

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İÇ AYDINLATMA KONTROLÜNDE PROGRAMLANABİLİR
DENETLEYİCİLER İLE KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİSİNİN
İNCELENMESİ

YÜSEK LİSANS TEZİ

Ayşe ÖZTÜRK

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Mekatronik Mühendisliği Programı

Temmuz 2017

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İÇ AYDINLATMA KONTROLÜNDE PROGRAMLANABİLİR
DENETLEYİCİLER İLE KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİSİNİN
İNCELENMESİ

YÜSEK LİSANS TEZİ

Ayşe ÖZTÜRK

Y1413.110003

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Mekatronik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sepanta NAİMİ

Temmuz 2017



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Mekatronik Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.110003 numaralı öğrencisi Ayşe ÖZTÜRK'un "İÇ AYDINLATMA KONTROLÜNDE PROGRAMLARNABİLİR DENETLEYİCİLER İLE KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 12.06.2017 tarih ve 2017/13 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *oybirliği* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 12/07/2017

- 1) Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Sepanta NAİMİ
2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç.Dr. Reşit ERÇETİN
3) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ahmet Emin KUZUCUOĞLU

[Handwritten signatures of the jury members]

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “İç Aydınlatma Kontrolünde Programlanabilir Denetleyiciler ile Kablosuz Ağ Teknolojisinin İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (12/07/2017)

Aday / İmza





ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocalarım Yrd. Doç. Dr. Sepanti Naimi ve Yrd. Doç. Dr. Reşit Erçetin'e, yoğun dönemlerimdeki anlayışları ve motivasyon destekleri için aileme, yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Doç. Dr. Ahmet Emin Kuzucuoğlu ve Doç. Dr. Tayfun Acarer'e teknik anlamda bilgilerini benden esirgemeyen iş arkadaşım Okan Erdoğan'a ve çalışmam sırasında küçük veya büyük yardımını esirgemeyen herkese teşekkür ederim.

Haziran 2017

Ayşe ÖZTÜRK



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT	xv
1. AKILLI EV SİSTEMLERİ	1
1.1. Akıllı Ev Nedir?	1
1.2. Neden Akıllı Ev Kullanmalıyız	3
1.3. Yapı ve Elemenler	3
1.3.1. Sensörler	4
1.3.2. Aktüatörler	4
1.3.3. Denetleyiciler	4
1.3.4. Merkezi Ünite.....	4
1.3.5. Ağlar.....	5
1.3.6. Arayüz	6
2. SENSÖRLER	9
2.1. Sınıflandırma	10
2.2. Çalışma Prensibi.....	10
2.2.1. Lineer ve dönel sensörler	10
2.2.2. İvme sensörleri.....	11
2.2.3. Kuvvet, tork ve basınç sensörleri.....	11
2.2.4. Akış sensörleri	11
2.2.5. Sıcaklık sensörleri.....	12
2.2.6. Yakınlık sensörleri.....	13
2.2.7. Işık sensörleri	14
2.2.8. Akıllı sensörler.....	14
3. IŞIK ve AYDINLATMA TEKNİĞİ.....	17
3.1. Işığın Tanımı	17
3.2. Işığın Elektromanyetik Spektrumdaki Yeri.....	18
3.3. Aydınlatma	19
3.4. Aydınlatmanın Amacı	20
4. IŞIK KAYNAKLARI	21
5. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLLER (PLC).....	23
5.1. Tarihçe	23
5.2. PLC Nedir?.....	24
5.3. PLC'nin Avantajları	25
5.4. PLC'nin İç Yapısı.....	26
5.4.1. Merkezi işlem birimi	26
5.4.2. Giriş birimi.....	28
5.4.3. Çıkış birimi	28
5.4.4. PLC'de bellek yapısı.....	30

5.5.	PLC Programlama	33
5.5.1.	Merdiven diyagramları ile programlama.....	34
5.5.2.	Komut listesiyle programlama	35
5.5.3.	Fonksiyon blok diyagramları ile programlama	35
5.6.	Tarama	36
5.7.	Lojik İşlem Komutları	37
5.7.1.	“Ve” (AND) fonksiyonu	37
5.7.2.	“Veya” (OR) fonksiyonu.....	37
5.7.3.	“Değil” (NOT) fonksiyonu.....	38
5.7.4.	“Ve Değil” (AND NOT) fonksiyonu	38
5.7.5.	“Veya Değil” (OR NOT) fonksiyonu.....	38
5.7.6.	“Özel Veya” fonksiyonu	39
5.7.7.	SET ve RESET komutları	39
5.8.	Yardımcı Röleler	39
5.8.1.	Zamanlayıcılar.....	39
5.8.2.	Sayıcılar.....	40
5.8.3.	Karşılaştırma elemanları	42
5.9.	STEP 7 – Micro/WIN	45
5.10.	Kullanıcı Arayüzü ile Akıllı Ev Otomasyonu: PLC Kontrollü Uygulama..	46
5.10.1.	Akıllı ev sisteminin mimarisi	47
5.11.	PLC’nin Kablosuz Haberleşmesi.....	49
5.11.1.	RF Nedir?	49
5.11.2.	Kullanılan iletişim standartları	50
5.11.3.	Kablosuz haberleşme sistem yapısı	51
6.	KABLOSUZ AĞLAR.....	55
6.1.	Tarihçe	55
6.2.	Kablosuz Ağ Çeşitleri.....	56
6.2.1.	Kablosuz kişisel alan ağ (WPAN).....	56
6.2.2.	Kablosuz yerel alan ağ (WLAN).....	71
6.2.3.	Kablosuz metropol alan ağ (WMAN)	73
6.2.4.	Kablosuz geniş alan ağ (WWAN).....	74
6.3.	Kablosuz ağ teknoloji ile akıllı ev mimarisi	77
6.4.	Z-Wave İle Yapılan Akıllı Ev Sistemlerinde Maliyet Karşılaştırması.....	79
7.	SONUÇ.....	83
	KAYNAKLAR.....	85
	ÖZGEÇMİŞ.....	89

KISALTMALAR

OPC	: Açık Bağlantı
SMS	:Short Message Service
GSM	: Global System for Mobile Communications
LVDT	:Linear Variable Differential Transformer
RVDT	:Rotary Variable Differential Transformer
RTD	: Direnç Sıcaklık Dedektörleri
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanıma
WLAN	: Kablosuz Yerel Alan Ağı
NFC	: Near Field Communication
MODICON	: Modular Digital Controller
NEMA	: National Electric Manufacturers Association
CPU	: Central Processing Unit
TON	: Düz Zaman Rölesi
TONR	: Kalıcı Gecikmeli Zamanlayıcı
TOF	: Düşmede Gecikmeli Zaman Rölesi
CTU	: Yukarı Sayacı
CTD	: Aşağı Sayacı
CTUD	: Yukarı-Aşağı Sayacı
SQL	: Yapılandırılmış Sorgu Dili
WPAN	: Kablosuz Kişisel Alan Ağı
SRA	: Kaynak Yönlendirme Algoritması
MAC	: Medya Erişim Katmanı
NFCIP	: Near Field Communication Interface ve Protokol
UWB	: Ultra Geniş Bant
WMAN	: Kablosuz Metropol Alan Ağı
WWAN	: Kablosuz Geniş Alan Ağı
LTE	: Long Term Evolution



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 6.1 : Ana WPAN teknolojisinin fiziksel özellikleri.....	59
Çizelge 6.2 : Kablosuz ağ çeşitlerinin özellikleri	77



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Tipik bir mekatronik sistem	10
Şekil 2.2 : Ultrasonik akış sensörü düzenlemesi	12
Şekil 2.3 : Fotosistorlarla ışık algılama	14
Şekil 2.4 : Optik fiber algılamanın çalışma prensibi	15
Şekil 3.1 : Newton Teorisi	17
Şekil 3.2 : Elektromanyetik Spektrum	19
Şekil 5.1 : PLC kavramsal uygulama şeması	24
Şekil 5.2 : PLC s7-200'ün dış yapısı	25
Şekil 5.3 : PLC'nin iç yapısı	26
Şekil 5.4 : CPU akış şeması	28
Şekil 5.5 : Röle çıkışlı devre	29
Şekil 5.6 : Doğru akımda transistörle devre	29
Şekil 5.7 : Alternatif akımda triyak çıkışlı devre	29
Şekil 5.8 : Çıkış modülünün blok diyagramı	30
Şekil 5.9 : RAM bellek çipi	32
Şekil 5.10 : 8 bits EPROM bellek çipi	33
Şekil 5.11 : PLC'de bazı semboller	34
Şekil 5.12: Merdiven diyagram	35
Şekil 5.13 : Fonksiyon blok diyagram programlama formatı	36
Şekil 5.14 : PLC tarama döngüsü	37
Şekil 5.15 : “VE” komutunun kullanımı	37
Şekil 5.16 : “VEYA” komutunun kullanımı	38
Şekil 5.17 : “DEĞİL” komutunun kullanımı	38
Şekil 5.18 : “AND NOT” komutunun kullanımı	38
Şekil 5.19 : “VEYA DEĞİL” komutunun kullanımı	39
Şekil 5.20 : Set komutunun kullanımı	39
Şekil 5.21 : Reset komutunun kullanımı	39
Şekil 5.22 : Yukarı sayıcı (CTU) LADDER gösterimi	40
Şekil 5.23 : CTU çalışma prensibi diyagramı	41
Şekil 5.24 : CTD LADDER şekli ve çalışma diyagramı	41
Şekil 5.25 : CTUD LADDER şekli ve çalışma diyagramı	42
Şekil 5.26 : Eşit karşılaştırma	43
Şekil 5.27 : Eşit değil karşılaştırma	43
Şekil 5.28 : Büyük eşit karşılaştırma	43
Şekil 5.29 : Küçük eşit karşılaştırma	44
Şekil 5.30 : Büyük karşılaştırma	44
Şekil 5.31 : Küçük karşılaştırma	45
Şekil 5.32 : STEP 7-Micro/WIN Ekranı	45
Şekil 5.33 : PLC kullanılan akıllı ev sisteminin blok diyagramı	47
Şekil 5.34 : Yazılımların birbiri ile etkileşimi	48
Şekil 5.35 : Genel yapısı	52
Şekil 5.36 : RF ile Bilgisayar ile PLC'nin Kablosuz Haberleşmesi	52
Şekil 5.37 : RF ile İki PLC'nin Kablosuz Haberleşmesi	53

Şekil 6.1 : Kablosuz kişisel alan ağı (WPAN).....	57
Şekil 6.2 : WPAN ve WLAN uzaklık/veri hız karakteristikleri	58
Şekil 6.3 : Pikonet yapılandırılması.....	59
Şekil 6.4 : Karmaşık multipikonet yapısı.....	60
Şekil 6.5 : Geri bildirim olduğunda ve olmadığı durumlar	63
Şekil 6.6 : Yönlendirme (rouling) olmayan ağ	65
Şekil 6.7 : Yönlendirmeli Z-Wave ağı.....	65
Şekil 6.8 : Dört tekrarlayıcı aracılığıyla iki düğüm arasındaki maksimum mesafe... ..	66
Şekil 6.9 : Z-Wave ağında rota	66
Şekil 6.10 : Tekli statik denetleyici ile Z-Wave ağı	68
Şekil 6.11 : Çoklu denetleyiciye sahip ağlar.....	69
Şekil 6.12 : Kablosuz yerel alan ağı (WLAN).....	72
Şekil 6.13 : Kablosuz LAN kullanım alanları.....	73
Şekil 6.14 : Kablosuz metropol alan ağı (WMAN)	74
Şekil 6.15 : Kablosuz kullanılan akıllı ev sisteminin blok diyagramı	77
Şekil 6.16 : Dimmer bağlantı yapısı	79
Şekil 6.17 : Evrensel ikili sensör diyagramı	80

İÇ AYDINLATMA KONTROLÜNDE PROGRAMLANABİLİR DENETLEYİCİLER İLE KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

"Akıllı ev" kavramı 1980'lerin başında ortaya çıkmaya başladı. O zamanlar, akıllı evler yalnızca kullanıcı kolaylığı için tasarlanıyordu [1]. Akıllı evler, uzaktan veya merkezi olarak kontrol edilen işlevlere ve akıllı teknolojilere sahiptir. Akıllı evden alınan hizmetler, sırayla elle taşınabilir bir uzaktan kumanda vasıtasıyla, internet veya cep telefonu üzerinden uzaktan izlenebilir ve kontrol edilebilir. Akıllı bir evde, ekipmanın ve işlevselliğin bir kısmı veya tamamıyla kullanıcıların istek ve ihtiyaçları önceliklidir [2]. Bu çalışmada, iç aydınlatma kontrolünde kullanılan PLC'nin avantajlarından, dezavantajlarından, PLC kullanarak kurulan akıllı ev sistemi ile kablosuz ağ teknoloji temelli bir akıllı ev sisteminin karşılaştırılması yapılacaktır. Karşılaştırma yapılırken, kablosuz ağ teknolojisi ile oluşturulan sistemde Z-Wave protokolünün kullanıldığı varsayılmıştır.

Anahtar Kelimeler: PLC, otomasyon, akıllı ev, kablosuz ağ haberleşmesi, Z-Wave



INVESTIGATION OF WIRELESS NETWORK TECHNOLOGY WITH PROGRAMMABLE CONTROLLERS IN INDOOR LIGHTNING CONTROL

ABSTRACT

“Smart Home” concept had been appeared in beginning of 1980s. At these years, smart homes are designed for only ease of usage [1]. Smart homes have intelligent technologies and features that can be controlled as centrally or remotely. The services of smart homes can be monitored and controlled in order by handy remote controller, internet or mobile phone. In a smart home; the priority is functionality and equipment as partially or totally with desires and demands of the user [2]. This case will analyze advantages and disadvantages of PLC which using in indoor lightning control and make a comparison between smart homes which built with wireless network technology and smart homes which built with PLC. This comparison assumed that Z-Wave protocol is used for smart home which built with Wireless network technology.

Keywords: PLC, automation, smart home, wireless network communication, Z-Wave



1. AKILLI EV SİSTEMLERİ

1.1.Akıllı Ev Nedir?

Akıllı ev teknolojisi, çeşitli bileşenlerin yerel bir ağ üzerinden iletişim kurduğu evlerde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojisi (ICT) için ortak bir terimdir [3]. Teknoloji, seçilen kriterlere göre fonksiyonları izlemek, uyarmak ve yerine getirmek için kullanılabilir.

Akıllı ev, konfor sağlamak, verimliliği arttırmak, kontrol imkânı sunmak ve enerji tasarrufu yapabilmek için gelişmiş otomasyon sistemleri içeren bir sistemdir [3].

Akıllı ev teknolojisi, programlama, entegrasyon ve şebeke üzerinden gönderilen mesajlara tepki veren üniteler nedeniyle, geleneksel kurulumlardan ve çevre kontrol sistemlerinden tamamen farklı bir esneklik ve işlevsellik kazandırır [4]. Örneğin, aydınlatma otomatik olarak kontrol edilebilir veya istenildiğinde lambalar yanabilir.

Akıllı ev sisteminde, evin kontrol edilmek istenen alanı, evdeki herhangi bir odadan ya da dünyanın herhangi bir yerinden telefon, bilgisayar ya da web ile uzaktan kontrol edilebilir. İnternet, bilgi arama, sohbet etme, veri indirme ve yükleme gibi işlemler için yaygın şekilde kullanılmaktadır. Akıllı ev sistemlerinde ise internet, uzaktan kumandayı sağlamak için kullanılır [4]. Yeni teknolojilerin hızla gelişmesi, internetle birlikte makine ve cihazlarla etkileşim sağlayan bir araç olarak izleme, kontrol hizmetleri sunma gibi hizmetler vermeye başlanmıştır.

Son 30 yılda teknoloji ve kişisel bilgisayar uygulamalarının bize kazandırdığı faydalara bakıldığında zaman, akıllı ürünlerin kurulması, ev sahiplerine çeşitli avantajlar sağlar. Bu avantajlar, güvenlik, konfor, zaman, iletişim, enerji tasarrufu olabilmektedir. [5]

Akıllı ev sisteminde ihtiyaca göre farklı protokoller kullanılmaktadır. Bu protokollerden bazıları şunlardır: X10, Z-Wave, UPB, WiFi, ZegBee, EnOcean. Bu ürünlerin tamamı, çeşitli üreticilerin arasından seçilebilir. Akıllı ev denildiğinde akla

gelen en önemli detay, sistemin kontrollünün kişilerin akıllı cihazları ile uyumlu olarak çalışmasıdır [5].

Akıllı bir evin ortaya çıkmakta olan önemli bir özelliği, dünyanın sınırlı kaynaklarının korunmasıdır. Aydınlatma, pencere kaplamaları, sulama kontrolü ve kullanım izleme yoluyla tasarruf oranını artırmak için ev denetleyicilerinden yararlanarak evlerini akıllı hale getirmek, daha fazla insan tarafından farkına varılmaktadır. Bu sistemlere internet aracılığı ile dünyanın her yerinden erişilebilir.

Mevcut bir binaya akıllı ev teknolojileri ekleyerek akıllı bir ev yapmak, kabloları yönlendirme ve uygun yerlere sensör yerleştirme gibi komplikasyonlar nedeniyle gerekli teknolojileri yeni bir eve eklemekten çok daha maliyetlidir. [6]

Farklı akıllı ev teknolojileri, bilgisayar kontrolleri ve sensörlerdeki gelişmelerle birlikte hızla gelişmektedir. Bu durum, kaçınılmaz uyumluluk sorunlarına yol açmıştır. Bu nedenle ev otomasyon teknolojilerini ve protokollerini standartlaştırmak için bir çözüm üretilmiştir. Installation Bus veya Instabus, Avrupa'da, akıllı cihazlar arasındaki dijital iletişim için tanınmış bir akıllı ev teknolojisi protokolü olarak bilinmektedir. Normal elektrik kabloları ile birlikte kurulan iki kablolu bir hattın oluşur. Instabus hatları cihazları merkezi olmayan bir iletişim sistemine bağlar ve cihazların üzerinde kontrol edilebileceği bir telefon hattı gibi işlev görmektedir [1], [7].

Akıllı ev teknolojisi, internet, sabit telefonlar veya cep telefonları vasıtasıyla çevre ile olası otomatik iletişimi mümkün kılar.

Akıllı ev sistemlerinde evlerin konforu ve güvenliği artırılmış, enerji ve diğer kaynakların kullanımı daha akılcı bir şekilde sağlanmış ve kayda değer tasarruflar sağlanmıştır. Başlangıçta, "akıllı ev" fikri, engelli olmayan kişilerin ev konforunu artırmayı amaçlıyordu [2]. Günümüzde, yaşlı ve engelli insanların kişisel ihtiyaçlarını karşılamak, bu insanlara yardım etmek ve onları desteklemek de mümkündür. Son yıllarda, konutlar, alışveriş merkezleri, gökdelenler, oteller vs. için akıllı sistemler tercih edilmektedir. Üstün bir akıllı bina inşa etmek için, dikkate alınması gereken bazı temel hususlar vardır. Sistemin nitelikli ve başarılı olmasını sağlamak için çevre koşullarına çok uygun, gelişmelere açık ve sisteme aşına olan deneyimli bir tasarımcı gerekmektedir [8]. "Akıllı tasarım" terimi, sürdürülebilir

tasarım, yüksek teknoloji kullanımı ve kullanıcı dostu tasarım gibi anlamları içerir [8].

Akıllı evler dört temel açıdan ele alınabilir:

- Binanın fiziksel yapısı
- Sistem (güvenlik, klima, güç kontrolü)
- Hizmetler (internet, iletişim)
- Yönetim (enerji, aydınlatma, sulama)

Günümüz modern çağında otomasyon, evlerimizi ve ofislerimizi tamamlayan bir bölüm haline gelirken hızla ilerlemektedir. Otomasyon genellikle, önceden belirlenmiş sıralı adımları izleyen, insan hareketi çok az veya hiç olmayan bir süreç olarak tanımlanabilir [6]. Otomasyon, üretim süreçlerini, aktüatörleri ve farklı teknikleri ve cihazları gözlemlemek için uygun çeşitli sensörlerin kullanımı ile sağlanır.

1.2.Neden Akıllı Ev Kullanmalıyız

Akıllı ev sistemlerinin insan hayatında kolaylık sağladığı birkaç noktadan bahsedecek olursak; cihazların birbirleri ile çalışabilmesi akıllı ev sistemlerinin sağladığı imkânlardan birdir [9]. Birden fazla elektronik aleti birbirleri ile iletişim halinde tutarak, tek bir sistem üzerinden çalışmaya imkânı sunar. Bir diğer yararı uzaktan erişim kolaylığının olmasıdır. Tüm elektronik aletler tek bir noktadan kontrol edilebilir. Çalışan düzen istenildiğinde cep telefonu ya da tablet aracılığı ile kolayca değiştirilebilir. Teknolojinin her geçen gün değişmesi, var olan akıllı ev istemini de genişletme ihtiyacını getirecektir. Bir ev otomasyonu dinamik olmalıdır. Mevcut yapısına, yeni ürünler ve yeni alanlar için genişletilebilir olmalıdır. İyi bir ev otomasyonunda kullanıcı arayüzünün çeşitliliği de önemlidir. Kullanıcı, taşınabilir bir ikonla veya kişisel akıllı cihazlarıyla kontrol edebilmelidirler. Düzgün bir yedekleme sistemi sayesinde, olası elektrik kesintilerinden sonra sistemin düzgün çalışması sağlanmaktadır. Senaryosu doğru kurgulanan akıllı ev sistemlerinde kullanılan sensörler sayesinde enerji kontrolünü sağlayarak büyük ölçüde enerji tasarruf yapılabilmektedir [9].

1.3.Yapı ve Elemenler

Genel olarak bileşenler şu şekilde ayrılabilir:

1.3.1. Sensörler

Sensörler çevredeki faaliyetleri izler ve ölçerler. Hareket ve sıcaklık sensörleri, nem sensörleri, termometreler ve duman dedektörleri örnek olarak verilebilir [10]. Nesnelere sensör yerleştirilirse, daha yararlı bilgiler toplanabilir. Otomatik ölçümleri rutin olarak iletebilen otomatik sensörler kablosuz ağ teknolojinin diğer önemli bir parçasıdır.

1.3.2. Aktüatörler

Aktüatörler fiziksel eylemler gerçekleştirir. Örnek olarak kapı pencere ve garaj kapısı açıcıları, perde ve tenteli motorlar, otomatik ışık anahtarları ve röleler verilebilir. Çevresel kontrol sistemlerinin bazı bileşenleri aktüatörlerdir [10].

1.3.3. Denetleyiciler

Denetleyiciler programlanmış kurallara ve olaylara dayalı seçimler yapar. Kontrolörler, genellikle sensörler ve aktüatörler ile yerleşik mikro işlemcilerdir. Sensör veya diğer denetleyicilerin değerlerini alır ve işlerler [10]. Örneğin, bir termometrenin denetleyicisi, sıcaklık 22 dereceyi aştığında elektrikli ısıtmayı kapatmak için bir mesaj göndermek üzere programlanabilir. Bu mesaj, aktüatörü çalıştıran ısıtma kontrolörü tarafından alınır. Sıcak bir günde sıcaklık 23 dereceyi aşarsa, pencereyi açmak için pencere açacağı bir mesaj gönderebilir.

1.3.4. Merkezi Ünite

Merkezi olmayan veri yolu sistemleri kendi mikro işlemcilerine (mikro denetleyici) sahiptir. Dolayısıyla, prensip olarak, sistemi programladıktan sonra sistemi yönetmek için kontrol eden herhangi bir merkezi birim gerekli değildir [9], [10].

Bununla birlikte pratik anlamda merkezi bir birim, sistemdeki yeniden programlama, bakım ve değişiklikler için yararlıdır. Bazı birimler kendi merkez birimleriyle birlikte iletilirken, bazıları ek yazılım içeren bir bilgisayar kullanmaktadır.

Sistemin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için iyi bir kullanıcı arayüzü, sistemin dokümantasyonu ve personelin eğitilmesi önemli faktörlerdir. Konutlar genellikle şifre korumalı programlama olan birimlerin yeniden programlanmasından sorumlu bir veya iki "süper kullanıcı" sahibidir.

1.3.5. Ağlar

Şebeke, sistemdeki sinyaller vericisidir. En çok kullanılan vericiler sinyal kablosu (bükümlü çift), güçlü akım kablosu (elektrik hattı), radyo sinyalleri (RF) ve bir dereceye kadar ışıklar (IR veya optik fiberler) [11]. Modern akıllı ev sistemlerinin tümü, veri yolu tabanlı bir ağa sahiptir. Veri yolu tabanlı bir ağda, sistemdeki tüm üniteler tüm mesajları okuyabilir. Mesajlar, mesajı alacak bir veya birkaç birimin adresini içerir. Sistem ünitesi veya kendi adresini tanıyan üniteler, mesajın içeriğine tepki verirler. Birim, tek tek veya bir grubun üyesi olarak bir mesaj alabilir. Dolayısıyla, bir durumda, bir lamba yanıp söndüğünde diğer lamba için de tüm lamba ışık mesajı gönderilebilir.

1.3.5.1. Veri yolu standartları

Etkileşim kurmak için sistemdeki birimler aynı dili konuşmalıdır. Bu, fiziksel arayüzler, kablolama, temaslar, elektrik akımı seviyeleri ve mesajların yapısında değiştirilecekler hakkında aynı standartları ima eder [11]. Hem fiziksel hem de mantıksal düzeyde çeşitli standartlar vardır.

1.3.5.2. Açık veya özel standartlar

Akıllı ev ekipman üreticileri, ekipmanlarının izlemesi gereken standartları seçmelidir. Bazı üreticiler, bir veya birkaç tedarikçinin haklarına sahip oldukları ve bu standardın donanımının tek tedarikçisi olduğu kendi standartlarını oluşturmuştur. Bu standartlara tescilli denir. Bu tür sistemleri seçerek müşteri, tedarikçiden sistemin yönetimine, uzantılarına ve onarımına bağımlı olabilir.

Diğer standartlar, kamu standardizasyonu çerçevesinde endüstri ve ilgili taraflar arasındaki iş birliği vasıtasıyla geliştirilmektedir. Bu standartlara herkese açıktır ve bunlara açık standartlar denir [11]. Açık standartlara dayalı sistemler, müşterilere tedarikçilerle veya başka bir tedarikçi veya hizmet şirketi seçerken daha fazla seçim özgürlüğü sağlar.

Özel çözümleri olan ekipmanı seçerek, ya tek tedarikçi ile bağlantı kurmak ya da veri yolu sistemi tarafından kullanılan standart ile ekipmanın sinyalizasyon sistemi arasında tercüme etmek gerekir. Bu nedenle genellikle sinyalleri dönüştürmek için ilave ekipman kurulumunu gerektirir. Bu, maliyet artışı, işlevsellik kaybı ve bakımın engellenmesi anlamına gelebilir. Açık standartlara dayalı sistemler en faydalıdır.

Çünkü ekipman ve servis sağlayıcıları arasında özgürce seçim yapmak daha iyi bir durumdadır.

Standartlara dayalı ağlar sistemler birbirleri ile iletişim kurabilir. Ancak birbirine bağlı sistemdeki işlevsellik en zayıf halkasından daha iyi olmayacaktır. OPC standardı, farklı standartlardaki ağlar arasında etkileşim için arayüzü tanımlar [11].

1.3.6. Arayüz

1.3.6.1. Standart birimler

Kullanıcı ve akıllı ev teknolojisi arasındaki iletişimi sağlayan arabirim genelde ana tesisatlar ile eşdeğerdir. [12]

Cihazlar gerektiğinde kişiler tarafından kullanılır. Tasarım ve fonksiyonun yabancı olabileceğinin farkında olunmalıdır. Örneğin lambalar için bir "açma" ve "kapatma" fonksiyonunun olması gibi. Akıllı ev, sistem ile ev arasında birkaç arayüz içerebilir. Tıbbi alarmlar, özel düğmeler ve perdelerin yönetimi için kullanılan uzaktan kumandalar örnek olabilir. Ünitelerin anlaşılması ve kullanılması basit olmalı ve tasarlandıkları kullanıma dayanmalıdırlar. Uzaktan kumandalar, zemine düştüğünde ya da darbelere karşı uzun ömürlü olmalıdırlar. Personel, alarm ve mesajları sistemden alıyor, durumu kontrol ediyor ve daha sonra alarmı kapatıyor.

Alarmların iletimi için birkaç olası çözüm bulunmaktadır. İletim güvenilir, okunması kolay ve iletilerin imzalanması kolay olmalıdır [9], [12].

