlu (yüzer) 220 VAC çıkışları olan kontrol panelleri ile uyumludur.

Normal Çalışma

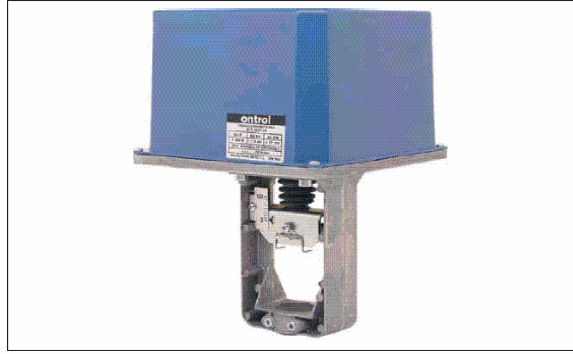
Servo motor, vana miline bir kelepçe kilidi vasıtasıyla bağlanır ve iki adet alyen vidanın sıkılmasıyla montaj tamamlanır. Fabrikada ayarı sabitlenmiş güç sınırlama devresi, aşırı zorlanma durumunda akımı keserek motoru korur.

Elle Kumanda

Tüm yay geri dönüşsüz modellerde elektrik kesilmesi durumunda vana konumlandırılmasına imkan veren elle kumanda mekanizması bulunmaktadır. Bu mekanizma vana motoru enerjisizken kullanılır. Servo motor, tekrar enerjilendiğinde

herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan otomatik çalışmasına döner. **Önemli Not:** Elle kumanda mekanizması ile vanayı aşırı sıkı şekilde kapatmak mümkündür. Bu durumda servo motor tekrar enerjilendiğinde elektrik motorunun gücü vanayı sıkışık durumdan kurtarmaya yetmeyebilir. Elle kumanda mekanizmasını bir tur çevirmek suretiyle bu durum giderilir.

3.3.2.2. Yay geri dönüşlü yüzer kontrol vana motorları



Şekil 3.26 Yay geri dönüşlü yüzer kontrol vana motorları

Yay geri dönüşlü yüzer kontrol vana servo motorları, ısıtma havalandırma iklimlendirme sistemlerinde üç yollu ya da iki yollu kontrol vanalarının konumlandırılması için kullanılır. İki konumlu (açık-kapalı) ya da üç konumlu (yüzer) 24 VAC çıkışları olan kontrol panelleri ile uyumludur.

Normal Çalışma:

Servo motor, vana miline bir kelepçe kilidi vasıtasıyla bağlanır ve iki adet alyen vidanın sıkılmasıyla montaj tamamlanır. Fabrikada ayarı sabitlenmiş güç sınırlama devresi, aşırı zorlanma durumunda akımı keserek motoru korur.

Yay Geri Dönüşü

Yay geri dönüşlü modellerde normalde kurulu duran ve enerji kesildiğinde vananın kapanmasını (ya da açılmasını) sağlayan bir yay mekanizması bulunmaktadır. Elektrik kesildiğinde vana milini yukarı çeken ya da aşağı iten farklı modeller mevcuttur.

3.3.2.3. Oransal kontrol vana motorları



Şekil 3.27 Oransal kontrol vana motorları

Oransal kontrol vana servo motorları, ısıtma havalandırma iklimlendirme sistemlerinde üç yollu ya da iki yollu kontrol vanalarının konumlandırılması için kullanılır. 2-10 V DC oransal çıkışları olan kontrol panelleri ile uyumludur.

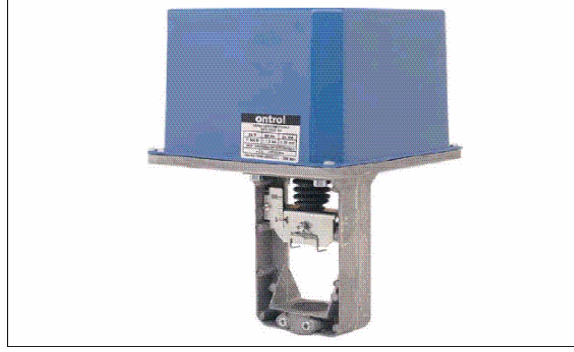
Normal Çalışma

Servo motor, vana miline bir kelepçe kilidi vasıtasıyla bağlanır ve iki adet alyen vidanın sıkılmasıyla montaj tamamlanır. Fabrikada ayarı sabitlenmiş güç sınırlama devresi, aşırı zorlanma durumunda akımı keserek motoru korur.

Elle Kumanda

Tüm yay geri dönüşsüz modellerde elektrik kesilmesi durumunda vana konumlandırılmasına imkan veren elle kumanda mekanizması bulunmaktadır. Bu mekanizma vana motoru enerjisizken kullanılır. Servo motor, tekrar enerjilendiğinde herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan otomatik çalışmasına döner. Elle kumanda mekanizması ile vanayı aşırı sıkı şekilde kapatmak mümkündür. Bu durumda servo motor tekrar enerjilendiğinde elektrik motorunun gücü vanayı sıkışık durumdan kurtarmaya yetmeyebilir. Elle kumanda mekanizmasını bir tur çevirmek suretiyle bu durum giderilir.

3.3.2.4. Yay geri dönüşlü oransal kontrol vana motorları



Şekil 3.28 Yay geri dönüşlü oransal kontrol vana motorları

Yay geri dönüşlü oransal kontrol vana servo motorları, ısıtma havalandırma iklimlendirme sistemlerinde üç yollu ya da iki yollu kontrol vanalarının konumlandırılması için kullanılır. 2-10 V DC oransal çıkışları olan kontrol panelleri ile uyumludur.

Normal Çalışma

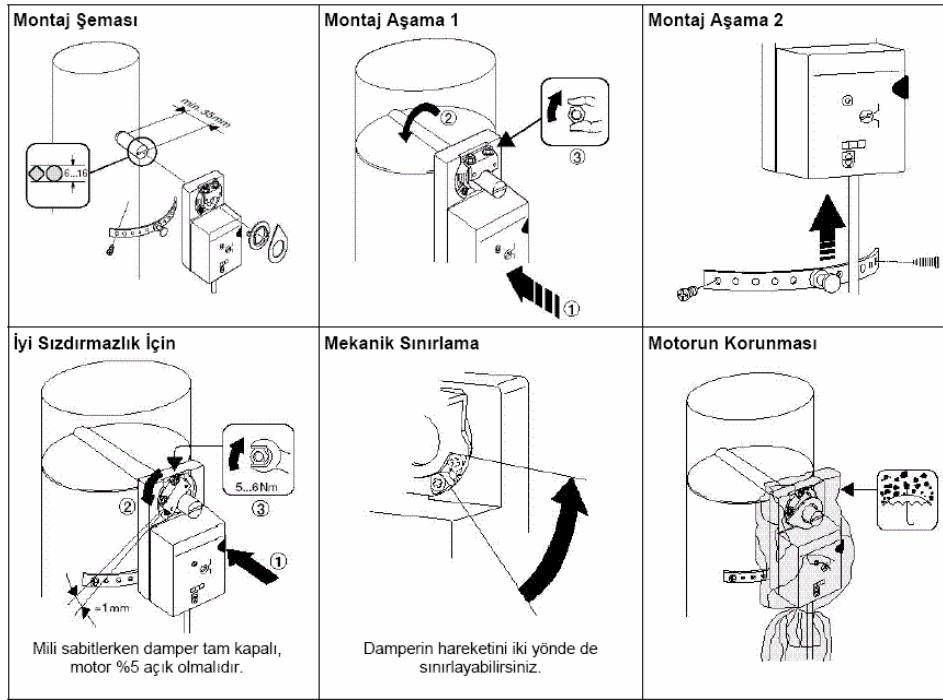
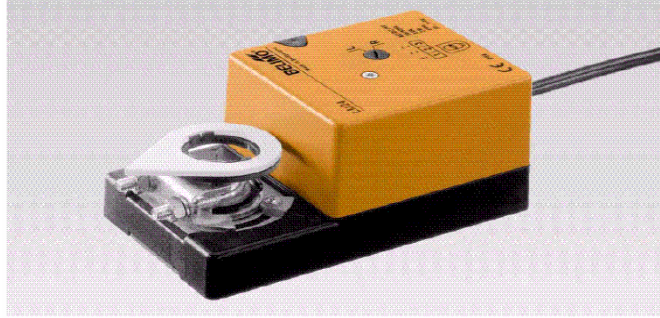
Servo motor, vana miline bir kelepçe kilidi vasıtasıyla bağlanır ve iki adet allen vidanın sıkılmasıyla montaj tamamlanır. Fabrikada ayarı sabitlenmiş güç sınırlama devresi, aşırı zorlanma durumunda akımı keserek motoru korur.

Yay Geri Dönüşü

Yay geri dönüşlü modellerde normalde kurulu duran ve enerji kesildiğinde vananın kapanmasını (ya da açılmasını) sağlayan bir yay mekanizması bulunmaktadır. Elektrik kesildiğinde vana milini yukarı çeken ya da aşağı iten farklı modeller mevcuttur.

3.2.2. Damper motorları

3.2.2.1.İki konumlu damper motoru



Şekil 3.29 İki konumlu damper motoru

İki konumlu damper motorları, ısıtma-soğutma ve havalandırma sistemlerinde hava debisi kontrol damperlerinin kumandası için kullanılır. Tek kontak veya çift kontak bağlantısı ile aç-kapa şeklinde kumanda edilebilir. Özel kelepçe sistemi sayesinde farklı kesit ve çaptaki damper millerine doğrudan monte edilebilmesi büyük kolaylık sağlar. Kelepçe mekanizması üzerindeki ayar vidaları ile dönme açısı her iki yönde de mekanik olarak sınırlandırılabilir. Motor üzerindeki butona basılarak, damper elle istenilen konuma getirilebilir. Bu butona basıldığında motorun dişli mekanizması damperden ayrılmış olur ve

zarar görmez. Motor çalıştırıldığında dişli mekanizması otomatik olarak devreye girerek damperin kontrolünü sağlar. Motor üzerinde bulunan L/R anahtarı ile dönme yönü değiştirilebilir. Motor, mekanik sıkışmalara karşı korumalıdır, her iki yönde de sona dayandığında otomatik olarak durur. Bu damper motorundaki yardımcı kontak, dönme hareketinin herhangi bir açısında konum değiştirecek şekilde ayarlanabilir (0..100 %). LM serisi damper motorları normal şartlarda 0.8m² boyutuna kadar olan, damperlerin kumandasında kullanılır. Ancak damper motoru seçimi yapılırken, damper imalatçısının sağlayacağı tüm veriler dikkate alınmalıdır.

3.2.2.2. Oransal damper motoru

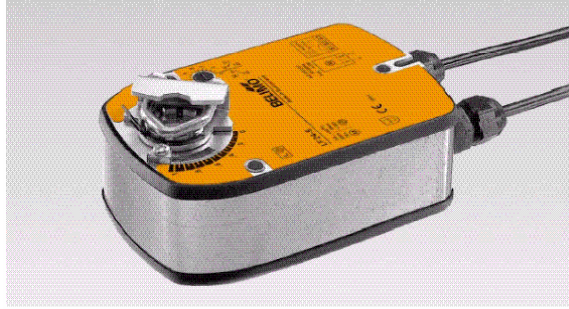


Şekil 3.30 Oransal damper motoru

Oransal damper motorları, ısıtma-soğutma ve havalandırma sistemlerinde hava debisi kontrol damperlerinin kumandası için kullanılır. Bu motor, çıkışı standart 2...10 V DC olan herhangi bir kontrol cihazı ile kumanda edilir. 2...10 V DC değerindeki U çıkış voltajı, %0...100 olarak damper konumunun izlenebilmesini ve seri bağlanabilecek diğer motorlara kontrol sinyali gönderilmesini mümkün kılar. Özel kelepçe sistemi sayesinde farklı kesit ve çaptaki damper millerine doğrudan monte edilebilmesi büyük kolaylık sağlar. Üzerindeki potansiyometre vasıtası ile dönme açısı kademesiz olarak sınırlandırılabilir. Motor, mekanik sıkışmalara karşı korunmalıdır, her iki yönde de sona dayandığında otomatik olarak durur. Motor üzerinde bulunan L/R anahtarı ile dönme yönü değiştirilebilir. Motor üzerindeki butona basılarak, damper elle istenilen konuma getirilebilir. Bu butona basıldığında motorun dişli mekanizması damperden ayrılmış olur ve

zarar görmez. Motor çalıştırıldığında dişli mekanizması otomatik olarak devreye girerek damperin kontrolünü sağlar. Oransal damper motorları normal şartlarda 0.8m2 boyutuna kadar olan damperlerin kumandasında kullanılır. Ancak damper motoru seçimi yapılırken, damper imalatçısının sağlayacağı tüm veriler dikkate alınmalıdır.

