

**T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR MİKRO DENETLEYİCİ TABANLI
AKILLI EV SICAKLIK VE AYDINLATMA
OTOMASYONU UYGULAMASI**

**Celalettin KÜÇÜKBAKIRCI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**GEBZE
2006**

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR MİKRO DENETLEYİCİ TABANLI
AKILLI EV SICAKLIK VE AYDINLATMA
OTOMASYONU UYGULAMASI

Celalettin KÜÇÜKBAKIRCI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr. Şeref Naci ENGİN

GEBZE
2006

ÖZET

TEZ BAŞLIĞI: Bir Mikro Denetleyici Tabanlı Akıllı Ev Sıcaklık ve Aydınlatma Otomasyonu Uygulaması

YAZAR ADI : Celalettin KÜÇÜKBAKIRCI

Teknolojideki gelişmelere paralel olarak ev otomasyon sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ev otomasyon sistemleri sadece insanların konfora ve güvenliğe duydukları gereksinimi karşılamakla kalmayıp enerji tasarrufu da sağlayarak ekonomik yönden de bir gereklilik olduğunu kanıtlamaktadır. Gerçekleştirilen projede, Akıllı Ev Otomasyon sistemlerinin temel konularından olan iklimlendirme ve aydınlatma kontrolü amaçlanmıştır. Maketi hazırlanan bir evin iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinin mikro denetleyici ile kontrolü sağlanmıştır. Hazırlanan yazılımla evin donanımında bulunan tuş takımı üzerinden ev içinde istenen sıcaklığın girilmesi ve evin bu sıcaklıkta tutulması sağlanmıştır. Evin aydınlatılması, kullanıcı tarafından önceden belirlenen saatte otomatik gerçekleştirilir. Tasarlanan sistem PID kontrol yöntemiyle yazılan bir algoritma ile çalışmakta ve istenilen sıcaklık değerine göre sisteme verilecek gücü hesaplayarak uygun gücü sisteme vermekte ve böylece etkin bir sıcaklık kontrolü sağlanmaktadır.

SUMMARY

TITLE OF THE THESIS: A Micro Controller Based Smart Home Heat And

Illumination Automation Application

AUTHOR: Celalettin KÜÇÜKBAKIRCI

Usage of home automation systems has become widespread in parallel to the development of technology. Home automation systems, not only respond to human needs on comfort and security but also provide energy thrift, prove that home automation is a must for making economy. In this project, climate and lighting controls, which are the main subjects of Smart Home Automation Systems, are aimed. A climate and lighting system for a lab scaled model house were installed and then controlled by means of a micro controller. By using the developed software, the desired temperature value is entered via a keypad and this temperature value is maintained in the house. The desired and actual values of house temperature have displayed on an LCD display. Also, lighting of the house is realized automatically at the times defined by the user. The designed climate system works with a control method based on a PID (Proportional-plus-Integral-plus-Derivative) algorithm, which continuously calculates the power needed by the system to allow the heater to keep the temperature at the desired value entered as a set point. Therefore, an effective control is realized.

TEŞEKKÜR

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği, Yüksek Lisans tezi olarak sunulan bu çalışmamda danışmanlığımı üstlenen ve çalışmalarım süresince değerli yardımlarını esirgemeyen ve destek olan sayın hocam Yrd.Doç.Dr.Şeref Naci Engin ve beni her zaman destekleyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLOLAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2.1. Kontrol Sistemlerine Giriş	3
2.2.Kontrol Türleri	4
2.2.1.Açık Çevrim	4
2.2.2.Kapalı Çevrim	4
2.2.2.1.Geri Beslemeli Kontrol Sistemleri	4
2.2.2.2.Geri Beslemeli Kontrol Çeşitleri	5
2.2.2.3.İleri Beslemeli Kontrol Sistemleri	6
2.2.3.Geri Beslemeli ve İleri Beslemeli Kontrol Sistemleri	6
2.2.4.Kaskad Kontrol Yöntemi	7
2.2.5.Adaptif Kontrol	8
2.3.Temel Otomatik Kontrol Yöntemleri	8
2.3.1.Aç / Kapa Kontrol	8
2.3.2.Oransal (P) Kontrol	9
2.3.3.İntegral (I) Kontrol	13
2.3.4.Türev (D) Kontrol	13
2.3.5.Oransal-İntegral (PI) Kontrol	13
2.3.6.Oransal-Türev (PD) Kontrol	15
2.3.7.Oransal-İntegral-Türev (PID) Kontrol	17
3. SICAKLIK KONTROL SİSTEMLERİ	19
3.1. Sıcaklık Kontrolü	19
3.2. Sıcaklık Kontrol Yöntemleri	19
3.2.1.Aç / Kapa Kontrol	19

3.2.2.Oransal (P) kontrol	21
3.2.3.Oransal-İntegral (PI) Kontrol	21
3.2.4.Oransal-Türev (PD) Kontrol	22
3.2.5.PID Kontrol	22
3.3.Sıcaklık Sensörleri	25
3.3.1.Termokupl	25
3.3.2.Dirençli Isı Sensörleri (RTD)	29
3.3.3.Termistörler	30
3.3.3.1.PTC	31
3.3.3.2.NTC	32
3.3.4.Yarı İletken Isı Sensörleri	33
3.3.4.1.Sıcaklık Duyarlı Entegre Devreler	33
3.3.4.2.Silisyum Diyot	35
3.4.Projede Kullanılan Dijital Sensör / Termometre	35
3.5.Endüstriyel Sıcaklık Kontrolcüler	36
4. AKILLI EV TEKNOLOJİSİ VE UYGULAMA ALANLARI	39
4.1.Akıllı Ev Teknolojisi Nedir?	39
4.2.Akıllı Ev Teknolojisinin Faydaları Nelerdir?	40
4.2.1.Enerji Tasarrufu	40
4.2.2.Güvenlik	40
4.2.2.1.Hırsızlığa Karşı Güvenlik	41
4.2.2.1.1.Aktif Caydırıcı Sistem	41
4.2.2.2.Yangın, Su Baskını Ve Depreme Karşı Güvenlik	42
4.2.3.Konfor	42
4.3. Akıllı Eve Geçiş İçin Ne Gibi Değişiklikler Yapılmalıdır?	43
4.4.Otomasyona Geçilmiş Evlerin Özellikleri	45
4.5.Kullanılan Cihazlar	48
4.6.Dünyada Kullanılan Akıllı Ev Teknolojileri ve Yenilikler	50
4.7.Türkiye’de Kullanılan Akıllı Ev Teknolojileri ve Yenilikler	55
5. SICAKLIK KONTROLÜNE DAYALI EV OTOMASYON SİSTEMİ	61
5.1.Gerçekleştirilen Sistemin Donanımı	61
5.1.1.Kurulan Maket Ev	62
5.1.2.Kullanılan Sıcaklık Kontrol Eleman ları	64

5.2.Gerçekleştirilen Sistemin Çalışma Prensibi	71
5.3.Geliştirilen PID algoritması	73
5.4. Ev Sıcaklık Benzetim Çalışması	81
6. SONUÇLAR	83
6.1.Sonuçların Değerlendirilmesi	83
6.2.Bazı Tespitler ve Öneriler	85
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	87
EKLER	88

KISALTMALAR DİZİNİ

$r(t)$: Giriş sinyali
$c(t)$: Sistem çıkışı
$u(t)$: Kontrol edilen sistem girişi
emk	: Elektro motor kuvveti
$e(t)$: Hata sinyali
K_P	: Oransal kazanç sabiti
K_I	: İntegral kazanç sabiti
K_D	: Türev kazanç sabiti
T_i	: İntegral etki zamanı
T_D	: Türev etki zamanı
PB	: Oransal band
RTD	: Dirençli ısı dedektörleri
NTC	: Negatif sıcaklık sabitine sahip dirençler
PTC	: Pozitif sıcaklık sabitine sahip dirençler
R	: Direnç
C	: Kapasitans
D	: Diyot
K	: Kelvin

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1.	Kontrol sistemi blok diyagramı.	3
2.2.	Geri beslemeli kontrol şeması.	5
2.3.	İleri beslemeli kontrol şeması.	6
2.4.	Geri ve ileri beslemeli kontrol şeması.	7
2.5.	Kaskad kontrol ile kontrol edilen sistemin blok diyagramı.	7
2.6.	Aç / kapa kontrol.	8
2.7.	Oransal kontrol cihazı transfer eğrisi.	9
2.8.	Geniş oransal band.	10
2.9.	Dar oransal band.	11
2.10.	Oransal (P) kontrol blok şeması.	11
2.11.	Oransal (P) kontrol reaksiyon eğrisi.	12
2.12.	Oransal-İntegral (PI) kontrol blok şeması.	14
2.13.	Oransal-İntegral (PI) kontrol reaksiyon eğrisi.	15
2.14.	Oransal-Türevsel (PD) kontrol blok şeması.	16
2.15.	Oransal-Türev (PD) kontrol reaksiyon eğrisi.	16
2.16.	Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrol blok şeması.	17
2.17.	Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrol reaksiyon eğrisi.	18
3.1.	Elektrikli Ocak Kontrolü.	19
3.2.	Elektrikli Ocak Aç/Kapa Kontrol.	20
3.3.	Aç / kapa kontrol.	20
3.4.	Örnek bir PID kontrol devre şeması.	25
3.5.	Termokupl.	26
3.6.	Termokupl Sıcaklık – mV eğrileri.	27
3.7.	Termokuplların çeşitli izolasyon tipleri.	28
3.8.	Eleman teli montaj şekilleri.	28
3.9.	Platin RTD'nin Sıcaklık – Direnç grafiği.	29
3.10.	PT100 sensör.	30
3.11.	PTC'lerin Sıcaklık – Direnç grafiği.	31
3.12.	NTC Sıcaklık – Direnç grafiği.	32
3.13.	AD590 ve LM35 entegre devreleri.	33
3.14.	LM35 devre içi kullanım.	34

3.15.	Uzaktan erişimle sıcaklık okuma devresi.	34
3.16.	AD590 devre içi kullanım.	35
3.17.	DS18B20 termometre.	36
3.18.	Honeywell UDC3500 Sıcaklık kontrol cihazı.	37
3.19.	ENDA PID Sıcaklık kontrol cihazı.	38
4.1.	X10 alıcıları.	44
4.2.	X10 vericileri.	45
4.3.	Sistemin işleyiş şeması.	48
4.4.	Akıllı bir evin elektrik ve elektronik kullanım yönleri.	49
4.5.	Microsoft'un geliştirdiği akıllı ev.	51
4.6.	Ariston'un Leonardo ve Palm cihazları.	52
4.7.	Cardio Akıllı Ev Sistemi dokunmatik ekranı.	56
4.8.	Cardio Akıllı Ev Sistemi.	57
4.9.	Polat Tower Residence.	60
5.1.	Maket evin önden görüntüsü.	62
5.2.	Maket evin arkadan görüntüsü.	63
5.3.	Maket evin üstten görüntüsü.	63
5.4.	Donanımın blok diyagramı.	64
5.5.	Güç kaynağının devre yapısı.	65
5.6.	Ana kontrol ünitesinin devre yapısı.	66
5.7.	LCD panelin devre yapısı.	67
5.8.	Tuş takımının devre yapısı.	68
5.9.	Dimmer devresi.	68
5.10.	Rezistans çıkış devresi.	69
5.11.	DS18B20 termometre devresi.	69
5.12.	Fan tetikleme devresi.	70
5.13.	Lamba tetikleme devresi.	70
5.14.	RS232 devresi.	71
5.15.	Programın akış diyagramı.	73
5.16.	Programın genel bölümleri.	74
5.17.	PID kontrolün akış diyagramı.	80
5.18.	Matlab Simulink'te ev sıcaklık benzetim modeli.	81
5.19.	Benzetim çalışması sıcaklık grafiği.	82

6.1.	Sistemin 25 °C'den 35 °C'lik set değerine geğişi.	83
6.2.	Sistemin 30 °C'den 38 °C'lik set değerine geğişi.	84

TABLÖLAR DİZİNİ

3.1.	Kontrol yöntemlerinin karşılaştırılması.	24
5.1.	Tuş kodları.	77
5.2.	LCD komutları.	77
5.3.	Komutlara göre LCD ekranının görüntüsü.	79

1. GİRİŞ

Sistemlerin kontrolü, tüm bilimlerin ortak çalışma konusudur ve tüm mühendislik alanlarına girer. Bu nedenle kontrol sistemleri farklı üretimler yapan değişik türde işlemlerde çalışan veya çalışacak olan makine, elektronik, elektrik, kimya, uçak, nükleer vb. mühendisleri çok yakından ilgilendirmektedir. Kontrol organları donanımlarında kullanılan teknikler ve bunların tasarımı daha çok doğrudan doğruya elektrik, elektronik ve makine mühendisliğinin konularıdır. Kontrol organlarının sistemlerde kullanımı ve değerlendirilmesi ise tüm mühendislik dallarının konusudur. Kontrolde otomasyon olgusu günümüzde en ümit verici alanlardan birisi olarak sayılmakta ve sınırsız büyüyen bir potansiyel olarak ortaya çıkmaktadır. Kontrol döngüsü içinde bilgisayarların kullanımı bu konuyu daha da geniş kapsamlı bir hale getirmiştir.

Otomasyon, bir sistemin belirli bir senaryoya göre, herhangi bir operatöre gerek duyulmaksızın yönetilmesidir. Senaryoların akışı, algılayıcılarla algılanan olaylara ve zamana göre belirlenir. Endüstride, otomasyon sistemleri yüzyılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Bu sistemlerin evlerde kullanımı ise ancak üretim teknolojisindeki gelişmeler sayesinde gerçekleşebilmiştir. Yapılan pazar araştırmaları sonucunda, evlerin büyük bir çoğunluğunda ev otomasyonu sistemlerine gereksinim duyulduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, ev otomasyon sistemlerinin enerji tasarrufunu arttırması, her türlü soruna karşı güvenlik önlemi alması ve defalarca yapılan işleri otomatik hale getirmesi gerektiği anlaşılmıştır. Ev otomasyon sistemleri bu ihtiyaçlara cevap vermek üzere tasarlanmaktadır.

Gelişen teknoloji sayesinde sıcaklık kontrol sistemlerinin kullanım alanları da artmıştır. Evlerimizde hepimizin kullandığı ütü, çamaşır makinesi, termosifon, ekmek kızartma makinesi, tost makinesi; sanayide kullanılan kalorifer tesisatları, soğuk hava depoları, yağ banyoları, kuluçka makineleri, kümes, sera ve benzeri yerlerin sıcaklık kontrolü, sıcaklık kontrol sistemlerinin kullanım alanlarına verilebilecek en basit örneklerdir. Bu çalışmada, maket bir evin zamanlayıcı temelli aydınlatma ve PID kontrol yöntemiyle sıcaklık kontrolleri gerçekleştirilmiştir.

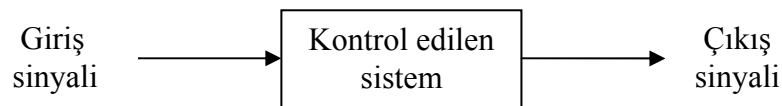
6 bölümden oluşan bu çalışmada, Giriş bölümünden sonra 2. bölümde Kontrol Sistemleri basitçe tanıtılmış, 3. bölümde Sıcaklık Kontrol Sistemleri başlığı altında sıcaklık kontrolünde kullanılan yöntemler ve elemanlar tanıtılmıştır. 4. bölümde Akıllı Ev Teknolojisi ve Uygulama Alanları tanıtılırken 5. bölümde ise maket bir ev üzerinde gerçekleştirilen sıcaklık kontrolüne dayalı ev otomasyon sisteminin özellikleri detaylı bir biçimde anlatılmıştır. Sonuç bölümü olan 6. bölümde ise gerçekleştirilen sistemde gözlenen sonuçlara ve önerilere yer verilmiştir.

2. KONTROL SİSTEMLERİ

2.1. Kontrol Sistemlerine Giriş

Kontrol sistemleri son 50 yılda büyük ivme kazanarak insanlığın gelişimine ışık tutmuştur. Kontrol sistemleri ilk bakışta sadece elektrik, elektronik, endüstri, makine, inşaat gibi mühendislik dallarına hitap eden bir bilim dalı gibi gözükse de ekonomi, toplumbilim, tıp, canlılar, kimya ve çevre sağlığı gibi konularda da etkin rol oynamaktadır. Kontrol bir sistem olarak düşünüldüğünde ilk olarak endüstri aklı gelir çünkü kontrolün ivme kazandığı yer endüstridir. Endüstride kullanılan birçok ekipmanda otomatik kontrol sistemleri kullanılmaktadır. Üretilen ürünlerin nitelikleri ve nicelikleri kontrol sistemleri kullanılarak denetlenmektedir. Kontrol sistemleri günlük hayatımızda birçok noktada karşımıza çıkmaktadır; uçak ve gemilerin otomatik pilot ile kontrolünde, otomobillerdeki hız sabitleyicilerinde, trafik ışıklarının kontrolünde, robotlarla üretimde ve nihayet evlerimizin iklimlendirme ve aydınlatma gibi çeşitli kontrollerinde. Artık evlerin ve binaların ısıtma, havalandırma, iklimlendirme, ışıklandırma, güvenlik gibi önemli kontrolleri insanlar yerine otomatik kontrol sistemleri tarafından üstlenilmiştir.

Kontrol sistemlerinde kontrol edilen düzeneğin bir ya da birden fazla girişi olabileceği gibi bir ya da birden fazla çıkışı da olabilir. Giriş, düzeneği kontrol etmek amacıyla uygulanan kontrol sinyalidir. Çıkış ise belirli giriş sinyalleriyle ilgili çıkış sinyalidir. Şekil 2.1.'de bir kontrol sisteminin blok diyagramı halinde gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.1. Kontrol sistemi blok diyagramı.

2.2. Kontrol Türleri

Çıkış sinyalinin kontrolü açısından kontrol sistemleri *açık çevrim* ve *kapalı çevrim* olmak üzere ikiye ayrılır.

2.2.1. Açık Çevrim

Açık çevrim kontrol sistemlerinde kontrol işlevi sistemin çıkışından bağımsızdır. Açık çevrimde çıkışın ölçülmesi ve geri beslemesi yoktur bu sebeple sistemin girişine çıkıştaki sinyalin bilgisi gelmez. Giriş ve çıkış sinyallerinin karşılaştırılması yapılmadığı için sistemin istenilen nitelikte çalışıp çalışmaması yapılacak kalibrasyona bağlıdır. Dolayısıyla açık çevrim kontrol, iç ya da dış bozucu etkilere maruz kalmayan, giriş ve çıkış bağıntıları bilinen sistemlerde kullanılır.

2.2.2. Kapalı Çevrim

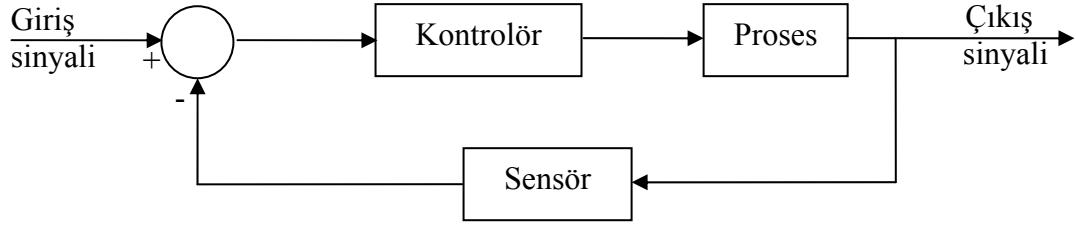
Kapalı çevrim kontrol sistemlerinde kontrol işlevi sistemin çıkışına bağlıdır. Sistemin çıkışından alınan sinyal ölçülerek giriş değeri ile karşılaştırılır bu da sistemin giriş sinyalini çıkış sinyaline bağlı kılar.

2.2.2.1. Geri Beslemeli Kontrol Sistemleri

Kontrol edilmek istenen sistemin çıkışı ölçüldükten sonra geri besleme yapılır ve giriş değeri ile karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucu sistem çıkışının girişte verilen değerden ne ölçüde saptığı bilgisi kullanılarak sistemin kontrolünün sağlandığı kontrol metoduna *geri beslemeli kontrol* denir.

Geri besleme sadece giriş ve çıkış sinyallerini karşılaştırmak ya da sapmayı küçültmek için kullanılmaz. Geri besleme bazı avantajları da beraberinde getirir. Açık çevrim kontrole göre daha duyarlı bir sistem oluşturur çünkü giriş sinyali çıkış sinyalinin bilgisini alabilmektedir. Sistemdeki elemanların değişmesinin çıkışa etkisi

azdır. Bant genişliği kontrol edilebilir. Şekil 2.2.'de geri beslemeli kontrolün blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.2. Geri beslemeli kontrol şeması.

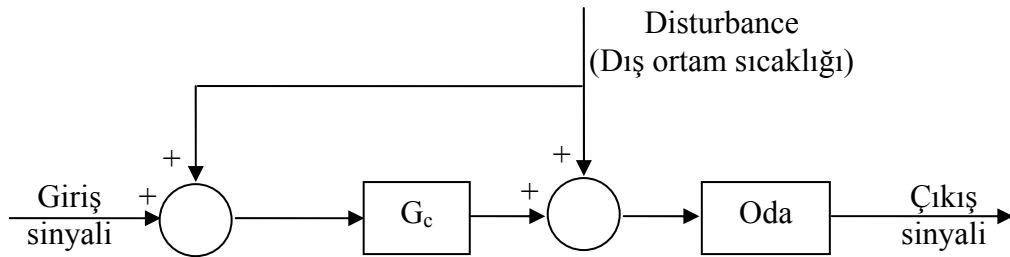
2.2.2.2. Geri Beslemeli Kontrol Çeşitleri

Geri beslemeli kontrol sistemlerinin çok değişik türleri vardır. Kontrol sisteminde kullanılan elemanların yapı ve niteliğine göre türleri: bilgisayarlı kontrol sistemi, elektromekanik kontrol sistemi, biyolojik kontrol sistemi, ısı kontrol sistemi, hidrolik ve pnömatik kontrol sistemi şeklindedir. Geri beslemeli kontrol sisteminin yaptığı işe göre türleri ise; konum kontrolü, hız kontrolü, gerilim kontrolü, akım kontrolü, frekans kontrolü gibi olabilir. Kontrol sistemleri, elemanlarının ya da parametrelerinin zamanla değişip değişmemesine göre sınıflandırılabilir. Eğer kontrol sisteminin parametreleri zamanla değişmezse, sisteme *zamanla değişmeyen kontrol sistemi* ve eğer katsayılar zamanla değişirse, *zamanla değişen kontrol sistemi* adı verilir. Kontrol sistemi parametreleri sistemin durum değişkenlerinin herhangi bir sabit olmayan bir fonksiyonu olarak değişirse sisteme, *lineer olmayan kontrol sistemi* denir. Sistem parametreleri durum değişkenlerine bağlı değil ise, bu türden kontrol sistemine de *lineer kontrol sistemi* denir. Ayrıca geri beslemeli kontrol sistemindeki işaretlerin niteliğine göre de kontrol sistemleri sınıflandırılabilir. Sistemdeki işaretler sürekli türden ise, *sürekli zamanlı kontrol sistemi* eğer sistemdeki işaretler darbe dizisi biçiminde ise *ayrık zamanlı kontrol sistemi* diye adlandırılır. Bundan başka kontrol sistemindeki işaretler, belirgin (deterministik) ya da belirgin olmayan (stokastik) olabilirler. Bu tür kontrol sistemlerine *belirgin kontrol sistemleri* ve *belirgin olmayan kontrol sistemleri* denir. Sistemdeki parametrelerin toplu ya da dağıtılmış olmasına göre de, toplu parametrelili kontrol sistemi ve dağıtılmış parametrelili kontrol sistemleri türleri de verilebilir. Bunlara ek olarak literatürde, servomekanizma ve regülatör deyimlerini içeren geri beslemeli kontrol sistemleri

vardır. Servomekanizma, çıkış büyüklüğü konum, hız ya da ivme olan geri beslemeli kontrol sistemidir. Regülatör ise giriş büyüklüğü sabit olan geri beslemeli kontrol sistemidir. Regülatörün, servomekanizmadan en büyük farkı, regülatörde $r(t)$ girişinin sabit olması ve çıkışında geçici hal dışında girişe bağlı olarak sabit kalmasına karşılık, servomekanizmada $r(t)$ değişir ve $c(t)$ bunu izler.

2.2.2.3. İleri Beslemeli Kontrol

Sisteme giren bozucu etkileri tespit etmek ve bunlar üzerinde ayarlamalar yapmak için *ileri beslemeli* kontrol kullanılır. Çıkış sinyali bozucu etkilerden etkilenmeden, hata sinyalleri yardımıyla gerçekleştirilen düzeltme işlemidir. Şekil 2.3.'te oda sıcaklığının kontrol edildiği bir sisteme uygulanan ileri beslemeli kontrol görülmektedir. İleri beslemeli kontrol sayesinde dış ortam sıcaklığı etkisini göstermeden düzeltme işlemi gerçekleştirilmiş olur. Şekil 2.3.'te ileri beslemeli kontrol şeması verilmiştir.

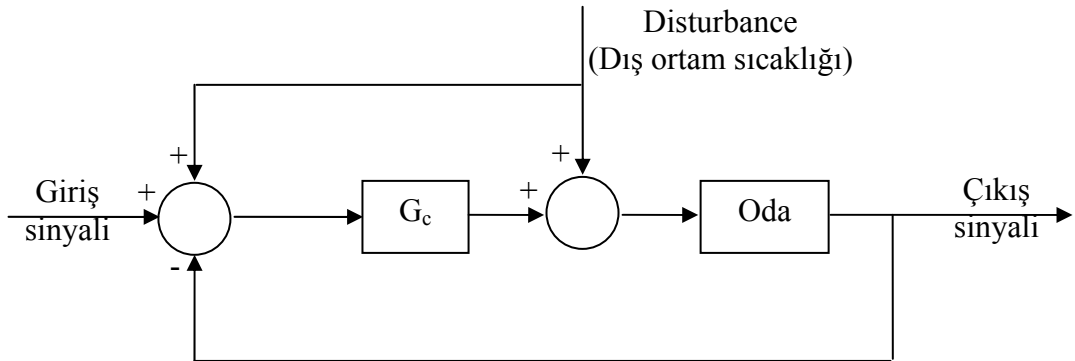


Şekil 2.3. İleri beslemeli kontrol şeması.

2.2.3. Geri Beslemeli ve İleri Beslemeli Kontrol

Otomatik kontrol performansını arttırmak için geri beslemeli ve ileri beslemeli kontrol devreleri birleştirilmiştir. Birleşik sistem, diğer birleşik sistemlerde olduğu gibi her iki sistemin avantajlarını bir araya toplamış ve kontrolü daha iyiye götürmüştür. Bu her iki sistemin temelde birbirlerinin tamamlayıcıları olmalarından ileri gelir. İleri kontrol devresi önemli bozucu etkenleri sistem girişinde kontrol ederken, geri besleme devresi ise sistemdeki ya da sistem çıkışındaki herhangi bir değişimdeki hatayı kontrol ederek sistemi istenen değerde tutmaya çalışır. Şekil

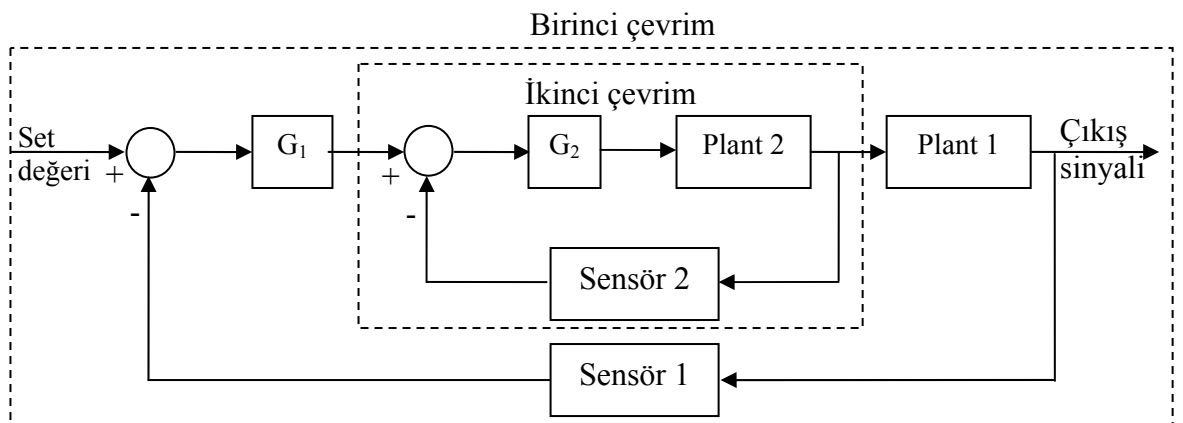
2.4., oda sıcaklığının kontrol edildiği bir sistemde uygulanan geri beslemeli ve ileri beslemeli birleşik kontrol şemasını göstermektedir.



Şekil 2.4. Geri ve ileri beslemeli kontrol şeması.

2.2.4. Kaskad Kontrol Yöntemi

İç içe geçmiş iki ayrı geri beslemeli kontrol devresi kullanılarak elde edilen kontrol sistemidir. Bu sistemde, tek bir kontrol değişkeni için birden fazla değer ölçülür ve bu değerlerin sonuçları dolaylı da olsa her iki devreyi aynı anda etkiler. Örneğin, Şekil 2.5.'te verilen sistemde, bir evin sıcaklık kontrolünde radyatörlerde dolaşan suyun sıcaklığının kontrolü daha kolay etki edilebileceği için ikinci çevrim; evin sıcaklığının genel kontrolü ise birimci çevrim niteliğindedir.



Şekil 2.5. Kaskad kontrol ile kontrol edilen sistemin blok diyagramı.

2.2.5. Adaptif Kontrol

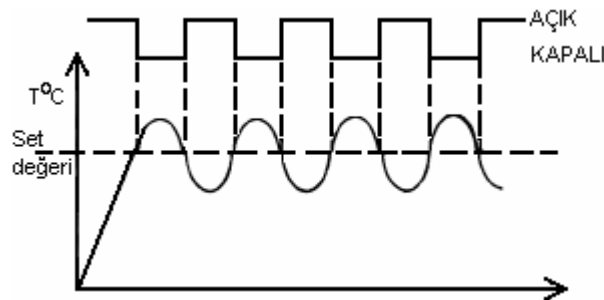
Endüstrideki bazı işlem ve elemanların lineer olmaması sistem parametrelerinin neredeyse hepsinin sabit olmalarını engeller. Bu durumda, sistemin kontrolünde kullanılan kontrol edicilerin, sistemi istenilen derecede hassas kontrol edememelerine sebep olur. Adaptif kontroldeki amaç sistem parametrelerinin sistemin dinamik süreci içerisinde rutin olarak tekrar hesaplanması ve yeni değerlere göre kontrol yapılması prensibine dayanır. Biri, diğerinden değişen parametreleri alan iki devre söz konusudur.