1.3.6.2. Cep Telefonu

SMS servisinde, bir mesajın belirli bir süre içinde alıcıya ulaştığını ya da ona ulaştığını garanti etmediğinin farkında olmak önemlidir. Birçok SMS kullanıcısı, bu sorunu özellikle yılbaşı, bayram gibi çok yoğun günlerde yaşamaktadır. Bu sorunun çözümü, belirli bir süre içinde birine yeni bir mesaj gelmediğinde, başka bir alıcıya yeni bir mesaj göndermektir. Daha sonra üçüncüye ve belki daha sonra mesaj çıkana kadar tekrar birinciye göndermektir [12]. Bununla başa çıkmanın diğer bir yolu da önemli hatların düzenli kontrollerini yapmaktır.

Asansörlerdeki alarmlar da bu hatlar gibi çalıştırılmaktadır. Hem sabit hat bağlantıları hem de GSM bu şekilde kontrol edilebilir ve bu düzenli kontrollere abone olmak mümkündür.

Zaman zaman hatalar oluşacağı için, arıza yerleri için rutinler ve arıza durumunda eylem planları zorunludur. Yerel bir dijital telefon şebekesinde, mobil ağda SMS'e eşdeğer olarak, ekranda mesajlar almak için kablosuz telefonlar kullanılabilir [12].



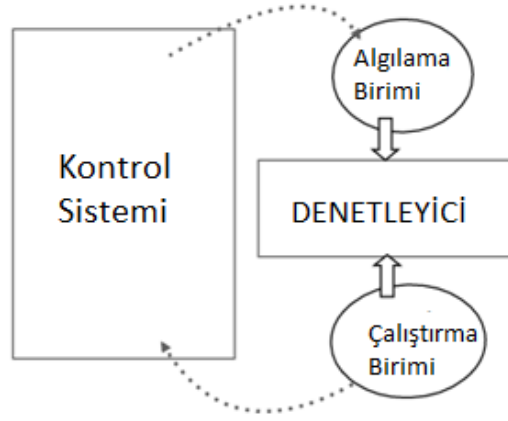


2. SENSÖRLER

Sensörler, bir sistemin etrafındakileri algılamak için kullanılan elemanlardır. Sensörler algıladıkları bu uyarıyı kullanılabilir bir çıktı olarak sağlayan cihazlardır [13]. Uyarıyı, optik, elektriksel ya da mekanik gibi sinyallere dönüştürür. Etrafındaki değişkenleri duyarlı olduğu değişkene bağlı olarak algılar. Sensörler, canlıların algılama özellikleri baz alınarak ortaya çıkmıştır [13]. Algılayıcıların görevlerini yerine getirmesi için, uygun bir şekilde kullanılacak sisteme bağlanması gerekmektedir.

Sensörler ve aktüatörler, kapalı çevrimli her kontrol sisteminin iki kritik bileşenleridir. Böyle bir sisteme mekatronik sistemi denir [14]. Şekil 2.1'de gösterildiği gibi tipik bir mekatronik sistem bir algılama birimi, bir denetleyici ve bir çalışma biriminden oluşur. Algılama birimi, tek bir algılayıcı kadar basit olabilir veya filtreler, yükselteçler, modülatörler ve diğer sinyal düzenleyicileri gibi ek bileşenlerden oluşabilir. Kontrolör, algılama ünitesinden gelen bilgileri kabul eder, kontrol algoritmasına dayalı kararlar verir ve kumanda birimine komutlar gönderir. Aktüatör birimi bir aktüatörden ve isteğe bağlı olarak bir güç kaynağından ve bir bağlantı mekanizmasından oluşur [13].

Sensör, fiziksel bir fenomene (sıcaklık, yer değiştirme, güç vb.) maruz bırakıldığında orantılı bir çıktı sinyali (elektrik, mekanik, manyetik, vb.) üreten cihazdır [14]. Transdüser terimi genellikle sensörlerle eşzamanlı olarak kullanılır. Bununla birlikte, ideal olarak, bir sensör, fiziksel fenomende bir değişikliğe tepki gösteren bir cihazdır [15]. Öte yandan, bir dönüştürücü, bir enerjiyi başka bir enerji biçimine dönüştüren bir cihazdır. Sensörler, bir enerji girişi ve çıktısını farklı bir enerji formunda hissettiklerinde transdüserlerdir [15]. Örneğin, bir termokupl (ısı çifti) bir sıcaklık değişimine (ısı enerjisi) tepki verir ve elektromotor kuvvetin (elektrik enerjisi) orantısız bir değişimi çıkarır. Bu nedenle, bir termokupl bir sensör ve / veya dönüştürücü olarak adlandırılabilir.



Şekil 2.1 : Tipik bir mekatronik sistem

2.1.Sınıflandırma

Sensörler pasif veya aktif olarak sınıflandırılabilir. Pasif sensörlerde, çıktı üretmek için gereken güç, algılanan fiziksel fenomen (bir termometre gibi) tarafından sağlanırken, aktif sensörler harici güç kaynağı gerektirir (bir gerinim ölçer gibi) [14], [15].

Ayrıca, sensörler çıkış sinyalinin türüne göre analog veya dijital olarak sınıflandırılır. Analog sensörler, algılanan parametre ile orantılı olan sürekli sinyaller üretir ve dijital denetleyiciyi beslemeden önce genellikle analogdan dijital dönüşümü gerekmektedir [16].

Diğer yandan dijital sensörler dijital kontrol cihazıyla doğrudan arayüz oluşturabilen dijital çıkışlar üretir. Genellikle, dijital çıkışlar, algılama birimine bir analogdan dijital dönüşürücü eklenerek üretilir [16], [17].

Eğer gerekliyse, basit analog sensörleri seçmek ve onları çok kanallı, analogdan dijital çevirici ile donatılmış olan dijital denetleyiciye bağlamak daha ekonomiktir.

2.2.Çalışma Prensipleri

2.2.1. Lineer ve dönel sensörler

Doğrusal ve dönel konum sensörleri, tipik bir mekatronik sisteminde kullanılan tüm ölçümlerin en temellerinden ikisidir. Genel olarak, konum sensörleri deneyimledikleri yer değiştirmeye orantılı bir elektrik çıkışı üretirler. Gerinim ölçer, LVDT, RVDT, takometre gibi kontak tipi sensörler bulunur [15], [18].

Temassız kodlayıcılar, hall etkisi, kapasitans, endüktans ve interferometre türlerini içerir. Ölçüm aralığına göre sınıflandırılabilirler. Optik endüktans, kapasitans ve gerinim ölçeri sadece çok küçük aralık (tipik olarak 0,1 mm ila 5 mm) için uygundur. Öte yandan diferansiyel transformatörler, iyi çözünürlüğe sahip daha geniş bir yelpazeye sahiptir. İnterferometre tipi sensörler hem çok yüksek çözünürlük (mikron cinsinden) hem de geniş ölçüm aralıkları (genelde bir metreye kadar) sağlar. Bununla birlikte, interferometre tipi sensörler büyük, pahalı ve kurulum süreleri uzundur [14], [15], [19].

2.2.2. İvme sensörleri

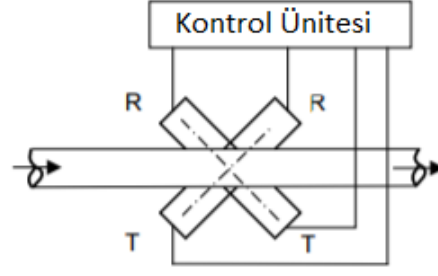
Titreşime maruz kalan sistemlerde ivme ölçümü önemlidir. İvme, doğrusal veya dönel sensörlerden elde edilen geçmiş zaman verilerinden türetilmesine rağmen, çıktı oranı ivme ile doğru orantılı olan ivmeölçer tercih edilir [18]. Sismik kütle ve piezoelektrik en yaygın iki ivmeölçerdir. Sismik kütle ivmeölçer, bir kütle ile destekleyici yapı arasındaki görelî harekete dayanır. Sismik kütlenin doğal frekansı, düşük frekans uygulamalarına ve orta frekans uygulamalarına sınırlama getirmektedir. Bununla birlikte piezoelektrik ivmeölçer kompakt ve yüksek frekanslı uygulamalar için daha uygundur [20].

2.2.3. Kuvvet, tork ve basınç sensörleri

Birçok kuvvet, tork sensör tipleri gerilim ölçmektedir. Bu türde yaygın olarak bilinen sensörler piezoelektrik ve dinamometredir. Her ikisi de bir ekseninde veya birden fazla ekseninde kuvvet veya tork ölçmek için kullanılabilir [18]. Bu tür sensörler doğal frekanslarıyla sınırlandırılmıştır. Öte yandan piezoelektrik sensörler, çok çeşitli frekanslarda dinamik yüklemeler için özellikle uygundur. Geniş bir ölçüm aralığında yüksek çözünürlük sağlar ve kompakttır.

2.2.4. Akış sensörleri

Akış algılaması nispeten zor bir işittir. Ortam, sıvı, gaz veya bunların ikisinin bir karışımı olabilir. Bu ortamlardaki akış hızını algılamak için akış sensörlerine ihtiyaç vardır. Akış, tabakalı veya türbülanslı olabileceği gibi ayrıca zamanla değişen bir fenomen de olabilir.



Şekil 2.2 : Ultrasonik akış sensörü düzenlemesi

Ultrasonik akış sayacının şematik bir diyagramı Şekil 2.2’de gösterildiği gibidir. Vericiler (T), ses sinyali kaynağı sağlar. Dalgalar alıcılara (R) doğru ilerlediğinden, bunların hızı doppler etkisi ile akan sıvıların hızlarından etkilenir. Kontrol devresi akış oranının yorumlanma zamanını karşılaştırır. Bu çok yüksek akış oranları için kullanılabilir. Ayrıca aşağı ve yukarı yönlü akıflarda da kullanılabilir [17].

Diğer bir avantajı ise korozyona (aşındırıcı) sebebiyet verebilen sıvılarda kullanılabilir. İçinde aşındırıcı partikülleri olan sıvılarda da kullanılabilir. Temassız sensöre benzer.

2.2.5. Sıcaklık sensörleri

Isı değişimini algılayan cihazlara sıcaklık sensörleri denilmektedir. Bu değişim ölçmek için çeşitli cihazlar mevcuttur. Bunların en yaygın olanları termokupllar, termisterler, RTD ‘dir [15], [19].

Termokupllar en çok yönlü ve ucuzdur. Geniş çalışma yelpazesine sahiptir (Genelde 1200 °C'ye kadar). Kendisi güç üretebildiğinden avantajlıdır [15]. Bir termokupl, algılama sstemini oluşturmak için uçlara birleştirilen iki farklı metal telden oluşur. Referans birleşim noktası ile birlikte kullanıldığında, referans bağlantı noktası ile gerçek sıcaklık arasındaki sıcaklık farkı voltaj potansiyeli olarak ortaya çıkar. Bu nedenle hatalı ölçüme sebep olabilmektedir [20]. Hatalı ölçümü önlemek için kompanzasyon yapılmalıdır. Bunun için ya buz banyosu yapılmalıdır ya da programlanmış sistemle kompanzasyon işlemi gerçekleştirilebilir. Her iki yöntemde de asıl amaç, sıcaklıktan kaynaklanan gerilimlerden asıl termokupl değerini bulmaktır.

Termistörler, sıcaklık değiştikçe direnci değişen yarıiletken cihazlardır. 100°C'ye kadar sınırlı bir aralıkta çok yüksek hassasiyet ölçümleri için idealdirler. Ancak

kullanım aralığının düşük olmasından dolayı, daha yüksek sıcaklıkta yeniden kalibrasyona ihtiyaç duymaları dezavantajdır. Sıcaklık ve direnç arasındaki ilişki doğrusal değildir. RTD'ye göre sıcaklık değişimlerine daha hızlı cevap verirler. Termistörlerin iki çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan biri, sıcaklıkla direnci artan termistörler (PTC), diğeri ise sıcaklıkla direnci azalan termistörlerdir (NTC) [13], [14], [20].

RTD'ler, termistörler gibi bir metalin direncinin sıcaklık ile değiştiği fenomenini kullanır. Bununla birlikte, RTD geniş bir aralıkta doğrusal ve diğer sıcaklık sensörlerine göre en kararlı olandır. Metal iletkenlerde dirençleri sıcaklık ile doğru orantılıdır. Alaşım ve yarıiletkeneler de ise ters orantılıdır. RTD kendinden beslemeli bir sensör olmadığından üzerinden geçen akım ısınmaya neden olacaktır. Isınmadan kaynaklı oluşacak hatanın minimum düzeye inmesi için olabildiğince az akım kullanılmalıdır [20].

Temassız sensörler, bir yüzeyin termal haritasını oluşturmak, bir görüş alanını algılamak için de kullanılabilir.

2.2.6. Yakınlık sensörleri

Bir nesnenin başka bir nesneye göre yakınlığını algılamak için kullanılırlar. Genellikle bir nesnenin varlığını veya yokluğunu belirten açık veya kapalı sinyali oluşturur. Endüktans, kapasitans, fotoelektrik ve hall efekti türleri yakınlık sensörleri olarak yaygın olarak kullanılmaktadır [19].

Endüktans yakınlık sensörleri yumuşak bir demir çekirdeğin etrafına sarılan bir bobinden oluşur. Sensörün endüktansı, demirli bir nesne yakınıdayken değişir. Bu değişiklik bir voltaj tetiklemeli anahtara dönüştürülür [14], [19].

Kapasitans çeşitleri endüktansa benzer. Bir nesnenin yakınlığı aralığı değiştirir ve kapasitansı etkiler.

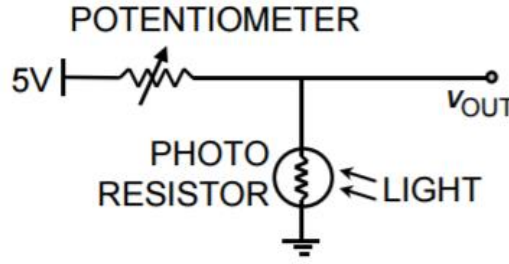
Fotoelektrik sensörler normal olarak kızılötesi ışık kaynağı ile hizalanır [21]. Hareket eden bir nesnenin yakınlığı, ışık demetini keserek voltaj seviyesinin değişmesine neden olur.

Akım taşıyan bir iletken enine manyetik alana maruz bırakıldığında, hall efekti voltajı üretilir. Voltaj, salon efekti sensörü ile yakınında bulunan nesne arasındaki mesafeyle orantılıdır.

2.2.7. Işık sensörleri

Işık yoğunluğu ve tam saha görüşü, birçok kontrol uygulamasında kullanılan iki önemli ölçümdür. Fototransistörler, fotoresistörler ve fotodiyotlar, ışık yoğunluğu sensörlerinin daha yaygın tipidir [15]. Genelde bir fotorezistör, kadmiyum sülfattan oluşur. Bu sensörün karanlıkta direnci maksimumdur. Fotorezistör ışığa maruz kaldığında, direnci ışığın yoğunluğuyla orantılı olarak düşer.

Şekil 2.3’de gösterildiği gibi bir devre ile arabirim oluşturduğunuzda ışık yoğunluğundaki değişim voltaj değişikliği olarak görünecektir. Bu sensörler, ışık yoğunluğunu ölçmek için yaygın olarak kullanılan basit, güvenilir ve ucuz elemanlardır.



Şekil 2.3 : Fotosistörlerle ışık algılama

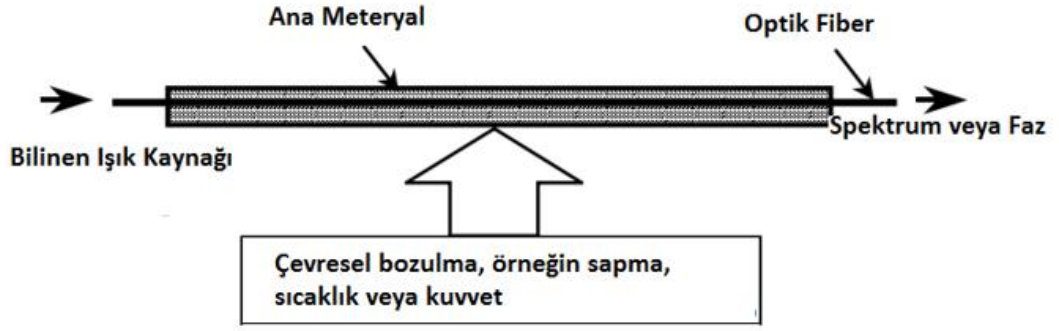
2.2.8. Akıllı sensörler

Akıllı Sensör, birbirine bağlanan elektronik devrelerle kombine edildiğinde bir elektrik çıkışı üreten bir sensörlerdir. Hem sensör hem de aktüatörün bir kombinasyonudur. Honeywell Endüstriyel Ölçüm ve Kontrol ürün müdürü Tom Griffiths’e göre, akıllı sensörler "mikroişlemci tahrikli algılayıcılar ve enstrüman paketleri" olarak tanımlanmaktadır [14], [15], [22]. Operasyonel verimliliği artırmak ve bakım maliyetlerini düşürmek için bir izleme sistemine, operatöre bilgi sağlayan iletişim yeteneği gibi özellikleri içermektedir. Akıllı sensörün faydası, kesintileri azaltmak ve kaliteyi artırmak için süreçten toplanan zengin bilgi birikimi yapılmasıdır.

Kablosuz yeteneğe sahip Akıllı Sensörler, RFID, WLAN, NFC, Bluetooth veya Zigbee gibi iletişim standartlarını geniş bir yelpazede kullanmaktadır. [22]

Özellikle dağıtılmış algılama koşullarında, sensörler olarak daha fazla uygulama kazanan birçok yeni akıllı malzeme bulunmaktadır. Bunlardan optik fiberler, piezoelektrik ve manyetostriktif malzemeler yaygın olanlardır. Optik fiberler gerginliği, sıvı seviyesini, kuvveti ve sıcaklığı çok yüksek çözünürlükte algılamak için kullanılabilir.

Bu sensörler, ortamı algılamak için optik fiberin doğal malzemesini (cam ve silika) kullanır [15], [18]. Şekil 2.4’de yer değiştirme, kuvvet veya sıcaklık hissetmek için kullanılan gömülü bir optik fiberin çalışma prensibini göstermektedir. İletilen yoğunluk veya spektrumdaki göreceli değişim, algılanan parametredeki değişimle orantılıdır [22].



Şekil 2.4 : Optik fiber algılamanın çalışma prensibi

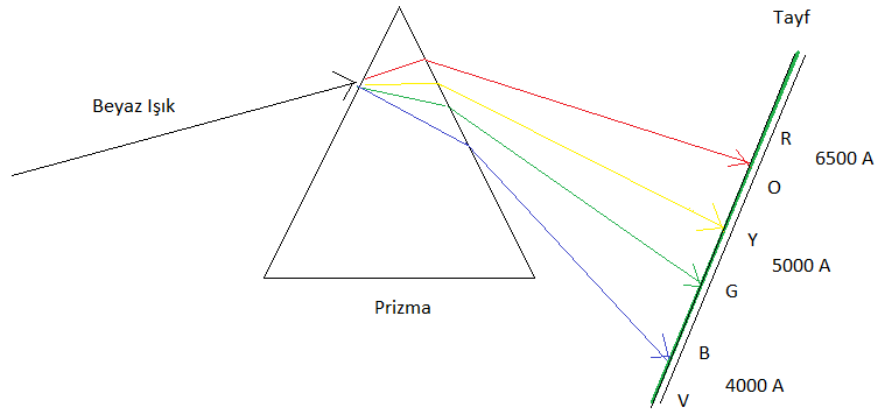


3. IŞIK ve AYDINLATMA TEKNIĞİ

3.1. Işığın Tanımı

Işık, ultraviyole ve kızılötesi radyasyon arasında sıkışmış elektromanyetik spektrumun yalnızca çok küçük bir parçasıdır. [23]

İngiliz fizikçi Sir Isaac Newton'nun (1643-1727) yapmış olduğu Evrensel Çekim Yasası'nda güneş ışığını renklerine ayırmak için prizma kullandığında ışığın frekans gibi özellikleri olduğunu fark etti. (Şekil 3.1) Bununla birlikte, son derece keskin ve net oluşan gölgelerin yapısından dolayı ışığın parçacık olduğunu da düşünüyordu [23].



Şekil 3.1 : Newton Teorisi

Işığın bir dalga olduğunu savunan dalga teorisi, Newton'nun teorisiyle aynı zamanlarda önerilmiştir. 1665 yılında, İtalyan fizikçi Francesco Maria Grimaldi (1618-1663) ışık kırınımının doğal bir olay olduğunu keşfetti ve dalgaların davranışlarına benzer olduğuna dikkat çekti. Ardından 1978 yılında, Hollandalı

fizikçi Christiaan Huygens (1629-1695) ışığın dalga kuramını yayınladı ve Huygens ilkesini açıkladı [24].

Newton'dan yaklaşık 100 yıl kadar sonra, Fransız fizikçi Augustin-Jean Fresnel (1788-1827) ışık dalgalarının son derece kısa dalga boylu ve matematiksel sertifikalı ışık girişimi olduğunu iddia etti [24]. 1815 yılında, ışığın yansması ve kırılması için fizik yasası tasarladı. Ayrıca dalgaların, onları iletebilir şeylere ihtiyacı olduğundan dolayı uzayın ether gibi bilinen bir araçla doldurulduğu varsayımında bulundu. 1817 yılında, İngiliz fizikçi Thomas Young (1773-1829) bir girişim modelinden dalga boyunu hesapladı. Bu noktada, ışığın parçacık kuramı yerini dalga teorisine bırakmış oldu [23],[24].

Radyasyonun tanecik görünümünün daha basit bir örneği foto elektrik olayıdır. Einstein 1905 yılında yayınladığı makalelerinden birinde bu konuyu açıklıyordu. Fotoelektrik olayını basit olarak şöyle izah edebiliriz: Metal bir yüzeye düşürülen ışık, yüzeyden elektron koparır. Koparılan elektron, devrede bir akım meydana getirir. Fizikçiler, bu elektronun hızının şiddetinden bağımsız olmasını anlayamıyorlardı. Kopan elektronun hızı, ışığın rengine yani dalga boyuna bağlı olmalıydı [23], [25].

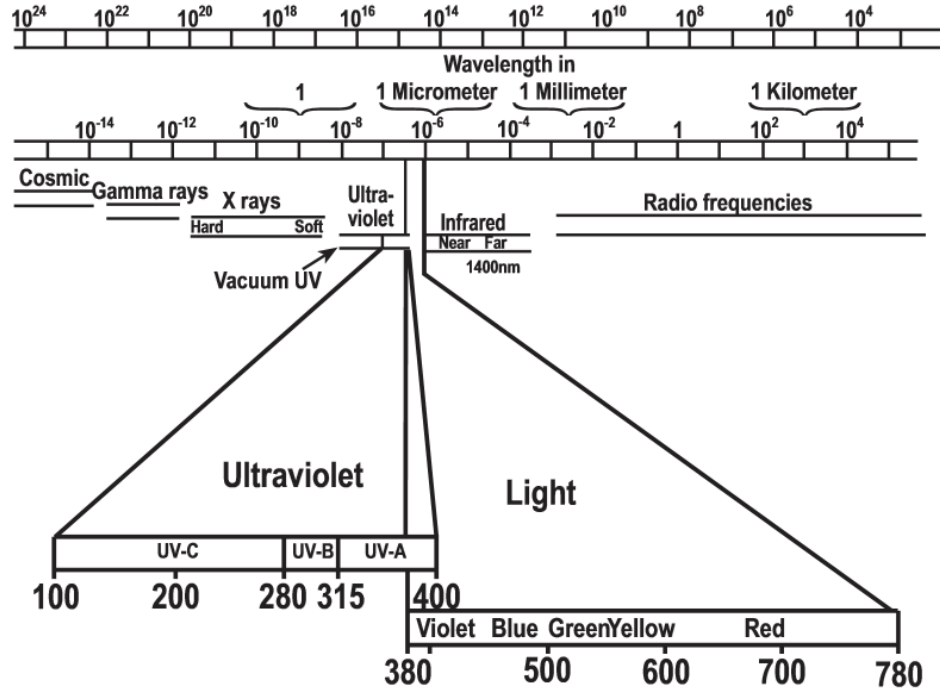
Einstein, ışığın aslında dalga olmayıp fotonlardan, yani kuantum paketçiklerinden oluştuğunu öne sürerek sonuca açıklama getirdi. Buna göre metal yüzeyden kopan elektronun hızı, kuantum paketçiklerinin enerjisine veya frekansına bağlıdır [26]. Işığın şiddetini artırmak, sadece kuantum paketçiklerini artırmak anlamına geliyordu. Dolayısıyla, ışığın şiddetini artırmak, yüzeyden koparılan elektron miktarını çoğaltır fakat, elektronun yüzeyden ayrılma hızına etki edemezdi [24].

Böylece Einstein, ışığın bir dalga olmayıp, parçacıklar (fotonlar) topluluğu olması gerektiğini öne sürdü. Işığın parçacık gibi davranabileceğinin kesin delili, 1922'de Compton tarafından bulundu. Compton, yaptığı deneyde, fotonun momentumu varmış gibi parçacık hareketi yaptığını gözlemledi. [25]

3.2. Işığın Elektromanyetik Spektrumdaki Yeri

Şekil 3.2'de gösterilen elektromanyetik spektrumun görünür kısmı, yaklaşık 780 nanometre (nm) ile yaklaşık 380 arasında uzanır. Elektromanyetik spektrumun radyasyondan geriye kalan bu alanı insan görme sisteminin foto reseptörleri tarafından emilir ve dolayısıyla görme süreci başlar. Kuzey Amerika Aydınlatma

Mühendisleri Derneği (IESNA) olarak ışığı, "heyecan verici, retina ve görsel hissi üretebilen radyant enerji" olarak tanımlar. Bu nedenle ışık, görsel duyu ya da radyant enerji açısından ayrı ayrı açıklanmaz ama ikisinin kombinasyonudur. [27]



Şekil 3.2 : Elektromanyetik Spektrum

3.3.Aydınlatma

Çevremizdeki cisimleri görebilmemiz için ışık ve ışığın yansıyabildiği yüzeylerin olması şarttır. Bulduğumuz ortamda yayan, yansıtıcı ve geçiren bir ışık kaynağının olması aydınlatmanın olduğu anlamına gelmez [28]. Bu sadece insanın görsel eylemini kısa süreliğine yerine getirmesine imkân tanımaktadır. Aydınlatma tekniğinin temel ilkeleri ile yapılandırılmış bir ortamda, insanın görme fonksiyonunun ihtiyaçlarını yerine getirilmektedir.

Ortamların doğru aydınlatma tekniği ile fizyolojik ve psikolojik yönlerden insanlara konfor sağlayabilmesi oldukça önemlidir.

İyi bir aydınlatma ile sağlanacak yararlar;

- Güvenlik sağlanır.
- Yapılan iş verimi artar.
- Konfor gereksinimi karşılanır.

- Kaza oranlarında azalma görülür.
- Göz sağlığı açısından daha yararlı olup, görme yeteneği artar.

3.4.Aydınlatmanın Amacı

Aydınlatmanın en temel amacı, ihtiyaç duyulan ana gereksinime karşılık gelebilmesidir. Ancak, bu gereksinim yanında diğer gereksinimlerde göz ardı edilmemelidir [29]. Nesnelerin varlıklarının görsel olarak anlaşılabilir duruma gelmesi aydınlatmanın amacıdır. Aslında amaç, aydınlığın niceliği yani kaç lüks aydınlık elde edildiği olarak tanımlanabilir. Yani bu nicel tanımın yanında çok daha önemli olan aydınlığın niteliğidir.



4. IŞIK KAYNAKLARI

Aydınlatma sektörü milyonlarca lamba olarak isimlendirilen elektrik ışık kaynakları yapmaktadır [29]. Bunlar, aydınlatma sağlama amacıyla akkor, deşarj ve katı hal lambaları olmak üzere genel olarak üç sınıfa ayrılmaktadır. Akkor lambaları, metal flaman telinin yüksek sıcaklıklara ısıtılması ve bu ısınma sonucunda flaman telinin ışımaya yapması ile ışık üretirler. Desarj lambaları içine gaz doldurulan bir cam tüpün iki ucunda bulunan elektrotlarla gerilim uygulanması ile gerçekleşen boşalmalardan ışık üretmesi esasına dayanır. Katı hal lambaları, ışığın doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmek için elektrolüminesans denilen bir olgu kullanır [30].