3.3.3.3. Yay geri dönüşlü damper motoru



Şekil 3.31 Yay geri dönüşlü damper motoru

Yay geri dönüşlü damper motorları, ısıtma - soğutma ve havalandırma sistemlerinde emniyet işlevi taşıyan hava debisi kontrol damperlerinin kumandası için kullanılır (donma koruma, duman kontrolü , hijyen gibi). Motor, enerjili olduğu sürece bünyesindeki yayı kurar ve kurulu tutar. Enerji kesilmesi durumunda serbest kalan yayın gücü ile damper emniyet konumuna ulaşır. Özel kelepçe sistemi sayesinde farklı kesit ve çaptaki damper millerine doğrudan monte edilebilmesi büyük kolaylık sağlar., Kelepçe mekanizması üzerindeki özel tertibat ile dönme açısı mekanik olarak sınırlandırılabilir. Çalışma ve yay-geri-dönüş yönü, motorun montaj şekli ile belirlenir. Bu damper motorundaki yardımcı kontağın açma/kapama noktası, dönme hareketinin herhangi bir açısında konum değiştirecek şekilde ayarlanabilir. Yay geri dönüşlü damper motorları normal şartlarda 0.8 m2 boyutuna kadar olan damperlerin kumandasında kullanılır. Ancak damper motoru seçimi yapılırken, damper imalatçısının sağlayacağı tüm veriler dikkate alınmalıdır.

4. HVAC SİSTEMİNİN MODELLENMESİ

HVAC sistemlerinin geçici ve sürekli davranışları, sistemlerin denetlenebilirliği ve kontrol performansları oluşturulan model ve benzetim araçları ile incelenir, analiz edilebilir ve enerji etkin sistemlerin tasarımı yapılabilir. Sistem modelinin oluşturulmasıyla denetim organlarının denetlenen mekanizma üzerindeki etkisi incelenebilir ve çalışma aralıkları en etkin biçimde belirlenebilir. Aynı zamanda modelin oluşturulması, mekanik sistem tasarım süresinin minimuma indirilmesine ve sistemin etkin ve verimli çalışmasına yol açacaktır.

Bu çalışmada modellenen sistemin şematik diyagramı Şekil 4.1' de görülmektedir. Sistemi oluşturan ana unsurlar:

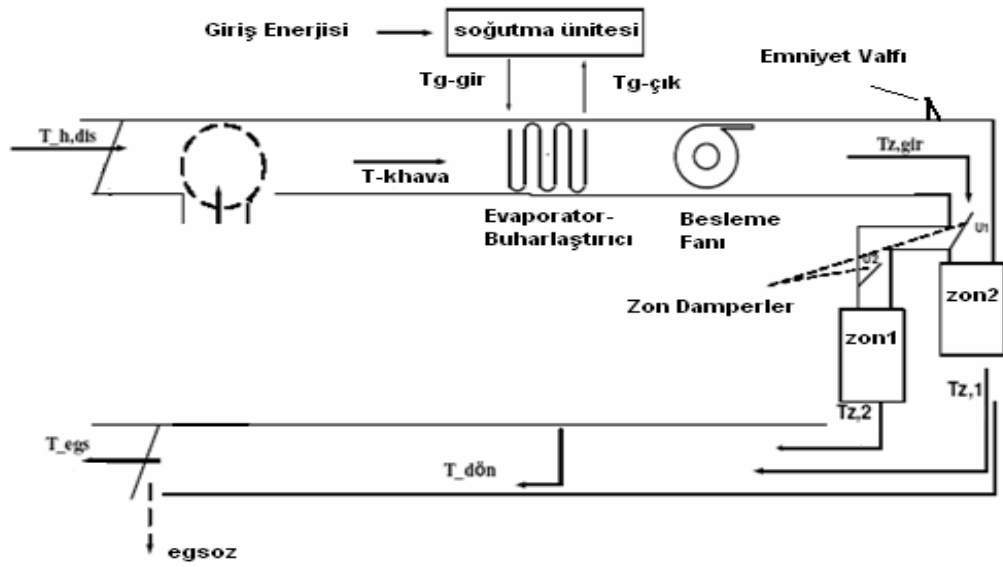
- 1) Soğutulan zon mahal alanları
- 2) Soğutma Serpantini (Buharlaştırıcı)
- 3) Soğutma Ünitesi
- 4) Fan
- 5) Damper Motorlar
- 6) Kanallar
- 7) Termokupllar

Soğutulması yapılan bir mahal'in tüm bileşenlerinin hesaba katılarak matematik modelinin yapılması oldukça karmaşıktır. Zon mahal alan içerisine beslenen havanın tüm dinamik özellikleri bilinse bile mahal içerisinde hacim kaplayan tüm bileşenler bir ısı kaynağı veya bir ısı çekici olabilirler. Mahal içerisinde bulunan insanların hareketliliği veya dış hava sıcaklıklarının etkisi ile oluşturulan model üzerinde bozucu bir etki yapabilirler. Mahal modelinde yapılan kabulleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- 1) Mahal içerisindeki anlık hava hız değişimlerinin basınca olan etkisi dikkate alınmamaktadır.

- 2) Zon mahal alınımın çıkış egsoz dışında herhangi bir hava kaçağı yoktur.
- 3) Mahal içindeki hava akışı üniform dağılımlıdır.

Zon mahal alanlarına Şekil 4.1’ de görülen soğutma ünitesinden elde edilen 5 °C lik hava besleme fanı ile zon mahal alanlarına gönderilmektedir. Besleme fanı sabit devirde olup, soğutma ünitesinden çekilen kanal hava debisi (\dot{m}_{kh}) değişmemektedir. Ama zon içerisine giren havanın debisi, zon mahal alan sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Buda zon kanal girişlerindeki damperlerin açıklık oranlarının kontrol çıkış sinyallerine bağlı olarak sürekli zon1 giriş debisi ($\dot{m}_{z1h,gir}$) ve zon2 giriş debisi ($\dot{m}_{z2h,gir}$) değişimleri ile gerçekleştirilmektedir. Denetimi yapılan sistemin süreklilik denklemi aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır.



Şekil 4.1: İki zonlu HVAC Sisteminin Şematik Gösterimi

$$\dot{m}_{kh} = \dot{m}_{z1h,gir} + \dot{m}_{z2h,gir} + \dot{m}_{emvh,\çık} \quad (1)$$

Süreklilik denklemi olan (1)’ deki $\dot{m}_{emvh,\çık}$ debisi zon mahal alanlarına gelen kanaldaki fazla havanın dışa atıldığı emniyet valfina aittir.

Zon içerisine giren hava miktarı, çıkan hava miktarına eşit olduğundan zon içerisindeki hava miktarında bir değişiklik olmamaktadır. Bu nedenle mahal modelinin süreklilik denklemi (2) nolu denklemde, mahal modelinin termodinamiğin I. kanuna göre iç enerji denklemi de (3) nolu denklemde verilmiştir.

$$\dot{m}_{zh,gir} = \dot{m}_{egh,\cirk} = \dot{m}_{zh} \quad (2)$$

$$Q - W_{i\i} + \sum \dot{m}_{zh,gir} \cdot h_g - \sum \dot{m}_{egh,\cirk} \cdot h_{\cirk} = \frac{du}{dt} \quad (3)$$

u zamana bağlı olarak sistemdeki ısı değişimini vermektedir. Ayrıca sistemde herhangi bir iş yapılmadığını kabul edersek (3) nolu denklemi aşığıdaki gibi düzenleyebiliriz:

$$Q + \dot{m}_{zh} \cdot (h_g - h_{\cirk}) = \frac{du}{dt} = \frac{m_{zh} \cdot C_v \cdot (T_{n-1} - T_n)}{dt} \quad (4)$$

$$h_g - h_{\cirk} = C_p \cdot (T_{sh,gir} - T_n) \quad (5)$$

(4) nolu denklem yeniden düzenlenirse:

$$Q + \dot{m}_{zh} \cdot C_p \cdot (T_{sh,gir} - T_n) = \frac{m_{zh} \cdot C_v \cdot (T_{n-1} - T_n)}{dt} \quad (6)$$

$$Q + \dot{m}_{zh} \cdot C_p \cdot (T_{sh,gir} - T_n) = m_{zh} \cdot C_v \cdot \frac{dT}{dt} \quad (7)$$

(7) nolu denklemdeki T: sistemin anlık sıcaklık değişimini vermektedir. Dış ortamından mahal içine taşınım ve iletim ile gelen ısı denklemini aşağıdaki gibi oluşturabiliriz:

$$Q = \frac{T_{du} - T_n}{R_{eş}} = \frac{T_{du} - T_n}{\frac{1}{\alpha_{du} \cdot A} + \frac{L_1}{k_1 \cdot A} + \frac{L_2}{k_2 \cdot A} + \frac{1}{\alpha_{iç} \cdot A}} \quad (8)$$

Mahal modelinin son haldeki birinci mertebeden diferansiyel ısı denklemini aşağıdaki gibi oluşturabiliriz:

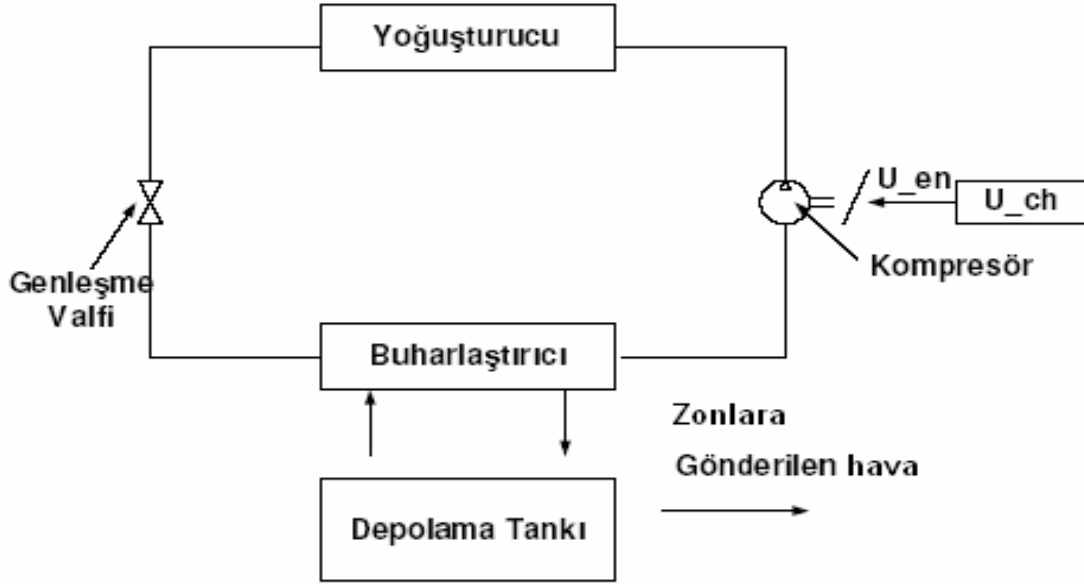
$$\frac{dT}{dt} = \frac{Q + \dot{m}_{zh} \cdot C_p (T_{sh,gir} - T_n)}{m_{zh} \cdot C_v} \quad (9)$$

Tablo 1: Sembol Listesi

A	Alan (m ²)
\dot{m}_{kh}	Fan kanaldaki havanın kütleli debisi (kg/s)
$\dot{m}_{z1h,gir}$	Zon1 mahal alanı içine giren havanın debisi (kg/s)
$\dot{m}_{z2h,gir}$	Zon2 mahal alanı içine giren havanın debisi (kg/s)
$\dot{m}_{emvh,çık}$	Fan kanalındaki fazla havanın emniyet valfindan dış ortama atılan havanın debisi (kg/s)
$\dot{m}_{egh,çık}$	Zon mahal alanı içinden egsoz ile dış ortama çıkan havanın debisi (kg/s)
Q	Sistemin dış ortamdan taşınım ve iletim ile aldığı ısıdır (J/s)

$W_{i\dot{s}}$	Sistemde yapılan iştir (J/s)
$\dot{m}_{z1h,gir} = \dot{m}_{zh}$	Zon mahal alanı içine giren havanın debisi (kg/s)
h_g	Mahal alanı içine giren havanın özgül entalpisidir(J/kg)
$h_ç$	Mahal alanı dışına çıkan havanın özgül entalpisidir(J/kg)
U	Sistemin iç enerjisidir (J)
C_v	Sabit hacimde özgül ısı (kJ/kgK)
C_p	Sabit basınçta özgül ısı (kJ/kgK)
T	Mahal alan iç sıcaklık ($^{\circ}C$)
T_n	Mahal alan içindeki anlık sıcaklık ($^{\circ}C$)
T_{n-1}	Mahal alan içindeki bir döngüden önceki sıcaklık ($^{\circ}C$)
$T_{sh,gir}$	Fan kanalından mahal alan içine giren soğuk hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)
$T_{dış}$	Dış ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$)
$\alpha_{dış}$	Mahal alan dış yüzey ısı taşınım katsayısı (J/m^2K)
$\alpha_{iç}$	Mahal alan iç yüzey ısı taşınım katsayısı (J/m^2K)
k	Isıl iletim katsayısı (J/mK)
L_1	Mahal alan yüzey et kalınlığı (m)
L_2	Mahal alan yüzey et kalınlığı (m)

Sıcaklık denetimi yapılan farklı iki zonun soğutulmasında kullanılan soğutucu sistem Şekil.4.2' de görülmektedir.