2.3. Temel Otomatik Kontrol Yöntemleri

Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde kontrol organının görevi ölçme elemanı üzerinden geri beslenen çıkış büyüklüğünü, referans büyüklüğü ile karşılaştırmak ve karşılaştırmadan ortaya çıkabilecek hata değerinin yapısına ve kendi kontrol etkisine bağlı olarak uygun bir kumanda veya kontrol sinyali üretmektir. Kontrol organlarında kullanılan belli başlı kontrol yöntemleri aşağıda verilmiştir.

2.3.1. Aç / kapa Kontrol

Kontrol organının sadece iki belirli konumda bulunduğu, hata değerine bağlı olarak motor elemanının devreye girdiği veya devreden çıktığı kontrol biçimine aç / kapa (on / off) kontrol denir. Bu kontrol biçiminde kontrol organı ya maksimum kumanda (açma) veya sıfır kumanda (kapama) verirken, istenilen değer altındaki değerler için açma, üstündeki değerler için ise kapama yapılır, Şekil 2.6.'da gösterilmiştir.

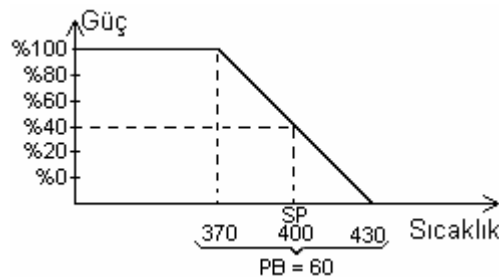


Şekil 2.6. Aç / kapa kontrol.

2.3.2. Oransal (P) Kontrol

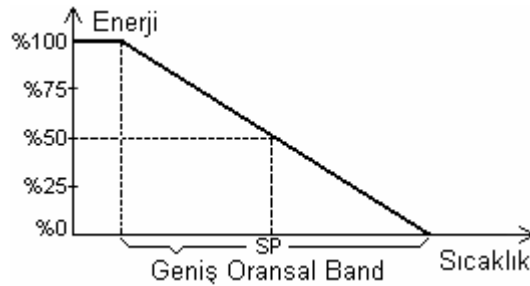
Kontrol organı çıkışının bir oransal sabitle kontrol organı girişine oranlanmasına oransal (P) kontrol denir. Bir başka deyişle kontrol sinyali ile hata sinyalinin orantılı olduğu kontrol şeklidir. Oransal kontrolde herhangi bir anda denetim organı çıkışı, hatanın büyüklüğüne bağlıdır ve o anda hata ne kadar büyük olursa düzeltici denetim sinyali de o oranda büyük olur. Hata çok küçük olduğunda ise denetim organı yeteri kadar etkili düzeltici sinyal üretmez. Bu nedenle oransal kontrol ile çalışan Tip 0 sistemleri kalıcı durum hatası verirler. Oransal kontrol kazancı, K_P , artırılarak kalıcı-durum hatasını azaltmak mümkündür. Oransal kontrolün en önemli üstünlüğü yapısının basitliğidir. Basit bir kuvvetlendirici yardımıyla dahi oransal kontrolde çalışan denetim organı gerçekleştirmek mümkündür.

Oransal kontrolde elektrik enerjisi kullanılarak ısıtma yapılan bir proseste, oransal kontrol ısıtıcının elektrik enerjisini prosesin sıcaklığını set edilen değerde tutabilecek kadar, prosesin gereksinim duyduğu kadar verir. Enerjinin %0'dan %100'e kadar ayarlanabildiği, oransal kontrol yapılabilen sıcaklık aralığına *Oransal Band* denir. Genel olarak oransal band, cihazın tam skala (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri etrafında eşit olarak yayılır. Örneğin 1200 °C'lik skalası olan bir cihazda %5'lik bir oransal band demek $0.05 \times 1200 \text{ °C} = 60 \text{ °C}$ 'lik bir sıcaklık aralığı demektir. Bu 60 °C'lik aralığın 30 °C'si set değerinin üzerinde 30 °C'si set değerinin altında yer alır ve kontrol cihazı 60 °C'lik aralıkta oransal kontrol yapar. Oransal kontrol cihazı transfer eğrisi Şekil 2.7.'de görülmektedir.



Şekil 2.7. Oransal kontrol cihazı transfer eğrisi.

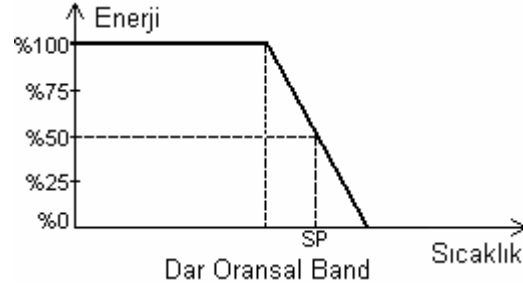
Set değeri 400 °C'ye ayarlanan, %5 oransal band verilen bir oransal kontrol cihazında 370 °C ve 430 °C'ler bandın uç noktalarıdır. Kontrol cihazı düşük sıcaklıklardan başlamak üzere 370 °C'ye gelinceye kadar ısıtıcılara %100 enerji verilir, yani enerji tamamen açıktır. 370 °C'den itibaren set değeri olan 400 °C'ye kadar sıcaklık yükselirken ısıtıcıya verilen enerji yavaş yavaş kısılır. Set değerinde sisteme %50 enerji verilir. Eğer sıcaklık set değerini geçip yükselmeye devam edecek olursa 430 °C'ye kadar enerji giderek kısılır ve 430 °C'ye yakın bir sıcaklıkta artık enerji tamamen kapatılır; Şekil 2.7. Yani sisteme %0 enerji verilir. Sıcaklık düşüşünde ise anlatılanların tam tersi olacaktır. Oransal band örneğin %2'ye düşürüldüğü takdirde; $0.02 \times 1200 \text{ °C} = 24 \text{ °C}$ 'nin yarısı olan 12 °C üstte ve 12 °C altta olmak üzere köşe noktaları 412 °C ve 388 °C olacaktır. Değişik proseslerde ve değişik şartlarda duruma en uygun oransal band seçilerek oransal kontrol yapılır. Aynı sistemde geniş ve dar, iki farklı oransal bandı örnek alacak olursak, Şekil 2.8.'de geniş oransal band seçilmiştir.



Şekil 2.8. Geniş oransal band.

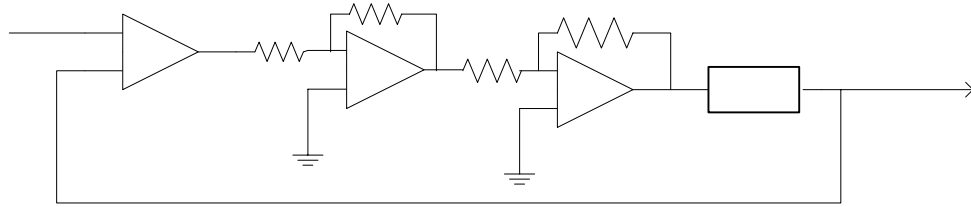
Geniş seçilmiş bandda, küçük oranda enerji artışı büyük sıcaklık artışına sebep olur veya küçük oranda enerji düşüşüne sebep olur. Şekil 2.9.'da seçilen dar oransal bandda ise küçük bir sıcaklık artışı veya düşüşü sağlamak için büyük oranda enerji düşüşü yapmak gerekir. Bu bandı giderek daraltıp sıfırlayacak olursak oransal kontrol cihazı aç/kapa kontrol cihazı gibi çalışacaktır. "Oransal band" birçok proseste tam skala değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanıp yaygın olarak kullanılıyorsa da yine bazı proseslerde "kazanç" tanımı kullanılmaktadır. Oransal band ve kontrol cihazı kazancı arasındaki bağlantı aşağıdaki gibidir.

$$\text{Kazanç} = \frac{\% 100}{\% \text{ Oransal Band}} \quad (2.1.)$$



Şekil 2.9. Dar oransal band.

Şekilden de görüleceği gibi oransal band daraldıkça kazanç artmaktadır. Oransal kontrolün operasyonel amplifikatör devreleriyle gerçekleştirilmiş hali Şekil 2.10.'da verilmiştir. Şekil 2.11. ise Oransal (P) kontrolün reaksiyon eğrisini göstermektedir.



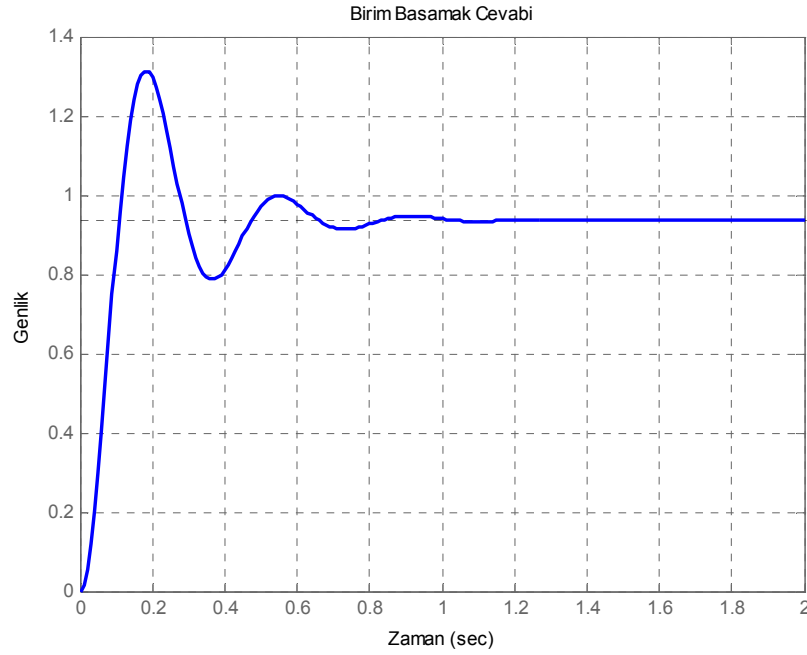
Şekil 2.10. Oransal (P) kontrol blok şeması.

Şekil 2.10.'dan elde edilen Oransal kontrolcünün transfer fonksiyonu,

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_1 \cdot R_3} \quad (2.2.)$$

olarak ifade edilebilir.

$$\begin{array}{c} \text{Giriş } r \\ + \\ - \\ \end{array} \quad e \quad \begin{array}{c} R_2 \\ R_1 \\ - \\ + \\ \end{array}$$



Şekil 2.11. Oransal (P) kontrol reaksiyon eğrisi.

Şekil 2.10.'da algılanan sıcaklık sinyali ortam sıcaklık kompanzasyonu yapıldıktan sonra yükseltici bir devreden geçerek set değeri ile karşılaştırılır. İkisi arasındaki fark alınarak hata değeri veya fark değeri bulunur. Eğer bu değer pozitif ise proses, set değerinin altındadır. Negatif ise proses set değerinin üzerindedir. Fark sıfır ise proses set değerindedir. Fark değeri oransal kontrol devrelerinden geçerek uygun çıkış formuna gelir. Fark değeri sıfır olduğu anda oransal çıkış %50'dir. Yani set değerinde çalışıyor demektir. %50'lik çıkışı koruyup prosesini tam set değerinde tutmak zordur. Denge durumuna gelinceye kadar sıcaklık değişimi olması, hatta sıcaklık değeri ile set değeri arasında belli bir fark kalması oransal kontrolün en belirgin özelliğidir. Set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı sıcaklık arasındaki farka *off-set* denir. Off-set'i azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi oransal band küçüldükçe, aç/kapa kontrole yaklaşıldığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir. Geniş oransal bandda off-set'in büyük olacağı düşünülerek procese en uygun oransal bandın seçilmesi gerekir. Şekil 2.8. ve Şekil 2.9., geniş ve dar oransal bandın göreceli karşılaştırmasıdır. Sıcaklık yükselir, bir kaç kere set değeri etrafında salınım yaptıktan sonra set değerinin üzerinde veya altında sabit bir sıcaklık farkı ile gelip oturur. Off-set artı veya eksi olabilir. Bir processte tüm ayarlamalar yapıldıktan sonra örneğin artı oluşan

off-set değeri proseste birkaç küçük değişiklik olması ile eksi değere gidebilir veya artı olarak yükselebilir. Bir çeşit kalibrasyon ayarıyla off-set hatası küçültülmeye çalışılır.

2.3.3. İntegral (I) Kontrol

Kontrol sinyali, kontrol hatası ile orantılı bir oranda artırılarak ve azaltılarak hata sıfır olana kadar devam ettirilen kontrol şeklidir. Kontrol hatası sıfır olduğu zaman kontrol sinyali sabit tutulur. Denetim organına bir integral alıcı ilavesi hata sıfır olana kadar değişimi sürdüren bir denetim etkisi sağlamaktadır. İntegral etkili deneticileri tanımlamak için otomatik yeniden ayar anlamında “reset” deyimini kullanılır. İntegral etki zamanı T_I bazen yeniden ayar (reset time) zamanı olarak da bilinir.

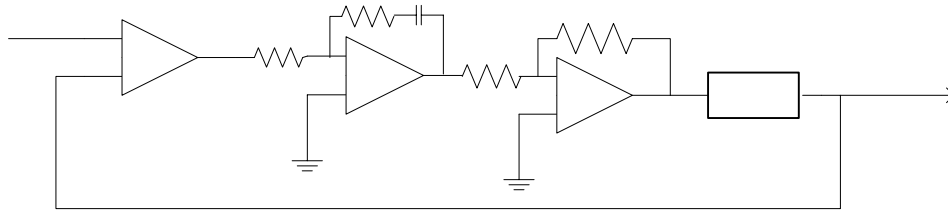
2.3.4. Türev (D) Kontrol

Türev etkisinin en önemli üstünlüğü, hatanın büyümesini önceden kestirmesi ve büyük bir hata ortaya çıkmadan bir düzeltme etkisi sağlamasıdır. Türev etkisi, daha hata değişmeye başlar başlamaz harekete geçtiğinden “önceden sezmiş” etkisi olarak da bilinir. Bir sabitin türevi sıfır olduğundan türevsel kontrolün zamanla değişmeyen sabit hata üzerinde bir etkisi yoktur. Türevsel kontrol yalnızca hatanın zamana göre değişimi karşısında etkili olduğundan, kontrol organlarında tek başına kullanılmaz ve ancak diğer kontrol etkileriyle birleştirilerek kullanılabilir, örneğin oransal kontrolle birlikte (PD) kontrol.

2.3.5. Oransal-İntegral (PI) Kontrol

Oransal kontrolde meydana gelen off-set'i gidermek için kontrol organına hatanın integrali ile orantılı bir denetim etkisi ilave edilir. Oransal-İntegral (PI) kontrolde, kontrol organı çıkışı, hatanın zaman integrali ile orantılıdır. Oransal-İntegral (PI) kontrolün çıkışı geçmişte meydana gelen hatanın birikimi ile orantılıdır ve herhangi bir anda hatanın integrali büyük olursa büyük bir düzeltme etkisi

sağlanır. Ölçülen değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin zamana göre integrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal band kaydırılmış olur. Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve proses sıcaklığı set değerine oturtulur. İntegratör devresi gerekli enerji değişikliğine, set değeri ile ölçülen değer arasında fark kalmayınca kadar devam eder. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. Herhangi bir şekilde bazı değişiklikler olup, sıcaklık değerinden uzaklaşılacak olursa tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkiyi gösterir. Şekil 2.12.'de Oransal-İntegral (PI) kontrol formunun operasyonel amplifikatör devreleriyle gerçekleştirilmiş hali gösterilmiştir. Off-set'i giderilmiş reaksiyon eğrisi de Şekil 2.13.'de verilmektedir. Oransal-İntegral kontrolün en belirgin özelliği sistem sıcaklığının ilk başlatmada set değerini geçerek önemli bir miktar yükselme (üst aşım) yapması ve set değeri etrafında bir iki salınım yaptıktan sonra set değerine oturmasıdır.



Şekil 2.12. Oransal-İntegral (PI) kontrol blok şeması.

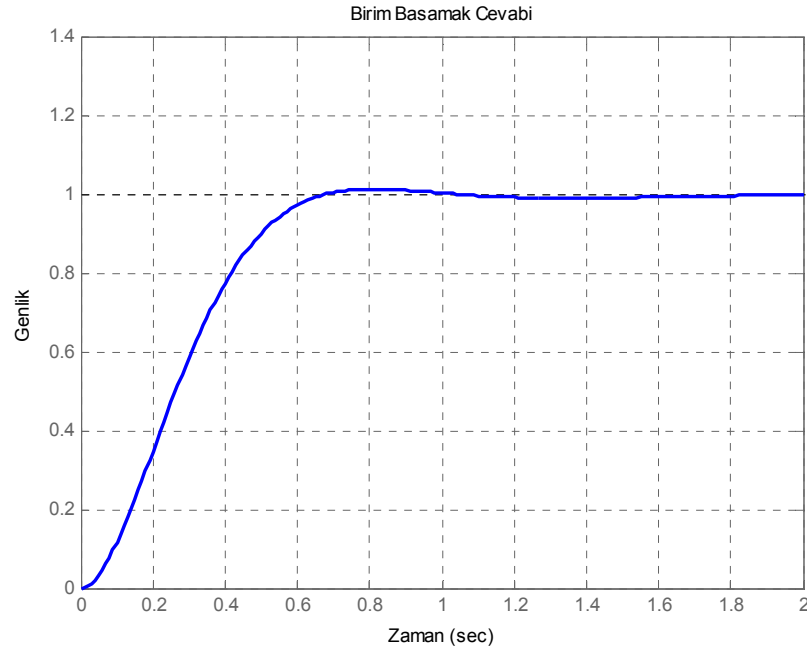
Şekil 2.12.'de verilen PI kontrolcünün transfer fonksiyonu (2.3)'te ifade edilmiştir.

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{s + \frac{1}{R_2 C_1}}{s} \quad (2.3.)$$

Giriş r + e R_1

R_2 C

-



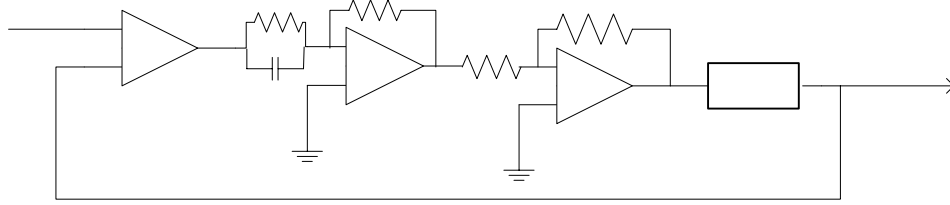
Şekil 2.13. Oransal-İntegral (PI) kontrol reaksiyon eğrisi.

2.3.6. Oransal-Türev (PD) Kontrol

Oransal kontrol hatadaki değişimlere hızlı bir tepki göstermekle beraber hatanın değişim hızına duyarlıdır. Bu durumda hatanın değişim hızına duyarlı olan türevsel kontrol devreye girmektedir. Türev etkinin en önemli üstünlüğü, hatanın büyümesini önceden kestirmesi ve büyük bir hata ortaya çıkmadan bir düzeltme etkisi sağlamasıdır. Türev etkisi daha hata değişmeye başlar başlamaz harekete geçtiğinden “önceden sezmiş” etkisi olarak da bilinir.

Oransal kontrolde oluşan off-set, Oransal-Türevsel (PD) kontrol ile de kaldırılmaya çalışılabilir ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu üst aşım (overshoot) ve alt aşım (undershoot) azaltmaktır. Alt aşım ve üst aşım azalırken bir miktar off-set kalabilir. Oransal-Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyali, elektronik türev devresine girer. Türevi alınan fark sinyali tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur. Şekil 2.14.’de Oransal-Türevsel (PD) kontrolün operasyonel amplifikatör devreleriyle gerçekleştirilmiş hali gösterilmiştir. Şekil 2.15.’de ise Oransal-Türevsel

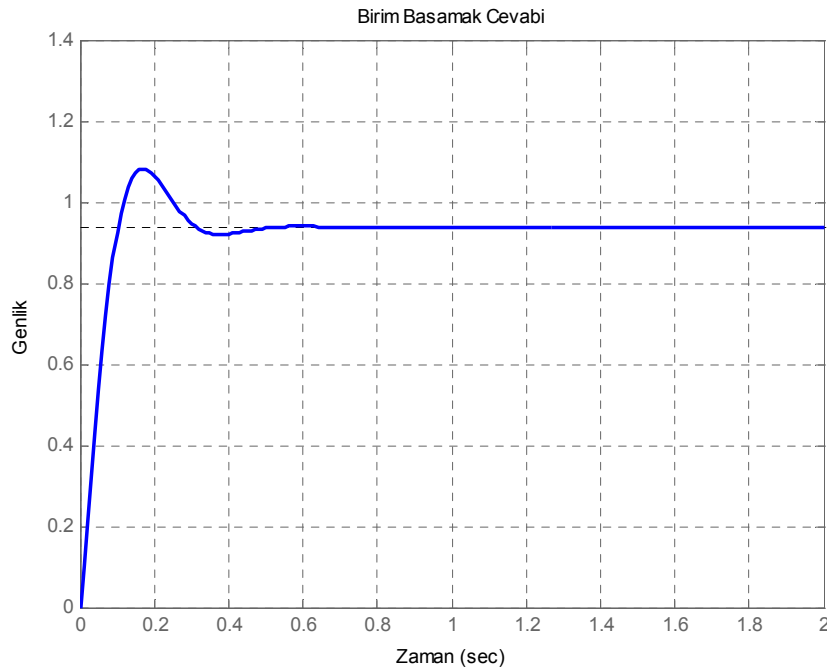
(PD) kontrolün reaksiyon eğrisi verilmektedir. Görüldüğü gibi üst ve alt aşımlar daha azdır, türevsel etki düzeltici etkisini hızlı bir şekilde göstermiştir.



Şekil 2.14. Oransal-Türevsel (PD) kontrol blok şeması.

Şekil 2.14.'de verilen PD kontrolcünün transfer fonksiyonu (2.4.)'te verilmiştir.

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_4}{R_3} \cdot R_2 C_1 \cdot \left(s + \frac{1}{R_1 C_1} \right) \quad (2.4.)$$

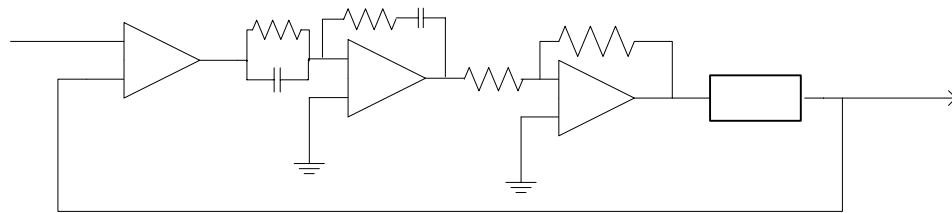


Şekil 2.15. Oransal-Türev (PD) kontrol reaksiyon eğrisi.

2.3.7. Oransal-İntegral-Türev (PID) Kontrol

Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolde üç temel kontrol biçiminin üstünlükleri tek bir sistem içerisinde birleştirilmiştir. İntegral kontrol sistemde ortaya çıkan sapmaları sıfırlarken, türevsel etki de yalnızca integral kontrol kullanılması halinde sistemin aynı kararlı hal için cevap hızını artırır. Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrol sistemi sıfır kalıcı-hal hatalı, hızlı bir cevap sağlar.

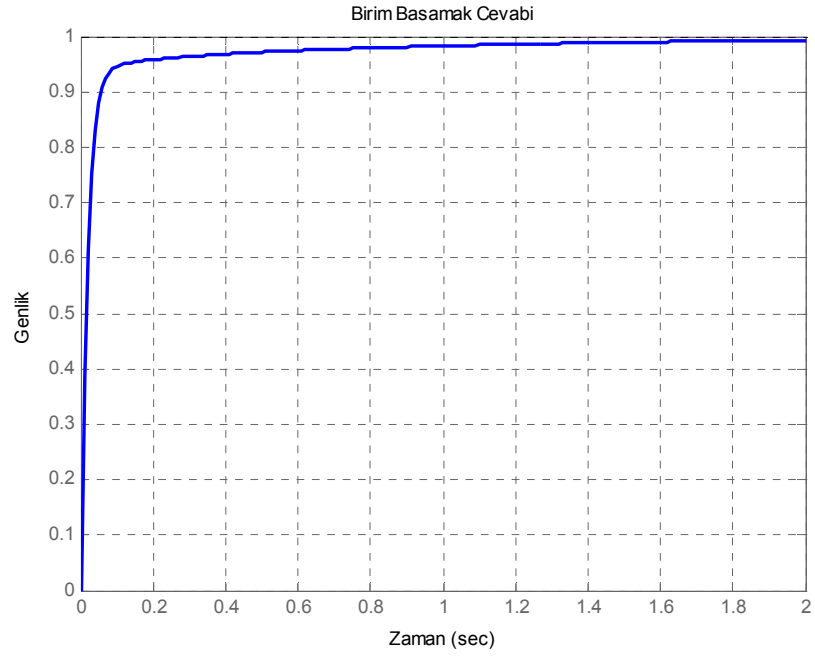
Kontrolü güç, karmaşık sistemlerde Oransal kontrol, Oransal-Türev ve Oransal-İntegral kontrolün yeterli olmadığı proseslerde Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolü tercih edilmelidir. Oransal kontrolde oluşan off-set Oransal-İntegral kontrol ile giderilir ancak meydana gelen üst aşımalar kontrole türevsel etkinin de eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen kaldırılır. Şekil 2.16. Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolün operasyonel amplifikatör devreleriyle gerçekleştirilmiş şeklini göstermektedir. Şekil 2.17.'de Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolün reaksiyon eğrisi verilmektedir. Dikkat edilecek olursa diğerlerine nazaran hemen hemen yok denecek kadar az üst aşım ve alt aşım gözlenirken off-set de kaldırılmış durumdadır. P, I, D parametrelerinin iyi ayarlanıp ayarlanmamasına bağlı olarak elde edilen kontrol eğrisi değişebilir.



Şekil 2.16. Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrol blok şeması.

Şekil 2.16.'da verilen PID kontrolcünün transfer fonksiyonu (2.5)'te verilmiştir

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{R_4}{R_3} \cdot \left[\left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{C_1}{C_2} \right) + R_2 C_1 s + \frac{1}{s} \right] \quad (2.5.)$$

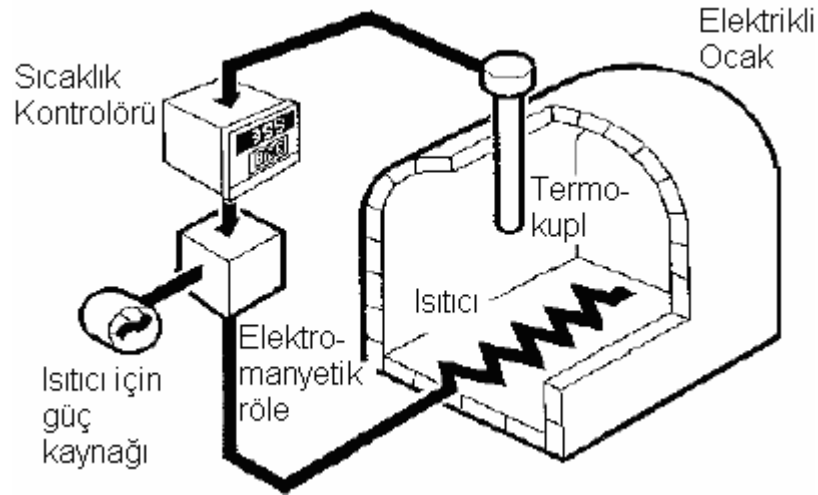


Şekil 2.17. Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrol reaksiyon eğrisi.

3. SICAKLIK KONTROL SİSTEMLERİ

3.1. Sıcaklık Kontrolü

Sıcaklık kontrolü en tipik bir geri beslemeli kontrol uygulaması örneğidir. Otomatik sıcaklık kontrolünün çalışması bir elektrikli ocak örneği ile açıklanabilir. Elektrikli ocağın sıcaklığı termokupl yardımıyla elektromotor güce dönüştürülür ve bu değer bir geri besleme değeri olarak sıcaklık ayar cihazı yardımıyla set değeri ile karşılaştırılır. Eğer, set değerinden bir sapma meydana gelmişse sapma miktarına göre ayar değişkeni sıcaklığı düşürecek ya da yükseltecek oranda manyetik röleyi açarak veya kapatarak set değerine ulaşılmasını sağlar. Bir başka deyişle, röle ısıtıcıyı açarak ya da kapatarak ocak içindeki sıcaklığı sabit tutar. Örnek olarak, Şekil 3.1.'de elektrikli ocak kontrolünün şematik görünüşü verilmiştir.



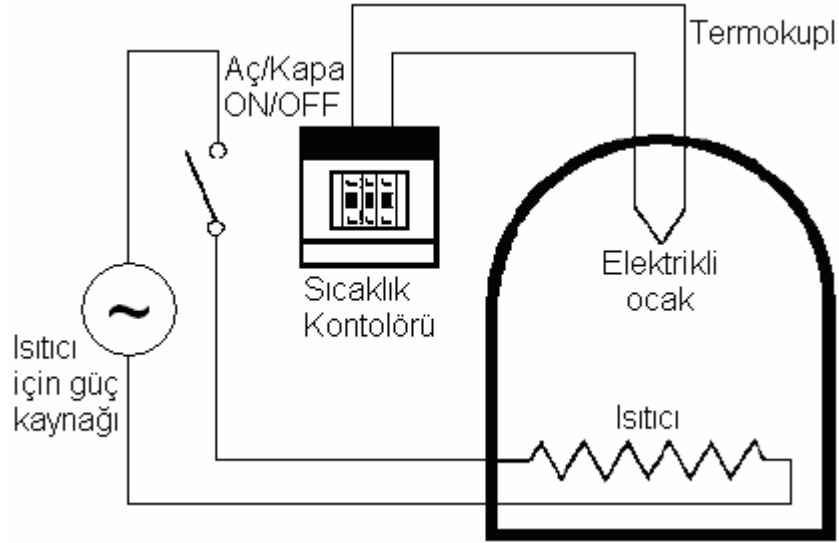
Şekil 3.1. Elektrikli Ocak Kontrolü.