Üretilen ışık kaynaklarına ek olarak, güneş ışığı olarak bilinen gün ışığı da aydınlatma sağlar. Gün ışığının temel özelliği değişken olmasıdır. Gün ışığının, günün ve yılın farklı zamanlarında ve farklı enlemlerinde, farklı meteorolojik koşullarla yayması, spektral içeriği ve büyüklüğü değişir.

Yeryüzünde, gün ışığı tarafından üretilen aydınlanmalar, 150.000 lüx güneşli bir yaz günü ile 1000 lüx çok bulutlu bir kış günü arasında büyük bir alanı kapsayabilir [31]. Ayrıca, gün ışığının spektral bileşimi de atmosferin yapısı ve yol uzunluğu ile değişir. İyi bir aydınlatma sistemi için doğru lamba seçimi çok büyük önem taşımaktadır. Işık kaynaklarının sınıflandırması, genel olarak aşağıdaki gibi yapılmaktadır. [25], [31]

Üretim bakımından;

- Birincil ışık kaynakları, Güneş, mum gibi kendi kendine ışık üretebilirler.
- İkincil ışık kaynakları ise kendi ışığını üreten birincil ışık kaynaklarının ışığını yansıtarak ya da geçirerek ışık yayan nesnelere.

Geometrik biçimleri bakımından;

- Noktasal ışık kaynakları,
- Çizgisel ışık kaynakları,

- Yüzeysel ışık kaynakları şeklinde sıralanmaktadır.

Işığın kökü bakımından;

- Doğal ışık kaynakları (güneş, gök)
- Yapay ışık kaynakları, olarak temel iki başlık altında sınıflandırılmaktadır.



5. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLLER (PLC)

5.1.Tarihçe

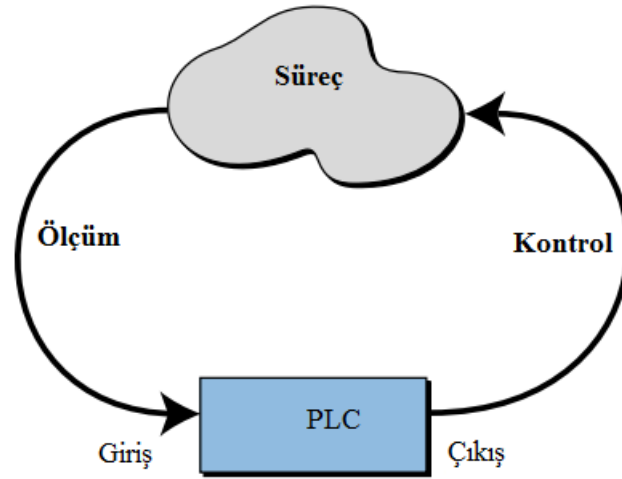
1960'lı yılların sonuna doğru, röle tabanlı makine kontrol sistemlerinde arızalanmasında rölelerin değiştirilmesinin çok masraflı olmasından dolayı PLC'ler ortaya çıkmıştır. Başlangıçta, Bedford Associates adlı bir Amerikan şirketi kendilerinin MODICON olarak çağırdıkları bir bilgisayar cihazını tanıttılar. Bu bilinen ilk ticari PLC olarak piyasaya sunuldu [32]. PLC'den önce gereksinimler arttıkça kontrol sistemlerinde gelişmeler meydana gelmiştir. Üretimde değişimlerin sıkça olmasından dolayı kontrol sistemlerinin de değiştirilmesi masraflı olmaktadır. Röleler, hem mekanik hem de belirli bir ömre sahip devre elemanı oldukları için sürekli olarak bakıma gerek duyarlar [32], [33]. Bu nedenle çok rölenin olduğu durumda arızanın olması iş yükünün de artması demektir. Üretilen yeni kontrolörler hem bakımları kolay olmalı hem de programlanabilir olmalıydı. Programlanabilir olmasıyla birlikte olası değişikliklere uyum sağlayacaktı. Tüm bu ihtiyaçlar doğrultusunda, üreticiler katı hal elemanlarının kullanıldığı ve programlanabilir elemanları geliştirdiler.

1969 yılında, elektronik kumanda ile işlevsel olarak aynı görevi yapan ilk PLC tasarlandı. 1978'de ise dört yıl boyunca üzerinde çalışılan NEMA firması tarafından ilk PLC'ler tanıtıldı. [34]

1980'li yıllarda ise PLC üretiminde önemli gelişmeler olmuştur. Daha hızlı tarama yapılabilmesi, daha az sayıda (yaklaşık on tane) röle kullanılacak sistemler kullanılacak düşük fiyatlı PLC sistemleri üretildi [35]. Bir başka gelişme olarak, sensörlerin doğrudan PLC'ye bağlanabilmesine imkân sağlanması örnek verilebilir [32], [35]. Bu şekilde ufak sistemlerden başlayarak zamanla PLC sistemi şu an ki hale gelmiştir.

5.2.PLC Nedir?

Programlanabilir denetleyiciler (PLC; Programmable Logic Controller = Programlanabilir Lojik Kontrolör) sektörlerde çeşitli elektro-mekanik süreçlerin otomasyonu için kullanılan bir dijital bilgisayardır [36]. Bu kontrolörler sert durumlarda ve sıcak, soğuk, toz ve nemden koruyan daha uzun ömürlü olmak için özel olarak tasarlanmışlardır. PLC bilgisayar dili kullanılarak programlanır bir mikroişlemciden meydana gelir [32]. PLC, kontrol fonksiyonlarını sağlamak için elektromanyetik cihazlarının yerine entegre devreler kullanarak bilgisayar ailesinin katı hal üyesidir. Bunlar endüstriyel makineler ve süreçleri kontrol etmek için sıralama, zamanlama, sayma, aritmetik, veri işleme ve iletişim gibi hafızaya alma talimatları yeteneğine sahiptir [37] Şekil 5.1'de PLC uygulamasının kavramsal diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.1 : PLC kavramsal uygulama şeması

Programlanabilir kontrolörlerin birçok tanımı vardır. Ancak PLC'ler hem merkez birimlerinin (PLC kendisi) ve saha cihazlarına (giriş / çıkış bağlantıları) kendi arabirim devresinde özel tasarlanmış mimarisi ile endüstriyel bilgisayar gibi basit terimlerle düşünülebilir.

PLC'nin endüstriyel otomasyonda tercih edilmesinin bazı nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir: [38]

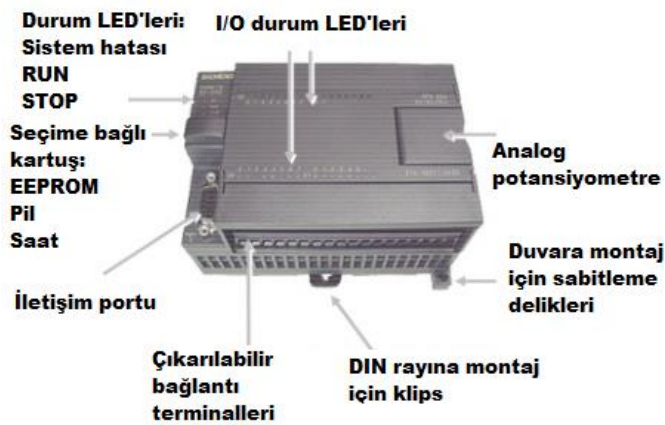
- Bakımı kolay ve güvenilirdir.
- Çok az yer kaplamaktadır.

- Yapılması gereken fonksiyonlar yazılımla yerine getirildiğinden, her hangi bir değişiklikte adaptasyon kolay olur.
- Röleli bir devrenin tasarımını yapmak daha kolaydır.
- Bozulma/arıza olasılığı düşüktür.
- Bilgisayarlarla haberleşme imkânı vardır.
- Çevresel faktörlerin kötü olduğu ortamlarda kontaklı devrelere göre daha güvenilirdir.
- PLC devresi tasarım olarak hızlı tamamlanabilir olduğundan çalışan teknik ekip içinde zaman tasarrufu sağlamaktadır.

5.3.PLC'nin Avantajları

- Sarsıntı, sıcaklık, nem ve gürültü gibi faktörlere dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır.
- Kontrolörün içinde giriş ve çıkışlar için arayüz mevcuttur.
- PLC, kolayca programlanabilir ve kolay anlaşılabilen bir programlama diline sahiptir.
- Düşük voltajlarda, bakım maliyetlerinin röle kontrol sistemlerine göre oldukça ucuzdur.
- Mekanik kısımları olmadığından, bozulacak parçaları yoktur. PLC'ler sonra kullanılmak üzere tamamen depolanabilir. [39]

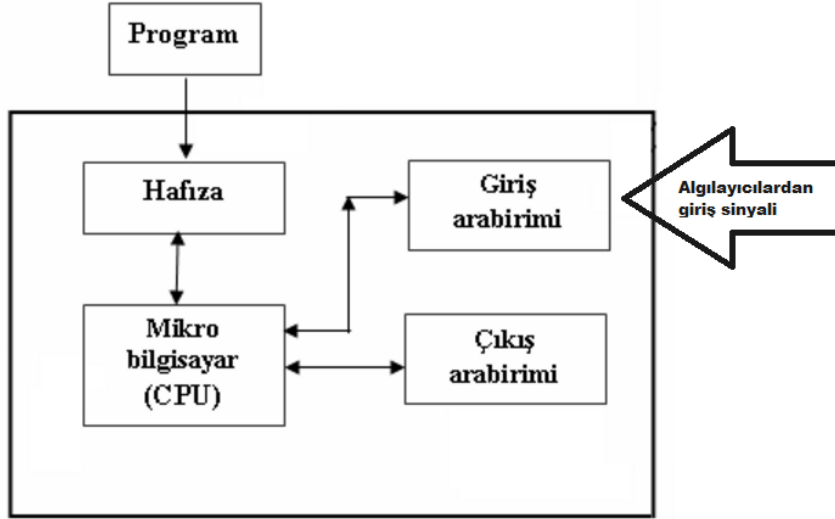
Aşağıda Şekil 5.2'de PLC S7-200'ün dış yapısı görülmektedir.



Şekil 5.2 : PLC s7-200'ün dış yapısı

5.4.PLC'nin İç Yapısı

Genel anlamda PLC'nin temel birimleri, Merkezi İşlem Birimi, Giriş/Çıkış bölümü, Programlama Bölümü olarak sıralanmaktadır. Şekil 5.3' da bir PLC'nin iç yapısı görülmektedir.



Şekil 5.3 : PLC'nin iç yapısı

PLC'nin yukarıda bahsedilen ve diğer elemanları kısaca şu şekilde açıklanabilmektedir: [33]

Merkezi İşlem Birimi: PLC'nin tüm işlemlerini kontrol eder.

Güç Beslemesi: PLC devreleri için kaynaktır.

Hafıza: Tüm dataların saklandığı birimdir.

Giriş Birimleri: Gelen sinyalleri değerlendiren birim

Çıkış Birimleri: Gelen sinyalleri değerlendiren birim

Haberleşme: Hem diğer PLC'ler ile hem de PLC'nin elemanlarıyla iletişimi sağlayan birimdir.

5.4.1. Merkezi işlem birimi

Tüm PLC'nin beyni, merkezi işlem birimi (CPU) olarak tanımlanabilir. Bu birim genellikle güç kaynağının yanındaki yarığın içinde bulunmaktadır. [40] Üreticiler, sistem için ihtiyaç duyulan karmaşıklığa dayalı CPU'ların farklı tiplerini sunmaktadırlar. Siemens'in farklı amaçları karşılayacak CPU'ları vardır. Bunlara

standart CPU'lar, kompakt CPU'lar, güvenlik CPU'ları, teknoloji CPU'lar örnek verilebilir.

CPU, mantık, izleme ve iletişim için bir mikroişlemci, bellek çipi ve diğer entegre devreleri içermektedir [40]. CPU farklı çalışma modlarına sahiptir.

- Programlama Modu
- Çalışma (RUN) Modu
- Durdurma (STOP) Modu
- Sıfırlama (RESET) Modu

Çalışma (RUN) modunda, programı çalıştırılır ve istenilen süreç işlenmeye başlar. Çalışma modunda PLC tam çalışır durumundadır. Tüm kontrolleri kendisi yapar ve düzenlenen programı yönetmektedir [38], [40]. Girişlerin ve girişlere bağlı olarak çıkışları okur. Diğer birimler (RS232, Profibus, Scada ya da CC-Link) ile iletişim halinde olmayı sağlar.

Durdurma modu, adından da anlaşıldığı gibi durdurma işlevini gerçekleştirmektedir. Bir PLC'yi Stop moduna getirmek aynı zamanda tüm çıkışları kapatmak anlamına gelir. Gidişat dışında meydana gelen bir şeye neden olabilecek girişlerin kontrol için kullanışlıdır. [41]

Sıfırlama modunda, veri hafızasında herhangi bir kayıp olmadan sıfırlanma işlemi gerçekleşirse buna sıcak sıfırlama (warm reset) denir [40]. Ancak bütün giriş-çıkış ve veri kayıtlarının sıfırlanması söz konusuysa buna soğuk sıfırlama denilmektedir.

Şekil 5.4'deki CPU akış şemasında gösterildiği gibi, giriş ve çıkışların işlemek, hata kontrolleri yapmak bilinen tarama sürecidir. Tarama süresi, tarama işlemi ne kadar yapmaya ne kadar bağlı olduğuna göre değişir.

Programın baştan sona bir çevrimi bir tarama süresi olarak tanımlanmaktadır. Tarama süresi (saniyenin 1/1000) çok hızlı bir şekilde gerçekleşir [42]. Algılayıcılardan gelen sinyale göre giriş değerlerini okur, hafızasına yüklenmiş bilgilerle programı çalıştırır ve sonuç değerlerini çıkış birimine aktarır. Hafıza kapasitesi, hafıza eleman sayısı, zamanlayıcı sayıları gibi değerlerle birbirlerinden ayrılırlar.

CPU Akış Şeması



Şekil 5.4 : CPU akış şeması

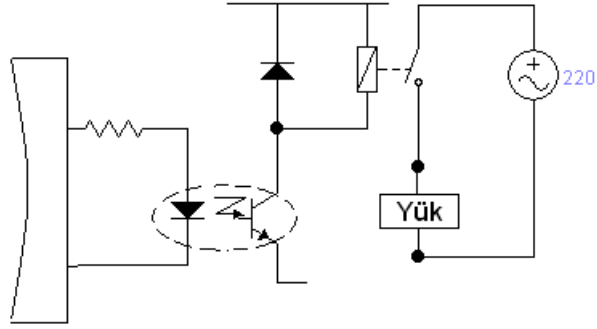
5.4.2. Giriş birimi

Bir PLC giriş aygıtı, PLC için bir giriş verisi verebilir anlamına gelmektedir. Bu da programın çalışmasını etkilemektedir. Bu aygıtlar, akıllı cihazlar, anahtarlar, analog, dijital ve hatta haberleşme modülünü içerebilir. Basmalı buton, selektör anahtar, fotosel ve sadece iki durum sinyali veren yakınlık sensörleri gibi farklı cihazları işlemek için dijital giriş kartı seçilebilmektedir [32]. Bu sinyaller ya açıktır ya da kapalıdır. Kontrol edilen sisteme göre sıcaklık, nem, basınç gibi elektriksel veriler sensörler yardımıyla alınır ve lojik değerlere dönüştürülerek CPU'ya giriş birimi tarafından aktarılır. Gerilim cinsinden ifade edilir. PLC giriş devresine gelen sinyalin lojik "1" kabul edildiği bir alt sınır (ON VOLTAGE) ve lojik "0" kabul edildiği bir üst sınır (OFF VOLTAGE) vardır. Olası kararsız bir durumu engellemek için ise PLC girişlerinde tetikleyiciler kullanılır [32], [35], [38].

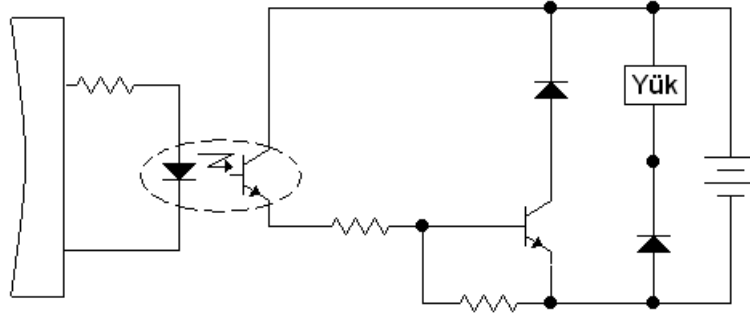
5.4.3. Çıkış birimi

CPU tarafından yazılan dijital ya da analog çıkış sinyallerini elektriksel işaretlere dönüştüren birimdir. PLC'lerde çıkış birimi genellikle röle olmakla birlikte triyak ya da transistörlü devrelerde olabilir [38]. Şekil 5.5, çok fazla devreye girmeyen ve elektriksel yalıtım gerektiren durumlarda röle çıkışlı birimler kullanılır. Ancak

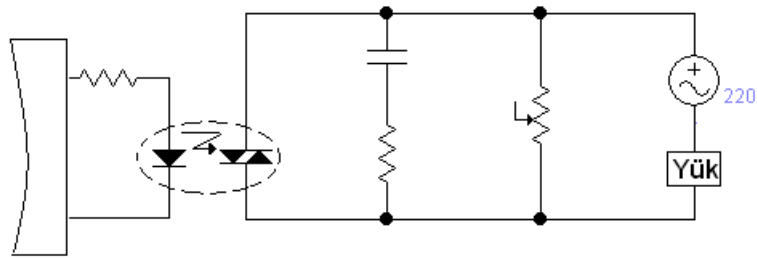
yüksek hızlı açma ve kapama gerektiren durumlarda doğru akımda transistörlü (Şekil 5.6) ya da alternatif akımda triyaklı (Şekil 5.7) çıkış birimleri kullanılmaktadır.



Şekil 5.5 : Röle çıkışlı devre

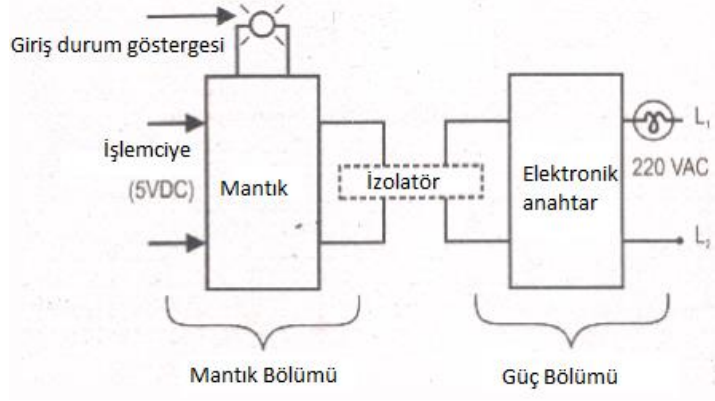


Şekil 5.6 : Doğru akımda transistorlu devre



Şekil 5.7 : Alternatif akımda triyak çıkışlı devre

Çıkış modülü çıkış ve işlemci arasında ara-yüz için kullanılır. Çıkış modülleri, ters düzenin haricinde giriş modüllerine benzer bir işlevi vardır. Şekil 5.8'de çıkış diyagramının blok ve devre şeması gösterilmiştir. İki bölümden oluşmaktadır, mantık ve güç.



Şekil 5.8 : Çıkış modülünün blok diyagramı

Çıkış birimi üzerinden büyük akımlar çekilemez. Çıkış biriminin akım kapasiteleri kataloglarla birlikte verilmektedir.

Giriş ve çıkış birimleri PLC'nin dış dünya ile ilişkisini kuran birimlerdir. Yaptıkları işe göre dijital, analog ve özel giriş-çıkış birimleri olmak üzere üç başlık altında sınıflandırılabilir: [40]

Dijital giriş-çıkış birimi: Sinyallerin "0" ve "1" olarak algılandığı birimlerdir.

Analog giriş-çıkış birimi: Sinyallerin elektriksel büyüklük olarak algılandığı birimlerdir. Bir PLC'nin CPU'sunun performansı CPU'nun analog değer işlemesi ile orantılıdır.

Özel giriş çıkış birimi: Hızlı sayıcı, pozisyon kontrolü gibi amaçlarla kullanılan birimlerdir.

5.4.4. PLC'de bellek yapısı

Depolama ve erişim gereksinimleri, yürütme ve uygulama belleğin bölümleri için aynı değildir. Bu nedenle, depolama işlemi her zaman aynı bellek tipinde yapılmaz. Yetkili, kullanıcı ya da elektrik enerjisi nedeniyle değiştirilmez ya da silinemez içeriği kalıcı saklayan bir bellek kullanmak ister. Bu tip hafıza genellikle uygulama programı için uygun değildir.

Bellek iki kategoriye ayrılabilir: geçici bellek ve kalıcı bellek. Tüm işletim gücü kaybolur veya kaldırılırsa, uçucu bellek programlanmış içeriğini kaybeder. Pil yedekleme ve muhtemel bir program disk kopyası tarafından desteklendiği zaman, geçici bellek kolayca değiştirilir ve pek çok uygulama için oldukça uygundur. [43]

Kalıcı bellek yedekleme kaynağı gerektirmeden, hatta işletim gücü tam kaybı sırasında, programlanmış içeriğini korur. Kalıcı bellek genellikle değişmez, henüz değiştirilebilir olan özel kalıcı bellek türleri vardır.[43]

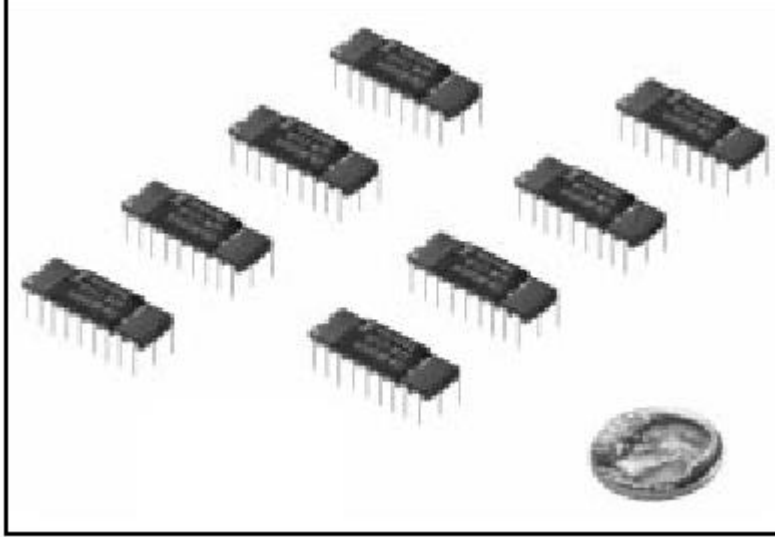
Uygulama programın depolandığı bellek türü ile ilgili iki büyük endişeleri vardır. Bellek her gün çalışacak olan programın kontrolünden sorumlu olacağından, ana endişesi geçicilik olmalıdır. Uygulama programı olmadan, üretim gecikmesi ve kaybı olabilir. İkinci endişe ise, bellekte saklanan bir program değiştirilebilir kolaylığı olmalıdır. Uygulama belleğini değiştirmedeki kolaylık önemlidir. Sonuçta bellek, kullanıcı ile kontrol ünitesi arasında bir etkileşim içindedir. [40], [43]

Aşağıda 5 tür belleğin ne için kullanıldığı anlatılmaktadır.

5.4.4.1. RAM bellek (Random-Access Memory)

RAM, hem yazılabilir hem de okunabilir bellek türüdür. Bilgi içine yazılacak şekilde ya da bellek depolama alanından okunacak şekilde tasarlanmıştır. Enerji kesildiğinde bünyesindeki bilgiler kaybolduğundan, kalıcı olmayan bellek türüne girmektedir [42], [43]. Genellikle RAM, elektrik kesintisi durumunda çalışmasını sürdürmek için bir pil desteği ile kullanılır. RAM, kolaylıkla oluşturma ve programda değişikliğin yanı sıra veri girişi sağlayan mükemmel bir araç sağlar.

Diğer bellek tipleri ile karşılaştırıldığında, RAM nispeten hızlı bir bellektir. Pil destekli RAM'in fark edilir tek dezavantajı, işlemci sürekli pilin durumunu izlemesine rağmen başarısız olmasıdır. PLC'nin çalışma hızını düşürmemek için RAM'in okuma ve yazma süreleri kısa olmalıdır [43]. Şekil 5.9'da RAM çipi gösterilmektedir.



Şekil 5.9 : RAM bellek çipi

5.4.4.2. ROM bellek (Read-Only Memory)

Salt okunur bellek (ROM) kalıcı olarak sıradan koşullar altında değiştirilebilir olmayan sabit bir programı saklamak için tasarlanmıştır. Kalıcı ve değişmeyen verilerin sürekli olarak saklanmasını sağlayan yarı iletken bellek elemanıdır [33], [43]. Doğası gereği, ROM'lar elektriksel gürültüye ya da güç kaybı değişikliği nedeniyle genellikle etkilenmez. Yönetici programları genellikle ROM'da saklanır.

PLC'lerde uygulama belleği için nadiren ROM kullanılır. Ancak, sabit veri gereken uygulamada hız, maliyet ve güvenilirlik avantajları sunmaktadır.

5.4.4.3. PROM bellek (Programmable Read-Only Memory)

Programlanabilir salt okunur bellek (PROM), ROM'un özel bir türüdür. Bugün programlanabilir kontrolörler çok az uygulama belleği için PROM kullanmaktadır. PROM programlanabilir ve ROM gibi kalıcı bellek olması avantajı olmasına rağmen, özel bir programlama elemanı gerektirmesi gibi dezavantaja sahiptir. Diğer bir dezavantajı ise silinebilir ve programlanabilir olmamasıdır [43]. PROM'a yalnızca bir kez bilgi yazılabilir ve varolan ve eklenecek bilgileri çip içine yazılmasına müsaade eder.

5.4.4.4. EPROM bellek (Erasable Programmable Read-Only Memory)

EPROM, silinebilir ve programlanabilir bellek türüdür. Kullanıcının isteği kadar programlanabilir. Programlanan EPROM'lar, kalıcı olurlar ve bu programlama özel EPROM programlama cihazı ile yapılmaktadır [43]. Programlanmamış durumdaki

her bir EPROM hücresi 1 (Bir) konumundadır. Ultraviyole ışık kaynağı tarafından tamamen silinmesinden sonra yeniden programlanabilir özel olarak tasarlanmış PROM'dur. Şekil 5.10'da gösterilen çip penceresinin yaklaşık 20 dakika UV ışık kaynağına maruz kalması gerekmektedir. Uygulanan UV ışınlar, fotoakım yolu oluştururlar. Böylece sıkıştırılmış haldeki elektronlar silikon katmana akarak o hücreyi tekrar 1 konumuna getirirler.



Şekil 5.10 : 8 bits EPROM bellek çipi

EPROM, bir yarı kalıcı depolama aygıtı olarak kabul edilebilir. Çünkü, değişecek hazır oluncaya kadar programı kalıcı olarak saklar.

5.4.4.5. EEPROM bellek (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)

EEPROM, 1970'lerin ortalarında geliştirilen bir birleşik devre bellek depolama aygıtıdır. EPROM'u yeniden programlamak ve silmek için bulunduğu devreden çıkarırken yaşanan bilgi kaybını ortadan kaldırmak için elektriksel olarak programlanabilir ROM'lar geliştirilmiştir. Bu program için kalıcı depolama sağlar ve kolayca programlama cihazı (örneğin bir bilgisayar) ya da manuel programlama ünitesi kullanımı ile değiştirilebilir. Veri silme ve programlama işlemleri devre üzerinden yapılmaktadır. [43]

ROM ve EPROM gibi kalıcı belleğe sahiptir. RAM gibi programlama esnekliği sunmaktadır. Bugünün çeşitli küçük ve orta ölçekli kontrolörlerinin sistemi içinde sadece bellek olarak EEPROM kullanılır.