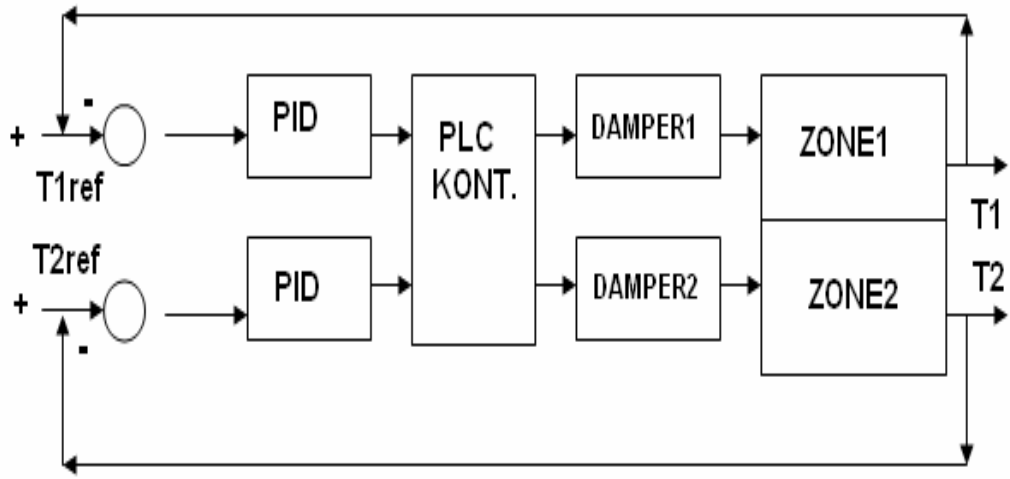


Şekil 4.2: Soğutma ünitesinin şematik gösterimi

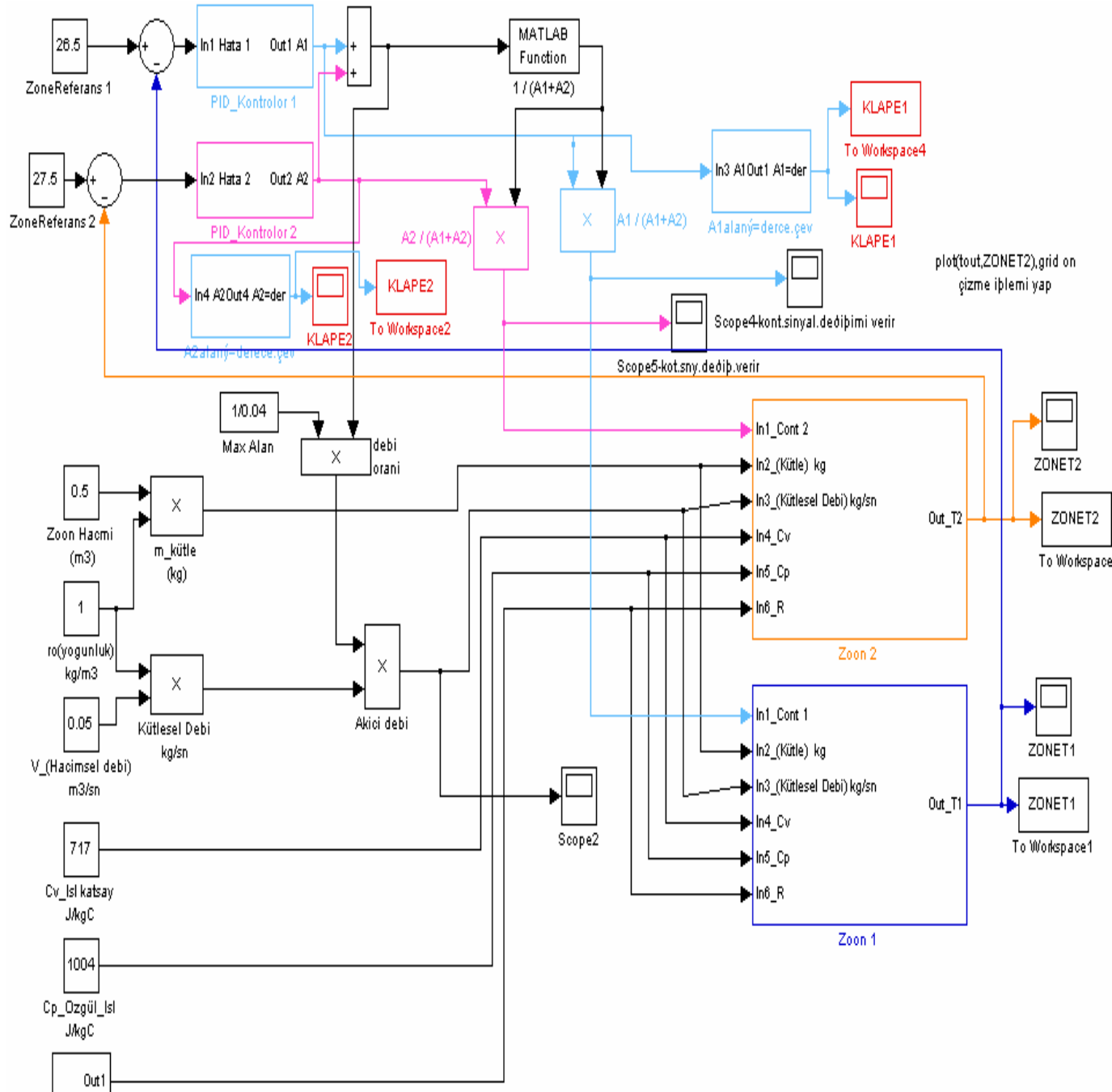
4.1 Farklı iki-Zona Sahip HVAC Sisteminin Matlab / Simulink ile Benzetimi

Bu çalışmada iki zon bölgesi için değişken hava debili HVAC sisteminin modellenmesi, sayısal benzetimi ve denetimi yapılmıştır. Yapılan modelde göz önüne alınan iki farklı zon için; soğutucu, soğutucu ünitesi, kanallar, zonların dış ortam ile ısı taşınım ve iletim ile oluşan ısı transfer denklemleri çıkartılarak sistemin tüm modeli elde edilmeye çalışılmıştır. Sistemin modellenmesi MATLAB/SIMULINK paket programında yapılmıştır. Sistemin zamana bağlı anlık değerleri, her zonda ve modelde göz önüne alınan her iklimlendirme cihazının giriş ve çıkış değerlerinin, belirlenen konfor şartlarına göre denetimi göz önüne alınarak sonuçlar elde edilmiştir. Sayısal benzetim sonucunda denetimi yapılan sistemde,

her noktada ve her zaman adımında her zona ait sıcaklık değerleri, zonlara giren hava debileri ve zonzardaki konfor şartlarının sağlanması için gerekli damper açıklık oranları bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar grafikler halinde gösterilmiştir. Ayrıca sistemin benzetiminde oluşturulan blok-diyagramı Şekil 4.3' de gösterilmiştir. İki farklı zonun sayısal benzetim denetiminde hem PID (Orantısal-Integral-Türevsel) denetim hem de P (Orantısal) denetim gerçekleştirilerek, PID denetimin P denetime nazaran çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 4.3: İki farklı zonun farklı sıcaklıklardaki denetiminin gerçekleştirildiği Blok-Diyagram

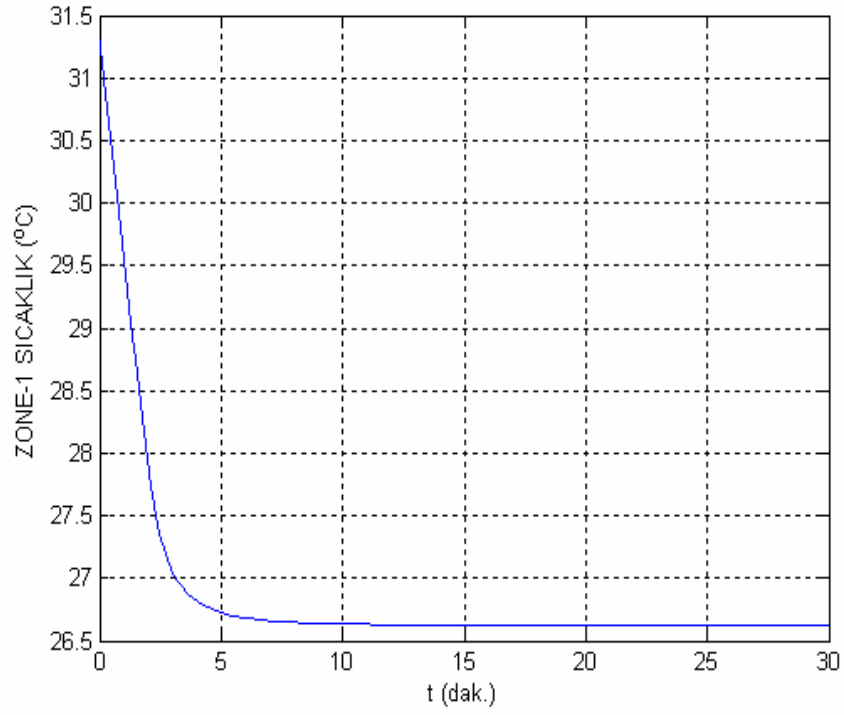


Şekil 4.4: Matlab / Simunlink ile yapılan HVAC sisteminin benzetim modeli

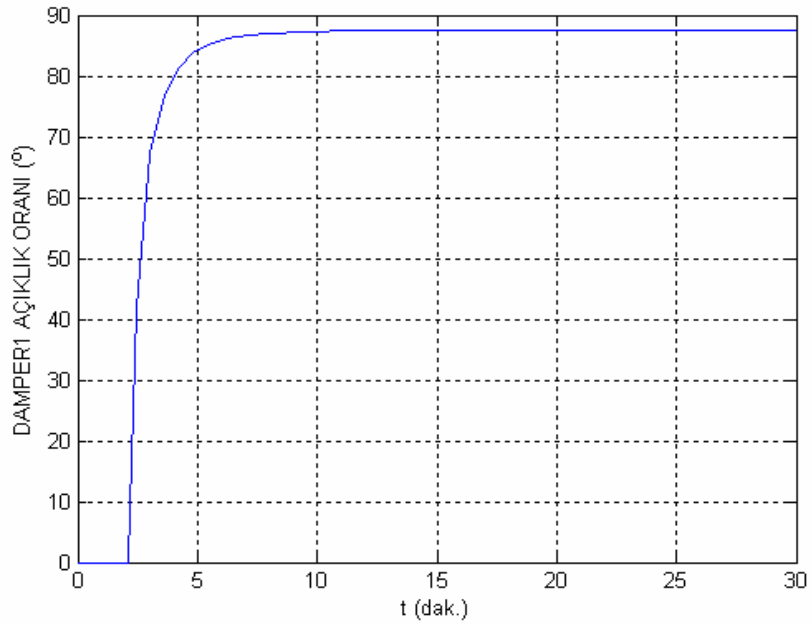
4.2 Simulasyon Ortamında Elde Edilen Sonuçlar

Farklı iki zona ait bölgenin sıcaklık denetimleri hem P (Orantısız) hem de PID (Orantısız-Integral-Türev) ile gerçekleştirilmiş olup ve aynı zamanda MATLAB/SIMULINK' de yapılan benzetim modeli Ek.1' deki Şekil.4.4' de verilmiştir. Gerçek şartlarda deneysel çalışmalar Elazığ il merkezinde 25-28 Haziran ayında gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmaların yapıldığı ortam sıcaklığı 31.3 ile 31.6 °C arasında değiştiği ölçülmüştür. Sistemimiz iki zondan oluşmaktadır. Bu iki zon bölgesine soğutucu evaporatör kısmından sabit debi ile alınan 5 °C deki hava iki farklı zonlara değişken debi ile girmektedir. Zon girişindeki klape, zon içindeki sıcaklık değişimine bağlı olarak 0° ile 90° arasında değişimlerle zon içine giren hava debisini ayarlamaktadır. Klappenin 0° deki konumu zon içine hava girişinin max oranda olduğunu, 90° deki konumu ise zon içine hava girişinin olmadığını göstermektedir.