3.2. Sıcaklık Kontrol Yöntemleri

3.2.1. Aç / Kapa Kontrol

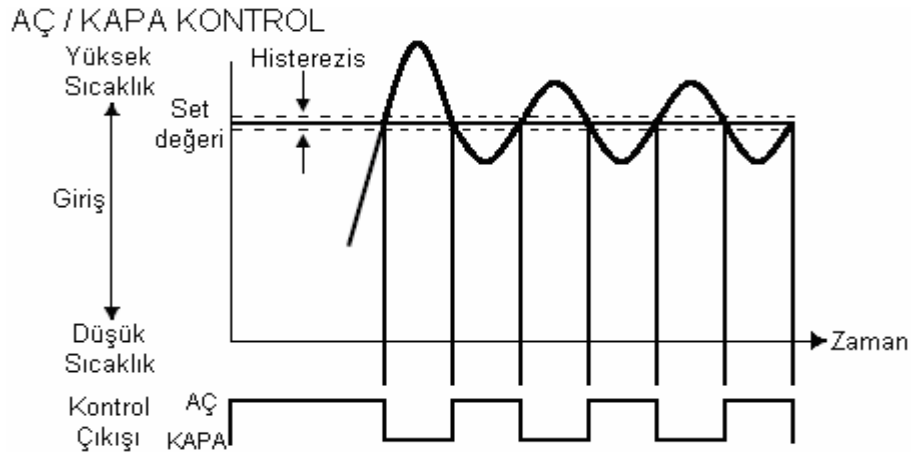
Aç / Kapa (On / Off) kontrolde hatanın set değerine olan durumuna göre sistem açılıp kapatılarak sıcaklık set değerinde tutulmaya çalışılır. Örneğin, Şekil 3.2.'de, elektrikli ocaktaki sıcaklık değeri set değerinin altına düşmüşse çıkış rölesi

açılır yani ON konumuna getirilir, sıcaklık set değerine ulaştığında ise OFF konumuna getirilir.



Şekil 3.2. Elektrikli Ocak Aç/Kapa Kontrol.

Aç / kapa kontrol *iki konumlu kontrol* olarak da bilinir çünkü iki ayar değişkeni (%0 ve %100) set değeriyle ilişkili olarak kullanılır. Eğer çıkış rölesi bir set değerinde aç/kapa yaparsa, çıkışta duyarsızlık meydana gelir bu da sistemin gürültüden kolay etkilenmesine sebep olur. Bu sebeple, Aç ve Kapa değerleri arasında bir *Histerezis* bırakılır. Bu Histerezis'e "ayarlama hassasiyeti", "ölü band" veya "duyarsız bölge" ismi verilir. Buzdolaplarının içindeki hava kompresörleri gibi cihazların sık sık Aç / Kapa işlemine girmemesi için yüksek ayarlama hassasiyeti gereklidir. Şekil 3.3.'de, Histerezis'li aç / kapa kontrol grafiği verilmiştir.



Şekil 3.3. Aç / kapa kontrol.

3.2.2. Oransal (P) Kontrol

Oransal kontrol, kontrol organı çıkışının bir oransal sabitle kontrol organı girişine oranlanmasıdır. Ölçülen sıcaklık değeri oransal bandın alt limitinden küçükse sisteme verilen güç %100'dür. Ölçülen sıcaklık değeri oransal bandın sınırları içine girdiğinde sisteme verilen güç, set değerinden sapmayla orantılı olarak derece derece azaltılır ve ölçülen değerlerle set değeri eşitlendiğinde güç %50'dir. Böylece oransal kontrol, aç / kapa kontrole nazaran daha düzgün bir sıcaklık kontrolüne olanak sağlar. Oransal kontrolde, kontrol edilen sistemin termik kapasitesinin ve ısıtıcı cihazın kapasitesinin karşılıklı ilişkisinden ötürü bir sapma meydana gelir ve sistem kararlı hale gelse bile bu sapma kalıcı olur. Bu sapmaya "off-set" denir. Oransal (P) kontrolde kontrolcü çıkışı hata işaretiyle orantılıdır:

$$u = K_p \cdot e \quad (3.1.)$$

Burada, K_p , oransal kazanç sabitini, e ise hatayı temsil etmektedir. Oransal (P) kontrolde; hata değeri belli bir kazanç sabiti ile çarpılarak sistemin kontrolü sağlanır.

3.2.3. Oransal-İntegral (PI) Kontrol

Oransal kontrolde meydana gelen off-set'i azaltmak ve yok etmek böylece de ölçülen sıcaklık değerini set değeri ile eşitlemek için oransal kontrole integral (reset) kontrol eklenir. Bu iki kontrolün bir arada kullanıldığı işleme Oransal-İntegral (PI) kontrol denir. Oransal-İntegral (PI) kontrolün formüle edilmiş hali aşağıda verilmiştir; formülde Oransal (P) kontrole ek olarak İntegral (I) kontrol eklenmiştir. K_p , oransal kazanç sabitini, K_I , integral kazanç sabitini, e ise hatayı temsil etmektedir. Oransal-İntegral (PI) kontrolde; hata değeri oransal kazanç sabiti ile çarpılmakta ve bu değere de integral kazanç sabitinin hatanın integrali ile çarpımı eklenmektedir.

$$u = K_p \cdot e + K_I \int e \cdot dt \quad (3.2.)$$

3.2.4. Oransal-Türev (PD) Kontrol

Oransal ve Oransal-İntegral kontrol yöntemleri, anlık veya geçmişe dayalı sapmalarla ilgili kontrol uygular. Türev etkisi bu hataları telafi etmek için gereklidir. Sapmanın meydana geldiği eğimde düzeltici bir etki meydana getirir. Türev etkisi, daha hata değişmeye başlar başlamaz harekete geçtiğinden “önceden sezmiş” etkisi olarak da bilinir. Bir sabitin türevi sıfır olduğundan türevsel kontrolün zamanla değişmeyen sabit hata üzerinde bir etkisi yoktur. Dış etkenlerin meydana getirdiği hızlı değişimlerde sisteme yüksek oranda güç verilerek normal hale dönmesi sağlanır. Bir başka deyişle, türev etkisi ani yük değişimlerini dengeler. Örneğin; ürünlerin fırına girmesiyle sıcaklık ihtiyacında aşırı bir artış meydana gelir. Ürünlerin fırına girme işlemi durdurulduğunda ise sıcaklıkta aşırı yükseliş olması durumuyla karşılaşılabılır. Türev etkisi sıcaklıktaki aşırı yükselmeleri ve aşırı düşüşleri engeller. Oransal-Türev (PD) kontrolün formülünde Oransal (P) kontrole ek olarak Türev (D) kontrol eklenmiştir. K_p , oransal kazanç sabitini, K_D , türev kazanç sabitini, e ise hatayı temsil etmektedir. Oransal-Türev (PD) kontrolde; hata değeri oransal kazanç sabiti ile çarpılmakta ve bu değere de türev kazanç sabitinin hatanın türevi ile çarpımı eklenmektedir.

$$u = K_p \cdot e + K_D \cdot \frac{de}{dt} \quad (3.3.)$$

3.2.5. Oransal-İntegral-Türev (PID) Kontrol

Oransal, İntegral ve Türev (PID) kontrolde üç temel kontrol biçiminin üstünlükleri tek bir sistem içerisinde birleştirilmiştir. Kontrolü güç, karmaşık sistemlerde PID kontrol öne çıkmaktadır. İntegral kontrol, oransal kontrolden kaynaklanan sapmaları (off-set) otomatik olarak sıfırlarken, türev kontrol de dış etkenlerden kaynaklanan alt ve üst aşımaları gidererek sistemin daha hızlı bir cevap vermesine olanak sağlar. Üç kontrol yönteminin bir arada kullanılmasıyla da optimum kontrol sağlanmış olur.

Endüstriyel kontrol cihazlarında, PID parametrelerinin ayarlanabilmesi için otomatik algoritmalar bulunmaktadır. Kontrol cihazlarındaki bu fonksiyonların aktif

hale getirilmesiyle PID parametreleri otomatik olarak ayarlanır. Self-tuning (öz-uyarlamalı), Auto-tuning (otomatik ayar) olarak adlandırılan bu fonksiyonlar kontrol cihazının devreye alınması esnasında kullanıcıyı uğraştıran ve zaman kaybına yol açan PID parametrelerini ayarlama zahmetinden kurtarır. Self-tuning özelliği PID parametrelerini hesaplarken, başlangıçta, sistemde oluşan bozucu etkileri göz önüne alır. Kontrolörün oranlama işlemi kapatılır ve sistemin set değerinde osilasyon yapması sağlanır. Böylece kontrolör enerji verip kestiğinde prosesin verdiği cevap gözlenmiş olur. Bu veri ile uygun PID parametreleri bulunur. Bazı üreticiler bu işlemi set değerinde bazıları da farklı değerlerde uygulamaktadır. Auto-tuning özelliği PID parametrelerini hesaplarken, başlangıçta, sistemde oluşan bozucu etkileri göz önüne almaz. Kontrolör bu fonksiyonu uygularken, set değerinde oluşan her osilasyon için PID parametrelerini bu osilasyonları yok edecek şekilde yeniden ayarlar. Bu ayarlama tekniği, sistem çalışırken yük karakteristiğinin devamlı değiştiği proseslerde kullanılır. Toshiba firması tarafından yapılan ve makale olarak yayınlanan bir çalışmada, gaz türbinindeki gazın PID ile sıcaklık kontrolünde parametreler üzerinde ayarlama yapılmış ve sonuç olarak sistemin kontrol edilebilirliği etkin ve yararlı bir şekilde artarken kontrol parametrelerinin ayarlanması için geçen zamandan da tasarruf edildiği gözlenmiştir [Hino et al, 1998]. Yayınlanan birçok makalede, öz-uyarlamalı PID kontrolün, zaman ve kontrol edilebilirlik açısından klasik PID'ye göre daha etkin sonuçlar verdiği saptanmıştır [Wang et al, 1999].

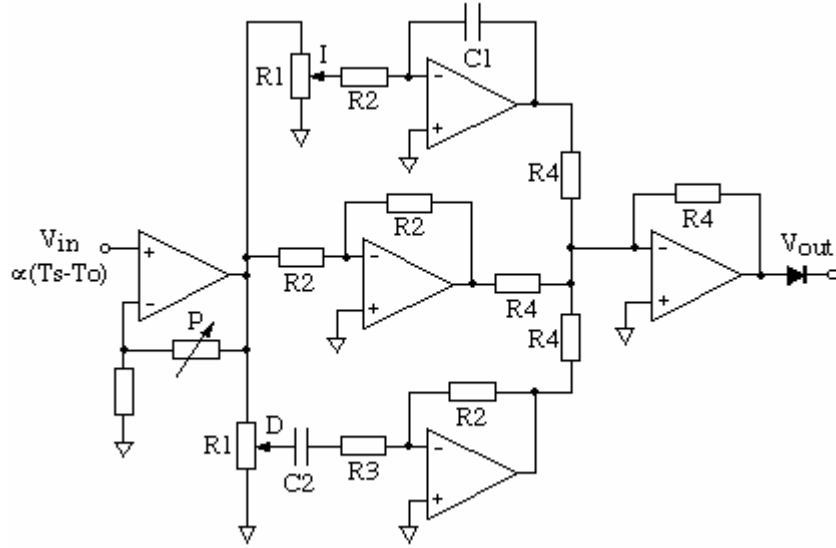
Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolün formülü ise Oransal (P), Türev (D) ve İntegral (I) kontrol biçimlerinin bir arada kullanılmasıyla elde edilmiştir. K_p , oransal kazanç sabitini, K_I , integral kazanç sabitini, K_D , türev kazanç sabitini, e ise hatayı temsil etmektedir. Oransal-İntegral-Türev (PID) kontrolde; hata değeri oransal kazanç sabiti ile çarpılmakta, integral kazanç sabitinin hatanın integrali ile çarpımı ve türev kazanç sabitinin hatanın türevi ile çarpımı ile toplanarak üç ayrı kontrol bir arada kullanılmış ve etkin kontrol sağlanmış olur. Tablo 3.1.'de kontrol yöntemlerinin avantaj ve dezavantaj yönünden karşılaştırması verilmiştir.

$$u = K_p \cdot e + K_I \int e \cdot dt + K_D \frac{de}{dt} \quad (3.4.)$$

Tablo 3.1. Kontrol yöntemlerinin karşılaştırılması.

Kontrol Yöntemi	Avantajları	Dezavantajları
Aç / Kapa	– Kontrolü kolaydır – Off-set meydana gelmez	– Üst ve alt aşımalar meydana gelir
Oransal (P)	– Üst ve alt aşımalar küçüktür	– Denge haline gelene kadar uzun zaman geçer – Off-set oluşur
İntegral (I)	– Off-set küçültülür veya yok edilir	– P kontrolden daha uzun sürede denge haline gelir
Türev (D)	– Sistem cevabı hızlanır	– Bu kontrol yöntemi kendi başına kullanılamaz
PID	– Uygulanabilecek en iyi kontrol yöntemidir	– PID parametrelerinin ayarlanması önemlidir

Şekil 3.4., sıcaklık kontrolü için tasarlanmış K_P , K_I ve K_D katsayıları ayarlanabilen örnek bir PID kontrol devre şemasını göstermektedir. PID kontrol için tasarlanan devrede giriş sinyali bir tampon amplifikatörden geçirilerek kuvvetlendirilmiştir, buradan elde edilen kazanç Oransal (P) kazancı temsil etmektedir. Kuvvetlendirilen hata sinyali, devrenin üst kısmında bulunan integral alıcı devreden, ortada yer alan birim kuvvetlendirici devreden ve alt kısımda yer alan türev alıcı devreden geçer. Birbirine paralel konumlandırılmış bu devrelerin çıkış sinyalleri toplanarak devrenin sonunda yer alan operasyonel kuvvetlendiriciden geçirilir ve çıkış sinyali elde edilmiş olur. Bu devreye ısıtıcı sürücü devresi eklenerek ısıtıcıda harcanan güçle çıkışta ölçülen gücün orantılı olması sağlanabilir.



Şekil 3.4. Örnek bir PID kontrol devre şeması.

3.3. Sıcaklık Sensörleri

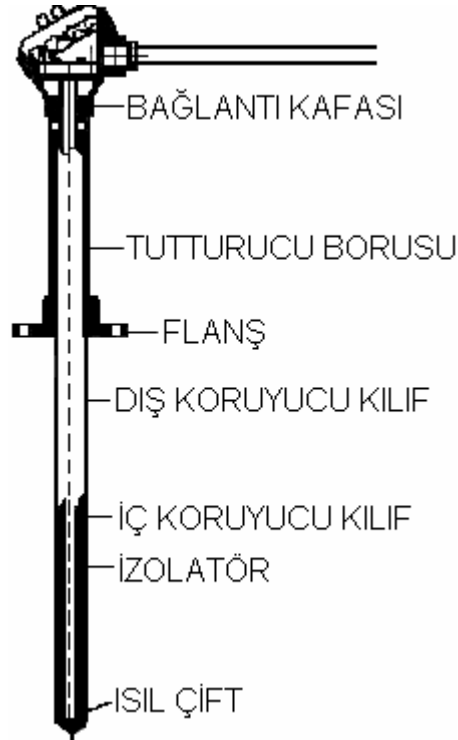
Sıcaklık sensörlerini dört ana grupta toplayabiliriz.

1. Isıl özellikleri benzeşmeyen farklı yapıda metallerin oluşturduğu gerilim (termokupl) esasına dayalı ısı çiftleri
2. Uzunluk, hacim ve basınçta değişime bağlı sensörler.
3. Elektriksel direnç değişimi esasına dayalı sensörler.
4. Yayılan enerjide sıcaklık ile değişme meydana gelmesi esasına göre çalışan sensörler.

3.3.1. Termokupl

Isıl çift olarak da adlandırılan *Termokupl* iki farklı metal alaşımın uçlarının kaynaklanması ile oluşturulan basit bir sıcaklık ölçü elemanıdır. Kaynatılan nokta *Sıcak Nokta*, açık kalan iki uç *Soğuk Nokta* olarak adlandırılır. Termokupl sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkından oluşur. Sıcaklık farkına orantılı olarak soğuk nokta uçlarında mV değerlerinde gerilim üretilir. Sıcak nokta ile soğuk

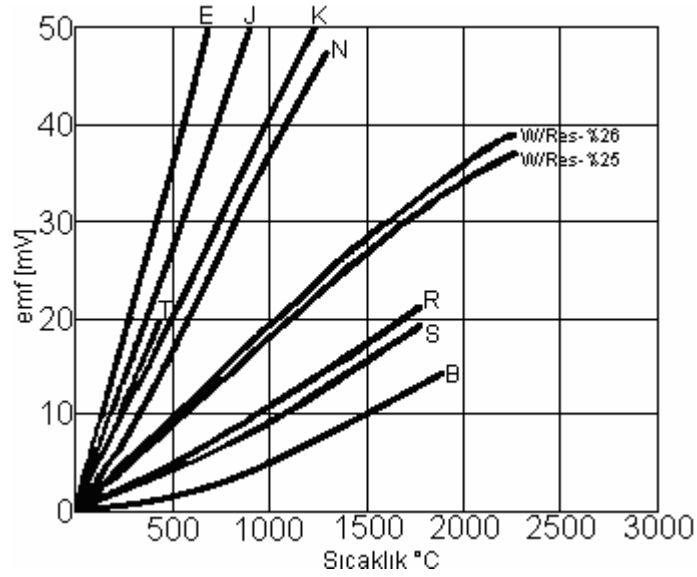
nokta sıcaklık dağılımı nasıl olursa olsun üretilen gerilim sıcak ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkına orantılıdır. Şekil 3.5.'te termokuplun yapısı verilmektedir.



Şekil 3.5. Termokupl.

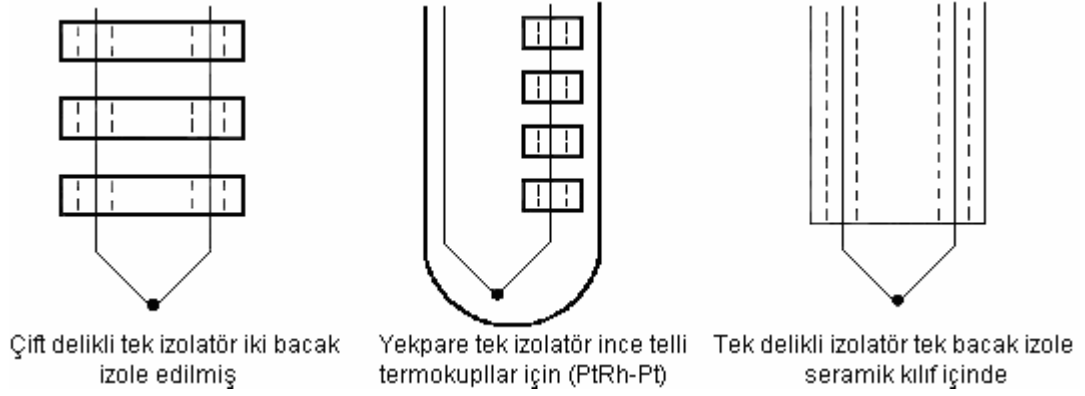
Sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkı termokupl üzerinde gerilim (emk) yaratır. Sıcak nokta sıcaklığı aynı kalmak koşulu ile soğuk nokta sıcaklığı değiştiğinde farklı sıcaklıklar okunur. Bu nedenle mV tablolarındaki değerlerde standart sağlamak için ölçülen sıcaklık karşılığı mV değerleri soğuk noktanın 0 °C'de tutulması ile elde edilmiştir. Örneğin, 200 °C'ye karşılık gelen mV değeri, termokuplun sıcak noktası 200 °C'de, soğuk nokta 0 °C'de iken uç noktada ölçülen mV değeridir.

Termokupllar, iki farklı metal veya alaşım tel olmasına rağmen endüstride genelde çıplak olarak kullanılmazlar. Prosesin şartları (mekanik darbeler, fiziksel ve kimyasal özellikler) göz önüne alınarak özel koruyucu kılıflar içinde kullanılır. Eleman telleri iki farklı kutuplarda olduğundan birbirlerinden seramik izolatörler ile izole edilirler. Şekil 3.6. Termokuplların sıcaklık – mV eğrilerini göstermektedir.



Şekil 3.6. Termokupl Sıcaklık – mV eğrileri.

Termokupl ucu kaynaklandıktan sonra koruyucu tüp içine yerleştirilsin yerleştirilmesin (+) ve (-) bacaklar birbirinden izole edilirler. İzolasyon için seramik izolatörler kullanılır. Bu izolatörlerde, sıcaklık limitlerine ve ortam şartlarına göre seçilirler. Genellikle DIN standardında KER 610 olarak bilinen özel porselen izolatörler çok yaygınca kullanılmaktadır. Termokupl eleman tellerinde ilk yazılan bacak (+) referanslıdır. Yani diğer bacağına nazaran (+) yüklüdür. Diğer bacak (-) değerdedir. Bu yüzden termokupl cihaza (+) ve (-) uçları dikkate alınarak bağlanmalıdır. Dünya standartlarında termokupl uçları belli renk kodları ile kodlanmıştır. DIN standartlarında (+) bacaklar kırmızı, negatif bacaklar termokupulların cinsine göre değişmektedir. IEC standartlarında (-) bacaklar beyaz, pozitif bacaklar termokupulların cinsine göre değişmektedir. Termokupullar ayrıca kullanım yerine göre istenilen şekilde imal edilirler. Örneğin döner cismin sıcaklığını ölçmek için sürtünmeli tip imal edilir. 1400 – 1500 °C'nin üzerinde veya özel ortam şartlarında KER 799 olarak bilinen saf alümina izolatörlerde kullanılır. 1200 °C'nin altındaki sıcaklıklarda Cu-Const, Fe-Const, NiCr-Ni gibi eleman telleri genel olarak tek parça olmayan parçalı izolatörlerle, PtRh-Pt termokupullar tek parça izolatörle izole edilir. Çeşitli izolasyon tipleri Şekil 3.7.'de gösterilmiştir [Elimko, Termokupullar Genel Bilgi].



Şekil 3.7. Termokuplların çeşitli izolasyon tipleri.

Termokupllar sisteme direk bağlanamazlar. Termokupl ile sistem arasında dengeleme kablosu adı verilen özel metal ve standart kılıf renkli özel kablolar kullanılırlar. Sistem etkilerine ve yerine göre çeşitli kılıf şekilleri geliştirilmiştir. Şekil 3.8., termokuplların eleman teli montaj şekillerini göstermektedir.



Şekil 3.8. Eleman teli montaj şekilleri.

Topraklı montaj: Daha hassas ölçüm alınması ya da hızlı sıcaklık değişimlerinin algılanması için uygun bir montaj şeklidir. Elektriksel gürültü problemi olabilecek uygulamalarda tercih edilmeyebilirler.

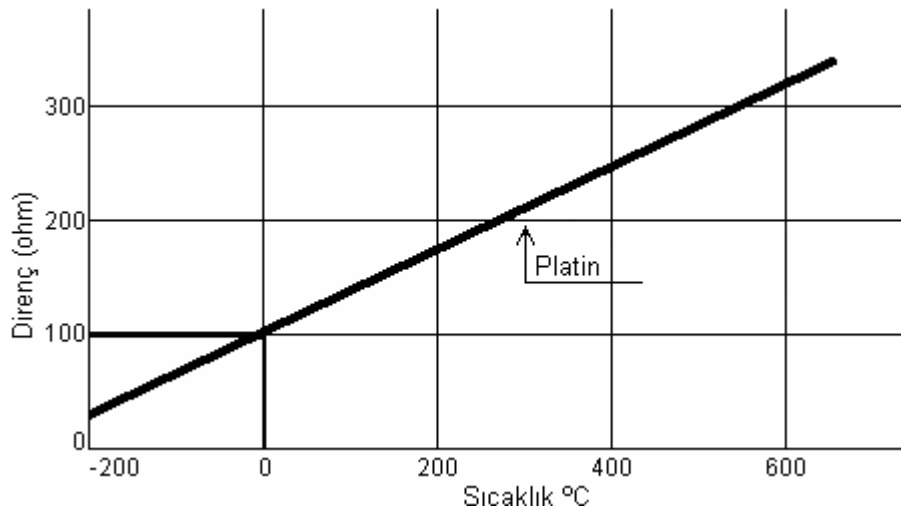
Topraksız montaj: Hemen hemen bütün termokupllarda seçilen yaygın bir montaj şeklidir. Dış koruyucu ile eleman teli arasında herhangi bir kısa devre söz konusu değildir.

Ucu açık montaj: Genellikle bazı özel durumlarda tercih edilir. Hiçbir korozyon, mekanik darbe tehlikesi olmayan hallerde daha hassas ölçüm yapabilmek maksadıyla seçilebilir. Kaynak ucu ortama açıktır.

Termokupllar, çevresinde bulunan 50/60 Hz frekansındaki güç kaynaklarının oluşturduğu gürültüyü bir anten gibi kendine çeker. 2Hz ya da 4Hz'lik bir alçak geçiren filtre kullanılarak bu gürültü ortadan kaldırılabilir. Termokuplun çıkış voltajı sıcaklıkla doğrusallık arz etmez. O nedenle donanım ya da yazılım yoluyla doğrusallık sağlamak gerekir. Sıcaklık sensörleri içinde yaygın olarak kullanılan termokupllar, ucuz, sağlam ve geniş algılama aralığıyla öne çıkmaktadır. Buna karşın termokuplların kullanımında göz önünde bulundurulması gereken durumlar da vardır. Örneğin, doğruluğu yaklaşık 1 °C mertebesindedir. Çok küçük voltaj üretmesi de termokuplların çevredeki gürültüden kolay etkilenmesine yol açmaktadır. Hassasiyetleri çok küçük olduğu için doğru ölçüm yapan aletlere ihtiyaç duyulur.

3.3.2. Dirençli Isı Sensörleri (RTD)

Metallerin çoğunda ısı ile elektriksel dirençleri doğrusala yakın bir şekilde artmaktadır. Bu esastan faydalanılarak RTD'ler yapılmıştır. Üç çeşit RTD vardır. Bunlar platin dirençli, nikel dirençli ve bakır dirençli detektörlerdir. 0 °C'de 100 Ω direnç gösteren platin detektörler. 0 °C'de 110.01 Ω direnç gösteren nikel detektörler ve 0 °C'de de 9.035 ya da 9.032 Ω direnç gösteren bakır detektörler uluslararası IPTS 168 standardına göre ifade edilen detektörlerdir. RTD'ler yapım esasına göre iki uçlu, üç uçlu ve dört uçlu olarak da ayrılırlar, çalışma aralıkları doğrusala yakın olup değerler tablolar halinde standart olarak kitapçıklarında verilir. RTD'lerde yaygın olarak kullanılan platinin sıcaklık – direnç grafiği Şekil 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Platin RTD'nin Sıcaklık – Direnç grafiği.

PT 100 olarak bilinen platin RTD'ler -210 °C ile 850 °C'lik aralığa 1060 °C'lik açıklığa sahiptir. PT 110 nikel RTD ise -100 °C ile 310 °C'lik aralığa 410 °C'lik açıklığa sahiptir. PT 9.035 bakır RTD de -70 °C ile 160 °C'lik aralığa 230 °C'lik açıklığa sahiptir. PT 100'ler genellikle endüstriyel uygulamalarda 800 dereceye kadar sıkça kullanılır, PT110'lar ise genellikle klima sistemlerinde kullanılırlar. RTD'ler kullanım alanlarına göre özel kılıf sistemi ile korunur ve monte edilirler. Bu kılıflar kullanılacak yerin özelliğine göre standart tablolardan seçilirler. Ortamın kimyasal, mekanik ve yıpranma şartlarına göre kılıflar belirlenir. Ayrıca kılıf seçilirken bağlanacak yerin konumuna göre şekiller alır. Örneğin eğik, 1, döner dokunmalı gibi. Şekil 3.10., PT100 sensörünü göstermektedir.



Şekil 3.10. PT100 sensör.

PT100 sensörlerde 1 °C'lik sıcaklık değişimi dirençte 0.384 Ω 'luk bir değişime neden olur. Bu sebeple, direncin ölçümündeki en ufak bir hata bile sıcaklık ölçümünde büyük çapta hataya sebebiyet verir. Hassas ölçümler için 4 telli PT100 sensörleri kullanılabilir, bu tellerden ikisi ölçülen akımı taşımak için diğer ikisi de sensördeki voltajı ölçmek içindir.

3.3.3. Termistörler

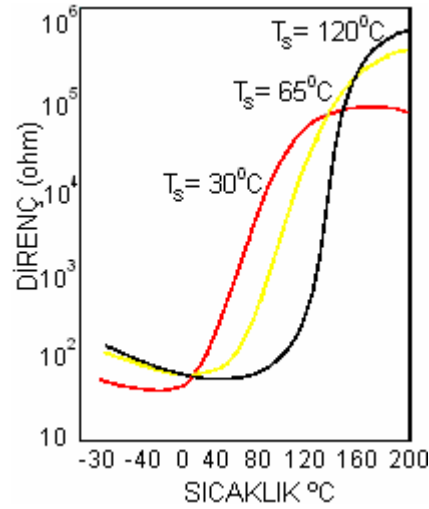
Çevreden aldığı ısı veya içinden geçen akımın oluşturduğu ısı sonucu, sıcaklığının değişimine bağlı olarak direnci değişen elemanlardır. Kısaca, sıcağa

duyarlı direnç olarak tanımlanabilir. Termistörler, sıcaklık sabitine göre iki ana gruba ayrılırlar:

1. Pozitif sıcaklık sabitine sahip dirençler (PTC)
2. Negatif sıcaklık sabitine sahip dirençler (NTC)

3.3.3.1. PTC

PTC, “Pozitif Sıcaklık Katsayısı”na sahip anlamında olup, İngilizce “Positive Temperature Coefficient” sözcüklerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Pozitif sözcüğü, sıcaklık arttıkça termistörün direncinin de arttığını ifade etmektedir. Pozitif sıcaklık sabitine (PTC) sahip dirençler ısındığı zaman, direnç değeri büyür. Metaller, özellikle de baryum, kurşun ve strontiyum titamat ve tungsten bu özelliğe sahiptir. Şekil 3.11.’deki grafikten de görüleceği gibi belirlenen ısı değerlerinde ani direnç değişimi gösterirler.



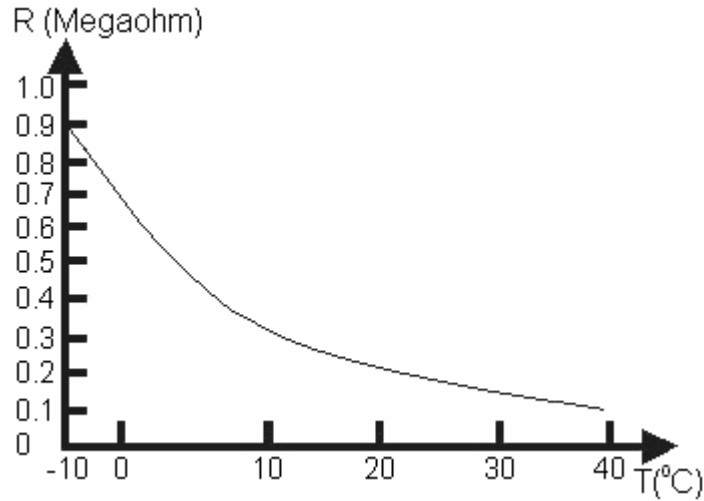
Şekil 3.11. PTC'lerin Sıcaklık – Direnç grafiği.