5.5.PLC Programlama

Programlanabilir kontrolörler kullanılan programlama dilleri 1960'ların sonlarında PLC başlangıcından beri sürekli gelişmiştir [40]. PLC'ler geliştirildikçe, programlama dilleri de onlarla birlikte gelişmektedir. Programlama dilleri, kurulmuş

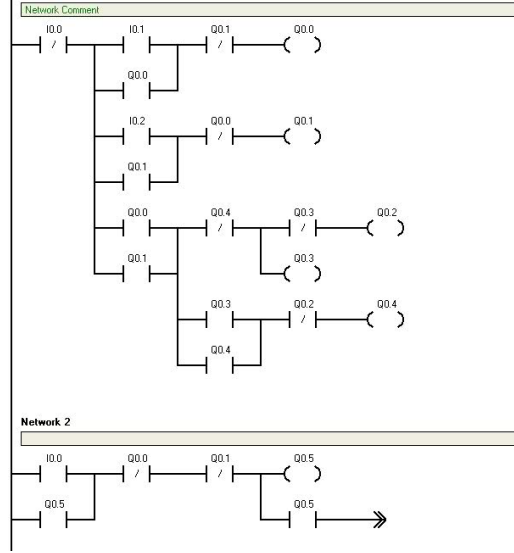
bir söz dizimi kullanarak belirli bir görevi yerine getirmek için PLC içine kontrol programının girilmesidir. Bugün gelişmiş bu diller yeni ve kontrol programın etkilerini başlatan daha yönlü işlem komutlarına sahiptir. Bu komutlar, kendisi tarafından gerçekleştirilen tek bir iş için daha fazla işlem gücü sağlar. Örneğin, PLC'ler, farklı blokta mantık veya aritmetik bir işlem yapılırken aynı anda başka bir hafıza konumundan veri bloklarını aktarabilirler. Bu yeni, genişletilmiş komutlar sonucunda, kontrol programları artık daha kolay veri işleyebilir.

5.5.1. Merdiven diyagramları ile programlama

Merdiven diyagram dili kontrol fonksiyonlarını yerine getirmek için merdiven programlama sembollerinin standart dizisi kullanır. Merdiven (ladder) programlama kontak sembollerin ardışık ya da alt alta sıralanması şeklinde yapılır [40], [43]. Merdiven diyagram ismi, diyagram yapısının bir ip merdiveni andırmasından dolayı verilmiştir. Her bir satıra basamak denilmektedir. Bu programlama dili PLC'de her zaman mevcut ve geçerli bir dildir. Şekil 5.11'de bazı sembollerin ne anlama geldiği gösterilmiştir.

Semboller	Açıklama
	Normalde açık kontak
	Normalde kapalı kontak
	Çıkış
	Ters çıkış
	Set
	Reset
	Zamanlayıcı
	Sayıcı

Şekil 5.11 : PLC'de bazı semboller



Şekil 5.12: Merdiven diyagram

Şekil 5.12’de gösterilen merdiven diyagramındaki uzun düşey çizgi güç kaynağını sembolize etmektedir. Yatay çizgiler ise basamaklardır. Merdiven diyagramlarında akım akışı yalnızca soldan sağa olmaktadır. [43]

5.5.2. Komut listesiyle programlama

Komut listesi ile programlamada (STL), yapılması istenilen mantık fonksiyonu komut listesi olarak hazırlanmalıdır. SL komutlar iki ana kısımdan oluşur. Birinci kısım operasyon kısmıdır. Burada süreçte bu komutla ne yapılması gerektiği belirlenir. Diğer kısım ise işleme kısmıdır. Bu kısımda ilk kısımdaki işlemin hangi sinyalle uygulanacağı belirlenir [44]. Fonksiyon blok diyagram ile yazılmayan programlar, komut listesiyle yazılabilir. STL ile program örneği aşağıda verilmiştir.

Network1

LD I0.0

LD I0.1

LD I1.0

A I1.1

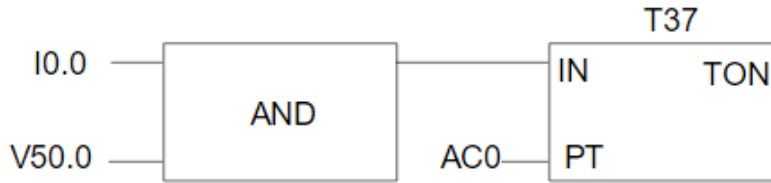
OLD

ALD

= Q1.0

5.5.3. Fonksiyon blok diyagramları ile programlama

Fonksiyon blok diyagramları, şematik olarak gösterimi olan ve mantık kapılarının kullanımı olarak bilinen PLC programlamasıdır. Şemalar, kutular olarak şeklinde gösterilir [44]. Şemanın sol tarafında giriş sinyalleri ve sağ tarafında çıkış sinyalleri bulunmaktadır. Her bir fonksiyon için bir sembol vardır. FBL yönteminde bir komutun sonucu diğer komutun girişi olabilir. Karmaşık işlemlerin çözümü için kullanışlı bir yöntemdir. Şekil 5.13’de FBD ile oluşturulmuş bir program kesiti gösterilmektedir.



Şekil 5.13 : Fonksiyon blok diyagram programlama formatı

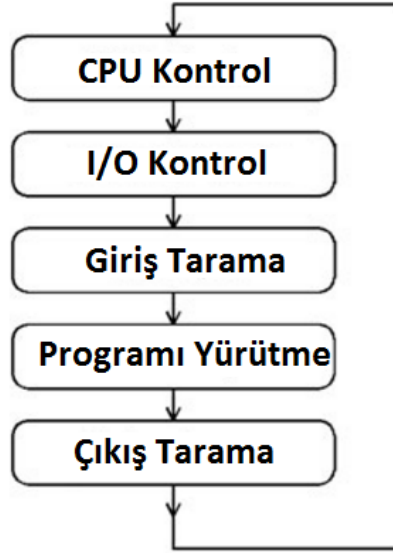
5.6.Tarama

PLC'nin çalışması çok basittir. İşlemci, kullanıcı tarafından yazılmış bir merdiven mantık programına dayanarak karar verir. Düzgün programı kullanmak için, PLC bu izleme ve kontrol ile görevli çeşitli saha cihazları ile iletişim kurması gerekir. Daha sonra saha cihazlarının gerçek koşulları karşılaştırılır ve buna göre çıkış aygıtları güncelleştirir [40], [44].

PLC sürekli olarak programları tarayarak çalışır ve bu işlemi saniyede birçok kez tekrarlar. PLC başladığında, self-test olarak da bilinen, hatalar için yazılım ve donanım kontrolleri çalışır. Herhangi bir sorun olmadığında PLC tarama döngüsü başlayacaktır. Şekil 5.14’de görüldüğü gibi tarama döngüsü üç adımdan oluşmaktadır:

1. Giriş tarama,
2. Programların yürütülmesi ve
3. Çıkış tarama

Yukarıda bahsedilen bu üç adımın hepsinin bir arada yapılması tarama zamanı olarak tanımlanmaktadır. PLC, bu üç işlemi devamlı olarak tekrarlamaktadır. Tarama zamanı 0,1µs ile 100ms arasında değişir [44], [45].



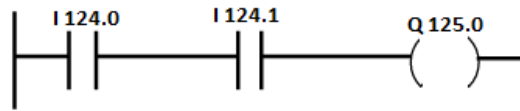
Şekil 5.14 : PLC tarama döngüsü

5.7.Lojik İşlem Komutları

Mantık fonksiyonları sinyallerin lojik olarak birbiriyle birleştirilmesiyle oluşur. Karmaşık devreler, “VE”, “VEYA”, “DEĞİL” ve “ÖZEL VEYA” gibi mantık işlem komutlarıyla gerçekleştirilmektedir. [46]

5.7.1. “Ve” (AND) fonksiyonu

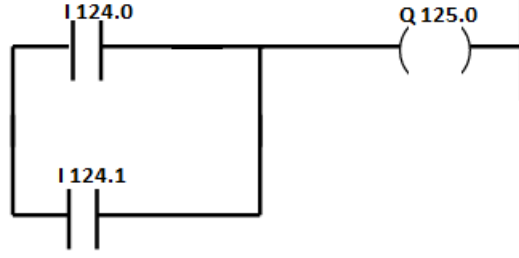
Çıkış değerinin 1 olması için giriş sinyallerinin hepsi 1 olmasıyla gerçekleşir. Elektrik devresinde seri bağlamaya karşılık gelmektedir. Şekil 5.15’de “VE” komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır.



Şekil 5.15 : “VE” komutunun kullanımı

5.7.2. “Veya” (OR) fonksiyonu

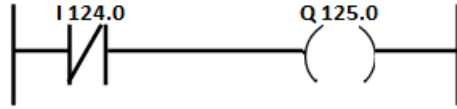
Çıkış sinyalinin “1” olması için giriş sinyallerinden en az bir tanesinin “1” olması yeterlidir. Elektrik devresinde paralel çağlamaya karşılık gelmektedir [46]. Şekil 5.16’da “VEYA” komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır.



Şekil 5.16 : “VEYA” komutunun kullanımı

5.7.3. “Değil” (NOT) fonksiyonu

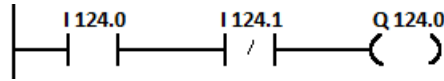
Çıkış sinyalinin “1” olması için giriş sinyalinin “0” olması gerekmektedir [46]. Şekil 5.17’de “DEĞİL” komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır.



Şekil 5.17 : “DEĞİL” komutunun kullanımı

5.7.4. “Ve Değil” (AND NOT) fonksiyonu

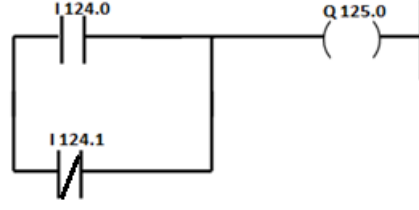
Şekil 5.18’de “VE DEĞİL” komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır. Burada I124.0 girişi normalde açık, I124.1 girişi ise normalde kapalıdır. Normalde açık olan I124.0 girişinin kapalı olması halinde çıkış sinyaline (Q124.0) enerji gelmektedir [46].



Şekil 5.18 : “AND NOT” komutunun kullanımı

5.7.5. “Veya Değil” (OR NOT) fonksiyonu

Şekil 5.19’da “VEYA DEĞİL” komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır. Burada I124.0 normalde açık, I124.1 ise normalde kapalıdır. Paralel bağlandığından dolayı çıkış rölesi enerji almaktadır. Normalde kapalı kontağın açılması durumunda, çıkış rölesine enerji gitmemektedir [46].



Şekil 5.19 : “VEYA DEĞİL” komutunun kullanımı

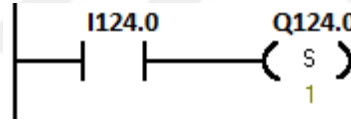
5.7.6. “Özel Veya” fonksiyonu

“ÖZEL VEYA” fonksiyonunda giriş sinyalinin bir tanesinin kendisi, diğerinin ise değili olması çıkış sinyalini “1” yapmaktadır. [46]

5.7.7. SET ve RESET komutları

5.7.7.1.SET komutu

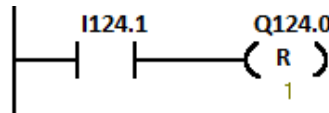
Giriş sinyalinin bir anlık kapaması halinde çıkış sinyalinde kendini set eder. Böylece devamlı çalışmaya başlar [47]. Bu işlemi durduracak komut RESET’dir. Şekil 5.20’de SET komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır. SET komutunun altındaki sayı kaç tane rölenin set edileceğini göstermektedir.



Şekil 5.20 : Set komutunun kullanımı

5.7.7.2.RESET komutu

Giriş sinyaline anlık iletildiğinde, RESET komutu, üzerinde yazan operatörü adından da anlaşılacağı gibi reset eder [47]. RESET rölesinin altındaki sayı kaç röleyi durduracağını göstermektedir. Şekil 5.21’de SET komutu kullanarak merdiven diyagramı ile programlama yapılmıştır.



Şekil 5.21 : Reset komutunun kullanımı

5.8.Yardımcı Röleler

5.8.1. Zamanlayıcılar

Zamanlayıcılar merdiven mantık programlamada çok önemlidir. Gecikmeli start (Timer On Delay – TON) talimat doğru olduğunda zamanlamaya başlar. Zamanlayıcılar talimat açık veya kapalı olduğunda zamanı izlemek için kullanılır. S7 200’de kullanılan zamanlayıcılar başlıca şu şekildedir. [48]

- Düz (Çekmede gecikmeli) zaman rölesi (TON)
- Kalıcı gecikmeli zamanlayıcı (TONR)
- Ters (Düşmede gecikmeli) zaman rölesi (TOF)

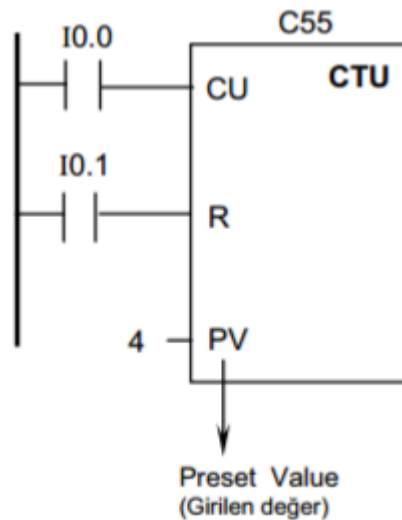
Zaman rölesinin tipi ve adres numarasının ne olduğu fark etmeksizin Preset Time (PT) değerine maksimum 32762 değeri girilebilir.

5.8.2. Sayıcılar

Sayaçlar, artan ya da azalan tam sayı değeri olan bir PLC elemanıdır. Sayaçların üç temel türü vardır: yukarı sayacı (CTU), aşağı sayacı (CTD) ve yukarı-aşağı sayacı (CTUD) [48]. Sayıcılar, geri beslemeli olduğundan dolayı enerji kesintisinde sayma değerini saklı tutar. Var olan değer silinip yeni değer girilmesi için R komutunu kullanmak gerekmektedir [49].

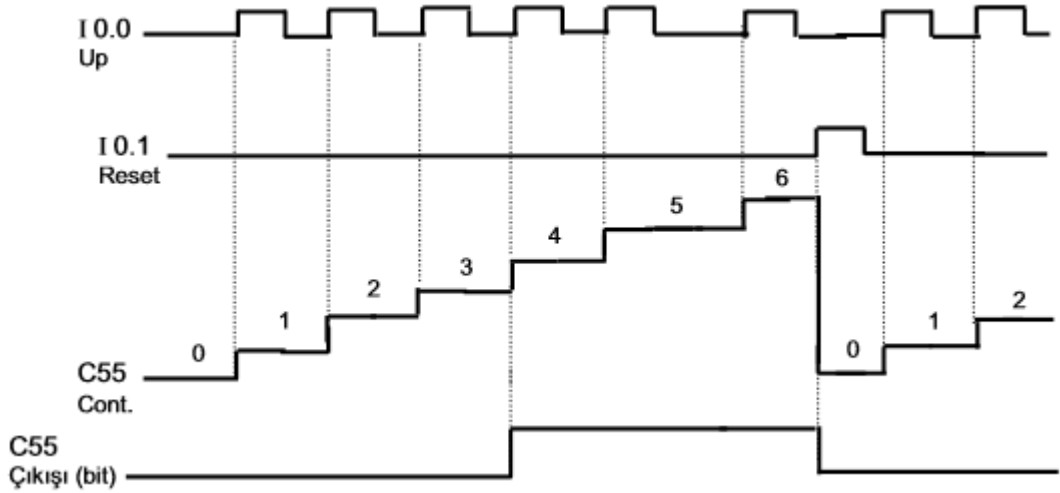
5.8.2.1. Yukarı sayacı (CTU)

Şekil 5.22’deki CTU ladder gösteriminde, giriş sinyali I0.0 değeri her “1” oluşunda CTU sıfırdan başlayarak ileri doğru saymaya başlar. Verilen PV değerine geldiğinde çıkışı “1” yapar. T zamanında I0.1 girişine enerji verilirse sayıcı çıkışı sıfır olur. PV değeri maksimum 32767 olabilir [49].



Şekil 5.22 : Yukarı sayıcı (CTU) LADDER gösterimi

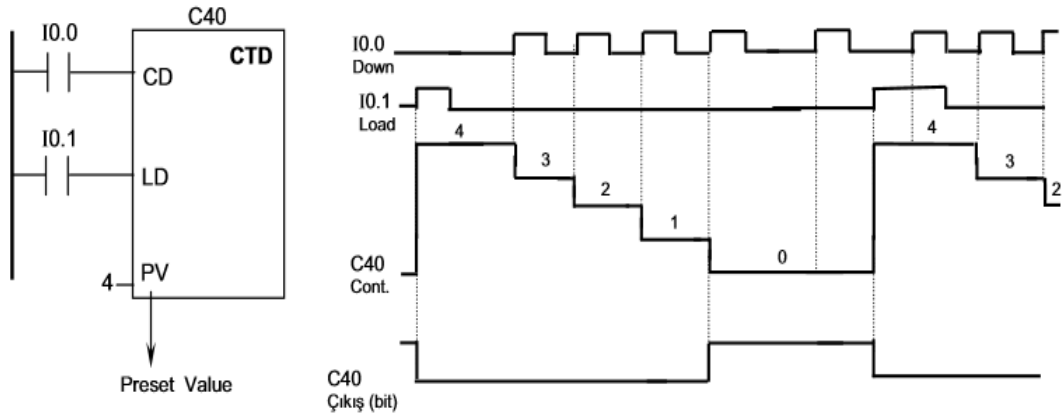
Yukarıdaki CTU'nun çalışma prensibi Şekil 5.23'da gösterildiği gibidir.



Şekil 5.23 : CTU çalışma prensibi diyagramı

5.8.2.2.Aşağı sayacı (CTD)

CTD'nin çalışma mantığı CTU'nun tam tersidir. CTD'nin çalışma diyagramı ve LADDER şekli Şekil 5.24'de gösterildiği gibidir.

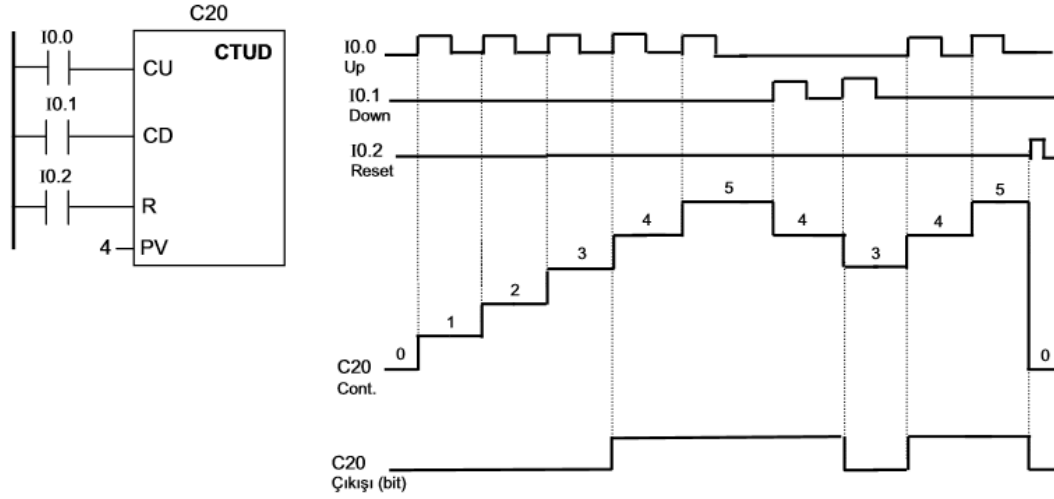


Şekil 5.24 : CTD LADDER şekli ve çalışma diyagramı

Sayma işleminin başlayabilmesi için LD girişine "1" sinyalinin gitmesi gerekmektedir. Yani bu durumda I0.1 kontağı kapatılmaktadır. I0.0 kontağı kapatıldığında sayaca yüklenen değerden itibaren sıfıra doğru saymaya başlar. Sayaç sıfır olduğunda çıkış değerini "1" yapar. Sayma işleminin tekrar yapılabilmesi için I0.1 girişine sinyalinin verilmesi gerekmektedir. LD girişi "1" olduğunda sayaç çıkışı "0" olur. I0.01 girişi "1" olduğu durumda yani sensör kapalı olduğu sürece CTD sayma işlemini gerçekleştirmez. PV değeri maksimum 32767 olabilir [48], [49].

5.8.2.3.Yukarı-Aşağı sayacı (CTUD)

CTD'nin çalışma diyagramı ve LADDER şekli Şekil 5.25'de gösterildiği gibidir. CTUD, isteğe göre aşağı veya yukarı sayma işlemi yapabilmektedir.



Şekil 5.25 : CTUD LADDER şekli ve çalışma diyagramı

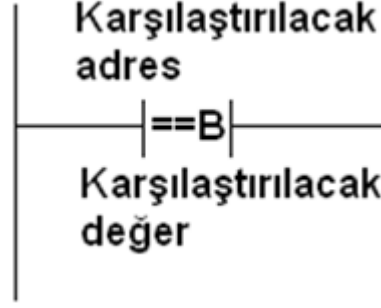
I0.0 girişi "1" veya "0" olduğunda yukarı sayma işlemi, CD "1" ve "0" olduğunda ise aşağı sayma işlemi yapılmaktadır. Yukarı ya da aşağı sayma fark etmeksizin sayaç PV'ye girilen değere geldiğinde sayaç çıkışını "1" yapar. Bu kontakların konum değiştirdiği anlamına gelmektedir. Eğer R girişine "1" değeri verilirse sayaç çıkışı ve sayaç sıfırlanır. PV değeri maksimum 32767 olabilir. [49]

5.8.3. Karşılaştırma elemanları

Karşılaştırma komutları, bir basamakta mantıksal sürekliliğin şart değerlerini test etmek için kullanılır. Bu nedenle karşılaştırma komutları nadiren olur. Ayrıca bir basamak üzerinde son komut olmaktadır. Bazı karşılaştırma komutları aşağıdaki gibidir: [50]

5.8.3.1. Eşit karşılaştırması

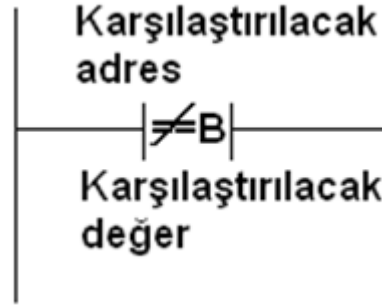
İki değer eşit olup olmadığını test etmek için EQU komutu kullanılır. A ve B değeri birbirine eşitse, komut mantıksal doğrudur. Bu durumda kontak kapalı gibi davranır. Bu değerler eşit değilse, komut mantıksal yanlıştır ve kontak açık gibi davranış sergiler. Eşittir komutu ile birlikte şu değişkenler kullanılmaktadır: Byte (B), Word (I), Double Word (D), Real (R), String (S). Şekil 5.26'da eşit karşılaştırması Byte tipi değişken için gösterilmektedir.



Şekil 5.26 : Eşit karşılaştırma

5.8.3.2. Eşit değil karşılaştırması

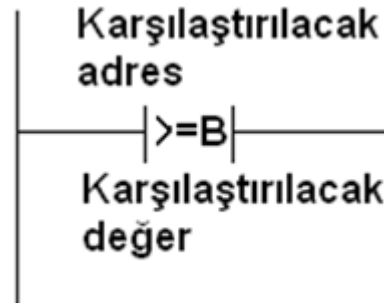
Burada eğer karşılaştırılan adres ile karşılaştırılan değer birbirine eşit olmadığı durumda kontak kapalı gibi davranır. Böylece çıkışa sinyal gönderilir ve değeri “1” olur. Şekil 5.27’de Byte tipi değişken için eşit değil karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 5.27 : Eşit değil karşılaştırma

5.8.3.3. Büyük eşit karşılaştırması

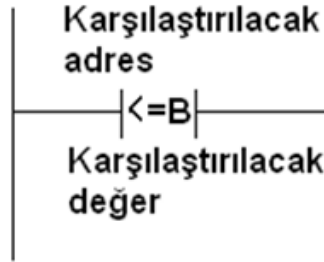
Eğer karşılaştırılan adres, karşılaştırılan değerden büyük veya eşit olursa, çıkışa sinyal gönderilir. Şekil 5.28’de Byte tipi değişken için büyük eşit karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 5.28 : Büyük eşit karşılaştırma

5.8.3.4. Küçük eşit karşılaştırması

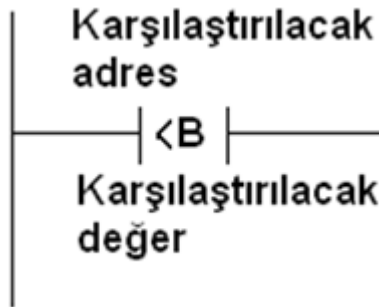
Eğer karşılaştırılan adres, karşılaştırılan değerden küçük veya eşit olursa, çıkışa sinyal gönderilir. Şekil 5.29'de Byte tipi değişken için küçük eşit karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 5.29 : Küçük eşit karşılaştırma

5.8.3.5. Büyük karşılaştırması

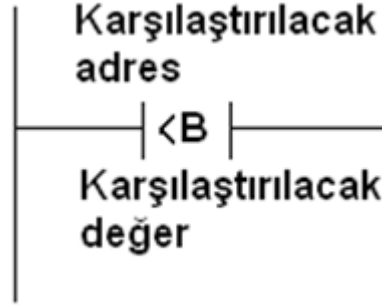
Karşılaştırılan adres, karşılaştırılan değerden büyük olduğu durumda çıkış sinyali "1" olur. Bu durumda kapalı kontak gibi davranır. Şekil 5.30'de Byte tipi değişken için büyük karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 5.30 : Büyük karşılaştırma

5.8.3.6. Küçük karşılaştırması

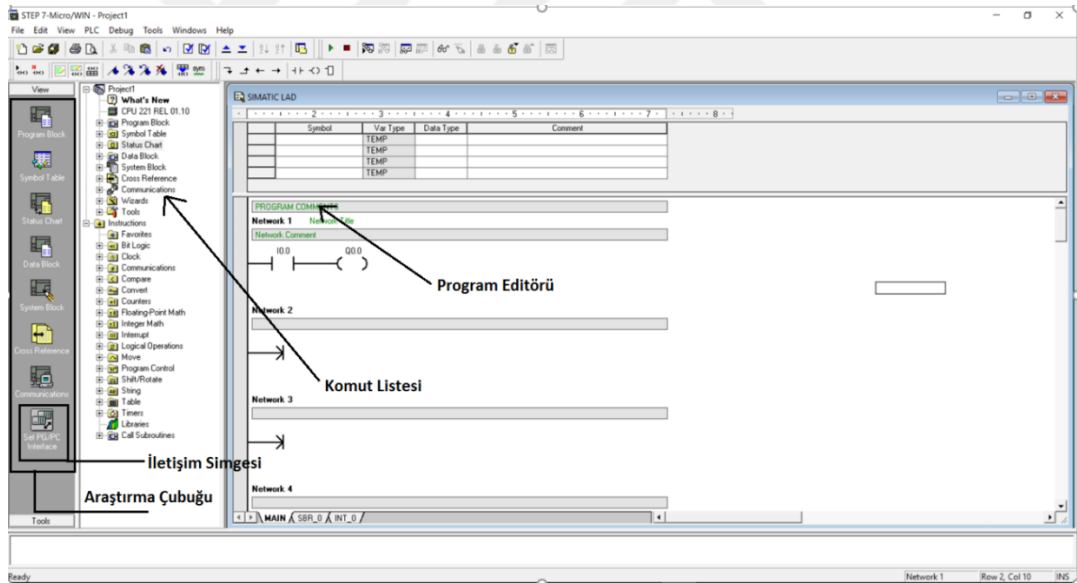
Karşılaştırılan adres, karşılaştırılan değerden küçük olduğu durumda çıkış sinyali "1" olur. Bu durumda kapalı kontak gibi davranır. Şekil 5.31'de Byte tipi değişken için küçük karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 5.31 : Küçük karşılaştırma

5.9.STEP 7 – Micro/WIN

STEP 7-Micro/WIN, mantıksal programın oluşturulması, düzenlenebilmesi ya da otomasyon projeleri için oldukça iyi bir ortam sunmaktadır. Her birinin RAM miktarı, işlemci hızı gibi özellikleri farklı olan 5 ayrı CPU (CPU-221, CPU-222, CPU-224, CPU-226 ve CPU-226XM) modeli bulunmaktadır. Şekil 5.32’de STEP 7’ye ait ekran görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 5.32 : STEP 7-Micro/WIN Ekranı

Araştırma çubuğunda bulunan simgeler yardımıyla STEP 7-Micro/WIN projesinde farklı elemanlar açılabilir. İletişim simgesi ile STEP 7-Micro/WIN projesinin tüm iletişim ayarları yapılmaktadır. Program editörünü açmak için Program Blok simgesi kullanılır. Komut listesinden seçilen komutlar sürükle-bırak yöntemi ile program editörüne yerleştirilmektedir.