Başlangıçta ortam sıcaklığı ve zone1 bölgesinin iç sıcaklığı 31.3 °C dir. Benzetim ortamında zone1 bölgesinin iç sıcaklığının set değeri 26.5 C° e kadar soğutulmuştur. Zonun sıcaklık değeri için, gerek maksimum aşma değerinin düşük olması gerek sistemin istenilen referans değerine kararlı yapıya kısa bir süre içinde ulaşması, sisteme başarılı bir denetim uygulandığı Şekil 4.5' de görülmektedir. Ayrıca zone1' in ortam sıcaklığı girilen set değerini yakaladığı an zone1' e ait klappenin kapanmaya başladığı Şekil 4.6' da görülmektedir. Klappenin açıklık oranları zonlara giren kanalların kesitleri ile orantılıdır. Kanal kesitleri 0.02 m² dir. Klappenin tam açık olduğu 0° lik konumu, kanaldan soğuk havanın maksimum oranda geçtiği 0.02m² lik açıklık oranına karşılık gelmektedir. Klappenin tamamen kapalı olduğu 90° deki konumu ise, kanaldan soğuk havanın geçmediğine karşılık gelmektedir. Şekil 4.5' de de görüldüğü gibi zone1 bölgesinin sıcaklığı ortamın sıcaklığından istenilen referans sıcaklığa kadar soğutulmuştur. Ayrıca sistemin zone1 bölgesi toplam 12 dakikada çok az bir hata ile kararlı bir yapıya geldiği bu grafikte görülmektedir.

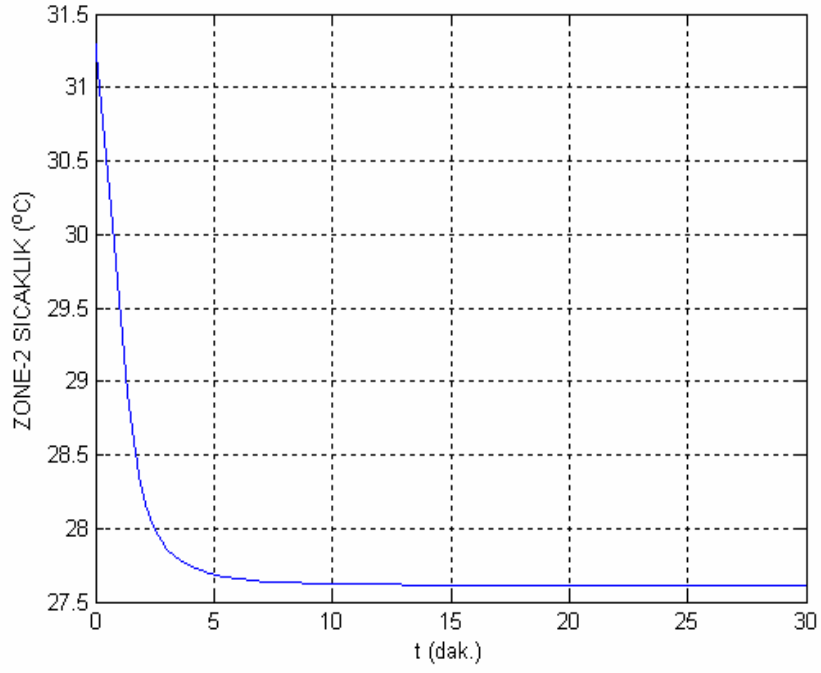


Şekil 4.5: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici)

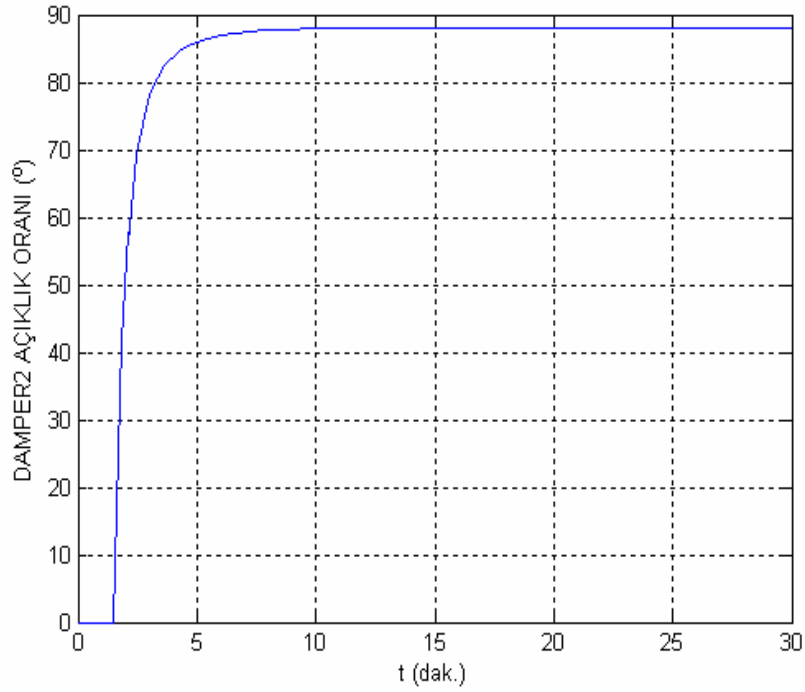


Şekil 4.6: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici)

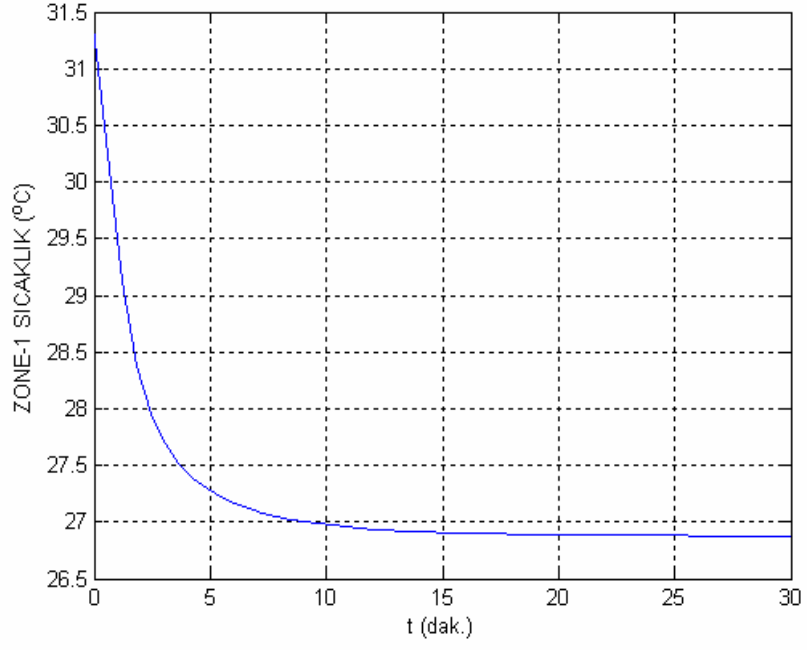
Zon2 bölgesi için istenen sıcaklık set değeri 27.5 °C dir. Ortam sıcaklığı ve zon2 bölgesinin iç sıcaklığı ise 31.3 ve 31.6 °C arası değişmektedir. Şekil 4.7' de de görüldüğü gibi zon2 bölgesinin sıcaklığı ortamın sıcaklığından istenilen referans sıcaklığa kadar soğutulmuştur. Ayrıca sistemin zon1 bölgesi toplam 9 dakikada çok az bir hata ile kararlı bir yapıya geldiği grafikte görülmektedir. Ayrıca zon2' in ortam sıcaklığı girilen set değerini yakaladığı an zon2' e ait klapenin kapanmaya başladığı Şekil 4.8' de görülmektedir. Ayrıca benzetimde sistemin P (Orantısal) denetimi de yapılarak, PID (Orantısal-Integral-Türev) denetimin beklendiği gibi, P denetimine göre çok daha iyi sonuçlar verdi grafiklerle görülmüştür. P denetimin grafikleri Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.1' de verilmektedir.



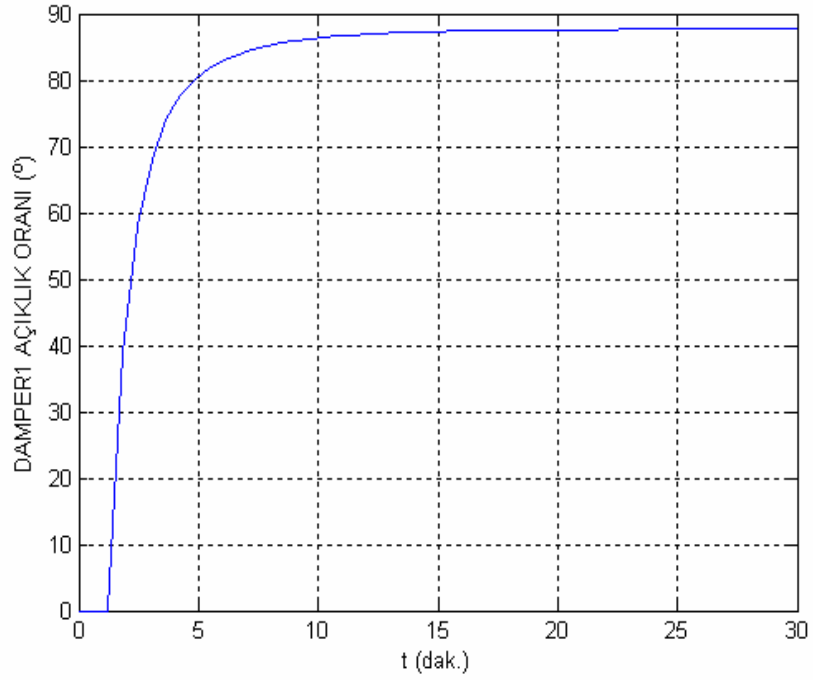
Şekil 4.7: Zon2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi(PID Denetleyici)