PTC'lerin çok değişik kullanım alanları vardır. PTC termistörleri genellikle sargılı tip cihazların korumasında kullanılırlar. Örneğin; röleye paralel bağlanan PTC direnç rölenin gecikmeli çekmesini sağlar. Flüoresan lambalarda da starter yerine PTC direnç kullanılabilir. Otomatik ısı kontrol cihazlarında, sıcaklık ölçme

aletlerinde, renkli TV'lerin tüplerinde dış manyetik alanlardan dolayı ortaya çıkan renk karışımlarının önlenmesinde kullanılırlar.

3.3.3.2. NTC

NTC, "Negatif Sıcaklık Katsayısı"na sahip anlamında olup, İngilizce "Negative Temperature Coefficient" sözcüklerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Negatif sözcüğü; sıcaklığın mutlaka ($-^{\circ}\text{C}$) olması gerektiğini değil, sıcaklığın azalmasına karşın, termistörün direncinin arttığını ifade etmektedir. NTC, Germanyum, Silikon ve metal oksitlerin karışımından elde edilen bir yarı iletkenidir. Termistörler, RTD'lerin aksine negatif direnç sabitine sahiptirler. Isı arttıkça direnci düşmektedir. Düşük ısı aralığında yüksek çözünürlüğe sahiptir. Fakat aynı şeyi doğruluk için söylemek mümkün değildir. 0.001°C ısı değişimlerini algılamak mümkündür. Sıcaklık aralıkları, -100°C ile 300°C arasındadır. Bu aralık tek bir termistör için geçerli değildir, temel aralık içindir. Genellikle değerleri oda sıcaklığında ifade edilir. Örneğin, 20°C 'de $12\text{ k}\Omega$ şeklindedir. 40°C 'ye kadar ısıtılan bir ortamdaki NTC direncindeki değişim Şekil 3.12.'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.12. NTC Sıcaklık – Direnç grafiği.

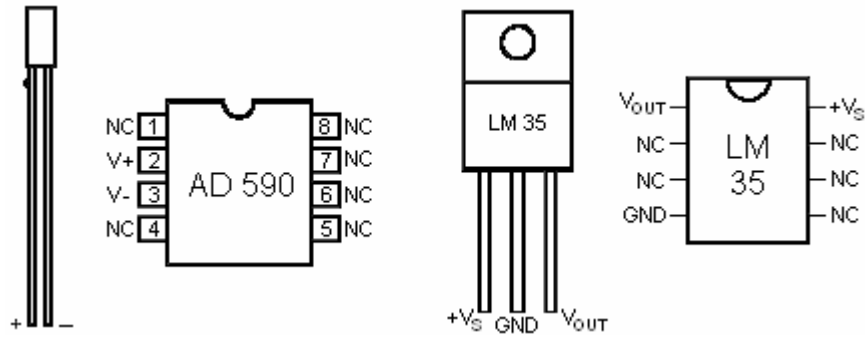
NTC termistörler geniş bir kullanım alanına sahiptir. Motor ve transformatör gibi aşırı ısınması istenmeyen sistemlere yerleştirilen NTC termistörün direnci fazla ısınmadan dolayı küçülen bir alarm ve koruma devresini harekete geçirir. Bir su deposunda seviye kontrolü için yerleştirilen NTC termistör, su seviyesi düşünce ısınarak pompa devresini çalıştırır. Bir motora seri bağlanan NTC termistör, önce

küçük akım çekerek motorun güvenli yol almasını sağlar. Röleye seri bağlanan NTC termistör, rölenin gecikmeli çalışmasını sağlar.

3.3.4. Yarı İletken Isı Sensörleri

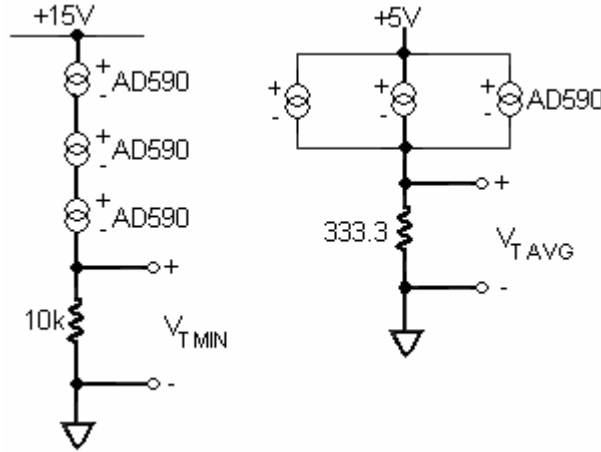
3.3.4.1. Sıcaklık Duyarlı Entegre Devreler

Temel yarı iletken mantığının yongalar (chip) haline sokulması şeklinde elde edilir. Çeşitli tip ve şekillerde mevcuttur. Genel ısı aralığı $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır. AD590 ve LM35 sık kullanılan örnekleridir. Sıcaklık duyarlı entegre devreler genellikle $^{\circ}\text{C}$ başına 10 mV gerilim üretecek şekilde üretilmişlerdir fakat 1mV gerilim üretenleri de mevcuttur. Şekil 3.13.'de AD590 ve LM35 entegre devreleri görülmektedir. Bu entegre devreler oldukça sık kullanım alanları olan ve kolayca bulunabilen türden elamanlardır. Genellikle düşük sıcaklıkların algılanmasında veya kompanzasyon işlerinde kullanılırlar.



Şekil 3.13. AD590 ve LM35 entegre devreleri.

LM35 entegre devreleri, $^{\circ}\text{C}$ için kalibre edilmiştir ve sıcaklık ölçüm aralıkları $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ doğruluk garantisi vardır. $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ için 10 mV gerilim üretirler. 4 V ila 30 V arasında bir besleme gerilimiyle çalışırlar. Düşük empedans çıkışına sahiptirler: 1mA yük için $0.1\ \Omega$. $\pm 1/4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de doğrusalılıklarını yitirirler. Uzaktan kumanda ile yönetilen prosesler için uygundur. Şekil 3.14.'de LM35 entegre devresinin basit kullanım şeklini gösteren devre şeması verilmiştir; tek gerilim kaynağı ile beslenen devre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında sıcaklık ölçümü yapabilmektedir. [National Semiconductor, web sitesi]



Şekil 3.16. AD590 devre içi kullanım.

Birden çok AD590 entegresini devreye seri olarak bağlamakla ölçülen sıcaklık değerlerinin minimumunu almak mümkündür. Öte yandan paralel olarak bağlantı yapıldığında ise ölçülen değerlerin ortalamasını veren bir devre elde edilmiş olur.

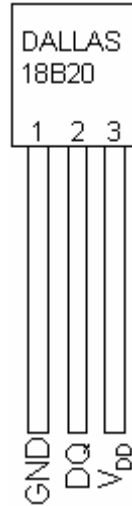
3.3.4.2. Silisyum Diyot

Yarı iletken diyotlarda iletimin sağlanması için gerekli gerilim 700 mV civarındadır. Diyodu iletme geçirebilmek için elektronların iletim bandına sokulması gerekir bu da ancak enerji ile mümkündür. Eğer iletim enerjisinin bir kısmı ısı ile sağlanırsa silisyum diyodun iletim için gerekli gerilimi düşer. Bu gerilim değeri $^{\circ}\text{C}$ başına -2 mV 'tur. Diyodun bu özelliğinden faydalanılarak ısı ölçmede bir yöntem geliştirilebilir. Ancak diyotun ısı ölçmede kullanılabilmesi için ısı aralığının çok düşük olması gerekir. Çünkü $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindeki sıcaklıklar diyot eklemine bozar. Yinede diyot $-50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığında en doğrusal ısı sensörü olma özelliğine sahiptir.

3.4. Projede Kullanılan Dijital Sensör / Termometre

Projede maket evin sıcaklığını ölçmek için Dallas firmasının DS18B20 dijital termometresi kullanılmıştır. Dijital termometre kullanılmasının sebebi ölçülen

sıcaklık değerinin mikroişlemciye dijital olarak aktarılmasıdır. Sensör kullanılarak sıcaklık değeri ölçümü yapılsaydı, sensörden alınan sıcaklık değeri analog olacaktı ve bu değeri mikroişlemcide dijitale dönüştürmek gerekecekti. Şekil 3.17.'de DS18B20 termometresinin önden görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.17. DS18B20 termometre.

DS18B20'nin sıcaklık ölçüm aralığı $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır. $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında ise $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ doğruluğa sahiptir. Termometrenin çözünürlüğü ise kullanıcı tarafından 9 ile 12 arasında seçilebilmektedir. Güç gereksinimini veri hattı üzerinden sağlar böylece de dışarıdan bir güç kaynağına ihtiyaç duyulmaz. Besleme gerilimi ise 3.0 V ile 5.5 V arasındadır. DS18B20'nin kendine özgü 64 bitlik bir seri kodu vardır, bu, birden fazla DS18B20'nin tek kablo üzerinden mikroişlemci ile haberleşmesine olanak verir. Bu sayede bir mikroişlemci ile birçok DS18B20'den veriler alınabilir. Bu özellik sayesinde büyük binaların içindeki sıcaklıkların görüntülenmesinde, HVAC kontrolünde, makinelerde ve donanımlarında ve kontrol sistemlerinin birçok alanında kullanılabilirler [DS18B20 veri sayfası].

3.5. Endüstriyel Sıcaklık Kontrolcöleri

Endüstride gerek kullanım alanlarının çeşitliliğinden gerek spesifik kullanım ihtiyaçları nedeniyle sıcaklık ölçümü için birçok cihaz geliştirilmiştir. Fırınlar,

haddehaneler, metal, cam, boya sanayi, ambalaj, yiyecek – içecek vb, ister küçük çapta isterse büyük çapta olsun birçok proses sıcaklık kontrol cihazlarının denetimiyle işlevlerini sürdürmektedir. Prosesin ihtiyacına göre çeşitlilik arz eden mikroişlemci tabanlı cihazlar, sıcaklık kontrolünün yanında basınç, nem gibi farklı değişkenlerin de kontrolüne olanak sağlamaktadır.

Honeywell firmasının ürettiği sıcaklık iletim cihazlarının 20 farklı termokupl ve RTD'den aldığı sıcaklık bilgilerini aktarabilmesi, gereksiz sensör bağlantılarını tespit edebilmesi ve bağlı sensörlerden herhangi birinde meydana gelebilecek kırılma ya da benzeri bir durumu alarm vererek sistemle uyumlu bir çalışma sağlaması ve RS232 üzerinden bilgisayarlarla bağlantı sağlayabilmesi öne çıkan özellikleridir.

Honeywell firması ürettiği sıcaklık kontrol cihazları ihtiyaca göre 3 üniversal analog giriş ve 4 dijital girişe karşılık 3 analog ve 5 dijital çıkış verebilmektedir. %0.1 doğruluk payına sahip, kızılötesi ve ethernet erişimine uygun bu cihazlar öz uyarılama da yapabilmektedir. Şekil 3.18.'de firmanın yukarıdaki özellikleri haiz bir modelinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.18. Honeywell UDC3500 Sıcaklık kontrol cihazı.

Yerli firma ENDA'nın mikro kontrolör tabanlı PID algoritmali dijital sıcaklık kontrol cihazı sensör seçimini kullanıcıya bırakmaktadır. PT100 ya da termokuplla çalışabilen cihaz, çeşidine göre 230V AC, 24V AC ya da 9-30V DC voltajla çalışmaktadır. Doğruluğu $\pm\%0.2$ (tam skalanın) ± 1 hane'dir. 400ms örnekleme zamanıyla çalışan cihaz, Aç/Kapa, P, PI, PD ve PID kontrol yapabilmektedir. PID parametrelerinin otomatik olarak hesaplanması (self-tuning), seçilebilir Isıtma/Soğutma kontrolü, giriş için off-set özelliği, prob arızası durumunda röle

konumlarını seçebilme, tuş takımı için güvenlik seviyeleri, sadece tuş takımı ile programlama gibi özelliklere sahiptir. Termokupllarla 0 °C ile 1600 °C aralığında ölçüm yapabilen cihaz PT100 kullanıldığında -200 °C ile 600 °C aralığında ölçüm yapabilmektedir. Şekil 3.19.'da firmanın bu işlemlere sahip cihazı gösterilmiştir.



Şekil 3.19. ENDA PID Sıcaklık kontrol cihazı.

4. AKILLI EV TEKNOLOJİSİ VE UYGULAMA ALANLARI

4.1. Akıllı Ev Teknolojisi Nedir?

Teknolojik gelişmelerde insanların ihtiyaçları belirleyici bir faktör olmuştur. Endüstride kullanılan kontrol sistemlerinin günlük hayata uyarlanması ev teknolojilerinin gelişmesini sağlamıştır. İnsanların günlük ihtiyaçlarını karşılama ve konfora duydukları gereksinim ev teknolojileriyle birleşince ortaya akıllı ev ve bina otomasyonunu çıkarmıştır. Günümüzde evin tek noktadan kontrolüne olanak sağlayan ve özel yazılımlarla kontrol işlevini kendi kendine sağlayan ev otomasyon teknolojileri tüketicilerin hizmetine sunulmuştur. Bu tarz sistemlerin gelişimde kişisel bilgisayarlarla uyumlu çalışabilmesi ilke edinilmiştir. Birçok ofiste kullanılan bilgisayarların ağ üzerinden birbirleriyle iletişimde olması da ofis içinden ve dışından (internet, telefon, sms) ofis içi otomasyonun sağlanabilmesine olanak sağlamaktadır. Evlerimizde kullandığımız televizyon, video oynatıcı, çırpıcı, kahve makinesi, mutfak robotu, buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, müzik seti, telefon ve bunun gibi birçok cihaz insanların günlük yaşmalarının ayrılmaz bir parçası olmuş ve artan konfor ihtiyaçlarını karşılamak adına birçok değişime uğramıştır; televizyon, müzik seti ve garaj kapıları için uzaktan kumandalar, kullanıcıya birçok program seçeneği sunan çamaşır ve bulaşık makineleri, fırınlar kahve makineleri ve robotlar için zamanlayıcılar gibi. Günümüzde evin tek bir noktadan kontrol edilmesini sağlayan ve kullanıcı tarafından programlanmaya imkân veren ev otomasyon teknolojileri insanlığın hizmetine sunulmuştur.

Ev ve bina otomasyonu birbiriyle iç içe kavramlardır. Bina otomasyonunda bina içindeki evlerin otomasyonu ile birlikte ortak kullanım alanlarının da kontrolü otomasyona dâhil edilmiştir. Ayrıca binaların karmaşık yapısıyla birlikte getirdiği sorunlar da otomasyon çözümüne dâhil edilmiştir. Öyle ki bir bina otomasyonunda asansörlerin hangi saatte hangi katlara daha çok çağırıldığı ve çıktığı bile izlenerek enerji ve zaman açısından optimizasyona gidilmesine olanak sağlanır.

Akıllı evlerin yerine getirebileceği işler sizin hayal güzünüzle sınırlıdır. Nasıl bir akıllı ev seçeceğinize size bağlıdır; ister tek bir uzaktan kumanda ile ışıkları ve cihazları kontrol edebileceğiniz isterseniz de bilgisayar arabirimi kullanılarak sizin ihtiyaçlarınıza göre programlanmış bir ev.

4.2. Akıllı Ev Teknolojisinin Faydaları Nelerdir?

Akıllı ev teknolojisinin faydalarını üç temel başlıkta toplayabiliriz. Bunlar;

- Enerji tasarrufu
- Güvenlik
- Konfor

4.2.1. Enerji Tasarrufu

Otomasyonun temel prensibi verimliliğin artırılarak enerjiden tasarrufa gidilmesidir. Bir evde gereksiz enerji tüketimine neden olan ve enerji giderlerini artıran etkenleri başlıca: gereksiz yere açık bırakılan ışıklar, kısa süreli hızlı ısıtma ve soğutma için ilgili sistemlerinin yüksek seviyelerde çalıştırılması, gün ışığından etkin faydalanamamak, kullanılmayan bölgelerin ısıtılması, açık bırakılan, unutulmuş cihazlar olarak sıralayabiliriz. Hâlbuki otomasyon sistemiyle kontrol edilen bir evde; gereksiz ışıkların söndürülmesi ve yakılanların %90 parlaklıkta olması ayrıca cihazların elektrik tüketim tarifesinin indirimli zaman dilimlerine göre programlanması %30 oranında, ısıtma enerjisi tüketiminde ise %10 oranında tasarruf sağlandığı gözlenmektedir.

4.2.2. Güvenlik

Akıllı ev otomasyonuna sahip bir evin sağlayacağı güvenliğin klasik alarm sistemlerinin sağlayacağı güvenliğe göre üstün oluşunu en büyük nedeni hırsızlık, yangın, su baskını gibi olayların gerçekleşmeden önlenmesinde yatmaktadır. Bu sebeple güvenlik konusunu iki başlıkta toplayabiliriz.

- Hırsızlığa karşı güvenlik
- Yangın, su baskını ve depreme karşı güvenlik

4.2.2.1. Hırsızlığa karşı güvenlik

Hırsızlığı önlemek için hareket algılayıcılar, kapı ve pencerelere yerleştirilen sensörler ve kameralarla ev gözetim altında tutulur. Ev boş iken eve yaklaşan birisi olduğunda senaryolar yardımı ile ışıklar, müzik seti veya TV gibi cihazlar çalıştırılıp evin dolu olduğu izlenimi verilebilir ve hırsız uzaklaştırılır. Akıllı ev teknolojisinin bir başka üstünlüğü ise tehlike durumlarında önceden belirlenen telefon numaralarının aranarak sesli uyarı veya kısa mesaj yolu ile bildirim yapmasıdır. Bir başka güvenlik unsuru ise temizlik vb. işlemler için haftanın sadece belirli zamanlarında geçerli olan giriş kodları, gece eve geç gelecek bir aile ferдинin eve girişinin sağlanması gibi seçenekler bu sistemleri daha kullanışlı hale getirmektedir.

4.2.2.1.1. Aktif Caydırıcı Sistem

Aktif caydırıcı sistemlerin temel amacı tehlike durumunun hiç oluşmamasını sağlamak, olası bir tehlike durumunda ise tehlikenin uzak tutulmasını sağlamaktır. Meydana gelen hırsızlık vakaları göstermiştir ki alarm sistemleri yardımıyla hırsız eve hapsedmek daha kötü sonuçlara zemin oluşturmuştur. Yakalanmanın verdiği baskıyla hırsız eve ve evdeki değerli eşyalara zarar verebilmektedir.

Aktif Caydırıcı Sistem nasıl çalışır?

Güvenliğin alarm yoluyla sağlandığı, evdeki elektrikli aletlerin güvenliğe dâhil edilmediği sistemler pasif sistemler olarak adlandırılır ve yalnızca tehlike anında devreye girerek alarm verirler. Aktif olarak tabir edilen ve evi tüm olanaklarıyla kontrolü altında tutan sistemler yaşayan sistemlerdir. Aktif sistemlerde amaç tehlikeyi önceden sezerek evden uzak tutmaktır. Saldırı izlenimi verecek herhangi bir duruma karşı mevcut senaryoları devreye alarak aktif şekilde evi savunur. Evde kimse yokken kapıyı çalanların resmini çeker ve tercihinize göre eve

döndüğünüzde veya eş zamanlı olarak size iletir. Klasik alarm sistemlerinin tehlike anında uygulamaya aldığı siren çalma, gerekli yerlerin telefonla aranarak veya kısa mesaj (sms) yoluyla haber verilmesi gibi işlemlere ek olarak evdeki ışıkların yakılması, panjurların kapatılması gibi özellikleri de bünyesinde barındırır.

Ev halkı tatile çıkacağı zaman sistem “tatil moduna” alınır. Tatil modunda günün belli zamanlarında ışıklar bir süreliğine açılıp kapatılır, panjurlar açılıp kapatılır, müzik seti, televizyon ya da diğer elektrikli aletler bir düzen dâhilinde çalıştırılır. Böylece evin dolu olduğu izlenimi verilir.

4.2.2.2. Yangın, su baskını ve depreme karşı güvenlik

Evlerde çıkan yangınlar başlıca fişte unutulmuş cihazlar, elektrik kontakları ve ısıtma sistemlerindeki problemlerinden kaynaklanmaktadır. Otomasyona geçilmiş bir evdeki elektrik şebekesi ve cihazlar kontrol altında tutulduğundan yangın riski minimum düzeydedir. Olası bir yangın veya deprem durumunda ise sistem otomatik olarak gaz vanalarını ve havalandırmayı devre dışı bırakacağından yangının büyümesini engelleyecek, deprem durumunda ise ek bir felakete olanak verecek durumlar ortadan kaldırılmış olacaktır. Yangın veya su baskını gibi durumlar söz konusu olduğunda ev içinde gerekli alarmlar verilerek yaşayanlar durumdan haberdar edilir, ev boş ise ev sahiplerine kısa mesaj yoluyla bilgi verilir. Evde bulunanlarca kontrol altına alınabilecek bir durumsa alarmın boyutu evin içiyle sınırlı kalmakta aksi takdirde gerekli yerlere de bildirim yaparak duruma müdahale edilmesine olanak sağlamaktadır.

4.2.3. Konfor

Tüm canlılar için olduğu gibi insanoğlu için de barınma önemli bir ihtiyaçtır ve insanoğlunu bu konuda diğer canlılardan üstün kılan unsur, yaşadığı yerin koşullarını değiştirebilme yetisidir. Akıllı bir evde sahip olmak isteyeceğiniz konfor, ihtiyaçlarınız doğrultusunda tespit edilebilir. Burada temel prensip, zaman kaybına yol açan işlemlerin otomasyon sistemi tarafından yerine getirilmesini ve normal koşullarda kullanıcı tarafından gerçekleştirilemeyecek işlemlerin yerine getirilerek

hayatı kolaylaştırmasını sağlamaktır. Buradaki en büyük kolaylık size gerek kalmadan sistemin otomatik olarak gerekli işleri yerine getirmesi ve gerektiğinde önceden belirlenmiş senaryoları hayata geçirerek sizin varlığınızı hissedilir kılmasıdır. Bu özelliklerden bazıları;

- ✓ Suyun ve evin sıcaklığının ayarlanması,
- ✓ Müzik setinin veya TV'nin belirli bir saatte çalıştırılması ve kapatılması,
- ✓ Gün ışığına ve hava şartlarına göre tüm perdelerin, panjurların veya bir kısmının açılıp kapatılması,
- ✓ Işık şiddetinin ayarlanması,
- ✓ Sabah belirli bir saatte kahve makinesinin çalıştırılması,
- ✓ Alarm sisteminin kısmen veya tamamen devreye alınması ya da devre dışı bırakılması,
- ✓ Çocuğunuz okula gittiğinde veya okuldan eve döndüğünde size kısa mesajla bilgi verilmesi,
- ✓ Posta kutunuza ileti alındığında size haber verilmesi,
- ✓ Evde kimse yokken kapıyı çalanların fotoğraflarının çekilmesi.

4.3. Akıllı Eve Geçiş İçin Ne Gibi Değişiklikler Yapılmalıdır?

Akıllı bir eve sahip olmak için akıllı ev teknolojisine sahip yeni bir ev almak tek seçeneğiniz değil. Mevcut evinizi de standart özellikleri olan hazır sistemler ve ek özellik modülleri ile ihtiyaçlarınıza ve bütçenize uygun olarak akıllı hale getirebilmek mümkün. Hazır sistemler genelde bir ana kontrol ünitesi, bir kontrol paneli, cihaz denetleyicileri, çeşitli algılayıcılar, uzaktan kumandalar ve bir telefon modülünden oluşur. Algılayıcılar ve denetleyiciler kablosuz veya elektrik şebeke haberleşmeli olarak seçildiğinde evinizde herhangi bir tadilata gerek kalmaz. Elektrik kesintilerinden etkilenmemek ve pile ihtiyaç duyulmaması için kablolu modeller de seçilebilir. Kontrol paneli genelde evin girişine veya daha kolay erişimin sağlanabileceği bir yere monte edilir. Kontrol panelinin büyüklüğü bir kitap ya da ansiklopedi kadardır.

X10 Teknolojisi

X10 teknolojisine sahip cihazlar evinizdeki elektrikli cihazları, ışıkları ve diğer donanımlarınızı mevcut şebeke gerilimi (220V) ile elektrik kabloları üzerinden kumanda etmenize olanak sağlayan bir iletişim dilidir. Mevcut şebekenizi kullanacağı için ek kablolama gerektirmez. X10 cihazları tak / çalıştır tipi cihazlardır; evinize kolayca kurup çalıştırabilirsiniz ayrıca hafif ve taşınabilir ürünler olduğu için dilediğiniz yere götürebilirsiniz. X10 teknolojisine sahip cihazlar, evinizdeki ışıkları ve diğer elektrikli cihazları kontrol edebilmesi için alıcı ve vericilerden oluşan basit bir mantıkla üretilmişlerdir.

X10 Alıcıları

Alıcı modüller kendilerine gönderilen sinyallerin niteliğine göre kendilerine bağlı cihazlara açma, kapama, kısma ve parlaklığı artırma gibi kontrolleri uygularlar. Alıcılar prizlere takılabilen portatif modüller olabileceği gibi buat içi modüller de olabilirler. Şekil 4.1.'de X10 alıcıları gösterilmiştir.



Şekil 4.1. X10 alıcıları.

X10 Vericileri

Verici modüller ise elektrik kabloları üzerinden alıcılara sinyal gönderirler. Alıcılar gelen sinyali yorumlayarak hangi işlemi yapılacağını tespit ederler. Bu sinyallerin anlamları; aç, kapa, kıs, parlaklığı artırır şeklindedir. Vericiler tercihinize göre uzaktan kumanda cihazları, sesiniz, belirlenmiş bir saatte sinyal gönderen zamanlayıcılar veya bir bilgisayar arabirimi olabilir. Şekil 4.2.'de X10 vericileri gösterilmiştir.



Şekil 4.2. X10 vericileri.

4.4. Otomasyona Geçilmiş Bir Evin Özellikleri

Ülkemizde inşaat sektörünün hareketli günler geçirmesi rekabeti de beraberinde getiriyor. İnsanlar normal ev yaşamından sıyrılıp konfor, güvenlik ve teknoloji ile donatılmış evlere yöneliyorlar. Günümüzde evlerin teknolojik özellikleri satın almada belirleyici bir faktör durumda. Dolayısıyla belirli işleri yapmaya programlı sistemlerden ziyade işlevleri kullanıcısının ihtiyaçlarına göre programlanabilen, yeni modülleri eklemeye olanak sağlayan kısacası yeniliklere çabuk adapte olabilecek sistemler ön plana çıkıyor. Örneğin sistemdeki bir hareket algılayıcısı evde kimse yokken ya da geceleri bir alarm tetikleyicisi olarak kullanılabilirken, odaya girildiğinde ışıkların yakılması, odasında uyumakta olan bebeğin hareketlenmesiyle veya bakıma muhtaç ve gözetim altında tutulması gereken bir kişi uzun süre hareketsiz kaldığında telefonla veya telsizle uyarı gönderilmesi için kullanılabilir. Ayrıca evin dışında da *aktif caydırıcı* sistemin bir parçası olarak işlevini yerine getirebilir; eve yaklaşan bir tehlike durumunda senaryolardan birisi devreye alınarak evde yaşayan birilerinin olduğu izlenimi verilebilir.

Akıllı ev otomasyon teknolojilerinin en önemli özelliği her türlü kontrolün tek bir sistem üzerinden sağlanmasıyla ev içindeki her türlü cihazın kontrol paneli, uzaktan kumanda, telefon ya da internet yoluyla kontrol edilebilmesidir. Programlanmaya elverişli bir otomasyon sisteminin gerçekleştirebileceği kontrollerden bazıları:

- ✓ Tek bir komutla perdeleri indirip, ışıkları kısarak, mısır patlatma makinesini çalıştırır, telefonunuzu sessiz konuma alıp televizyon ve DVD oynatıcısını açarak evde sinema keyfi sunar.
- ✓ Kameralarla istenilen evin istenilen bir bölgesini izleyebilme olanağı sağlar.
- ✓ Siz yatarken evdeki tüm ışıkları ve cihazları kapatır, yatak odanızın ışığını kısar, ısıtıcıyı ekonomik konuma alır, gece modunda önceden belirlediğiniz bölgelerde alarmı devreye alır.
- ✓ Geceleri ışıklar sizin bulunduğunuz yerlerde otomatik olarak açılır terk ettiğiniz bölgelerde ise söndürülür.
- ✓ Evin ve suyun sıcaklığı siz uyanmadan ya da işten eve dönmeden sizin daha önce belirlediğiniz seviyeye getirilerek evinizin sizi sıcak bir biçimde karşılaması sağlanır.
- ✓ Sabah evden çıkarken tek tuşla bütün cihazları ve ışıkları kapatır, ısıtıcıyı ekonomik moda alır, evden çıktığınıza dair sekreterinize telefon, kısa mesaj veya internet yoluyla haber verir ve siz çıktıktan belirli bir süre sonra alarm sistemi “ev boş” konumuna alınarak devreye alınır.
- ✓ Işık sensörlerinden aldığı bilgiyle ışıkları, perdeleri ve panjurları günün doğuş ve batış saatlerine göre yakar, söndürür veya kısar.
- ✓ Isıya duyarlı sensörler yardımıyla odaya giren birisi olduğunda ışıkları otomatik olarak yakabilir.
- ✓ Evdeki tüm lambaların ışık şiddeti ayarlanabilir.
- ✓ Belirlediğiniz bir saatte sizi ve çocuklarınızı uyandırabilir.
- ✓ Perde motorları ile güneşlik ve panjurların uzaktan kumanda, kontrol paneli veya telefonla kontrolü sağlanabilir.
- ✓ Evdeki lambaları %90 parlaklıkta yakarak, ampullerin ömrünü iki katına çıkarmakla kalmaz enerji tüketimlerini de %30 oranında azaltabilir.
- ✓ Çamaşır ve bulaşık makinesi gibi fazla elektrik tüketen cihazların akıllı sayaçlarla uyumlu olarak, indirimli saatlerde çalışması sağlanabilir.
- ✓ Siz tatildeyken belirli zaman dilimlerinde ya da eve şüpheli birisi yaklaştığında senaryolar devreye alınarak evin dolu olduğu izlenimi verilebilir.
- ✓ Siz evde yokken kapınızı çalanların fotoğrafları çekilir.
- ✓ Şüpheli bir durum sezildiğinde iç ve dış tüm ışıklar tek bir tuşla açılabilir.
- ✓ İstenilen bölgelerde alarm aktive edilebilir.