Araç çubuğunda bulunan menüler yardımıyla STEP 7 komutlarına kısayol erişimi sağlamaktadır. Bu menüde bulunanlar sırasıyla şu şekildedir: [51]

FILE MENÜSÜ: File menüsünde yeni dosyası açma, oluşturulan projeyi kaydetme, içe aktarma, dışa aktarma gibi işlemlerin yapıldığı menüdür.

EDIT MENÜSÜ: Kes, kopyala, yapıştır, geri, bul gibi işlemlerinin yapılmasına olanak tanıyan menüdür.

VIEW MENÜSÜ: Oluşturulacak proje komutlarının, merdiven mantığı ile ya da semboller ile olmasını sağlar. Görsel düzenlemeler bu menü yardımıyla yapılmaktadır.

PLC MENÜSÜ: PLC'yi çalıştırma ve durdurma moduna alındığı menü olup, ayrıca yazılan programın derlenmesi, bir aksilik çıkması durumunda resetleme işleminin de yapıldığı kısımdır.

DEBUG MENÜSÜ: Yazılan programda olası hataların bulunması için kullanılan menüdür.

TOOLS MENÜSÜ: Kısayol çubuklarını görünüp görünmeyeceği buradan ayarlanır.

WINDOWS MENÜSÜ: Açıkta olan pencerelerin konumlarının ayarlanması için kullanılır.

STEP7-200'ün bilgisayara bağlanması iki tane iletişim çeşidi ile gerçekleşmektedir. İlki PC/PPI kablosu yardımıyla. Bu yöntem bilgisayarı ile S7-200 arasında iletişim kurmak için en ekonomik yöntemdir. Diğeri ise MPI ve PROFIBUS-DS iletişim ağında kullanılacak bir CP kartı ve MPI kablosu kullanmak. Bu iletişim yönteminde, MPI kablosu kullanmak için Communication Processor (CP) kartı kullanılmalıdır. Bu kart sayesinde yüksek iletişim hızlarında gerekli olan donanımı sağlamaktadır [51].

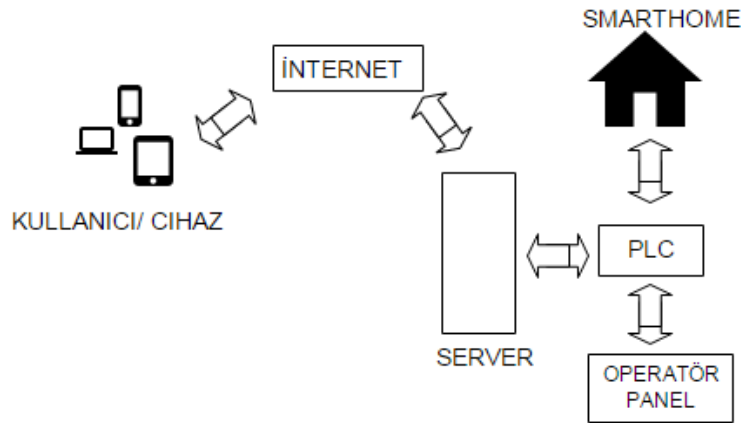
5.10. Kullanıcı Arayüzü ile Akıllı Ev Otomasyonu: PLC Kontrollü Uygulama

Ev otomasyon sistemi etkili, kolay uygulanabilir ve uygun fiyata sahip olmalıdır. PLC, bu tür sistemlere bir alternatif olarak düşünülmektedir. PLC, güvenlik izleme, enerji tüketim yönetimi, makinelerin kontrolü ve özellikle endüstri otomasyon sistemlerinin neredeyse her alanında bulunan otomatik üretim hatlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. PLC, endüstri alanında kullanılmak üzere tasarlanmış zamanlama, sayma, veri işleme, karşılaştırma, sıralama, veri aktarma ve aritmetik

işlemlerin doğal fonksiyonları aracılığıyla genel kontrol sağlayan analog / dijital veri giriş / çıkış terminalleri vasıtasıyla bir sistemi veya sistem gruplarını kontrol eden bir elektronik cihazdır[35]. Aynı zamanda PLC'nin kullanımı, yazılım üzerinde değişiklikler yapabilmek ve elektrik kesilmesi durumunda veriyi uzun süre saklayarak enerjinin tekrar elde edilmesiyle algoritmaya yeniden başlamak gibi çeşitli nedenlerden dolayı çok avantajlıdır [33], [35], [52]

5.10.1. Akıllı ev sisteminin mimarisi

Bu çalışmada, internet üzerinden bilgisayar, mobil cihazlar ve operatör panelleri kullanılarak kontrol edilebilen bir PLC kontrollü akıllı ev uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yazılım ve donanım da dahil olmak üzere iki kısımdan oluşan bir sistem ele alınarak konu ele alınmıştır. Sistemin genel blok diyagramı Şekil 5.33'da gösterilmektedir.



Şekil 5.33 : PLC kullanılan akıllı ev sisteminin blok diyagramı

5.10.1.1. Donanım altyapısı

Akıllı ev donanımının uygulanan uygulamanın altyapısı PLC, Ethernet modülü, dokunmatik operatör paneli, sensörler, aktuatörler ve elektronik devrelerden oluşur. [45]

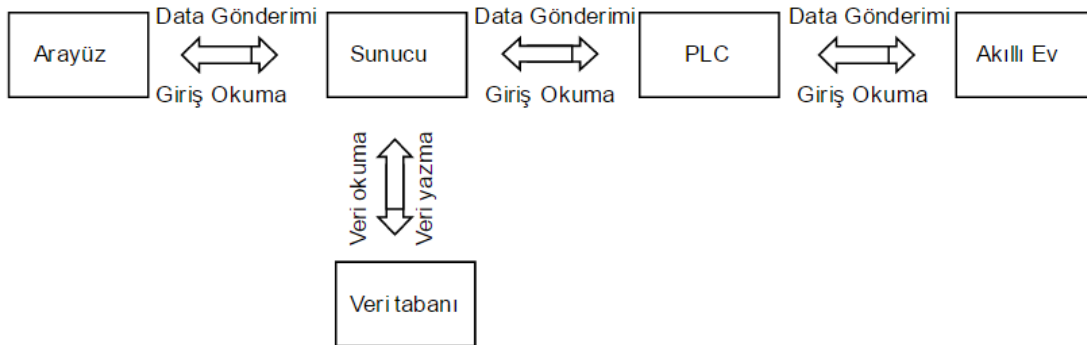
Akıllı ev sisteminde kontrol edilen üniteleri aydınlatma kontrolü, güvenlik kontrolü ve klima ünitesi olarak bölmek mümkündür. Bu ünitelerin kumandaları PLC'ye bağlı Ethernet modülü üzerinden mobil cihazlara ve PLC'ye bağlı operatör paneli tarafından gerçekleştirilir [53]. Aydınlatma ünitesi aracılığıyla oturma odası, yatak odası, mutfak ve salon ışıkları kontrol edilir. Sistem açıldığında, odaların aydınlatma

verileri okunur ve veri tabanına yazılır ve sonra kullanıcının odaların mevcut durumunu ve ışık durumundaki değişiklikleri gözlemleyebilmesi için kullanıcı arayüzüne aktarılır. Enerji tasarruf modunda sensörler sayesinde kullanılmayan odalardaki ışıklar otomatik olarak kapanır.

5.10.1.2. Yazılım altyapısı

Akıllı evin gerçek zamanlı olarak internet üzerinden kontrolü için, istemci / sunucu mimarisi temelinde basit ve kullanışlı bir altyapı oluşturulur. Bu altyapı, istemci yazılımı, sunucu yazılımı ve veri tabanı bölümünden oluşur [53]. İstemci yazılımı, kullanıcıların internet üzerinden akıllı ev sistemini denetleyebildiği web arayüzüdür. Sunucuda çalışan istemci yazılımının ana görevi, akıllı ev sistemine yerleştirilen aydınlatma, havalandırma ve güvenlik birimlerini yönetmektir. Kullanıcıların sisteme bağlanmak için internet erişimi olan bir bilgisayar, tablet veya mobil cihaza ihtiyacı var.

Kontrol yazılımı, akıllı ev sisteminin tüm iletişimlerinin sağlandığı sunucuda tutulur. Sunucu her iki yönde de çalışır. Akıllı evden alınan komutları veri tabanına kaydeder ve kayıtlı kontrol komutlarını veri tabanından akıllı eve PLC yoluyla gönderir. Veri tabanı çalışmanın bu bölümünde devreye girmektedir. Akıllı ev sistemi ile ilgili tüm ayarlamalar ve işlemler veri tabanına kaydedilir [40], [42]. Akıllı ev durumuyla ilgili raporlar, kullanıcı isteğine ve zamana bağlı olarak verilir. Programlama dili istemci ve sunucu yazılımı için kullanılırken, SQL ise sunucu programı veri tabanı için kullanılır. Bu üç ünite, farklı görevler ve süreçler içerse de birbirleriyle sürekli etkileşim halindedir. Bu birimler ile gelişmiş sistem mimarisi arasındaki etkileşim Şekil 5.34'deki blok diyagramında gösterilmektedir.



Şekil 5.34 : Yazılımların birbiri ile etkileşimi

5.10.1.3. Kullanıcı arayüzü

Arayüz ile kullanıcı bir akıllı ev sisteminin tüm işlemlerini gerçekleştirebilir. Kullanıcı, akıllı ev sistemi hakkında arayüzü kullanarak gerçek zamanlı olarak en güncel bilgileri alır. Kullanıcılar, akıllı ev sisteminin tüm odalarına, evin sıcaklık değerine, evdeki hareket kontrolüne (hırsız), gaz ve duman kontrolüne ve kapı kontrol ünitelerine arayüz üzerinden erişebilir. Bu şekilde, akıllı evleri istedikleri şekilde yönetebilmektedirler.

Kullanıcı ile entegre olan akıllı ev sisteminin bir kısmı kontrol sayfasıdır. Bu sayfa dinamik olarak çalışmaktadır ve akıllı evde meydana gelen herhangi bir değişiklik kontrol sayfasına yansır. Aynı şekilde, kontrol sayfası aracılığıyla verilen bir komut akıllı eve gönderilir [45], [52], [53]. Kullanıcı kontrol sayfasına baktığında evin durumuyla ilgili gerçek zamanlı bilgi alır. Kullanıcı kontrol sayfasını kullanarak, odaların aydınlatma, güvenlik ve klima ünitelerini kontrol edebilir. Aynı zamanda, bu sistemler ile ilgili düzenlemeler sistemin aktif / pasif olmasını sağlar. Raporlama sayfası, kullanıcılara internet üzerinden ya da operatör paneli aracılığıyla yapılan tüm değişiklikleri sistem veri tabanından alır. Kullanıcı ev ile ilgili tüm değişiklikleri tarihe göre görebilir.

5.10.1.4. Operatör paneli arabirimi

Akıllı evin kontrol işlemi, internet olmadan operatör paneli aracılığıyla da gerçekleştirilebilir. Operatör paneli doğrudan PLC ile iletişim kurar. Akıllı ev sisteminin tüm işlemleri operatör paneli üzerinden yapılabilir. Akıllı ev sisteminde internet üzerinden kontrol edilen ve izlenen aydınlatma, güvenlik ve klima sistemleri de operatör paneli aracılığıyla gerçekleştirilmektedir [53].

5.11. PLC'nin Kablosuz Haberleşmesi

Birbirinden kilometrelerce uzaklıkta bulunan, kablo çekmenin mümkün olmadığı durumlarda, PLC'ler telsiz data modemler ile kablosuz olarak haberleştirilebilir. Radyo modemler ve GSM-GPRS modemler telsiz data modemler olarak kullanılmaktadır.

5.11.1. RF Nedir?

Ev ve bina otomasyonlarında kablolu sistemlerden çok kablosuz sistemler daha fazla rağbet görmektedir. RF teknoloji ile iki nokta arasında bilginin kablosuz olarak

taşınması sağlanır. RF teknoloji 3 Hz ile 300 GHz spektrum içerisinde elektromanyetik dalgaları üzerinden bir alıcı ve bir verici cihaz arasında veri iletimidir. Bir akıllı ev otomasyonunda örneğin aydınlatma anahtarına yan komutunun gönderilmesi gerekir. Bunun fiziksel olarak 2 yolu vardır: kablolu ve kablosuz. RF cihazların kablosuz olarak haberleşmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. Haberleşmenin sağlanması için uzun mesafelerde bilginin taşınmasını sağlayan havada ya da boşlukta yol alabilecek dalga kullanılmalıdır. En çok tercih edilen taşıyıcı dalgalar, kızıl ötesi (infrared), lazer ve radyo dalgalarıdır. [54]

Kablosuz iletişimin avantajları;

- Kablonun kullanılmayacağı yerlerde büyük kolaylık sağlamaktadır.
- Maliyet olarak kablolu sisteme göre daha avantajlıdır.
- İşletme maliyeti düşüktür.
- Güvenilirdir.
- Olası dış etkenlere karşı dayanıklıdır.

Dezavantajları;

- Hava koşullarına bağlı olarak sorun yaşanabilir.
- Kablosuz otomasyon sistemlerinde kullanılan frekanslar yakındır. Bu nedenle frekans karışması problemi yaşanabilir.

5.11.2. Kullanılan iletişim standartları

802.11: 1997 yılında, Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) ilk WLAN standardını oluşturdu. Gelişimini denetlemek için kurulan grubun ismi daha sonra 802.11 olarak değiştirildi. 802.11, yalnızca 2 Mbps'lik bir maksimum ağ bant genişliğini desteklediğinden çoğu uygulama için çok yavaş kalıyordu. Bu nedenle sıradan 802.11 kablosuz ürünleri artık üretilmemektedir. [55]

802.11a: 802.11b geliştirilirken IEEE, 802.11a olarak adlandırılan orijinal 802.11 standardına ikinci bir uzantı oluşturdu.

802.11b, 802.11a'dan çok daha hızlı popülerlik kazandığından, bazı kişiler 802.11a'nın 802.11b'den sonra oluşturulduğuna inanıyorlar. Aslında, 802.11a aynı anda oluşturuldu. Yüksek maliyeti nedeniyle 802.11a genelde iş ağlarında bulunurken, 802.11b daha çok ev sistemlerinde kullanılmaktadır.[55], [56]

802.11a, 54 Mbps'e kadar bant genişliği ve 5 GHz civarında düzenlenmiş bir frekans spektrumundaki sinyalleri destekler. 802.11b'ye kıyasla daha yüksek frekans, 802.11a şebekelerinin aralığını kısaltır. Yüksek frekans aynı zamanda 802.11a sinyallerinin duvarlara ve diğer engellere nüfuz etmede zorlanması demektir.

802.11b: IEEE, Temmuz 1999'da orijinal 802.11 standardını genişleterek 802.11b belirtimi oluşturdu. 802.11b, geleneksel Ethernet ile karşılaştırılabilir 11 Mbps'e kadar bant genişliğini destekler. [55]

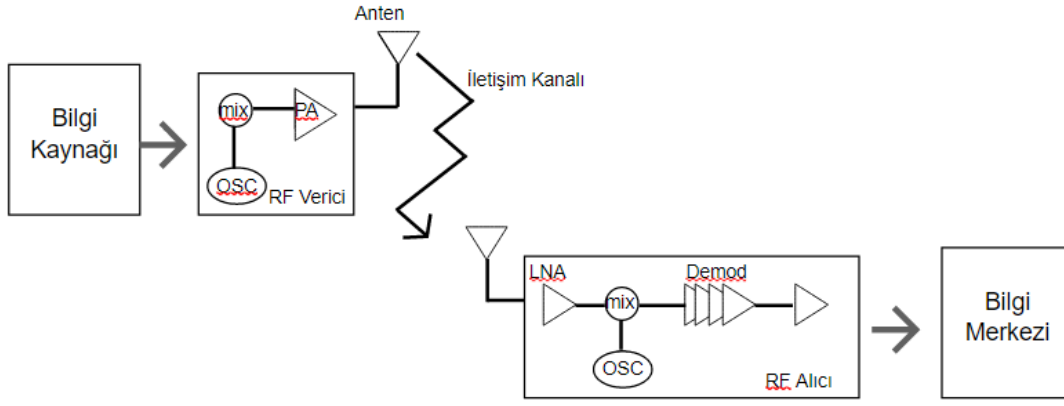
802.11b, orijinal 802.11 standardıyla aynı düzenlenmemiş radyo sinyal frekansı (2,4 GHz) kullanır. Satıcılar genellikle üretim maliyetlerini düşürmek için bu frekansları kullanmayı tercih ederler. Bununla birlikte, 802,11b donanımı diğer cihazlardan makul bir mesafede takarak parazitten kolayca kaçınılabılır. [56]

802.11g: 2002 ve 2003'te 802.11g olarak adlandırılan daha yeni bir standardı destekleyen WLAN ürünleri piyasaya çıktı. 802.11g, 802.11a ve 802.11b'nin en iyilerini birleştirmeye çalışır. [55]

802.11g, 54 Mbps'e kadar bant genişliğini destekler ve daha geniş menzil için 2.4 GHz frekans kullanır. 802.11g, 802.11b ile geriye dönük olarak uyumludur, yani 802.11g erişim noktaları 802.11b kablosuz ağ adaptörleri ile çalışmaktadır.

5.11.3. Kablosuz haberleşme sistem yapısı

Kablosuz haberleşme sistemlerinde bir alıcı ve bir vericiye gereksinim durulmaktadır. Temel olarak işleyiş şu şekildedir; kaynaktan çıkan bilgi, radyo frekans verici tarafından anten sayesinde gönderilir. Taşıyıcı dalgalar yardımıyla bilgi havada alıcıya doğru ilerler. Alıcı tarafında bulunan anten ile birlikte gelen bilgi alınır ve kaynağa ulaşması sağlanır.



Şekil 5.35 : Genel yapısı

Şekil 5.35’de RF teknolojisi ile gelen bilgi dijital olduğundan RF verici bu bilgiyi RF alıcısına gönderebilmek için veriyi elektromanyetik dalgaya dönüştürür. Osilatör tarafından frekans üretilir. RF haberleşme genel yapısında bulunan “MIX”, taşıyıcı bir sinyali başka bir sinyalle modüle eden aygıttır. “PA” ise kuvvetlendiricidir. Alıcının görevi, modüle edilmiş bu elektromanyetik dalgayı demodüle ederek verici girişine uygun forma dönüştürmektedir. “LNA” düşük gürültülü kuvvetlendiricidir. Demodüle edilen sinyal ilk formatına dönüştürülerek bilgi merkezine iletilir.

5.11.3.1. PLC ve bilgisayarın kablosuz haberleşmesi

Endüstriyel fabrika otomasyonunda kullanılan PLC’ler yoğunlukla ve çokça kablolu ihtiyacı duymaktadır. Çoğunlukla PLC yer değiştirme gereklilikleri, kablolu teknolojiler ile haberleşme altyapısı oluşturulması düşünülüyor ise yapılamamaktadır. Şekil 5.36’da bilgisayar ile PLC’nin kablosuz haberleşmesinin yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.36 : RF ile Bilgisayar ile PLC’nin Kablosuz Haberleşmesi

Bu durumda RF ile kablosuz bir şekilde hem noktadan noktaya hem de noktadan çok noktaya haberleşme sağlanabilir.

5.11.3.2. İki PLC'nin kablosuz haberleşmesi

Şekil 5.37'de iki PLC'nin kablosuz haberleşmesi gösterilmektedir.



Şekil 5.37 : RF ile İki PLC'nin Kablosuz Haberleşmesi

RF data modemler kablosuz kablo gibi çalışmaktadır. Sanki 2 PLC arasında fiziksel bir kablo var gibi veri iletimi kablosuz olarak sağlanmaktadır. Bir başka tabir ile TRANSPARENT veri iletimi yapmaktadırlar, aynı kabloların yaptığı gibi. Kablosuz haberleşme yapılan iki PLC arasında bilgi, değişmeden vericiden alıcıya taşınmaktadır. Kablolu sistemde olduğu gibi sinyal değişmez.

PLC'lerin kablolu haberleşme için kullanılan haberleşme portları mevcuttur. RS 485 seri portunu ele alalım. Kablosuz haberleşme yapmak istediğimiz için kablo yerine düz bağlantı ile RF Data Modem bağlanır. Diğer taraftaki telsiz modemde aynı şekilde diğer PLC'ye bağlanır.

Radyo modemlere iki PLC arasındaki mesafeye bağlı olarak bir anten bağlanabilir. Bağlanan bu antenler karşı istasyon ile arada engel olmayacak şekilde, uygun yükseklikte monte edilmelidir. Monte aşamasında, antenden modeme gidecek anten kablosunda kayıplar olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Burada dikkat edilmesi gereken husus ise, alıcı ve verici tarafındaki RF modemlerinin aynı parametrelere sahip olmasıdır. Ayrıca PLC seri port ayarları ile telsiz modemlerin seri port ayarlarının aynı olması önemlidir. RF modemler PLC'lere bağlandıktan sonra, uygun güç kaynakları ile besleme gerilimlerini verilmesi yeterlidir. [54]



6. KABLOSUZ AĞLAR

Kablosuz aygıtlar, çoğu zaman 'protokoller' olarak adlandırılan birçok farklı dil türünü konuşurlar. Kullanılan protokol cihazın üreticisi tarafından belirlenir [57]. Kablosuz ağ teknoloji sisteminin etkin ve sürekli iletişim kurması önemlidir. Bu nedenle, amacınıza en uygun kablosuz protokolü seçmeniz gerekir. Bu çalışmada kablosuz haberleşme ile kurulan akıllı ev sistemi, Z-Wave protokollü ile ele alınmıştır. Z-Wave protokolü, özellikle konut ve hafif ticari ortamlarda kontrol, izleme ve durum okuma uygulamaları için tasarlanmış, basit, birlikte çalışabilir, kablosuz, RF tabanlı bir iletişim teknolojisidir.

6.1.Tarihçe

Kablosuz ağlar, son yüzyılda iletişimin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. İlk olarak kablosuz teknolojiyi benimseyenler, askeriye ve acil servislerdir. Kablosuz iletişimin temeli bir noktadan diğer bir noktaya kablo kullanılmadan ses, data ya da görüntünün taşınması esasına dayanmaktadır [57]. Bu nedenle kablolu iletişimden farklı olarak, iletim kablo aracılığı ile değil havadan yapılmaktadır.

1888 yılında Almanya doğumlu bir fizikçi olan Heinrich Rudolf Herz, ilk radyo dalgasını üretti. 1894'te bu radyo dalgası üretimi bir iletişim şekli haline geldi. Telgraf kabloları, sinyal biçiminde radyo dalgalarını karşılayabilmek için kullanıldı. Herz elektromanyetik dalgalar keşfi ile radyo, televizyon ve radar yolunu açtı. Marchese Guglielmo Marconi adlı İtalyan mucidi radyo dalgasının yarıçapını iki kilometreye çıkarıp "radyonun babası" haline getirdi. 1899 yılında Marconi, Bristol Kanalı boyunca 9 mil yollu bir sinyal gönderdi. Çalışmalarının sonucu olarak, yarıçapı 31 mil daha genişleterek sinyali İngiliz Kanalı'ndan Fransa'ya kadar gönderdi. 1901'de iletişim alanı daha kusursuz oldu. Böylece Marconi, sinyali Atlantik Okyanusu boyunca gönderebildi. [58]

İkinci Dünya Savaşı, radyo dalgası için büyük bir basamak haline geldi. Savaş sırasında veri iletimi için radyo dalgalarını kullanan ilk taraf Amerika Birleşik

Devletleri'dir. Radyo dalgalarının bu şekilde kullanılması, muhtemelen Amerika'ya savaşı kazandırdı. 1971'de Hawai Üniversitesinde Norman Abramson'ın önderliğindeki bir grup araştırmacı, "Alohanet" başlıklı ilk "paket anahtarlamalı" radyo iletişim ağı oluşturdu. Alohanet, WLAN olarak da bilinen ilk kablosuz yerel ağ oldu. İlk WLAN çok değildi, ama büyük bir keşifti. Alohanet WLAN, birbirlerine iletilen yedi bilgisayardan oluşuyordu. 1972'de Alohanet anakaradaki WLAN sistemi Arpanet ile bağlantı kurdu. [58], [59]

İlk WLAN teknolojisi, iletişim için kalabalıklaşmış bir arayüz kullandı. Küçük cihazlar ve endüstriyel makinalar parazite neden olduğundan teknolojinin güncellenmesi gerekiyordu. İkinci tür WLAN teknolojisi, saniyede 2Mbps hızında önceki teknolojiye göre dört kat hızlı sonuç verdi. Mevcut WLAN sistemimiz ikinci sistemle aynı hızda çalışsa da bugün üçüncü WLAN formatı kullanıyoruz. [59]

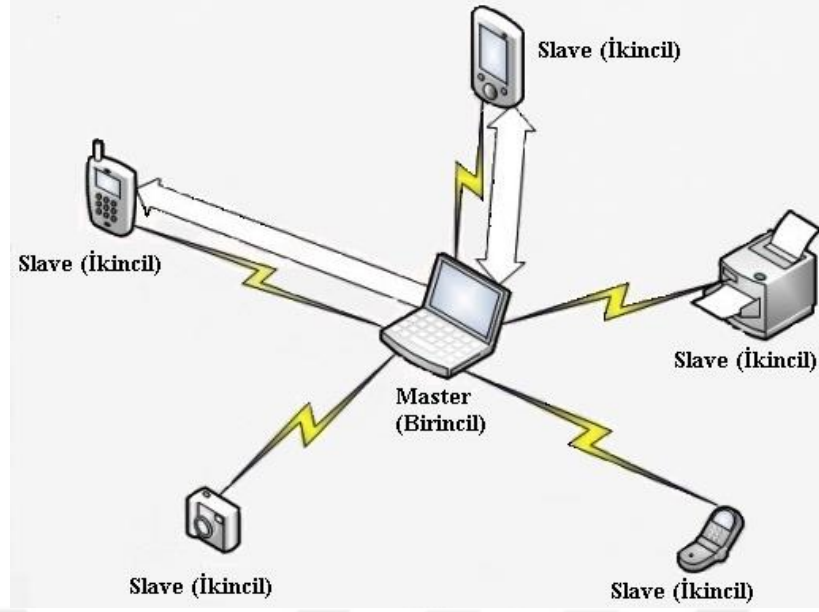
6.2.Kablosuz Ağ Çeşitleri

Kablosuz ağlar dört kategoriye ayrılmışlardır. Sınıflandırmada büyüklükleri ve kullanım amaçları esastır. Kablosuz ağlar için net sınırları belirtilmemektedir. Çünkü iletimin yapıldığı alanda ki hava koşullarına ve ortamdaki girişimlere bağlı olarak bu sınırlar değişmektedir.

6.2.1. Kablosuz kişisel alan ağ (WPAN)

Kablosuz kişisel alan ağ (Wireless Personal Area Network), temel olarak yakın mesafedeki cihazları, cep telefonu, fare, tablet, bilgisayar vb. kablosuz olarak birbirleriyle iletişimlerini sağlayan ağlardır [57]. Kablosuz kişisel alan ağ Bluetooth teknolojisinde kullanılmaktadır.

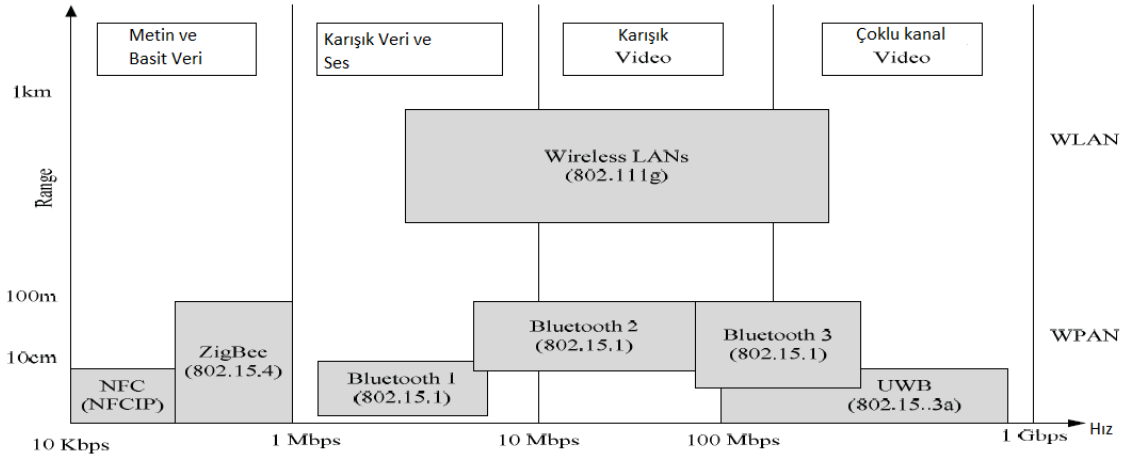
Diğer ağlarla kıyaslandığında veri hızı (1Mbps) daha düşüktür. Diğer ağlara göre iletişim mesafesi 10 metre civarında olup daha kısadır [60]. Şekil 6.1'de kablosuz kişisel alan ağ yapısı gösterilmektedir.