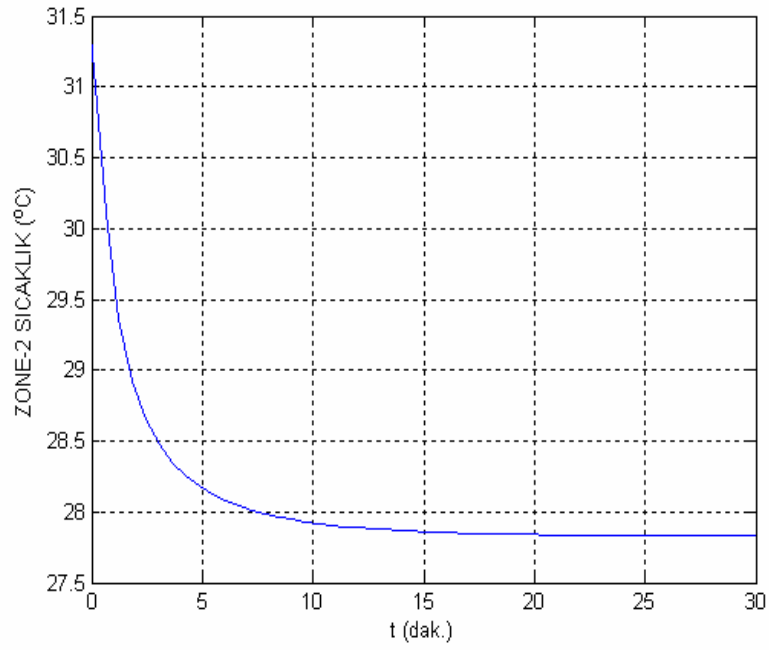
Şekil 4.8: Zon2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici)



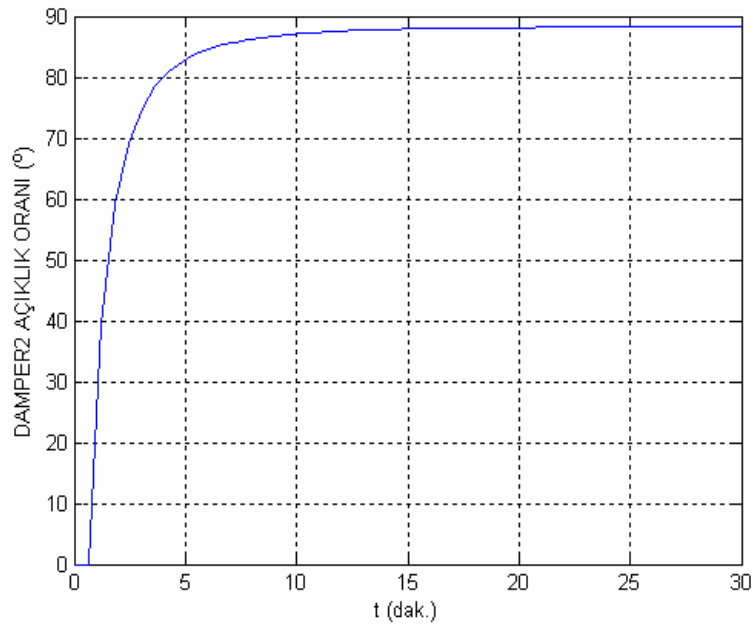
Şekil 4.9: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi(P Denetleyici)



Şekil 4.10: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici)



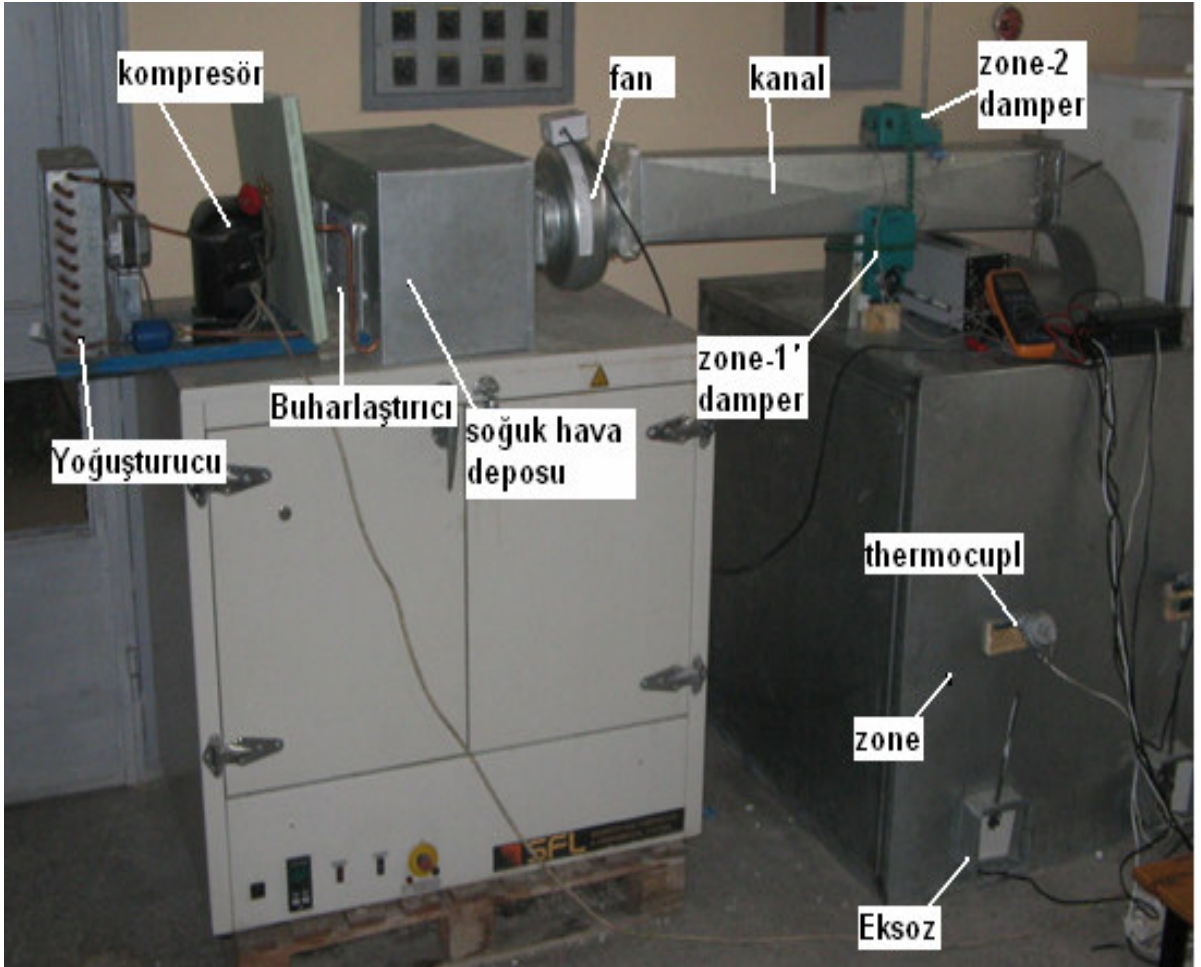
Şekil 4.11: Zon2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi(P Denetleyici)



Şekil 4.12: Zon2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici)

5. SİSTEMİN LABORATUAR ŞARTLARINDA DİZAYNI

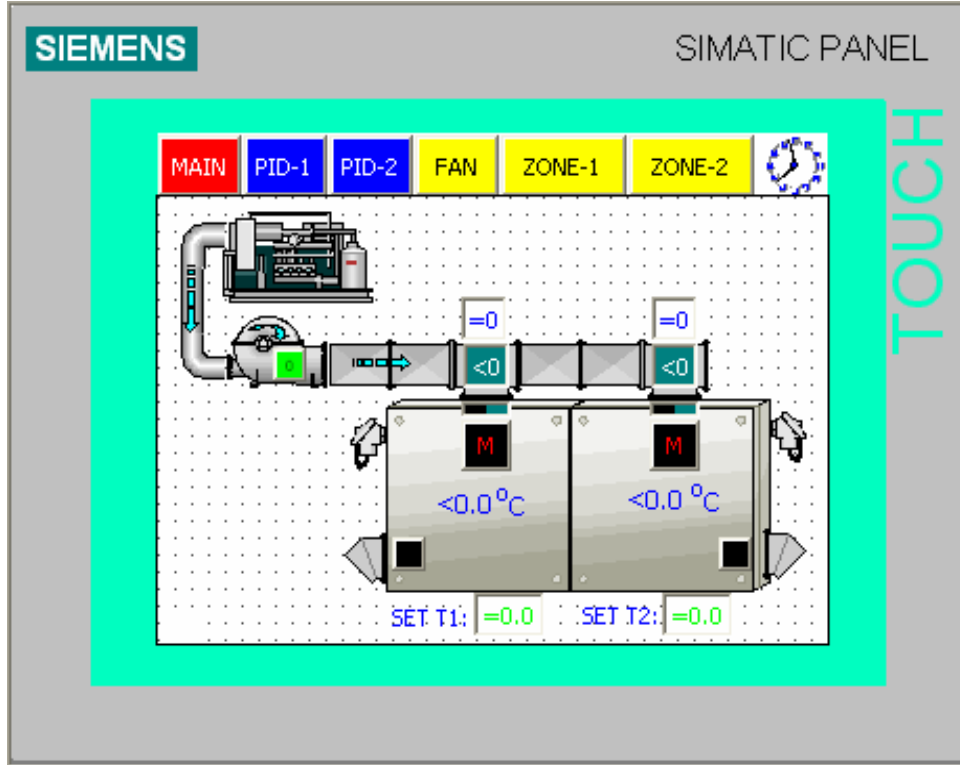
Benzetimi yapılmak üzere, Üniversitemizin Makine Mühendisliği laboratuvarında bulunan birer metre küplük iki zon seçilmiştir. Konfor şartlarının devamlı olarak sağlanabilmesi için, iklimlendirme sistemleri en kötü hal ilkesine göre tasarlanır. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında ele alınan sistemin benzetimi, duyulur ve gizli soğutma yüklerinin maksimum olduğu Temmuz ayı koşullarına göre yapılmıştır. Sistemi oluşturan ana elemanları Şekil.5.1’ de görülmektedir.



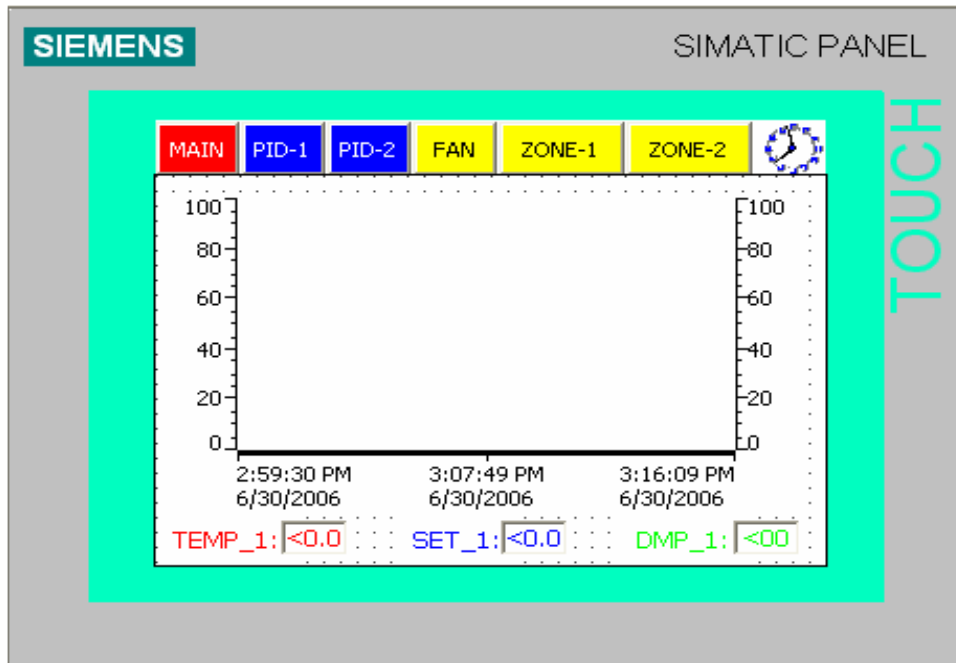
Şekil 5.1: Laboratuar Ortamında Kurulan Deneysel Set