- ✓ Bahçedeki çimlerin belirli zaman aralıklarında ve yağmur yoğunluğuna göre sulanmasını sağlar.
- ✓ Duman sensörleriyle yangını algılama ve yangın durumunda evdeyseniz iç sirenle, dışarıdaysanız sizi telefonla arayarak uyarır, eş zamanlı olarak itfaiyeyi arar, gaz vanalarını ve havalandırmayı kapatır. Evde bulunanlar için bulunulan yerden çıkış güzergâhına kadar olan yolu aydınlatarak evin terk edilmesine yardımcı olur.
- ✓ Evde cihazlar ve ışıklar uzaktan kumandayla kontrol edilebilir ve herhangi bir cihazda bir sorun olursa o cihazın elektrik ve suyunu keserek servise haber verir.
- ✓ Ev içi tüm kontroller telefon hattı ve internet üzerinden de gerçekleştirilebilir.
- ✓ Çocuklarınızın okuldan dönüşü size haber verilebilir.
- ✓ Çocuklarınızın odasında bulunan televizyon belirli bir saatten sonra kapatılabilir.
- ✓ Telefon çaldığında televizyon, müzik seti gibi cihazların sesini kapatabilir.
- ✓ Telsiz telefonunuzu evi tümüyle kontrol edebilecek bir kumandaya dönüştürebilir.
- ✓ Hareketleri kısıtlı kişiler uzaktan kumanda ile çevrelerini çok rahat kontrol edebilir ve gerektiğinde yardım çağırabilirler.
- ✓ Garaj kapısının açıldığını algılayarak eve geçiş yolunuzu aydınlatılabilir.

Şekil 4.3., otomasyona geçilmiş bir evde sistemin işleyiş şemasını göstermektedir.



Şekil 4.3. Sistemin işleyiş şeması.

4.5. Kullanılan Cihazlar

Akıllı ev teknolojisine sahip bir evde kullanılan ev aletleri ve işlevleri:

Televizyon: İzlenen programa ve mekânın büyüklüğüne göre renk dağılımını ve sesi ayarlar.

Buzdolabı: Mevsim farklarına ve kullanım alışkanlıklarına göre soğutma ve dondurma seviyelerini otomatik olarak ayarlar.

Çamaşır makinesi: Çamaşır türü, miktarı ve kirlilik oranına göre yıkama ve kurutma stratejisini belirler.

Bulaşık makinesi: Bulaşık miktarına ve kirlilik oranına göre yıkama ve parlatma stratejilerini belirler.

Fırın: Pişirilecek malzemenin cinsine göre sıcaklık ve pişirme süresini ayarlar.

Ocak: Pişirilecek malzemeyi en kısa sürede ve minimum enerji sarfiyatıyla pişirir ayrıca pişirilen ürünlerin yanmasını ve taşmasını önler.

Mikrodalga fırın: Pişirilecek veya ısıtılacak malzemeye göre enerji sarfiyatını minimum seviyede tutarak pişirme veya ısıtma işlemini gerçekleştirir.

Elektrikli süpürge: Süpürülecek zemine ve toz miktarına göre enerji sarfiyatını ve motorun emiş gücünü ayarlar.

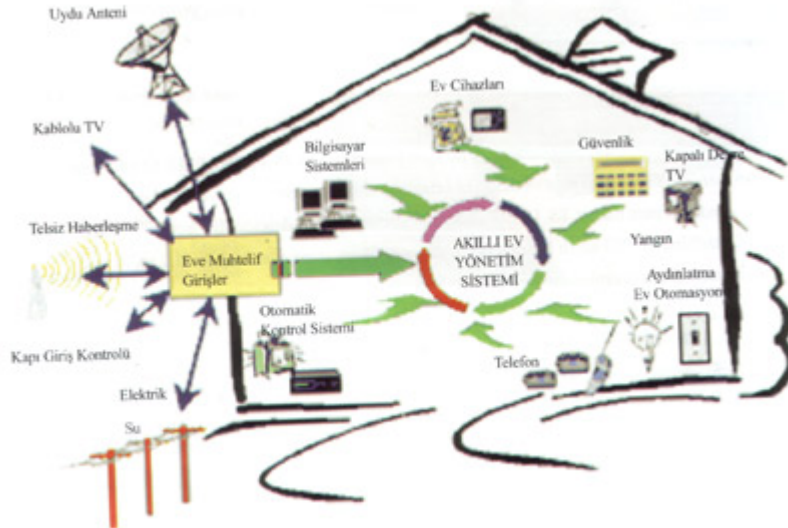
Klima: Ortam sıcaklığına göre gerekli soğutmayı ve enerji tasarrufunu otomatik olarak yapar. Ayrıca ilk çalıştırmalardan gereksiz enerji harcamalarını engeller.

Nemlendirme: Ortamın nem ihtiyacına göre otomatik olarak nem ayarı yapar.

Duş: Suyun sıcaklığını belirlediğiniz seviyede tutarak su sıcaklığındaki değişikliklerden etkilenmemenizi sağlar.

Tost ve ekmek kızartma makineleri: Ekmeğin türüne göre kızartma ve pişirme süresini ayarlar ve enerji tasarrufu sağlar.

Akıllı bir evin elektrik ve elektronik kullanım yönleri, Şekil 4.4.'te verilmiştir.



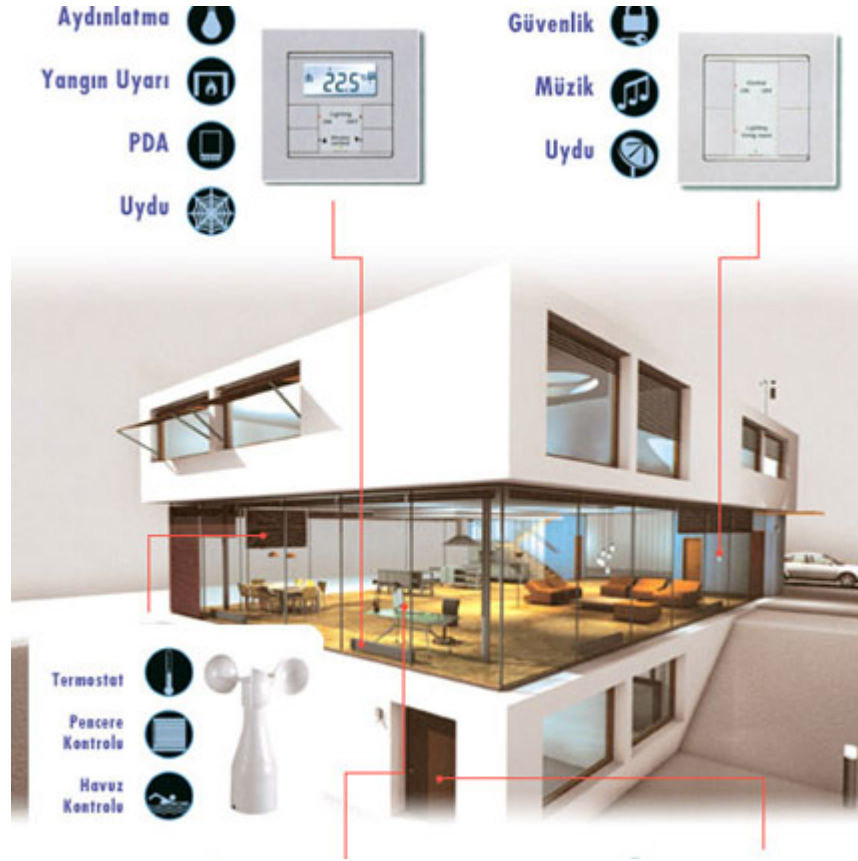
Şekil 4.4. Akıllı bir evin elektrik ve elektronik kullanım yönleri.

4.6. Dünyada Kullanılan Akıllı Ev Teknolojileri ve Yenilikler

Akıllı ev teknolojileri denince insanın aklına ister istemez teknolojinin beşiği sayılan ülkeler akla geliyor. Bu ülkelerin hangi alanda çalışmalarını sürdürdüğü onları izleyen insanlar için bir mihenk taşı niteliğinde. Öyle ki yeni teknolojiye sahip bir ürün yabancı menşeli bile olsa yazılımındaki küçük değişikliklerle Türkçeye çevrilebiliyor ve fazla zaman kaybedilmeden ülkemizde de pazara sunulabiliyor.

Yazılım devi Microsoft firmasının geliştirdiği, Şekil 4.5.'te verilen, teknoloji üssünü andıran akıllı ev şu anda çalışan bir prototip aşamasında ama yakın bir gelecekte son kullanıcının hizmetine sunulması planlanıyor. Evin girişinde bulunan ekran bilgisayarlarda olduğu gibi kişiselleştirilebiliyor. Ekran deseni olarak farklı resimler yerleştirilebilen ekrana dokunarak zile basmak, evde kimse olmadığında sesli mesaj bırakabilmek mümkün. Alınan mesajlar eş zamanlı olarak e-mail ile gönderilebildiği gibi eve ulaşılmca da dinlenebiliyor. Evin giriş kapısında kapı kolu bulunmuyor sebebi ise girişlerde akıllı kart kullanılıyor ve sistemde tanımlanan kişiler retina kontrolünün ardından otomatik olarak açılan kapıdan içeri girebiliyorlar. Kapıdan girince ayakkabıları çıkarırken mini ekrandan evdeki havalandırma, ışık, müzik ve TV'ye ulaşabiliyorsunuz. Evin içinde kullanacağınız her ekranda benzer bir ara yüz kullanıyorsunuz.

Ev içerisinde sesli komutlar vererek ışıklandırmayı, müzik ve TV sistemlerini kullanabilmek mümkün. Kullanılan televizyon ise adeta bir bilgisayarı andırıyor. Televizyon menüsünden haberler, yerel trafik bilgileri, hava durumu gibi anlık bilgilere ulaşılacağı gibi, aynı yayını izleyen başka bir arkadaşımızla görüntülü olarak TV üzerinden sohbet (chat) edebiliyorsunuz. Yine televizyon izlerken mutfaktaki fırına yerleştirdiğiniz yemeğin piştiğini TV'ye gelen uyarı sinyalinden öğrenmek mümkün. Sistem radyo frekansı üzerinden çalışıyor. Ne yemek yapacağımıza mutfaktaki yemek arşivinden karar verdikten sonra yemek tarifini tezgâha yansımış şekilde buluyorsunuz. Yemekte kullanılan malzemeler ve miktarını tezgâhın üstünde görüp sesle vereceğiniz konutlarla başka bir yemeği tercih edebiliyorsunuz.



Şekil 4.5. Microsoft'un geliştirdiği akıllı ev.

Berlin'deki Home - Tech Fuarı'nda Ariston'un Leonardo denilen bir ekranla tüm beyaz eşyaları kontrol ettiği dijital evi ilgi odağı oldu. Ariston'un "Dijital ev"indeki beyaz eşyaları oturduğunuz yerden hatta çalıştığınız yerden, evinizin her tarafına taşıyabileceğiniz "Leonardo" isimli ekran sayesinde kontrol ediyorsunuz. Dokunmatik olan Leonardo, evinizin herhangi bir bölümünden çalıştırmak istediğiniz eşyaya ulaşmanızı sağlıyor. Eşyaları ev dışından kontrol etmek istediğinizde ise devreye Palm avuç içi bilgisayar giriyor. Makineleri ev dışından Palm avuç içi bilgisayarla Merloni'nin resmi internet sitesinden de kontrol edebilme imkânına sahipsiniz. Leonardo ve beraberinde kullanılan Palm avuç içi bilgisayarlar henüz Türkiye'ye gelmedi. Ama Ariston en yakın zamanda bizleri de bu konforla tanıştırmaya kararlı. Şekil 4.6.'da Ariston'un Leonardo ve Palm cihazları gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Ariston'un Leonardo ve Palm cihazları.

Ariston Opera'daki audiovisual alarm sistemi, komut verme silme fonksiyonları kullanılarak, dolaba koyulan yiyeceklerin en iyi şekilde saklanması ve kontrolünü sağlıyor. Ariston ankastre fırınlar tam güvenlikle pişirme özelliğiyle dikkat çekiyor. Ariston Tech ve Class'ta bayanların çok fazla ilgisini çekecek olan kendini temizleme özelliği de var. Fırınlar ayrıca Ariston yemek kitabındaki 15 yemeği hafızasında bulunduruyor. Ariston Margherita Dialogic çamaşır makinesi elektronik göstergesi sayesinde yıkama süresini suyun sertlik derecesini ve gerekli deterjan miktarını ayarlıyor. Ergonomik düğmesi ile yıkanacak çamaşırın cinsi ve yıkama devri otomatik olarak makine tarafından seçiliyor. Elixia bulaşık makinesi "sensör sistemi" ile bulaşıklardaki kir derecesini ölçüyor, dijital göstergeyle yıkama programını, devrini seçiyor ve sürekli takip edilebiliyor. Elixia ayrıca, koşulları uygun olduğunda kendi kendine yıkamaya başlarken, "Duo" yıkama programı sayesinde de aynı anda iki farklı yıkama uygulayabiliyor.

Japonların geliştirdiği ve Tokyo'daki bir fuarda sergiledikleri "akıllı ev" cep telefonundan gönderilen komutlarla işlevleri yerine getiriyor. Aralarında Sony ve Panasonic gibi grupların da bulunduğu 20 Japon elektronik firması tarafından ortaklaşa bir projeye gerçekleştirilen akıllı ev 50 günde 5500 ziyaretçi tarafından ilgiyle izlendi. Evdeki özelliklerden bazıları; evin girişine yerleştirilen posta kutusu eve gelen mektupları ve paketleri teslim alıyor ve "teslim alındı" belgesi veriyor. Kapı girişinde mini kamera siz evde yokken kapınızı çalan kişilerin resimlerini çekiyor. Telefondan vereceğiniz bir talimatla bahçenizi sulayabiliyor, kedinizi veya köpeğinizi besleyebiliyorsunuz. Siz dışarıdayken başlayan yağmur toplanmamış

amaşırlarınızı ıslatacak diye endiŖe etmenize gerek yok, bir telefonla çamaşırlarınızı ıslanmayacak bir bölgeye ektirebilirsiniz. İŖ dönüşü kapınızı anahtarla değil parmağınızı kapıdaki algılayıcıya basarak açıyorsunuz, kapıda sizi sevinç gösterileriyle karŖılayan robot kpeğiniz Aibo. Mutfakta bulunan bir baŖka Aibo ise size o gün gelen mesajları okuyor. Mutfakta bulunan bir ekrandan evin her kŖesini izlemeniz ve gerekli komutları vermeniz mümkün. DVD izlemek istediğinizde ses, görüntü ve ortam ıŖıęı ayarları yapılarak sinema keyfi yaŖamanız sağlanıyor. Odanızın bir kŖesindeki kameralı iletiŖim panonuzdan çocuğunuzun odasını izleyebilir, onunla konuŖabilirsiniz. Buzdolabınız azalan yiyeceklere göre sipariŖ verebilirken, fırınınız internetten milyonlarca yemek tarifi toplayabiliyor, amaŖır makineniz yıkama programını yıkanacakların cinsine göre otomatik olarak seçebiliyor. Aynı Ŗekilde bulaŖık makineniz de bulaŖıkların cinsine göre yıkama programını seçebiliyor. Evdeki tüm cihazlar herhangi bir sorun çıktığında internetten tamirciye haber verebiliyor. Çocukların yatak odaları bilgisayar ve oyun konsollarıyla donatılmıŖ. Bebeğin yatak odasındaki yatak bebeğinizin kalp ritimlerini izleyebiliyor. Elektronik termosunuz belirli bir süre kullanılmadığında elektronik posta yollayabiliyor. Ve daha birçok özelliğin sunulduğu bu evler Japonya'da büyük ilgi görüyor.

Sun Microsystems uygulaması olan e-ev de ise Java ve Jini teknolojisine dayanan ağ teknolojisi kullanılıyor. Örneğin buzdolabı üzerindeki web panelinden internete bağlanarak yemek tarifi alınıp, sipariŖ listesine dönüştürülebildiği gibi mevcut malzemelere uygun tariflerde alınabiliyor. Ayrıca, web panel ile alıŖan bir barkot tarayıcısı sayesinde buzdolabındaki malzemeleri görerek eldeki malzemelere uygun tarifler alınabiliyor. Aynı mutfakta bulunan ağ bağlantılı bir bulaŖık makinesi arızalandığında, teknik servisle bağlantıya geçip problemlerini aktarabiliyor ve çevrim içi olarak arıza giderilebiliyor. Java EtkileŖimli TV sayesinde ise spor karŖılaŖmaları, bir futbol maçında atılan gol, defalarca veya deęiŖik açılardan izlenebiliyor, TV programı kullanıcı tarafından belirlenerek istenilen film istenilen noktadan ileri, geri sarma veya kare dondurma özgürlüğü ile seyredilebiliyor. JavaCard teknolojisi güvenlik zm ise, eve giriŖ yetkisine sahip olamayan kiŖilerin eve zorla girmeye alıŖması durumunda, kapıyı zorlayanın görüntüsünü evin sahibine iletiyor. Wap uyumlu bir telefon ile iŖyerinden, okuldan, arŖıdan kapıyı

çalanları görmek, onlarla konuşmak ve kapıyı açmak mümkün oluyor. Jini bağlantı teknolojisi, Oracle Portal-to-go, Echelon uyumlu Cetebab kapı zili, Intelliworks kapı kilidi ve bir Axis Web kameradan oluşan güvenlik sistemi ile eve girmek isteyen kişiyi tanımlıyor ve kullanıcıyı uyarıyor.

Ericsson'ın kullanıma sunduğu e-hizmet uygulamasıyla çamaşır, bulaşık ve temizlik gibi günlük işlerin yapılmasını, çocukların antrenmana bırakılmasını ve alınmasını, ev ödevlerinin yapılmasını ve yaşlıların bakımında daha özenli olunmasını sağlıyor. Electrolux ile yapılan çalışmada buzdolabını dışarıdan arayıp, evde süt kalıp kalmadığı sorulabiliyor. Ericsson tarafından geliştirilen tasarımda, buzdolaplarının kapısına monte edilecek dokunmatik ekran ile İnternet bağlantısı olan bir mutfak bilgisayarı, bilgisayarın dışarıyla iletişimini ve dışarıdan erişimini sağlayan e-box cihazı bulunuyor.

Medikal Otomasyon Araştırma Merkezi'ndeki uzmanlar ileride insanların tansiyonunu algılayabilen veya ilaçlarını alıp almadıklarını kontrol edebilen akıllı evler yapmayı planlıyorlar. Tuvalette idrar tahlili yapabilecek algılayıcılar üzerinde çalışmalar sürüyor. Özellikle Alzheimer veya kemik erimesi gibi yavaş gelişen kronik hastalıklara sahip olan, yalnız yaşayan ve huzurevine gitmek istemeyen yaşlılar için yararlı olacak. Ev, içinde yaşayan insanın rutin faaliyetlerini izleyerek, uzun vadede bu kişinin günlük yaşamını öğreniyor. Bu rutindeki değişiklikler ileride sistemin dikkatini çekiyor. Örneğin adım atarken bir aksama, ev sahibinin mutfığa girmez oluşu, beslenmesindeki değişiklikler ya da her sabah yaptığı duşu yapmaması halinde sistem sağlık uzmanlarını uyaracak. Deneme amaçlı uygulamada algılayıcılardan gelen bilgiler bilgisayara aktarılıyor. Uzmanlar büyük miktardaki bilgiyi kullanılabilir hale getirecek programlar üzerinde çalışıyorlar. Bütün bu çalışmaların birkaç yıl içinde tamamlanabileceği belirtiliyor.

4.7. Türkiye’de Kullanılan Akıllı Ev Teknolojileri ve Yenilikler

Günümüzde inşaat sektörünün yeniden canlanması akıllı ev teknolojisine sahip evlerin cazibesini de artırdı. Dünyada uygulanan teknolojilere paralel uygulamalara ülkemizde de rastlamak mümkün. Ancak evin sahip olduğu teknoloji arttıkça fiyatı da artış gösteriyor. Evlerin yaşayan organizmaya dönüştüğü şekil Türkiye’de henüz yok. Dünyada, kablolu iletişim ortadan kalkıyor. 300 metrelik kulelerde kablonun ortadan kalkmasının nasıl bir tasarruf sağlayacağı açık. Ev aletleri bluetooth sayesinde kablosuz erişimi zaten kendi aralarında sağlıyor. Bu, binayı oluşturan tüm sistemlere uygulandığında tamamen kablosuz bir dünya oluşacak. Hologramlar kullanılacak. Ülkemizdeki uygulamalar dünyayla kıyaslandığında pek çok ülkeye göre azımsanmayacak bir ölçüde.

Turkcell Siemens işbirliğiyle hazırlanan sistem sayesinde cep telefonumuz ile evimizdeki cihazları kontrol edebilme imkânına sahip olacağız. Turkcell’in altyapısıyla Devlet Su İşleri, Birleşik Oksijen Sanayi, Inteltek gibi kurumların uzun zamandır uygulamakta olduğu “Mobil Telefondan Ortam Yönetimi” teknolojileri son kullanıcıların günlük yaşamlarında kullandığı buzdolabı, çamaşır makinesi gibi cihazlara da uygulanmaya başladı. Cep telefonu üzerinden evinizdeki cihazları uzaktan yönetmenize olanak veren “Akıllı Ev”, Turkcell-Siemens işbirliğiyle hayatımıza giriyor. Akıllı Ev’le, hareket halindeyken bile evinizdeki cihazların durumuyla ilgili bilgi alabilir, ayarlarını değiştirebilir, program akışlarına müdahale edebilirsiniz. Bu sayede örneğin; kapınızı çalan bir arkadaşınızın görüntüsünü cep telefonunuzdan görebilir ve ona kapıyı uzaktan açarak içeri alabilirsiniz. Benzer şekilde bir yolculuğa çıkarken, artık aklınız evde kalmayacak; Siemens’in Serve@Home sistemine sahip ocağınızın veya fırınınızın açık olup olmadığını evinizin dışından öğrenip gerekirse kapatabileceksiniz.

Teknolojinin gelişmesi ve yaşam alanlarına dâhil edilmesi ile birlikte insanların beklentileri artıyor ve teknolojinin avantajlarından yararlanmak, geçirilen zamanı daha kaliteli kılmak önem kazanıyor. Gerek güvenlik gerekse hayatı

kolaylaştıran bir sistem sunan Cardio Akıllı Ev sistemleri işte bu noktada hayal gücünü zorlayabilecek tüm taleplere cevap verebiliyor. Tüm elektrikli ve elektronik cihazların merkezden kontrol edildiği, dokunmatik ekranı sayesinde kullanım kolaylığı sağlayan Cardio Akıllı Ev Sistemi hayatımızın bir parçası haline gelmeye hazır. Şekil 4.7. ve 4.8.'de Cardio ev sistemine ait görüntüler verilmiştir.

Cardio Akıllı Ev Sistemi; kolay kullanımlı resimli menüleri, dokunmatik ekranı, dijital anahtarları, sabit telefon, cep telefonu, uzaktan kumanda, kişisel bilgisayar ile ev ve ofisinizin güvenliğini, aydınlatmasını, ısıtma ve soğutmasını, ses ve görüntü sistemlerini, panjur ve perde ve güneşliklerini, bahçe sulamasını, giriş kapısını, beyaz eşya ve prizlerini kontrol, kumanda ve programlamasını sağlar. Tüm cihaz ve sistemler tek tek programlanabildiği gibi oluşturacağınız farklı senaryolar ile ev ve ofisinizde olmasını istediğiniz ayarları, yapılmasını istediğiniz işlerin tümünü belirlenen zamanlarda sistem tarafından yapılmasını sağlayabilirsiniz.



Şekil 4.7. Cardio Akıllı Ev Sistemi dokunmatik ekranı.

Cardio Akıllı Ev Sistemi güvenlik ile ilgili durumları (hırsız, tehdit, yangın, gaz kaçağı, tıbbi problemler, su taşkını, deprem) kendisi fark eder ve gerekli tedbirleri (gazı, suyu gerekirse elektriği keser) alırken aynı zamanda da size ve gerekli yerlere haber vererek uyarıda bulunur. Siz evde yokken evde birileri varmış

izlenimi uyandırmak için rast gele ışıkları açar kapar. Ayrıca tüm aydınlatma, cihaz ve sistemleri gereksiz kullanılmayacağı için önemli ölçüde tasarruf sağlar.



Şekil 4.8. Cardio Akıllı Ev Sistemi.

Bir ses teknolojileri şirketi olan GVZ, CeBIT Fuarı'nda, Arçelik–CoreNet iş birliği ve GVZ'nin konuşma tanıma - konuşma sentezleme teknolojileri kullanılarak geliştirilen "Akıllı Ev"ini sergileyerek Türkiye'de bir ilke imza attı. Otomobilde olduğu gibi sahibini sesinden tanıyarak verilen komutları uygulayabiliyor. Akıllı Ev'ler ana sistemde yer alan bir sunucu üzerinden yönetiliyor. Kablosuz bir mikrofon aracılığı ile ev sahibinin sesli komutu, evin içinde nerede olursa olsun, evin belli bölümlerine yerleştirilen alıcılarla sisteme ulaşıyor. Müzik, film, ışık ayarları, kapı açıp kapama, gibi belli modların yüklendiği sistem sayesinde ev sahibi istediği yerden müzik dinleyebiliyor, film seyredabiliyor, evin ısını ayarlayabiliyor veya evin ışıklarını açıp kapatabiliyor. Sadece tanıdığı sese kapıları açma özelliği bulunan Akıllı Ev, böylece hırsızların eve girişini de önlüyor.

Türkiye'nin bilgisayarla donatılmış ilk Akıllı Ev'i Complex fuarında kuruldu. Mutfak, hobi odası, salon, çocuk odası ve ofis bölümünden oluşan Akıllı Ev Sinpaş Yapı Endüstri'nin sponsorluğunda, IBM "smart home" çözümleri ile oluşturularak

CompeX'te ziyaretçilere sunuldu. Akıllı Evin fiyatı ise 145 m² olduğu hesaplandığında 119 milyar lira olarak belirlendi. Evin dünyada hazırlanan örneklerinden en büyük farkı, bugün bile erişilebilir ürünlerle kurulmuş yaşayan bir ev olması. Akıllı Ev ve içindeki cihazlar 24 saat 7 gün internet erişimli herhangi bir araçtan, kilometrelerce uzaktan kontrol edilebiliyor. Cep telefonu ya da benzer internet erişimli bir cihaz ile evin sıcaklığı ayarlanabiliyor, güvenlik ve hırsız alarmı açılıp kapatılabiliyor. Akıllı Eve hırsız geldiğinde ise ev size ve güvenlik merkezine SMS ile mesaj gönderiyor. Akıllı Evin özellikleri ise Arçelik'in bluetooth teknolojisi ile haberleşen Orbital serisi Akıllı buzdolabı, çamaşır ve bulaşık makinesi, aspiratör ve fırın internet erişimli herhangi bir cihazdan kontrol edilebiliyor. Buzdolabı, içindeki ürünleri tanıyabiliyor ve siz markette alışveriş yaparken cep telefonu ile buzdolabına bağlanarak size eksiklere göre alışveriş listesi gönderebiliyor. Buzdolabının manüel olarak kullanılan tüm fonksiyonları (hızlı dondurma, tatil modu, ısı ayarı vb.) uzaktan bir PC, avuç içi bilgisayar ya da cep telefonundan kontrol edilebiliyor. Bulaşıkları ve çamaşırları ofisinizden yıkatmak, tüm süreçleri takip etmek de Arçelik Akıllı ürünlerinde mümkün. Tüm ürünler, arıza durumunda servise ve size mesaj göndererek durum raporu verebiliyor. Tatilden dönerken, kilometrelerce uzaktan bir cep telefonu ile evin sıcaklığı ayarlanabilirken, siz evde yokken davetsiz misafirlere geçit verilmiyor. Eve yerleştirilen sensörler, hırsız algılaması ile birlikte evin ışıklarını ve panjurları otomatik olarak devreye sokarak evin boş olmadığı izlenimini verirken, size ve güvenlik sistemine SMS ile hırsız alarmı verebiliyor. Eve girmeye çalışan hırsızın fotoğrafını çekerek polise olası teşhis durumunda delil sağlayabiliyor. Çalışan anne ve babalar için çocuklarınızla her dakika ilgilenebilme imkânı da veriyor. Ofisinizden evdeki kamera sistemine bağlanarak TV üzerinden çocuklarınızı kontrol edebiliyor ve konuşabiliyorsunuz. Çocuklarınız okuldan döndüğünde size haber verebilirken, yine PC'niz üzerindeki fırın menüsü ile yemekleri ısıtmanızı mümkün kılıyor. Akıllı Evin salonunda ise dijital ses ve görüntü teknolojisiyle sinema keyfini Beko sunuyor. Apple Bilkom'un hazırladığı hobi odasında ise dijital albümler yapıp, doğum günü veya her türlü özel gün görüntülerini DVD veya VCD haline getirmek mümkün. Akıllı Evde kapıya gelen ziyaretçiyi evin dışındaki kamera siz TV izlerken otomatik olarak ekrana yansıtıyor. Evdeki yağmur sensörleri, yağmuru algılayarak evdeki açık panjurları otomatik olarak kapatabiliyor.

VİKO, yeni markası “Smart Life” ile akıllı ev kavramını herkesin kullanabileceği bir teknoloji haline getirmeyi amaçlıyor. Belçika’lı Niko N.V ile yaratılan işbirliği çerçevesinde tüketiciyle buluşan Smart Life, her türlü ev elektroniği cihazıyla uyumu sayesinde her evde uygulanabilme özelliğine sahip bulunuyor. Kullanıcı açısından en önemli avantajlarından biri, istenildiğinde pano üzerinden manüel kullanım kolaylığı sunmasıdır Her marka beyaz eşya veya elektrik cihazı sisteme entegre edilerek akıllı hale getirilmektedir. Örneğin pencere açık olduğunda, önce pencereyi ardından perdeyi kapatmayı sağlayacak mantıksal süreçte sahip bir alt yapısı vardır. Genel yapısı ise şu şekilde; tüm sistem bileşenleri tek kablo üzerinden haberleşebiliyor. Klasik tesisatlarda bulunan buvat eklemeleri kaldırıldığı için daha güvenli ve estetik. Aydınlatma, panjur-perde, iklimlendirme, konfor, müzik ve güvenlik tek merkezden kontrol ediliyor. Evdeki diğer uzaktan kumandaların tüm özellikleri, dokunmatik ekranlı kumandada toplanıp, her cihaz aynı kumanda ile yönetiliyor. Sonradan ihtiyaç duyulabilecek ekleme ve değişiklikler tadilat gerektirmeden sisteme kolaylıkla entegre edilebiliyor. Anahtar tuşlarında 230 Volt yerine, 9 Volt ile daha güvenli bir ortam sağlanıyor. Tadilat istenmeyen yerler için kablosuz çözümler mevcut. Sistemde her marka anahtar ve priz serisi kullanılabilir.