Şekil 6.1 : Kablosuz kişisel alan ağı (WPAN)

Kablosuz kişisel alan ağları (WPAN) geleneksel kablosuz yerel alan ağ (WLAN) teknolojilerini tamamlayan çok önemli bir rol oynamaktadır. Bluetooth, Z-Wave, ZigBee ve NFC (Near Field Communications) hala gelişmekte olan UWB (Ultra Wideband) standartlar ile WPAN teknolojilerine çözüm olarak ortaya çıkmıştır.

WPAN, kablosuz alan teknolojisinde önemli bir alan oluşturmaktadır. Fiziksel olarak küçük ve düşük maliyetli cihazlar olması gerektiğinin yanı sıra düşük veri hız transferi, düşük güç tüketimi gerektiren uygulamalar için özellikle geçerlidir. Bluetooth, ZigBee ve NFC bugünkü en önemli üç WPAN teknolojileridir [61]. UWB ise gelişmekte olan en önemli WPAN teknolojisidir. Bluetooth ve ZigBee, IEEE 802.11b gibi aynı frekans spektrumunda çalıştığı için girişime maruz kalırlar. Şekil 6.2, bu dört temel WPAN teknolojilerinin özelliklerini özetlemektedir. Çizelge 6.1'de ise bu 4 özelliğın fiziksel özelliklerinin ayrıntıları yer almaktadır.



Şekil 6.2 : WPAN ve WLAN uzaklık/veri hız karakteristikleri

WPAN, kablosuz teknolojilerin kullanımını, doğada kişisel bir alana sınırlandırır. Bireylerin, küçük gruplar halinde cihaz bağlantılarını ve veri paylaşımlarını içermektedir [61]. Ev veya ofis de multimedya cihazlarının birbiriyle iletişimi kurması genellikle kendiliğinden ve ad-hoc bir cep telefonu ile kablosuz kulaklık kullanımı kablosuz iletişime örnek verilebilir.

Bir WPAN içinde aynı güvenlik kaygıları, kablosuz ağların diğer formlarında da olduğu gibi ele alınması gerekmektedir. Gizlilik, hassas verilerin varlığını diğer alıcı firmalara ifşa etmeyeceğini garantiye alması gerekmektedir. Ayrıca diğer pasif saldırıları önlemek için omurga olarak hizmet vermelidir. Bütünlük, alınan mesajın gönderilen mesaj olduğunu teyit etmek için kullanılır. Bu ya kötü niyetli saldırıda ya da aktarım sırasında çevresel edenlerden dolayı bozulabilen mesajlar kablosuz ağlarda özellikle önem taşımaktadır. Kimlik doğrulama, ya mesajın gönderenini ya da mesajın kökenini doğrulamak için kullanılır. Kablosuz teknolojiler bazen ağ kaynaklarının etkin kullanımını sağlamak amacıyla kullanılmasını gerektiren kalabalık spektrum haline gelmesi mümkün benzer bant genişliklerini paylaşır.

Çizelge 6.1.'de WPAN teknolojilerinin karşılaştırılması gösterilmektedir.

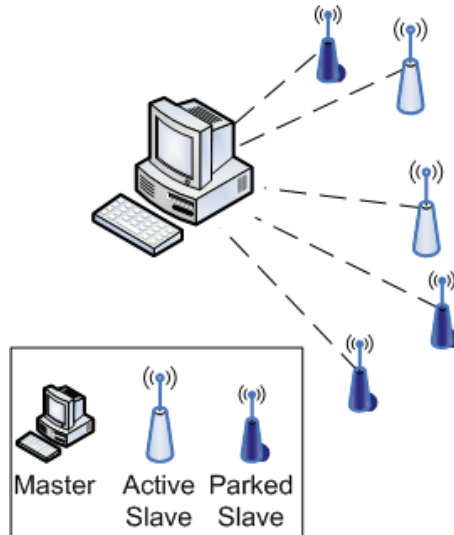
	Bluetooth	ZigBee	NFC	Ultra Wide Band
Menzil	10-100 m	10-100 m	10 cm	Short (computer peripherals)
Data hızı	0.8 – 2.1 Mbps	0.02 – 0.2 Mbps	0.02 – 0.4 Mbps	110-675 Mbps (2 Gbps)
Maliyet	Low	Low	Low	Low
Güç	Medium	Low	Low	Low
Spektrum	2.4 GHz	2.4 GHz	13.56 MHz	57-64 GHz
Güvenlik	128 bit SAFER+, E0	128 bit AES	None	Forward error correction & 128 bit AES
Ağ yapısı	Piconets, Scatternets	Star, Tree, Mesh	One to one	One to one
Ağ başına cihaz	8	2 to 65000	2	2
Kullanılabilirlik	Moderate, Data Centric	Easy, Data Centric	Easy, Human Centric	Easy, Human Centric
Kurulum zamanı	<5 sec	<0.5 sec	<0.1 sec	<0.5 sec
Kullanım	Network for data exchange	Mesh networking	Access and initiate service	Interaction of multimedia devices

Çizelge 6.1 : Ana WPAN teknolojisinin fiziksel özellikleri

Şimdi, dört temel WPAN teknolojiyi inceleyelim.

6.2.1.1. Bluetooth

Bluetooth, küçük, düşük maliyetli bir teknolojidir. IEEE 802.15.1 dayalı kişisel bilgisayarlar, el cihazları, cep telefonları ve diğer bilgisayar aygıtları arasında kısa mesafeli radyo bağlantısı sağlamaktadır [62]. Bluetooth, bir cihazı diğer cihaza bağlamaya çalışan kablo yerine geçer. Metrelik kişisel alan içinde birden fazla cihazda hem sesin hem de verinin eş zamanlı iletimini destekler. Bir piconet de 8 veri cihazı kadar cihaz bağlanabilir ve 10 metre alan içinde 10 piconet bulunabilir [57], [62]. Şekil 6.3’de gösterildiği gibi bir piconet, ad-hoc biçimde Bluetooth teknolojisi ile bağlı cihazlar topluluğudur.

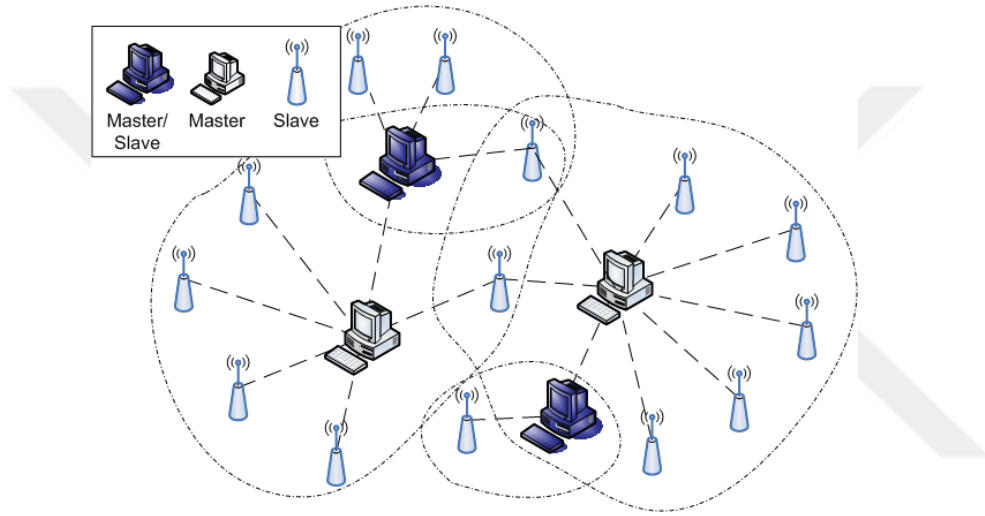


Şekil 6.3 : Piconet yapılandırılması

Bir piconet laptop ve hücresel telefon gibi iletişim halindeki iki cihaz ile başlar. İletişim halinde olan 8 cihaza kadar genişleyebilir ya da Şekil 6.4’de gösterildiği gibi

birbirine bağılı pikonetler bir multipikonet oluşturur. Ancak, bir pikonet kurulurken bir öge ana (master) ve diğlerleri (slave) pikonet bağılantı süresine bu yöneticiye bağılı hareket etmektedir. Bluetooth, görüntüleme, dosya transferi, genel erişim (keşif ve bağılantı kurulması), insan arabirim cihazı (klavye, fare), LAN erişim (noktadan noktaya protokolü kullanarak) profillerinin çeşitlerini desteklemektedir [62], [63].

Bluetooth özelliğı Version 2.0 + Veri Hızı Arttırma (EDR) 2004 yılında piyasaya sürüldü. Bluetooth Version 2.1 + EDR özellikleri Temmuz 2007 de benimsendi ve yeni işletim özelliklerinin çeşitlerini kapsamaktadır. Bluetooth 3.0 aynı zamanda 100x olarak bilinir ve 200-400 Mbps da faaliyet göstermektedir. [62]



Şekil 6.4 : Karmaşık multipikonet yapısı

Bluetooth 3 operasyon moduna (sessiz (silent), özel (private) ve kamu (public)) ve 3 güvenlik moduna (güvenli olmayan, hizmet düzeyi güvenlik modu ve bağılantı düzey güvenlik) sahiptir [63]. Her biri operasyon ve güvenlik modları ile ilgili belirli risk tehditleri ile birlikte gelir. Ayrıca tüm tehditler bütün modlar için ortaktır.

Bluetooth, yani kimlik doğrulama ve şifreleme güvenlik mekanizmasında dört temel anahtarlar kullanılmaktadır. Bu temel anahtarlardan, diğler Bluetooth cihazları ile bağılantı kurmak oluşturabilir. Bluetooth teknolojisinde kimlik doğrulama, paylaşılan gizlilik ile ele alınır ve bağılantı anahtarı adlandırılır. Bağılantı anahtarı her aygıtın adresinden, bir rastgele sayıdan (PIN) oluşur. Kimlik doğrulama, SAFER+ algoritmasına dayanmaktadır (SAFER + AES şifreleme standardı için aday oldu ama hala yaygın Bluetooth ağlarda kullanılır.) [57], [62], [63].

6.2.1.2. Z-Wave

Z-Wave, ev otomasyon sistemlerinde kullanılan yenilikçi bir kablosuz iletişim protokolüdür [64]. Bu teknoloji, termostatlar, alarmlar, aydınlatma, klima ve havalandırma üniteleri veya elektronik ses ve video ekipmanı gibi ev elektroniği cihazlarında kullanılır. Z-Wave, ağdaki her cihazın kontrol komutları gönderip alabileceği bir MESH ağ oluşturma teknolojisidir [65]. Aygıtlar ayrıca belirli modüllerin çalışmasını kontrol etme ve izleme yeteneğine sahiptir ve merkezi birime durumlarını sürekli olarak bildirir. Bireysel olarak veya grup halinde çalışabilir, birbirleriyle iletişim kurabilir, size sınırsız ev otomasyonu yönetimi imkânları sağlayabilirler.

Kablosuz ev kontrolü uygulamaları için tasarlanan Z-Wave radyo ağı, her 5-15 dakikada bir iletişim kuran, nispeten az düğüm noktası için tasarlanmıştır. Z-Wave radyo frekansları Amerika'da 908,42 MHz, Avrupa'da 868.42 MHz, Hong Kong'da 919.82 MHz ve Avustralya'da 921.42 MHz'dir [66]. Çoğu ev içi kablosuz ürünün (2.4 GHz) kullandığı banttan çok daha düşük bir bant olduğu için, onların girişiminden ve "trafik sıkışmalarından" etkilenmez.

Z-Wave'in önemli bir avantajı, birlikte çalışabilirliğidir. Tüm Z-Wave cihazları, tip, versiyon veya markaya bakılmaksızın diğer tüm Z-Wave cihazlarıyla konuşur. Dahası, birlikte çalışabilirlik Z-Wave ekosisteminde geriye ve ileriye uyumludur. Yani bugün piyasaya sunulan Z-Wave ürünleri on yıllar öncesinden Z-Wave ürünleriyle ve gelecekte ürünlerle (ancak işlevsellik konusunda bazı sınırlamalara rağmen) çalışacaktır [61], [64], [67].

Z-Wave yalnızca radyo kullanarak mesajlar gönderir. Herhangi bir nedenle radyo mesajlaşması başarısız olursa, Z-Wave iletileri almak için elektrik hattına güvenmez. Bu nedenle, Z-Wave tasarımcıları bu protokolün olabildiğince güvenilir olmasını sağlamak için ona nispeten karmaşık özellikler sunmaktadır.

En önemlisi, Z-Wave, bir Kaynak Yönlendirme Algoritması (SRA) kullanarak ağ üzerinden mesaj yönlendirir. SRA, en ideal yolu hesaplayıp, iletilerin başlatmak için ağdaki diğer aygıtların (topolojinin) düzenini bilmek ister. Bir ağ topolojisi veri tabanının bakımını yapmak ve bilgiyi dağıtmak, özellikle ağdaki bazı cihazlar mobil olduğunda karmaşık bir yazılım görevidir. Bu nedenle, maliyetleri düşürmek için Z-

Wave, köleler olarak adlandırılan ve mesaj başlatamayan en düşük maliyetli cihazlarla farklı cihaz türlerini tanımlar. [68]

Z-Wave ev otomasyon teknolojisi üç tabakadan oluşur; radyo katmanı, ağ katmanı ve uygulama katmanı [66], [64]. Sayısız düğümlerin ve cihazların birbirleriyle aynı anda iletişim kurmasını sağlayan sağlam ve güvenilir bir ağ oluşturmak için birlikte çalışır.

Radyo katmanı, bir sinyalin şebeke ile fiziksel radyo donanımı arasında değiştirilme şeklini tanımlar. Buna frekans, kodlama, donanım erişimi dahildir.

Ağ katmanı, kontrol verisinin iki cihaz veya düğüm arasında nasıl değiştirildiğini tanımlar. Buna, adresleme, şebeke organizasyonu, yönlendirme vb dahildir.

Uygulama katmanı, ışığı değiştirme veya ısıtma aygıtının sıcaklığını değiştirme gibi belirli görevleri yerine getirmek için hangi iletilerin belirli uygulamalar tarafından işlenmesi gerektiğini tanımlar.

Ağ katmanı

Z-Wave ağ katmanı, verilerin ağdaki farklı aygıtlar (düğümler) arasında nasıl değiştirileceğini denetler, üç alt katmandan oluşur. [64]

Medya Erişim Katmanı (MAC): Kablosuz donanımın temel kullanımını denetler. Bu işlevler son kullanıcı için görünmezdir.

Aktarım Katmanı: İki kablosuz düğüm arasındaki hatasız iletişimi sağlamak için ileti aktarımını denetler. Son kullanıcı bu katmanın işlevlerini etkileyemez, ancak bu katmanın sonuçları görülebilir.

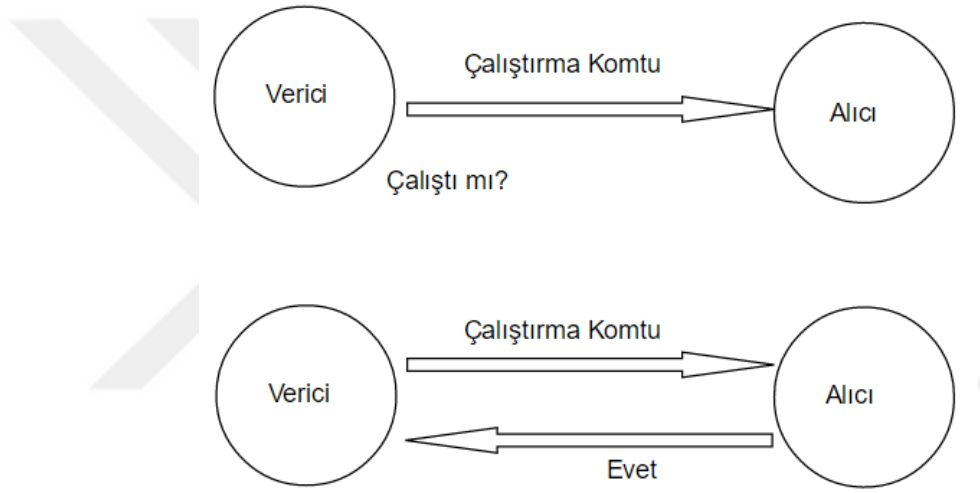
Yönlendirme Katmanı: Ağ aralıklarını en üst düzeye çıkarmak ve mesajların hedef düğüme ulaşmasını sağlamak için Z-Wave'in "Mesh" yeteneklerini yönetir. Hedef, verici düğümün "doğrudan" aralığının dışındaysa, bu katman ileti yeniden göndermek için ek düğümler kullanacaktır.

Ortam erişimi (MAC) ve taşıma katmanları

Bir metin mesajı gönderildiği gibi, telefonda bilgilerin nasıl gönderildiğini göremeyiz. Gönderildiğini ve alıcı tarafından alınacağını ve okunacağını varsayabiliriz. Benzer şekilde, kablosuz ev otomasyon teknolojileri, gönderici ve alıcı düğümler arasındaki iletişimi sağlamak için aynı ilkeleri kullanır.

Bazen cep telefonundaki zayıf sinyal nedeniyle mesaj kaybı yaşanabilir. Bir ev otomasyon ağında ise, parazit veya alıcının gönderenden çok uzakta konumlandırılması buna neden olabilir. Basit bir ağda, gönderen, mesajın alınıp gönderilmediğine ve komutun doğru bir şekilde yürütülüp yürütülmediğine ilişkin herhangi bir geribildirim almaz. Kurulum planlanmadığı ve doğru test edilmediği sürece, kararlılık sorunları ortaya çıkabilir.

Z-Wave, en güvenilir telsiz teknolojilerinden biridir. İletinin doğru teslim edildiğini garanti etmez, ancak gönderene bir durumun değiştiğini veya bir hata oluştuğunu gösterir [64]. Şekil 6.5’de geri bildirim olduğu ve olmadığı durumlar için iletişim gösterilmektedir.



Şekil 6.5 : Geri bildirim olduğu ve olmadığı durumlar

Başarılı iletişim için düğümleri kullanm

Bir ağ en az iki düğümden oluşur. Düğümlerin birbirleriyle iletişim kurabilmesi için, düğümlerin ortak bir medyaya erişmesi ya da "ortak noktada" olması gerekir. Çoğu zaman bu kablo gibi fiziksel bir ortamdır [64], [68], [69]. Radyo (kablosuz) için iletişim ortamı TV, Wi-Fi, cep telefonları gibi farklı teknolojilerin her çeşidi tarafından da kullanılan havadır. Bu nedenle, her "ağ" türünün, bir ağın farklı düğümlerinin birbirini tanımaya ve iletileri diğer radyo kaynaklarından hariç tutmasına olanak tanıyan tanımlı bir protokole sahip olması gerekir.

Aynı ağdaki diğer düğümlerden ayırt etmek için ağdaki her düğümün de benzersiz bir tanımlaması olması gerekir.

Z-Wave protokolü, ağın organizasyonu için iki tanım belirtir. [69]

- Ev kimliği (Home ID), bir mantıksal Z-Wave ağına ait tüm düğümlerin ortak tanımlanmasıdır. Uzunluğu 4 bayt = 32 bittir.
- Düğüm ID, ağdaki tek bir düğümün adresidir. Düğüm ID, 1 bayt uzunluğunda = 8 bittir.

Farklı Home ID'ye sahip olan düğümler birbirleriyle iletişim kuramaz, ancak benzer bir Düğüm ID içerebilirler. Bunun nedeni, iki ağın birbirinden izole olmasıdır. Tek bir ağda (tek bir ev kimliği) iki düğümde aynı düğüm kimliği bulunamaz. Bu, her bir düğümün kendi ev otomasyon sisteminizin tam kontrolünü sağlayarak ayrı ayrı adreslenebileceği anlamına gelir. [66]

Cihazlar

Z-Wave'in iki temel cihaz türü vardır:

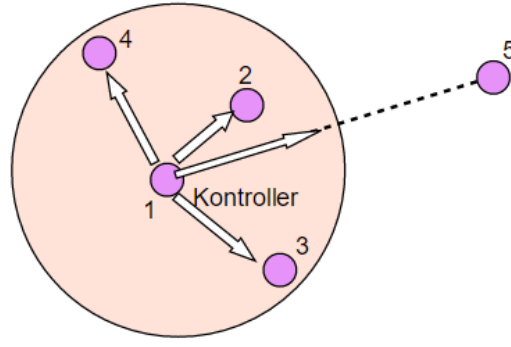
- 1- Denetleyiciler:** Diğer Z-Wave aygıtlarını kontrol eden aygıtlar.
- 2- Slave:** Diğer Z-Wave cihazları tarafından kontrol edilen cihazlar.

Denetleyiciler bir Home ID ile fabrika tarafından programlanmıştır ve bu kullanıcı tarafından değiştirilemez. Köleler (slave), ağ tarafından kendilerine atanan Home ID'yi önceden programlanmış bir Home ID'ye sahip değildir.

Birincil denetleyici, kendi Home ID'sini atayarak diğer düğümleri ağa katar. Bir düğüm birincil denetleyicinin Home ID'sini kabul ederse, bu düğüm ağın bir parçası haline gelir. Birincil denetleyici ayrıca, ağa eklenen her yeni aygıtı ayrı bir Düğüm ID atar. Bu işleme "kapsama" adı verilir. [66]

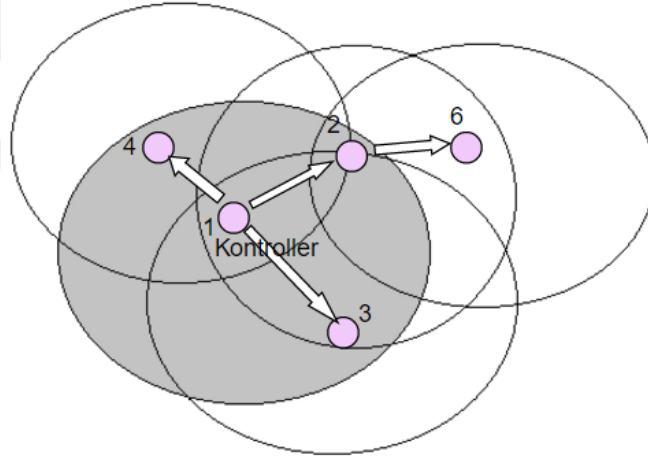
Örgü ve yönlendirme

Tipik bir kablosuz ağda merkezi kumanda, diğer tüm ağ düğümlerine doğrudan kablosuz bağlantıya sahiptir. Bunun için doğrudan radyo bağlantısı gerekir. Bununla birlikte, bir bozulma varsa denetleyicinin düğümlere erişmek için herhangi bir yedek rota bulunmadığından iletişim kopacaktır [68]. Şekil 6.6'da radyo şebekesi, yönlendirilmemiş bir şebekedir. Düğümler iki, üç ve dört denetleyicinin radyo aralığındadır. Düğüm 5 ise radyo aralığının dışında ve denetleyici tarafından erişilemiyor.



Şekil 6.6 : Yönlendirme (routing) olmayan ağ

Bununla birlikte, Z-Wave bu sınırlamanın üstesinden gelmek için çok güçlü bir mekanizma sunmaktadır. Z-Wave düğümleri, iletileri diğer düğümlere iletebilir ve tekrarlayabilir. Bu, Z-Wave'in çok esnek ve sağlam şebekeler oluşturmasını sağlar. İletişim, doğrudan aralık dışında olsalar bile veya doğrudan bağlantı kesilirse bile ağ içindeki tüm düğümlere yapılabilir. [64], [66]



Şekil 6.7 : Yönlendirmeli Z-Wave ağı

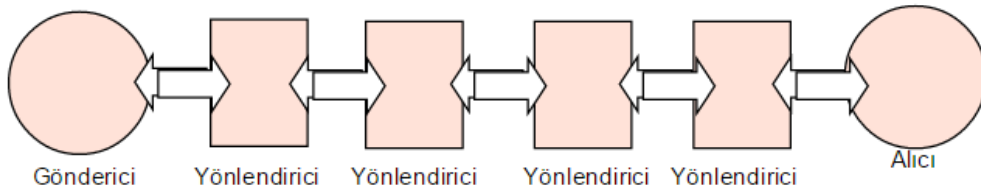
Şekil 6.7'deki sahip Z-Wave şebekesi denetleyicinin, düğüm 2, 3 ve 4 ile doğrudan iletişim kurabildiğini gösterir. Düğüm 6, telsiz aralığının dışındadır, ancak düğüm 2'nin telsiz aralığındadır. Dolayısıyla, denetleyici Düğüm 2 yoluyla düğüm 6 ile iletişim kurar.

Bu yönlendirme sistemini kullanarak Z-Wave sinyalleri engellenmiş alanlarda bile çalışabilmektedir. Diğer teknolojiler, her vericinin alıcıyı doğrudan görmesi gereken "görüş hattı" üzerinde çalışmaktadır. Ancak Z-Wave, sinyali başka bir düğüm kullanarak bir engel etrafında küçük bir dolambaçlı yoldan gönderebilmektedir. [70]

Z-Wave'in yönlendirmesi, ağdaki tüm değişikliklere otomatik olarak adapte olabilir. Örneğin Şekil 6.8, Düğüm 1 ile Düğüm 2 arasındaki doğrudan iletişimin engellendiğini gösterir. Ancak, düğüm 1'in düğüm 3'ü ek bir tekrarlayıcı olarak kullanarak Düğüm 6 ile iletişim kurması hala mümkündür.

Bir ağdaki düğüm sayısı ne kadar çok olursa, ağ o kadar esnek ve dayanıklı olur.

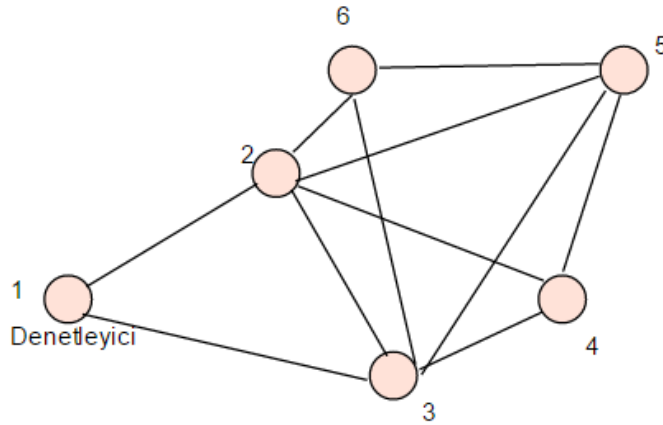
Z-Wave, iletileri en çok dört yinelenen düğümle yönlendirebilir. Bu, ağ boyutu ve kararlılığı ile bir iletinin ağda seyahat etmesine izin verilen azami süre arasındaki bir uzlaşmadır.



Şekil 6.8 : Dört tekrarlayıcı aracılığıyla iki düğüm arasındaki maksimum mesafe

Bir Z-Wave ağında yol oluşturma

Her düğüm hangi düğümlerin doğrudan kablosuz iletişim aralığında olduğunu belirleyebilir. Bu düğümlere komşu denir. Düğüm denetleyiciyi komşularının listesi hakkında bilgilendirebilir. Bu bilgiyi kullanarak, denetleyici bir ağdaki olası iletişim yolları ile ilgili tüm bilgileri içeren bir tablo oluşturabilir. Bu yönlendirme tablosuna kullanıcı tarafından erişilebilir ve ağ kurulumunu optimize etmenize yardımcı olan yönlendirme tablosunu görselleştiren, genellikle yükleyici araçlar olarak adlandırılan birkaç yazılım çözümü bulunur [71].