5.1. Sistemin PLC İle SCADA Ekranından Kontrolü

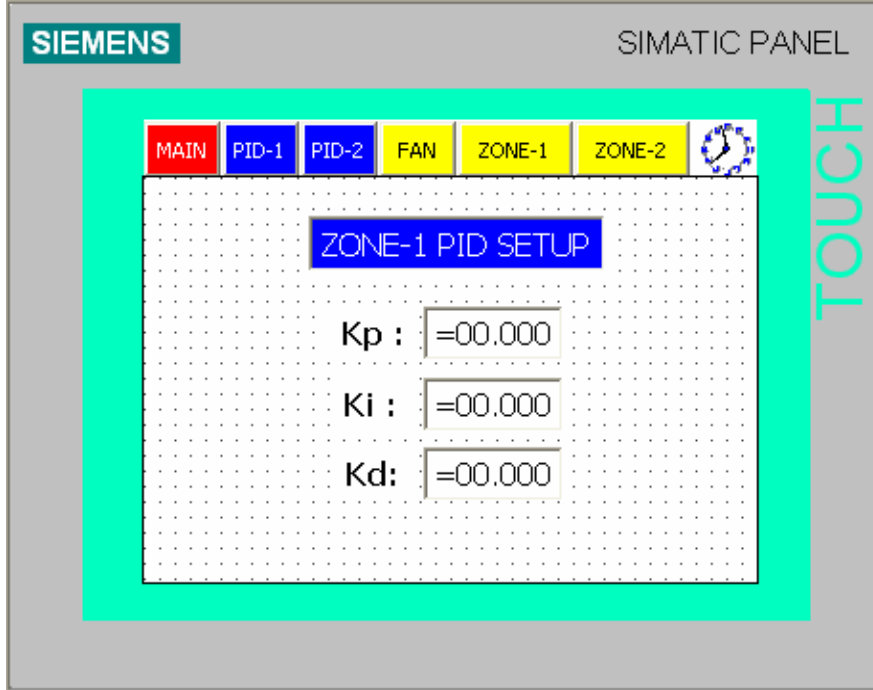
Denetimi yapılan sistemin kontrolünde dokunmatik ekran olan SCADA kullanılmıştır. Sistemin denetiminde kullanılan tüm giriş-çıkışlar SCADA ekranından simülasyon olarak incelenebilmekte ve ayrıca giriş değerlerin set değerleri dokunmatik ekrandan girilebilmektedir. (Şekil 5.2). Sistemdeki tüm datalar SCADA ekranının CF hafıza kartına alınarak hem ekranda grafikler oluşturulmuş hem de MATLAB paket programında grafikler incelenmiştir (Şekil5.3). Ayrıca iki farklı zonun sıcaklıklarının kontrolü için Şekil 4.3' deki diyagramda da görüldüğü gibi PLC (Programlanabilir Mantık Denetleyici) kullanılmıştır. Zon bölgelerindeki analog değer olan sıcaklıklar Analog-Dijital dönüştürücü kartlar ile PLC girişine bağlanmıştır. PLC –CPU işlem merkezinde oluşturulan Ladder Diyagram ile girişten gelen sinyaller, PID denetleyici ile uygun bir sinyal çıkışı üreterek çıkış elemanları olan damperlerin açıklık oranları ayarlanmaktadır. Bu döngü sistemin istenilen set değerlerini yakalamasına kadar devam etmektedir. Ayrıca PID parametreleri olan K_P (Orantısal katsayısı), K_I (İntegral katsayısı) ve K_D (Türevsel katsayısı) katsayıları SCADA ekranından deneme yanılma ile en uygun değerler bulunmuştur (Şekil 5.4).



Şekil 5.2: Dokunmatik Ekran SCADA Paneli



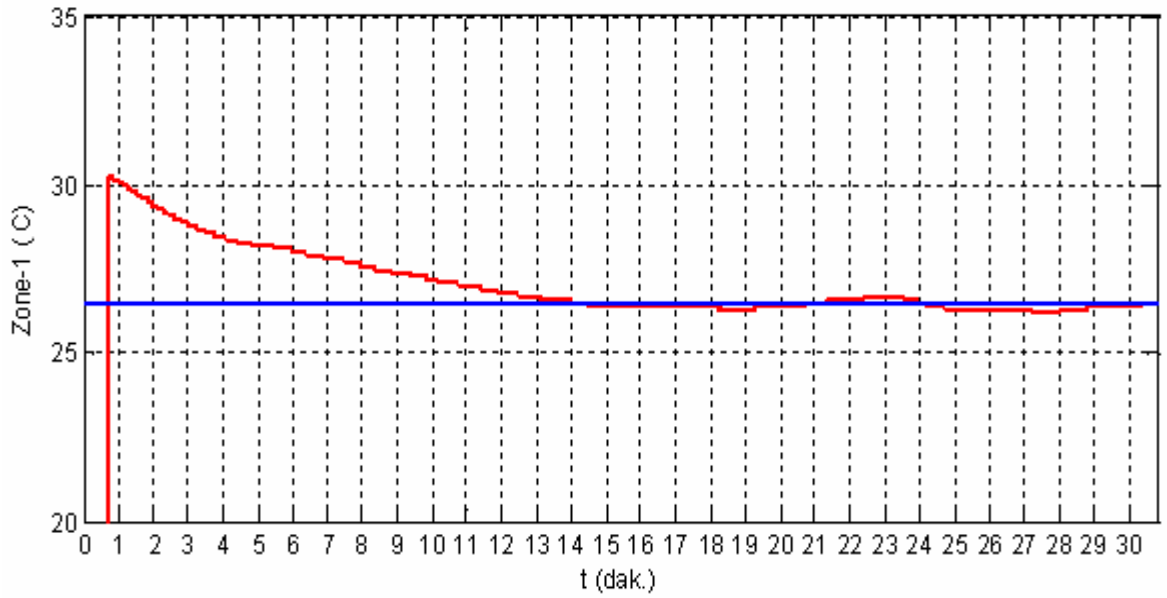
Şekil 5.3: Dokunmatik Ekran SCADA Panelinde Grafiklerin Oluşturulması



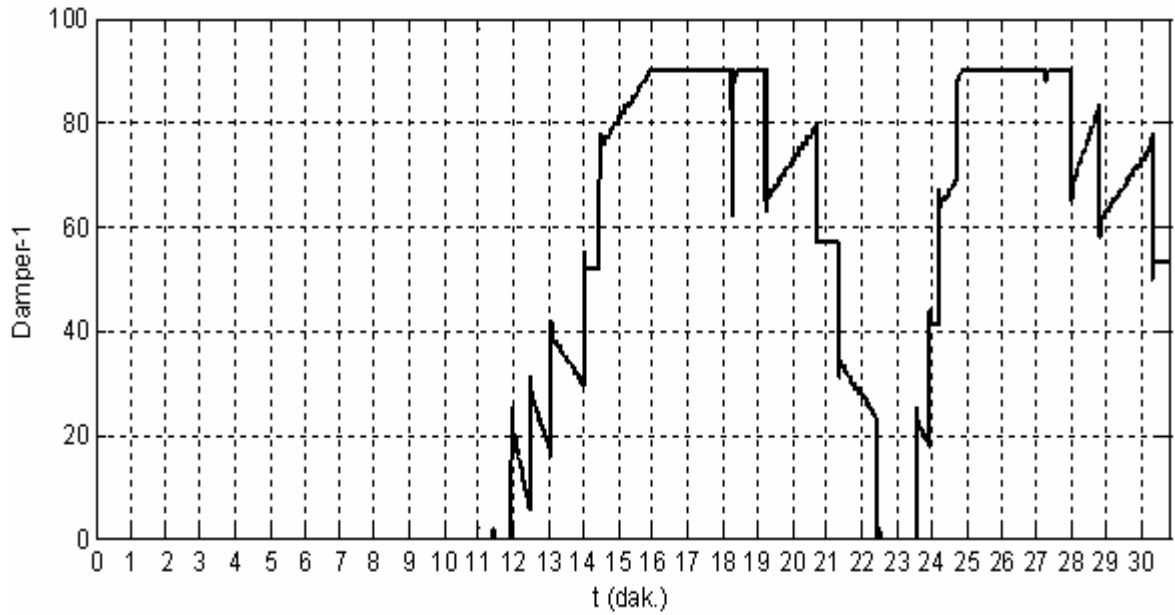
Şekil 5.4: PID Parametrelerinin Dokunmatik Ekran SCADA Panelinden Girilmesi

5.2. Deneysel Sonuçlar

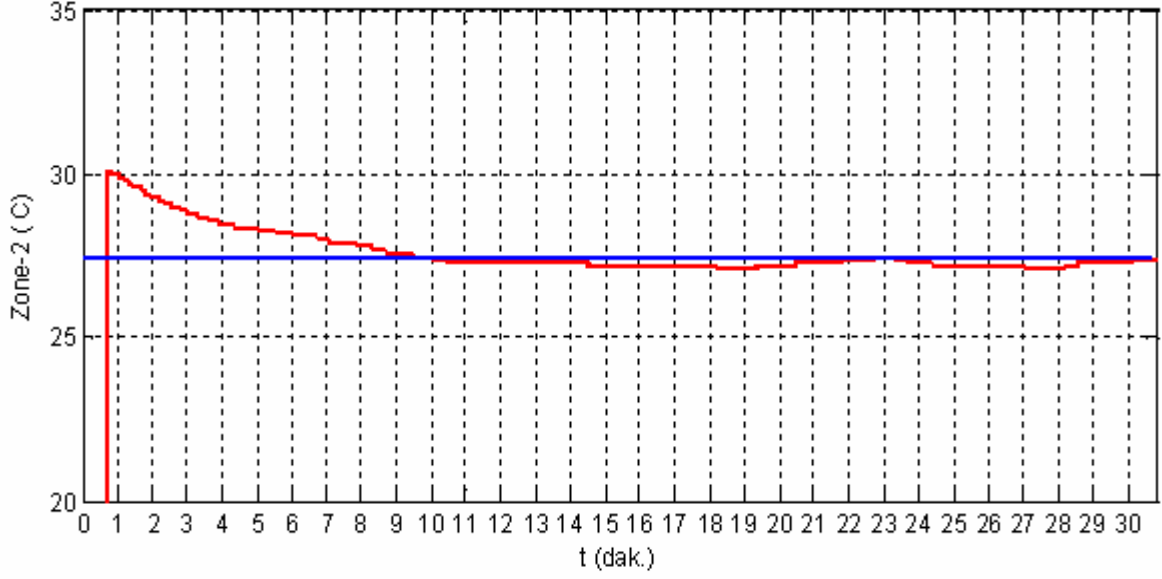
Şekil 5.1' de de görüldüğü gibi denetimi yapılan sistemin zon1 ve zon2 bölgelerinin sıcaklık kontrolleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş olup sistemden gerçek datalar alınarak grafikler halinde oluŐturulmuŐtur. Aynı zamanda sistemin matematiksel modellenmesi MATLAB/SIMULINK ortamında oluşturularak grafikler elde edilerek gerçek değerler ile kıyaslanmıŐ ve sistemin denetiminde başarılı sonuçların elde edildiği görülmüştür. Zon1 ve zon2 bölgelerinin sıcaklık kontrolünde PLC kontrolör kullanılmıŐ olup, içerisinde yazılı olan programda hem PID hem de P denetim yapılarak aradaki en iyi kontrol Şekli elde edilmeye çalışılmıştır. Şekil 5.5 de zon1 bölgesine ait sıcaklık grafiği görülmektedir. Zon1 bölgesi için istenen set değer 26.5 C , ortam sıcaklığı 31.3 C den yaklaŐık olarak 5C kadar soğutularak istenen set değerini başarılı bir Şekilde elde edilmiştir. Aynı Şekilde bu sıcaklık değerlerine bağlı olarak zon1 girişindeki damper motorun (klape) değerim grafikleri de Şekil 5.6 de verilmiştir. Zon2 bölgesi içinde istenen set değerini 27.5 C dir. Ortam sıcaklığından 4 C kadar soğutularak istenen set değerini elde edilmiştir. Her zon bölgesi için hem PID hem de P kontrol gerçekleştirilmiş olup grafiksel sonuçlar Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10', Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de verilmiştir.