Schneider Electric’in geliştirdiği UniQHome, bir evin elektrik kontrolü gerektiren tüm detaylarını tek bir kumandayla veya gerekirse cep telefonu ile kontrol altına alınmasını sağlıyor. Koltuktan kalkmadan sadece tek bir kumanda ile salon perdelerinin kapatılıp sinema perdelerinin indirilmesi sağlanabilecek ve DVD oynatıcısı çalıştırılabilir. Evden uzakta olduğu zamanlarda önceden programlanan kontrol sistemi ile evin içerisindeki ışık simülasyonlarıyla evde hayat devam ediyor hissi uyandırılabilir. Sistem, hırsızlık, gaz kaçağı gibi alarm durumlarında yine cep telefonu aracılığıyla kişiyi uyarabilecek.

Ülkemizdeki akıllı binalardan Polat Tower Residence’da uygulanan teknolojilerden bazıları ise; deprem algılayıcıları elektrik, gaz ve su sistemini güvenli düzeye çeker, anons ile insanların deprem sırasında uyanık olmalarını sağlar. Aynı zamanda bu algılayıcılar bina için önemli bilgiler kaydeder. İnsanlar tarafından hissedilmeyen küçük sarsıntıları ve binanın bunlara karşı gösterdiği tepkileri ölçerek

olası büyük sarsıntılar için binanın düzenlenmesini sağlar. Elektriği klasik kablo bağlantıları yerine Busbar sistemi ile iletilmektedir. Birbirine geçmeli küçük modüllerden oluşan bu sistem sayesinde herhangi bir problem anında, örneğin olası bir deprem anında modül kopar ve elektrik kesilir. Binalarda kazan daireleri genellikle binanın altında bulunur. Kazan dairesi üst katta tutularak büyük bir önlem alınmıştır. Akıllı kazanlardır ve senkronize çalışırlar. Kullanım ihtiyacına göre çalışma düzeylerini otomatik belirleyip enerji tasarrufu sağlarlar.

Su seviyesi elektronik ortamda izlenmekte ve herhangi bir müdahaleye gerek olmaksızın otomasyon bilgisayarları tarafından gerekli dolum ve kontroller yapılmaktadır. Bina içerisindeki tüm su dolaşımı da aynı şekilde elektronik olarak izlenmektedir. Bilgisayar sistemi, su dolaşımındaki herhangi bir problemi otomatik olarak algılayıp servisi anında harekete geçirir. Asansörler otomasyon sistemi sayesinde kullanım alışkanlıklarını takip eder. Örneğin; her sabah 07:00'da 20. kattaki konutundan çıkan bir konut sahibi birkaç gün sonra sistem tarafından otomatik algılanır ve asansör tam vaktinde onu hazır bekler. Veri bankasında biriken bu istatistik sayesinde de tehlike anında asansörler en çok ziyaret edilen katlara otomatik yönelerek tahliye işlemini hızlandırır. Asansörler ağırlık kontrollüdür. Dolduğu anda diğer katlara uğramadan ilk istasyona doğru yönelir ve zaman kaybını önler. Yanlış kat düğmesine basıldığı zaman iptal edilebilir böylece yine zamandan tasarruf sağlanmış olunur. Şekil 4.9.'da Polat Tower Residence'in dış görünüşü verilmiştir.



Şekil 4.9. Polat Tower Residence.

5. SICAKLIK KONTROLÜNE DAYALI EV OTOMASYON SİSTEMİ

5.1. Gerçekleştirilen Sistemin Donanımı

Tezin amacı, ev otomasyonunda önemli bir yeri olan sıcaklık kontrolünü gerçekleştirmek için bir maket ev üzerinde programlanabilen, mikro denetleyicili bir kontrol sistemi tasarlamaktır. Sıcaklık kontrolünde amaç, kullanıcı tarafından girilen set değerine sistemi olabildiğince çabuk ulaştırmak ve bu değerde sabit tutmaktır. Sıcaklık kontrolünde kontrol yöntemi olarak PID kontrol mantığı kullanılmıştır. PID kontrol prensipleri ile mikro denetleyici programlanmış ve sistemin optimum düzeyde sıcaklık kontrolü yapması sağlanmıştır. Ayrıca maket evin donanımına eklenen bir lamba devresi ile de ev içindeki ışıkların kullanıcı tarafından belirlenen bir zamanda açılıp kapatılmasına olanak verilmiştir. Işıklandırmayla, akıllı ev teknolojilerinde elektrik tasarrufu sağlamak amacıyla evin belli bölgelerinde ışıkların otomatik olarak kapatılmasını göstermek etmek ve aktif caydırıcı sistemin bir parçası olarak evde kimsenin olmadığı zamanlarda evde yaşayan birilerinin olduğu izleniminin verilmesi amaçlanmıştır.

Gerçekleştirilen sistemin donanımında ana kontrol ünitesi olarak Microchip firmasının PIC18F452 mikro denetleyicisi kullanılmıştır. Evin ısıtılması için fön makinelerinde kullanılan rezistanslardan yararlanılmıştır. Rezistansı sürmek için bir de “dimmer” devresi tasarlanmıştır. Hem evin soğutulması hem de ısıtılırken ısının dağıtılması için 12V’la çalışan, bilgisayar kasalarında kullanılan fanlardan kullanılmıştır. Sıcaklığın ölçümü için Dallas firmasının DS18B20 dijital termometresi kullanılmıştır, termometrenin dijital çıkış vermesi diğer entegrelere nazaran tercih sebebi olmuştur. Menü işlemleri ve kullanıcı girişleri için tuş takımı ve 2×16’lık LCD ekran kullanılmıştır. Tuş takımı olarak Tunik firmasının ev telefonları için ürettiği hazır modül kullanılmıştır. Evde ışıklandırmayı sağlamak amacıyla da 12 V’la çalışan küçük bir ampul kullanılmıştır. Ayrıca anlık verileri bilgisayardan izleyebilmek amacıyla RS232 portu devreye eklenmiştir.

5.1.1. Kurulan Maket Ev

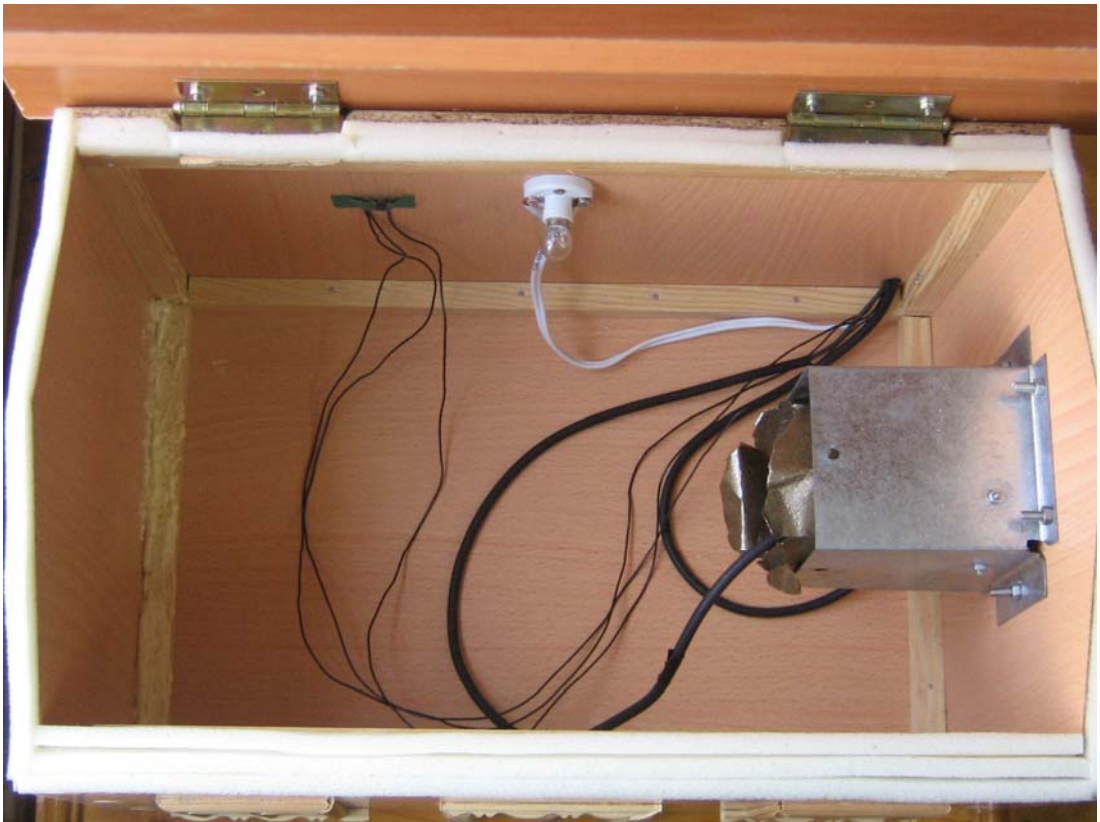
Yapımı gerçekleştirilen maket ev 40 cm genişliğinde 27 cm eninde ve 27 cm yüksekliğinde olup ayrıca arka kısmında devrelerin monte edildiği 38.4 cm genişliğinde ve 10 cm eninde bir uzantıyı barındırmaktadır. Evin yapımında 8 mm kalınlığında sıkıştırılmış ağaç malzemenen yararlanılmıştır. Evin iç hacmi ise 23116.032 cm^3 'dür. Evin önden, arka kısımdan (devrelerin monte edildiği) ve üstten çekilmiş görüntüleri Şekil 5.1., 5.2. ve 5.3.'te verilmiştir.



Şekil 5.1. Maket evin önden görüntüsü.



Şekil 5.2. Maket evin arkadan görüntüsü.

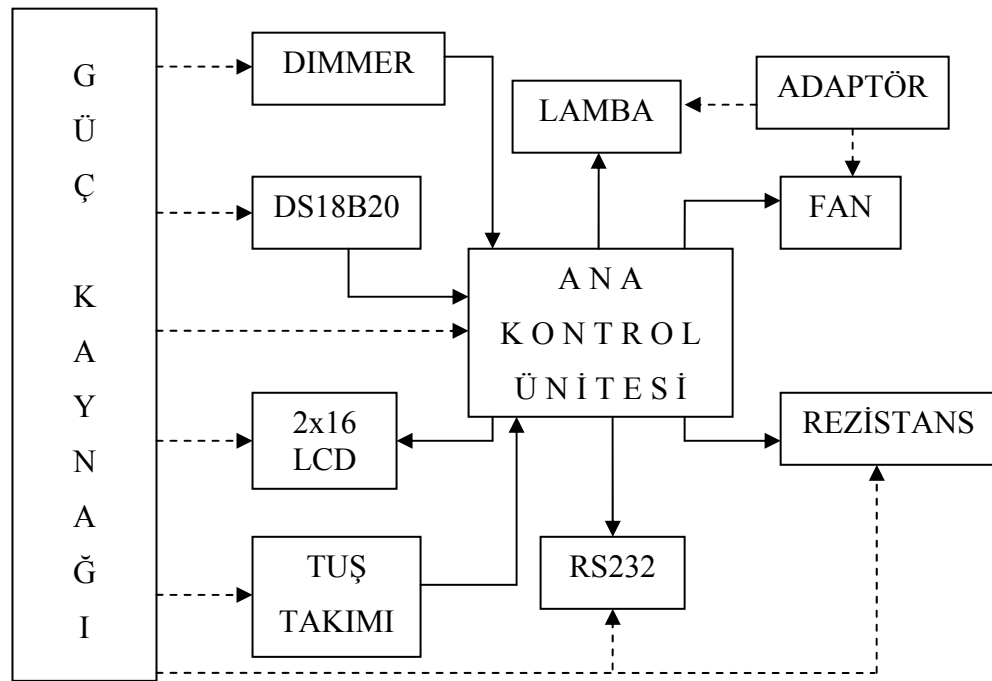


Şekil 5.3. Maket evin üstten görüntüsü.

Maket evde kullanılan rezistans bir flanş muhafazaya yerleştirilerek evin yan duvarına fanın tam önüne yerleştirilmiştir. Rezistansın üzeri amyant kâğıdıyla kaplanarak dış yüzeyinde bulunan metal flanşın ısınması ve evin ahşap kısımlarına zarar vermesi önlenmiştir.

5.1.2. Kullanılan Sıcaklık Kontrol Elemanları

Projede kullanılan kontrol elemanlarını blok şema halinde gösterecek olursak;

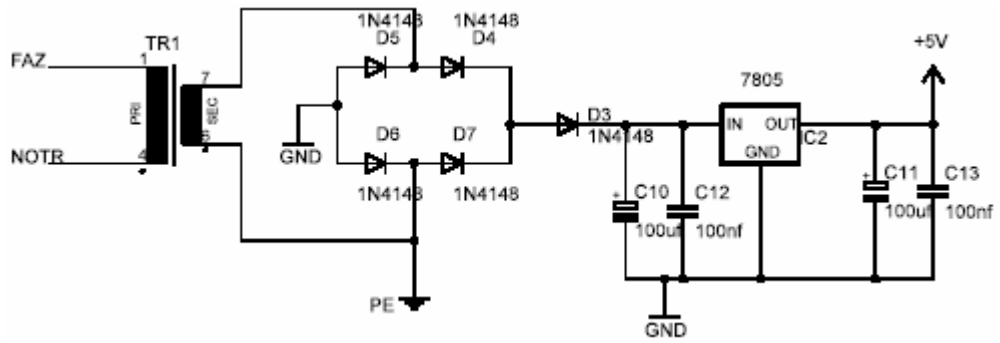


Şekil 5.4. Donanımın blok diyagramı.

Şekil 5.4.'te verilen donanımın blok diyagramında güç kaynağından ve adaptörden çıkan kesikli oklar güç akış yönünü, diğer bloklardan çıkan oklar ise veri akış yönünü göstermektedir. Donanımda kullanılan elemanların listesi EK 3'te verilmiştir. Blokların içyapısını inceleyecek olursak;

Güç kaynağı ve adaptör:

220V AC olan şebeke gerilimini sistemin ihtiyaç duyduğu 13.2, 7.2, 5.2V DC gerilimlerine dönüştürür. Şebeke gerilimi, bir trafodan geçirilerek 12V AC gerilime dönüştürülür. Sonra bir köprü diyot ve kondansatörle, yaklaşık 17 V'luk DC gerilime dönüştürülür. Bu gerilimden, 7805 tümeşik devresi ile 5V'luk bir gerilim elde edilir. Elde edilen 5V'luk gerilim, röleler, mikro denetleyici, dijital termometre, LCD ekran ve dimmer devresi için tetikleme voltajı olarak kullanılır. Ayrıca, 12V'luk bir adaptörle de fan ve lamba için gerekli besleme voltajı sağlanmış olur. Güç kaynağının devre şeması Şekil 5.5.'te verilmiştir.



Şekil 5.5. Güç kaynağının devre yapısı.

Ana kontrol ünitesi:

Sistemin tüm kontrolü ana kontrol ünitesinden sağlanır. Ana kontrol ünitesini meydana getiren mikro denetleyici (PIC18F452) 20MHz lik çalışma frekansına sahiptir. Ana kontrol ünitesinin devre yapısı Şekil 5.6.'da verilmiştir. Mikro denetleyicinin veri sayfası EK 1'de verilmiştir.

RD3 Rezistans çıkışı

LCD ekran:

LCD ekran, menülerin, saatin, anlık sıcaklığın, istenilen sıcaklık değerinin, ışığın açılıp kapanma zamanlarının gösterilmesini, ayarlanmasını ve görüntülenmesini sağlar. Standart LCD paneller +5V ile çalışmaktadır. Projede kullanılan LCD panel 2×16'lık olup 5 V'luk besleme gerilimi ile çalışmaktadır.

RS (register select): RS girişi "0" (düşük) olduğu zaman LCD panelin komut saklayıcısı, "1" (yüksek) olduğu zaman ise veri saklayıcısı seçilmiş olur.

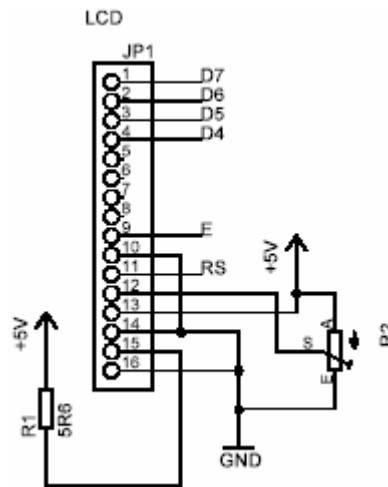
R/W (read/write): Bu giriş düşük yani "0" olduğunda, LCD panel yazma modundadır. "1" olduğunda ise okuma modundadır.

E (enable): PORTB üzerine 8 bitlik veriyi yerleştirdikten sonra LCD panelin, panelin E ucu ile buradaki veriyi okuması sağlanır. Bunun için E ucuna darbe gönderilir.

VO (kontrast): Buradaki direncin değerini artırarak panelin kontrastı düşürebilir, azaltarak da kontrastı yükseltilebilir.

DATA: LCD veri uçları doğrudan mikro denetleyiciye bağlıdır böylece istenilen komut ya da veri LCD panele gönderilebilir.

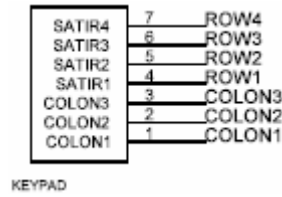
LCD panelin devre yapısı Şekil 5.7.'de verilmiştir.



Şekil 5.7. LCD panelin devre yapısı.

Tuş takımı:

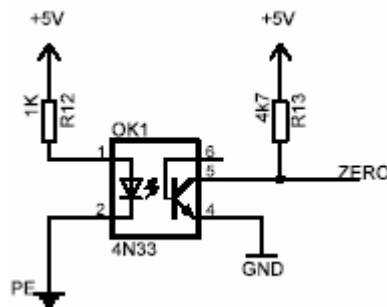
Kullanıcının menü içinde dolaşması ve cihazı programlaması için matris tuş takımı kullanılır. Bir tuşa basıldığında mikro denetleyici tuş takımını tarayarak hangi tuşa basıldığını bulur. Tarama işlemi şu şekilde yapılır: tuş matrisinin sütunlarına, sadece biri lojik 0 diğerleri lojik 1 gerilim seviyelerinde olacak şekilde bir işaret uygulanır ve klavye matrisinin satırları okunur. Eğer birinci sütun lojik 0 iken birinci sütundan bir tuşa basıldı ise basılan tuşun olduğu satır lojik 0 olur, diğerleri lojik 1'dir. Aynı prosedür ikinci ve üçüncü sütun için de uygulanır. Bu işlem bütün sütunlar bitinceye kadar devam eder ve basılan tuş bulunur. Projede kullanılan tuş takımı 3 sütun ve 4 satırdan oluşmaktadır. Tuşa basılmadığında satırlardan okunan bilginin 1 olma nedeni, mikro denetleyicinin PORTB'deki dâhili pull-up dirençlerinin aktif olmasındandır. Şekil 5.8., projede kullanılan tuş takımının devre yapısını göstermektedir.



Şekil 5.8. Tuş takımının devre yapısı.

Dimmer devresi:

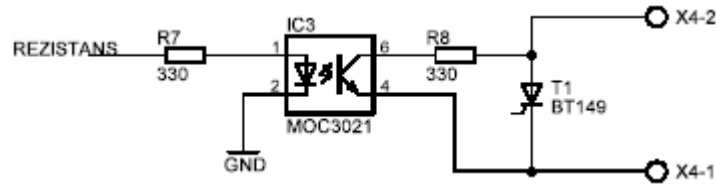
Şekil 5.9.'da verilen Dimmer devresi şebeke gerilimi her 0V noktasından geçtiğinde, mikro denetleyiciye bir kesme vermek için kullanılır.



Şekil 5.9. Dimmer devresi.

Rezistans çıkışı:

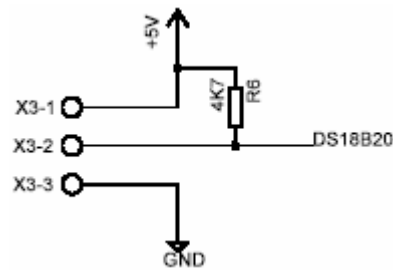
Rezistansa (dirence) giden ucun kontrolü için kullanılır. Güç çıkışındaki triak, bir opto-triak kullanılarak tetiklenir. Böylece şebeke gerilimi ile sistem birbirinden yalıtılmış olur. Röle devresindeki diyot, röle iletimden çıkarken, endüktansta oluşacak gerilimin, transistöre zarar vermesini önlemek için kullanılır. Projede kullanılan rezistans çıkış devresi Şekil 5.10.'da verilmiştir.



Şekil 5.10. Rezistans çıkış devresi.

Sensör:

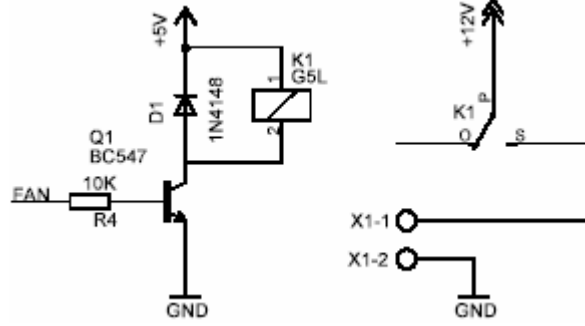
Projede sıcaklık sensörü olarak sıcaklığı ölçüp sıcaklık değerini dijital olarak dışarı veren DS18B20 dijital termometresi kullanıldı. Şekil 5.11.'de devresi gösterilen DS18B20, $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıkları ölçen, 9–12 bit çözünürlüğü olan alarm fonksiyonu bulunan programlanabilir bir dijital termometredir. Sıcaklığı ölçmesi, dışarıya sıcaklık değerini seri olarak verebilmesi ve diğer fonksiyonları yerine getirebilmesi için çeşitli komutlara ihtiyacı vardır. Projede bu komutlar mikro denetleyicimiz olan PIC18F452 ile DS18B20'ye gönderildi.



Şekil 5.11. DS18B20 termometre devresi.

Fan:

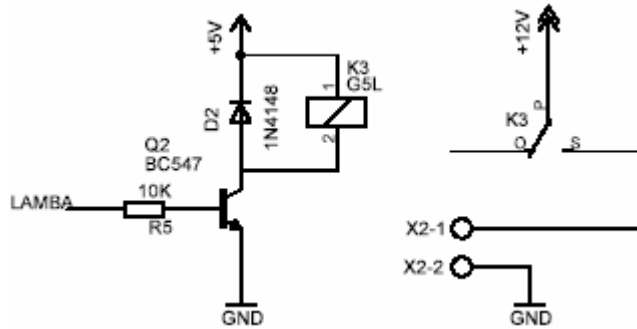
Mikro denetleyiciden gönderilen komutlarla 12 V'luk röle tetiklenir ve fan sürülür. Şekil 5.12.'de projede kullanılan fan tetikleme devresi verilmiştir.



Şekil 5.12. Fan tetikleme devresi.

Lamba:

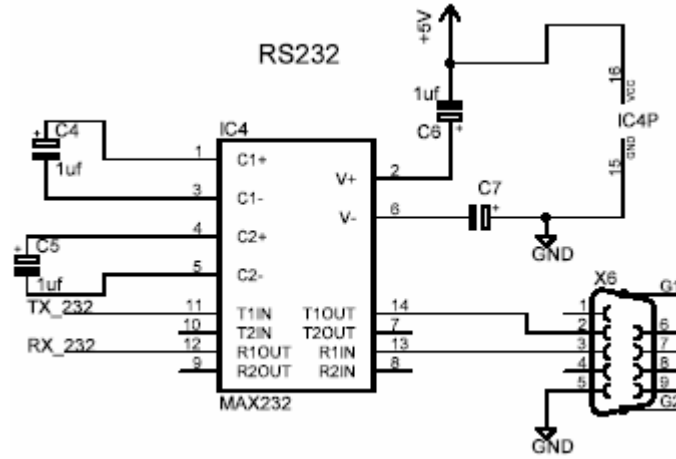
Mikro denetleyiciden gönderilen komutlarla 12 V'luk röle tetiklenir ve lamba açılır ya da kapatılır. Projede kullanılan lamba tetikleme devresi Şekil 5.13.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Lamba tetikleme devresi.

RS232:

5 V'la beslenen max232 entegresi kullanılarak mikro denetleyici ile bilgisayar arası bağlantı sağlanır. RS232 5V'u bilgisayarın anlayabileceği seviyeye çeker, lojik düzenlemesini yapar. RS232'nin devre yapısı Şekil 5.14.'te verilmiştir.



Şekil 5.14. RS232 devresi.

5.2. Gerçekleştirilen Sistemin Çalışma Prensibi

Sistem çalışmaya başladığında önceden girilen set değeri için kontrol uygulamaya başlar. Ölçülen sıcaklık değeri ile set değeri karşılaştırılarak sisteme verilecek güç belirlenir. Ölçülen sıcaklık değeri set değerinin altındaysa, kaç derece düşük olduğuna (hatanın büyüklüğüne) bakılarak rezistansa verilecek güç ayarlanır. Rezistansa güç verilirken fan da elde edilen ısıyı evin içine hızlı bir şekilde dağıtmak için açık tutulur. Ölçülen değer set değerinin üzerinde olması durumunda ise rezistansa verilen enerji kesilir fakat fan çalışmaya devam eder. Bu kez fanın işlevi, ev içerisinde oluşan fazla ısıyı bertaraf etmektir. Sıcaklık set değerine oturduğunda hem fan hem de rezistans kapalı tutulur. Bozucu etkiler sebebiyle meydana gelecek herhangi bir sıcaklık değişiminde 1 °C ve katları algılanır, sistem hatanın büyüklüğüne göre yeniden kontrol uygulamaya başlar. Devrenin çalışması, dört ana başlık altında incelenebilir.

Dış Kesmeler:

Mikro denetleyicinin dış ortamdan aldığı kesmelerden (interrupt) biri, RB0 ucundan alınır. Bu uç, sistemde şebeke gerilimi 0V noktasından geçtiğinde, mikro denetleyiciye bir kesme oluşturur. Bu kesmenin yardımı ile mikro denetleyici şebeke geriliminin hangi noktada olduğunu anlar ve istenen güç çıkışına göre triakları tetikler. RB0 ucu şebeke geriliminden bir opto-kuplör ile izole edilmiştir.

Girişler:

Kullanıcının tuş takımı üzerinden girdiği değerler RB1-RB4 portları üzerinden mikro denetleyiciye aktarılır. Mikro denetleyici kullanıcı tarafından girilen veriye göre kontrol uygular. Termometre ile okunan sıcaklık değeri RD2 portundan mikro denetleyiciye iletilir, set değeri ile karşılaştırılarak varsa hata değeri bulunur. Bulunan hata değerine göre dimmer'dan mikro denetleyiciye kesme girişi yapılır. Bu girişe göre mikro denetleyici triakların tetiklenme zamanlarını ayarlar. RC7 seri port girişi ise mikro denetleyicinin seri porttan veri alımı yaptığı uçtur (terminaldir).

Çıkışlar:

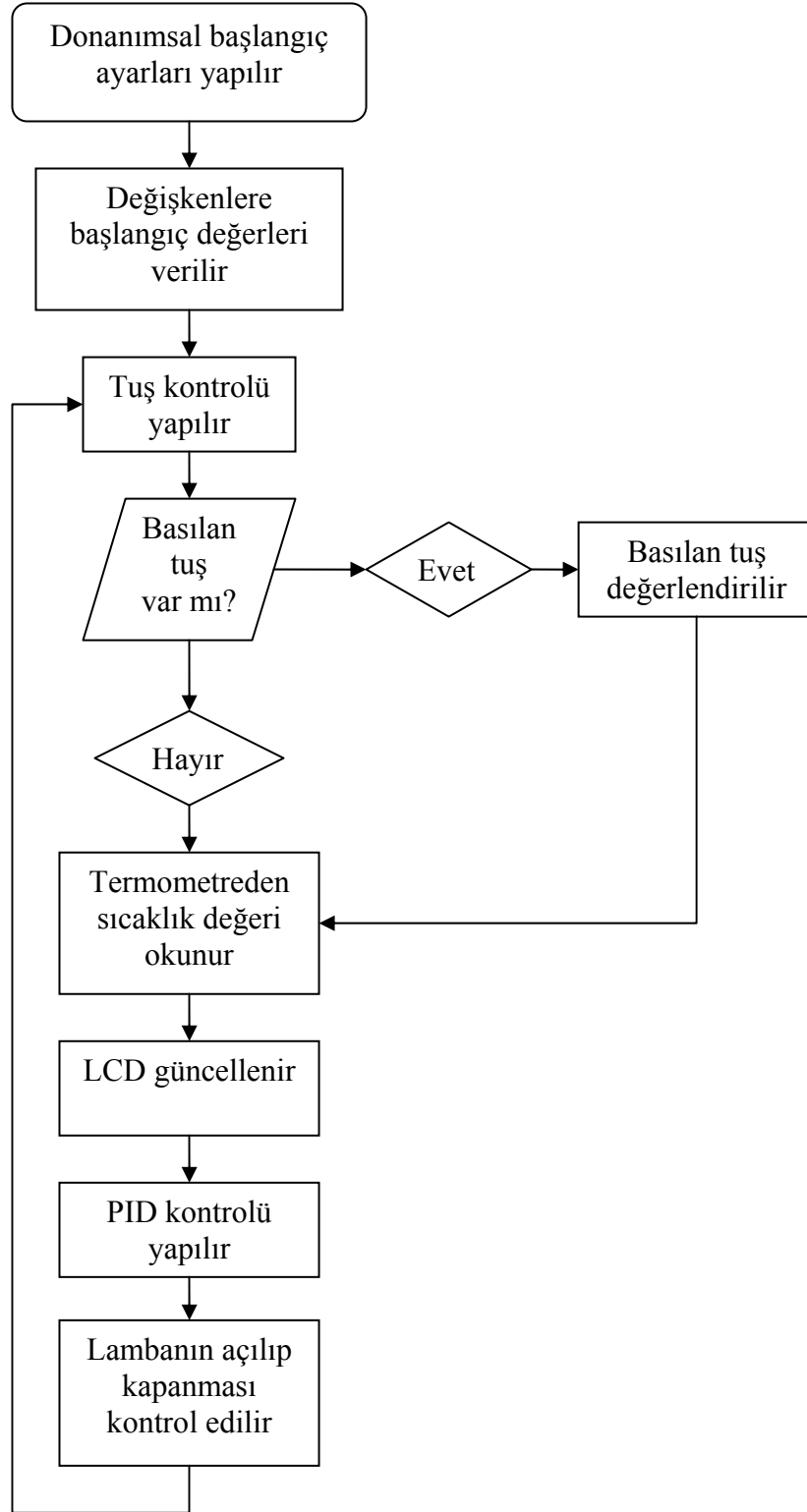
Triak ve röle olmak üzere iki tane çıkış tipi vardır. Triakların tetiklenme zamanları istenen güce ve RB0 ucundan gelen kesmeye göre ayarlanır. Rezistansa verilen voltaj 7000 µs ile 4000 µs arasında seçilen bir değer ile belirlenir. Bu değere göre, triakın IRQ kesmesinden ne kadar zaman sonra tetikleneceği hesaplanır. Güç büyüdükçe kesmeden sonra geçen zaman küçülür.