Şekil 6.9 : Z-Wave ağında rota

Yukarıdaki Şekil 6.9'da, 1 denetleyici ve beş düğüm içeren bir Z-Wave örgülü ağı gösterilmektedir. Denetleyici düğüm 2 ve 3 ile doğrudan iletişim kurabilir. Düğüm 4, 5 ve 6'ya doğrudan bağlantı yoktur. Düğüm 4'teki iletişim, düğüm 2 yoluyla veya düğüm 3 vasıtasıyla çalışır.

Denetleyici her zaman önce mesajını doğrudan hedefe iletmeye çalışacaktır. Bu mümkün değilse, hedefin bir sonraki en iyi yolunu bulmak için yönlendirme tablosunu kullanacaktır. Denetleyici üç adede kadar alternatif güzergâh seçebilir ve mesajı bu güzergâhlar vasıtasıyla göndermeye çalışır. Yalnızca üç güzergâh da başarısız olursa (kontrolör varış noktasından bir bildirim almazsa) denetleyici arıza bildirimini yapar.

Tipik ağ yapılandırmalarındaki zorluklar

Z-Wave ağ, genellikle ihtiyaç duyulduğunda genişleyen küçük bir ağ olarak başlar. Küçük bir ağ, bir uzaktan kumandanın ve birkaç anahtar ya da dimmerden oluşabilir. Uzaktan kumandanın birincil görevi kontrolör görevi görmesidir. Anahtarları ve dimmerleri kontrol eder. Kumanda, anahtar ve dimmerlere doğrudan erişebildiği sürece iyi çalışır. Kontrollü düğüm aralıkta değilse, kullanıcı gecikmelere neden olabilir. Uzaktan kumanda, aygıtı kontrol etmeden önce ağ yapısını algılamalıdır.

Bir cihaz dahil edildikten sonra yeni bir konuma taşınması durumunda, bu cihaz yalnızca doğrudan aralıkta olduğu takdirde uzaktan kumanda ile kontrol edilebilir. Aksi takdirde iletişim başarısız olur.

Bir statik kontrol cihazı ile Z-Wave şebekesi

Statik denetleyici birincil denetleyicidir ve diğer tüm aygıtları içerir.

Statik bir denetleyici belirli bir yere bağlı olduğundan, statik denetleyiciyle doğrudan aralıkta iken diğer Z-Wave aygıtları dahil edilmelidir. Bunlar genellikle yerleştirildikten sonra nihai konumlarına yerleştirilir. Şekil 6.10'da bir statik kontrol denetleyiciye sahip Z-Wave ağı gösterilmektedir.



Şekil 6.10 : Tekli statik denetleyici ile Z-Wave ağı

Çoklu denetleyiciye sahip ağlar

Daha büyük bir ağ, birçok denetleyici birlikte çalışacaktır. Sistemin yapılandırılması ve yönetimi için statik bir denetleyici kullanılır ve bir veya birkaç uzaktan kumanda, belirli işlevleri farklı yerlerde çalıştırır [65]. Bir ağda birden fazla denetleyici varsa, kullanıcının hangi denetleyicilerin birincil denetleyici olacağını belirlemesi gerekir. Cihazların daha sonra son yerine taşınmaları gerekiyorsa, statik bir denetleyicinin dahil edilmesi bir zorluktur. Statik denetleyiciler genellikle daha güvenilirdir ve kolaylıkla kaybolmazlar [72]. Ağır hasar durumunda donanımın yerini alacak yedekleme işlevleri sunar. Şekil 6.11’de bir çoklu kontrol denetleyiciye sahip Z-Wave ağı gösterilmektedir.



Şekil 6.11 : Çoklu denetleyiciye sahip ağlar

ZigBee adını arıların bilgi yaymak için kullandıkları zikzaklı modelden almaktadır. IEEE 802.15.4 (alt tabaka) 'e dayalı düşük maliyetli, düşük güç tüketimi, iki yönlü, CSMA/CA tabanlı kablosuz iletişim standardı vardır. IEEE 802 mantıksal bağlantı denetim protokolü üzerinden Zigbee bağlantısı ile etkileşime girer. Çoğunlukla düşük kablosuz kişisel alan ağları (LR-WPANS) olarak adlandırılır [71]. ZigBee düşük veri hızı, uzun pil ömrü ve güvenli bir ağ gerektiren radyo frekans uygulamalarında öncelikle hedeflenmektedir.

ZigBee standardını benimseyen çözümler tüketici elektroniği, ev ve bina otomasyonu, endüstriyel kontrol, bilgisayar çevre birimleri, tıbbi sensör uygulamaları, oyuncaklar ve oyunlarda gömülü olabilir [73]. 20-200 Kbps işletim hızı Bluetooth dan daha yavaştır. Böylece aygıtın çalışması için bir yıl ya da daha fazla kadar süre orijinal batery kullanılabılır [74]. Bu kendini iyileştiren örgü ağlar, ağ içinde ki son düğümün hareketini sağlar ve onların multi-hop kapasitesi nedeniyle geniş alanları kapsayabilir.

ZigBee cihazlarının 3 türü mevcuttur. İlk olarak, tek bir ZigBee koordinatörü diğer ağlara köprü olabilecek ağ ağacının kökünde toplanır ve güvenlik anahtarı gibi ağ hakkında bilgileri toplamak için yeteneklidir. İkinci olarak ZigBee Router diğer cihazlardan veri geçirerek bir ara yönlendirici olarak davranır. Son olarak, ZigBee End Device ana düğüm (koordinatör veya bir yönlendirici) ile iletişim kurak için yeterli işlevselliğe sahiptir. Ancak diğer cihazlardan veri geçişi yapılamaz [71].

ZigBee cihazları ile bir ağ arasındaki güvenlik hem bağlantıya hem de ağ anahtarlarına dayanır. Varlıklar arasında hem broadcast hem de unicast (noktadan noktaya yayın) iletişimi bir 128-bit anahtar vasıtasıyla güvence altına alınmıştır. Güvenlik amacıyla, ZigBee tek güven merkezi bir rol tanımlar. Güven merkezi bir ağda düğümler tarafından güvenilen bir cihazdır ve 3 ana işlevi vardır. Bunlar, güven yöneticisi, ağ yöneticisi ve yapılandırma yöneticisidir. Yüksek güvenlik ticari uygulamalarda bir aygıtın merkezi adresi ve ilk ana anahtarı ile ön yükleme olabilir. Düşük güvenlik konut uygulamalarında bir cihazın ağ anahtarı kullanarak güven merkezi ile iletişim kurar. [61], [71], [74]

6.2.1.3. NFC

Near Field Communication (NFC) kısa mesafeli kablosuz teknolojidir. Elektronik cihazlar arasında basit iletişimi ve algılamayı sağlar. NFC uyumlu iki cihaz birkaç santimetre içine getirildiklerinde haberleşme oluşur ve mevcut RFID (Radio Frequency Identification) standartları ile uyumludur [61]. NFC, ISO 14443 tarafından tanımlanan 13.56 MHz frekans bandı ve 424 Kbps'a kadar veri transferinde faaliyet göstermektedir [60]. İletim merkezi çok kısa olduğundan, NFC özellikli işlemler güvencededir.

NFC protokolü yaygın olarak kullanılan RFID temassız akıllı kart protokolleri Felica6 ve Mifare7 ile uyumludur. NFC cihazları bu protokollerle uygun şekilde olup akıllı kartlarla çalışmaktadırlar.

Near Field Communication Interface ve Protokol (NFCIP-1) elektronik tüketici kullanıcıları hedef almaktadır ve NFC cihazları arasında basit bir tokalaşma ihtiyacı duyulmaktadır. Bu cihazları yakın mesafeye getirmek için NFCIP-1 kablosuz cihazların arayüzleri tutulur. Bunun sonucunda ise bir noktadan noktaya (peer-to-peer) ağa bağlanması sağlanır [61]. Bluetooth ve Kablosuz internet (WiFi) gibi uzun mesafeli ve hızlı protokolleri kullanarak iletişime devam etmektedir.

NFC şartnamede kullanıldığı haliyle “güvenli”, kötü niyete karşı istenmeyen bağlantılardan uzak durulması anlamına gelir. Gizli dinlenmelere karşı koruma sağlamak için, kötü niyet ve diğer ortak güvenlik saldırıları ile bağlantıları, geleneksel güvenlik önlemleri, ağ protokol katmanında ve daha önce de bahsedilen katmanda uygulanması gerekmektedir.

6.2.1.4. Ultra geniş bant (UWB)

UWB multimedya cihazlarının (dijital kameralar, bilgisayarlar, yüksek tanımlı televizyonlar vb.) kablosuz bağlantılı olması için gelişmekte olan bir WPAN teknoloji tasarımıdır [69]. 110 Mbps (10 metre) ile 675 Mbps (2 metre) arasında değişen anlamlı bir veri aktarım hızı sağlar. 3.1-10.6 GHz'in çok geniş bir frekans yelpazesinde darbeleri yayarak çalışmaktadır. IEEE 1396, Wireless USB ve Universal Plug ve Play (UPnP) gibi arabirimleri üzerinden çeşitli mobil veya masaüstü bilgisayara bağlı olma yeteneğine sahiptir [57].

Bu kısa mesafeli radyo teknolojisi WPAN için çok değerli olma potansiyeline sahiptir. Çünkü hem az maliyetli hem güç verili hem de yüksek çözünürlüklüdür. Bu birçok multimedya cihazlar arasında ve birbirleriyle belirli yaklaşım içinde olan bilgisayarlar bağlantıları için veri verebilme çözümünü sağlamaktadır. UWB için penetrasyon test araçları şu anda geleneksel olmayan penetrasyon testlerinin ve medyanın üzerinde odaklanmaktadır. [57]

6.2.2. Kablosuz yerel alan ağ (WLAN)

İletim için kablo yerine Radyo Frekansı ve Kızılötesi ışınlarını kullanan, kampüs gibi sınırlı alanda çalışan ve çift yönlü geniş bantta data iletişimi sağlayan ağlardır [75]. Kullanım amaçlarından biri kablolu iletişimin yapıldığı yerel ağların sınırlarını genişletmektir. Kablosuz yerel alan ağ (WLAN: Wireless Local Area Network), IEEE 802.11 standartlarına uygun olarak çalışmaktadır. Ortak ağa bağlanan kullanıcıların arasında elektronik posta hizmeti, geniş bant da internet erişimi gibi imkanlar sunulmaktadır [69]. Şekil 6.12'de WLAN yapısı gösterilmektedir. Kablosuz yerel alan ağlarının mesafesi yaklaşık olarak 25-100 metredir. Amerika tabanlı olan IEEE 802.11x ve Avrupa tabanlı olan HiperLAN çok fazla kullanılan kablosuz yerel alan ağ teknolojisidir [76].

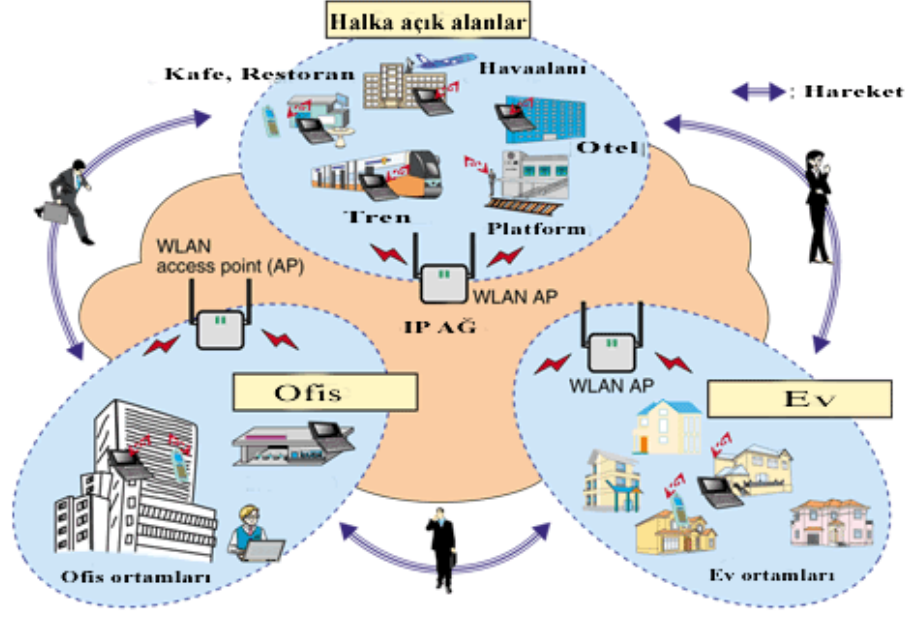


Şekil 6.12 : Kablosuz yerel alan ağı (WLAN)

Kablosuz LAN teknik yapısı hem kablolu LAN'ların tüm özelliklerine sahiptir hem de kablolu ağların alternatifi olarak kullanılmaktadır [77]. Kullanıcılara birçok alanda bireysel olarak ağa bağlanma olanağı sunulmaktadır. Hareketlilik, kurulum hızı esnekliği, düşük maliyette olması, ölçeklenebilirlik gibi avantajları bina içindeki avantajlarından. Bunlardan kısaca bahsedecek olursak;

Hareketlilik sayesinde bilgisayarlar taşınabilir ve sabit bir yerde durmasına gerek kalmaz. Bu sayede kullanıcı hareket eder ve iş verimi artmaktadır. Kablolu ağlarda bir plan yapılır ve bu plan doğrultusunda zaman ayırarak kablolama işlemi gerçekleştirilir. Ancak bu işlemler kablosuz ağlarda yapılmaz. Bu nedenle daha avantajlıdır. Kablo maliyeti ve kablo sistemi için işçilik maliyeti olmadığından kablolu ağlara göre daha düşüktür. Ağa katılan kullanıcılara bağlı olarak ağı genişleterek ölçeklenebilirlik sağlamaktadır. [69], [75]

Binalar arasında ise, bakım giderlerinin en az düzeyde olması, 128 bit şifreleme ile güvenlik sağlanması, ağın olduğu yerde yerleşim çok dağınık ise kablosuz sistem ile bağlantının gerçekleştirilmesi gibi imkanları vardır [69]. Şekil 6.13'de WLAN'ın kullanım alanları gösterilmektedir.

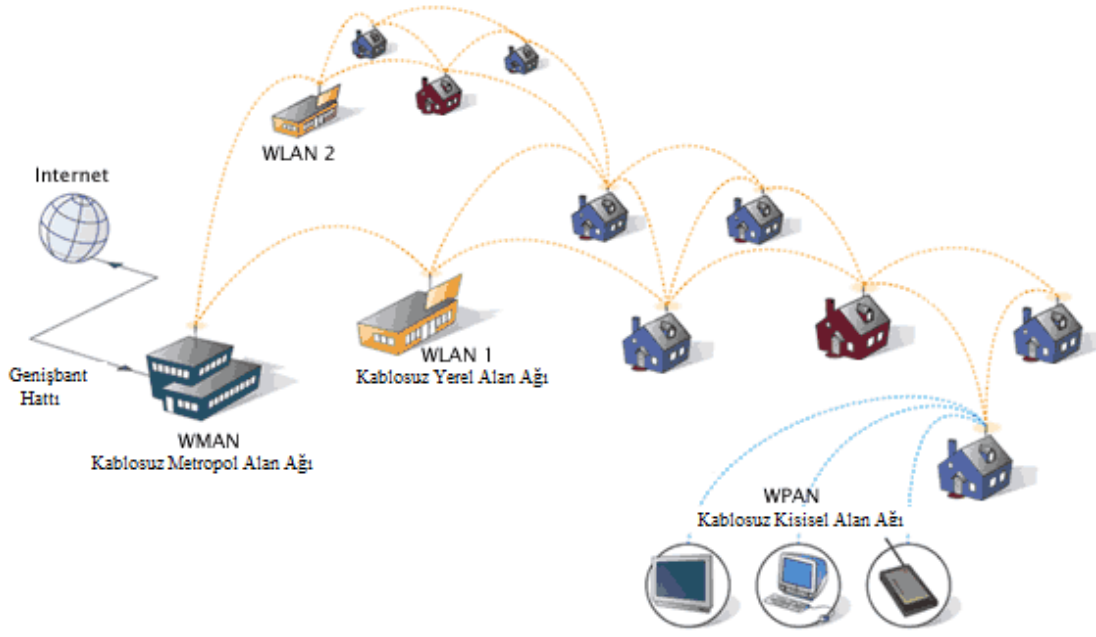


Şekil 6.13 : Kablosuz LAN kullanım alanları

Tüm bunlara rağmen girişim (enterferans), ağ ve veri güvenliği, teknoloji gibi dezavantajları da mevcuttur. Kablosuz telefonlardan ya da mikrodalgalar gibi farklı aygıtlardan gelen sinyaller ağa girişimde bulunur. Ayrıca kablolu LAN'daki hız ve güvenlik kablosuz LAN teknolojisinden çok daha iyi durumdadır.

6.2.3. Kablosuz metropol alan ağ (WMAN)

Birbirinden uzak yerel bilgisayarların birbirleriyle bağlanması sonucunda oluşan yapılardaki ağlara Metropol Alan Ağlar (MAN) denilmektedir [69]. Metropol Alan ağlarda kablo yerine kablosuz iletişim teknolojileri yani uydu veya RF kullanılmasıyla Kablosuz Metropol Alan Ağları olarak bilinmektedir. Şekil 6.14'de WMAN yapısı gösterilmektedir.



Şekil 6.14 : Kablosuz metropol alan ağı (WMAN)

Çok fazla sayıda şubesi bulunan büyük şirketlerin, geniş alanda kampüs yerleşimi olan üniversitelerin tercih ettiği kablosuz ağıdır.

6.2.4. Kablosuz geniş alan ağ (WWAN)

Geniş Alan Ağı, bir eyalet, il veya ülke gibi nispeten daha büyük coğrafi bölgeyi kapsayan bir bilgisayar ağıdır. Uzak coğrafi bölgelerden işletilen şirketler veya kuruluşlar için merkezi veri paylaşımı, yönetimi veya genel iletişim için birbirleriyle iletişim kurmak istenildiğinde çözüm sunar [77]. WAN, bilgisayarlar, telefon sistemleri, fiber optik kablolar ve uydu bağlantıları veya kiralık hatlar gibi ortak ağlar vasıtasıyla bağlanır. WAN, birbiriyle bağlantılı iki veya daha fazla Yerel Alan Ağı (LAN) veya Metropolitan Alan Ağı (MAN) 'dan oluşur ve böylece bir konumdaki kullanıcılar veya bilgisayarlar diğer konumlardaki kullanıcılar ve bilgisayarlarla iletişim kurabilir. İnternet, bir dünyadaki en büyük WAN'dır [77], [78].

WWAN, geniş bir coğrafi alanı kapsayan kablosuz yüksek hızlı veri ağlarına atıfta bulunmaktadır. Bu geniş kategori, 2.5G, 3G, 4G, WiMax teknolojilerini içermektedir. Bir WWAN (GPRS / GSM ve UMTS / 3G) iletişimi, hücresel (veri) kapsama alanında olduğu her an ve her yerde bilgiye erişim sağlar [78]. Bu, bir mobil kullanıcının e-postaları gönderip almasını, internette gezinmesini ve iş yerinden uzakta iken diğer kurumsal bilgilere erişmesini sağlar.

GPS, kablosuz bir donanımın ayrılmaz bir parçası olarak yaygınlaştığından, Global Konumlandırma Sistemi (GPS) ile birlikte çalışanların veya araçların hareketleri de izlenebilir. Alternatif olarak, bir Bluetooth aygıtı kullanarak bir GPS bağlantısını etkinleştirmek de mümkündür. [69]

6.2.4.1. 1G (Birinci Nesil)

Birinci nesil kablosuz telekomünikasyon teknolojisi 1980 yılında 1G olarak tanıtılmıştır [79]. Mevcut sistemler ve 1G arasındaki ana fark, hücreli teknolojinin icadı olmasıydı. Dolayısıyla analog hücreli telefonun birinci nesli olarak da bilinmektedir.

Birinci nesil telsiz telekomünikasyon teknolojisinde, şebeke birçok hücre içerir ve bu nedenle aynı frekansta birçok kez tekrar kullanılabilir. Bu da büyük spektrum kullanımıyla sonuçlanır ve böylece sistem kapasitesini artmaktadır. Birinci nesil sistemler, 900 MHz civarındaki frekansları ve analog modülasyonu kullanarak sesli iletim sağlamaktaydı. 1G teknolojisi çevresel etmenlere karşı direnci oldukça düşük olduğundan güvenlik açısından risk taşıyordu. Çünkü analog veri bağlantısı kullanıldığından istenildiğinde görüşmeler dinlenebiliyordu [69], [78].

6.2.4.2. 2G (İkinci Nesil)

Kablosuz mobil ağın ikinci nesli (2G), düşük bantlı sayısal veri sinyalizasyonuna dayanmaktadır. En popüler 2G kablosuz teknoloji GSM (Mobil İletişim için Global Sistemler-Global Systems for Mobile Communications) olarak bilinir. İlk GSM sistemleri başlangıçta 850-900 MHz frekansta çalışırken, kullanımın artmasıyla 1800 MHz bandı kullanılmaya başlanmıştır. Temelinde 1G gibi hücreli ağ sistemi kullanılır. Farkı ise analog yayın yerine sayısal yayın kullanılmasıdır. Sayısal yayın kullanılmasının avantajı ise daha yüksek ses kalitesi sağlaması ve daha güvenilir olmasıdır. [78], [79]

6.2.4.3. 3G (Üçüncü Nesil)

Cep telefonları için video konferans gibi çoklu ortam uygulamaları üzerinde yoğunlaşmaya başlandığında 3G düşüncesi gelişmek zorunda kaldı. Kişisel kablosuz telefonlar sabit telefonlardan daha çok yaygınlaştıkça, kişisel kablosuz internet erişiminin ve kullanıcıların gittikleri her yerde geniş bant internet erişimi istekleri ortaya çıkmıştır.

Kullanıcı bugün bir otomobil veya trenle hareket halindeyken günümüzün 3G özellikleri sayısında 144 Kb / s, arazilerde 384 Kb / s ve sabit kullanıcılar için 2 Mb/s'lik veri alışverişi sağlamaktadır. Yüksek hızlarda 3G, EDGE hızına düşmektedir. Bu hız probleminin çözülebilmesi için HSDPA ve HSUPA teknolojileri geliştirilmiştir. [79], [80]

3G kablosuz iletişim için ikinci önemli konu, kullanıcıların dünya çapında dolaşmak ve sürekli bağlı kalmalarını istemektir. Bugün, GSM küresel dolaşıma öncülük etmektedir. Kullanıcılar, GSM'in yaygınlığı nedeniyle Avrupa'da, Asya'nın bir bölümünde ve ABD'deki bazı ülkelerde kapsamlı bir haber yayını alabilmektedirler.

3G'nin ana hedefi, bu dolaşım kapasitesini evrensel hale getirmektir. 3G'de band aralığı biraz daha genişletilerek frekans 2100/2400 MHz'e çıkartılmıştır. Frekans arttıkça dalganın girişkenliği azaldığı için kapalı alanda iletişim sorunların artmasına sebep olmaktadır. Normalde 3G, 40 km/s hızda 2Mbit veri alışverişi sağlayabiliyorken, 120 km/s hızda EDGE hızına düşmektedir. Bu hız probleminin çözülebilmesi için HSDPA ve HSUPA teknolojileri geliştirilmiştir. [81]

6.2.4.4. 4G (Dördüncü Nesil)

4G, 3G'nin ardından dördüncü nesil kablosuz mobil telekomünikasyon teknolojisidir. Bu teknolojinin temeli IPv6'dır. Potansiyel ve güncel uygulamalar, değiştirilmiş mobil web erişimi, IP telefonu, oyun hizmetleri, yüksek çözünürlüklü mobil TV, video konferans ve 3D televizyon imkânları içermektedir. İlk yayınlanan LTE standardı ticari olarak Norveç'in Oslo kentinde ve İsveç'in Stockholm şehrinde kuruldu. Her bir aygıt IP adresine sahiptir ve telefonlar bu IP adresi sayesinde iletişim, kurulmaktadır. 4G teknolojisi, 30 kilometre ve daha fazla kapsama alanı sunduğu için, örtüşen şebeke aralıklarında olduğu gibi, kullanıcılar her zaman tam bağlantıya sahip olabileceklerdir. [80], [82]

6.2.4.5. WiMax

Standart Wi-Fi'den daha uzun mesafelerde kablosuz internet hizmeti sağlayan kablosuz teknoloji türüdür. WiMax, standart IEEE 802.16 teknolojisini temel alır ve 30 km'ye kadar geniş bant kablosuz erişimi sağlayabilir [83]. WiMax, kullanıcılara yüksek hızlı ses, veri ve İnternet bağlantısına erişim sağlamak için sabit ve mobil istasyonları kullanır. WiMax teknolojisi, teknoloji topluluğu tarafından yaygın bir şekilde kabul görmemiştir [80]. Ancak işletmeler ve tüketiciler sürekli bağlantıda

kalmanın daha iyi yollarını aramaya devam ettikçe popülaritesi artmaya devam ettirmektedir.

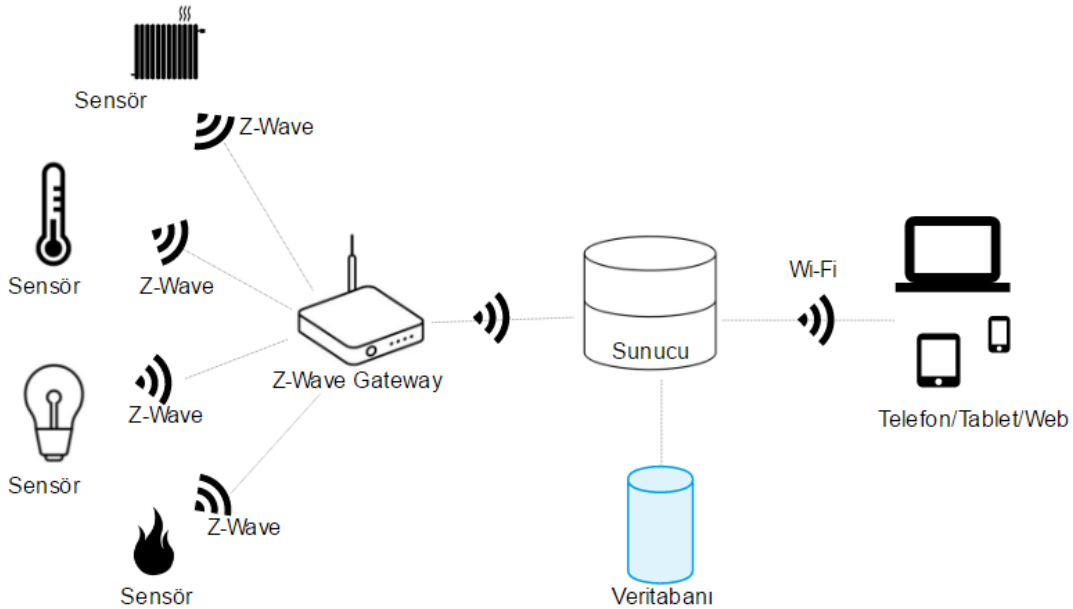
Yukarıda bahsedilen kablosuz alan ağların özelliklerini gösterildiği Çizelge 6.2.'de ki gibidir.

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Standart	Bluetooth HomeRF	IEEE 802.11 HiperLAN	IEEE 802.16 HiperMAN	GSM, GPRS, CDMA ve 3G
Hız	<1 Mbps	11-54 Mbps	11-100 Mbps	10-384 Mbps
Mesafe	Kısa	Orta	Orta-Uzun	Uzun
Uygulama	Cihazlar arası bağlantı Piconet	Cihazdan cihaza Ağ kurulumu	Kablo yerine Son kullanıcı erişimi	Mobil Telefon Mobil Veri

Çizelge 6.2 : Kablosuz ağ çeşitlerinin özellikleri

6.3.Kablosuz ağ teknoloji ile akıllı ev mimarisi

Akıllı evler için kullanılan bu sensör ağı sisteminde, sensörler tarafından tespit edilen bilgiler toplanır ve Z-Wave gateway üzerinden bu bilgiler, Wi-Fi veya Ethernet aracılığı ile bir web sayfasına veya bir tablet/ telefon terminaline iletebilir.



Şekil 6.15 : Kablosuz kullanılan akıllı ev sisteminin blok diyagramı

Şekil 6.15’de Z-Wave ile haberleşen bir akıllı evin blok diyagramı gösterilmektedir. Sensörler ortamdaki herhangi bir değişimi algılar. Bu değişim ışık, ses, ısı vb.

değişimler olabilir. Algılanan bu değişimler sensörler aracılığıyla elektriksel işaretlere dönüştürülürler.