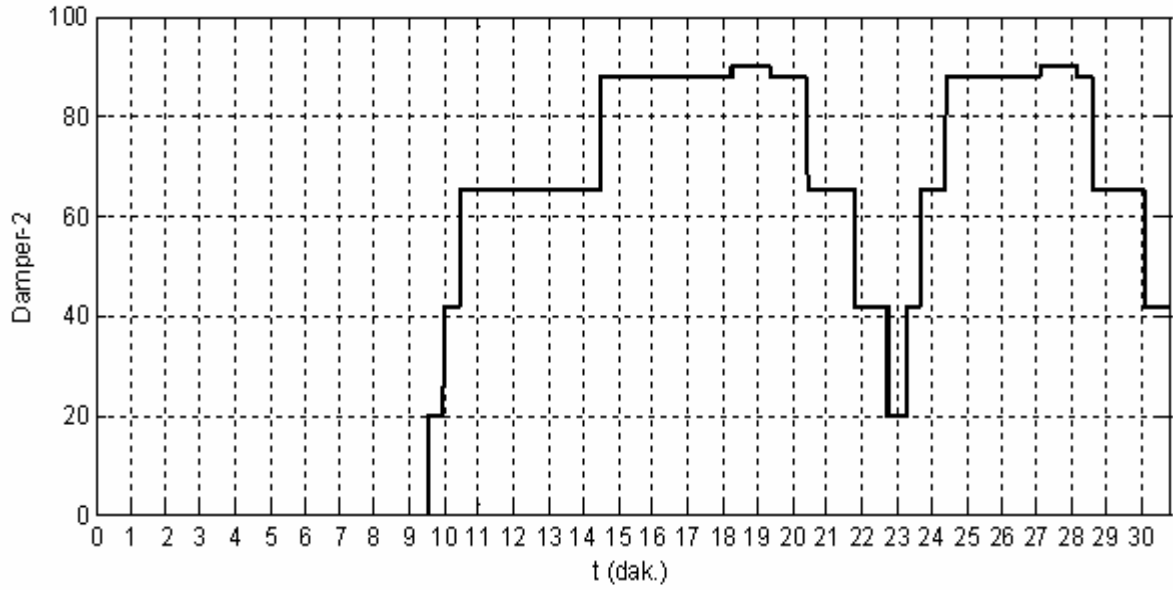
Şekil 5.5: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (P Denetleyici)



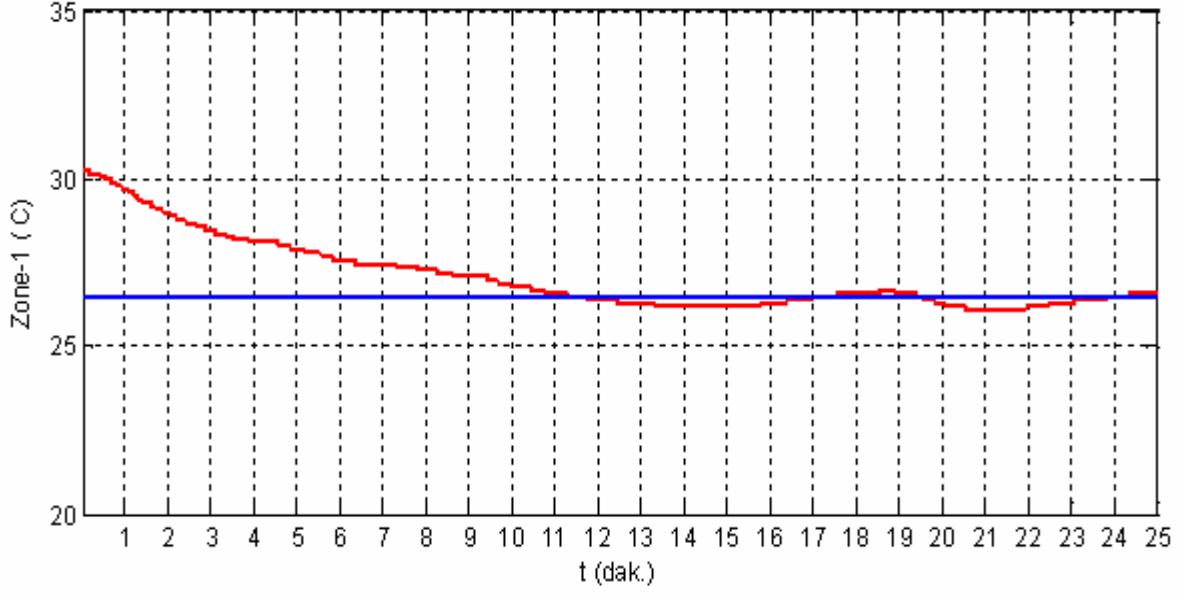
Şekil 5.6: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici)



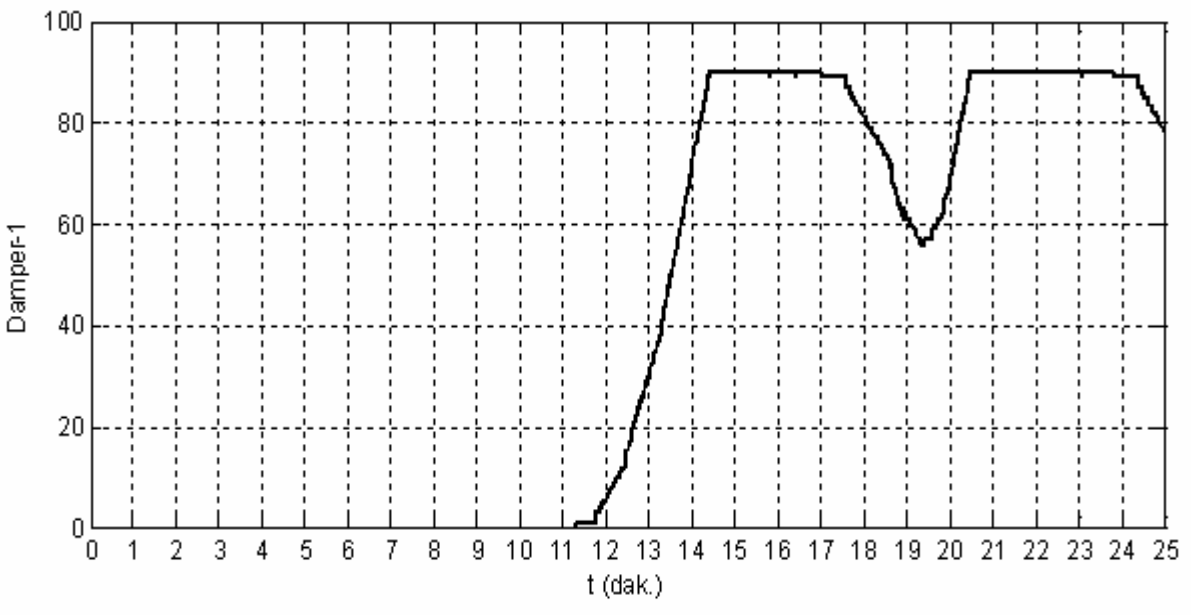
Şekil 5.7: Zon2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (P Denetleyici)



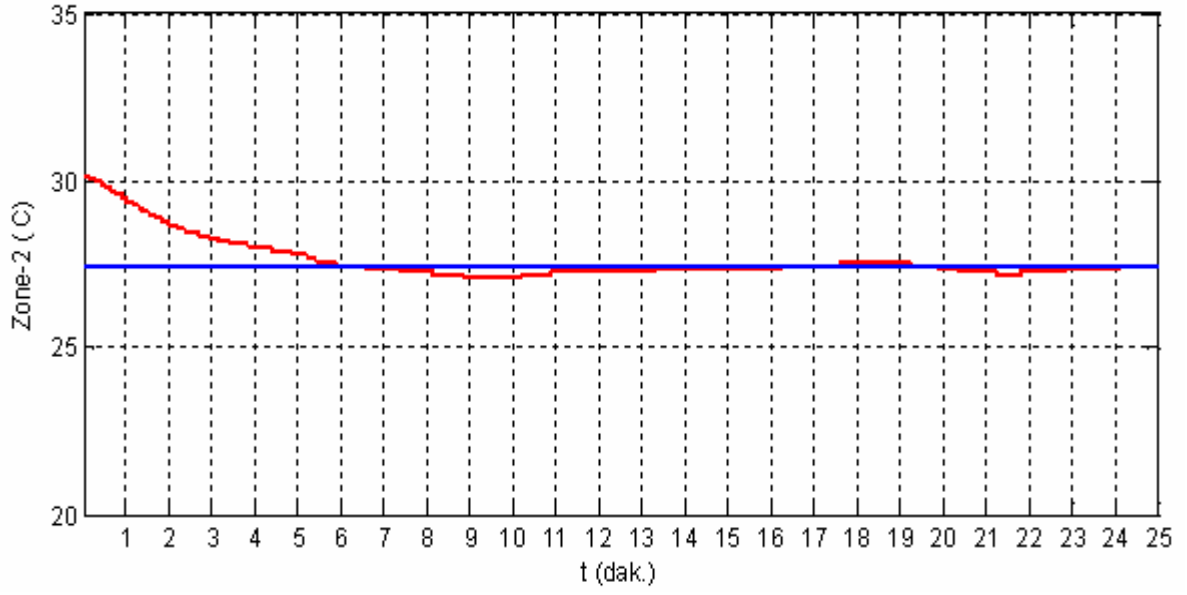
Şekil 5.8: Zon2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (P Denetleyici)



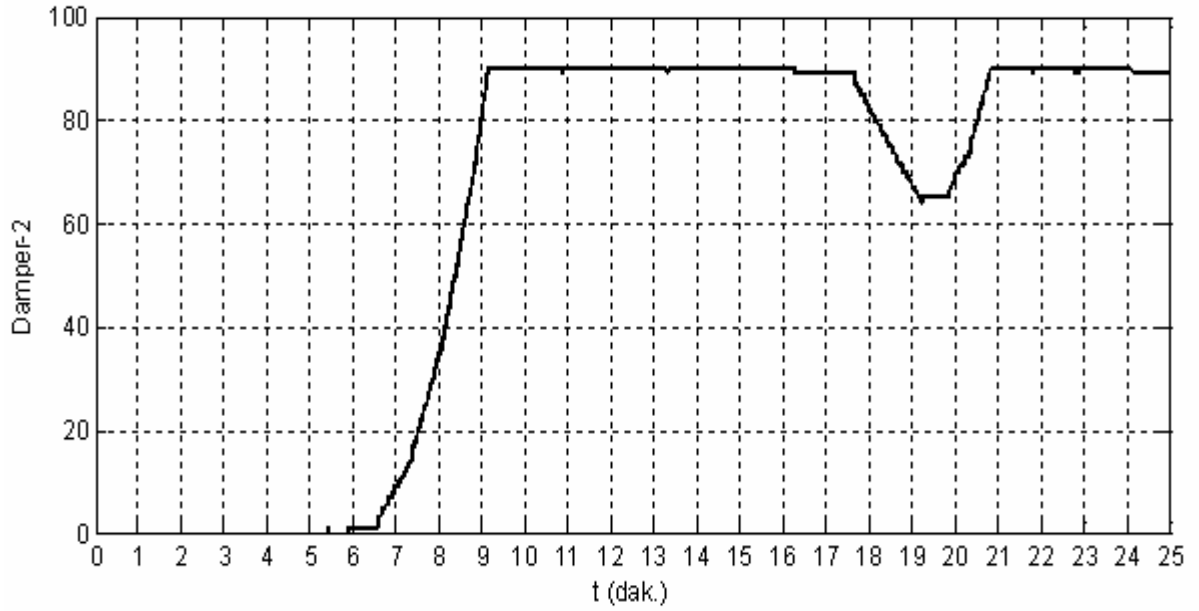
Şekil 5.9: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici)



Şekil 5.10: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici)



Şekil 5.11: Zon2 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici)



Şekil 5.12: Zon2 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici)

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın amacı, uygulamada gerçekleştirdiğimiz iki zonlu bir sistemin dış ortam sıcaklığına göre zonların iç sıcaklığını buharlaştırıcıdan gelen soğuk hava ile istenilen sıcaklığa kadar soğutmaktır. Sistemin kontrolünde kullandığımız soğutma sistemi; fan, damper(klape), damper motorları ve sıcaklık ölçme sensörlerinden oluşmuştur. Dizayn edilen sistem ile sıcaklık kontrolü yapılmış ve sonucunda elde edilen grafikler hakkında değerlendirme yapılmıştır. Aynı zamanda PLC ile PID kontrolünün HVAC sistemlerine uygulanışı gösterilmiştir.

PID kontrol endüstride en yaygın kullanılan kontrol yöntemidir. Bunun nedeni hemen hemen her sistemde uygulanabilir olmasıdır. Analog PID denetleyiciler genellikle hidrolik, pnömatik, elektrik ve elektronik veya bunların kombinasyonlarından oluşur. Burada PID denetimin, sayısallaştırılıp PLC' de uygulanabildiği görüldü.