LCD panel kontrol uçları:

RD0 LCD'nin RS ucunu kontrol eder. RD1 LCD'nin Enable ucunu kontrol eder. Bu uçlar LCD'ye bilgiyi yazmada kullanılan uçlardır.

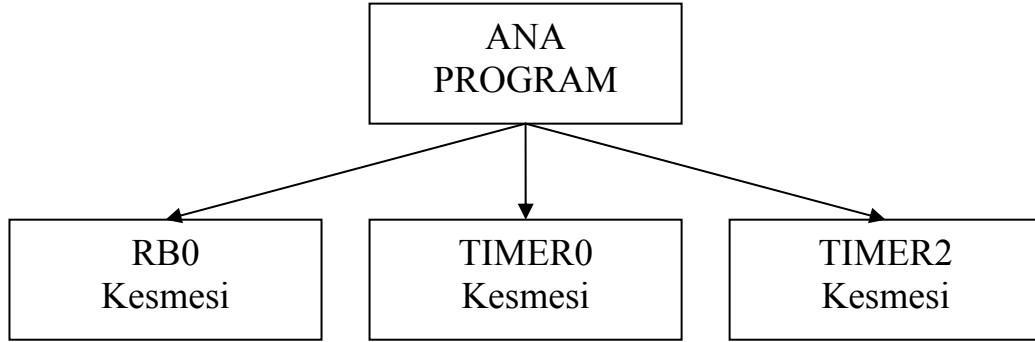
5.3. Geliştirilen PID Algoritması

Mikro denetleyiciye yazılan PID temelli kontrol programının akış diyagramı Şekil 5.15.'te verilmiştir;



Şekil 5.15. Programın akış diyagramı.

Programın Genel Bölümleri:



Şekil 5.16. Programın genel bölümleri.

Programın genel bölümlerinin verildiği Şekil 5.16.'daki bölümlerin işlevleri;

Ana Program: Sıcaklığın okunup LCD ekrana yazılması, menü fonksiyonları, lamba kontrolü ve okunan sıcaklığa göre PID algoritmasının gerçekleştirilmesi ana program içinde olur. Mikro denetleyici ilk açılıştan itibaren ana program içinde sonsuz döngüye girer. Bu döngüden sadece kesmeler oluştuğunda çıkar.

RB0 Kesmesi: Dimmer devresinde şebeke gerilimi her 0V noktasından geçtiğinde, RB0 pini girişindeki sinyal 5V'tan 0V'a düşer. Bu durumda mikro denetleyici içinde kesme üretilir. Ana programdan çıkılarak RB0 kesme alt programına dallanılır.

TIMER0 Kesmesi: Başlangıçta TIMER0, saniyede 100 kesme üretecek şekilde kurulur. Program her 10ms'de bu kesme alt fonksiyonuna dallanır ve saat fonksiyonu için kullanılan sayacı 1 arttırır. Bu sayaç 100 olduğunda 1 saniye geçmiştir ve saniye sayacı 1 arttırılır. Saniye sayacı 60 olduğunda dakika sayacı 1 arttırılır. Dakika sayacı 60 olduğunda ise saat sayacı 1 arttırılarak dâhili bir saat elde edilmiş olur.

TIMER2 Kesmesi: Başlangıçta TIMER2 saniyede 2500 kesme üretecek şekilde kurulur. Üretilen bu kesme sonucunda TIMER2 kesmesi alt programına dallanılır. Bu programda, dimming yani çıkış gücünün kontrolü yapılır. Kesmelerin bu kadar sık olma nedeni, çıkış gücünün hassas bir şekilde ayarlanabilmesidir.

Fonksiyon açıklamaları:

initialize(); Mikro denetleyicinin başlangıç ayarları yapılır: Timer'lar kurulur, kesmeler aktif edilir ve portların giriş çıkış konumları belirlenir. Sistemin çalışma akışı aşağıdaki gibidir.

- Analog portları dijital olarak ayarla
- Paralel slave portu kapat. (PORTD)
- Spi portunu kapat (RC3, RC4)
- Timer0 overflow periyodunu belirle (10ms)
- Timer2 overflow periyodunu belirle (400µs)
- Portların giriş çıkış ayarını yap
- PORTB pull-up'larını aç
- LCD ayarlarını yap
 1. Açılış gecikmesi kadar bekle (50ms)
 2. Lcd'ye 4-bit modda çalışması için 0x02 komutu gönder
 3. 5×10 font, display on, cursor off, blink off ayarları için komut gönder
 4. LCD'yi temizle
- Değişkenleri sıfırla
- Harici kesmeyi yüksekten düşüğe geçişte kesme üretecek şekilde ayarla (RBO)
- TIMER0, TIMER2 ve RBO kesmelerini aç
- Global kesmeleri aktif et
- LCD ekranını temizle

StartSetting(); Değişkenlere başlangıç değerleri veriliyor.

- Set değeri başlangıç değeri olarak 35 dereceye ayarlandı
- Fanı kapat
- Lambayı kapat
- Rezistansı kapat

Ana döngü

Program sürekli ana döngü içinde koşar. Yaptığı iş genel olarak okuduğu sıcaklığı ekrana yazması, o anki sıcaklığa göre PID kontrol algoritmasını çağırarak fanı veya rezistansı uygun güçle sürmesi ve basılan tuşa göre menü adımlarını yürütmesidir. Fonksiyonları tek tek incelersek:

KeyScan(); Bu fonksiyonla tuşlar taranır, eğer herhangi bir tuşa basıldı ise basılan tuşun kodu mikro denetleyiciye geri gönderilir. Eğer hiçbir tuşa basılmadı ise mikro denetleyiciye sıfır geri döndürülür. 3×4 veya 4×4'lük tuş takımları bulunmaktadır. 3×4 lük tuş takımı da 3 adet sütun 4 adet satır bulunmaktadır. Sütunlar için 3 pin, satırlar içinde 4 pin bulunmaktadır. 12 adet tuş kombinasyonu 7 adet girişle kontrol edilebilmektedir. Burada kullanılan yöntem sütun tarama yöntemidir.

- İlk sütuna enerji ver (0x7F)
- Satırları oku
 1. 1.satır 0 ise basılan tuş '1'
 2. 2.satır 0 ise basılan tuş '4'
 3. 3.satır 0 ise basılan tuş '7'
 4. 4.satır 0 ise basılan tuş '*'
- Basılan tuş var ise tuş kodunu geri gönder. Yok, ise 0 gönder.
- 2. sütuna enerji ver (0xBF)
- Satırları oku
 1. 1.satır 0 ise basılan tuş '2'
 2. 2.satır 0 ise basılan tuş '5'
 3. 3.satır 0 ise basılan tuş '8'
 4. 4.satır 0 ise basılan tuş '0'
- Basılan tuş var ise tuş kodunu geri gönder. Yok, ise 0 gönder.
- 3. sütuna enerji ver (0xDF)
- Satırları oku
 1. 1.satır 0 ise basılan tuş '3'
 2. 2.satır 0 ise basılan tuş '6'
 3. 3.satır 0 ise basılan tuş '9'
 4. 4.satır 0 ise basılan tuş '#'

Basılan tuş var ise tuş kodunu geri gönder. Yok, ise 0 gönder. Keyscan fonksiyonundan herhangi bir tuş geri döndü ise yani bir tuşa basıldıysa **KeyControl** fonksiyonuna gidilir. Tuş kodları Tabloda 5.1.'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Tuş kodları.

0	0x30
1	0x31
2	0x32
3	0x33
4	0x34
5	0x35
6	0x36
7	0x37
8	0x38
9	0x39
*	0x2A
#	0x23

KeyControl(); Keyscan fonksiyonundan mikro denetleyiciye geri dönen değer sıfırdan farklı ise yani bir tuşa basılmış ise bu tuşu değerlendirilmek üzere bu fonksiyona daller. Burada basılan tuşa göre LCD tazelemesini sağlayacak komut değiştirilir. Basılan tuşa göre LCD komutları Tablo 5.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2. LCD komutları.

"#"	0x02
"0"	0x03
"2"	0x04

SıcaklıkOku(); Bu fonksiyonda DS18B20 ile haberleşerek ortamın sıcaklık değeri 12-bitlik ikili kod şeklinde okunur. Bu da 0.0625 °C çözünürlük demektir. Yani, her 1 bit artışında sıcaklık 0.0625 °C artar.

1. **Reset komutu gönder:** DS18B20 ile haberleşmek için öncelikle master (PIC) DQ ucuna (DS18B20'nin haberleşme ucu) reset darbesi gönderir. Bunun üzerine DS18B20 hazır olunca "presence pulse" denilen darbeyi PIC'e gönderir. O halde reset işlemi için yapılması gerekenler;
 - Minimum 480 μ s lik lojik 0 seviyesinde darbe üret
 - DQ 1 olduğunda (15-60 μ s sonra 1 olur) cevap bekleme süresi başlar. DQ tekrar sıfıra düşünce DS18B20 sıcaklığı çevirme işlemine hazır olduğunu 60-240 μ s arasında bir darbe göndererek mikro denetleyiciye bildirir. Bu zamanlamalar çok kritiktir. İyi ayarlanmazsa DS18B20 tepki vermez.
2. **SkipRom [0xCC] komutu gönder:** DS18B20'nin içindeki register'lara ulaşmak için bir komut.
3. **Convert T [0x44] komutu gönder:** Sıcaklığın analogdan dijitale çevrilmeye başlaması için DS18B20'nin bu komutu alması gerekir. DS18B20 çevirme işlemi tamamladığında DQ ucunu lojik 1 yapar.
4. **Read Scratchpad [0xBE] komutu gönder:** DS18B20 bu komutu alınca DQ ucundan 12-bitlik sıcaklık değerini LSB den MSB ye göndermeye başlar.

Sıcaklık okuma algoritması

```

Reset
Send Skip rom command
Send Convert T command
Reset
Send Skip rom command
Send .Read Scratchpad command
Read

```

Komut gönderme alt programı: Bu alt program mikro denetleyiciden DS18B20'ye yukarıda belirtilen 8-bitlik komutları göndermek için kullanılır. Lojik 1 göndermekle lojik 0 göndermek farklıdır. Sıfır göndermek için DQ ucuna 60 μ s'lik lojik 0 darbesi gönderilir. DS veriyi aldığı anda bu ucu lojik 1'e çeker. Lojik 1 göndermek için ise 1 μ s'lik lojik 0 darbesinin ardından DS18B20'den veriyi aldım mesajı (lojik 1) beklenir. Bu mesaj geldiğinde eşleme amacıyla 60 μ s'lik bir gecikme oluşturulur.

Komut okuma alt programı: Scratchpad içeriğini okumak için bu fonksiyon kullanılıyor. DQ ucundan veri okumak için öncelikle DQ ucu lojik 0 yapılır. 0-15 µs arasındaki bekleme süresinden sonra DS18B20 bu ucu lojik 1'e çeker. Lojik 1'in süresi 45-60 µs arasında ise gelen veri lojik 0, 15-30 µs arasında ise gelen veri lojik 1'dir.

DS18B20'den okunan değeri ölçeklendirilir. 12 bit olduğu için çözünürlük 0.0625 °C'dir. Okunan değer 0.0625 °C ile çarpılıp tam kısmı alınır.

LCDupdate(); Burada KeyControl fonksiyonunda değiştirilen LCD komutuna göre ekran tazelenir. Komuta göre LCD ekranda gösterilecek görüntü karşılıkları Tablo 5.3.'te verilmiştir.

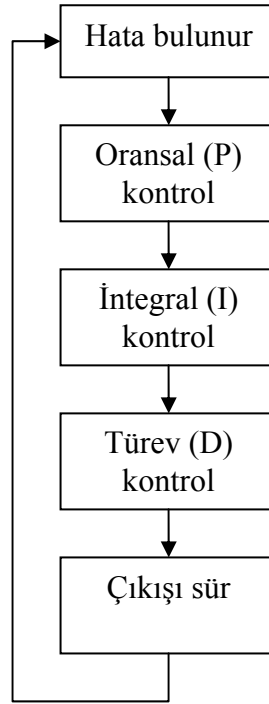
Tablo 5.3. Komutlara göre LCD ekranının görüntüsü.

LCD Komut	LCD EKRAN
0x01 (ANA EKRAN)	SICAKLIK : 25 °C SET DEĞERİ : 35 °C
0x02 (SET DEĞERİ giriş ekranı)	SET DEĞERİNİ GİR 35
0x03 (Saat gösterim ve ayar ekranı)	00:00:10 Ayar için 1'e bas
0x04 (Lambanın açılış ve kapanış zamanını ayarlama ekranı)	ON TIME : 00:00:00 OFF TIME : 00:00:00

Yazılan programın kaynak kodu EK 2'de verilmiştir.

PID Kontrol Algoritması:

PID kontrolünün akış diyagramı;



Şekil 5.17. PID kontrolün akış diyagramı.

Hatanın bulunması: Kontrol işlemi başladığında ilk olarak set değeri ile ölçülen değer karşılaştırılır. İki değer birbirinden farklı olması durumunda bir hata değeri meydana gelir. Hatanın, artı veya eksi işaretli olması ölçülen değer ile set değerinin birbirine göre konumlarının bir sonucudur. Ölçülen sıcaklık değeri set değerinden düşükse fark artı işaretli olur ve program kontrolünü sıcaklığı arttırma yönünde uygular. Ölçülen sıcaklık değeri set değerinden yüksek olduğunda ise fark eksi işaretlidir ve program kontrolünü sıcaklığı düşürme yönünde uygular.

Oransal (P) işlemi: $P = K_P \cdot e$ şeklinde belirtilmişti. K_P 1 olarak alındığı için $P = e$ oldu.

İntegral (I) işlemi: Belli bir zaman aralığındaki hataların toplanılarak ortalamasının alınması işlemidir. Zaman aralığı olarak 3sn seçildi. Zaman aralığını kısa tutmaktaki maksat integral etkisini hızlı bir şekilde görmek içindir.

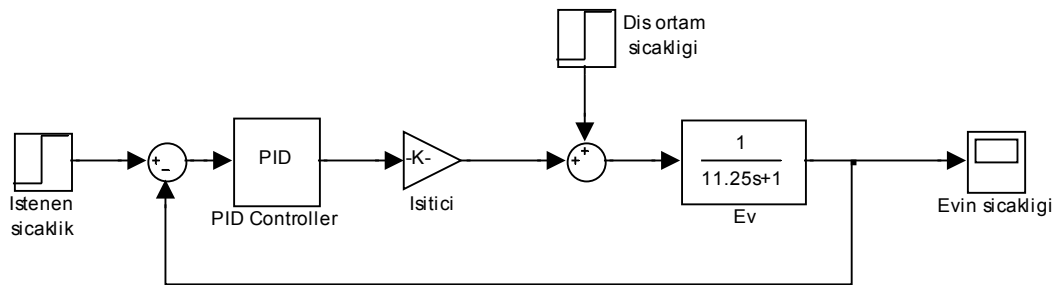
Türev (D) işlemi: Anlık hatadan bir önceki hatanın çıkartılması ile elde edilir.

DriveOutput(); Oransal (P), İntegral (I) ve Türev (D) işlem sonuçlarından elde edilen hata değerine göre sisteme uygulanacak kontrol belirlenir.

50 Hz olan şebeke gerilimi tam dalga doğrultucusuna sokularak opto-kuplör yardımıyla 100 Hz frekansında kare dalga elde edildi. 100Hz yani 10 ms periyodundaki bu işaretin 4 ms ile 9 ms arasında kalan zaman dilimi rezistansa enerji vermek için kullanılan zaman aralığıdır. Bu aralıkta ne kadar süre ile enerji verileceği hatanın istenen değerden ne kadar uzakta veya yakında olduğuna bağlıdır. Eğer hata değeri 13 °C'den fazlaysa maksimum enerji verilir, yani 4 ms'den başlayarak 9 ms'ye kadar triak açık kalır. Dolayısıyla, maksimum sürme aralığı 5 ms'dir. Hata 1 °C olduğunda minimum seviyede enerji vermek için de triak 6.7 ms ile 9 ms saniye arası açık tutulur.

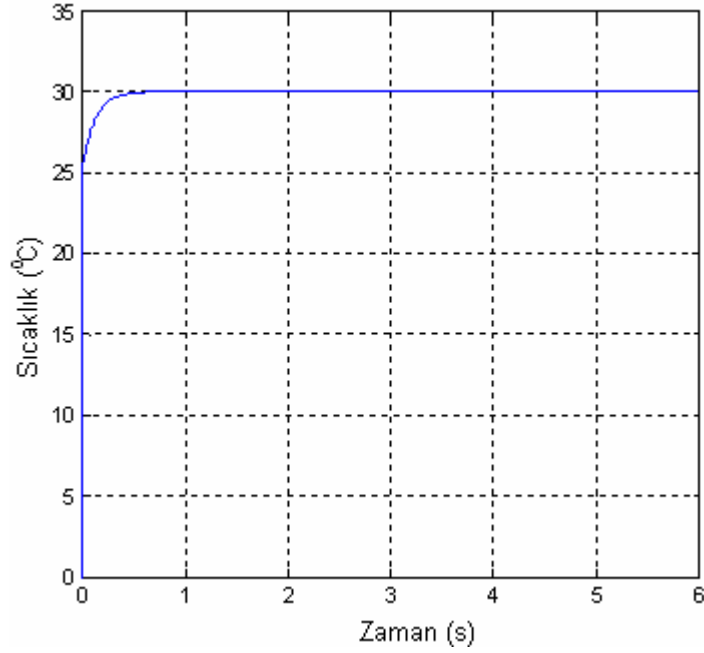
5.4. Ev Sıcaklık Benzetim Çalışması

Benzetim, gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesidir [Banks ve Carson, 1984]. Sistem objeleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir. Benzetim, taklit edilen gerçek bir olayın genelde bilgisayar yardımıyla modellenmesidir. Projenin amacı olan sıcaklık kontrolünü MATLAB programının Simulink kısmında modelleyerek sistemin bir benzetim üzerinde istenilen sıcaklığa ne kadar sürede ulaştığı ve sabit kalıp kalmadığı gözlemlenmiştir. Şekil 5.18. projenin MATLAB Simulink'te modellenmiş halini göstermektedir.



Şekil 5.18. Matlab Simulink'te ev sıcaklık benzetim modeli.

MATLAB Simulink'te kurulan benzetim modelinde, evin dinamik modeli için bir transfer fonksiyonu elde edilmiştir. PID kontrolör için uygun değerler deneme yanılma yöntemiyle elde edilmiş ve istenilen sıcaklık girişine hızlı ve osilasyonsuz bir cevap verdiği gözlemlenmiştir. Örneğin, istenilen sıcaklık değeri olarak 30 °C girildiğinde Şekil 5.19.'daki grafik elde edilmiştir.



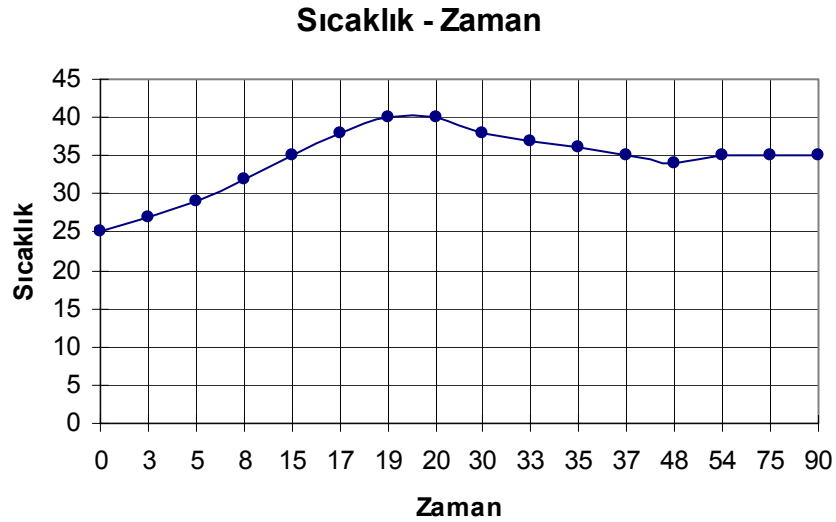
Şekil 5.19. Benzetim çalışması sıcaklık grafiği.

Grafikten de görüleceği gibi sistem 6 saniyelik çalışma süresinin birinci saniyesi tamamlanmadan istenilen sıcaklık değerine, 30 °C, osilasyon yapmadan yumuşak bir şekilde ulaşmış ve bu değerinde kararlı kalmıştır. Modelde dış sıcaklık etkisi olmasına rağmen sistemin böyle kararlı kalabilmesi, PID kontrolün uygun parametrelerle etkin bir biçimde uygulanmasına ve benzetim çalışmasıyla gerçek hayat arasındaki farka bağlanabilir.

6. SONUÇLAR

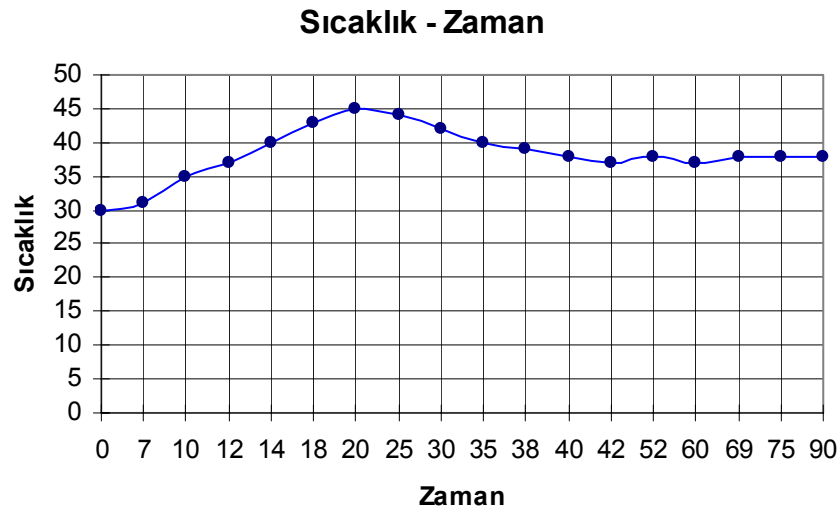
6.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Tez çalışmasının amacı; akıllı ev otomasyon sistemlerinin iki temel konusu olan iklimlendirme ve aydınlatma kontrolünün maket bir ev üzerinde mikro denetleyici kullanılarak gerçekleştirilmesidir. Sıcaklık kontrolü için PID kontrol yöntemi tercih edilmiş ve mikro denetleyicide koşturulmak üzere C kodunda PID algoritması derlenmiştir. Aydınlatma kontrolü için aç/kapa yöntemiyle kullanıcı tarafından girilen saat diliminde ışığın açılması veya kapatılması sağlanmıştır. Projede sıcaklık algılayıcısı olarak dijital termometre kullanılmıştır. DS18B20 dijital termometresinin, $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ölçüm aralığına sahip olması ve güç gereksinimini veri hattı üzerinden sağlaması tercih sebebi olmuştur. Kontrol ünitesi evin dışında tutulmuştur böylece devredeki elemanların oda sıcaklığında kalması ve kararlılığını koruması amaçlanmıştır. Sisteme girilen set değerine göre sıcaklığın zamana göre değişimi iki farklı aralık için gözlem yoluyla kaydedilmiştir. Şekil 6.1., sıcaklığın $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik set değerine ulaşmasını göstermektedir.



Şekil 6.1. Sistemin $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik set değerine geçişi.

Şekil 6.1.'deki sistem, istenilen set değeri için hızlı bir yükseliş sağlamış, bu yükselişle de 35 °C olan set değerini %14 oranında aşarak 40 °C'ye ulaşmıştır. Set değerinin üstüne çıkılmasıyla, sıcaklığı düşürme yönünde kontrol uygulanarak 34 °C'ye indirilen sıcaklık, yukarı yönde küçük bir artışla 35 °C'ye ulaştırılmış ve bu noktada sistem tarafından sabit tutulmaya çalışılmıştır. Şekil 6.2.'deki grafik, sıcaklığın 30 °C'den 38 °C'lik set değerine ulaşmasının zamana göre değişimini göstermektedir. Sistem, set değerine hızlıca ulaşmak için kontrol uygulayarak 45 °C'ye kadar yükselmiş, yani istenilen sıcaklık değerinin %18 oranında aşmıştır (maksimum üst aşım). Bu noktadan sonra yine sıcaklığı düşürme yönünde kontrol uygulayarak 37 °C'ye (maksimum alt aşım) kadar bir geri çekilme sağlanmış sonrasında da 38 °C'lik set değerinde sistem sabitlenmiştir. Her iki grafikte de meydana gelen üst aşımın sebebi, maket evin ısıtılmasında ve soğutulmasında fan kullanılmasındandır. Her ne kadar sıcaklık set değerini görür görmez mikro denetleyici tarafından rezistansa verilen güç kesilse de sıcaklığın üst aşım yapmasına karşın fan üflemeğe devam etmektedir. Fakat fanın üflemesiyle rezistansın soğuması sağlanıyor gibi gözükse de evin içine sıcak hava girişi devam etmektedir. Bu sebeple sıcaklık bir müddet daha artış göstermektedir, bu da ilk bakışta sisteme fazla güç verildiği hissini uyandırabilir.



Şekil 6.2. Sistemin 30 °C'den 38 °C'lik set değerine geçişi.

Sonuç olarak gerçekleştirilen sistem, kullanıcının tuş takımı üzerinden girdiği set değerine hızlı bir şekilde ulaşmakta, en küçük sıcaklık değişimlerinde bile devreye girerek sıcaklığın sabit kalmasını sağlamaktadır. Her ne kadar maket ev için yalıtım çalışması yapılmış olsa da fan girişinden sızan hava bozucu etki meydana getirmektedir. Bozucu etki, termometrenin hassasiyetini ve sistemin sıcaklık değişimlerinde ne ölçüde hızlı tepki verdiğini görmek açısından önemli bir etkidir. Sistemin bozucu etkiye gösterdiği hızlı reaksiyon ile hem seçilen termometrenin doğruluğunu hem de derlenen algoritmanın gerçekliğini kanıtlamıştır. Aydınlatma kontrolü ise aç/kapa kontrol yöntemiyle kullanıcı tarafından girilen zaman diliminde ışıklandırma işlevinin yerine getirmektedir.

6.2. Bazı Tespitler ve Öneriler

Ev otomasyonunda kullanılması hedeflenmiş olan bu sistemin, mikro denetleyici ile çalışması sağlanarak uygulama açısından esneklik kazandırılmıştır. Kullanılan termometrenin kendine özgü 64 bitlik bir seri kodu vardır, bu, birden fazla DS18B20'nin tek kablo üzerinden mikroişlemci ile haberleşmesine olanak verir. Bu sayede bir mikroişlemci ile birçok DS18B20'den veriler alınabilir. Bu özellik sayesinde büyük binaların içindeki sıcaklıkların görüntülenmesinde, HVAC kontrolünde, makinelerde ve donanımlarında ve kontrol sistemlerinin birçok alanında kullanılabilirler.

Gerçekleştirilen çalışma sınırlı kontrol yeteneğine sahiptir. Fakat gerçek bir uygulama için kullanılacak çok sayıdaki uydu işlemciler ile projenin kapsamı genişletilebilir ve merkezi bir kontrolcüye bağlanarak oldukça kapsamlı çözümler elde edilebilir. Özetle, gerçekleştirilen bu sistem, elektronik ve donanımsal çözümler yoluyla genişletilerek kullanılmaya uygundur.