Sensörlerde oluşturulan elektriksel işaretler bilgiler Z-Wave protokolü üzerinden Z-Wave gateway'ine gönderirler. Z-Wave gateway'i sensörlerden aldığı değerleri doğrudan sunucuya iletir. Z-Wave gateway, hem z-wave protokolü aracılığı ile sensörlerle konuşabildiği gibi hem de Wi-Fi ve mobil ağ üzerinden sunucu ile haberleşebilmektedir. Bu haberleşme neticesinde sensörlerden üretilen bilgiler sunucuya ulaştırılmış ve sunucu veri tabanına kayıt edilmiş olur. Sunucu kendi veri tabanında tuttuğu bu verileri talep eden client cihazlara sunar. Kullanıcı, kontrolünü bir bilgisayar, tablet, cep telefonu ya da web üzerinden sağlayabilir. Client olarak bir cep telefonunu ele alırsak, cep telefonu belirli aralıklarla veya kullanıcı tarafından yapılan taleple sunucudan talep edilen sensörün durumunu öğrenmek ister. Yapılan bu istek JSON formatında hazırlanmış bir talep cümlesiyle sunucuya bildirilir. Sunucu bu JSON cümlesini ilgili API'leri kullanarak çözümler ve kullanıcının talebini algılar. Bu talebe karşılık sensörlerden aldığı bilgilerle birlikte kendi JSON formatındaki verisini oluşturarak client cihaza iletir. Client cihaz sunucu üzerinden gelen JSON formatındaki cümleyi çözümler. Böylece kullanıcı cep telefonu üzerinden evindeki bir odanın ısını, bir kapının açık olup olmadığını veya ortamın aydınlık seviyesini görebilir.

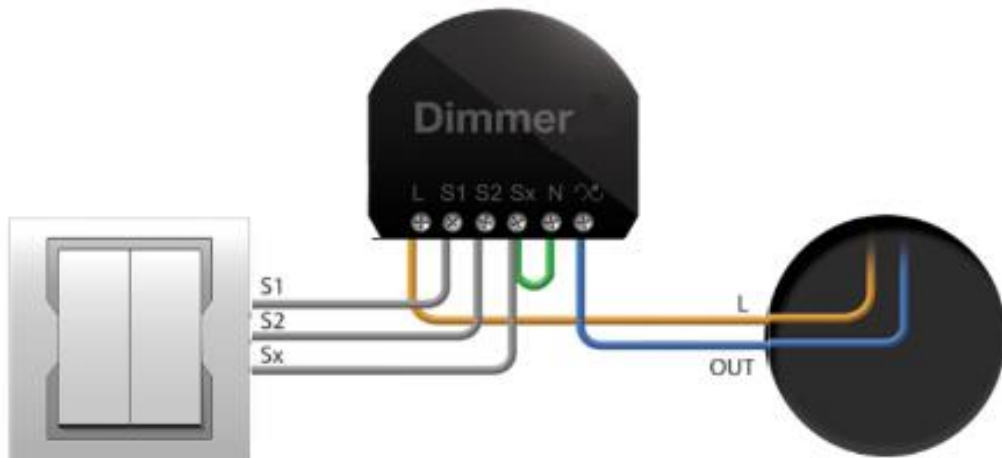
Kullanıcı cep telefonu üzerinden evindeki odanın lambasını kapatmak istediğinde ise; Cep telefonu üzerindeki arayüzden istediği cihazla alakalı ayarı seçer. Yapmış olduğu seçim neticesinde bir JSON cümlesi oluşturulur ve sunucuya gönderilir. Sunucu almış olduğu JSON cümlesini çözümleyerek hangi sensörle ilgili nasıl bir iş yapılmak istendiğini tespit eder. Test edilen bu işi yerine getirmek için ilgili sensöre ID bilgisi üzerinden erişerek Z-Wave protokolü üzerinden gerekli bildirim yapar. Burada Z-wave protokolü, Wi-Fi veya mobil ağlar verinin taşınması için gereken yolu temsil etmektedir. Z-Wave protokolü üzerinden gönderilen bilgi sensörler tarafından elde edilir. Elde edilen bu bilgi neticesinde bir elektriksel işaret üretilerek talep edilen aksiyon alınmış olunur. Sensörde bir durum değişim meydana geldiği için ilgili durum tıpkı ilk senaryoda anlatıldığı gibi tekrar sunucu veri tabanına yazılarak, client cihaza bu verinin ulaştırılması sağlanır.

6.4.Z-Wave İle Yapılan Akıllı Ev Sistemlerinde Maliyet Karşılaştırması

Z-Wave sistemlerini tamamen birbiriyle uyumlu çalışan, yani herhangi bir modüle ihtiyaç duymadan oluşturabiliriz. Tabii elimizde daha önceden mevcut olan sensörler ile de Z-Wave ürünleri ilişkilendirilmek istenebilir. İlk önce Z-Wave sensörleri kullandığımızı düşünerek ortalama bir masraf çıkaralım. Aydınlatma kontrolü üzerine konuştuğumuz için masraf planlaması yaptığımız akıllı ev sistemi kurulan evde 8 tane priz ve 10 tane anahtar olduğunu varsayalım. Bunun için 16 adet dimmer kullanılacaktır.

Dimmer, elektriğin geldiği yer ile prizden çıkışı arasına devre aracılığı ile bağlanır. Böylece anahtardaki bilgi taşınmış oluyor. İstenirse lambaya kişi kendi aç/kapa yapabilir. Ya da telefondaki bilgiye göre, telefondaki program ile dimmer içindeki devreye müdahale ederek ışığı açıp, kapatabiliriz. Dimmer ile, elektriğin ayarı yapılabilir. Yani lamba ne kadar aydınlık ya da karanlık olsun kontrolü yapılabilmektedir. Işığın parlaklık ayarı için kullanılmaktadır. Şekil 6.16'da dimmer bağlantı yapısı gösterilmiştir. Her birinin ücreti ortalama 350 TL'den toplam dimmer'a harcayacağımız masraf 6.300 TL'dir.

Akıllı ev sisteminde kullanılan diğer elemanlardan biri ise Z-Wave Home Center 2'dir. Home Center 2 bizim ana bilgisayarımızdır. Home Center2'nin fiyatı ise şu an ortalama 3.550 TL'dir. Z-Wave Home Center evde var olan modeme bağlanır. Ancak evde modem yok ise onunda fiyatı yaklaşık 150 TL'dir. Bu durumda varsayılan priz ve anahtar sayısına sahip bir ev için akıllı ev elemanlarını almak yaklaşık 10.000 TL civarındadır.

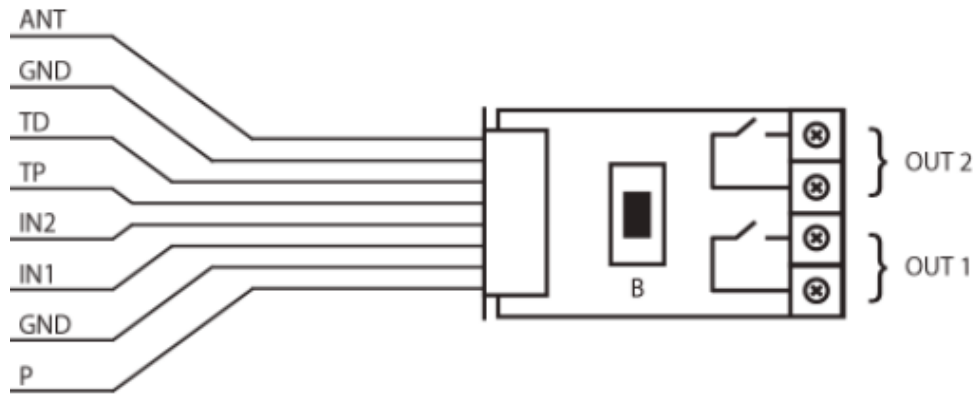


Şekil 6.16 : Dimmer bağlantı yapısı

Z-Wave akıllı ev sisteminde kullanılan HomeCenter2 kendi kendine güncelleniyor. Ve bu her çıkan güncelleme hiçbir ücret ödenmeden yapılmaktadır. İstenilen yerden erişilebiliyor. Herhangi bir sunucu parası verilmemektedir. Diğer bir güzel yanı ise kablosuz olduğu için tanışabilir olmasıdır.

Z-Wave ile oluşturulan akıllı ev sisteminde kullanılan sensörler Z-Wave gateway'i ile doğrudan haberleşemeyebilir. Böyle bir durumda evrensel ikili sensör (Universal Binary Sensor) denilen bir modül kullanılmaktadır.

Evrensel ikili sensör, Z-Wave ağ iletişimine eklenen bir dijital çıkışlı herhangi bir kablolu sensörün işlevselliğini artırmaya yarayan bir kablosuz modüldür. Kablolu sensörlerden, kablosuz veri toplamaya ihtiyaç duyulduğunda, bu sensörler bir sensörün veya bir cihazın yuvasına kurulacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 6.17 : Evrensel ikili sensör diyagramı

Şekil 6.17'de gösterilen diyagramdaki terimlerin açıklaması ise şu şekildedir:

P (GÜÇ): Güç kaynağı iletkeni, kırmızı

GND (ZEMİN): Toprak iletken, mavi

IN1: Giriş no. 1

IN2: Giriş no. 2

TP (TEMP_POWER): DS18B20 sıcaklık sensörünün güç kaynağı iletkeni, kahverengi (3.3V)

TD (TEMP_DATA): DS18B20 sıcaklık sensörünün sinyal iletkeni, beyaz

ANT: Anten, siyah

OUT 1: Çıkış no. 1 IN1 girişine atanan

OUT 2: Çıkış no. 2 IN2 girişine atanan

B: Servis düğmesi (cihazı eklemek / kaldırmak için kullanılır)

Evrensel İkili Sensör, çok kanallı bir cihazdır. Bunun anlamı, iki bağımsız giriş devresi ve dört adet DS18B20 sıcaklık sensörüne bağlanmasını sağlayan bir tek hatlı bus ile donatılmış olmasıdır. Sonuç olarak, evrensel sensöre bağlı olan her cihaz, sistemde bağımsız bir simge ile gösterilmektedir.

Bir adet evrensel sensörün fiyatı ise yaklaşık 250 TL'dir. Yukarıda bahsedildiği gibi 18 tane sensör kullanıldığında ise alınacak evrensel sensör için toplam masraf 4.500 TL civarında olacaktır.





7. SONUÇ

Bu tez çalışmasında PLC kullanılarak oluşturulacak akıllı ev otomasyon sisteminde web tabanlı bir yazılım ve donanım uygulandığı ve akıllı ev sistemin operatör panel tarafından kontrol edildiği durum ile PLC sistemini nasıl kablosuz olarak çalıştırabileceğimiz konularına değinilmiştir. Kullanıcı arayüzünde ise java programlama dili kullanıldığı temel alınmıştır. Akıllı ev sisteminde, güvenlik kontrolleri (gaz ve duman, hareket, kapı kontrolü) ve konfor (aydınlatma ve klima kontrolü) esastır. Operatör paneli üzerinde akıllı bir ev sistemi ve uygulamasında gerekli olan bilgi depolama kolaylığı için yeterli sayıda sayısal ve analog adrese sahip olan PLC cihaz kullanılmaktadır. PLC'ler dayanıklıdır cihazlardır. Titreşim, sıcaklık, nem, gürültü gibi dış etkenlere dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Kontrolörün içerisindeki girişler ve çıkışlar için arabirim mevcuttur. PLC'ler kolayca anlaşılabilir bir programlama diline sahiptir. Bu nedenle tercih edilmesi güçlü aygıtlardır. Ancak akıllı ev sistemleri yerine fabrika gibi daha büyük bir alanda kullanılması daha uygundur. PLC sisteminde, bağlantı kablolarının çok fazla olmasından dolayı bir ev ortamı için çok uygun değildir. PLC sisteminde hataları bulmak zordur. Hataların onarımı, konu hakkında yetkili kişinin iş gücünü gerektirir. Bir sorun oluştuğunda, sorunun çözüm sürecinin belli bir zamanı yoktur ve genellikle uzun sürelidir. PLC merdiven mantığını esas almaktadır. Bu nedenle bir işlem yaptırmak için, bir önceki işlemin bitmesi gerekmektedir.

Bir PLC istenirse kablosuz olarak da çalıştırılır. Birbirinden kilometrelerce uzaklıkta bulunan, kablo çekmenin mümkün olmadığı durumlarda, PLC'ler telsiz data modemler ile kablosuz olarak haberleştirilebilir. Böylece kablo sorunu minimuma inmiş olur.

Kablosuz ağ teknolojileri ile oluşturulan akıllı ev sisteminin Z-Wave temelli olacağı konu ile ilgili bilgi verilirken bahsedilmiştir. Z-Wave protokolünün seçilmesinde basit olması, dayanıklı olması, çift yönlü haberleşme yapabilmesi, güvenli ve akıllı olması gibi unsurlar söz konusudur. Z-Wave, tüm ev elektronik aletlerini karmaşık bir

programlama ve çalıştırılacak kablolar olmadan entegre ederek bir kablosuz ağ yapısına dahil eder. Z-Wave kontrolü, hemen hemen her cihaza dakikalar içinde kolayca eklenebilir. Kontrol etmek istenilen cihaz, bir Z-Wave modülüne takılarak "Z-Wave" ağına eklenebilir. Z-Wave, Mesh ağı topolojisine dayalı olduğundan çok uzaktaki cihazlara ya kontrol ünitesinden ya da normal anahtardan kullanıcılar tarafından kolayca erişilebilir. Z-Wave, evde olunmama durumunda bile tam bir komut verecek şekilde kontrol edilmesini sağlar. Dünyanın her yerinden bir bilgisayarla, cep telefonu veya internet ile uzaktan kontrol edebilme imkânı vermektedir. Z-Wave sayesinde, kapıları kilitleyebilir, çocuklar okuldan eve geldiğinde haberdar olabiliriz. Yaşlı tanıdıklarımızın günlük aktivitelerini izleyebiliriz. İşyerinde veya tatilde, akıllı telefon yardımıyla evin durumu hakkında bilgi alabiliriz. Z-Wave tüm bunları ve hatta daha fazlasını yapabilir bir teknolojidir. Çok düşük elektromanyetik dalga nedeniyle son derece güvenlidir.

Çalışmada, Z-Wave sistemini evine kurmak isteyen biri için masraf değerlendirmesi yapılmıştır. Bu duruma göre, bazı ekip elemanlarına sahip olan bir kullanıcı ile sıfırdan kurulum yapacak kullanıcının ödeyeceği tutar çıkarılmıştır. Buna göre, tüm ekipmanı sıfırdan alacak bir kimse yaklaşık 2.000 TL kadar bir fark ödeyerek akıllı ev sistemine sahip olabilir. Evrensel sensör ile oldukça basit bir kurulumla kablolu sensörler Z-Wave Home Center ile haberleşebilir hale gelebilmektedir.

Sonuçta, her iki sistemle de akıllı ev otomasyonu yapılabilmektedir. Ancak evde yapılacak aydınlatma sisteminin kontrolü için PLC yerine kablosuz ağ yapısını tercih etmek hem ev ortamına daha uygundur hem de olası bir sorunda kullanıcının onarım için aksiyon alması daha pratiktir.

KAYNAKLAR

- [1] G. Demiris and B. Hensel, “Technologies for an Aging Society : A Systematic Review of ‘ Smart Home ’ Applications,” 2007.
- [2] A. Peine, *The Sources of Use-Information: A review of relevant literature and an exploration into innovation and aging.* 2007.
- [3] S. K. Das, D. J. Cook, A. Bhattacharya, E. O. Heierman, and T. Y. Lin, “The Role of Prediction Algorithms in the MavHome Smart Home Architecture,” *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 9, no. 6, pp. 77–84, 2002.
- [4] R. S. Hall and H. Cervantes, “An OSGi Implementation and Experience Report,” *Consum. Commun. Netw. Conf. 2004. CCNC 2004. First IEEE*, pp. 394–399, 2004.
- [5] K. L. Courtney, G. Demiris, M. Rantz, and M. Skubic, “Needing smart home technologies: The perspectives of older adults in continuing care retirement communities,” *Inform. Prim. Care*, vol. 16, no. 3, pp. 195–201, 2008.
- [6] W. Andrew and S. Paul, *Autonomous Systems*, vol. 20. 1997.
- [7] D. Tejani, A. Al-Kuwari, and V. Potdar, “Energy conservation in a smart home,” *Digit. Ecosyst. ...*, vol. 5, no. June, pp. 241–246, 2011.
- [8] S. S. Intille, “Designing a Home of the Future,” *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 1, no. 2, pp. 80–86, 2002.
- [9] T. Laberg, H. Aspelund, and H. Thygesen, *Smart Home Technology Planning and Management in Municipal Services.* 2005.
- [10] J. Li, L. Da-You, and Y. Bo, “Smart home research,” *Proc. 2004 Int. Conf. Mach. Learn. Cybern. (IEEE Cat. No.04EX826)*, vol. 2, no. August, pp. 659–663, 2004.
- [11] H. K. Jonnalagadda, “Secure Communication Scheme in Smart Home Environment,” 2016.
- [12] J. R. Rosslin and K. Tai-hoon, “Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology : A Review,” *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 15, pp. 37–48, 2010.
- [13] F. Bulnes, I. Martínez, R. Cayetano, O. Zamudio, C. Gutierrez, and I. Martínez, “Autonomous and Mobile Prototype of Curvature Sensor with Remote Reliable Communication of Spectral Curvature,” *J. Sens. Technol.*, vol. 6, no. 4, pp. 159–179, 2016.
- [14] R. H. Bishop, *The Mechatronics Handbook.* 2002.
- [15] J. Wilson, *Sensor Technology Handbook.* 2005.
- [16] J. F. Figueroa, H. R. B. Everett, S. S. Ipson, and C. Liu, “Sensors and

- Actuators,” in *Sensors And Actuators*, 2002.
- [17] K. Deng, W. H. Ko, and G. M. Michal, “A Preliminary Study on Friction Measurements in MEMS,” pp. 213–216, 1991.
- [18] O. Kanoun and H.-R. Trankler, “Sensor Technology Advances and Future Trends,” *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 53, no. 6, pp. 1497–1501, 2004.
- [19] F. J. Blaauw *et al.*, “Let’s get Physiqal - An intuitive and generic method to combine sensor technology with ecological momentary assessments,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 63, pp. 141–149, 2016.
- [20] F. Bulnes, A. Mendoza, and M. Landa, “Design and Development of an Electronic Sensor to Detect and Measure Curvature of Spaces Using Curvature Energy,” *J. Sens. Technol.*, pp. 116–126, 2012.
- [21] V. J. Lumelsky, M. S. Shur, and S. Wagner, “Sensitive skin,” vol. 1, no. 1, pp. 41–51, 2001.
- [22] T. Islam, S. C. Mukhopadhyay, and N. K. Suryadevara, “Smart Sensors and Internet of Things: A Postgraduate Paper,” *IEEE Sens. J.*, vol. 17, no. 3, pp. 577–584, 2016.
- [23] R. Hooke, “What is light?,” no. around 1678, pp. 1–19.
- [24] R. Alex, “What is Light?,” in *Light Measurement Handbook*, 1997.
- [25] L. J. Vandergriff, “Nature and Properties of Light,” *Fundam. Photonics*, pp. 1–38, 2008.
- [26] N. Stephen, “Properties of Light and Examination of Isotropic Substances,” *J. Franklin Inst.*, 2008.
- [27] S. F. Johnston, *A History of Light and Colour Measurement: Science in the Shadows*. 2001.
- [28] O. Turgay and D. Altuncu, “İç Mekanda Kullanılan Yapay Aydınlatmanın Kullanıcı Açısından Etkileri,” vol. 8, no. 1, pp. 167–181, 2011.
- [29] Ş. S. Müjgan, “Aydınlatma Tasarımında Mimarın ve Elektrik Mühendisinin Rolü,” 2003.
- [30] H. A. Majoros, “Artificial Lighting,” in *Budapest Univeristy of Technology and Economics Faculty of Architecture*, 2011, pp. 1–66.
- [31] U. Bergmann *et al.*, “Science and Technology of Future Light Sources,” *Argonne; Brookhaven; Lawrence Berkeley; SLAC Natl. Lab.*, no. December 2008, 2008.
- [32] A. Rullan, “Programmable Logic Controllers versus Personal Computers for Process Control,” *21st Int. Conf. Comput. Ind. Eng.*, vol. 33, pp. 421–424, 1997.
- [33] The Staff of Lab-Volt, “Programmable Logic Controller,” 2011.
- [34] J. R. Hackworth and F. D. J. Hackworth, *Programmable Logic Controllers : Programming Methods and Applications*. .
- [35] V. R. Segovia and A. Theorin, “History of Control, History of PLC and DCS,” 2013.
- [36] T. Wilson, “PLC Based Substation Automation and SCADA Systems and Selecting a Control System Integrator,” *West. Electr. Power Inst. Distrib. Autom. Work.*, pp. 1–14, 1999.
- [37] W. Bolton, *Programmable Logic Controllers*. 2006.
- [38] L. A. Bryann and E. A. Bryann, *Programmable Controllers Theory and Implementationn*. 1997.
- [39] “<https://www.myodesie.com/index.php/wiki/index/returnEntry/id/2962>.” .
- [40] P. Guide and P. L. Controllers, *PLC Handbook, Practical Guide to Programmable Logic Controllers*. .

- [41] Milli Eğitim Bakanlığı, *Elektrik ve Elektronik Teknolojisi, PLC ve Montajı*. 2011.
- [42] A. R. Kiran, B. V. Sundeep, S. C. Vardhan, and N. Mathews, “The principle of programmable logic controller and its role in automation,” *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 500–502, 2013.
- [43] “<http://www.pacontrol.com/download/OMRON-PLC-Programming.pdf>.” .
- [44] Delta Electronics, *DVP-ES2/EX2/SS2/SA2/SX2 Operation Manual - Programming*.
- [45] A. Nandgave, H. Deshbhratar, S. Khandare, and L. Heda, “Industrial Drives & Automation using PLC,” vol. 3, no. 2, pp. 2228–2233, 2014.
- [46] SIEMENS, *STEP 2000 - Basics of PLCs*. .
- [47] “http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Plc%20Ve%20Montaj%C4%B1.pdf,” 2006.
- [48] “http://www.eng.utoledo.edu/~wevans/chap7_S.pdf.”
- [49] R. Peter, *Automation with Programmable Logic Controllers*. 1996.
- [50] “<http://jjackson.eng.ua.edu/courses/ece485/lectures/LECT07.pdf>.” pp. 2–3, 2010.
- [51] “http://ozersenyurt.net/dersler/plc/PLC_DERS_04.pdf.”
- [52] S. J. Hsieh and P. Y. Hsieh, “Web-Based Modules for Programmable Logic Controller Educatio,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 13, no. 4, pp. 266–279, 2005.
- [53] O. Bingol, K. Tasdelen, Z. Keskin, and Y. E. Kocaturk, “Web-based Smart Home Automation: PLC- controlled Implementation,” *Acta Polytech. Hungarica*, vol. 11, no. 3, pp. 51–63, 2014.
- [54] “http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ak%C4%B1l%C4%B1%20Ev%20Sistemlerine%20Giri%C5%9F.pdf.” .
- [55] P. Nedeltchev, “Wireless Local Area Networks and the 802.11 Standard,” *US Pat. 5,046,066*, 2001.
- [56] “<https://www.air802.com/files/802-11-WiFi-Wireless-Standards-and-Facts.pdf>.” .
- [57] S. Rackley, *Wireless Networking Technology*. 2007.
- [58] V. A. Dubendorf, “A History of Wireless Technologies,” in *Wireless Data Technologies*, 2003, pp. 1–6.
- [59] John Ross, “Introduction to Wireless Networks,” in *The Book of Wireless: A Painless Guide to Wi-Fi and Broadband Wireless*, 2008, pp. 11–28.
- [60] IEEE Computer Society, *Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*. 2011.
- [61] K. A. Ali and H. T. Mouftah, “Wireless Personal Area Networks Architecture and Protocols for Multimedia Applications,” *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 369–374, 2015.
- [62] K. V. S. S. S. Sairam, N. Gunasekaran, and S. Rama Reddy, “Bluetooth in Wireless Communication,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 40, no. 6, pp. 90–96, 2002.
- [63] N. Sriskanthan, F. Tan, and A. Karande, “Bluetooth based home automation system,” *Microprocess. Microsyst.*, vol. 26, no. 6, pp. 281–289, 2002.
- [64] Z-Wave Alliance, “Z-Wave Technical Basics,” *Z-Wave*, 2011. .
- [65] M. Spadacini, S. Savazzi, and M. Nicoli, “Wireless Home Automation

- Networks for Indoor Surveillance: Technologies and Experiments,” *EURASIP J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 1, no. 6, pp. 1–17, 2014.
- [66] “<http://z-wave.sigmadesigns.com/design-z-wave/>.” .
- [67] K. V. Garg, *Wireless Communications and Networking*. 2007.
- [68] B. Fouladi and S. Ghanoun, “Security Evaluation of the Z-Wave Wireless Protocol,” *Black hat*. p. 6, 2013.
- [69] K. Sharma and N. Dhir, “A Study of Wireless Networks : WLANs , WPANs , WMANs , and WWANs with Comparison,” *IJCSIT Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 7810–7813, 2014.
- [70] A. J. D. Rathnayaka, V. M. Potdar, and S. J. Kuruppu, “Evaluation of Wireless Home Automation Technologies,” *IEEE Int. Conf. Digit. Ecosyst. Technol.*, pp. 76–81, 2011.
- [71] K. Gill, S. Yang, F. Yao, and X. Lu, “A ZigBee-Based Home Automation System,” *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 55, no. 2, pp. 422–430, 2009.
- [72] M. Knight, “Wireless security - How safe is Z-wave?,” *Comput. Control Eng. J.*, vol. 17, no. 6, pp. 18–23, 2006.
- [73] B. Karasulu, L. Toker, and S. Korukoğlu, “ZigBee - IEEE 802.15.4 Standartı Temelli Kablosuz Algılayıcı Ağları.” .
- [74] G. Omojokun, “A Survey of ZigBee Wireless Sensor Network Technology: Topology, Applications and Challenges,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 130, no. 9, pp. 47–55, 2015.
- [75] M. Magnusson, “LAN and WLAN planning, deployment, and evaluation,” 2013.
- [76] R. For, “Two-Hop-Relay Architecture for Next-Generation WWAN/WLAN Integration,” *IEEE Wirel. Commun.*, pp. 2–9, 2004.
- [77] W. Wu, N. Banerjee, K. Basu, and S. K. Das, “SIP-Based Vertical Handoff Between WWANs and WLANs,” *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 12, no. 3, pp. 66–72, 2005.
- [78] A. R. Mishra, *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G... Evolution to 4G*. 2007.
- [79] V. S. Jain and V. P. West, “Comparative Study of 1g, 2g, 3g and 4g Technologies,” vol. 1, no. 10, pp. 1219–1223, 2014.
- [80] P. Sharma, “Evolution of Mobile Wireless Communication Networks-1G to 5G as well as Future Prospective of Next Generation Communication Network,” *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput. - not index*, vol. 2, no. 8, pp. 47–53, 2013.
- [81] A. Chakraborty and P. Medinipur, “A Study on Third Generation Mobile Technology (3G) and Comparison among All Generations of Mobile Communication,” *Int. J. Innov. Technol. Adapt. Manag.*, vol. 1, no. 2, 2013.
- [82] J. Parikh and A. Basu, “LTE Advanced: The 4G Mobile Broadband Technology,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 13, no. 5, pp. 17–21, 2011.
- [83] M. Seyedzadegan and M. Othman, “IEEE 802.16: WiMAX Overview, WiMAX Architecture,” *Int. J. Comput. Theory Eng.*, vol. 5, no. 5, pp. 784–787, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ayşe Öztürk
Doğum Tarihi ve Yeri : 31.07.1991 Şişli
E-posta : aseztrk@gmail.com



ÖĞRENİM DURUMU

- **Lisans** : 2013, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik
- **Lisans** : 2014, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Astronomi ve Uzay Bilimleri
- **Yüksek Lisans** : 2017, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mekatronik
Mühendisliği Anabilim Dalı, Mekatronik Mühendisliği Yüksek Lisans



TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

Öztürk A. ve Naimi S., 2017: Akıllı Ev Sistemlerinde Kullanılan Yöntemlerin Farkları, Avantajları Ve Dezavantajları. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, İstanbul,Türkiye