Zonlara ait sıcaklık değer bilgileri PLC' nin analog giriş kartına, deney seti üzerindeki analog-dijital dönüştürücü kart çıkışından geri besleme halinde getirildi. Bu değer, PLC' de PID yöntemi ile yaptığımız programda girdiğimiz set değerinden çıkartılarak hata "e" hesaplandı. Buradaki set değeri istenilen referans değeridir. Bir sonraki tarama esnasında bir önceki hata değeri başka bir veri alanına kaydırıldı, böylece "e_n ve e_{n-1}" hata değerleri her ikisi birden ayrı veri alanlarında tutulur. Bu iki değer ışığında P, I ve D değerleri hesaplandıktan sonra program üzerinde en uygun orantısal (P), integral (I) ve türevsel (D) değerleri girilmektedir.

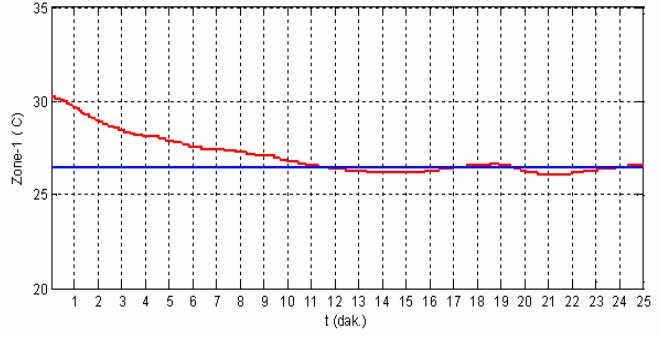
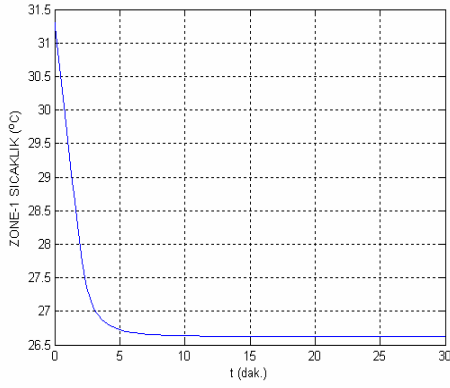
PLC' de oluşturduğumuz programın tarama süresi 10ms' dir. Bu tarama süresine örnekleme zamanı diyoruz. Bu zaman çok önemlidir. Bu süreç içerisinde termokupldan alınan analog değer PLC' nin analog giriş kartına verilir. Burada sayısallaştırıldıktan sonra bulunan hataya göre PLC' nin dijital kartından gerilim sinyali uygulanır. Bu fonksiyonların geçtiği süreye tarama zamanı veya örnekleme zamanı demekteyiz. Örnekleme zamanını deney deneyimleri sonucunda en uygun değer olarak belirlemekteyiz. Parametre ayarları yapıldığında maksimum aşmanın ve yerleşme zamanının azaldığı, sürekli rejim hatasının minimuma düştüğü görüldü.

Program içindeki K_p , K_i , K_d parametreleri değiştirilerek aynı program ile başka sistemler de (fırın sıcaklığı, tank seviyesi, pH değeri, ağırlık kontrolü gibi) uygulanabilir. Bu özelliği sayesinde program PID ve PLC konuları için bir deney seti olarak laboratuarda eğitim amaçlı kullanılabilir.

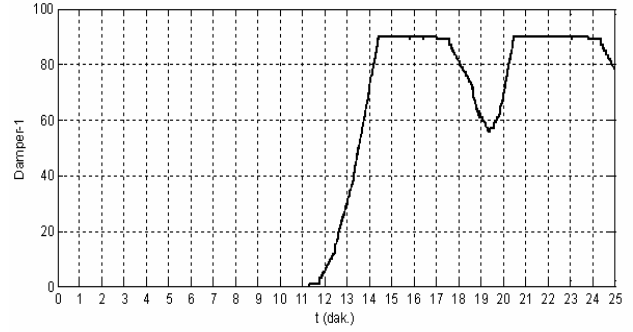
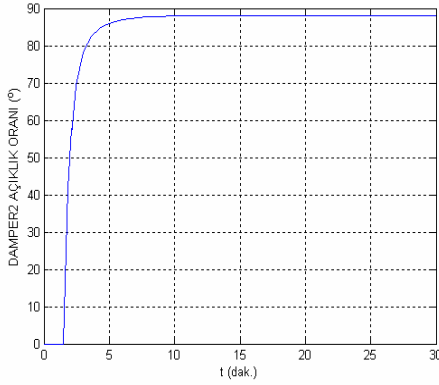
Bu çalışmamızda kullandığımız Siemens S7-200 Micro PLC seti diğer PLC setlerinden çok daha hassas ve daha hızlı kontrolörler gerçekleştirdiğini görmüş olduk. Bu tip PLC' ler ile endüstride tam saha otomasyonunun yanında çok sayıda PID denetim de yapılabilir.

Denetimi yapılan sistemin kontrolünde dokunmatik ekran olan SCADA kullanılmıştır. Sistemin denetiminde kullanılan tüm giriş-çıkışlar SCADA ekranından simülasyon olarak incelenebilmekte ve ayrıca giriş değerlerin set değerleri dokunmatik ekrandan girilebilmektedir. (Şekil 5.2). Sistemdeki tüm datalar SCADA ekranının CF hafıza kartına alınarak hem ekranda grafikler oluşturulmuş hem de MATLAB paket programında grafikler incelenmiştir (Şekil 5.3). Ayrıca iki farklı zonun sıcaklıklarının kontrolü için Şekil 4.3' deki diyagramda da görüldüğü gibi PLC (Programlanabilir Mantık Denetleyici) kullanılmıştır. Zon bölgelerindeki analog değer olan sıcaklıklar Analog-Dijital dönüştürücü kartlar ile PLC girişine bağlanmıştır. PLC –CPU işlem merkezinde oluşturulan Ladder Diyagram ile girişten gelen sinyaller, PID denetleyici ile uygun bir sinyal çıkışı üreterek çıkış elemanları olan damper motorları ile damperlerin açıklık oranları ayarlanmaktadır. Bu döngü sistemin istenilen set değerlerini yakalamasına kadar devam etmektedir. Ayrıca PID parametreleri olan K_p (Orantısal katsayısı), K_i (İntegral katsayısı) ve K_d (Türevsel katsayısı) katsayıları SCADA ekranından deneme yanılma ile en uygun değerler bulunmuştur (Şekil 5.4)

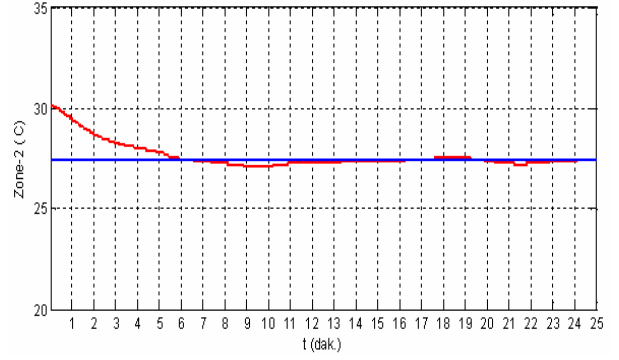
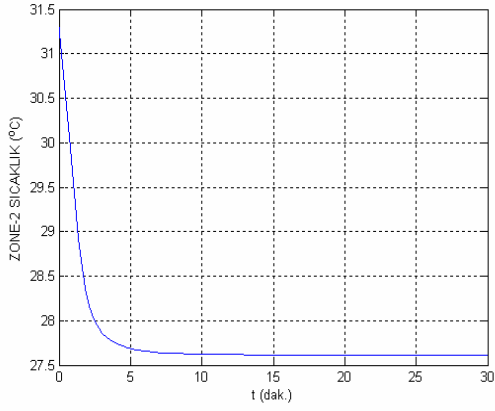
Bu çalışma ile birlikte değişken hava debili iklimlendirme sisteminin matlab/simulink ile modellenmesi, simülasyonu ve denetimi yapılarak, sistemin etkin ve verimli çalışmasını sağlanmış ve sonuçlar grafiklerle incelenmiştir.



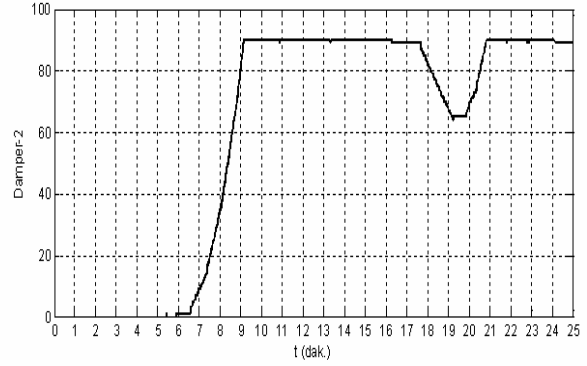
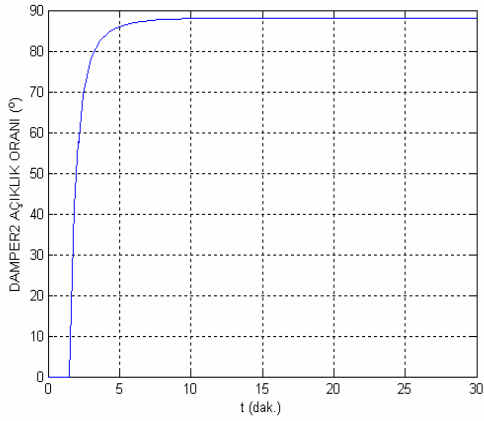
Şekil 6.1: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici) Simülasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması



Şekil 6.2: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici) Simülasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması



Şekil 6.3: Zon1 bölgesinin iç zon sıcaklık değişimi (PID Denetleyici) Simülasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması



Şekil 6.4: Zon1 bölgesinin iç zon damper açıklık değişimi (PID Denetleyici) Simülasyon ve Deneysel Grafiklerinin Karşılaştırılması

KAYNAKLAR

- [1] ÖZTÜRK, E., ‘‘HVAC ve VAV Sistemleri Kontrolü’’, İ.T.Ü Yüksek Lisans Tezi, 1995.
- [2] HEPBAŞLI, A., Yapılarda Enerji Yönetimi Sistemi Kurulması Zorunlu mu ?, Enerji 2000 Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, ETKB Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu Başkanlığı ve EIE Genel Müdürlüğü UETM, Bildiriler Kitabı, Ankara, Sayfa:108-132, 2000.
- [3] HEPBAŞLI, A., Enerji ve Çevre Yönetimine Sistemik Yaklaşım, III. Temiz Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt: II, Sayfa: 647-654, 2000.
- [4] DEĞİRMENÇİ, M., Bina Yönetim Sistemleri, TTMD İzmir Semineri Notları, 1999. .
- [5] JANSSEN, J.E., Havalandırma ve Sıcaklık Kontrolü Tarihi, ASHRAE Journal’dan Çeviri TTMD Dergisi, 40, Mart-Nisan 2003.
- [6] ELLIS, M.W., ‘‘Practical Evaluation and Integrated Simulation of Building HVAC System Performance’’, Yüksek Lisans Tezi, Mechanical Engineering, University of Pretoria, 1996.
- [7] YILMAZ, S., ‘‘ Bir Ofis Binasının Değişken Hava Debili İklimlendirme Sisteminin Modellenmesi ve Kontrolü.’’, İ.T.Ü., Yüksek Lisans Tezi., 2005.
- [8] GELLER, H.S., ‘‘Commercial Building Equipment Efficiency: A State-of-The-Art Review’’, Washington, DC, American Council for an Energy-Efficient Economy, 1998
- [9] MARO, O., Bina Otomasyonu, II. Ulusal Tesisat Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Sayfa; 854, 1995.

EKREM YILDIZ

1974 Elazığ doğumludur. 1994 yılında Kovancılar Lisesinden mezun olmuştur. Bir sonraki yıl Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans çalışmalarına başlayarak 1999 yılında öğrenimini tamamlamıştır. 2003 yılında Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesinde Makine Dinamiği ve Teorisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışmalarına başlamış ve yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

Ek.1 Ladder (Merdiven) Diyagram