KAYNAKLAR

1. A new PID controller tuning system and its application..., Shiro Hino, Yutaka Lino, Kazue Nagata, Kazuki Takahashi, Masanori Yukitomo, 1998.
2. Automatic Control Systems, *Benjamin C. Kuo, Farid Golnaraghi*, 1995.
3. Banks ve Carson, 1984.
4. Control System Design, Karl Johan Åström, 2002.
5. Dallas DS18B20 veri sayfası.
6. Elimko, Otomatik kontrol formları, Termokupllar Genel Bilgi.
7. Festo Didactic, Process Control System Workbook.
8. Hokuriku, PTC Thermistors.
9. Microchip PIC 18F452 veri sayfası.
10. Modern Control Sytems, *Richard C. Dorf, Robert H. Bishop*, 1998.
11. Omron, Temperature Controller (Basic).
12. Otomatik Kontrol 1, Prof. Dr. M. Kemal Sarıoğlu, 1997.
13. Parallax inc, Industrial Control, Students Guide v1.1.
14. PID Tuning for Improved Performance, Qiang Bi, Ho-Wang Fung, Tong-Heng Lee, Qing-Guo Wang, Yu Zhang, 1999.
15. Proportional-Integral-Derivative Control, Dr. M.J. Willis.
16. Schneider Elektrik, Entegre bina otomasyon çözümleri.
17. Siemens Akıllı Ev Teknolojileri.
18. Sun Microsystems, e-ev uygulaması.
19. System Dynamics, Katsuhiko Ogata, 1998.
20. teknoloji.milliyet.com.tr
21. www.aktifev.com
22. www.analog.com
23. www.ibm.com
24. www.microchip.com
25. www.microsoft.com
26. www.national.com
27. www.parallaxinc.com
28. www.polattower.com
29. www.sun.com

ÖZGEÇMİŞ

- 1991 – 1998 Gündoğdu Koleji, KONYA
- 1998 – 2002 Yeditepe Üniversitesi, Elektrik – Elektronik
Mühendisliği Bölümü, ISTANBUL
- 2003 – . . . Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Elektronik
Mühendisliği Bölümü, Çayırova / KOCAELİ

EK 1

MİKRO DENETLEYİCİ ÖZELLİKLERİ



PIC18FXX2

**28/40-pin High Performance, Enhanced FLASH
Microcontrollers with 10-Bit A/D**

High Performance RISC CPU:

- C compiler optimized architecture/instruction set
 - Source code compatible with the PIC16 and PIC17 instruction sets
- Linear program memory addressing to 32 Kbytes
- Linear data memory addressing to 1.5 Kbytes

Device	On-Chip Program Memory		On-Chip RAM (bytes)	Data EEPROM (bytes)
	FLASH (bytes)	# Single Word Instructions		
PIC18F242	16K	8192	768	256
PIC18F252	32K	16384	1536	256
PIC18F442	16K	8192	768	256
PIC18F452	32K	16384	1536	256

- Up to 10 MIPS operation:
 - DC - 40 MHz osc./clock input
 - 4 MHz - 10 MHz osc./clock input with PLL active
- 16-bit wide instructions, 8-bit wide data path
- Priority levels for interrupts
- 8 x 8 Single Cycle Hardware Multiplier

Peripheral Features:

- High current sink/source 25 mA/25 mA
- Three external interrupt pins
- Timer0 module: 8-bit/16-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1 module: 16-bit timer/counter
- Timer2 module: 8-bit timer/counter with 8-bit period register (time-base for PWM)
- Timer3 module: 16-bit timer/counter
- Secondary oscillator clock option - Timer1/Timer3
- Two Capture/Compare/PWM (CCP) modules.
CCP pins that can be configured as:
 - Capture input: capture is 16-bit, max. resolution 6.25 ns ($T_{cy}/16$)
 - Compare is 16-bit, max. resolution 100 ns (T_{cy})
 - PWM output: PWM resolution is 1- to 10-bit, max. PWM freq. @: 8-bit resolution = 156 kHz
10-bit resolution = 39 kHz
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module,
Two modes of operation:
 - 3-wire SPI™ (supports all 4 SPI modes)
 - I²C™ Master and Slave mode

Peripheral Features (Continued):

- Addressable USART module:
 - Supports RS-485 and RS-232
- Parallel Slave Port (PSP) module

Analog Features:

- Compatible 10-bit Analog-to-Digital Converter module (A/D) with:
 - Fast sampling rate
 - Conversion available during SLEEP
 - Linearity ≤ 1 LSB
- Programmable Low Voltage Detection (PLVD)
 - Supports interrupt on-Low Voltage Detection
- Programmable Brown-out Reset (BOR)

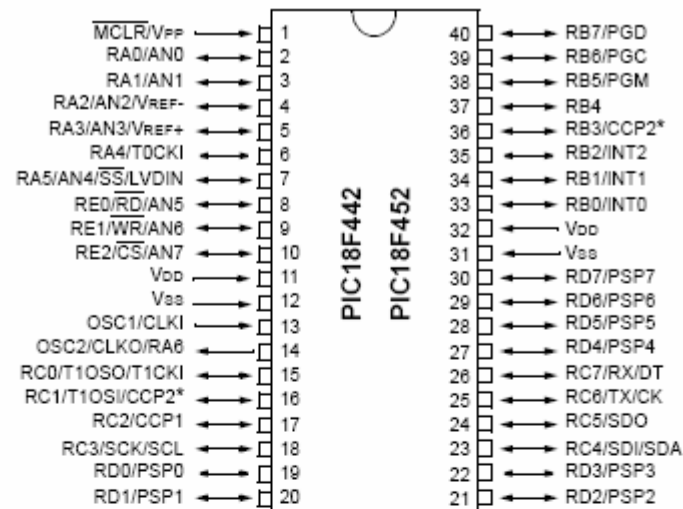
Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced FLASH program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory
- FLASH/Data EEPROM Retention: > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own On-Chip RC Oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options including:
 - 4X Phase Lock Loop (of primary oscillator)
 - Secondary Oscillator (32 kHz) clock input
- Single supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

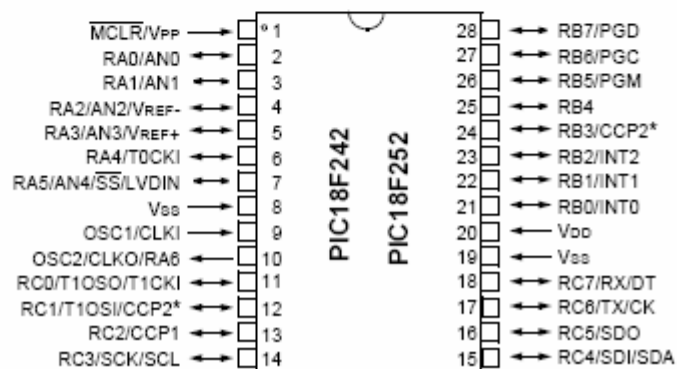
- Low power, high speed FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Industrial and Extended temperature ranges
- Low power consumption:
 - < 1.6 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 25 μ A typical @ 3V, 32 kHz
 - < 0.2 μ A typical standby current

DIP



Note: Pin compatible with 40-pin PIC16C7X devices.

DIP, SOIC



* RB3 is the alternate pin for the CCP2 pin multiplexing.

EK 2

YAZILIMIN KAYNAK KODU

```
//-----//
//main.h                                     //
//-----//

#include <18F452.h>
#define adc=8
#define delay(clock=4000000)
#define FUSES NOWDT //No Watch Dog Timer
#define FUSES WDT128 //Watch Dog Timer uses 1:128 Postscale
#define FUSES XT //4mhz
#define FUSES NOPROTECT //Code not protected from reading
#define FUSES NOOSCSN //Oscillator switching is disabled,
// main oscillator is source
#define FUSES NOBROWNOUT //No brownout reset
#define FUSES BORV20 //Brownout reset at 2.0V
#define FUSES PUT //Power Up Timer
#define FUSES NOSTVREN //Stack full/underflow will not cause reset
#define FUSES NODEBUG //No Debug mode for ICD
#define FUSES NOLVP //No low voltage prgming, B3(PIC16) or B5(PIC18)
used for I/O
#define FUSES NOWRT //Program memory not write protected
#define FUSES NOWRTD //Data EEPROM not write protected
#define FUSES NOWRTB //Boot block not write protected
#define FUSES NOWRTC //configuration not registers write protected
#define FUSES NOCPD //No EE protection
#define FUSES NOCPB //No Boot Block code protection
#define FUSES NOEBTR //Memory not protected from table reads
#define FUSES NOEBTRB //Boot block not protected from table reads

#define rs232(baud=19200,parity=N,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,bits=8)

#define byte porta = 0xF80
#define byte portb = 0xF81
#define byte portc = 0xF82
#define byte portd = 0xF83
#define byte porte = 0xF84

#define byte trisa = 0xF92
#define byte trisb = 0xF93
#define byte trisc = 0xF94
#define byte trisd = 0xF95
#define byte trise = 0xF96

#define byte STATUS= 0xFD8
```

```

#byte TMR0= 0xFD6
#byte T0CON= 0xFD5

#define row 4
#define colon 3

#bit FAN = PORTA.0
#bit LAMBA = PORTA.1
#bit LCD_LIGHT = PORTA.5

#bit ROW4 = PORTB.1
#bit ROW3 = PORTB.2
#bit ROW2 = PORTB.3
#bit ROW1 = PORTB.4
#bit COLON3 = PORTB.5
#bit COLON2 = PORTB.6
#bit COLON1 = PORTB.7

#bit TRISDQ = TRISD.2
#bit DQ = PORTD.2
#bit REZISTANS = PORTD.3

#bit CARRY = STATUS.0

const char Keys[colon][row]={'1','4','7','*',
                             '2','5','8','0',
                             '3','6','9','#'
                             };

int1 DataOK,ilkokuma=0;
int1 KeyPressed,BackLightTimeOut;
int1 TempNegatif,LambSetup,LambOn,Dimmer;
int1 PidPeriodicControl=0;

int Measured;
int KeyBuffer[10];
int counter,second,minute,hour,last_minute,last_hour;
int OnHour,OnMinute,OffHour,OffMinute;
int TempBuffer[10],n;
int j,k;
int ZeroCrossCounter,ZeroCross,DimmerTime,RezOpen;
int LcdCommand,SetPoint;
int ReceivedData,Key,KeyCount;

int16 DimTimer,OnTime,PID=0;
int16 temperature,sicaklik,LastTemp;

void counter_kontrol(void);
void LambControl(void);
void DimmerControl(void);

```

```

void PidKontrol(void);
int KeyScan(void);

//-----//
//LCD.c //
//-----//

void lcd_strobe(void);
void lcd_write(int c);
void lcd_clear(void);
void lcd_goto(int pos);
void lcd_putch(int c);
void lcd_putchdec(int c);
void lcd_putchhex(int c);
void lcd_puts( char c);
void lcd_init(void);

#byte lcd_data_port = portc //portc
#byte lcd_data_tris = trisc //trisc

#bit LCD_EN = portd.1
#bit LCD_RS = portd.0

void lcd_strobe(void)
{
    LCD_EN=1;
    delay_us(20);
    LCD_EN=0;
}

void lcd_write(int c)

{

    lcd_data_port = (lcd_data_port & 0xF0) | (c & 0xF0)>>4; //write high bits
    lcd_strobe();
    lcd_data_port = (lcd_data_port & 0xF0) | (c & 0x0F); //write low bits
    lcd_strobe();
    delay_us(40);

}

void lcd_clear(void)
{
    LCD_RS=0; //komut gönderiyor
    lcd_write(0x01); //gönderme alt programı
    delay_ms(3);

}

```

```

void lcd_goto(int pos)           //lcd_goto(0x40)dersek 2.satıra geçer
{
    LCD_RS=0;
    lcd_write(0x80+pos);
}

void lcd_putchar(int c)
{
    LCD_RS=1;
    lcd_write(c);
}

void lcd_putchardec(int c)
{
    int tmp;

    tmp=c;
    //hundreds
    if ((c/100)>0) lcd_putchar((c/100)+'0');
    c-=(c/100)*100;

    //tens
    if (((tmp/10)>=0) || ((tmp/100)>0)) lcd_putchar((c/10)+'0');
    c-=(c/10)*10;

    //ones
    lcd_putchar((c/1)+'0');
}

void lcd_putcharhex(int c)
{
    int tmp;

    // transmits in hex

    tmp=c;

    c=(c >> 4);
    if (c<10) c+=48; else c+=55;
    lcd_putchar(c);

    c=tmp;

    c=(c & 0x0F);
    if (c<10) c+=48; else c+=55;
    lcd_putchar(c);
}

void lcd_puts( char c)
{

```

```

switch (c) {
    case '\f' : lcd_clear();
                delay_ms(2);
                break;
    case '\n' : lcd_goto(0x40);    break;
    case '\b' : lcd_write(0x10);  break;
    default  : lcd_putch(c);      break;
}
}

void cursor_on(void)
{
    LCD_RS=0;
    lcd_write(0x0E); //cursor on blink off
}
void cursor_off(void)
{
    LCD_RS=0;
    lcd_write(0x0C); //cursor on blink off
}

void lcd_init(void)
{
    LCD_RS=0; // write control bytes
    delay_ms(50); // power on delay
    lcd_data_port = 0x03; // attention!
    lcd_strobe();
    delay_ms(5);
    lcd_strobe();
    delay_us(100);
    lcd_strobe();
    delay_ms(5);
    lcd_data_port = 0x02; // set 4 bit mode
    lcd_strobe();
    delay_us(100);

    lcd_write(0x02);
    delay_ms(5);
    lcd_write(0x2C); // 4 bit mode, 1/16 duty, 5x10 font
    delay_ms(2);
    lcd_write(0x0C); // display on, blink cursor off
    delay_ms(2);
    lcd_write(0x06); // entry mode
    delay_ms(2);
    lcd_clear();
    delay_ms(5);
    lcd_write(0x80);
}

```

```

}

//-----//
//PID.c //
//-----//

void CalcError(void);
void CalcProportional(void);
void CalcProportional(void);
void CalcIntegral(void);
void CalcDerivative(void);
void CalcDerivative(void);
void PidKontrol(void);
void SicaklikControl(void);

#define MinDrive 7000 //rezistans kapalı olma süresi
#define MaxDrive 4000 //rezistans kapalı olma süresi 3000 acik
#define Scale 300; //1 derece artis icin minumum süre
#define Kp 1
#define Ki 1
#define Kd 1
#define Ti 3 //3 sn

//PID fonksiyonunda kullanılan degiskenlere baslangic olarak sifir atandi

int1 Sign=0; //hata negatif ise 1,pozitif ise 0
int IntCount=0; //integral alma fonksiyonunda kullanılan sayici
int16 Et=0; //integralde kullanılan hatalar toplamının atildigi degisken
int16 Error=0; //Anlik degerle set degeri arasindaki fark
int16 LastError=0; //türevde kullanılan bir önceki hatanın atildigi degisken
int16 P=0,I=0,D=0;

////////////////////////////////////
// Anlik deger ile set degeri arasindaki fark alinir. //
// isaret belirlenir. //
// Sign 1 ise soğutma yapılacak //
// Sign 0 ise ısıtma yapılacak //
////////////////////////////////////
void CalcError(void)
{
    int16 Drive;

    if(SetPoint > Measured ) //Fark Pozitif
    {
        Sign=0;
        Error=SetPoint-Measured;
    }
}

```

```

else if(SetPoint < Measured ) //Fark negatif
{
    Sign=1;
    Error=Measured-SetPoint;
}
else if(SetPoint == Measured) {Error=0;I=0;FAN=0;}

}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                     //
// P                                     //
//                                     //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void CalcProportional(void)
{
    P=Error;
}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//3 sn boyunca örnek alınir.3 sn sonra örneklerin ortalamasi alınir //
//Her 3snde P ve D ye eklenir.                                     //
//                                     //
// I                                     //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void CalcIntegral(void)
{
    if(Sign==0) Et+=Error; //hatalar toplanir
    else Et-=Error;
    IntCount++; //reset suresi icin sayac arttirilir
    if(IntCount < Ti ) {I=0;return;}
    Et/=Ti; //ortalama hata bulunur
    I=I+Et;
    if(I>40) I=40;
    IntCount=0;
    Et=0;
}

}

/////////////////////////////////////////////////////////////////
//Şimdiki farktan bir önceki fark çıkartilir //
//                                     //
// D                                     //
//                                     //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void CalcDerivative(void)
{
    D=Error-LastError;

    //Negatif olma riskine karsi önlem
    if( D>0xFFF0) D=0;
    LastError=Error;
}

```

```

}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                                    //
// PID sonucuna gore rezistansa voltaj verilir      //
//                                                    //
//                                                    //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void DriveOutput(void)
{

    int16 TempPID=0; //Gecici degisken

    if(Error!=0)      //Hata var ise
    {
        if(Sign==0)   //Hata pozitif ise
        {
            TempPID=PID*Scale; //Aradaki farkla ölçeklenmiş değer çarpılır

            //Sinirlari asmamasi icin kontrol
            if(TempPID>4000)
                Ontime=MaxDrive;
            else
                Ontime=MinDrive-TempPID;

            Dimmer=1;
            FAN=1;

            //Debug
            printf("P=%x%x\n\r",P>>8,P);
            printf("I=%x%x \n\r",I>>8,I);
            printf("D=%x%x\n\r",D>>8,D);
            printf("Ontime=%x%x\n\r",Ontime>>8,Ontime);

        }

        else //Hata negatif ise rezistans kapanir.fan acilir.sogutma yapiliyor
        {
            Dimmer=0; //Rezistans kapalı
            IntCount=0; //
            I=0;
            FAN=1;

        }
    }
    else //Hata yok ise rezistans kapali fan kapali
    {

        Dimmer=0; //Rezistans kapalı
        IntCount=0; //
    }
}

```

```

        I=0;
        FAN=0;
    }
}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                                    //
//PID=KpE+KiE(t)+KddE/dt                            //
//                                                    //
//                                                    //
/////////////////////////////////////////////////////////////////
void PidKontrol(void)
{
if(PidPeriodicControl==1) //Her saniye okunan sicaklik kontrol ediliyor
{
    CalcError();           //Set degeri ile okunan deger arasindaki fark bulunur
    CalcProportional();    //Oransal hata bulunur
    CalcIntegral();        //Hatalar toplami hesaplanir
    CalcDerivative();      //Hata farki alinir.
    PID=P+I+D;
    DriveOutput();

    PidPeriodicControl=0;
}
}

```

```

//-----//
// MENU.c                                     //
//-----//

```

```

void MainScreen(void);
void EnterSetPoint(void);
void SetTime(void);
void ShowTime(void);
void SetonOffTime(void);
void LcdUpdate(void);
void KeyControl(void);
void LambControl(void);

```

```

void MainScreen(void)
{
    lcd_clear();
    lcd_goto(0x0);
    lcd_puts("SICAKLIK :");
    lcd_goto(0xC);
    lcd_putchdec(Measured);
    lcd_puts(" C");

    if(TempNegatif)
    {

```

```

    lcd_goto(0x9);
    lcd_puts("-");
}

lcd_goto(0x40); //alt satira gec
lcd_puts("SET DEGERI.");
lcd_goto(0x4C);
lcd_putchar(SetPoint);
lcd_puts(" C");
}
void EnterSetPoint(void)
{
    lcd_clear();

    lcd_goto(0x0);
    lcd_puts("SET DEGERINI GIR");
    lcd_goto(0x47);
    lcd_putchar(SetPoint);
    lcd_goto(0x47);

    cursor_on();

    KeyCount=0;

    KeyBuffer[0]=SetPoint/10;
    KeyBuffer[1]=SetPoint%10;

    while(1)
    {
        if(Key=KeyScan())
        {

            if(++KeyCount==3){lcd_goto(0x47);KeyCount=1;}

            if(Key=='*')
            {
                SetPoint=KeyBuffer[0]*10+KeyBuffer[1];
                while(KeyScan());
                cursor_off();
                return;
            }
            if(Key!='#') {lcd_putchar(Key);KeyBuffer[KeyCount-1]=Key-0x30;}
            if(Key=='#') KeyCount--;
            while(KeyScan());
        }
    }
}
void SetTime(void)

```

```

{
    while(KeyScan());

    lcd_goto(0x40);
    lcd_puts("      ");
    lcd_goto(0x0);
    lcd_putchdec(hour);
    lcd_puts(':');
    lcd_putchdec(minute);
    lcd_puts(':');
    lcd_putchdec(second);
    lcd_goto(0x0);

    cursor_on();

    KeyCount=0;

    while(1)
    {
        if(Key=KeyScan())
        {
            KeyCount++;
            if(KeyCount==7){lcd_goto(0x00);KeyCount=1;}

            if(Key=='*')
            {
                Hour=KeyBuffer[0]*10+KeyBuffer[1];
                Minute=KeyBuffer[2]*10+KeyBuffer[3];
                Second=KeyBuffer[4]*10+KeyBuffer[5];
                cursor_off();
                break;
            }

            if(Key!='#') {lcd_putch(Key);KeyBuffer[KeyCount-1]=Key-0x30;}
            if(Key=='#') KeyCount--;
            if(KeyCount==2) lcd_puts(':');
            if(KeyCount==4) lcd_puts(':');
            if(KeyCount==6) lcd_goto(0x00);
            while(KeyScan());
        }
    }

    while(KeyScan());

}

void ShowTime(void)
{

```

```

lcd_clear();
lcd_goto(0x40);
lcd_puts("Ayar icin 1 e bas");

while(1)
{
    lcd_goto(0x0);
    lcd_putchdec(hour);
    lcd_puts(':');
    lcd_putchdec(minute);
    lcd_puts(':');
    lcd_putchdec(second);

    if(Key=KeyScan())
    {
        if(Key=='*') return;
        if(Key=='1') {SetTime();return;}
        while(KeyScan());
    }
    LambControl();
}
}

void SetonOffTime(void)
{

    while(KeyScan());

    lcd_clear();
    lcd_goto(0x00);
    lcd_puts("ON TIME:");
    lcd_putchdec(OnHour);
    lcd_puts(':');
    lcd_putchdec(OnMinute);
    lcd_goto(0x40);
    lcd_puts("OFF TIME:");
    lcd_putchdec(OffHour);
    lcd_puts(':');
    lcd_putchdec(OffMinute);

    lcd_goto(0x8);

    cursor_on();

    KeyCount=0;

    while(1)
    {

```



```

//case '6':FAN=0;break; //Debug edilirken FAN manuel kapatiliyor
//case '9':FAN=1;break; //Debug edilirken FAN manuel aciliyor
//case '7':OnTime+=100;Printf("OnTime=%x%x",OnTime>>8,OnTime);break;
//manuel sogutma
//case '8':OnTime-=100;if(OnTime>60000)
OnTime=0;Printf("OnTime=%x%x",OnTime>>8,OnTime);break; //manuel isitma

}
}
void LambControl(void)
{
if(LambSetup!=1) return;

if(LambOn==0) //Lamba Kapalı ise
{
if((Hour==OnHour) && (Minute==OnMinute))
{
LAMBBA=1;
LambOn=1;
return;
}
}

if(LambOn==1) //Lamba Açık ise
{
if((Hour==OffHour) && (Minute==OffMinute))
{
LAMBBA=0;
LambOn=0;
}
}
}

//-----//
// DS18B20.c //
//-----//

int1 reset (void)
{
TRISDQ=0; //DQ cikis //480 us lik reset darbesi gidiyor

DQ=0; //WAIT>480 US

delay_us(500);

TRISDQ=1; //DQ giris Release data pin

delay_us(100);

```

```

        if(DQ==0) { //DS18B20 presence pulse gönderiyor

            delay_us(300);

            return 1;
        }

        return 0;
    }
}
void send_command (int command)
{
    int sayac,temp_command;

    for(sayac=0;sayac<8;sayac++)
    {

        TRISDQ=0;

        CARRY=0;

        command=command>>1;

        if(CARRY==1) //1 gönder
        {
            DQ=0;
            #asm nop #endasm
            TRISDQ=1;
            delay_us(60);

            while(DQ==0); //
        }

        else
        {
            TRISDQ=0; //0 gönder
            DQ=0;
            delay_us(60);
            TRISDQ=1;
        }
    }
}
int16 read_temp(void)
{

    int count;
    int16 temp;

    temp=0;
    for(count=0;count<16;count++){

```

```

        TRISDQ=0;

        DQ=0;

        #asm nop #endasm

        TRISDQ=1;

                if(DQ==1)

                        temp=temp+0x8000;

                        if(count<15)
                                temp=temp>>1;

                delay_us(60);
        }

        return temp;
}
void hata_mesaji(void)
{
        lcd_clear();
        lcd_goto(0);
        lcd_puts("  DS18B20  ");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts(" NOT READY ");
        LCD_LIGHT=0;
        while(reset()==0);
}
void read_ds18b20 (void)
{

        int ControlCounter;

        ControlCounter=0;
        while(reset()==0)
        {
                ControlCounter++;
                if(ControlCounter>20) break;
        }
        if(ControlCounter>20) hata_mesaji(); //20 kontrolde de hata var ise mesaji ekrana
                                        yaz
        send_command(0xCC); //skip rom command
        send_command(0x44); //convert t command

        delay_ms(100);

        ControlCounter=0;

```

```

        while(reset()==0)
        {
            ControlCounter++;
            if(ControlCounter>20) break;
        }
        if(ControlCounter>20) hata_mesaji(); //20 kontrolde de hata var ise mesaji ekrana
                                        yaz

            send_command(0xCC);    //skip rom command
            send_command(0xBE);    //write scratchpad
            temperature=read_temp(); //16 bitlik sıcaklık okunuyor
        }
void selectionSort(int numbers[], int array_size)
{
    int i, j;
    int min, temp;

    for (i = 0; i < array_size-1; i++)
    {
        min = i;
        for (j = i+1; j < array_size; j++)
        {
            if (numbers[j] < numbers[min])
                min = j;
        }
        temp = numbers[i];
        numbers[i] = numbers[min];
        numbers[min] = temp;
    }
}
void sicaklik_oku(void)
{
    int j;

    read_ds18b20();

    if(temperature==0xFFFF) return;    //hatali okuma var ise ekrana yazma

    TempNegatif=0;    //sicaklığı pozitif farzediyoruz

    sicaklik=temperature & 0xF000;

    if (sicaklik==0xF000)
    {
        temperature=((0xFFFF - temperature)+1) * 0.0625;
        TempNegatif=1;    //sicaklığın negatif olduğunu belirten flag set edildi

        TempNegatif=0;
        return; //Gecici olarak negatif sicakliklar basılmayacak
    }
}

```

```
    }  
    else temperature=temperature * 0.0625 ;  
  
if(ilkokuma==1)  
{  
    if(LastTemp>temperature)  
    {  
        if( (LastTemp-temperature)>=6) return;  
  
    }  
    if(LastTemp<temperature)  
    {  
        if( (temperature-LastTemp) >=6 ) return;  
  
    }  
}  
  
if(temperature<100 && TempNegatif==0) Measured=temperature;  
//100 den küçük sıcaklık değerlerini ve pozitif değerleri ekrana yaz  
  
LastTemp=temperature;  
  
}
```

ANA PROGRAM

```

//Project:PID ile sicaklik kontrol
//Date :
//Author :Celalettin Kücükbakirci
//Not :v1.0
//-----//
// include dosyalari //
//-----//
#include "main.h" //Global degiskenler
#include "lcd.c" //2x16 lcd driver kodu
#include "pid.c" //PID kontrol kodu
#include "menu.c" //Menu islemleri
#include "ds18b20.c" //Sicaklik okuma
//-----//
//400us lik overflow //
//-----//
#int_TIMER2
TIMER2_isr()
{
    DimmerControl(); //Rezistansa verilecek voltaj kontrol ediliyor
}
//-----//
//10 ms lik interrupt //
//-----//
#int_RTCC
RTCC_isr()
{
    counter++;
    TMR0= 178;
    if(counter==100) counter_kontrol();
}

#int_EXT
EXT_isr()
{
    if(RezOpen)
    {
        EXT_INT_EDGE(H_TO_L);
        RezOpen=0;
        DimTimer=0;
        return;
    }

    RezOpen=1; //bir dahaki interrupta giriste interrupt algilama kenarini
degistirmek icin kullanildi

    EXT_INT_EDGE(L_TO_H);

```

```

}
void DimmerControl(void)
{
    if(RezOpen && Dimmer==1) //timer kurulduysa dim icin belli süre sonra triyak
    ateşlenecek
    {
        if((DimTimer*400) > Ontime ) {rezistans=1;delay_us(100);rezistans=0;return;}

        DimTimer++; //400 us de 1 artar

    }
}
//-----//
//Saat fonksiyonu //
//-----//
void counter_kontrol(void)
{
    counter=0;
    second++;
    if(second>=60)
    {
        second=0;
        minute++;
        counter+=10; //her dakkada 100 ms ileri aliyoruz
        if(minute>=60)
        {
            minute=0;
            hour++;
            if(hour>=24) hour=0;
        }
    }

    PidPeriodicControl=1;
}
//-----//
// Tus tarama fonksiyonu //
//-----//
int KeyScan(void)
{
    int i;

    k=0x80;
    j=0;
    KeyPressed=0;

    for(i=0;i<colon;i++)
    {

```

```

PORTB=~k;

if(row1==0) return Keys[i][0];
if(row2==0) return Keys[i][1];
if(row3==0) return Keys[i][2];
if(row4==0) return Keys[i][3];

else k=k>>1;
}

return 0;

}
//-----//
// Acilista degiskenler sifirlanir //
//-----//
void ClearRegisters(void)
{
  ReceivedData=0;
  DataOk=0;
  KeyPressed=0;
  BackLightTimeOut=0;
  counter=0;
  second=0;
  minute=0;
  hour=0;
  OnHour=0;
  OffHour=0;
  OnMinute=30;
  OffMinute=40;
  LambSetup=0;
  LambOn=0;
  n=0;
  ZeroCross=0;
  ZeroCrossCounter=0;
}
//-----//
// Pic baslangic ayarlari yapiliyor //
//-----//
void initialize(void)
{
  setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
  setup_adc(ADC_OFF);
  setup_psp(PSP_DISABLED);
  setup_spi(FALSE);
  setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);
  setup_timer_2(T2_DIV_BY_16,24,1); //400us

  T0CON=0xC6; //prescaler degeri 1/128

```

```

set_tris_a(0x00);
set_tris_b(0x1F); //sutunlar cikis satirlar giris
set_tris_c(0x80);
set_tris_d(0x04);
set_tris_e(0x00);

port_b_pullups(TRUE);

lcd_init();

ClearRegisters();

EXT_INT_EDGE(H_TO_L);

enable_interrupts(INT_TIMER0);
enable_interrupts(INT_TIMER2);
enable_interrupts(INT_EXT);
enable_interrupts(GLOBAL);

lcd_clear(); //Lcd temizleniyor
}
//-----//
// Degiskenlere baslangic degerleri ataniyor //
//-----//
void StartSetting(void)
{
    int16 value;

    SetPoint=35; //Default set degeri 35 olarak ayarlanir

    FAN=0; //Fan kapali
    Dimmer=0; //Dimmer kapali
    Rezistans=0; //Rezistans kapali

    LAMBA=0;
    LambOn=0;

    printf("PID SICAKLIK KONTROL\n\r"); //Pcye bu yazi gönderilir

    //Sicaklik okurken yapilan hatalara karsi alinan onlem
    disable_interrupts(int_timer2);

    ilkokuma=0;
    for(value=0;value<10;value++)
        sicaklik_oku();

    enable_interrupts(int_timer2);
    ilkokuma=1;

```


EK 3**ELEMAN LİSTESİ**

C1	33pF	Kapasite
C2	33pF	Kapasite
C3	1 μ F	Kapasite
C4	1 μ F	Kapasite
C5	1 μ F	Kapasite
C6	1 μ F	Kapasite
C7	1 μ F	Kapasite
C8	10 μ F	Kapasite
C10	100 μ F	Kapasite
C11	100 μ F	Kapasite
C12	100nF	Kapasite
C13	100nF	Kapasite
D1	1N4148	Diyot
D2	1N4148	Diyot
D3	1N4148	Diyot
D4	1N4148	Diyot
D5	1N4148	Diyot
D6	1N4148	Diyot
D7	1N4148	Diyot
IC1	PIC18F452	Mikro denetleyici
IC2	7805	Regülâtör
IC3	MOC3021	Optotriak
IC4	MAX232	RS232 seviye dönüştürücüsü
K1	G5L	Röle
K3	G5L	Röle
OK1	4N33	Optokuplör
Q1	BC547	Transistor
Q2	BC547	Transistor

Q3	20MHz	Osilatör
R1	5R6Ω	Direnç
R2	1kΩ	Potansiyometre
R3	5R6Ω	Direnç
R4	10kΩ	Direnç
R5	10kΩ	Direnç
R6	4k7Ω	Direnç
R7	330Ω	Direnç
R8	330Ω	Direnç
R12	1KΩ	Direnç
R13	4k7Ω	Direnç
T1	BT149	Triak
TR1	2x6V	Trafo
X1		Klemens
X2		Klemens
X3		Klemens
X4		Klemens
X6		Klemens
Keypad		Tuş takımı
JP1		2x16 LCD ekran